

Age distribution and long-term outcomes of pediatric maxillofacial and nasal fractures: Using nationwide claims from Korean Health Insurance Review and Assessment Service (HIRA)

소아, 청소년기 악안면 및 비골 골절의 연령 분포와 장기 결과 분석:
대한민국 건강보험심사평가원(HIRA) 빅데이터 활용

Jeong-Hyun Yun¹, Jae-Ho Baek¹, Yu-Jin Jeong², Jin-Hong Min¹, Eui-Seok Lee¹, Ho-Kyung Lim^{1,*}

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Korea University Guro Hospital, Seoul, Korea

²Department of Biostatistics, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Purpose: This study examines age distributions of pediatric maxillofacial and nasal fractures and assess whether 1) open reduction method and fracture site in childhood predict craniofacial deformity in adulthood, and 2) age at nasal fracture in childhood predicts septoplasty/rhinoplasty after 16 years.

Materials and Methods: We conducted a retrospective cohort study using de-identified, nationwide administrative claims from the Korean Health Insurance Review and Assessment Service (HIRA) covering January 2007 through March 2023. Patients under 16 years who had been assigned International Classification of Diseases, 10th Revision (ICD-10) facial fracture codes were identified; outcomes included facial deformity codes after 16 years and septoplasty/rhinoplasty after 16 years; statistics included chi-square test, $3 \times 2 \chi^2$, or Fisher's exact tests.

Results: Initial diagnosis occurred at median age 10 years for maxilla, 9 years for mandible, and 11 years for nasal fractures; first open reductions clustered at 13-14 years across sites. No significant association was found between open vs closed reduction or fracture site and adult mandibular/maxillary deformity, whereas nasal-fracture age groups differed in later septal surgery rates, with adolescence showing higher risk ($p < 0.05$).

Conclusion: Pediatric facial fractures and first open reductions concentrate around early-mid adolescence, open vs closed reduction and fracture site did not predict adult craniofacial deformity, and adolescent nasal fractures were strongly associated with septal surgery in adulthood, supporting targeted prevention and long-term follow-up in this age group. (*J Korean Dent Assoc* 2025; 63(12): 391-398)

Key words : Maxillofacial Injuries; Bone Fractures; Growth and Development; Big Data

서론

악안면 골절은 소아 및 청소년 연령대에서는 성인보다 상대

적으로 드물지만, 성장기 동안 발생할 경우 안면 골격의 성장 방향과 형태 발달에 장기적인 영향을 미칠 수 있다. 성장 중인 골조직은 높은 재형성 능력을 가지지만, 동시에 미성숙한 연골 성 성장 중심이 외상에 취약하다는 점에서 치료 전략의 선택은 성인과 달라야 한다^{1,2)}.

하악 과두부와 비중격은 안면골의 대표적인 성장 중심 (growth center)이다^{3,4)}. 하악 과두부 손상은 성장정지 및 안면 비대칭으로 이어질 수 있으며, 성장 중심의 손상, 연골 변형, 반흔 형성이 골 성장의 저해, 교합 이상, 장기적 변형을 초래할 가

Received Oct 15, 2025; Revised Nov 28, 2025; Accepted Dec 5, 2025

This work was supported by National IT Industry Promotion Agency (NIPA) grant funded by the Korea government (MSIT) (S1402-23-1001).

*Corresponding author: Prof. Ho-Kyung Lim

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Korea University Guro Hospital, 148 Gurodong-ro Guro-gu, Seoul 08308, Korea
Tel: +82-2-2626-1523, E-mail: ungassi@naver.com

ISSN: 0376-4672
eISSN: 2713-7961

Copyright© 2025 by Korean Dental Association

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

능성이 있다⁵⁾. 하지만 일부 연구에서는 조기 관혈적 정복술이 성장 억제를 유발하지 않고 오히려 기능 회복에 유리하다는 결과도 보고된 바 있다^{6,7)}. 이러한 상반된 보고는 성장기 악골 골절의 적절한 치료 방식에 대한 합의가 아직 부족함을 보여준다.

비골 골절은 전체 안면골 골절 중 가장 높은 빈도를 차지하며, Kang 등(2019)⁸⁾은 179명의 환자를 대상으로 한 후향적 임상 연구에서, 비골 정복술 후 비중격 변형 및 비폐색 등 합병증이 일부 발생했음을 밝혔다. 비중격과 비골의 성장 역학은 사춘기 전후에 가장 활발하다. Heijden 등(2008)⁴⁾의 체계적 고찰에 따르면, 비중안면 성장의 급등기(nasofacial growth spurt)는 여아 평균 13.1세, 남아 평균 14.7세에 해당한다. 이 시기의 외상에 의한 변위나 연골 손상은 성장 방향의 변화를 유발할 수 있으며 외상 시점과 치료 방식에 따라 장기적 형태 변형의 위험도가 달라질 가능성이 있다⁹⁾. 그러나 기존 연구는 대부분 단일기관의 후향적 증례 분석 또는 제한된 추적 결과에 국한되어 있어, 인구 기반 수준에서의 장기 연관성에 대한 근거는 부족하다.

