

Analysis of Treatment Period on the Intraoral Removable Appliance Utilizing Vertical Facial Growth on Class III Malocclusion

Jihyeo Song, Seong-Oh Kim, Je Seon Song, Jaeho Lee, Hyung-jun Choi

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

Abstract

Vertical facial growth triggers the rotation of mandible to move the chin point to the downward and backward direction, which showed remarkably effective result making the less prominent chin. Recently, the intraoral removable appliance utilizing class III elastic demonstrated the vertical growth trigger mechanism. The treatment change was very fast and wearing was quite easy, compared to extraoral appliances.

The purpose of this study was to verify the duration of the treatment on class III malocclusion using intraoral removable appliances, which designed to accelerate vertical facial growth.

56 patients were selected with the complaint of the protruded mandible and class III malocclusion (overjet : -3 - 0 mm, overbite : 0 - 4 mm). Information like; age at start, duration of the treatment events, type of the treatment, overjet, overbite etc. was collected and calculated.

The average age of the patients delivering the initial brace was 8.75 ± 1.10 year. Most of the anterior crossbite was resolved within 6 months. The total treatment period was 21.79 ± 10.73 months with the additional procedures like the alignment of anterior teeth and torque control using additional removable and fixed orthodontic appliances. The correlation study showed that patient's cooperation ($p = 0.000$) and the use of fixed appliance ($p = 0.032$) were significantly influenced on treatment duration.

Key words : Treatment of class III, Vertical facial growth, Intraoral removable appliance with class III hook

I. 서 론

Ⅲ급 부정교합은 서양인에 비해 동양인에게 더 많이 발생하며 [1], 반대교합은 쉽게 관찰되는 교합이상으로 유치열기나 혼합치열기에 일찍 발견된다. 하악전돌의 문제에 대하여 과거에는 facemask나 chin-cap과 같은 악정형적 장치를 성장이 끝날 때까지 장시간 장착하여 치료하는 시도를 해왔다[2].

1984년에 McNamara[3]는 얼굴의 수직적인 성장을 촉진하면,

턱끝이 후하방으로 회전하면서 턱의 전돌현상이 개선되는 치료 기전을 보고하였다. 2012년 Choi 등[4]은 유치열기의 현저한 Ⅲ급 부정교합 환자를 Ⅲ급 고무줄이 포함된 구강내 가철식 장치로 치료한 결과, McNamara가 제시한 수직성장을 이용한 수평적 문제의 치료기전이 관찰됨을 보고한 바 있으며 그 치료기간이 수개월로 짧아 수년이 소요되는 구외 악정형적 치료장치보다 치료효과가 훨씬 우수함을 보고하였다. 그러나, 이 장치를 이용한 조기 혼합치열기 Ⅲ급 환자의 치료에 대한 연구는 아직 보고

Corresponding author : Hyung-Jun Choi

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Korea

Tel: +82-2-2228-3175, Fax: +82-2-392-7420, E-mail: CHOIHJ88@yuhs.ac

Received October 5, 2018 / Revised November 10, 2018 / Accepted November 8, 2018

된 바 없다. 이에 연세대학교 치과대학병원 소아치과에 Ⅲ급 부정교합을 주소로 내원한 조기 혼합치열기 환자에 대하여, Ⅲ급 고무줄이 고안된 구강내 장치를 이용하여 치료된 환자들을 대상으로 주 증상인 반대교합의 개선에 소요되는 기간과 전체 교정 치료기간에 대해 분석하고, 교정치료에 영향을 주는 변수를 비교 분석하고자 한다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

본 연구는 연세대학교 치과대학병원의 연구심의위원회 (Institutional Review Board, IRB)의 통계자문을 포함한 심의 및 승인을 받았다(IRB No: 2-2017-0012).

1. 연구 대상

2009년 1월부터 2016년 12월까지 9년간 연세대학교 치과대학병원 소아치과에 Ⅲ급 부정교합을 주소로 내원한 혼합치열기 환자에 대하여 Ⅲ급 고무줄을 사용하도록 고안된 Fig. 1과 같은 구강내 가철식 교정장치로 치료를 종료 후 추적관리 중인 환자를 대상으로 하였다. 본 연구는 1 - 2개의 반대교합을 보이는 치성 부정교합은 배제하였으나, 선정 대상의 기능성 Ⅲ급 부정교합과 골격성 Ⅲ급 부정교합을 별도로 구분하지는 않았다. 그 이유는 성장기에 기능성과 골격성을 구분 짓는 기준이 명확하지 않은 데다, 혼합치열기 초기에 반대교합을 보이는 환자의 대부분이 기능성 Ⅲ급 양상을 보였기 때문이다. 이는 초기에 기능

