부산 가덕도 장항유적 출토 신석기 인골에서 확인된 바깥귀길뼈돌출증의 고병리학적 접근

Abstract : External auditory exostoses (EAE) are benign osteogenic lesions of the external auditory canal that are known to be closely associated with repeated exposure to cold water and aquatic activities. In archaeology, EAE have been widely used as bioarchaeological indicators for reconstructing marine activities and subsistence strategies in past populations; however, paleopathological studies focusing on their impact on individual health and function remain limited. This study aimed to investigate the prevalence and distribution of EAE in Neolithic human skeletal remains excavated from the Janghang site on Gadeok Island, Busan, and to evaluate lesion severity in order to assess the health burden experienced by this population. A total of 48 individuals were examined, among which 18 individuals with observable external auditory canals were analyzed through macroscopic examination and digital microscopy. The presence and anatomical distribution of EAE were recorded, and lesion severity was classified into four grades (Grade 0–3) according to the degree of canal obstruction. EAE were identified in 11 of the 18 observable individuals (61.1%), with lesions occurring most frequently on the superior and posterior walls of the external auditory canal. In addition, severe Grade 3 lesions were observed in several individuals, suggesting the possibility of functional impairments such as recurrent otitis externa and hearing loss. These findings indicate that the Janghang population experienced prolonged exposure to marine environments and cold-water activities and suggest that EAE may serve not only as indicators of marine activities but also as paleopathological markers reflecting the health and functional burdens experienced by Neolithic coastal populations.

Keywords: External Auditory Exostoses (EAE), Neolithic Period, the Janghang site on Gadeok Island, Paleopathology, Marine Activities

서론

바깥귀길뼈돌출증(External Auditory Exostoses, EAE)은 관자뼈(temporal bone)의 바깥귀길(external auditory canal) 뼈 부분에 발생하는 양성 뼈증식성 병변이다. 병변은 일반적으로 바깥귀길속공간을 따라 넓은 바닥부분(broad-based attachment)을 형성하며, 바깥귀길속공간을 부분적으로 또는 완전히 폐쇄할 수 있다. 바깥귀길은 외부에서 들어오는 음파를 고막으로 전달함과 동시에 귀지, 이물질 및 수분을 자연스럽게 배출하는 역할을 하는데, EAE에 의해 바깥귀길협착(external auditory canal stenosis)이 발생할 경우 귀지막힘(cerumen impaction), 반복적인 바깥귀길염(otitis externa), 이충만감(aural fullness) 및 전도난청(conductive hearing loss) 등을 유발할 수 있으며, 심한 경우 수술적 치료가 필요할 수 있다[1-3].

EAE의 발생 기전은 아직 완전히 규명되지 않았으나, 반복적인 냉수 노출(cold water exposure)에 의한 뼈막 자

www.kci.go.kr

극설(periosteal stimulation hypothesis)이 널리 받아들여진다. 즉, 차가운 물과 바람에 의한 반복적인 냉 자극이 바깥귀길뼈막의 혈관확장(vasodilation)과 뼈형성반응(bone formation)을 유도하고, 이러한 과정이 장기간 지속되면서 EAE가 점진적으로 형성된다는 것이다[4-7]. 실제 현대 임상에서는 서퍼, 잠수부, 해녀, 어업 종사자 등 장기간 수중활동에 종사하는 집단에서 EAE의 유병률이 높게 보고되며, 이에 따라 EAE는 흔히 "Surfer's ear"라 불린다[1].

고고학적으로 EAE는 과거 인구집단의 생활양식과 수생 자원 이용 양상을 반영하는 생물고고학적 지표로 활용되어 왔다. 대표적으로 북칠레 연안 집단, 북아메리카 캘리포니아 해안 집단, 파나마만 연안 집단, 브라질 남부 패총 집단, 그리고 지중해 연안의 이탈리아 및 키프로스 집단 등 다양한 해안 적응 집단에서 EAE가 보고되었으며, 이러한 병변은 반복적인 냉수 노출과 수중활동, 나아가 해양자원 이용과 밀접한 관련이 있는 것으로 해석되어 왔다[7-13]. 최근에는 단순한 해양활동 여부를 넘어 성별 노동 분화, 공동체 차원의 생계 전략 및 환경 적응 양상 등을 복원하려는 시도가 확대되고 있다[14-16]. 국내에서도 신석기시대 해안 유적을 중심으로 EAE가 보고된 바 있으며[17,18], 그 중 부산 가덕도 장항유적은 한반도 남해안 신석기 집단의 해양자원 이용 양상을 보여주는 대표적인 사례로 평가된다[19-21, 35].

그러나 지금까지의 연구는 주로 EAE의 존재 여부와 유병률에 초점을 맞추어, 이를 해양활동 또는 잠수 활동의 지표로 해석하는 관점에 머무르는 경우가 많았다. 반면 EAE가 고대 개인의 청각 기능과 건강 상태에 미친 영향을 체계적으로 평가한 연구는 드물며, 특히 고고학 인골 자료를 대상으로 병변의 중증도와 그에 따른 기능적 영향을 검토한 연구는 매우 제한적이다.