이러한 배경에서 본 연구는 대한민국 건강보험심사평가원(Health Insurance Review and Assessment Service, HIRA) 빅데이터를 이용하여, 성장기 악안면 및 비골 골절의 연령별 분포와 치료 양상을 조사하였다. 성장기 골절의 정복 방식/수술 범위가 성장 후 악골의 성장에 영향을 미치는지에 관해 분석을 시도하였고 성장기 비골 골절의 시기와 성인기 비중격 교정/성형술 시행 간의 연관성을 평가해보고자 하였다. 이를 통해, 성장기 외상의 시기적 특성과 치료 전략이 장기적 악안면 변형에 미치는 영향을 인구 수준에서 규명함으로써, 향후 임상적 추적 및 예방 전략 수립에 근거를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 후향적 연구로, 2007년 1월부터 2023년 3월까지 만 16세 미만에서 악안면 골절 환자를 대상으로 하였다. 고려대학교 의료원 기관생명윤리위원회의 심의·승인을 받았다(IRB No. 2023GR0435). 원시 데이터는 대한민국 건강보험심사평가원(HIRA) 보건의로 빅데이터를 활용하였으며(승인번호 M20231121001), 모든 자료는 보건의로 빅데이터 센터로부터 익명화된 상태로 제공되었고 연구 목적 외에는 사용하지 않았다.

악안면 골절의 부위별 상병코드와 관련 행위코드가 부여된 환자 수를 조회하였다. 주상병과 부상병을 모두 포함하여

조회하였으며, 상병은 International Classification of Diseases, 10th Revision (ICD-10)에 따라 분류하고, 관련 수술 및 치료는 건강보험심사평가원의 공식 의료 행위코드를 기준으로 추출하였다. 상악 골절은 S0242~S0246, 하악 골절은 S0262~S0267 코드를 조회하였다. 단, 부위별 분석을 위하여 2부위 이상의 복합 골절 상병 코드는 제외하였다. 16세 이상에서 턱의 기형 발생 빈도를 조사하기 위하여, K07 코드를 조회하였다. 추가로, 비골 골절은 S022로 코호트를 별도 구성하여, 성장 이후 비중격 수술과의 연관성을 평가하였다. 관련 수술의 행위코드는 하악 과두부, 하악 정중부/골체부/우각부, 상악 Le Fort I/II/III 등 부위별 관혈적 정복술 코드를 포함하였으며, 비관혈적 정복술은 상악골 골절 비관혈적 정복술과 하악골 골절 비관혈적 정복술의 각각의 행위코드를 사용하였다. 또한 비중격 교정/성형술의 행위코드를 조회하였으며, 상기 상병코드 및 행위코드의 상세 목록은 Table 1에 정리되어 있다.

성장기 악안면 골절 및 관혈적 정복술의 연령분포

전체 조사기간 동안 16세 미만에서 악안면 골절 환자 수, 처음 진단받은 시점의 연령분포를 조사하였다. 또한, 16세 미만에서 악골 골절과 관련된 수술의 첫 시행 시점의 연령분포를 각 부위별로 조사하였다.

비골 골절에 대해서는 전체 그룹을 연령에 따라 유아기(0세 이상 4세 미만), 소아기(4세 이상 12세 미만), 사춘기(12세 이상 16세 미만) 3개 그룹으로 나누었으며, 그룹 별 환자 수, 처음 진단받은 시점의 연령분포를 조사하였다.

성장기 악골 골절과 성장 후 턱의 기형 발생 사이의 연관성 분석

성장기(16세 미만)에 발생한 악골 골절에서 정복 방식(관혈적 vs 비관혈적 정복)이 성장 이후(16세 이상) 턱의 기형 발생에 미치는 영향을 평가하였다. 이를 위해 16세 미만 악골 골절 상병별 환자군을 추출한 뒤, 각 부위에 대응되는 관혈적 정복술/비관혈적 정복술 행위코드의 처방 빈도를 산출하고, 각 술식별로 16세 이상에서의 턱의 기형 상병코드 발생 빈도를 비교하였다. 하악은 관절돌기와 정중부, 체부, 우각부로 구분하여 분석하였다.