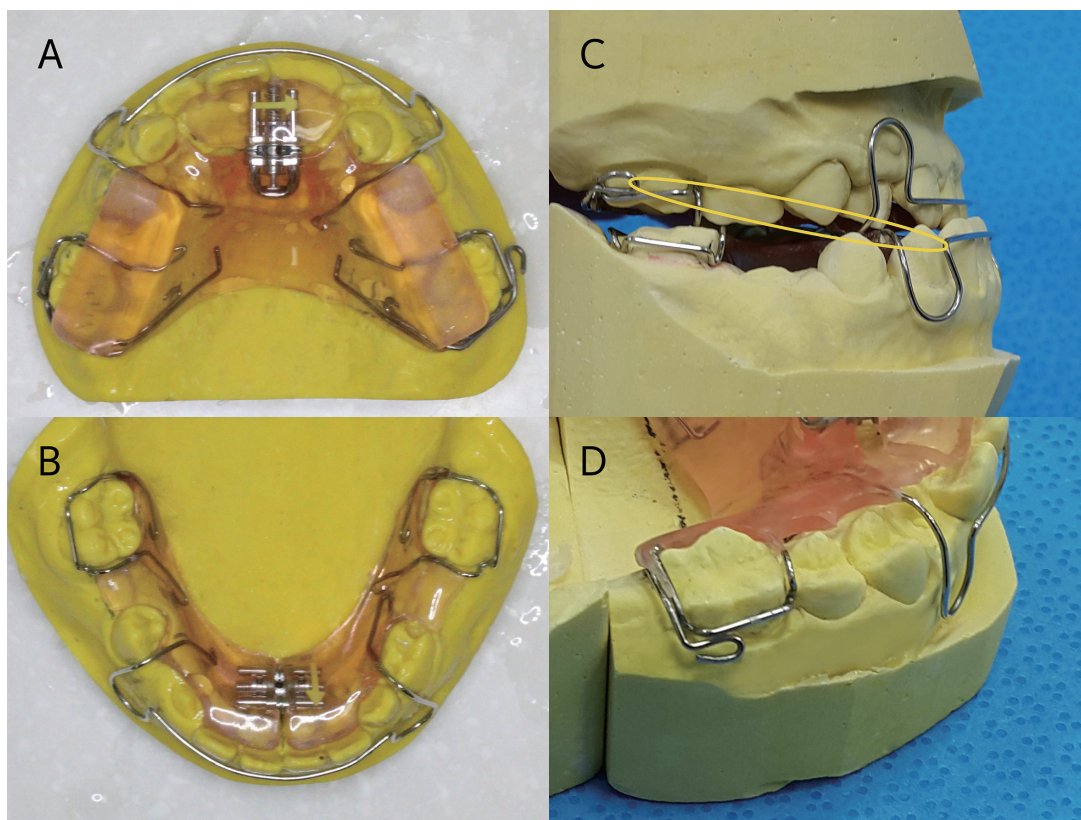


Fig. 1. The intraoral removable appliance designed to correct class Ⅲ malocclusion, which triggers vertical facial growth. McNamara suggested that vertical facial growth induced the downward and backward rotation of mandible making chin point less prominent[3]. (A) Maxillary anteroposterior screw for incisor alignment and posterior bite block (PBB) for bite jumping. PBB is added when overbite is more than 3 mm. (B) Mandibular median screw to correct narrow arch frequently found in class Ⅲ patient, (C) Class Ⅲ elastic was engaged between the upper posterior hook and the lower U-loop of labial bow, (D) Upper posterior hook is located on distal gingival margin of first permanent molar made with 0.8 stainless steel wire.

성 Ⅲ급의 반대교합을 치료하지 않고 장기간 방치할 경우 사춘기에 현저히 진행되어 성인기에 골격성이 확립되는 임상적 양상을 반영한다. 또한 수직성장을 이용할 수 있어야 본 연구의 장치를 사용할 수 있는 대상이 되므로, mandibular plane angle (SN-GoGn)이 45도 이내인 환자와 개방교합이 없는 환자로 제한되었다. 부정교합은 임상적 정도와 증상이 매우 다양하므로 환자의 상태에 따라 술자의 장치선택이 매우 다양할 수 있다. 따라서, 9년간의 환자를 대상으로 하였음에도 불구하고, 수직성장을 이용하는 가철식 장치의 환자군이 많지는 않았으며, 다음과 같은 선정 기준에 따라 56명의 환자가 최종 분석 대상으로 선정되었다.

1) 포함 기준

- (1) 혼합치열기의 전치부 반대교합이 있는 경우 (기능성 및 골격성 포함)
- (2) 술전 분석시 mandible plane angle(NS-GoGn)이 45° 이내인 경우
- (3) 수직성장을 촉진하는 가철식 장치로 치료를 받은 경우
- (3) 다음 기록의 누락이 없는 경우: 전자의무기록(electronic medical record, EMR), 술 전 측모 두부방사선사진 분석자료, 진단모형 분석자료,

2) 제외 기준

- (1) 치아 1, 2개에 국한된 치성 반대교합인 경우
- (2) 개방 교합이 있는 경우
- (3) 기능성 악정형 장치나 구강외 악정형 장치를 치료에 사용한 경우
- (4) 두개안면의 이상 혹은 전신질환이 있는 경우

2. 연구 방법

1) 자료 수집

환자의 진단시 측모 두부방사선사진 분석자료와 진단모형 분석자료, EMR을 토대로 연구 대상에 포함된 환자의 연령과 치료 중 중요 변화시기에 대해 조사하였다(Table 1).

(1) 환자 정보

EMR에서 환자의 성별과 교정치료 시작시의 연령 및 (4)항목의 치료정보를 수집하였다.

(2) 진단모형 분석

환자의 진단모형에서 수평피개(overjet : OJ)와 수직피개(overbite : OB)의 정도를 조사하였다. OJ는 상악 중절치 순면 간의

수평거리를 평가하였고, OB는 상악과 하악의 중절치에서 절단면 간의 수직거리를 평가하였으며 길이 측정의 최소단위는 0.5 mm로 시행하였다.