따라서 본 연구는 부산 가덕도 장항유적 출토 신석기시대 인골을 대상으로 EAE의 유병률과 분포 양상을 분석하고자 한다. 또한 병변의 형태학적 특징을 통해 바깥귀길속공간이 폐쇄된 정도에 따라 병변의 중증도를 평가함으로써 당시 개인의 건강적 부담(health burden)과 기능적 부담(functional burden)을 추정하고자 한다. 이를 통해 EAE를 해양활동의 단순 지표가 아닌, 신석기시대 집단들이 해양환경에 적응하며 겪어야 했던 기능적·건강적 부담을 반영하는 고병리학적 지표로 해석하고, 한반도 남해안 신석기 집단의 해양활동과 생계 전략을 보다 입체적으로 이해하기 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 현재 국가유산청 소속 국립가야문화유산연구소 고인골·동물뼈연구실에 보관되어 있는 부산광역시 강서구 가덕도 장항유적에서 출토된 신석기시대 인골이다(Fig. 1a, Fig. 1b). 가덕도 장항유적은 한반도 남해안 패총 문화권을 대표하는 신석기시대 유적으로, 출토된 인골은 대체로 Ⅷ층과 Ⅸ층의 경계면에 매장된 것으로 보고되었다. 묘역 내 집석유구의 방사성탄소연대는 5470±50 BP와 5290±50 BP이며, 보정연대는 각각 기원전 4340년과 4120년으로 제시되어 묘역은 신석기시대 전기에 조성된 것으로 추정된다[22]. 이 유적은 패류 채집과 어로 활동을 포함한 해양자원 이용 양상을 보여줄 뿐만 아니라, 대규모 묘역과 다수의 인골이 함께 확인되어 남해안 신석기 집단의 건강상태와 생활양식을 복원할 수 있는 중요한 생물고고학적 자료로 평가된다.

분석 대상은 총 48개체이며, 바깥귀길뼈돌출증(External Auditory Exostoses, EAE)의 관찰을 위해 먼저 왼쪽과 오른쪽 관자뼈의 바깥귀길 보존 여부를 기록하였다. EAE는 바깥귀길벽이 보존된 경우에만 진단할 수 있으므로, 왼쪽

www.kci.go.kr

또는 오른쪽 바깥귀길 중 최소 한쪽 이상이 출토된 개체를 관찰 가능 개체(observable individuals)로 정의하였다. 바깥귀길벽 일부가 파손된 경우에도 잔존한 바깥귀길속공간과 바깥귀길벽의 유존 범위가 EAE의 유무 및 중증도를 평가하기에 충분하다고 판단되는 경우에는 분석에 포함하였다. 그 결과 48개체 중 18개체에서 바깥귀길 관찰이 가능하여 분석에 포함되었다.

2. 연구방법

연구 대상의 성별은 볼기뼈(hip bone)와 머리뼈(cranium) 형태를 종합적으로 검토하여 추정하였다[23]. 성인의 연령은 엉덩뼈의 귓바퀴면(auricular surface of the ilium)의 퇴행 정도와 치아 마모 상태를 종합적으로 검토하여 추정하였으며[24,25], 비성인의 연령은 치아의 맹출정도에 근거하여 추정하였으며[36], 특히 비성인 연령의 범주는 Buikstra와 Ubelaker(1994)의 기준에 따라 영아(infant, 0-3세), 소아(child, 3-12세), 청소년(adolescent, 12-20세)으로 구분하였다[23].

EAE의 판별은 육안관찰(macroscopic observation)과 디지털 현미경인 Dino-Lite Digital Microscope(AnMo Electronics Corporation, Taiwan)을 이용한 관찰을 통해 이루어졌다. 병변은 바깥귀길의 앞벽(anterior), 뒤벽(posterior), 위벽(superior), 아래벽(inferior)을 중심으로 발생하는 넓은 부착부분을 가진 뼈증식성 병변으로 정의하였다(Fig. 2). 이는 일반적으로 봉합 부근에서 발생하여 단일뼈성(solitary)·편측성(unilateral)·유경성(pedunculated) 형태를 보이는 일반 골종(osteoma)과 명확히 구분된다[2,26]. EAE는 주로 다발성(multiple)·양측성(bilateral)으로 발생하고 바깥귀길벽에 넓은 부착부분을 형성하는 특징을 가지며[27,28], 본 연구에서는 이 조건을 참고하여 바깥귀길뼈부분의 속벽에서 발생하여 넓은 부착부분을 보이고 바깥귀길속공간쪽으로 융기한 뼈증식성 병변을 EAE로 판정하였다. 각 개체의 왼쪽과 오른쪽 바깥귀길에 대해 병변의 존재 여부를 각각 기록하였으며, 병변 발생 위치는 바깥귀길 앞벽, 뒤벽, 위벽, 아래벽으로 구분하여 기록하였다.

EAE의 중증도는 Standen 등(1997)이 제시한 바깥귀길속공간의 폐쇄 정도에 따른 분류 기준을 이용하여 평가하였다[10,16,29,30]. 병변이 관찰되지 않는 경우를 Grade 0으로 정의하였으며, 바깥귀길속공간의 1/3 미만이 폐쇄된 경우를 Grade 1, 1/3 이상 2/3 미만이 폐쇄된 경우를 Grade 2, 2/3 이상이 폐쇄된 경우를 Grade 3으로 분류하였다. 성별에 따른 유병률의 차이는 표본 수가 적은 점을 고려하여 Fisher의 정확검정(Fisher's exact test)으로 검정하였으며, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$로 설정하였다[31].