또한 성장기에 발생한 골절의 수술 부위/범위가 성장 이후

Table 1. ICD-10 (International Classification of Diseases, 10th Revision) diagnosis codes and HIRA official procedure codes used for patient identification of related surgeries/treatments.

Code	Description	Code	Description
S0242	Le Fort I fracture	S022	Nasal bone fracture
S02420	Le Fort I fracture, closed	S0220	Nasal bone fracture, closed
S02421	Le Fort I fracture, open	S0221	Nasal bone fracture, open
S0243	Le Fort II fracture	K0700	Maxillary hyperplasia
S02430	Le Fort II fracture, closed	K0712	Maxillary protrusion
S02431	Le Fort II fracture, open	K0703	Maxillary hypoplasia
S0244	Combined midface fracture	K0714	Maxillary retrusion
S02440	Combined midface fracture, closed	K0702	Bimaxillary hyperplasia
S02441	Combined midface fracture, open	K0705	Bimaxillary hypoplasia
S0245	Unilateral Le Fort III fracture	K071	Jaw-cranial base relationship anomaly
S02450	Unilateral Le Fort III fracture, closed	K070	Major jaw size anomaly
S02451	Unilateral Le Fort III fracture, open	N0962, U4781 U4662	Open reduction of maxillary fracture (Le Fort I)
S0246	Bilateral Le Fort III fracture	N0963, U4782 U4663	Open reduction of maxillary fracture (Le Fort II)
S02460	Bilateral Le Fort III fracture, closed	N0964, U4783 U4664	Open reduction of maxillary fracture (Le Fort III)
S02461	Bilateral Le Fort III fracture, open	N0953, U4842 U4653	Open reduction of mandibular fracture (condylar region)
S0262	Mandibular condylar fracture	N0952, U4841 U4652	Open reduction of mandibular fracture (symphysis, body, and angle)
S02620	Mandibular condylar fracture, closed	U4661, U4770	Closed reduction of maxillary fracture
S02621	Mandibular condylar fracture, open	U4830, U4651	Closed reduction of mandibular fracture
S0263	Mandibular subcondylar fracture	O1001	Septoplasty (cartilage)
S02630	Mandibular subcondylar fracture, closed	O1002	Septoplasty (bone)
S02631	Mandibular subcondylar fracture, open	O1003	Septoplasty (septal reconstruction)
S0265	Mandibular ramus fracture	O1005	Endoscopic septoplasty (cartilage)
S02650	Mandibular ramus fracture, closed	O1006	Endoscopic septoplasty (bone)
S02651	Mandibular ramus fracture, open	O1007	Endoscopic septoplasty (septal reconstruction)
S0266	Mandibular angle fracture		
S02660	Mandibular angle fracture, closed		
S02661	Mandibular angle fracture, open		
S0267	Mandibular symphysis fracture		
S02670	Mandibular symphysis fracture, closed		
S02671	Mandibular symphysis fracture, open		

턱의 기형 발생 빈도에 영향을 미치는지 평가하기 위하여, 16세 미만에서 악골 관혈적 정복술 행위코드를 처방받은 환자를 부위별로 추출하고, 각 부위에서 16세 이상 턱의 기형 상병코드 발생 빈도를 산출하여 비교 분석하였다.

비골 골절 시기와 성장 이후 비중격 교정/성형술 시행 사이의 연관성 분석

성장기(16세 미만)에 발생한 비골 골절의 시기가 성장 이후(16세 이상) 비중격 교정/성형술 시행 빈도에 미치는 영향을 평

가하였다. 16세 미만에서 비골 골절 상병을 진단받은 환자군을 유아기(0세 이상 4세 미만), 소아기(4세 이상 12세 미만), 사춘기(12세 이상 16세 미만) 3개 군으로 나누고, 각 그룹 별 16세 이상에서 발생한 비중격 교정/성형술 시행의 빈도를 비교분석하였다. 추가적으로, 사춘기와 사춘기 이전(0세 이상 12세 미만) 군으로 나누어 비교분석을 시행하였다.

통계학적 방법

데이터 분석에는 SAS software, version 9.4(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하였고, 데이터 정리는 Microsoft Excel 2021(Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA)로 수행하였다. 모든 통계 분석은 양측으로 시행하였으며 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

연관성 분석을 위한 통계 방법으로는 기본적으로 2×2 Pearson χ^2 검정으로 평가하였다. 만일 기대 빈도 < 5 또는 0 셀이 포함되는 경우에는 Fisher의 정확 검정을 적용하였다. 효과 크기는 원칙적으로 오즈비(odds ratio, OR)와 위험비(risk ratio, RR), 95% 신뢰구간(95% confidence interval, CI)으로 산출하였고, 0 셀이 존재하여 OR 추정이 불안정한 경우에는 Haldane-Anscombe 보정(각 셀 +0.5)을 적용하였다.