(3) 측모 두부 규격 방사선사진 분석

측모 두부 규격 방사선사진을 촬영한 후 V-ceph 5.5 (Osstem, Seoul, Korea)을 이용하여 계측한 정보를 수집하였으며, 치료기간이 두부계측 변수의 영향을 받는지 알아보기 위해 비교분석하였다. 분석에 사용된 항목은 다음과 같으며, 각도 측정은 0.01°단위까지 시행하였다.

- ① Angle determined by point S, point N, and point A (SNA)
- ② Angle determined by point S, point N, and point B (SNB)
- ③ Angle determined by point A, point N, and point B (ANB)
- ④ Angle formed by the intersection of tooth axis of upper incisor and SN plane (U1 to SN)
- ⑤ Angle formed by the intersection of tooth axis of lower incisor and mandibular plane (IMPA)
- ⑥ Angle determined by SN plane and mandibular plane (Mandible plane angle to SN)

(4) 치료 정보

환자의 EMR을 이용하여 치료 개시 후 반대교합을 넘어서 양의 수평피개로 전환되는 시점을 'over the bite (OTB)'로 정하여

Table 1. List of variables by the source of information

Source of information	Variables
EMR	Age
	Gender
	Duration of total orthodontic treatment
	Duration of OTB
	Duration of COAC
	Duration of interarch elastics
	Negative patient's cooperation chart entry
Study cast	Use of fixed appliance with bracket
	Overjet
Lateral cephalogram	Overbite
	SNA, SNB, ANB
	U1 to SN
	IMPA
	Mandible plane angle to SN

EMR = electric medical record, OTB = over the bite, COAC = correction of anterior crossbite, SNA = sella-nasion to A point angle, SNB = sella-nasion to B point angle, ANB = A point to B point angle, ANS = anterior nasal spine, PNS = posterior nasal spine, SN = plane from center of sella to nasion, U1 = root apex of upper incisor-incisor superius line, IMPA = incisor-mandibular plane angle.

이에 소요된 개월 수를 조사하였다. 반대교합이 충분히 개선되어 OJ가 3 - 4 mm로 안정화된 것을 '반대교합의 해소(correction of anterior crossbite, COAC)'로 정하였고 이에 소요된 개월 수를 조사하였다. 교정 치료 시작일부터 적극적 교정 치료 종료일까지의 기간도 조사하였다. 또한, 가철식 장치를 사용 시 Ⅲ급 고무줄을 사용한 개월 수와 환자의 협조도 불량률 기록된 횟수, 고정식 교정장치의 사용 여부도 조사하였다.

3. 장치 디자인 및 치료 순서

환자에게 장착한 장치는 상하악 모두 Hawley type 가철식 장치에 Ⅲ급 고무줄을 설치하기 위한 추가적인 강선디자인을 추가한 형태로 그 기본적인 형태는 Fig. 1과 같으며, 그 설명은 다음과 같다. Ⅲ급 부정교합 환자는 반대교합으로 인하여 점막 상악 절치는 설측경사되고 하악 절치는 순측 경사되는 경향이 있으며, 결과적으로 상악의 치열공은 전방부가 후퇴된 넓은 악궁을 보이게 되고, 하악의 치열공은 전방이 상대적으로 뾰족하고 상악 치열에 대하여 상대적으로 전방위치됨에 따라 치열도 다소 좁아지는 양상이 관찰된다. 따라서, 상악에는 후퇴된 절치를 전방으로 밀기 위한 anteroposterior screw (AP screw)와 Ⅲ급 고무줄을 걸기 위한 구치부의 wire hook (0.8 SS)을 제1대구치 협측 구 하방 치은연쪽에 설치한다. 이때 환자의 OB가 3.0 mm 이상일 경우에는 bite jumping을 위해 구치부 교합판(posterior bite block: PBB)을 수직피개량 만큼 두껍게하여 추가하였다. 하악에는 Ⅲ급 고무줄을 걸 수 있는 labial bow와 Ⅲ급의 특징인 상대적으로 좁은 하악궁을 개선하기 위한 median screw를 추가하였다. 상악의 AP screw와 하악의 median screw는 모든 경우에 설치하지는 않았으며, 치열공의 형태를 개선하는 것이 필요할 경우에만 선택적으로 나사를 돌리도록하였다. Ⅲ급 고무줄은 상악 장치의 제1대구치의 원심 협측 치은연 부위에 설치된 wire hook과 하악 장치의 견치부에 위치한 U-loop에 걸었고, 그 작용하는 힘은 편측당 250 - 300 gm이 되도록 조절하였다. 장치는 매일 12시간 이상 장착하도록 하였고 Ⅲ급 고무줄을 매일 새것으로 바꾸도록 하였다. OTB에 도달하면, 상악 PBB를 1.0 - 2.0 mm씩 점차적으로 삭제하여 구치의 맹출을 유도하였다. 반대교합이 일단 개선된 후에는 절치가 후퇴된 상악치열공과 상대적으로 좁게 형성된 하악치열공의 적절한 교합을 위하여 5일 간격으로 상하악 장치의 나사를 돌리도록 하였고, 이후 약 4 - 6주 간격으로 내원하여 개선여부를 평가 기록하고, 유지력을 조절하였으며, 절치의 배열을 개선시켰다.

교정치료의 개시일은 장치를 장착하는 날을 기준으로 하였으며 반대교합을 넘어서 양의 수평피개 값으로 전환되는 시점

을 'OTB', 이후 OJ가 3.0 - 4.0 mm로 안정되게 확보된 시기를 'COAC'로 정하여 조사하였다. 반대교합이 개선 이후에도 추가적인 절치부의 공간확보가 필요한 경우 median screw가 포함된 장치로 바꾸어서 진행하였고, 견치의 맹출공간이 부족할 것으로 예상되는 경우 sagittal 장치를 추가하여 공간을 확보해주었다. 추가적인 정중이개 개선이나 치근의 토크조절 및 심한 회전개선 필요한 경우 고정식 교정장치로 마무리하였으며, 부모님 동의 하에 종결하였다.