최종적으로 병변의 분포와 중증도에 근거하여, 이러한 병변이 해당 개체의 청각 기능과 건강 상태에 미쳤을 영향을 함께 검토하였다. 단, 고고학 인골 연구의 특성상 실제 임상 증상 유무를 직접 확인할 수 없으므로, 기능적 영향 평가에서는 현대 임상 연구에서 보고된 바깥귀길협착과 증상 간의 연관성을 참고하였다.

결과

관찰 가능 개체 18개체 중 11개체(61.1%)에서 EAE가 확인되었다(Table 1). 왼쪽 바깥귀길은 총 12개체에서 관찰 가능하였으며, 이 가운데 7개체에서 병변이 확인되어 58.3%(7/12)의 유병률을 보였다. 오른쪽 바깥귀길은 총 14개체에서 관찰 가능하였으며, 이 중 9개체에서 병변이 확인되어 64.3%(9/14)의 유병률을 나타냈다. 양쪽 바깥귀길이 모두 관찰 가능한 개체는 8개체를 기준으로, 이 가운데 5개체에서 양측성 EAE가 확인되어 양측성 병변의 유병률은

www.kci.go.kr

62.5%(5/8)로 나타났다.

성별에 따른 유병률을 비교한 결과, 남성은 관찰 가능 개체 4개체 중 2개체에서 병변이 확인되어 50.0%(2/4)의 유병률을 보였다. 여성은 7개체 중 5개체에서 병변이 확인되어 71.4%(5/7)의 유병률을 나타냈으며, 성별 불명 집단에서는 7개체 중 4개체에서 병변이 확인되어 57.1%(4/7)의 유병률을 보였다. 남성과 여성만을 대상으로 Fisher의 정확검정(Fisher's exact test)을 실시한 결과[31], 성별에 따른 유병률 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.576). 성별 불명 개체를 포함한 세 집단의 분포에서도 통계적으로 유의한 차이는 확인되지 않았다(p=0.846).

연령에 따른 EAE 유병률을 비교한 결과, 영아(infant) 1개체, 소아(child) 1개체 및 청소년(adolescent) 1개체에서는 EAE가 관찰되지 않았다. 반면 30대 집단에서는 관찰 가능 개체 4개체 중 3개체에서 병변이 확인되어 75.0%(3/4)의 유병률을 보였고, 40대 집단에서도 관찰 가능 개체 8개체 중 6개체에서 병변이 확인되어 동일하게 75.0%(6/8)의 유병률을 나타냈다. 50대에 해당하는 1개체에서는 병변이 확인되었으나, 60대 이상인 1개체에서는 병변이 관찰되지 않았다. 연령 불명 1개체에서도 EAE가 확인되었다.

EAE의 발생 위치는 바깥귀길의 앞벽, 뒤벽, 위벽, 아래벽에서 단독 또는 복합적으로 확인되었다(Table 2). 왼쪽 바깥귀길에서는 위벽과 뒤벽이 각각 5회로 가장 많이 나타났으며, 아래벽 3회, 앞벽 2회의 순으로 확인되었다. 오른쪽 바깥귀길에서는 앞벽과 뒤벽이 각각 6회로 가장 많았으며, 위벽 5회, 아래벽 1회가 확인되었다. 전체적으로 위벽과 뒤벽에서 병변 빈도가 가장 높았고, 아래벽에서 가장 낮았다. 특히 19호 인골의 왼쪽 바깥귀길은 앞·뒤·위·아래벽 전반에 걸쳐 뼈증식이 광범위하게 나타나 본 연구에서 가장 심한 분포를 보였다. 단, 일부 인골의 바깥귀길(19호 오른쪽 앞벽, 28호 왼쪽 앞·위벽, 38호 오른쪽 앞·위벽)에서는 파손으로 인해 정확한 병변 범위를 평가하기 어려웠다. 48호 오른쪽 위벽은 일부 소실되었으나, 잔존 범위가 EAE 유무와 폐쇄 정도를 평가하기에 충분하여 Grade 0으로 판정하였다.

바깥귀길속공간의 폐쇄 정도를 Standen 등(1997)의 분류로 평가한 결과, Grade 0(병변 없음)은 10개 바깥귀길(38.5%), Grade 1은 8개 바깥귀길(30.8%), Grade 2는 4개 바깥귀길(15.4%), Grade 3은 4개 바깥귀길(15.4%)에서 확인되었다(Table 1)(Fig. 3). Grade 1 병변은 바깥귀길속공간의 1/3 미만을 폐쇄하는 경도의 뼈증식으로, 1호 인골의 왼쪽, 7호 인골의 오른쪽, 11호 인골의 오른쪽, 20호 인골의 양쪽, 23호 인골의 오른쪽, 28호 인골의 왼쪽 및 38호 인골의 오른쪽 바깥귀길에서 확인되었다. Grade 2 병변은 바깥귀길속공간의 1/3 이상 2/3 미만을 폐쇄하는 중등도 병변으로, 1호 인골의 오른쪽, 11호 인골의 왼쪽, 38호 인골의 왼쪽 및 46호 인골의 오른쪽 바깥귀길에서 관찰되었다. Grade 3 병변은 바깥귀길속공간의 2/3 이상을 폐쇄하는 중증 병변으로, 2호 인골의 왼쪽 바깥귀길, 14호 인골의 오른쪽 바깥귀길 및 19호 인골의 양쪽 바깥귀길에서 확인되었다. 특히 19호 인골의 왼쪽 바깥귀길은 네 벽 전반에 걸친 뼈증식과 함께 현저한 속공간 폐쇄가 관찰되어, Grade 3 병변 가운데 가장 심한 바깥귀길협착 소견을 나타냈다(Fig. 4).