상악 골절에서 Le Fort 부위 간 턱의 기형 발생률 차이와 성장기 비골 골절 연령군 간 성장 이후 비중격 교정/성형술 시행률의 차이는 $3 \times 2 \chi^2$ 검정으로 평가하였으며, 연령 증가에 따른 단조 추세는 Cochran-Armitage 추세 검정으로 확인하였다.

결과

성장기 악안면 골절 및 관혈적 정복술의 연령분포

전체 조사기간 동안 16세 미만 상악/중안면 골절 상병을 진단받은 환자는 21,488명으로 조회되었으며, 하악 골절 상병을 진단받은 환자는 14,133명으로 조회되었다. 연령의 요약통계는, 상악/중안면 골절은 중위수 10세(제1사분위수-제3사분위수 5-14세), 범위 0.2-15.9세, 평균 9.25세였고, 하악 골절은 중위수 9세(제1사분위수-제3사분위수 5-14세), 범위 0.9-15.9세, 평균 9.06세였다. 비골 골절은 249,097명으로 조회되었으며, 연령의 요약 통계는 중위수 11세(제1-제3사분위수 5-14

세), 범위 0-15.9세, 평균 9.33세였다.

16세 미만에서 관혈적 정복술이 최초로 시행된 연령을 골절 부위별로 조사하였을 때, 하악 관절돌기 600명, 중위수 13세(제1-제3사분위수 10-15세), 범위 0.9-15.9세, 평균 12.01세였다. 하악 정중·체부·우각부는 190명, 중위수 14세(제1-제3

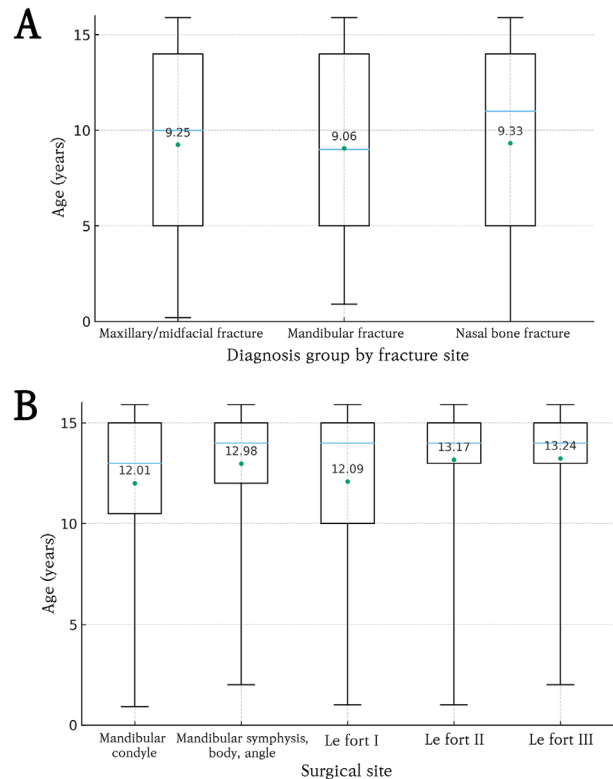


Fig. 1. Age distribution at first diagnosis of pediatric fractures and first open reductions. A. Age at first diagnosis by fracture site. B. Age at first open reduction by surgical site. Box indicates the interquartile range, center line the median, whiskers the range (min-max), and the dot the mean.

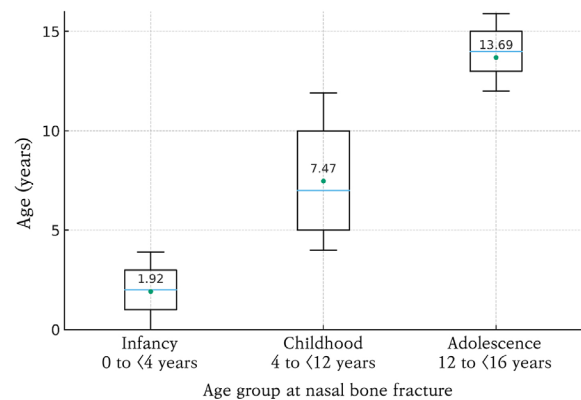


Fig. 2. Age distribution at first diagnosis of nasal bone fracture by age group (Infancy, 0 to <4 years; Childhood, 4 to <12 years; Adolescence, 12 to <16 years). Box indicates the interquartile range (IQR), center line the median, whiskers the range (min-max), and the dot the mean.