4. 통계 분석

Ⅲ급 부정교합을 구강내 가철식 장치를 이용하여 치료 시의 개시연령과 OTB와 COAC가 될때까지의 기간 및 종결할 때 까지의 총 치료기간, 진단모형의 분석정보, 측모 두부방사선사진의 분석정보, 기타 치료정보에서 얻은 변수들을 정리하여 평균과 표준편차를 구하였다. OTB와 COAC에 소요된 기간 및 총 치료기간은 피어슨 상관관계분석을 시행하였다. 치료기간과 변수들의 평균과 표준편차를 구하였고, 변수들의 차이는 Mann-Whitney U test로 검증하였다. 모든 통계분석은 SPSS 22.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 성별과 연령별 분포 및 환자군의 특징

초진시 초기 혼합치열기였던 56명의 Ⅲ급 부정교합 환자 중 남자가 27명(48.2%), 여자가 29명(51.8%)으로 성별의 차이는 없었다. 교정치료의 시작 연령은 8.75 ± 1.10 세로 그 범주는 7.0 - 11.7세 이었다. 환자군의 SNA는 78.84 ± 3.08 로 약간의 상악열 성장 양상이었으며, SNB는 78.09 ± 10.62 로 하악은 정상부터 과성장까지의 범주였다. 그러나 ANB로 볼 때 연구대상자의 골격 성향은 크지 않았으며, 이는 혼합치열기 초기에 관찰되는 대부분의 반대교합이 기능성 양상임을 보여준다(Table 2). 연령별 분포는 7세와 8세 군이 각각 16명(28.6%)으로 비율이 가장 컸으며, 9세(26.8%), 10세(14.3%), 11세(1.8%) 순으로 나타났다(Table 3).

2. 치료기간

각 단계별 치료기간을 조사한 결과 교정 개시일로부터 OTB까지는 3.31 ± 2.42 개월, OTB부터 COAC까지는 1.90 ± 2.39 개월, 교정 개시일로부터 COAC까지는 5.46 ± 3.28 개월이 소요되었다. 총 치료기간은 약 21.79 ± 10.73 개월이었다.

Table 2. Variables measured at diagnosis of class III malocclusion

Variables	Mean ± SD
Age (year)	8.75 ± 1.10
Overjet (mm)	-1.75 ± 1.08
Overbite (mm)	2.34 ± 1.54
SNA (°)	78.84 ± 3.08
SNB (°)	78.09 ± 10.62
ANB (°)	-0.63 ± 1.95
U1 to SN (°)	103.16 ± 6.56
IMPA (°)	90.61 ± 6.06
Mandible plane angle to SN (°)	34.43 ± 3.70
Duration of interarch elastics (month)	3.54 ± 3.15
Negative patient's cooperation chart entry (n)	2.18 ± 2.31

SD = standard deviation, SNA = sella-nasion to A point angle, SNB = sella-nasion to B point angle, ANB = A point to B point angle, U1 = root apex of upper incisor-incisor superius line, SN = plane from the center of sella to nasion, IMPA = incisor-mandibular plane angle

Table 3. Age distribution of the children in the study

Age (year)	Number
7	16
8	16
9	15
10	8
11	1

Table 4. Correlation between variables and OTB, COAC, total treatment period

Variables	OTB		COAC		Total treatment period	
	Correlation	<i>p</i> -value	Correlation	<i>p</i> -value	Correlation	<i>p</i> -value
Age	-0.028	0.839	0.097	0.478	0.132	0.333
Gender	0.222	0.099	0.028	0.840	-0.034	0.804
Overjet	-0.066	0.628	-0.012	0.928	-0.098	0.472
Overbite	-0.07	0.608	-0.206	0.127	-0.033	0.809
SNA	-0.062	0.652	-0.003	0.982	0.002	0.987
SNB	-0.017	0.900	0.077	0.572	0.100	0.464
ANB	0.088	0.519	0.127	0.351	-0.080	0.558
U1 to SN	-0.119	0.383	-0.097	0.478	-0.173	0.201
IMPA	0.032	0.817	0.052	0.702	-0.242	0.073
Mandible plane angle to SN	0.037	0.785	0.101	0.457	0.064	0.637
Duration of interarch elastics	0.156	0.250	0.287	0.032	0.417	0.001
Negative patient's cooperation chart entry	0.045	0.744	0.348	0.009	0.687	0.000
Use of fixed appliance	0.073	0.591	0.136	0.319	0.497	0.000

p-value from Pearson's correlation test

OTB = over the bite, COAC = correction of anterior crossbite, SNA = sella-nasion to A point angle, SNB = sella-nasion to B point angle, ANB = A point to B point angle, U1 = root apex of upper incisor-incisor superius line, SN = plane from the center of sella to nasion, IMPA = incisor-mandibular plane angle

3. 치료기간에 영향을 주는 변수 분석

치료기간에 영향을 줄 수 있는 변수들을 알아보기 위해 피어슨 상관분석을 하였다. OTB 기간과 유의한 연관성을 보이는 변수는 없었다. COAC 기간과는 Ⅲ급 고무줄 장착 개월 수($r = 0.287, p = 0.032$)와 환자의 협조도 불량기록 횟수($r = 0.348, p = 0.009$)가 유의한 연관성을 보였으며, COAC 기간은 Ⅲ급 고무줄 장착 기간보다는 환자의 협조도 불량기록 횟수와 더 강한 연관성을 보였다. 총 치료기간과는 Ⅲ급 고무줄 장착 기간($r = 0.417, p = 0.001$), 환자의 협조도 불량기록 횟수($r = 0.687, p = 0.000$), 고정식 교정장치의 사용($r = 0.497, p = 0.000$)이 유의한 연관성을 보였다. 환자의 협조도 불량기록 횟수, 고정식 교정장치의 사용, Ⅲ급 고무줄 장착 기간 순으로 연관성을 보였다 (Table 4).

