

## 골고정 이식형 보청기(BAHA)

서울대학교 의과대학 이비인후과학교실  
장 선 오 · 송 재 진

### Bone Anchored Hearing Aid(BAHA)

Sun O Chang, MD and Jae-Jin Song, MD

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery,  
Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

#### 서 론

골고정 이식형 보청기(BAHA) 이식술은 1977년 Tjellstrom 등이 처음으로 도입한 이래 현재까지 전 세계적으로 15,000명 이상의 환자에서 시술되어, 이과학 및 청각학 분야에서 잘 정립된 치료법이다. 이러한 BAHA는 기존의 기도 전도 보청기(air conduction hearing aid)에 비해 사용이 간편하고 착용시 편안감이 크며 미용적으로 우수하고, 음질을 더 높이며 외이의 염증을 감소시킬 수 있는 등 다양한 장점을 가진다.<sup>1)</sup> BAHA 이식술은 우리나라에서는 비교적 최근에 도입된 치료법이지만, 전 세계적으로는 30여년의 경험을 토대로 술식이 발전하고 대상 연령이 확대되어, 최근에는 성인의 경우에는 일단계 수술로 완성하는 추세이며, 소아에서는 18개월까지 이식 대상 연령이 낮아졌다.

#### 골 전도의 생리학

초기의 골 전도 생리학에 대한 연구는 von Bekesy, Tonndorf 등에 의해 시행되었다.<sup>2)3)</sup> 1970년대까지는 골 전도 생리학에 대한 연구가 미흡했는데, 이는 골 전도 보청기가 기도 전도 보청기에 비해 별로 장점이 없다고 여

겨졌고, 골 전도에 대한 연구 결과의 해석이 난해함에 기 인하였다.

그러나 1970년대 말 BAHA의 도입과 함께 골 전도 생리학 연구는 활발해지게 되었다. 전통적인 골 전도 보 청기는 외이나 중이에 병변이 있는 환자에서 사용되어 왔 으며, 골 전도 장치를 통해 음이 외이와 중이를 생략하고 직접 와우에 전달되었다. BAHA는 이에 비해 새로운 골 전도 자극 형식으로서, '직접 골 전도' 방식을 사용한다. 직접 골 전도 방식이란 피부나 연부조직을 거치지 않고 변환기(transducer)와 두개골 사이의 골 전도를 통해 음 이 전달되는 방식으로서, 기존의 골 전도 보청기에 비해 더 민감하게 진동을 전달하고 편안하게 소리를 들을 수 있다는 장점이 있다.

다른 사람의 음성을 들을 때, 골 전도는 기도 전도와 동등한 중요성을 지닌다. 인간은 기도 전도와 골 전도에 의한 음을 모두 들으며, 일례로 대부분의 사람들은 녹음 된 본인의 음성을 들을 때 어색함을 느끼는 데, 이는 녹 음기가 단지 음성의 기도음 성분만을 녹음하기 때문이다. 일찍이 Bekesy는 실험적으로 기도와 골도음에 의한 흥 분에 차이가 없음을 밝혔으며,<sup>2)</sup> Tonndorf는 골도를 통 한 소리 전달 과정 원리에 대한 세 가지 모델을 제시하 였는데 이는 이소골과 내이액의 관성 운동, 와우로의 압 력 전달, 외이나 중이를 통한 진동의 전달 등이다.<sup>3)</sup>

## 가청 범위와 기능적 이득 (Dynamic Range and Functional Gain)

BAHA를 사용하는 환자의 최대 가청 범위를 결정하기 위해, Carlsson과 Hakansson 등은 BAHA classic 300을 사용하는 환자에서 직접 골 전도 역치와 기기의 최대 출력의 차를 계산하였다.<sup>4)</sup> 기기의 최대 출력은 80 dB SPL의 음 자극을 주고 음량 조절기를 최대로 하였을 때로 결정하며, 환자의 가청 범위는 감각신경성 난청의 정도만큼 감소한다. 또한 보청기를 사용할 때에는 기능적 이득(보청기 착용시와 미착용시의 청력의 차)이 항상 관심사인데, 골 전도 보청기의 경우 기능적 이득은 기기의 성능뿐 아니라 전도성 난청의 정도, 즉 기도-골도 차(air-bone gap)에도 영향을 받아, 전도성 난청의 정도가 클수록 기능적 이득은 커지게 된다.

### BAHA의 주요 구성 및 기기 종류

BAHA는 Fig. 1과 같이 보편적인 마이크로폰과 증폭기, 특별히 고안된 변환기, 피부를 관통하고 골에 고정되는 고정물(fixture) 및 고정물과 본체 사이를 연결하는 접합부(abutment)로 구성된다.

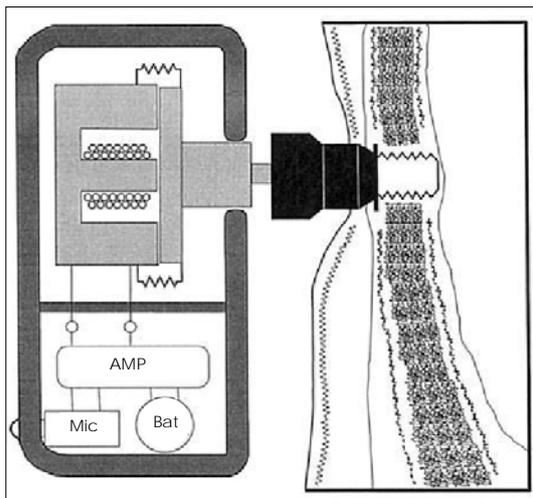


Fig. 1. The generic design of the bone-anchored hearing aid. Amp : amplifier, Mic : microphone, Bat : battery.