고찰

가덕도 장항유적 신석기 인골 집단에서 확인된 EAE의 유병률은 61.1%로, 세계 여러 고고학적 수변·해안집단에서 보고된 수치와 비교하였을 때 비교적 높은 수준에 해당한다(Table 3). 특히 이라크 쿠르디스탄의 내륙 신석기 유적인 Bestansur에서는 34개체 중 24개체(70.6%)에서 EAE가 확인되었으며, 이는 주변의 담수환경에서 이루어진 어로, 연

www.kci.go.kr

체동물 채집 및 기타 반복적인 수생 활동과 관련되었을 가능성이 제시되었다[8]. 이러한 사례는 EAE가 반복적인 냉수 노출과 수중활동을 반영하는 대표적인 생물고고학적 지표임을 보여준다. 부산 가덕도 장항유적은 패류 채집, 어로 활동 및 해양동물 이용의 증거가 풍부하게 확인되는 남해안 패총문화권의 대표적인 유적으로, 본 연구에서 확인된 높은 유병률 역시 반복적인 해양환경 노출과 밀접한 관련이 있을 가능성이 높다.

EAE의 성별 분포를 살펴보면, 과거 일부 해안집단에서는 남성의 유병률이 여성보다 높게 보고되었으며, 이는 잠수와 어로 등 해양자원 획득 활동에 따른 성별 노동 분화를 반영하는 것으로 해석되어 왔다[7, 10, 11, 29, 32]. 그러나 본 연구에서는 여성에서 71.4%, 남성에서 50.0%의 유병률이 확인되어 오히려 여성에게 높게 나타났으나, 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 가덕도 장항유적의 신석기 집단에서 어로·잠수와 같은 해양활동이 특정 성별에 국한되지 않았을 가능성을 제시할 수 있다.

연령별로는 영아·소아·청소년 개체에서 EAE가 관찰되지 않은 반면, 관찰 가능 개체가 상대적으로 많았던 30대와 40대 성인에서는 모두 75.0%의 높은 유병률을 보였다. 이러한 양상은 반복적인 냉수 노출과 바깥귀길 자극이 장기간 누적되면서 병변이 형성되는 EAE의 발생 기전과 부합하며[7, 10, 12, 32], 성인기에 이르러 반복적 활동에 노출된 기간이 충분히 누적된 이후에 EAE가 발현되는 경향을 보여준다.

관찰된 병변은 대부분 바깥귀길벽을 따라 넓은 부착부분을 보이는(broad-based) 뼈증식의 형태를 보였으며, 양측성 발생도 높은 비율로 확인되었다. 양쪽 바깥귀길이 모두 관찰 가능한 8개체 중 5개체(62.5%)에서 양측성 EAE가 관찰되었다. 이러한 넓은 부착부분을 보이는 다발성·양측성 병변은 EAE에서 일반적으로 나타나는 형태적 특징이다. 따라서 가덕도 장항유적 인골에서 확인된 병변은 단발성·편측성·유경성 병변의 골종이라기보다는 반복적인 바깥귀길의 환경 자극에 따라 형성된 EAE로 판단하는 것이 타당하다.

EAE의 발생 위치를 분석한 결과, 병변은 바깥귀길 위벽에서 43.5%(10/23)로 가장 높은 발생률을 보였으며, 뒤벽은 42.3%(11/26), 앞벽은 34.8%(8/23), 아래벽은 15.4%(4/26)의 순으로 확인되었다. 앞벽·뒤벽·위벽에는 병변이 비교적 고르게 분포하여 특정 위치의 뚜렷한 우세는 확인되지 않았으나, 아래벽에서는 다른 벽에 비해 발생률이 뚜렷하게 낮았다. 이러한 결과는 바깥귀길 내 병변의 위치가 해부학적으로 한 부위에 국한되기보다 여러 벽에 걸쳐 나타날 수 있음을 보여준다.

EAE는 양성 병변이며 초기 단계에서는 대부분 특별한 임상 증상을 동반하지 않는 것으로 알려져 있다[6]. 그러나 병변이 진행되어 바깥귀길속공간의 협착이 심해질 경우 다양한 기능적 문제를 유발할 수 있다. 현대 임상 연구에 따르면 바깥귀길협착은 귀지 및 수분의 자연적인 배출을 방해하여 귀지막힘, 이충만감, 반복성 바깥귀길염의 발생 위험을 증가시키며, 심한 경우 전도난청의 발생 가능성 역시 증가하는 것으로 보고되고 있다[6, 8, 10, 33]. 현대 해양활동 집단을 대상으로 한 연구 역시 반복적 수중활동과 EAE의 발생 및 중증도 간 연관성이 보고되었다. Kroon 등(2002)은 서퍼 202명을 대상으로 한 연구에서 전체 집단의 38.0%에서 EAE를 확인하였으며, 특히 냉수에서 주로 활동한 서퍼는 온수 환경에서 활동한 서퍼보다 EAE의 발생 위험이 유의하게 높았고, 서핑 경력이 길어질수록 EAE의 발생 빈도와 바깥귀길협착의 중증도가 함께 증가하는 경향을 보고하였다[1]. 또한 조사 대상자의 52%가 바깥귀길염 병력을, 22%가 주관적인 청력 저하를 보고하였다는 점은 EAE가 단순한 골성 변화를 넘어 실제 기능적 부담으로 이어질 수 있음을 보여준다.