피어슨 상관분석에서 유의한 연관성을 보인 변수들을 대상으로 변수들의 상호 영향을 제거하고 순수한 두 변수간의 상관관계를 보고자 편상관분석을 시행하였다. 그 결과 총 치료기간과 연관된 변수 두가지가 유의성 있게 나왔는데, 환자의 협조도 불량기록 횟수($r = 0.553, p = 0.000$), 고정식 교정장치의 사용($r = 0.292, p = 0.032$)이었다. 나머지 변수들은 유의성이 없었다 (Table 5).

Table 5. Partial correlation between variables and duration

Duration	Variables	Correlation	<i>p</i> -value
COAC	Duration of interarch elastics	0.167	0.224
	Negative patient's cooperation chart entry	0.263	0.053
Total treatment period	Duration of interarch elastics	0.171	0.217
	Negative patient's cooperation chart entry	0.553	0.000
	Use of fixed appliance	0.292	0.032

p-value from Partial correlation test
COAC = correction of anterior crossbite

Table 6. Comparison of variables by the use of fixed appliance

Variables	Removable appliance only (N=41)	Additional fixed appliance (N=15)	<i>p</i> -value
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Age (year)	8.65 ± 1.15	9.02 ± 0.96	0.120
Overjet (mm)	-1.76 ± 1.14	-1.73 ± 0.96	0.992
Overbite (mm)	2.37 ± 1.61	2.27 ± 1.39	0.872
SNA (°)	79.02 ± 3.01	78.33 ± 3.31	0.576
SNB (°)	77.85 ± 12.33	78.73 ± 2.89	0.216
ANB (°)	-0.71 ± 1.99	-0.40 ± 1.88	0.646
U1 to SN (°)	103.83 ± 6.38	101.33 ± 6.91	0.131
IMPA (°)	90.73 ± 5.74	90.27 ± 7.08	0.578
Mandible plane angle to SN (°)	34.22 ± 3.73	35.00 ± 3.68	0.509
Duration of interarch elastics (month)	3.05 ± 2.79	4.87 ± 3.76	0.081
Negative patient's cooperation chart entry (n)	1.59 ± 1.55	3.80 ± 3.19	0.011

p-value from Mann-Whitney U test
SD = standard deviation, SNA = sella-nasion to A point angle, SNB = sella-nasion to B point angle, ANB = A point to B point angle, U1 = root apex of upper incisor-incisor superius line, SN = plane from the center of sella to nasion, IMPA = incisor-mandibular plane angle

4. 고정식 교정장치 사용에 따른 변수 및 치료기간의 비교

전치부 반대교합의 개선 이후 가철식 장치만을 사용하여 마무리한 환자군과 추가로 영구 절치에 고정식 장치를 부착한 환자군의 차이를 살펴보았다. 고정식 교정장치를 추가로 사용한 환자는 총 15명(26.8%)이었으며, 평균 연령은 고정식 교정장치를 사용하지 않은 경우가 8.65 ± 1.15세, 고정식 교정장치를 사용한 경우가 9.02 ± 0.96세로 고정식 장치를 사용한 환자의 연령이 더 높았지만 유의성은 없었다(Table 6, *p* = 0.120). 이 외에도 OJ, OB, SNA, SNB, ANB, U1 to SN, IMPA, mandible plane angle 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. Ⅲ급 고무줄을 장착한 개월 수는 가철식 장치만을 사용한 환자군에서는 3.05 ± 2.79개월

이었고, 고정식 장치를 추가로 사용한 환자군에서는 4.87 ± 3.76개월로 보다 길었지만 유의한 차이는 아니었다(*p* = 0.081). 환자의 협조도가 불량하다고 기록된 횟수는 가철식 장치만을 사용한 환자군에서는 1.59 ± 1.55회였고, 고정식 장치를 추가로 사용한 환자군에서는 3.80 ± 3.19회로 통계적 유의성이 있었다(*p* = 0.011).

치료기간을 비교해 보면 영구 절치에 고정식 교정장치를 추가로 부착한 경우 OTB와 COAC에 더 긴 시간이 소요된 것으로 나타났다. 총 치료기간은 가철식 장치만 사용한 경우가 18.51 ± 8.23개월인데 비해, 고정식 장치까지 사용한 경우가 30.67 ± 12.63개월로 고정식 교정장치를 추가로 사용 시 12.16개월이 더 소요되었다(Table 7).