현재 상업적으로 이용 가능한 BAHA 기기에는 Classic 300, Compact 및 Cordelle II 등이 있으며, 그 각각의 특징은 다음과 같다.

#### BAHA classic 300(Ear level device)

BAHA classic 300은 가장 먼저 개발된 기기로서, 저주파를 위한 이득 조절(gain control)과 연속음 조절(continuous tone control) 기능 및 고주파를 위한 세 가지 모드(N=normal, L=low and E=electrical)를 가진다. 환자의 권장되는 최소 순음 평균 골 전도 역치는 45 dB HL이다(Fig. 2).

#### BAHA Compact(Ear level device)

특히 연령이 낮은 환자에서 외관상 문제를 고려하여 기존의 Classic 300에 비해 35% 작은 크기로 제작한 기기이다. Classic 300에 비하여 저주파 반응은 약간 떨어지지만, 권장되는 최소 순음 평균 골 전도 역치는 Classic과 마찬가지로 45 dB HL이다(Fig. 3). 가장 최근에는 BAHA Divino라는 신기종이 개발되었는데, 이는 조용한 환경에서는 전방향 마이크로폰을, 소음 환경에서는 방향성 마이크로폰을 사용할 수 있게 내장 프로그램을 장착하고 있다. 최근에는 Divino가 Compact에 비해 조용한 환경에서는 차이가 없고 소음 환경에서는 어음의 이해가 향상됨이 보고되어, Divino 기종에 대한 관심이 증대되고 있다.<sup>5)</sup>

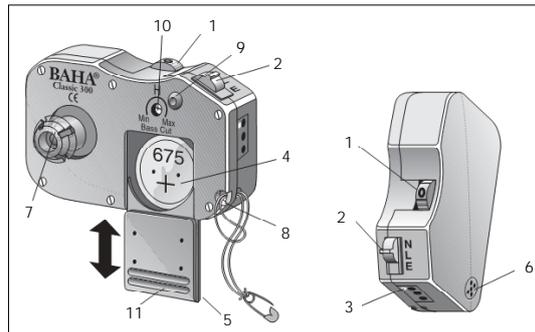
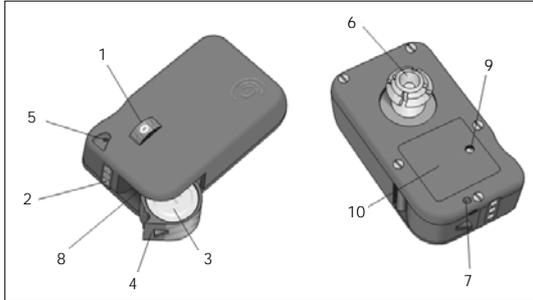
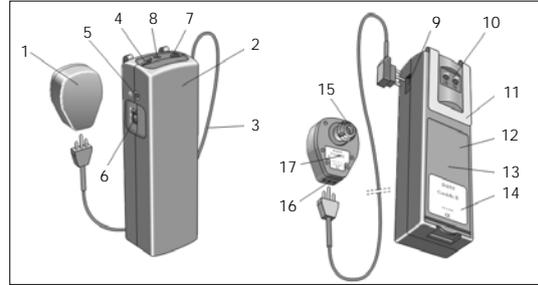


Fig. 2. Description of BAHA Classic 300 device. 1 : Volume control, on/off, 2 : Tone switch, 3 : Electrical input, 4 : Battery compartment, 5 : Battery cover, 6 : Microphone, 7 : Abutment snap, 8 : Attachment for safety line, 9 : Gain control (gain is factory preset), 10 : Tone control (bass cut), 11 : Serial number.



**Fig. 3.** Description of BAH A Compact device. 1 : Volume control, on/off, 2 : Electrical input, 3 : Battery compartment, 4 : Battery door, 5 : Microphone, 6 : Abutment snap, 7 : Attachment for safety line, 8 : Gain control (gain is factory preset), 9 : Tone control, 10 : Serial number.



**Fig. 4.** Description of BAH A Cordelle II device. 1 : Transducer, 2 : Body worn unit, 3 : Cord, 4 : M-MT-T switch, 5 : Electrical input, 6 : Tone switch, 7 : Volume control, 8 : Microphone, 9 : Electrical output, 10 : Trim controls, 11 : Clip, 12 : Battery cover, 13 : Battery compartment, 14 : Serial number, 15 : Abutment snap, 16 : Electrical input, 17 : Serial number.

### BAHA cordelle II(Body-worn device)

중등도의 혼합성 난청(mixed hearing loss)이 있는 환자를 대상으로 하여 몸에 보청기를 착용하면서 이식물과 연결되도록 하여 기존 기기보다 출력을 더 높인 것으로,<sup>6)</sup> Classic 형보다 저주파수에서는 10~15 dB, 고주파수에서는 5~7 dB 더 높은 출력을 보이며, 공명 주파수도 Classic 형의 1,000 Hz에 비해 Cordelle 형에서는 750 Hz이다. 이와 같이 저주파수를 채택하는 이유는 고도 이상의 감각신경성 난청 환자에서는 대개 저주파 영역에서 가장 좋은 잔여 청력을 가지기 때문이다(Fig. 4).

## BAHA의 적응증과 금기

최근의 연구에 의하면, 이과적 질환으로 외래에 내원하는 환자의 약 1.4%에 달하는 많은 비율에서 BAHA가 적응된다고 한다.<sup>7)</sup> 이과적 및 청각학적 관점에서 본 BAHA의 적응증 및 금기는 다음과 같다.