본 연구에서는 총 4개의 바깥귀길에서 Grade 3 병변이 확인되었으며, 특히 19호 인골의 왼쪽 바깥귀길은 바깥귀

www.kci.go.kr

길 앞·뒤·위·아래벽 전반에 걸친 광범위한 뼈증식과 함께 가장 심한 바깥귀길협착 소견을 나타냈다. 현대 임상 연구에서는 바깥귀길폐쇄가 80% 이상인 경우 수술적 치료를 고려할 만큼 임상적으로 중요한 상태로 평가하므로[6, 34], 해당 개체에서 확인된 중증의 EAE 역시 일상생활에 일정 수준 이상의 영향을 미쳤을 가능성이 높다. 다만 뼈 병변의 형태만으로 실제 증상의 발현 여부를 확정할 수는 없으므로, 이러한 해석은 현대 임상 자료에 근거한 개연성의 수준에서 제시되는 것이다.

이러한 결과는 EAE를 단순히 해양활동의 지표로만 해석해 온 기존 생물고고학적 접근을 넘어, 해양환경에 적응하며 살아간 고대 인구집단이 경험하였던 건강 부담과 기능적 부담까지 보여준다는 점에서 의의가 있다. 즉, 부산 가덕도 장항유적에서 확인된 EAE는 신석기시대 남해안 집단의 생계 전략을 보여주는 생물고고학적 증거인 동시에, 반복적인 냉수 노출과 해양활동이 개인의 건강과 삶의 질에 미친 영향을 보여주는 고병리학적 지표로도 평가될 수 있다.

다만 본 연구는 분석 가능한 인골의 수가 제한적이고, 부산 가덕도 장항유적이라는 단일 유적의 인골 집단만을 대상으로 하였다는 한계가 있어 그 결과를 국내 신석기 집단 전체로 일반화하기는 어렵다. 향후 연구에서는 부산 가덕도 장항유적을 포함한 다른 해안·내륙 지역의 신석기 인골 자료와 연계한 종합적인 비교 분석이 필요하다. 다양한 유적의 자료를 함께 검토함으로써 EAE의 발생 양상과 고병리학적 의미를 보다 포괄적으로 이해할 수 있을 것이다.

www.kci.go.kr

References

[1] Kroon DF, Lawson ML, Derkay CS, Hoffmann K, McCook J. Surfer's ear: External auditory exostoses are more prevalent in cold water surfers. Otolaryngol Head Neck Surg. 2002;126(5):499-504. doi:10.1067/mhn.2002.124474.

[2] Fenton JE, Turner J, Fagan PA. Histopathologic review of temporal bone exostoses and osteomata. Laryngoscope. 1996;106(5 Pt 1):624-628.

[3] Timofeev I, Notkina N, Smith IM. Exostoses of the external auditory canal: A long-term follow-up study of surgical treatment. Clin Otolaryngol. 2004;29:588-594.

[4] Fowler EP Jr, Osmun PM. New bone growth due to cold water in the ears. Arch Otolaryngol. 1942;36:455-466.

[5] Harrison DFN. The relationship of osteomata of the external auditory meatus to swimming. Ann R Coll Surg Engl. 1962;31:187-201.

[6] DiBartolomeo JR. Exostoses of the external auditory canal. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl. 1979;88(61):1-20.

[7] Kennedy GE. The relationship between auditory exostoses and cold water: A latitudinal analysis. Am J Phys Anthropol. 1986;71(4):401-415. doi:10.1002/ajpa.1330710403.

[8] Ragazzon G. External auditory exostoses in fragmentary remains: Evidence for activity and human-environment interactions at Early Neolithic Bestansur, Iraqi Kurdistan. Int J Paleopathol. 2025;51:43-54. doi:10.1016/j.ijpp.2025.09.003.

[9] Lorentz KO, Casa B. External auditory exostoses, repetitive aquatic activity and increasing social complexity in Chalcolithic Cyprus: Specialists of the sea? Int J Osteoarchaeol. 2021. doi:10.1002/oa.2977.

[10] Standen V, Arriaza B, Santoro C. External auditory exostosis in prehistoric Chilean populations: A test of the cold water hypothesis. Am J Phys Anthropol. 1997;103:119-129.

[11] Smith-Guzmán NE, Cooke RG. Cold-water diving in the tropics? External auditory exostoses among the pre-Columbian inhabitants of Panama. Am J Phys Anthropol. 2019;168(3):448-58. doi:10.1002/ajpa.23757.

[12] Okumura MMM, Boyadjian CHC, Eggers S. Auditory exostoses as an aquatic activity marker: A comparison of coastal and inland skeletal remains from tropical and subtropical regions of Brazil. Am J Phys Anthropol. 2007;132(4):558-567. doi:10.1002/ajpa.20544.

[13] Manzi G, Sperduti A, Passarello P. Behavior-induced auditory exostoses in Imperial Roman society: Evidence from coeval urban and rural communities near Rome. Am J Phys Anthropol. 1991;85(3):253-260. doi:10.1002/ajpa.1330850303.

