

Factors Influencing the Duration of Forced Eruption in Impacted Maxillary Canines

Ji-hye Han, Yon-joo Mah

Department of Pediatric Dentistry, Dental Hospital, Ajou University, Suwon, Republic of Korea

Abstract

The aim of this study was to identify factors that affect the treatment duration and to predict the duration of forced eruption in impacted maxillary canines using panoramic radiographs and cone-beam computed tomography. This retrospective study was performed by reviewing medical records and radiographs of 73 patients (93 impacted maxillary canines) from the age of 8 to 18 years who were treated with surgical and orthodontic interventions on impacted maxillary canines from January 2012 to December 2020 in Ajou University Dental Hospital. Stepwise multiple regression analysis showed that the distance between the canine cusp tip and the occlusal plane, mesio-distal location, bucco-palatal location, patient's age, and use of rapid palatal expansion are significant factors with regard to the duration of forced eruption. There was a statistically significant correlation of the treatment duration with the angulation between the axis of the canine and the occlusal plane and unilateral or bilateral impaction. It can be concluded that the duration of forced eruption in impacted maxillary canines could be shorter when the impacted canine is closer to the occlusal plane and located in the lateral incisor or canine area, buccal or middle, the patient is younger and uses rapid palatal expansion. [J Korean Acad Pediatr Dent 2022;49(4):402-413]

Keywords

Impacted maxillary canine, Forced eruption, Panoramic radiograph, Cone beam computed tomography

ORCID

Ji-hye Han

<https://orcid.org/0000-0002-3861-4820>

Yon-joo Mah

<https://orcid.org/0000-0003-2278-1111>

Article history

Received August 16, 2022

Revised September 5, 2022

Accepted September 6, 2022

© 2022 Korean Academy of Pediatric Dentistry

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

상악 견치는 치열공의 균형과 심미를 유지하는 데 영향을 주며, 기능적으로도 중요한 치아이다. 상악 견치는 다른 치아들과 달리 가장 높은 곳에서 발육이 시작되어 가장 긴 맹출 경로를 가지며, 발육 기간 또한 가장 길다[1]. 또한 상악 견치의 매복은 제3대구치를 제외하

Corresponding author: Yon-joo Mah

Department of Pediatric Dentistry, Dental Hospital, Ajou University, 164, Worldcup-ro, Youngtong-gu, Suwon, 16499, Republic of Korea

Tel: +82-31-219-5869 / Fax: +82-31-219-5868 / E-mail: magic-lily@hanmail.net

고 가장 높은 빈도를 보이며, 그 유병률은 약 0.9 - 3.3%로 알려져 있다[2-5].

매복 견치에 의해 생길 수 있는 합병증으로는 인접치아의 변위나 치근 흡수, 낭종의 형성, 악궁의 수축 등이 있으며[6], Cone-Beam Computed Tomography (CBCT)를 이용한 3차원 영상 분석에서 인접치아의 치근 흡수의 유병률은 49.5 - 67.6%로 높게 보고되었다[7,8]. 이러한 합병증은 매복 견치가 오래 방치될수록 증가하기 때문에 조기진단을 통해 예방하거나 적절한 시기에 개입하는 것이 필요하다. 상악 매복 견치의 조기 진단을 통해 유견치의 조기 발거, 악궁의 확장과 같은 예방적 접근이 먼저 고려된다. 이런 예방적 접근에도 견치의 매복을 피할 수 없다면 외과적, 교정적 개입을 통한 견인 치료로 매복 견치의 정상적 맹출을 유도하는 것이 일반적인 방법이다[9].

상악 매복 견치의 견인 치료를 포함한 교정 치료는 매복 치아가 없는 교정 치료에 비해 더 긴 치료기간이 소요된다. Stewart 등[5]은 매복 치아가 없는 부정교합을 주소로 교정 치료를 받은 대조군, 상악 견치가 편측성으로 매복된 군과 양측성으로 매복된 군, 이렇게 3개의 군으로 나누어 대조군에서 22.4개월, 편측성 매복군에서 25.8개월, 그리고 양측성 매복군에서 32.3개월의 치료기간이 소요되었음을 보고하였다. 그리고 환자의 나이가 많을수록 상악 견치의 견인 치료를 포함한 총 교정 치료기간이 길어진다고 보고되어 환자의 나이가 치료기간과 연관성이 있음을 알 수 있다[10,11]. 이 외에도 방사선 영상을 통한 견치의 치축과 위치 그리고 교합평면과의 거리 등이 상악 매복 견치의 교정치료의 예후에 영향을 미치는 요인으로 알려져 있다.

현재까지 상악 매복 견치 환자에서 파노라마 방사선 사진, 두부 계측 방사선 사진과 같은 2차원 영상을 이용한 상악 견치의 위치 평가 및 교정 치료기간과의 연관성에 대한 연구는 많았다[5,10,12]. 하지만 이런 2차원 영상의 경우 상악 매복 견치의 길이와 치관의 폭경이 확대되고 교합평면과 상악 매복 견치의 수직적 거리 등의 위치 정보가 실제 값과 다소 차이가 있다는 단점이 있다[13]. 최근 치과용 cone-beam CT의 보급과 진단 시의 사용이 증가하여 상악 매복 견치의 정확도 높은 진단이 가능해졌다. 하지만 상악 매복 견치의 3차원적 평가와 교정 치료기간과의 연관성을 보고한 연구는 많지 않으며 이전 연구에서는 상악 매복 견치의 수직적, 근-원심, 그리고 협-구개 위치를 평가하고 치료의 난이도를 예측해보는 데에 그쳤다[14,15]. CBCT영상을 이용한 다른 연구에서는 3차원 재구성 영상으로 다양한 변수들을 추가하였지만 견인 치료기간에 통계적으로 유

의미한 변수는 매복 견치의 치축과 정중시상면이 이루는 각도 하나였다. 이는 변수들 간의 높은 상관관계와 연구대상의 수가 적었기 때문으로 여겨진다[16].

이번 연구는 환자의 성별과 연령, 2차원 및 3차원적 방사선 영상에서 관찰되는 상악 견치의 매복 양상 등의 다양한 요인과 견인 기간 사이의 연관성을 평가하고 견인 기간을 예측해 보고자 하였다.