### 이과적 적응증

#### 만성 이과 질환

음의 증폭이 필요하나, 만성 외이도염이나 만성 중이염으로 인해 지속적인 이루가 있어서 기도 전도 보청기를 사용할 수 없는 환자가 가장 흔한 BAHA 이식의 적응증이다.

또한 근치적 중이 수술과 더불어 외이도 성형술(me-

atoplasty)을 시행받은 환자군에서도 외이도를 밀봉하는 이용형기(ear mold)를 제작하기가 어려워 음의 되울림(acoustic feedback) 현상이 생기거나 폐쇄효과(occlusion effect)로 인해 기도 전도 보청기의 효과가 상쇄되는 경우가 많다. 특히 이런 환자군에서는 종종 고도의 음 증폭이 요구되어 BAHA의 좋은 적응증이 된다.

### 외이도 폐쇄증

외이도 폐쇄증의 수술은 술자의 경험에 따라 결과의 차이가 크고, 재협착의 가능성이 상존한다. 청력 회복을 위한 중이 재건술의 일차 성공률이 50~60%로 보고되고 있고,<sup>8)</sup> 기형이 심하거나 재수술인 경우에는 수술 결과가 더 나쁜 경향을 보임을 고려할 때, 특히 양측성 외이도 폐쇄증 환자에서는 BAHA가 중이 수술의 좋은 대안이 되며 일측성에서도 도움이 될 수 있다.<sup>9)</sup>

최근에는 BAHA 시술 후 환자의 만족도를 평가하는데 효과가 입증된 Glasgow Benefit Inventory (GBI)를 사용한 술 후 환자 설문 조사에서, 가장 흔한 적응증인 만성 이과 질환 환자군에 비해 오히려 외이도 폐쇄증 환자군이 가장 큰 만족도를 보였음이 보고되기도 하였다.<sup>10)</sup> 양측성 전도성 난청이 있는 성인 및 소아 환자군에서 일측만 이식을 하던 과거와는 달리, 최근에는 양측 BAHA 이식을 시행하여 청각학적 검사 결과나 환자의 만족도를 향상시킬 수 있었음이 보고되고 있으며,<sup>11)</sup> 향후 양측 BAHA 이식은 이러한 환자군에서 더 증가될 것으로 기대된다.

기타 양측성 전도성 난청

중이염이나 외이도 폐쇄증 이외의 선천성 이소골 기형이나 이경화증(otosclerosis)으로 인한 양측성 전도성 난청을 지닌 환자에서, 최근에는 양측 BAHA 이식이 수술의 좋은 대안으로 부각되고 있다. 양측 와우의 기능이 비슷한 환자의 경우, 양측 BAHA 이식을 시행한 환자군에서 일측 이식 혹은 기타 보청기 사용자나 청력 보장구의 도움을 받지 않는 환자군에 비하여 전방에 위치한 음원에 대한 역치가 낮고 전반적인 주변음에 대한 반응이 향상되며, 향상된 양이청에 의해 음원의 방향을 식별하고 소음 환경에서 음에 대한 반응능력이 향상된다.<sup>12)</sup>

단일청이(Only hearing ear)에서 심한 전도성 난청

단일청이 환자에서 청력 잔존측 귀에 이경화증과 같은 심한 전도성 난청이 있는 경우, 기도 전도 보청기로는 기도-골도 차를 극복하기 힘들며, 이런 경우 기도-골도 차에 영향을 받지 않는 BAHA가 좋은 결과를 가져올 수 있다.

외이도의 문제

기도 전도 보청기를 착용하는 환자의 일부에서는 외이도 자극에 의해 소양증이나 외이도염을 일으켜 자주 이용형기를 교체하거나 하루 중 단시간만 착용하는 경우가 있으며, 이런 경우 외이도를 전혀 자극하지 않는 BAHA가 좋은 대안이 될 수 있다.

폐쇄 효과에 의한 불편감

기도 전도 보청기를 사용하는 환자의 일부에서는 외이도의 폐쇄 효과로 인해 울림이나 막히는 느낌 등을 호소하며, 이런 환자에서 기공(vent) 등의 방법으로도 잘 해결이 안 되는 경우, BAHA를 사용하면 이러한 불편감을 없앨 수 있다.

기 타

일측성 후천성 감각신경성 난청이 있는 환자군에서도 건측에 BAHA 이식을 시행한 경우 대조군에 비하여 유의하게 소음 환경에서의 어음 판별력이 좋아졌음을 보고하였으며, 설문 조사상 주관적인 만족도도 증가하였음이 보고되었다.<sup>13)</sup> 그러나 이러한 환자군에서 음원의 방향을

식별하는 능력은 대조군에 비하여 특별히 향상되지는 않는 것으로 보고되었다.<sup>14)</sup>

청각학적 적응증

청각학적 적응증에 관해 논할 때 숙지해야 할 사항은 골 전도에 의한 음 자극은 중이를 거치지 않기 때문에 기도-골도 차에 의한 전도성 난청의 정도는 영향을 미치지 않으며, 단지 와우의 기능에 좌우된다는 점이다. 사용되는 Classic 300의 경우 골 전도 역치가 45 dB 이내인 경우 80% 이상의 환자에서 만족감을 보고하였으며, 와우 기능이 잘 보존되어 있을수록 환자의 기능적 이득은 증대된다. 한편 골 전도 역치가 45 dB 이상인 환자군의 경우에서도 Classic 300을 사용하여 만족감을 보고한 예가 있으며,<sup>15)</sup> 이런 환자군의 경우 최근 개발된 Cordelle II가 더 좋은 적응이 되어, 골 전도 역치 70 dB까지는 Cordelle II가 권장되고 있다. 가장 최근에 개발된 Compact 기기의 경우 Classic 300에 비해 35% 축소된 형태이지만, Classic 300에 버금가는 출력을 보여 역치가 45 dB 이내이고 환자가 미용상의 목적으로 작은 기기를 더 선호하는 경우 적응이 된다.