[14] Kuzminsky SC, Erlandson JM, Xifara T. External auditory exostoses and its relationship to

www.kci.go.kr

prehistoric abalone harvesting on Santa Rosa Island, California. Int J Osteoarchaeol. 2016;26:1014-1023.

[15] Villotte S, Knüsel CJ. External auditory exostoses and prehistoric aquatic resource procurement. J Archaeol Sci Rep. 2016;6:633-636.

[16] Koruyucu MM, Şahin FS, Delibaş D, Erdal ÖD, Benz M, Özkaya V, Erdal YS. Auditory exostosis: Exploring the daily life at an early sedentary population (Körtik Tepe, Turkey). Int J Osteoarchaeol. 2018;28:1-11. doi:10.1002/oa.2674.

[17] Kim JH. Identity and patterns of cultural interaction in ancient mortuary culture of the Busan and Gyeongnam regions. Seokdang Nonchong. 2006;37:299-344. (in Korean)

[18] Lee HY. A study of Osteo-archeology for Maritime Utilization in Prehistoric ages. Journal of North-east Asian Cultures. 2024;79:115-129. (in Korean)

[19] Kim JH. The excavation of the Neolithic site and its social situation. Journal of the Korean Neolithic Society. 2019;37:41-72. (in Korean)

[20] Shim SK. Archaeology of Haenyeo Muljil : The Origin and Formation of ‘diving fishing’ in Korea - . Journal of Local History and Culture. 2020;23(2):71-91. (in Korean)

[21] Lee HK. Characteristics and Formation Background of Shell Middens in the Neolithic and Samhan Periods in the South Coast Region. Journal of the Korean Neolithic Society. 2025;49:1-39. (in Korean)

[22] Korean Cultural Heritage Research Institute. Busan Gadeokdo Janghang site. Busan: Busan Metropolitan City and Busan Urban Corporation; 2014. (in Korean)

[23] Buikstra JE, Ubelaker DH. Standards for data collection from human skeletal remains. Fayetteville: Arkansas Archaeological Survey; 1994.

[24] Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR, Mensforth RP. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: A new method for the determination of adult skeletal age at death. Am J Phys Anthropol. 1985;68:15-28.

[25] Lovejoy CO. Dental wear in the Libben population: Its functional pattern and role in the determination of adult skeletal age at death. Am J Phys Anthropol. 1985;68(1):47-56. doi:10.1002/ajpa.1330680105.

[26] Villotte S, Stefanovic S, Knüsel CJ. External auditory exostoses and aquatic activities during the Mesolithic and the Neolithic in Europe: Results from a large prehistoric sample. Anthropologie(Brno). 2014;52(1):73-89.

[27] Sheehy JJ. Diffuse exostoses and osteomata of the external auditory canal: A report of 100 operations. Otolaryngol Head Neck Surg. 1982;90:337-342.

[28] Hyams VJ, Batsakis JG, Michaels L. Tumors of the upper respiratory tract and ear. Washington, DC: Armed Forces Institute of Pathology; 1988.

[29] Crowe F, Sperduti A, O'Connell TC, Craig OE, Kirsanow K, Germoni P, et al. Water-related

www.kci.go.kr

occupations and diet in two Roman coastal communities (Italy, first to third century AD): Correlation between stable carbon and nitrogen isotope values and auricular exostosis prevalence. Am J Phys Anthropol. 2010;142(3):355-366. doi:10.1002/ajpa.21229.

[30] Cooper A, Tong R, Neil R, Owens D, Tomkinson A. External auditory canal exostoses in white water kayakers. Br J Sports Med. 2010;44(2):144-147. doi:10.1136/bjsm.2008.048157.

[31] Fisher RA. The interpretation of χ2 from contingency tables, and the calculation of P. Journal of the Royal Statistical Society. 1922;85(1):87-94.

[32] Özbek M. Auditory exostoses among the prepottery Neolithic inhabitants of Çayönü and Aşıklı, Anatolia: Its relation to aquatic activities. Int J Paleopathol. 2012;2:181-186.

[33] Whitaker SR, Cordier A, Kosjakov S, Charbonneau R. Treatment of external auditory canal exostoses. Laryngoscope. 1998;108(2):195-199.

[34] Fisher EW, McManus TC. Surgery for external auditory canal exostoses and osteomata. J Laryngol Otol. 1994;108:106-110.

[35] Kim BC. A social bioarcheology of the site of Gadeokdo, Busan: An experimental approach to the integrated understanding on the Neolithic mortuary practice. Journal of the Korean Neolithic Society. 2017;34:35-64. (in Korean)

[36] Ubelaker DH. Human skeletal remains: excavation, analysis, interpretation. 2nd ed. Washington, DC: Taraxacum; 1989.

www.kci.go.kr

표

Table 1. Sex, age, and severity of external auditory exostoses in human skeletal remains from the Janghang site, Gadeok Island, Busan