연구 재료 및 방법

이 연구는 아주대학교병원 생명윤리심의위원회 승인을 받아 시행되었다(IRB File No. : AJIRB-MED-MDB-21-698).

1. 연구 대상

2012년 1월부터 2020년 12월까지 아주대학교 치과병원에 내원한 환자들 중 상악 견치의 매복으로 진단받아 외과적, 교정적 개입을 통한 견인 치료를 시행 받고 상악 매복 견치의 맹출까지 치료 완료한 만 8세 이상 만 18세 이하 환자들의 의무기록지와 파노라마 방사선 영상 및 CBCT 영상을 후향적으로 분석하였다. 증후군 또는 전신 질환에 의해 다수 치아의 매복을 보이는 환자와 구개열 환자는 제외하였고, 맹출 경로 상 과잉치나 치아종과 같은 장애물이 있는 경우도 연구 대상에서 제외하였다. 연구 대상으로 포함된 환자 중 21명의 환자는 양측성으로 상악 견치의 매복을 보였으며, 이들 가운데 1명에서 상악 좌측 매복 견치의 견인이 실패하여 견인에 성공한 상악 우측 매복 견치만을 연구대상에 포함시켰다. 최종적으로 견인에 성공한 73명의 환자(남자 31명, 여자 42명)의 93개의 상악 매복 견치에 대하여 분석하였다.

2. 연구 방법

의무기록지를 통해 환자의 성별 및 연령을 조사하였다. 견인 기간은 상악 매복 견치에 외과적 개입을 통한 장치의 부착 후 견인을 위한 고무줄 사용의 시작부터 매복이 해소된 견치에 브라켓으로 변경하여 부착하기까지의 기간으로 정하였다. 파노라마 방사선 영상은 CS 8100 (Carestream Dental, Atlanta, GA)으로 CBCT는 Dinnova3 (HDX, Seoul, Korea)를 이용하였으며, 촬영조건은 80 kVp, 7 mA, scan time 20초, 영상 범

위(field of view)는 200 × 190 mm, 체적소(voxel) 크기 0.3 mm로 설정하였다. OnDemand3D application (Cybermed, Seoul, Korea)으로 재구성한 3차원 영상을 이용하여 상악 매복 견치를 평가하였다. 촬영 영상의 검사와 분석은 한 명의 검사자에 의해 시행되었다. 조사자 내 일치도를 평가하기 위하여 4주간격으로 상악 매복 견치의 근-원심 위치, 협-구개 위치, 교합평면과 이루는 치축의 각도와 거리, 치근의 발육 단계와 치근 만곡의 유무를 반복 측정하였다. 조사자 내 신뢰도인 Intraclass Correlation Coefficient (ICC) 값을 구하였을 때 모든 항목에서 0.94 이상으로 나타났다.

1) 근-원심 위치

파노라마 방사선 영상에서 중절치, 측절치, 제1소구치(혹은 제1유구치) 치축을 기준으로 이에 대한 견치의 교두정의 위치에 따라 중절치 영역, 측절치 영역, 견치 영역, 소구치 영역 4개의 영역으로 분류하였다(Fig. 1).

2) 협-구개 위치

CBCT의 측면 영상과 시상면 영상을 관찰하여 상악 중절치 혹은 측절치의 치근첨과 치축을 기준으로 이에 대한 견치 교두

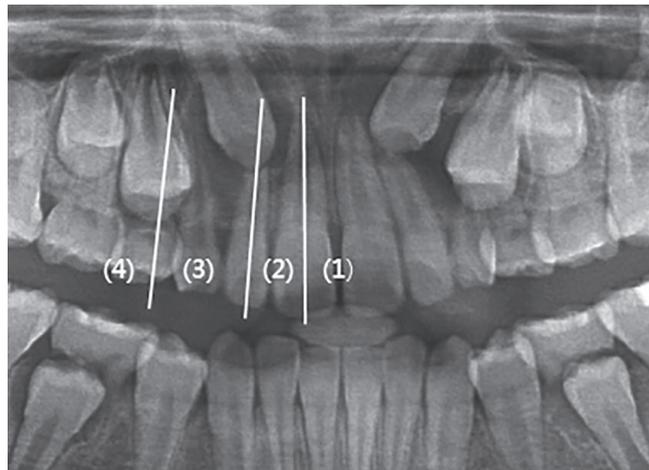


Fig. 1. The mesio-distal location of the impacted canine in panoramic radiographs. The central incisor area (1) corresponds to the area mesial to the long axis of the central incisor, the lateral incisor area (2) indicates the area between the long axes of the central incisor and the lateral incisor, the canine area (3) indicates the area between the long axes of the lateral incisor and the primary first molar(or the first premolar), and the premolar area (4) indicates the area distal to the long axis of the first premolar.

정의 위치에 따라 협측, 중앙, 구개측 3개의 영역으로 분류하였다(Fig. 2).

3) 교합평면으로부터의 거리

양측 상악 중절치 절단면의 중점과 양측 상악 제1대구치 근심협측교두를 연결한 평면을 교합평면으로 설정하고 이 평면과 견치 교두정 사이의 수직 거리를 3차원 재구성 영상에서 측정하였다. 설정된 교합평면과 견치 교두정까지의 거리를 5개의 군으로 분류하였다.