금 기

BAHA 이식은 정신과적 질환, 약물이나 알코올 중독, 이식 후 관리에 대한 교육을 따를 수 없거나 추적관찰이 불가능한 환자 등에서 제한적으로 금기시 되고 있다. 또한 위생 관리를 잘 할 수 없는 환자에서는 피부 합병증의 발생 우려가 있어 상대적 금기이나, 당뇨나 건선 등의 환자에서는 술 후 위험도가 증가하지 않는 것으로 보고되고 있다.<sup>15)</sup> 또한 최근에는 다운증후군을 비롯한 중등도의 정신 지체가 있는 환자군에서도 BAHA 이식을 시행하고 보호자가 특별히 주의를 기울여 관리할 경우 대부분의 환자에서 지속적으로 기기를 사용하였고 일상 생활에 유의하게 도움을 주었으며,<sup>16)</sup> 설문 조사를 통해 주관적 청각 이득이 유의하게 있었음을 보고하여, 정신 지체 환자군에서도 적응이 됨을 보고하였다.<sup>17)</sup> 유럽에서는 생후 18개월된 선천성 외이 기형 환아에서 BAHA 이식을 한 보고도 있었을 정도로 보다 어린 연령에서 시술을 시도하고 있는 반면,<sup>18)</sup> 미국의 경우 5세 이상에서만 미국 식품의약청(FDA) 승인이 되어 있어, 5세 미만은 금기이

다. 그러나 최근 한 미국내 연구진은 5세 이하 환자 20명에서 충분한 골융합을 위해 1차 수술과 2차 수술을 평균 7.72개월의 간격을 두고 시행한 결과 5세 이상 환자군에 비견할 만한 좋은 결과를 얻었음을 보고하여, 향후 이러한 제한 연령이 점차 더 낮아질 것으로 기대된다.<sup>19)</sup>

## 수술 전 평가

### 청각학적 평가

환자 선별을 위한 수술 전 평가에서는 기본적으로 순음 청력 검사 및 어음 청력 검사를 실시한다. 전술한 바와 같이 BAHA는 기도-골도 차에 무관하기 때문에, 골 전도 역치가 가장 중요한 평가 항목이다. 추가적인 검사 항목으로는 검사 막대(test rod)를 사용한 검사가 있다. 이는 음 처리기(sound processor)를 검사 막대에 연결한 뒤, 환자가 검사 막대를 치아로 문 채로 음 자극을 주어 검사하는 방법이다. 환자는 되움림을 막기 위해 입술을 닫고 음 처리기 자체는 접촉하지 않아야 한다. 치아로 무는 것이 불편한 환자의 경우에는 검사 막대 대신 BAHA 검사 밴드(BAHA test band)를 유양돌기에 강하게 누르고 검사를 할 수도 있다(Fig. 5). 최근 이러한 검사 막대 혹은 BAHA 검사 밴드를 사용한 검사 결과가 BAHA 시술 후의 역치 상승을 예측할 수 있는 인자로서 매우 유용함이 보고되었으며, 술 후 보청기 착용시의 역치가 술 전 검사에서 예상된 역치에 비해 평균 9 dB 정도 낮

음이 보고되었다.<sup>20)</sup>

### 환자 선택의 심리학적 측면

환자와의 술 전 면담시에는 환자에게 현실적인 기대를 심어 주는 것이 중요하다. 가령 외이도 및 중이의 염증이 있어 기도 전도 보청기 착용이 불가능하여 BAHA를 시술하는 환자의 경우 단지 염증의 조절을 위해 시술하는 것일 뿐 기도 전도 보청기에 비해 더 이득이 있는 것은 아님을 숙지시켜야 한다. 반면 기존에 골 전도 보청기를 사용했던 환자에서는 극명한 이득의 향상을 예고하여도 무방하다.

### 수술 측의 결정

#### 청각학적 측면

청각학적 관점에서 볼 때 잔여 와우 기능이 좋은 쪽, 즉 골 전도 역치가 좋은 쪽이 이식측으로 선택되어야 한다. 간혹 잔여 청력이 비슷하여 수술 측 결정이 어려운 경우에는 검사 막대를 이용한 검사를 통해 환자가 주관적으로 더 잘 들리는 쪽을 평가하는 것이 도움이 될 수 있다.

#### 수술적 측면

수술은 국소 마취 하에 외래 수술로 시행할 수 있다. 고정물을 이식할 때에는 음 처리기가 이개와 접촉하여 청각적 되먹임(acoustic feedback)을 일으키는 것을 방지해야 한다. 선천성 안면 왜소증(congenital microsomia) 환자의 경우에는 유양돌기가 작고 중두개와 경막(middle fossa dura)이 낮게 위치하며 S상 정맥동(sigmoid sinus)이 보다 표면에 위치할 수 있어 주의를 요하나, 대부분의 경우 고정물을 이식할 위치를 찾는 데에는 별 어려움이 없다. 마찬가지로 근치적 중이 수술을 시행한 환자에서도 고정물을 이식할 골부를 찾는 데에는 별 어려움이 없다.

#### 기타 고려 사항

환자가 잘 쓰는 손(handedness), 미용적 측면 및 두발 등이 고려되어야 하며, 직업적으로 운전을 하는 경우 승객이 앉는 쪽 귀, 전화를 많이 사용하는 직업의 경우 주로 사용하는 손의 반대쪽 등을 고려할 수 있다.

