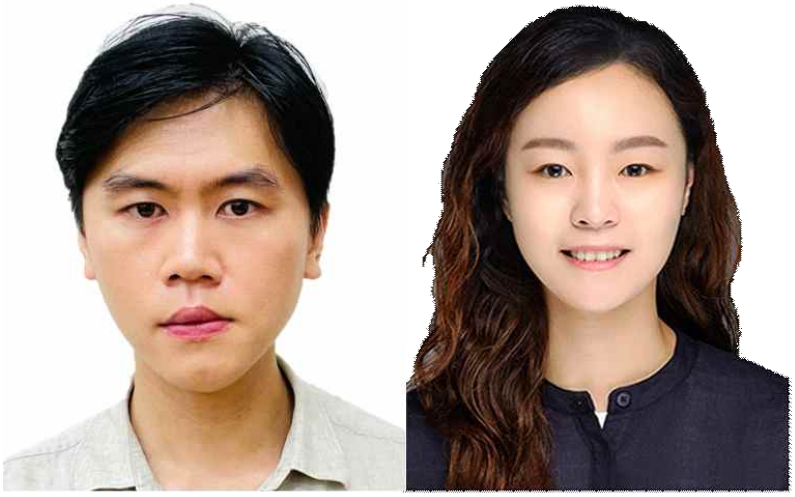
“입안에 넣는 보청기, 어떤 재료가 좋을까?”
GIST, 치과 보철재료별 소리 전달 특성 규명

- AI학과 송은성 교수팀, 치아 결손·의치 사용 여부 고려한 ‘구강형 골전도 청각 보조기기’ 시제품 3종 개발… 치과 보철재료 5종의 소리 전달 특성 비교
- 지르코니아·치과용 레진이 금속 재료보다 전반적으로 높은 소리 전달 수준 보여
- 국제학술지《Materials & Design》 게재



▲ **GIST AI학과 송은성 교수 연구팀 단체사진.** (왼쪽부터) GIST AI학과 강우진 연구조교수, GIST AI학과 송은성 교수

광주과학기술원(GIST·지스트, 총장 임기철)은 **AI학과 송은성 교수 연구팀이 ‘구강형 골전도 청각 보조기기’ 시제품 3종을 개발**하고, 기기에 사용되는 **치과 보철재료의 소리 전달 특성을 비교·분석해 향후 기기 설계와 소재 선정에 활용할 수 있는 기초 자료를 확보**했다고 밝혔다.

‘구강형 골전도 청각 보조기기’는 **입안에 착용한 장치에서 발생한 진동을 치아와 턱뼈를 거쳐 귀 안쪽으로 전달하는 방식**이다. 연구팀은 **치아가 없거나 의치를 사용하는 사람도 기기를 사용할 수 있도록** 다양한 형태의 시제품을 제작하고, 소리를 효과적으로 전달하는 데 적합한 치과 보철재료를 살펴봤다.

일반적인 보청기는 공기를 통해 소리를 전달하지만, **골전도 보청기는 뼈를 진동시켜 소리를 감지하는 내이**(內耳)**로 전달**한다. 외이나 중이에 문제가 있어 소리가 제대로 전달되지 않는 경우에도 청각을 보조하는 데 활용할 수 있다.

기존 골전도 보청기는 수술로 기기를 이식하거나 피부에 부착하는 방식이 주로 사용된다. 그러나 이식형은 수술에 따른 부담이 있고, 비이식형은 피부와 연조직을 통과하는 과정에서 진동이 약해질 수 있다는 한계가 있다.

이러한 한계를 줄이기 위해 치아를 통해 진동을 전달하는 구강형 골전도 기술이

개발됐지만, **기존 장치는 주로 건강한 치아에 고정하는 방식이어서 치아가 없거나 의치를 사용하는 사람에게 적용하기 어려웠다.**

연구팀은 **치아와 턱뼈가 두개골과 연결돼 있어 피부를 거치지 않고 진동을 전달할 수 있다는 점에 착안**했다. 특히 치과 치료에 사용되는 보철물에 작은 진동 장치를 결합하면 개인의 치아 상태에 맞는 청각 보조기기를 설계할 수 있을 것으로 보고 연구를 진행했다.

이에 따라 연구팀은 ▲입안에 넣었다 뺄 수 있는 **'가철식 장치형'** ▲전체 또는 부분 의치에 결합하는 **'의치 결합형'** ▲치아에 끼워 사용하는 **'스플린트형'** 등 **3가지 형태의 시제품을 제작**했다. 치아 배열과 결손 상태, 보철물 사용 여부에 따라 기기의 형태를 달리할 수 있도록 설계한 것이다.