4) 교합평면과 견치 치축이 이루는 각

설정된 교합평면과 매복 견치의 치축이 이루는 각을 3차원

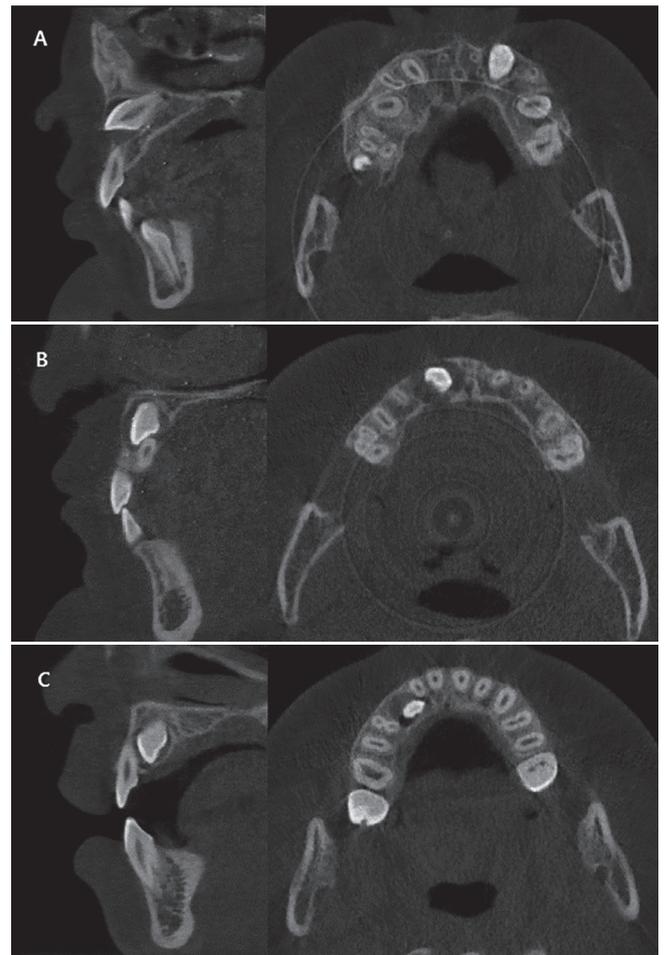


Fig. 2. The bucco-palatal location of the impacted canine in the sagittal and transverse planes. The bucco-palatal position of canines was classified as buccal, middle, and palatal, depending on the relative position of the canine cusp tip to the root apex and long axis of the maxillary central incisor or lateral incisor. (A) Buccal area, (B) Middle area, (C) Palatal area.

재구성 영상에서 측정하였고, 이를 5개의 군으로 분류하였다.

5) 치근의 발육 단계

CBCT 영상을 통해 상악 매복 견치의 치근 발육 단계를 치근의 1/3 형성, 치근의 2/3 형성, 근단공이 개방된 상태로 치근 길이가 완성된 경우 그리고 근단공이 폐쇄된 상태로 치근 길이가 완성된 경우 4가지로 분류하였다.

6) 치근의 만곡 유무

상악 매복 견치의 치근 만곡은 그 만곡도가 20° 이상 일 때로 정의하였다[17-19]. 치근 만곡의 측정은 CBCT의 시상면 영상에서 두 기준선이 이루는 각도로 하였다. Line a는 Cementoenamel junction (CEJ)의 협, 구개면의 중점인 CEJm과 치근 만곡 부위(point of dilaceration)의 협, 구개면의 중점인 DPm을 이은 선, Line b는 DPm과 root apex를 이은 선으로 정의하였다(Fig. 3). 치근의 길이 성장이 일어나는 치근의 1/3 형성, 치근의 2/3 형성 단계에서는 치근단이 비강저에 닿아 휘어지는 치아들이 있었으며, 그 정도가 20°이상이면 만곡이 있다고 분류하였다.

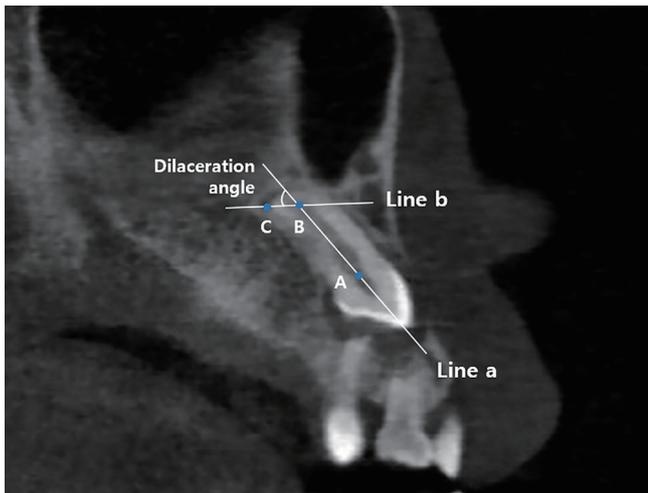


Fig. 3. Measurement of root dilaceration angle. Root dilaceration was considered present if the angle between the long axis of the nondilacerated (CEJm;A to DPm;B, Line a) and dilacerated or an angulated portion (DPm;B and root apex;C, Line b) of the root was $\geq 20^\circ$.

CEJm: The midpoint of the line joining the point of dilaceration on the buccal and the palatal side, DPm: the midpoint of the line that connects the point of dilaceration on the buccal and palatal sides.

7) 장치의 사용과 인접치아의 발치

의무기록지를 통하여 상악 매복 견치의 견인 치료 시 사용한 장치의 종류와 인접치아의 발치 유무를 조사하였다.

8) 통계적인 분석

의무기록지, 파노라마 방사선 영상과 CBCT 영상으로부터 얻은 자료들은 SPSS 25 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계적 유의성을 확인하였다. 상악 매복 견치의 견인 기간에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변인들을 분류하여 견인 기간을 Independent T-test, Mann-Whitney test와 Kruskal-Wallis test로 비교하였고, Mann-Whitney test로 사후검정을 시행하였다. 변인들과 견인 기간의 상관성 검사를 Pearson correlation과 point-biserial correlation을 이용하였고, 단계적 다중회귀분석을 시행하였다.

연구 성적

1. 환자의 특성과 견인 기간

연구에 포함된 총 73명의 환자 중 남자는 31명(42.5%), 여자는 42명(57.5%)이었으며, 환자의 나이는 만 8 - 17세로 평균 11.66 ± 1.93 세였다. 연구에 포함된 93개의 상악 매복 견치 중 편측성 매복은 52개(55.9%), 양측성 매복은 41개(44.1%)였다.

상악 매복 견치의 견인 기간은 2 - 33개월로 평균 10.83 ± 6.11 개월이었다. 환자의 성별과 5개의 군으로 분류한 연령군에서 매복 견치의 견인 기간은 유의미한 차이가 없었으나 편측성과 양측성 매복 양상에서는 견인 기간의 유의미한 차이가 있었다(Table 1, $p = 0.014$).

2. 근-원심 위치

파노라마 방사선 영상에서 매복 견치의 교두정의 위치는 측절치 영역에 46개(49.5%)로 가장 많았으며, 견치 영역 34개(36.5%), 중절치 영역 7개(7.5%), 소구치 영역 6개(6.5%) 순서로 나타났다. 4가지 영역 간의 견인 기간을 비교하였고, 중절치 영역과 측절치 영역($p = 0.006$), 중절치 영역과 견치 영역($p = 0.012$)에서 유의미한 차이를 보였다(Table 2, 3).