사분위수 12-15세), 범위 2-15.9세, 평균 12.98세였다. 상악 Le Fort I은 22명, 중위수 14세(제1-제3사분위수 10-15세), 범위 1-15.9세, 평균 12.09세였고, Le Fort II 정복술은 946명, 중위수 14세(제1-제3사분위수 13-15세), 범위 1-15.9세, 평균 13.17세였다. Le Fort III 정복술은 246명, 중위수 14세(제1-제3사분위수 13-15세), 범위 2-15.9세, 평균 13.24세로 조회되었다(Figs. 1A and B).

16세 미만 비골 골절의 연령군별로는 유아기 36,246명, 중위수 2세(제1-제3사분위수 1-3세), 평균 1.92세, 소아기는 106,105명, 중위수 7세(제1-제3사분위수 5-10세), 평균 7.47세였다. 사춘기 106,746명, 중위수 14세(제1-제3사분위수 13-15세), 평균 13.69세로 관찰되었다(Fig. 2).

성장기 악골 골절과 성장 후 턱의 기형 발생 사이의 상관관계 분석

16세 미만에서 정복 방식(관혈적 vs 비관혈적)에 따른 성장 이후 턱의 기형 발생률을 비교한 결과, 상악에서는 관혈군 0.20%(5/2,550), 비관혈군 0.00%(0/16)로 차이가 유의하지 않았다(Fisher, $p=1.000$; RR 0.07, 95% CI 0.004-1.274). 하악 관절돌기에서도 관혈군 0.50%(3/600), 비관혈군 0.00%(0/142)로 유의한 차이는 관찰되지 않았다(Fisher, $p=1.000$; RR 1.67,

95% CI 0.09-32.06). 하악 정중·체부·우각부의 경우 관혈군 0.53%(1/190), 비관혈군 0.00%(0/224)로 역시 유의한 차이가 관찰되지 않았다(Fisher, $p=0.459$; RR 3.53, 95% CI 0.14-86.25) (Table 2).

상악골절에서 Le Fort 부위 간 성장 이후 턱의 기형 발생률은 Le Fort I 0.00%(0/22), Le Fort II 0.32%(3/946), Le Fort III 0.41%(1/246)로 군 간 차이가 없었다($3 \times 2 \chi^2$, $p=0.94$). 하악 골절의 수술 부위 간 비교에서도, 관절돌기 관혈적 정복술과 정중·체부·우각부 관혈적 정복술 시행 후 성인기 턱의 기형 발생률은 각각 0.50%(3/600)와 0.53%(1/190)로 유의하지 않았다(Fisher, $p=1.00$; RR 0.74, 95% CI 0.11-4.99) (Table 3).

비골 골절 시기와 성장 이후 비중격 교정/성형술 시행 사이의 상관관계 분석

성장기(16세 미만) 비골 골절의 연령군에 따른 성장 이후 비중격 교정/성형술 시행률은 유아기(0세 이 4세 미만)에서 0.08%(29/36,246), 소아기(4세 이상 12세 미만)에서 1.25%(1,330/106,105), 사춘기(12세 이상 16세 미만)에서 5.09%(5,437/106,746)로 나타났다. 세 군 간 차이는 유의했으며($3 \times 2 \chi^2$, $p<0.05$), 연령 증가에 따른 유의한 양의 추세가 관찰되었다(Cochran-Armitage, $p<0.05$). 쌍대비교에서, 사춘

Table 2. Comparison of jaw deformity incidence after age 16, according to reduction method (closed vs. open reduction) for pediatric (<16 years) maxillofacial fractures

Site	Reduction method	Number of patients	Jaw deformity incidence after age 16, n (%)	p-value
Maxilla	Closed reduction	16	0 (0.00)	χ^2 , $p=1.00$
	Open reduction	2,550	5 (0.20)	
Mandibular condyle	Closed reduction	142	0 (0.00)	χ^2 , $p=1.00$
	Open reduction	600	3 (1.79)	
Mandibular symphysis, body, angle	Closed reduction	224	0 (0.00)	χ^2 , $p=0.46$
	Open reduction	190	1 (0.13)	

Table 3. Comparison of jaw deformity incidence after age 16, according to open reduction site in pediatric (<16 years) maxillary (Le Fort I-III) and mandibular (condyle / symphysis, body, and angle) fractures