▲ 환자의 치아 배열과 견손 상태를 고려한 구강형 골전도 청각 보조기기 시제품 3종. (왼쪽부터) 가철식 장치형, 의치 결합형, 스플린트형.

연구진은 **진동 장치에서 발생한 진동이 치아와 두개골로 전달되는 과정에서 치과 보철재료가 어떤 영향을 미치는지 확인**하고자 했다.

구강형 골전도 기기에서는 진동을 발생시키는 장치와 치아 사이에 치과 보철재료가 놓인다. 따라서 같은 진동 장치를 사용하더라도 **어떤 재료를 사용**하느냐에 따라 전달되는 진동의 크기와 소리의 높낮이에 따른 전달 특성이 달라질 수 있다.

연구팀은 먼저 **부드러운 실리콘**과 상대적으로 **단단한 치과용 레진**을 비교했다. 인체 두개골 표본의 치아 부위에 각 재료를 고정하고 동일한 진동을 가한 뒤, 두개골로 전달된 진동의 크기를 측정했다.

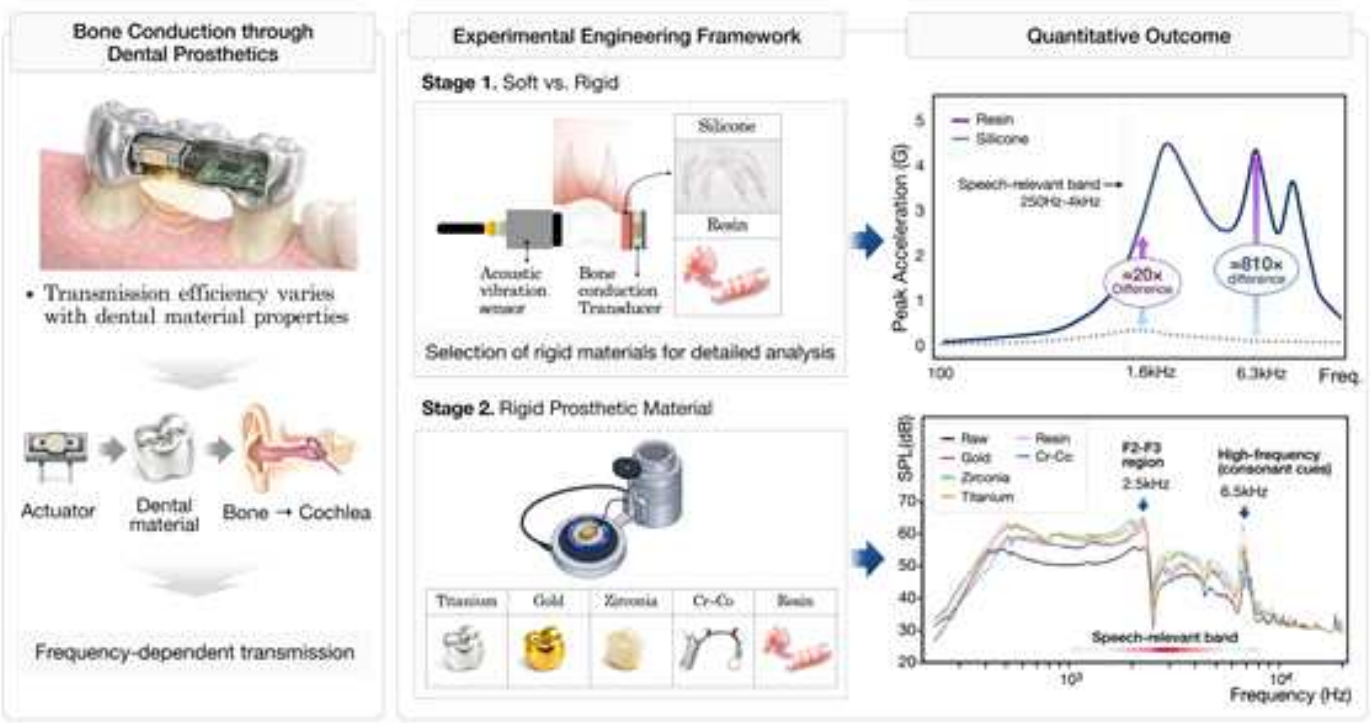
그 결과, **치과용 레진이 실리콘보다 측정한 주파수 범위 전반에서 더 큰 진동을 전달**했다. 특히 **자음 구별에 중요한 높은 주파수 영역인 6,300헤르츠**(Hz)에서는 레진의 진동 크기가 실리콘보다 약 810배 높았다. 실리콘은 주파수가 높아질수록 진동이 크게 약해진 반면, **레진은 높은 주파수에서도 상대적으로 큰 진동을 유지**했다.