Table 1. Characteristics of the subjects in this study and comparison of the duration of forced eruption duration

Characteristics		Number	Mean ± SD (month)	p value
Gender ^a	Male	38	11.90 ± 6.70	0.179
	Female	55	10.09 ± 5.67	
Age ^b (year)	< 10	16	7.86 ± 3.06	0.075
	10	19	12.95 ± 7.23	
	11	21	10.19 ± 4.45	
	12	19	10.11 ± 7.22	
	> 12	18	12.72 ± 5.83	
Type of impaction ^a	Unilateral	52	12.20 ± 6.34	0.014
	Bilateral	41	9.09 ± 5.31	

a: Independent T-test, b: Kruskal-Wallis test.

Table 2. Characteristics of impacted maxillary canines and comparison of the duration of forced eruption

Characteristics		Number	Mean ± SD (month)	p value
Mesio-distal location ^a	Central incisor area	7	18.43 ± 4.81	0.008
	Lateral incisor area	46	9.88 ± 5.03	
	Canine area	34	10.25 ± 6.74	
	Premolar area	6	12.50 ± 4.64	
Bucco-palatal location ^a	Buccal	53	10.84 ± 6.31	0.217
	Middle	28	9.63 ± 4.80	
	Palatal	12	13.58 ± 6.99	
Distance from occlusal plane ^a (mm)	< 10	15	10.43 ± 4.91	0.007
	10 – 12	27	7.87 ± 4.39	
	12 – 14	24	10.98 ± 6.04	
	14 – 16	13	12.61 ± 4.74	
Angulation to occlusal plane ^a (degree)	< 30	15	14.30 ± 9.01	0.323
	30 – 38	13	11.96 ± 5.64	
	38 – 46	26	9.73 ± 4.31	
	46 – 54	22	9.93 ± 5.20	
Root developmental stage ^a	1/3 root formation	15	12.50 ± 7.76	0.261
	2/3 root formation	39	10.38 ± 4.54	
	Complete with open apex	22	9.27 ± 6.42	
	Complete with closed apex	17	12.38 ± 6.47	
Root dilaceration ^b	Yes	13	10.60 ± 6.21	0.192
	No	80	12.23 ± 5.19	

a: Kruskal-Wallis test, b: Mann-Whitney test.

Table 3. Multiple comparisons of forced eruption duration in the distribution of mesio-distal locations

	Central incisor	Lateral incisor	Canine	Premolar
Central incisor area				
Lateral incisor area	0.006			
Canine area	0.012	1.000		
Premolar area	0.730	1.000	1.000	

Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney post hoc.

3. 협-구개 위치

측면과 시상면에서 매복 견치의 교두정은 치열궁의 협측에 위치하는 경우가 53개(57%)로 가장 많았고, 중앙에 위치하는 경우가 28개(30.1%), 구개측에 12개(12.9%)의 분포를 보였다. 3가지 영역 간의 견인 기간을 비교하였고, 유의미한 차이는 보이지 않았다(Table 2).

4. 교합평면으로부터의 거리와 이루는 각

1) 교합평면으로부터 거리

설정된 교합평면에서 상악 매복 견치의 교두정까지의 수직 거리는 6.64 - 22.44 mm로 평균 12.74 ± 3.34 mm이었다. 견치 교두정의 근-원심 위치에 따른 교합평면으로부터의 거리는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 교합평면으로부터의 거리를 분류한 5개의 군간의 견인 기간을 비교하였고, 교합평면으로부터의 거리가 10 - 12 mm인 군과 14 - 16 mm인 군 ($p=0.03$), 10 - 12 mm인 군과 16 mm보다 큰 군($p < 0.001$)에서 견인 기간의 유의미한 차이를 보였다(Table 2, 4)

2) 교합평면과 이루는 각

설정된 교합평면과 상악 매복 견치의 치축이 이루는 각은 3.07 - 73.83°로 평균 42.12 ± 14.11 °이었다. 견치 교두정의 근-원심 위치에 따른 교합평면과 치축이 이루는 각도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 교합평면과 매복 견치의 치축이 이루는 각을 분류한 5개의 군간의 견인 기간을 비교하였으나 유의미한 차이는 보이지 않았다(Table 2).

5. 치근의 발육단계 및 만곡 유무

상악 매복 견치는 치근의 2/3 형성된 경우가 39개(41.9%)로

가장 많았으며, 치근의 길이 성장은 완료되었으나 근단공이 개방된 경우 22개(23.7%), 근단공이 폐쇄된 경우 17개(18.3%), 치근의 1/3 형성된 경우가 15개(16.1%) 순으로 나타났으며, 치근의 만곡이 20°이상인 치아가 13개 관찰되었다. 각 발육단계와 만곡의 유무는 견인 기간과 유의미한 차이가 없었다(Table 2).

6. 장치의 사용

매복 견치의 견인을 위해 miniplate (48.4%), multi bracket 장치(29%), 그리고 Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE)를 포함한 급속구개확장장치(Rapid palatal expansion, RPE)(22.6%)가 사용되었다. Miniplate를 이용한 매복 견치에서 반대 악인 하악에 식립한 경우는 17개, 같은 악인 상악에 식립한 경우는 18개, 그리고 혼용한 경우는 10개였다. Miniplate를 반대 악에 식립한 경우에는 환자가 직접 걸어서 사용하는 고무줄을, 같은 악인 상악에 식립한 경우, multi bracket 장치와 RPE를 사용한 경우에는 power chain 이나 elastic thread를 사용하였다. 치료 시 RPE를 사용한 환자와 그렇지 않은 환자 간의 매복 견치의 견인 기간은 유의미한 차이를 보였다(Table 5, $p=0.002$).

7. 인접치아의 발치

소구치 발치는 8명(11개)에서 이루어졌고, 측절치를 발치한 환자는 6명(7개)이었다. 인접치아의 발치를 시행한 환자와 그렇지 않은 환자 간의 매복 견치의 견인 기간은 유의미한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

Table 4. Multiple comparisons of forced eruption duration in the distribution of distance from the occlusal plane

	< 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	> 16
< 10					
10 - 12	1.000				
12 - 14	1.000	0.620			
14 - 16	1.000	0.030	1.000		
> 16	1.000	0.010	1.000	1.000	

Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney post hoc.