No.	Individual No. (Accession number)	Sex (F, female; M, male; Indet., indeterminate)	Age	EAE severity (Grade 0-3; / : not preserved)	
				Left	Right
1	Individual 1 (H014)	F	40s	1	2
2	Individual 2 (H015)	Indet.	40s	3	/
3	Individual 7 (H020)	Indet.	30s	/	1
4	Individual 9 (H022)	M	40s	0	0
5	Individual 11 (H024)	F	40s	2	1
6	Individual 12 (H025)	Indet.	Infant (ca. 3 years)	/	0
7	Individual 13 (H026)	Indet.	Adolescent (12-19 years)	0	/
8	Individual 14 (H027)	F	50s	/	3
9	Individual 19 (H032)	M	30s	3	3
10	Individual 20 (H033)	F	40s	1	1
11	Individual 23 (H036)	Indet.	30s	/	1
12	Individual 28 (H041)	F	40s	1	/
13	Individual 37 (H050)	F	30s	0	0
14	Individual 38 (H051)	M	40s	2	1
15	Individual 40 (H053)	M	40s	0	/
16	Individual 41 (H054)	Indet.	Child (6-11 years)	0	0
17	Individual 46 (H059)	Indet.	Unknown	/	2
18	Individual 48 (H061)	F	≥60 years	/	0

www.kci.go.kr

Table 2. Anatomical distribution of external auditory exostoses in skeletal remains from the Janghang site, Gadeok Island, Busan

(Y: present, N: absent, /: not preserved)

No.	Individual No.	Left				Right			
		Anterior	Posterior	Superior	Inferior	Anterior	Posterior	Superior	Inferior
1	Individual 1	N	N	Y	N	Y	Y	Y	N
2	Individual 2	N	Y	Y	N	/	/	/	/
3	Individual 7	/	/	/	/	N	N	Y	Y
4	Individual 9	N	N	N	N	N	N	N	N
5	Individual 11	Y	N	N	Y	Y	N	N	N
6	Individual 12	/	/	/	/	N	N	N	N
7	Individual 13	N	N	N	N	/	/	/	/
8	Individual 14	/	/	/	/	Y	Y	Y	N
9	Individual 19	Y	Y	Y	Y	/	Y	Y	N
10	Individual 20	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	N
11	Individual 23	/	/	/	/	Y	N	N	N
12	Individual 28	/	Y	/	N	/	/	/	/
13	Individual 37	N	N	N	N	N	N	N	N
14	Individual 38	N	Y	Y	Y	/	Y	/	N
15	Individual 40	N	N	N	N	/	/	/	/
16	Individual 41	N	N	N	N	N	N	N	N
17	Individual 46	/	/	/	/	Y	Y	N	N
18	Individual 48	/	/	/	/	N	N	/	N

Table 3. Comparison of external auditory exostoses prevalence in coastal archaeological populations worldwide

Region	Period	Observable individuals	Overall Prevalence (%)	Reference
Bestansur, Iraqi Kurdistan	Neolithic period	34	70.6	Ragazzon, 2025
Souskiou-Laona, Cyprus	Chalcolithic period (ca. 3000 BC)	52	9.6	Lorentz & Casa, 2021
Northern Chile (Coastal populations)	Archaic-Late Period (7000 BC-AD 1450)	336	30.7	Standen et al., 1997
Santa Catalina Island, USA	Prehistoric coastal population	35	37.1	Kennedy, 1986
Gulf of Panama, Panama	Pre-Columbian period	125	6.4	Smith-Guzmán & Cooke, 2019
Southern Santa Catarina, Brazil	Shellmound period	121	37.2	Okumura et al., 2007
Isola Sacra, Italy	Imperial Roman period	83	18.1	Manzi et al., 1991
Janghang site, Gadeok Island, Korea	Neolithic period	18	61.1	Present study

www.kci.go.kr

그림 및 설명

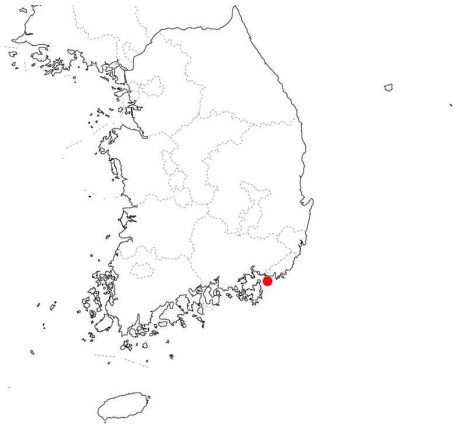


Fig 1a. Location of the Janghang site in Gadeokdo, Busan, where Neolithic human skeletal remains were excavated.



Fig 1b. Aerial view of the Janghang site, Gadeokdo, Busan, where Neolithic human skeletal remains were excavated. (reproduced from [22])

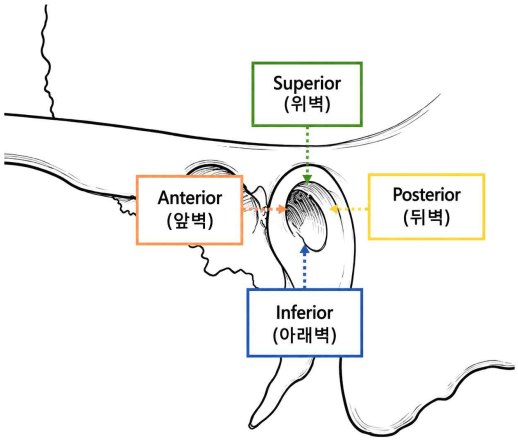


Fig 2. Schematic illustration of the left temporal bone (lateral view) showing the anatomical location of external auditory exostoses.