Open reduction site	Number of patients	Jaw deformity incidence after age 16, n (%)	p-value
Lefort I	22	0 (0.00)	$3 \times 2 \chi^2$, $p=0.94$
Lefort II	946	3 (0.32)	
Lefort III	246	1 (0.41)	
Mandibular condyle	600	3 (0.50)	χ^2 , $p=1.00$
Mandibular symphysis, body, angle	190	1 (0.53)	

Table 4. Comparison of septal surgery incidence after age 16, according to age group at nasal bone fracture diagnosis

Age group at nasal bone fracture	Number of patients	Septal surgery incidence after age 16, n (%)	Risk ratio (95% CI), p-value
Infancy [0, <4 years)	36,246	29(0.08)	
Childhood [4, <12 years)	106,105	1,330(0.32)	
Adolescence [12, <16 years)	106,746	5,437(0.41)	5.34 (5.03-5.66), p<0.05
Total	249,097		3×2 χ^2 , p<0.05

기 그룹은 사춘기 이전 그룹 대비 시행 위험이 유의하게 높았고, 위험비는 5.34(95% CI 5.03-5.66, p<0.05)였다(Table 4).

고찰

본 연구에서 안면 골절 부위 모두 사분위 범위가 5-14세로 동일하고 분포 범위가 유사하여, 사춘기 전후(10-14세)에 분포가 집중되는 양상이 관찰되었다. 이는 선행 역학 연구들에서 보고된 소아 안면골절의 발생률이 연령 증가에 따라 상승하고, 청소년기에서 정점을 보인다는 경향과도 일치한다^{10,11}. 비골 골절의 연령군 별 요약 통계에서 세 군간의 분포가 분리되는 양상은, 유아기에서는 가정·보육 환경에서의 낙상/충돌 등 저속 외상이 주를 이루고, 소아기에서 사춘기로 갈수록 학교, 야외 활동, 스포츠 등 활동성과 노출량 증가가 누적된다는 점과 맥락을 같이한다¹². 또한 사춘기 전후의 중안모와 비중격 성장 변화로 인해, 동일한 외상에 대해서도 충격 전달·손상 양상이 달라질 가능성이 있다¹³.

악골 골절의 관혈적 정복술이 최초로 시행된 연령을 보면, 전반적으로 각 부위의 제3사분위수는 모두 15세, 중위수는 13-14세로, 평균 연령도 12.0-13.3세 범위로 수렴하였다. 이는 최초 수술 시점이 사춘기 상/중기에 몰려 있음을 시사한다. 이러한 분포에는, 이는 소아·청소년 안면골절 치료에서 초/중기 성장기에는 보존적 또는 비관혈적 치료를 우선하고, 연령 증가에 따라 수술 선택 비중이 커지는 경향을 보인다는 최근의 문헌고찰·임상연구 결과와 부합한다^{14,15}. 또한 최초 수술 시점은 외상 직후가 아니라 치료 실패·재발·잔존 변위에 대한 지연 개입을 포함할 수 있어, 사춘기 후반으로의 이동이 발생했을 가능성이 있다.

선행 연구들에서 안면골절의 치료 방식 및 골절 부위와 안면부의 장기 변형(long-term deformities) 간의 연관 가능성

을 제안한 바 있다¹⁶⁻¹⁸. 하지만 본 연구에서 정복 방식(관혈적/비관혈적 정복) 및 수술 부위(상악 Le Fort I-III; 하악 관절돌기; 하악 정중/체부/우각부)와 성장 이후 턱의 기형 발생 사이의 통계적으로 유의한 연관성은 확인되지 않았다. 저자가 추정하는 가장 큰 분석 및 통계적 함정은 바로 무처치의 증례들이다. 골절이 발생했을 때 불완전 골절이고 교합 등의 기능이상 이 없는 경우 아무 처치가 이루어지지 않는 경우가 있는데, 그러한 경우 처치 코드 자체가 발생하지 않으므로 본 분석에 포함 안되었을 수 있다. 또한 사건 수가 매우 적어 검정력이 제한적이었으며, 연구의 주요 엔드 포인트가 턱의 기형 상병의 청구코드 부여로 한정되어 있어, 경도 변형이나 교정, 스플린트 등으로 관리된 형태적 변화는 임상적 사건으로 포착되지 않았을 수 있다. 즉, 결과 정의의 민감도 한계가 '차이 없음'으로 관찰되게 했을 가능성을 배제할 수 없다. 향후 연구에서는, 현재 비급여 항목으로 되어 분석이 불가능했던 합성 지표(악교정 수술/교정치료 코드 등)를 사용해 사건 민감도를 높이는 방법을 고려해 볼 수 있겠다.