Table 5. Treatment distribution and comparison of forced eruption duration

Treatment		Number	Mean ± SD (month)	p value
Use of rapid palatal expansion	Yes	21	7.36 ± 4.24	0.002
	No	72	11.84 ± 6.27	
Extraction of adjacent tooth	Yes	18	11.39 ± 4.95	0.328
	No	75	10.69 ± 6.42	

Mann-Whitney test.

8. 상악 매복 견치의 견인 기간과의 상관분석

환자의 나이는 견인 기간과 유의성 있는 양의 상관관계를 보여 치료 시작 시 나이가 많을수록 견인 기간이 길었으며($p = 0.002$), 편측성/양측성 매복과 견인 기간은 유의성 있는 음의 상관관계를 보여 양측성 매복을 보일 때 견인 기간이 더 짧게 나타났다($p = 0.014$). 상악 매복 견치 교두정과 교합평면 간의 거리는 견인 기간과 유의성 있는 양의 상관관계를 보여 견치가 교합평면과 멀수록 견인 기간이 길었으며($p < 0.001$), 견치 치축과 교합평면이 이루는 각도는 유의성 있는 음의 상관관계를 보여 견치가 양호한 치축을 가질수록 견인 기간이 짧게 나타났다(Table 6, $p = 0.003$). 치료 시 RPE 사용 유무와 견인 기간은 유의성 있는 음의 상관관계를 보여 RPE를 사용한 경우 견인 기간이 짧아진 것을 확인할 수 있었다(Table 6, $p = 0.003$).

9. 상악 매복 견치의 견인 기간과의 단계적 다중회귀분석

상악 매복 견치의 견인 기간에 영향을 미치는 요인과 견인 기간을 예측하기 위해 단계적 다중회귀분석을 시행하였다. 분석 결과 매복 견치의 견인 기간에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 매복 견치 교두정과 교합평면 간의 거리로 거리가 멀어질수록 견인 기간은 유의하게 증가하였다(Table 7). 또한 견치 교두정이 근원심적으로 축절치 영역과 견치 영역에 위치한 경우 중절치 영역에 위치한 경우에 비하여 유의하게 견인 기간이 짧았고, 견치 교두정이 구개측에 위치한 경우 협측에 위치한 경우에 비하여 유의하게 견인 기간이 증가하였다(Table 7). 그리고 치료 시작 시 환자의 나이가 많을수록 유의하게 견인 기간이 증가하였고, 치료 시 RPE의 사용은 유의하게 견인 기간을 단축시켰다(Table 7). 이번 다중회귀분석 모형은 Adj.R² 값이 0.581로 58.1%의 설명력을 나타냈다.

Table 6. Correlation coefficients and probability values between the duration of a forced eruption and variables

	Duration of forced eruption	
	Correlation	p value
Age ^a	0.311**	0.002
Distance from occlusal plane ^a	0.608**	< 0.0001
Angulation to occlusal plane ^a	-0.305**	0.003
Gender ^b	-0.184	0.165
Unilateral/Bilateral impaction ^b	-0.319*	0.014
Use of rapid palatal expansion ^b	-0.427**	0.003
Extraction of adjacent tooth ^b	0.045	0.668
Mesio-distal location ^b	-0.141	0.220
Bucco-palatal location ^b	0.095	0.444
Root developmental stage ^b	-0.013	0.911
Root Dilaceration ^b	0.144	0.377

a: Pearson correlation, b: Point-biserial correlation.
*: statistical significance ($p < 0.05$), **: statistical significance ($p < 0.01$).

총괄 및 고찰

상악 매복 견치의 매복 양상과 치료기간의 연관성에 관한 이전 연구들에서는 2차원 영상인 파노라마 방사선 영상이나 두부 계측 방사선 영상을 이용하였다. 이들 연구에서는 매복 견치와 교합평면 간의 거리, 치축의 기울어진 정도, 매복 위치, 편측성/양측성 매복 양상 그리고 환자의 나이 등 다양한 요인이 상악 매복 견치의 치료기간에 영향을 미친다고 하였다. 하지만 파노라마 방사선 영상은 3차원을 2차원 평면으로 나타내기 때문에 그 값이 3차원 영상인 CBCT에서 얻은 값과 상당한 차이를 보였으며, 치근 흡수나 치근 만곡 등의 존재 유무를 평가하는 데에도 한계가 있다[13]. 매복 치아의 평가 및 치료를 위해 CBCT의 사용이 증가하면서 이를 이용한 연구들도 증가하였다. Kau

Table 7. Stepwise multiple regression analysis of the duration of a forced eruption with variables

Variables	B	Standard error	β	t value	p value	adj.R ²
(constant)	-7.477	3.524		-2.122	0.037	
Age	0.590	0.224	0.191	2.630	0.010	
Distance from occlusal plane	1.151	0.129	0.642	8.928	<0.0001	
Mesio-distal location						
Central incisor area	(reference)					
Lateral incisor area	-2.655	1.301	-0.217	-2.040	0.044	
Canine area	-4.207	1.314	-0.332	-3.202	0.002	0.581
Bucco-palatal location						
Buccal	(reference)					
Palatal	3.986	1.317	0.219	3.026	0.003	
Use of RPE						
No	(reference)					
Yes	-3.010	1.016	-0.206	-2.963	0.004	

Stepwise multiple regression analysis.

B = unstandardized regression coefficients, β = standardized regression coefficients, RPE = rapid palatal expansion.

등[14]은 CBCT의 측면, 시상면, 관상면 영상을 통해 상악 매복 견치의 교두정과 치근점의 위치를 평가하여 치료의 난이도를 예측하였다. 하지만 이는 각 요인들의 점수의 합을 기준으로 평가하였기 때문에 개별적인 요인의 평가는 어려웠다. 이전까지 매복 견치의 치료를 평가하기 위해 환자의 나이와 매복 양상과 같은 치료 전 요인들을 고려했다면 Shin 등[16]은 견인 치료 이후의 견치 위치를 파악하였고 이를 변수로 추가하였다. 이 연구에서는 많은 변수들을 이용하였지만 독립변수로 연속형 변수만을 이용하였고, 연구 결과 견인 기간에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 요소는 오직 치료 전 매복 견치의 치축과 정중시상면의 각도였다. 이는 변수 간의 상관성이 높았을 수 있으며 연구대상의 수가 적었기 때문이라고 하였다.