Table 7. Comparison of treatment duration by the use of fixed appliance

Treatment duration (months)	Removable appliance only (N=41) Mean ± SD	Additional fixed appliance (N=15) Mean ± SD	Total (N=56) Mean ± SD
Start - OTB	3.20 ± 2.50	3.60 ± 2.41	3.31 ± 2.42
OTB - COAC	1.71 ± 2.34	2.40 ± 2.92	1.90 ± 2.39
Start - COAC	5.20 ± 3.12	6.20 ± 3.80	5.46 ± 3.28
Total treatment period	18.51 ± 8.23	30.67 ± 12.63	21.79 ± 10.73

SD = standard deviation, N = number of patients, OTB = over the bite, COAC = correction of anterior crossbite

IV. 총괄 및 고찰

Ⅲ급 부정교합을 방지할 경우 반대교합의 치열관계가 나빠질 뿐만 아니라 하악전돌증상이 심화되어 턱수술을 받아야 하는 상황까지 진행될 수 있다[5-7]. 따라서, 이를 악정형적 성장치료 장치로 개선하고자 하는 시도가 있어왔으며 성장치료 효과를 극대화하고자 사춘기 최대성장시기를 이용하는 것을 권장하였다[8-10].

그러나, 연구결과 9세 이전에 Ⅲ급 부정교합을 개선하는 것이 보다 효과적인 것으로 보고된 바 있다[11-13]. 본 연구의 교정치료 시작 연령은 7.0 - 11.7세 범주로 혼합치열기였으며, 치료의 시작 연령은 평균 8.75세로 7 - 9세가 전체의 83.9%를 차지하였다. 수직성장을 이용하는 본 연구의 대부분의 환자 대상이 혼합치열기 초반으로 사춘기 최대성장기를 이용하여 Ⅲ급 부정교합을 치료하려는 과거의 악정형장치의 치료시기보다 훨씬 이른다. 결과적으로 대부분의 치료는 성공적으로 빠르게 치료될 수 있었으나, 이는 얼굴의 수직성장을 이용하려면 하악골의 절대적인 크기값이 크지 않아야 함을 의미하며, 하악골이 현저히 돌출되는 사춘기에 시작하면 수직성장을 이용한 효과는 별로 얻을 수 없다고도 할 수 있다. 따라서, 환자선택 시 하악골이 너무 크거나, mandibular plane angle이 이미 크다면 수직성장을 이용한 치료의 대상이 되지 못한다고 할 수 있다.

Toffel 등[2]은 Ⅲ급 부정교합의 주 증상인 전치부 반대교합은 영구치열기 보다는 초기 혼합치열기에 교정 치료를 시작하는 경우가 보다 바람직하다고 하였다. 이 연구에서 혼합치열기 환자군 내에서 교정치료의 시작 연령이 치료기간에 유의한 영향을 주지는 않았으나, 교정치료의 개시 시기에 따른 치료 후의 골격적 영향을 확인하기 위해서는 보다 장기적인 연구가 필요하다.

반대교합의 조기 치료를 위한 여러 가지 장치들이 제시되었으며, Frankel functional regulator Ⅲ (FR Ⅲ), rapid palatal expansion (RPE), head gear, face mask, chin cup 등이 이에 해당한다[4].

Borrie와 Bearn[14]은 기능성 장치인 FR Ⅲ를 이용한 치료에서

반대교합 개선까지 2 - 15개월이 소요되었다고 밝혔다. FR Ⅲ는 구강내에 장착하지만 본 연구에서 사용한 장치에 비해 보다 장시간 끼워야 하며, 부피가 크고, 저작기능이 불가능한데다가 정확한 발음을 하기 어려운 단점이 있다.

RPE 장치는 상악골을 빠르게 악정형적으로 확장하나 고정식으로 환자가 임의로 제거할 수 없는 단점이 있으며, 나사를 돌리는 기간에는 다소간의 통증이 동반된다.

Headgear나 facemask, chincup을 사용할 때는 14시간 이상 최대한 많이 장착할 필요가 있고, 구외로 장착하는 장치가 눈에 띄어 환자가 외부에서 사회생활이 어려워 거부감이 큰 데다, 이에 따른 치료 협조도가 떨어질 경우 치료기간 및 예후에 크게 영향을 줄 수 있다. 본 연구에 이용된 구강내 가철식 장치는 12시간 이상만 착용해도 효과가 빠르게 나타났으며, 결과적으로 교정 시작일부터 OTB까지는 3.31개월, OTB부터 반대교합 개선까지는 1.90개월이 소요되어 대부분의 환자가 6개월 내외로 반대교합이 빠르게 개선되는 양상을 보여 그 치료효과가 수년이 소요되는 다른 장치들과 비교시 훨씬 우수한 것으로 나타났다.

이전의 연구에서 Wiedel와 Bondemark[15]는 가철식 장치를 사용한 전치부 반대교합의 치료기간이 평균 6.9개월이라고 밝혔으며 본 연구와 비교 시 약 1개월정도 길었으나 비슷한 수준으로 볼 수 있으며, 다른 구외 장치들 보다는 훨씬 치료기간이 짧았다.

본 연구를 이전의 다른 연구와 비교 시 부피가 작고 간단한 구강내 가철식 장치에 Ⅲ급 고무줄을 걸 수 있는 디자인을 추가하여, 구강외 장치에 비해 눈에 띄이지 않아 보다 심미적이며, 비교적 단시간 내에 효과적으로 반대교합을 개선하는 효과를 얻었다. 이 장치는 장착이 용이하여 소아청소년에게 적용하기 쉽고, 외출 시에도 착용할 수 있어 보다 높은 협조도를 얻을 수 있으며, 충분한 장착시간을 유도할 수 있어 결과적으로 수직성장을 이용한 반대교합 개선효과에 우수한 결과를 나타냈다.