이어 연구팀은 실제 치과 보철물에 사용되는 재료 가운데 **어떤 소재가 소리 전달**

에 유리한지 확인하기 위해 ▲금 ▲코발트-크롬 합금 ▲지르코니아 ▲치과용 레진 ▲티타늄 등 **5종을 비교**했다.

재료마다 크기와 형태가 다르면 측정 결과에도 영향을 줄 수 있어, 연구팀은 **동일한 크기의 시료를 제작하고 같은 조건에서 진동을 가한 뒤 주파수에 따라 소리가 얼마나 크게 전달되는지 측정**했다.

그 결과, **'지르코니아'와 '치과용 레진'**은 말소리를 알아듣는 데 중요한 주파수 영역을 포함한 넓**은 범위에서 금속 재료보다 전반적으로 높은 소리 전달 수준**을 보였다. 특히 지르코니아는 레진보다 주파수에 따른 소리 크기의 변화가 상대적으로 완만하게 나타났다.



▲ 구강형 골전도 청각 보조기기의 치과 보철재료별 음향 전달 특성 분석 및 주요 실험 결과. 치아와 치과 보철물을 통해 소리가 전달되는 원리와 2단계 실험 구성 및 주요 결과를 나타낸 그림이다. 인체 두개골 표본을 이용해 레진과 실리콘의 진동 전달 특성을 비교하고, 인공 유양돌기를 활용해 치과 보철재료 5종의 주파수별 음향 전달 특성을 정량적으로 분석했다. 실험 결과, 레진은 실리콘보다 높은 진동 응답을 보였으며, 지르코니아와 레진은 특정 주파수 영역에서 상대적으로 우수한 음향 응답을 나타냈다.

이번 연구는 **치아 상태에 따라 형태를 달리할 수 있는 구강형 골전도 청각 보조기기의 시제품을 제시**하고, **치과 보철재료별 소리 전달 특성을 실험적으로 비교**했다는 데 의의가 있다.

다만 이번 연구는 실험실 환경에서 시제품의 구현 가능성과 재료별 전달 특성을

확인한 단계로, 실제 착용자의 청력 개선 효과는 검증하지 않았다. 현재 연구팀은 **실제 구강환경과 환자별 치아 상태를 고려한 기기 고도화, 청력개선을 위한 소트트웨어 개발, 임상적 유효성 검증을 위한 후속 연구를 진행**하고 있다.

송은성 교수는 "이번 연구는 치과 보철물의 소리 전달 특성을 분석해 구강형 골전도 **청각 보조기기의 설계에 필요한 기초자료를 마련**했다는 데 의미가 있다"며 "향후 실제 구강 환경에서의 성능과 청각 보조 효과를 검증해 난청과 치아 결손을 함께 겪는 환자들에게 적용할 수 있는 **맞춤형 청각 보조기기를 개발할 계획**"이라고 말했다.

GIST AI학과 송은성 교수가 교신저자로, 강우진 연구교수가 제1저자로 참여한 이번 연구는 차의과학대학교, 국립암센터, 조선대학교 치과병원, 예인원치과의원 등 국내 의료·연구기관 연구진이 공동으로 수행했으며, 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업과 정보통신기획평가원(IITP) 인공지능대학원 지원사업의 지원을 받았다.

연구 결과는 국제학술지 《머티리얼즈 앤 디자인(Materials & Design)》에 2026년 10월 15일 온라인으로 게재됐다.

논문 정보

○ 논문명, 저자 정보

- 저널명 : Materials & Design (IF: 8.2, 2025년 기준)
- 논문명 : Quantitative Evaluation of Acoustic Transmission Characteristics of Dental Prosthetic Materials for Intraoral Bone-Conduction Auditory Assistive Devices
  (DOI: https://doi.org/10.1016/j.matdes.2026.117270)
- 저자 정보 : 강우진(제1저자, GIST AI학과, 연구조교수), 송은성(교신저자, GIST AI학과, 교수), 이종호(공동저자, 국립암센터 교수), 김희중(공동저자, 조선대학교 치과병원 교수), 이경재(공동저자, 예인원치과의원 원장) 등