이번 연구에서는 의무기록지, 파노라마 방사선 영상과 CBCT 영상을 통해 환자의 나이, 매복 견치와 교합평면 간의 거리 그리고 매복 견치의 치축과 교합평면이 이루는 각과 같은 연속형 변수와 성별, 편측성/양측성 매복, 근-원심과 협-구개 위치, 치근 발육단계, 치근만곡 유무, 치료 시 RPE의 사용 유무와 인접치아 발치 유무와 같은 명목형 변수를 연구에 포함하여 상악 매복 견치의 견인 기간에 영향을 미치는 요인과 견인 기간을 예측하고자 하였다.

이번 연구에서 환자의 나이와 견인 기간이 통계적으로 유의한 상관관계를 보였고, 환자의 나이가 많아질수록 견인 기간이

통계적으로 유의하게 길어진다는 결과를 도출하여 이전 연구들과 비슷한 결과를 확인할 수 있었다[10,11]. Zuccati 등[10]은 나이가 많아질수록 상악 매복 견치의 견인 치료기간과 내원 횟수가 늘어나며, 특히 환자의 나이가 25세 이상일 때 내원 횟수가 현저하게 늘어난다고 하였으며, Becker와 Chaushu[11]에 따르면 상악 매복 견치를 가진 어린 환자에 비해 성인 환자에서 견인 기간이 더 길게 나타났으며, 어린 환자에서 치료의 성공률이 100%인 반면 성인 환자에서 69.5%의 성공률을 보인다고 하여 상악 매복 견치의 치료는 어릴수록 성공적인 결과를 보인다고 하였다. 대부분의 이전 연구에서는 나이가 어릴수록 치료기간이 짧아진다고 하였으나 반대의 경향을 보이는 연구도 있었다. Stewart 등[5]은 나이가 어릴수록 상악 매복 견치와 교합평면 간의 거리가 멀고, 매복 견치의 변위가 심한 경우가 많아 치료에 더 오랜 기간이 소요된다고 하였다. 이는 치료기간으로 견인 치료뿐 아니라 전체 교정 기간을 포함하여 다른 연구들과 상반된 결과를 보고한 것으로 보인다.

상악 매복 견치의 교두정과 교합평면 간의 거리는 이번 연구에서 매복 견치의 견인 기간에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 나타나 이전의 파노라마 방사선 영상을 이용한 연구와 같이 교합평면으로부터 견치가 멀수록 견인 기간이 길어진다는 결과를 보였다[5,10].

Zuccati 등[10]은 상악 매복 견치의 치축이 정상 맹출한 인접

치아인 측절치의 치축과 나란할수록 견인 기간이 길어진다고 하였다. 상악 매복 견치가 양호한 치축을 갖는데도 불구하고 견인 기간이 길어진 것에 대해 파노라마 방사선 영상에서 보이는 양호한 치축으로 인한 늦은 치료 개입이 그 원인일 것이라고 하였다. 이번 연구에서 상악 매복 견치의 치축과 교합평면이 이루는 각은 견인 기간과 통계적으로 유의한 상관관계를 보였지만 5개의 군으로 분류하여 비교하였을 때 유의미한 차이는 없었고, 견인 기간의 예측에도 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않았다. 매복 견치의 치축은 단일 요인보다는 다른 요인들과 복합적인 고려가 필요할 것으로 생각된다.

상악 매복 견치의 수평적 위치를 평가하기 위해 Ericson과 Kuroi[20]의 분류법이 많은 연구에서 사용되었으며, 이번 연구에서도 견치의 매복 위치와 견인 기간 간의 연관성을 알아보기 위해 근-원심 위치와 협-구개 위치를 파노라마 방사선 영상과 CBCT 영상을 이용하여 평가하였다. 이번 연구에서 상악 매복 견치 교두정이 측절치 영역과 견치 영역에 위치한 경우 중절치 영역에 위치한 경우에 비하여 통계적으로 유의하게 견인 기간이 짧아 견치 교두정이 근심에 위치할수록 환자의 내원 횟수 및 견인 기간이 늘어났다고 보고한 이전 연구와 비슷한 결과를 보였다[10]. 그리고 견치 교두정의 협-구개 위치는 견인 기간과 통계적으로 유의한 상관관계는 보이지 않았지만 다중회귀분석에서는 견치 교두정이 구개측에 위치한 경우 협측에 위치한 경우에 비하여 통계적으로 유의하게 견인 기간이 증가하였다.

정상적인 치아의 맹출은 복잡한 과정을 거쳐 이루어진다. 치아의 골내 이동은 치근의 성장과 함께 일어나며, 일반적으로 치근 길이의 1/2 - 2/3정도 형성되면 구강 내로 맹출한다[21,22]. 이를 바탕으로 치근의 발육단계와 상악 매복 견치의 맹출을 위한 견인 치료와의 연관성을 살펴보고자 하였으나 이번 연구에서 두 요소 간의 통계적 유의성은 없었다. 치근의 발육이 완료됨에 따라 치근침의 폐쇄로 자발적 맹출력이 소실되어 견인 기간에 차이가 있을 것으로 예상하였지만 이번 연구에서는 치근침이 완성된 치근을 보이는 환자 수가 적었다. 연구대상을 치근의 발육이 완료된 성인환자들까지 확대한다면 보다 확실한 상관관계를 얻을 수 있을 것이다.

매복 치아의 치근 만곡을 CBCT 영상으로 분석한 연구를 살펴보면 그 유병률이 54.7%로 2차원 영상으로 분석한 연구에 비해 높은 유병률을 보였으며 정상적으로 맹출한 치아의 치근 만곡에 비해 10배 이상 높은 유병률을 보였다[17,23]. 따라서 매복 치아의 치근 만곡의 방향과 그 정도는 견인 치료의 난이도

를 높이는 요인이 될 수 있다. 하지만 이번 연구에서 상악 매복 견치의 치근 만곡의 유무가 견인 기간에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않았다. 만 8 - 17세 환자를 대상으로 한 이번 연구는 치근 만곡을 보이는 매복 견치의 수가 적었으며, 그 정도가 심하지 않아 통계적으로 유의한 영향을 보이지 않은 것으로 생각된다.