Rabie와 Gu[16,17]는 고정식 교정장치인 '2 × 4 appliance'를

사용한 Ⅲ급 부정교합의 개선에 평균 5개월이 소요되었으며 추가로 토크 조절이나 절치 배열이 필요한 경우 7 - 8개월이 걸렸다고 하였고, 후속 연구에서는 평균 반대교합 개선 기간이 8.4개월이라고 보고하였다. 이는 구강내 가철식 장치를 이용한 본 연구에서의 치료기간 보다 약간 긴 기간이다.

치료기간과 연관이 있는 주요한 변수 중 하나는 환자 협조도였다. 가철식 장치는 부정교합을 교정하거나 치료 후 유지를 위해 널리 사용되어왔는데, 환자의 협조도는 치료의 효율성 및 성공 여부에 영향을 준다. 교정치료 시에 환자의 협조도가 치료기간을 지연시키는 주요한 원인이라고 밝혀진 바 있으며[18], Bichara 등[19]은 환자의 협조도가 Ⅲ급 부정교합 환자의 교정 치료기간 변화의 약 50%와 관련이 있다고 하였다. 환자의 협조도가 치료기간과 연관된다는 사실은 환자의 협조도에 따라 치료기간이 달라짐을 설명하고, 환자가 잘 따르도록 설득하는 것이 중요함을 알려준다. 특히 장착 초기 수개월 내에 반대교합 증상이 개선될 경우 환자와 보호자가 더욱 적극적으로 치료에 협력하는 상태로 유지할 수 있게 해준다. 임상적으로 본 가철식 장치의 이러한 초기 동기부여 요소는 성공적인 치료결과를 위해서도 도움이 된다.

본 연구에서 치료기간에 영향을 주는 또 다른 변수는, 치료 말기에 고정식 교정장치의 추가 여부다. 주된 문제점인 반대교합이 개선된 후에도 절치의 정중이개가 있었거나, 절치의 공간부족 혹은 배열이상, 절치의 치축각도에 이상이 있어 토크 조절이 필요한 경우, 협조도가 떨어져 가철식 장치만으로 마무리가 어려운 경우에 영구 절치에 고정식 교정장치를 부착하였다. 고정식 장치가 추가된 경우 치료종결까지 12.16개월이 더 소요되었다. 본 연구에서 고정식 장치를 추가한 환자의 평균 교정치료 시작 연령은 9.02세로 치료목표를 영구견치의 배열까지 연장하는 경우가 많았다고 볼 수 있으며 이는 치료기간이 길어지는 원인 요소로 보인다.

본 연구조사에서 한 가지 특이한 점은 반대교합의 개선기간과 OJ 및 OB의 심한 정도와는 통계학적 연관성이 없었다는 점이다. OJ와 OB는 임상 구강검사 시나 진단모형에서 쉽게 측정할 수 있다. OJ와 OB는 반대교합의 정도를 나타내고 이 수치로 반대교합의 개선 기간을 예측할 수 있다면, 치료계획이 보다 쉽고 정확할 수 있을 것이다. 수평피개량과 치료기간 사이의 연관성에 관하여 Ⅱ급 부정교합 환자군을 조사한 논문은 있지만[20,21] Ⅲ급 부정교합에서 피개량과 치료기간에 대한 연구는 아직 없었다.

상식적으로 반대교합의 심한 정도를 나타내는 OJ와 OB의 값이 나빠질수록 그 치료 기간이 길 것이라 예상할 수 있는데, 본 연구에서는 반대교합의 OJ와 OB의 정도와 치료기간 사이에 통계학적으로 유의한 관계는 없는 것으로 나타났다. 임상 경험자

의 의견에 따르면 OJ와 OB이 심한 경우이더라도 그 개선속도가 매우 빠르며, 대부분이 6개월 정도 경과하며 거의 대부분 증상이 개선되었다고 한다. 이는 OJ와 OB의 수치가 커서 그 증상이 심해도 치료장치의 개선 효과가 매우 빠르기 때문인 것으로 보인데, 그 이유가 PBB를 사용하여 교합걸림현상을 해결했기 때문인 것으로 보인다. 본 연구대상자들에게 상하악의 치열관계가 3 mm 이상의 심피개교합을 보이면 가철식장치를 제작시에 OB 두께만큼 PBB를 추가하였다. 비록 환자가 임상에서 초진시에 반대교합으로 깊게 물었더라도, 반대교합을 뛰어넘기 위해 설치한 PBB가 있는 장치를 끼우면 그 즉시 전치의 심피개교합이 없어졌다. 뿐만 아니라, PBB에 의해 하악골이 수직적으로 후하방 회전되면서 심해보이는 OJ도 급격히 감소하는 것을 보여주었다. PBB로 인해 OJ, OB이 감소된 상태로 3급 고무줄을 12시간 이상 끼우게 되면 심피개교합이 개선된 반대교합은 금방 해소되었으며, 그 이후는 매 내원시 마다 PBB를 1 - 2 mm씩 높이를 삭제하며 구치부의 맹출을 유도하였다. 성장기 아동에서는 치아의 맹출이 빠르게 나타나므로 치료기간이 짧은 이유는 여기에 있는 것으로 사료된다.