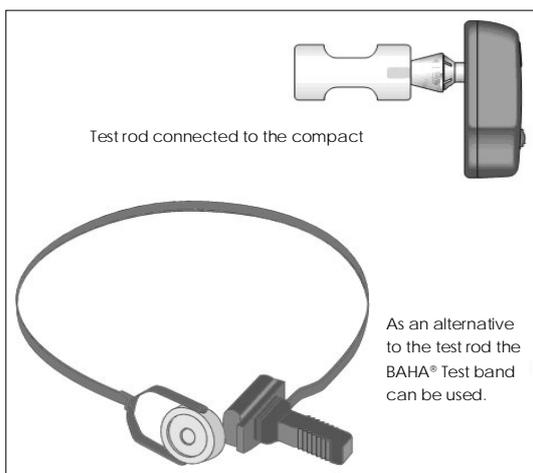


Fig. 5. Illustration of the test rod and the BAHA test band.

## 술 식

초기에는 2단계 수술이 권장되어, 이식물의 삽입은 골 융합(osseointegration)이 완성되는 3개월 후에 시행하였다. 그러나 차츰 유양돌기에서 이식물의 이탈이 매우 드물고 이식물에 의한 하중의 부담이 크지 않음이 인식되면서 최근에는 성인의 경우에는 1단계 수술이 권장되는 추세이며,<sup>21)</sup> 12세 미만의 소아의 경우에는 2차 수술을 통해 골융합에 소요되는 시간을 충분히 확보하는 것이 권장되는 추세이다. 수술 시 가장 염두에 두어야 할 사항은 두개골 삽입 시 최소한의 손상을 주어야 하며, 주위 연부 조직은 최대한 제거해주고, 부분 피부 이식은 적당히 고정물과 접합부를 감싸 주어야 한다는 점이다.

### 술 전 준비

성인의 경우 대개 국소 마취 하에 외래 수술로 시행할 수 있으며, valium 10~20 mg/ml를 술 전 처치로 정맥 주입한다. 소독 및 방포 도포 이전에 dummy BAHA를 이용하여 이식할 위치를 Gentian violet을 이용하여 표시하는데, 이 때 고정물의 위치는 외이도 입구에서 약 50~55 mm의 거리를 두어 술 후 음 처리기가 이개와 접촉하지 않도록 주의해야 한다.

### 마 취

2% lidocaine 10 mg/ml와 adrenaline 5 µg/ml를 이식 부위에 피하 주입하며, 국소 마취제는 대개 10~15 ml 정도면 충분하다. 이 때 국소 마취제가 골막 하까지 침투되는 것이 중요하며, 연부 조직을 제거할 부위를 전부 포함하여야 한다. 대개 직경 5 cm 정도를 마취하고, 특히 연부 조직이 두꺼운 환자의 경우 더 광범위하게 마취할 수 있다.

### 피부 절개

하방에 기저한(inferiorly-based) 25 mm 지름의 U자형 부분 피부 이식 피판을 더마톰(Dermatome, Entific Medical Systems, Gothenburg, Sweden)을 이용하여 제작한 후(Fig. 6), 피판 하방의 모든 피하 조직을 충분히 제거하고 골막만 남긴다. 더마톰은 소아에서 2차 수

술을 시행할 때에도 피부 표면이 평탄할 경우에는 사용 가능하며, 선천성 외이도 폐쇄증 환자와 같이 고정물의 이식 위치를 찾기가 용이하지 않은 환자에서는 더마톰 대신 scarpel을 사용하여 손으로 절개하고 피부를 얇게 제작하는 것이 더 좋을 수도 있다.

### 드릴링

술 전 표시한 위치에서 3~4 mm 깊이로 가이드 드릴을 이용해 드릴링을 시행한다(Fig. 7). 드릴링 시행 도중 연부 조직이 노출되면 중단해야 하지만, 골의 두께가 충분하면 4 mm 길이의 가이드 드릴의 길이만큼의 깊이로 드릴링을 해주는 것이 필요한데, 이는 이후에 사용하는 나선형 드릴(spiral drill)의 끝이 경막이나 S상정맥동을 손상시킬만큼 뽀족하지 않기 때문이다. 드릴링 및 고



Fig. 6. Elevation of the skin flap.

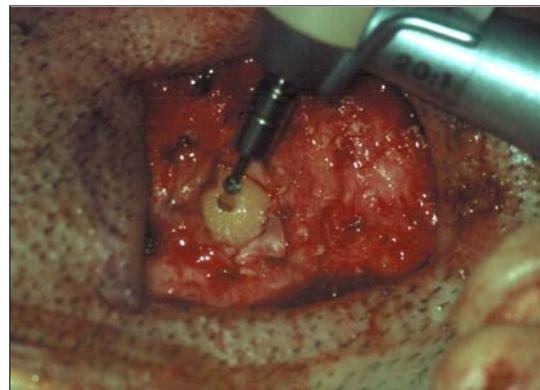


Fig. 7. Drilling to make a hole for the fixture.