상악 매복 견치의 견인 치료를 포함한 교정 치료는 매복 치아가 없는 교정 치료에 비해 복잡하며 더 긴 치료기간이 소요되고, 상악 견치의 편측성 매복군에서 25.8개월, 그리고 양측성 매복군에서 32.3개월의 총 교정 기간이 소요되어 상악 견치의 양측성 매복에서 더 긴 치료기간이 소요되었다[5]. 하지만 매복 견치의 견인 기간만을 비교한 연구에서는 편측성/양측성 매복 양상에 따른 견인 기간이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다[12]. 이번 연구에서는 편측성/양측성 매복 양상이 견인 기간과 통계적으로 유의한 상관관계를 보였고, 양측성 매복 양상을 보인 경우 통계적으로 유의하게 견인 기간이 더 짧게 나타났다. 견인 기간에 영향을 미치는 요인들 간의 상관관계를 살펴본 결과 편측성/양측성 매복 양상은 환자의 나이와 RPE의 사용과 유의미한 상관관계를 보였다. 양측성 매복 양상을 보인 환자에서 환자의 나이가 통계적으로 유의하게 어렸고($p = 0.011$), RPE의 사용이 통계적으로 유의하게 증가($p = 0.018$)하였다(Table 8). 치료 시 RPE의 사용은 모든 분석에서 통계적으로 유의미한 결과를 보여 확장 장치의 사용이 견인 기간을 단축시킬 수 있다는 결과를 도출하였다. 환자의 연령이 어리고, 확

Table 8. The coefficients of correlation and the probability values of unilateral and bilateral impaction

	Unilateral/bilateral impaction	
	Correlation	p value
Age ^a	-0.302*	0.011
Distance from occlusal plane ^a	-0.159	0.129
Angulation to occlusal plane ^a	-0.003	0.973
Gender ^b	0.077	0.456
Use of rapid palatal expansion ^b	0.246*	0.018
Root Dilaceration ^b	0.017	0.871
Mesio-distal location ^c	0.098	0.826
Bucco-palatal location ^c	0.156	0.324
Root developmental stage ^c	0.264	0.090

a: Point-biserial correlation, b: Phi correlation, c: Cramer's V.
*: statistical significance ($p < 0.05$).

장 장치를 통한 맹출로의 확보로 편측성 매복에서 보다 양측성 매복의 경우 좀 더 단기간의 견인이 가능했을 것으로 생각해 볼 수 있다.

확장 장치를 통한 견치의 맹출로 확보가 견인 치료에 유리한 영향을 미쳐 인접치아인 상악 측절치 또는 제1소구치의 발치를 통한 맹출로 확보에 대하여 통계적 유의성을 확인하고자 하였으나 인접치아의 발치는 견인 기간에 유의미한 영향을 미치지 않았다. 측절치의 발치는 맹출로의 부족보다는 매복 견치에 의한 심한 치근흡수로 유지가 어려웠기 때문에 시행하였다. 이번 연구에서는 맹출로 확보를 위해 소구치를 발치한 연구 대상이 적었기 때문에 통계적 유의성을 확인하기 어려웠을 것으로 생각된다.

상악 매복 견치의 견인 기간을 예측하는 데 영향을 미치는 요인은 견치 교두정과 교합평면 간의 거리, 근-원심, 협-구개 위치, RPE의 사용, 환자의 나이 순이었으며, 매복 견치의 견인 기간을 예측할 수 있는 회귀식은 다음과 같다.

매복 견치의 견인 기간(month) = $-7.477 + 1.151 \times (\text{distance}) - 2.655 \times (\text{lateral incisor area}) - 4.207 \times (\text{canine area}) + 3.986 \times (\text{palatal}) + 0.590 \times (\text{age}) - 3.010 \times (\text{use of RPE})$

이번 연구의 한계는 후향적 연구로 다수의 술자에 의해 완료된 치료를 대상으로 하였다는 것이다. 술자에 따라 견인 치료를 위한 외과적 개입 시 치조골 삭제의 범위가 다를 수 있으며, 견인 치료를 위한 장치의 선택 및 부족한 견치 공간 확보를 위한 방법 역시 다양했다. 그리고 장치에 따라 환자의 협조도가 필요한 경우도 있었기 때문에 이에 대하여 통제된 그리고 더 많은 연구 대상이 필요할 것으로 생각된다. 추가적으로 견인에 실패한 치아들의 매복 양상을 2차원, 3차원적으로 평가한다면 매복 양상에 따른 치료기간뿐만 아니라 예후를 사전에 인지하여 환자와 환자보호자들에게 보다 많은 정보를 제공할 수 있을 것이다.

결론

상악 매복 견치에 대한 파노라마 방사선 영상과 CBCT 영상을 이용한 2차원, 3차원적 평가 및 의무기록지를 이용한 후향적 연구 결과, 견치의 매복 양상 중 견치의 낮은 매복 깊이, 견치 교두정의 근-원심 위치가 측절치 또는 견치 영역, 협-구개 위치가 협측 또는 중앙인 경우 견인 치료기간이 짧아졌고, 치료

시작 시 환자의 어린 나이 그리고 치료 시 RPE의 사용이 견인 기간을 단축시킬 수 있었다. 또한 편측성 매복군에 비해 양측성 매복군에서 견인 기간이 짧았는데 이는 양측성 매복을 보인 환자에서 통계적으로 유의하게 나이가 어렸으며, RPE의 사용으로 맹출공간 및 맹출로를 확보해주는 경우가 많았기 때문으로 생각된다. 따라서 상악 견치의 양측성 매복 양상이 보일 경우 구개 확장을 동반한 적극적이고 빠른 치료 개입이 치료기간을 단축시킬 수 있을 것이다.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

References

1. Bishara SE : Clinical management of impacted maxillary canines. *Semin Orthod*, 4:87-98, 1998.
2. Cooke J, Wang HL : Canine impactions: incidence and management. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 26: 483-491, 2006.
3. Grover PS, Lorton L : The incidence of unerupted permanent teeth and related clinical cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 59:420-425, 1985.
4. Ericson S, Kurol J : Radiographic assessment of maxillary canine eruption in children with clinical signs of eruption disturbance. *Eur J Orthod*, 8:133-140, 1986.
5. Stewart JA, Heo G, Glover KE, Williamson PC, Lam EW, Major PW : Factors that relate to treatment duration for patients with palatally impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119:216-225, 2001.
6. Alqerban A, Jacobs R, Lambrechts P, Loozen G, Willem G : Root resorption of the maxillary lateral incisor caused by impacted canine: a literature review. *Clin Oral Investig*, 13:247-255, 2009.
7. Kim Y, Hyun HK, Jang KT : The position of maxillary canine impactions and the influenced factors to adjacent root resorption in the Korean population. *Eur J Orthod*, 34:302-306, 2012.