본 연구에서 성장기의 연령 증가에 따라, 비골 골절과 성장 이후 비중격 교정/성형술 시행률 간의 단조 증가 추세가 확인되었다. 또한 사춘기 그룹에서 성장 이후 비중격 교정/성형술의 시행 위험이 유의하게 높았다. 이러한 결과는, 사춘기 전후의 코 및 비중격 성장역학과 외상에 대한 취약성/후유 변형의 누적 가능성이 임상적 결과로 연결될 수 있음을 시사한다. 코 성장에 관한 문헌^{3,4,19}은 사춘기 전후에 성장속도 변화와 성숙 전환점이 존재함을 일관되게 보고한다. 사춘기는 비배 길이 및 비중격 성장과 중안면 성숙이 급격히 진행되는 시기이며, 성장 판과 연골성 구조물의 재형성(re-modeling), 길이 증가가 활발하다^{3,19}. 이 시기에 발생한 비골/비중격 손상은 초기 변위가 경미하더라도 성장 과정에서 왜곡이 증폭되거나, 성장 방향성의 미세한 변화가 누적되며 성인기에 비중격 편위 또는 기능적 비폐색으로 이어져 증상화될 수 있다. 반면 사춘기 이전의 외

상은 이후 골의 성숙기 동안 자연 교정의 여지가 상대적으로 있고, 변형이 임상적 수술 적응증으로 발전할 확률이 낮을 수 있다⁹⁾. 본 연구에서 관찰된 연령-반응(연속적 증가) 패턴은 이러한 생물학적, 임상적 개연성과 부합한다. 이러한 결과를 고려하였을 때, 사춘기 비골 골절 환자에서는 초기 진료 단계에서 비중격 침범 여부와 비폐색에 대한 평가를 보다 면밀히 시행하고, 증상이 지속되거나 변형이 의심되는 경우 성인 초기까지 이어지는 구조화된 추적관찰을 고려하는 것이 합리적일 수 있다. 또한 예방 측면에서는 활동량과 스포츠 노출이 증가하는 사춘기 연령대에서 안전교육과 위험감소 상담, 보호장구 사용 권고 등 표적화된 외상 예방 전략이 특히 중요할 수 있다.

본 연구는 청구자료 기반이라는 특성상 몇 가지 한계를 가진다. 첫째, 상병 및 행위코드의 오분류 가능성과 외상 정도 등 세부 임상변수의 부재로 인해 잠재적 교란을 완전히 통제하기 어렵다. 둘째, 본 분석은 관찰 연구로서 연관성을 제시할 뿐 인과관계를 확정하지 않는다. 셋째, 특히 악골 골절 분석에서 “무처치”로 아무 행위코드가 발생되지 않은 사례가 많을 것으로 추정되고, ‘2부위 이상의 골절’ 상병으로 청구된 사례는 부위 구분이 불가능하여 제외된 경우들이 있었고, 이로 인해 악골 골절의 코호트 규모가 상대적으로 축소되어 표본 선택 편향 및 효과 추정의 왜곡이 발생했을 가능성이 있다. 넷째, 연령을 개월 단위로 세분화하여 분석하는 것이 불가능하여, 세부 구간 연령에 따른 임상적 차이나 추가 경향성은 본 데이터로는 확인할 수 없었다. 또한, 성장 이후 악골 기형의 발생을 ICD-10 진단코드 (K07 계열)로 조작적으로 정의하였기 때문에 결과 포착의 민감도가 제한될 수 있으며, 청구자료의 특성상 골절의 범위 및 중증도, 영상소견, 계측(cephalometric) 지표, 교합 및 비대칭 정도 등 임상적으로 중요한 세부 변수를 확보할 수 없어 성장 관련 후유증을 정밀하게 평가하는 데 제약이 있다. 이러한 제약을 감안해 결과 해석은 신중히 이루어져야 하며, 향후 임상 변수 확보와 전향적, 다변량 분석을 통해 보완이 필요하다. 임상 추적자료 및 영상/계측 지표와의 연계를 통해 형태학적 변화를 직접 평가하고, 보험 청구로 포착되지 않는 기관 내부 기록이나 기능적 평가 지표를 통합하는 접근이 결과 정의의 타당도와 민감도를 향상시키는 데 도움이 될 것이다.