정물 삽입시 지속적인 식염수 세척을 하여 두개골의 열손상을 방지하는 것이 중요하며, 열손상을 입을 경우 골융합을 방해하고 고정물 및 접합부 주위의 섬유성 피막 형성(fibrous encapsulation)을 유발하여, 향후 기기 장착시 실패의 원인이 될 수 있다. 가이드 드릴을 이용한 드릴링이 종료되면 심부보다 표면쪽을 더 넓혀주기 위해 원추형 송곳(countersink)를 장착한 나선형 드릴을 이용하여 함요의 상부를 4 mm 너비로 넓혀준다. 드릴링을 시행하는 도중 수 차례 드릴을 식염수로 세척하여, 드릴에 골편이 끼어 드릴링이 잘 되지 않거나 과도한 열이 생성되는 것을 방지하여야 한다. 또한 드릴링의 방향은 향후 고정물과 부착부의 방향에 영향을 미치기 때문에, 항상 피부 표면에 수직인 방향으로 행하여야 한다.

### 고정물 삽입

과거에는 두개골에 스크루를 먼저 삽입한 후 고정물을 삽입했으나, 최근 기종에서는 고정물 자체가 두개골로 삽입되면서 주위 골 조직과 나사의 요철을 통해 연결되므로 고정물에 접합부를 미리 장착하고 드릴링 해 놓은 함요에 삽입할 수 있다(Fig. 8). 접합부를 장착한 고정물이 두개골에 삽입되고 나면, 미리 만들어 놓은 부분 피부 이식 피관의 정중앙에 접합부가 외부로 돌출될 수 있게 구멍을 뚫어주어야 하며, 이는 4 mm 생검핀치(biopsy punch)를 사용하여 시행한다.

### 연부 조직 제거

장기간 부작용 없이 피부 관통 상태를 유지하기 위해



Fig. 8. Inserted fixture with abutment before repositioning of the skin flap.

서는 피관 하부 연부 조직의 완전한 제거가 매우 중요하다. 만일 잔여 연부 조직이 있는 경우, 부착부를 따라 피부가 자라게 되며 결국 피부의 자극 반응을 야기하게 된다. 피관 자체도 박편을 만들기 위해 더마툼을 사용하며, 그 결과 모공을 포함하지 않으며 두께 1 mm 미만인 부분층 피부 이식편(split thickness skin graft, STSG) 피관을 제작한다.

또한 이식 부위 주변의 연부 조직도 충분히 제거하여, 피부 피관이 쉽게 하방의 이식부로 경사져 내려갈 수 있도록 해준다. 연부 조직층이 두터운 환자의 경우에는 보다 광범위하게 연부 조직을 제거하도록 노력해야 한다. 피부 피관은 괴사를 방지하기 위해 끝까지 포함하여 봉합해 주어야 한다.

### 드레싱

피관을 원위치시키고 봉합이 완료되면, 연고로 충전된 거즈를 올리고 통상적인 유양동 삭개술 시 시행하는 압박 드레싱을 해주어, 수술부위의 혈종이나 부종을 막아주어야 한다. 제조사에서 권장하는 드레싱 용 healing cap에 비해 통상적인 압박 드레싱은 환자의 부분 이식 피부 피관의 생존률을 높이는 효과가 있으며, 더불어 유지하기가 편하고 healing cap에 순응도가 떨어지는 환자에서도 잘 적응되며 가격이 저렴한 장점을 지닌다는 점에서 더 선호된다.<sup>22)</sup> 이 때 압박 드레싱의 압력이 과도하여 피관의 혈류 공급을 방해해 괴사를 유발하지 않도록 적절한 압력을 주는 것이 중요하다.

### 수술 상처 관리

압박 드레싱은 수술 다음날 외래에서 제거하고, 수일간 가벼운 붕대를 이용한 드레싱을 해 준다. 봉합사의 발사는 대개 술 후 10~14일 이후에 시행한다.

## 술 후 관리

### 일 단위 관리

접합부 주변의 피부는 매일 세척하여 청결을 유지하고, 이 부위에 피부 조직 파편(skin debris)이 축적되는 것을 방지해야 한다. 세척에는 온수와 부드러운 솔을 사용할 수 있다.

### 주 단위 관리

피부 조직 파편은 접합부의 내부에 축적될 수도 있다. 이를 방지하기 위해 접합부 내부를 부드러운 솔로 주 1회 청소해 준다.

### 접합부 나사의 고정

술 후 위생 관리가 잘 되더라도 불구하고 환자가 접합부 주변의 자극을 호소하는 경우, 가장 흔한 원인은 접합부가 느슨해진 경우이다. 이런 경우 나사의 고정 상태를 재확인하고, 견고하게 조여 주어야 한다.

### 음 처리기의 장착

성인의 경우 3개월 간의 골융합 기간을 거치면 접합부에 음 처리기를 장착하여 BAHA 설치를 완료할 수 있으며(Fig. 9), 12세 미만의 소아의 경우 6개월간 골융합을 기다린 후 다시 2차 수술로 접합부를 고정시킨 뒤, 이 접합부가 잘 거치되면 음 처리기를 장착한다. 최근 Tjellstrom 등은 성인 환자군에서 6주만에 음 처리기를 부착한 26명의 환자군의 후향적 분석을 통해 3개월 후 음 처리기를 부착하는 기존의 환자군에 비해 골융합에 차이가 없음을 보고하였으며, 향후 대규모 연구를 통해 음 처리기 부착까지의 시간 간격을 더 단축시킬 것으로 기대되고 있다.<sup>23)</sup>

### MRI 촬영 시

술 후 MRI를 촬영할 경우 고정물과 접합부는 그대로

유지한 채 촬영할 수 있으나, 음 처리기는 항상 분리하고 촬영해야 한다. 이 때 고정물 및 접합부에 의한 MRI 영상에의 영향은 미미하여, 영상의 질을 저해하지 않는 것으로 보고되어 있다.<sup>24)</sup>