8. Hadler-Olsen S, Pirttiniemi P, Kerosuo H, Limchaichana NB, Pesonen P, Kallio-Pulkkinen S, Lähdesmäki R : Root resorptions related to ectopic and normal eruption of maxillary canine teeth - A 3D study. *Acta Odontol Scand*, 73:609-615, 2015.
9. Park K : Maxillary canine impaction: Early diagnosis & Preventive approaches. *J Korean Dent Assoc*, 52:264-272, 2014.
10. Zuccati G, Ghobadlu J, Nieri M, Clauser C : Factors associated with the duration of forced eruption of impacted maxillary canines: a retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:349-356, 2006.
11. Becker A, Chaushu S : Success rate and duration of orthodontic treatment for adult patients with palatally impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 124:509-514, 2003.
12. Crescini A, Nieri M, Buti J, Baccetti T, Pini Prato GP : Orthodontic and periodontal outcomes of treated impacted maxillary canines: An appraisal of prognostic factors. *Angle Orthod*, 77:571-577, 2007.
13. Kim HJ, Park HS, Kwon OW : Evaluation of potency of panoramic radiography for estimating the position of maxillary impacted canines using 3D CT. *Korean J Orthod*, 38:265-274, 2008.
14. Kau CH, Pan P, Gallerano RL, English JD : A novel 3D classification system for canine impactions - the KPG index. *Int J Med Robot*, 5:291-296, 2009.
15. Dalessandri D, Migliorati M, Visconti L, Contardo L, Kau CH, Martin C : KPG index versus OPG measurements: a comparison between 3D and 2D methods in predicting treatment duration and difficulty level for patients with impacted maxillary canines. *Biomed Res Int*, 2014:537620, 2014.
16. Shin H, Park M, Chae JM, Lee J, Lim HJ, Kim BC : Factors affecting forced eruption duration of impacted and labially displaced canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 156:808-817, 2019.
17. Chung IH : A Study of Root Dilaceration on the Impacted Tooth: A Relationship with Arch Length Discrepancy (ALD) and its Prevalence Rate. Thesis, Ajou University, 2020.
18. Jain S, Agrawal V : A cone beam computed tomography-based evaluation of root length and the frequency of its dilaceration in impacted mandibular canines: A retrospective study. *J Indian Orthod Soc*, 52:12-16, 2018.
19. Chohayeb AA : Dilaceration of permanent upper lateral incisors: frequency, direction, and endodontic treatment implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 55:519-520, 1983.
20. Ericson S, Kuroi J : Resorption of maxillary lateral incisors caused by ectopic eruption of the canines. A clinical and radiographic analysis of predisposing factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 94:503-513, 1988.
21. Kjær I : Mechanism of human tooth eruption: review article including a new theory for future studies on the eruption process. *Scientifica*, 2014:341905, 2014.
22. Nagata M, Ono N, Ono W : Mesenchymal progenitor regulation of tooth eruption: a view from PTHrP. *J Dent Res*, 99:133-142, 2020.
23. Cao D, Shao B, Izadikhah I, Xie L, Wu B, Li H, Yan B : Root dilaceration in maxillary impacted canines and adjacent teeth: A retrospective analysis of the difference between buccal and palatal impaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 159:167-174, 2021.

상악 매복 견치의 견인 기간에 영향을 미치는 요인에 대한 분석

한지혜 · 마연주

아주대학교 치과병원 소아치과

이 연구는 파노라마 방사선 영상과 Cone-Beam Computed Tomography (CBCT)를 이용하여 상악 매복 견치의 견인 치료기간에 영향을 미치는 요인을 알아보고 견인 기간을 예측하고자 하였다. 2012년 1월부터 2020년 12월까지 아주대학교 치과병원에 내원한 환자들 중 상악 견치의 매복으로 진단받아 외과적, 교정적 개입을 통한 견인 치료를 시행 받고 상악 매복 견치의 맹출까지 치료받은 만 8세 이상 만 18세 이하 환자 73명(93개의 상악 매복 견치)의 의무기록지와 방사선학적 영상을 후향적으로 분석하였다. 단계적 다중회귀분석 결과 교합평면에서 상악 매복 견치 교두정까지의 거리, 근-원심과 협-구개 위치, 환자의 나이 그리고 급속구개확장장치의 사용 유무는 견인 치료기간을 예측하는 데 통계적으로 유의미한 요인이었으며, 매복 견치의 치축이 교합평면과 이루는 각과 편측성/양측성 매복 양상은 견인 기간과 유의미한 상관관계를 보였다. 견치의 낮은 매복 깊이, 견치 교두정의 근-원심 위치가 측절치 또는 견치 영역, 협-구개 위치가 협측 또는 중앙에 위치하고, 치료시작 시 환자의 어린 나이 그리고 구개 확장 장치의 사용이 상악 매복 견치의 견인 기간을 짧게 예측하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다. [J Korean Acad Pediatr Dent 2022;49(4):402-413]

원고접수일 2022년 8월 16일
 원고최종수정일 2022년 9월 5일
 원고채택일 2022년 9월 6일

© 2022 대한소아치과학회
 © 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아
 저작자표시-비영리 4.0 대한민국
 라이선스에 따라 이용하실 수 있습니다.

교신저자 마연주

(16499) 수원시 영통구 월드컵로 164 아주대학교 치과병원 소아치과
 Tel: 031-219-5869 / Fax: 031-219-5868 / E-mail: magic-lily@hanmail.net