본 연구는 건강보험 빅데이터를 이용해 소아·청소년기 악안면 및 비골 골절의 연령분포와 장기 결과를 분석하였다. 최초 골절 발생과 최초 수술(관혈적 정복술) 시점은 전반적으로 사춘기 전후(10-14세)에 집중되었다. 성장기 악골 골절에서 정복

방식 또는 수술 부위에 따른 성장 이후 턱의 기형 발생률 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 이 결과는 성장기 악골의 재형성 가능성과 임상적 치료 선택의 다양성, 그리고 결과 정의의 민감도 한계 등을 고려할 때 ‘효과가 없다’로 단정하기보다는 향후 더 큰 표본, 정밀한 결과 정의, 충분한 추적을 갖춘 연구가 필요하다고 여겨진다. 성장기 비골 골절의 시기는 성인기 비중격 교정/성형술 시행과 유의한 연관성을 보이며, 사춘기 외상군에서 위험 증가가 확인되었다. 이는 사춘기 전후 코 성장 곡선의 특성과 생물학적 개연성에 부합하며, 사춘기 연령대에 대한 외상 예방(안전교육, 보호장구)과 적극적 초기 처치, 장기 추적(구조, 기능 평가)의 강화가 타당함을 시사한다.

Conflicts of Interest: None

References

- Haug RH, Foss J. Maxillofacial injuries in the pediatric patient. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90: 126-134.
- Morris C, Kushner GM, Tiwana PS. Facial skeletal trauma in the growing patient. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2012; 24: 351-364.
- Akgüner M, Barutçu A, Karaca C. Adolescent growth patterns of the bony and cartilaginous framework of the nose: a cephalometric study. *Ann Plast Surg* 1998; 41: 66-69.
- van der Heijden P, Korsten-Meijer AG, van der Laan BF, Wit HP, Goorhuis-Brouwer SM. Nasal growth and maturation age in adolescents: a systematic review. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2008; 134: 1288-1293.
- Wheeler J, Phillips J. Pediatric facial fractures and potential long-term growth disturbances. *Craniofacial Trauma Reconstr* 2011; 4: 43-52.
- Fernández-Olarte H, Gómez-Delgado A, López-Dávila D, Rangel-Perdomo R, Lafaurie GI, Chambrone L. Is mandibular growth affected by internal rigid fixation?: A systematic review. *J Maxillofac Oral Surg* 2017; 16: 277-283.
- Cascone P, Marra Marcozzi M, Ramieri V, Bosco G, Vellone V, Spallaccia F. Mandibular condylar fractures in children:

- morphofunctional results after treatment with external fixation. *J Craniofac Surg* 2017; 28: 1742-1745.
8. Kang BH, Kang HS, Han JJ, Jung S, Park HJ, Oh HK, et al. A retrospective clinical investigation for the effectiveness of closed reduction on nasal bone fracture. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2019; 41: 53.
 9. Tolley PD, Massenburg BB, Manning S, Lu GN, Bly RA. Pediatric nasal and septal fractures. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2023; 35: 577-584.
 10. Onor GI Jr, Aguwa UT, Barksdale N, Hughes IX, Milano M, Cordero C, et al. Epidemiological trends of facial fractures in the United States. *Am J Emerg Med* 2025; 96: 176-179.
 11. Imahara SD, Hopper RA, Wang J, Rivara FP, Klein MB. Patterns and outcomes of pediatric facial fractures in the United States: a survey of the National Trauma Data Bank. *J Am Coll Surg* 2008; 207: 710-716.
 12. Kim JW, Han DG. Clinical characteristics of pediatric nasal bone fractures by age group. *Arch Craniofac Surg* 2023; 24: 273-277.
 13. Rogan DT, Hohman MH, Ahmed A. Pediatric facial fractures. 2024 Mar 16. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
 14. Pereira I, Pellizzer E, Lemos C, Moraes S, Vasconcelos B. Closed versus open reduction of facial fractures in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Exp Dent* 2021; 13: e67-e74.
 15. Cooney M, O'Connell JE, Vesey JA, Van Eeden S. Non-surgical management of paediatric and adolescent mandibular condyles: a retrospective review of 49 consecutive cases treated at a tertiary referral centre. *J Craniomaxillofac Surg* 2020; 48: 666-671.
 16. Landes CA, Day K, Glasl B, Ludwig B, Sader R, Kovács AF. Prospective evaluation of closed treatment of nondisplaced and nondislocated mandibular condyle fractures versus open reposition and rigid fixation of displaced and dislocated fractures in children. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66: 1184-1193.
 17. Chang X, Li M, Yan K, Jiang L, Li H, Liu L. Long-term sequelae of pediatric maxillofacial fractures. *J Craniofac Surg* 2025; 36: e642-e646.
 18. Hajibandeh J, Peacock ZS. Pediatric mandible fractures. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2023; 35: 555-562.
 19. Meng HP, Goorhuis J, Kapila S, Nanda RS. Growth changes in the nasal profile from 7 to 18 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 94: 317-326.