www.kci.go.kr

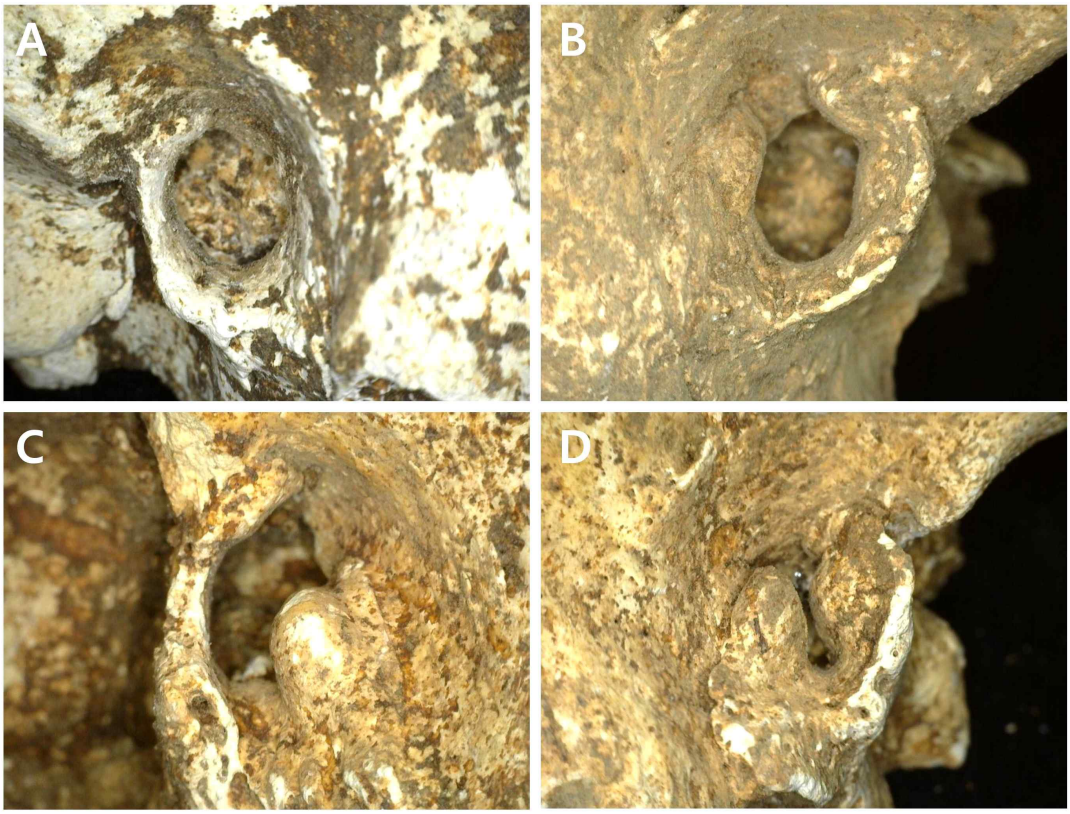


Fig. 3. Representative examples of the severity of external auditory exostoses identified in skeletal remains from the Janghang site, Gadeok Island, Busan. (A) Grade 0, left external auditory canal of Individual 9; (B) Grade 1, right external auditory canal of Individual 20; (C) Grade 2, left external auditory canal of Individual 38; and (D) Grade 3, right external auditory canal of Individual 14.



Fig. 4. A severe case of external auditory exostoses identified in the left external auditory canal of Individual 19.

www.kci.go.kr

간추림 : 바깥귀길뼈돌출증(External Auditory Exostoses, EAE)은 바깥귀길벽에 발생하는 양성 뼈증식성 병변으로, 반복적인 냉수 노출 및 수중활동과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 고고학 분야에서는 과거 인구집단의 해양활동과 생계 전략을 복원하는 생물고고학적 지표로 활용되어 왔으나, 병변이 개인의 건강과 기능에 미친 영향에 대한 고병리학적 연구는 상대적으로 부족하다. 본 연구는 부산광역시 가덕도 장항유적 출토 신석기시대 인골을 대상으로 EAE의 유병률과 분포 양상을 분석하고, 병변의 중증도를 평가하여 당시 집단의 건강 부담과 기능적 영향을 검토하고자 하였다. 분석 대상은 총 48개체였으며, 이 가운데 바깥귀길 관찰이 가능한 18개체를 대상으로 육안관찰과 디지털 현미경 관찰을 실시하였다. 바깥귀길은 병변의 존재 여부와 발생 위치를 기록하였으며, 바깥귀길속공간 폐쇄 정도에 따라 Grade 0부터 Grade 3까지 분류하였다. 분석 결과, 관찰 가능 개체 18개체 중 11개체(61.1%)에서 EAE가 확인되었으며, 병변은 주로 바깥귀길 위벽 과 뒤벽에서 관찰되었다. 또한 Grade 3의 중증 병변이 일부 개체에서 확인되어 반복성 바깥귀길염과 청각 기능 저하와 같은 기능적 문제의 위험을 증가시켰을 가능성이 있다. 이러한 결과는 장항유적 집단이 반복적인 해양활동과 냉수 환경에 지속적으로 노출되었음을 시사하며, EAE가 단순한 해양활동 지표를 넘어 신석기시대 해안 집단이 경험한 건강 부담과 기능적 부담을 반영하는 고병리학적 지표로 활용될 수 있음을 보여준다.

찾아보기 낱말: 바깥귀길뼈돌출증, 신석기시대, 가덕도 장항유적, 고병리학, 해양활동

www.kci.go.kr