### 술 후 합병증

BAHA 삽입 후 발생하는 대부분의 술 후 합병증은 경도의 합병증으로서, 외래에서의 치료 및 추적 관찰을 통해 해결할 수 있는 증상이 대부분이다. 가장 심각한 합병증은 두개골 내에 삽입된 고정물의 탈출로서, 이는 대개 소아 환자, 특히 선천 기형이 동반된 환자에서 흔하다. 원인은 골융합의 실패에 의한 탈출, 술후 관리 부족으로 인한 위생상의 문제, 직접적 외상 등이 있으며, 재이식 수술을 시행하여 재삽입을 함으로써 대부분 해결되고 보고되었다.<sup>25)</sup> 또한 일시적인 피부 감염증이 33%까지 보고되고 있으나, 대부분의 경우 술 후 드레싱과 항생제 치료로 잘 치유되었다.<sup>26)</sup> 그 외 피부 반응 유발에 의한 이식물 주위 피부 자극이 유발되거나, 피판 아래에 잔여 연부 조직이 있는 경우 접합부 주위를 피부가 둘러싸는 피부 과성장(skin overgrowth)가 발생하는 경우가 있으며, 역시 소아에서 많이 관찰되는 합병증이다.<sup>27)28)</sup> 만일 피부 과생장이 발생하거나 피판이 과도하게 움직이는 것이 고정물 주위의 피부 자극 반응을 유발하는 경우, 재수술로 피판을 거상하고 연부 조직을 완전히 제거해 주어야 한다. 또한 드레싱에 과도한 압력이 가해지거나 피판을 너무 얇게 제작한 경우에는 피판의 괴사가 발생할 수 있으며, 반대로 피판이 너무 두꺼운 경우에는 봉와직염이 발생할 수 있다. 특히 소아 환자군에서 합병증 발생 방지를 위해서는 두개골이 얇은 환자의 경우 6개월 동안 충분히 골융합을 유도한 후 2차 수술을 시행할 것, 국소 마취제의 주사로 피판 하부를 충분히 부풀려 더마톰에 의한 피판 제작을 용이하게 할 것, 적절한 압력을 가하여 드레싱을 할 것 등이 권장되고 있다.<sup>29)</sup>

### 저자의 경험

2005년 10월 첫 수술을 시행한 이래 2008년 4월까지 저자가 BAHA 이식술을 시행한 환자 5명을 대상으로



Fig. 9. Attached BAHA classic device (3 months after the operation).

로 의무 기록과 청력 검사 결과를 후향적으로 결과를 분석하였다. 환자군의 연령은 6세부터 67세까지였으며(중앙값 16세), 남녀 비는 3 : 2 였다. 술후 추적 관찰 기간은 6개월부터 30개월까지였다(중앙값 23개월).

난청의 원인 질환으로는 만성 중이염이 2예, 선천 기형이 3예가 있었으며, 선천 기형 3예 중 2예는 Treacher-Collins 증후군, 1예는 외이도 성형술 및 고실 성형술을 시행하였으나 청력 개선이 없었던 과거력이 있는 양측성 선천성 외이도 폐쇄증 환자였다. 이식에 사용된 기종으로는 BAHA Classic 이 2예, Cordelle가 2예, 그리고 Compact가 1예 있었다.

술 후 5예의 환자군 중 총 4예에서 성공적으로 기기를 사용 중이며, 1예의 환자에서는 술 후 상처 관리의 미숙에 의한 감염증의 지속으로 기기를 사용하지 못하였고, 결국 이식술 시행 1년 6개월 후 고정물을 제거하고 국소 피관으로 상처를 봉합하였다. 기기를 사용 중인 4예의 환자에서는 일상 생활의 거의 대부분 시간에 BAHAs를 착용하고 있으며, 주관적인 청력의 개선이 뚜렷하고 특별한 불편감을 느끼지 않음을 보고하고 있다. 술 후 6개월에 시행한 순음 청력 검사에서는 보청기 미착용시 골 전도 역치에 비해 보청기 착용시 25~50 dB 역치의 감소(중앙값=37.5 dB)를 보여 골-기도 차가 크게 감소된 소견을 보였다.

### 요약 및 결론

유럽에서 처음 시술된 이래 30여년 이상 축적된 임상 경험을 통해, BAHAs는 선별적인 증례에서 잘 정립된 치료법으로 자리잡았으며, 미국 식품 의약국에서도 성인 및 5세 이상의 소아 환자에서 승인되었다. 고전적인 Classic 300이나 최근 개발된 Compact와 같은 기기에서는 골 전도 역치 45 dB 이내인 환자가 적응되며, Cordelle II와 같은 body-worn device에서는 65 dB 이내의 역치가 요구된다. 가장 이상적인 대상 환자는 와우 기능이 정상인 양측성 외이도 폐쇄증 환자이며, 외이와 중이를 생략하는 골 전도의 특성상 기도-골도 차는 이식에 문제가 되지 않는다. 또한 항상 와우에 손상을 줄 위험성이 있는 중이 수술에 비하여 BAHAs는 와우에 영향을 전혀 주지 않으며, 단일청 환자에서 전음성 난청이 있는 경우

에도 매우 잘 적응된다. 기존의 기도 전도 보청기에 비하여 가장 큰 장점은 외이도에 영향을 주지 않아 폐쇄 효과가 없다는 점이며, 착용감이 좋다는 점 또한 큰 장점이다. 지속적인 기기의 발전과 올바른 환자의 선택을 통하여, BAHAs는 향후 지속적으로 그 사용 빈도가 증가할 것이 기대되며, 국내에서도 적응되는 환자의 올바른 선별을 통해 점진적으로 시술 빈도가 증대될 것이 기대되는 바이다.

**중심 단어** : 골고정 이식형 보청기(BAHA) · 외이도 폐쇄증 · 전음성 난청.

### REFERENCES

- 1) Badran K, Bunstone D, Arya AK, Suryanarayanan R, Mackinnon N. *Patient satisfaction with the bone-anchored hearing aid: a 14-year experience.* *Otol Neurotol* 2006;27:659-66.
- 2) von Bekesy. *Experiments in Hearing.* New York, McGraw-Hill:1960.
- 3) Tonndorf J. *Bone conduction.* *Acta Otolaryngol Suppl (Stockh)* 1966;213:1-132.
- 4) Carlsson P, Hakansson B. *The bone anchored hearing aid-Reference quantities and functional gain.* *Ear Hear* 1997; 18:34-41.
- 5) Kompis M, Krebs M, Hausler R. *Speech understanding in quiet and in noise with the bone-anchored hearing aids Baha Compact and Baha Divino.* *Acta Otolaryngol* 2007;127: 829-35.
- 6) van der Pouw CT, Carlsson P, Cremers CW, Snik AF. *A new more powerful bone-anchored hearing aid: first results.* *Scand Audiol* 1998;27 (3):179-82.
- 7) Burkey JM, Berenholz LP, Lippy WH. *Latent demand for the bone-anchored hearing aid: the Lippy Group experience.* *Otol Neurotol* 2006;27:648-52.
- 8) De La Cruz A, Teufert KB. *Congenital aural atresia surgery: Long-term results.* *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;129: 121-7.
- 9) Granstrom G, Bergstrom K, Tjellstrom A. *The bone-anchored hearing aid and bone-anchored episthesis for congenital ear malformations.* *Otolaryngol Head Neck Surg* 1993;109: 46-53.
- 10) McLarnon CM, Davison T, Johnson IJ. *Bone-anchored hearing aid: comparison of benefit by patient subgroups.* *Laryngoscope* 2004;114:942-4.
- 11) Priwin C, Jönsson R, Hultcrantz M, Granström G. *BAHA in children and adolescents with unilateral or bilateral conductive hearing loss: a study of outcome.* *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2007;71:135-45.
- 12) Stenfelt S. *Bilateral fitting of BAHAs and BAHA fitted in unilateral deaf persons: acoustical aspects.* *Int J Audiol* 2005;44:178-89.
- 13) Baguley DM, Bird J, Humphriss RL, Prevost AT. *The evidence base for the application of contralateral bone anchored hear-*

- ing aids in acquired unilateral sensorineural hearing loss in adults. *Clin Otolaryngol* 2006;31:6-14.
- 14) Wazen JJ, Ghossaini SN, Spitzer JB, Kuller M. Localization by unilateral BAHA users. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;132:928-32.
  - 15) Tjellstrom A, Hakansson B, Granstrom G. Bone anchored hearing aids: Current status in adults and children. *Otolaryngol Clin North Am* 2001;34 (2):337-64.
  - 16) Kunst SJ, Hol MK, Snik AF, Mylanus EA, Cremers CW. Rehabilitation of patients with conductive hearing loss and moderate mental retardation by means of a bone-anchored hearing aid. *Otol Neurotol* 2006;27:653-8.
  - 17) Kunst SJ, Hol MK, Cremers CW, Mylanus EA. Bone-anchored hearing aid in patients with moderate mental retardation: impact and benefit assessment. *Otol Neurotol* 2007; 28:793-7.
  - 18) Seemann R, Liu R, Di Toppa J. Results of pediatric bone-anchored hearing aid implantation. *J Otolaryngol* 2004;33: 71-4.
  - 19) Davids T, Gordon KA, Clutton D, Papsin BC. Bone-anchored hearing aids in infants and children younger than 5 years. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;133:51-5.
  - 20) Gründer I, Seidl RO, Ernst A, Todt I. Relative value of BAHA testing for the postoperative audiological outcome. *HNO* 2007; Epub ahead of print.
  - 21) Tjellstrom A, Hdkansson B. The bone-anchored hearing aid. Design principles, indications and long-term clinical results. *Otolaryngol Clin North Am* 1995;28:53-71.
  - 22) Falcone MT, Labadie RF. An alternate approach for surgical dressing of bone-anchored hearing aid abutment sites. *Laryngoscope* 2007;117:614-6.
  - 23) Wazen JJ, Gupta R, Ghossaini S, Spitzer J, Farrugia M, Tjellstrom A. Osseointegration timing for Baha system loading. *Laryngoscope* 2007;117:794-6.
  - 24) Devge C, Tjellström A, Nellström H. Magnetic Resonance Imaging in Patients with Dental Implants: A Clinical Report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:354-9.
  - 25) Proops DW. The Birmingham bone anchored hearing aid programme: Surgical methods and complication. *J Laryngol Otol Suppl* 1996;21:7-12.
  - 26) N. Gillett D, Fairley JW, Chandrashaker TS, Bean A, Gonzalez J. Bone-anchored hearing aids: results of the first eight years of a programme in a district general hospital, assessed by the Glasgow benefit inventory. *J Laryngol Otol* 2006;120: 537-42.
  - 27) Papsin BC, Sirimanna TK, Albert DM, Bailey CM. Surgical experience with bone-anchored hearing aids in children. *Laryngoscope* 1997;107:801-6.
  - 28) House JW, Kutz JW Jr. Bone-anchored hearing aids: incidence and management of postoperative complications. *Otol Neurotol* 2007;28:213-7.
  - 29) Yellon RF. Bone anchored hearing aid in children: prevention of complications. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2007; 71: 823-6.