이 외에도 치료 시작 전에 알 수 있는 변수인 환자 정보, 진단 모형 분석 정보, 측모 두부 규격 방사선사진 분석 정보 중 치료기간에 유의하게 영향을 주는 변수는 없었다. 따라서 혼합 치열기의 Ⅲ급 부정교합의 치료는 환자의 치료 전 그 심각한 정도와는 관계없이 비교적 유사한 수개월의 짧은 치료기간이 소요되는 양상을 보였다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 9년간의 환자를 수집했음에도 불구하고 환자의 증상마다 다양한 장치를 선택하여 진행하였기 때문에, 본 연구에 분석된 환자는 총 56명에 불과하였다. 연구대상이 작았음에도 불구하고 본 연구에서 객관적으로 확인된 의미 있는 결론이 도출되기는 하였으나, 아직 수직성장을 이용한 Ⅲ급 부정교합을 치료에 대하여 모르는 것이 더 많은 상태이다. 따라서 추후 더 많은 증례보고와 분석연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 연세대학교 치과대학병원에서 수직성장을 촉진하기 위해 특별히 고안된 구강내 장치를 이용하였으므로, 이와 같은 장치로 혼합치열기 Ⅲ급 부정교합을 치료한 내용을 일반화하기에는 한계가 있다. 그러므로 다른 장치와 비교하는 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 혼합치열기 Ⅲ급 부정교합 환자에 대하여 수직성장을 이용한 수평적 개선효과를 유도하기 위해 임상적으로 고안된 구강내 가철식장치를 이용하여 치료 시, 그 실제적인 치료기간

을 확인하고, 치료기간과 연관된 유의성 있는 변수와 이에 따른 장치의 장단점을 확인하고자 하였다. 간단한 구강내 가철식 장치에 Ⅲ급 고무줄을 걸 수 있는 디자인을 추가하였으며, 이 장치는 수직성장을 촉진시키면서 Ⅲ급 부정교합을 6개월 이내에 빠르게 개선할 수 있었다. 치료기간이 연장되는 본 장치의 단점으로 “환자의 협조도 문제점”과 “고정식 교정장치의 추가”가 연관됨을 알 수 있었다. 임상적 정도와 증상이 매우 다양한 3급 부정교합은 환자의 상태를 진단한 술자의 선택에 따라 매우 다양한 치료장치를 적용할 수 있으므로 어느 특정 장치가 우위에 있다고 볼 수는 없다. 지금까지 구강내 가철식 장치로 해결이 안되어 보다 강력한 기능성 장치나 악형용 장치를 사용해왔는데, 수직적 성장을 촉진하여 수평적 문제점을 치료하는 기전을 가진 효과적인 가철식 장치의 디자인이 있기에, 그 효율성을 조사하여 보고하는 바이다.

References

- Hardy DK, Cubas YP, Orellana MF : Prevalence of angle class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Open J Epidemiol*, 2:75-82, 2012.
- Toffol LD, Pavoni C, Cozza P, *et al.* : Orthopedic treatment outcomes in Class III malocclusion: a systematic review. *Angle Orthod*, 78:561-573, 2008.
- McNamara JA Jr : A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod*, 86:449-469, 1984.
- Choi A, Choi BJ, Kim SO, *et al.* : Anterior crossbite correction in primary dentition using intraoral appliance and class III elastic. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 39:306-313, 2012.
- Gomes AS, Lima EM : Mandibular growth during adolescence. *Angle Orthod*, 76:786-790, 2006.
- Reyes BC, Baccetti T, McNamara JA Jr : An estimate of craniofacial growth in Class III malocclusion. *Angle Orthod*, 76:577-584, 2006.
- Jose Cherackal G, Thomas E, Prathap A : Combined Orthodontic and Surgical Approach in the Correction of a Class III Skeletal Malocclusion with Mandibular Prognathism and Vertical Maxillary Excess Using Bimaxillary Osteotomy. *Case Rep Dent*, 2013:797846, 2013.
- Flieger R, Matys J, Dominiak M : The best time for orthodontic treatment for Polish children based on skeletal age analysis in accordance to refund policy of the Polish National Health Fund (NFZ). *Adv Clin Exp Med*, 27:1377-1382, 2018.
- Cha KS : Skeletal changes of maxillary protraction in patients exhibiting skeletal class III malocclusion: a comparison of three skeletal maturation groups. *Angle Orthod*, 73:26-35, 2003.
- Kuc-Michalska M, Baccetti T : Duration of the pubertal peak in skeletal Class I and Class III subjects. *Angle Orthod*, 80:54-57, 2010.
- Wendl B, Muchitsch AP, Wendl T, *et al.* : Retrospective 25-year follow-up of treatment outcomes in angle Class III patients: early versus late treatment. *J Orofac Orthop*, 78:201-210, 2017.
- Baccetti T, Reyes BC, McNamara Jr JA : Craniofacial changes in Class III malocclusion as related to skeletal and dental maturation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 132:171.e1-171.e12, 2007.
- Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr : Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 118:404-413, 2000.
- Borrie F, Bearn D : Early correction of anterior crossbites: a systematic review. *J Orthod*, 38:175-184, 2011.
- Wiedel AP, Bondemark L : Fixed versus removable orthodontic appliances to correct anterior crossbite in the mixed dentition-a randomized controlled trial. *Eur J Orthod*, 37:123-127, 2015.
- Gu Y, Rabie AB, Hägg U : Treatment effects of simple fixed appliance and reverse headgear in correction of anterior crossbites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 117:691-699, 2000.
- Rabie AB, Gu Y : Management of pseudo Class III malocclusion in southern Chinese children. *Br Dent J*, 186:183-187, 1999.
- Skidmore KJ, Brook KJ, Thomson WM, Harding WJ : Factors influencing treatment time in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129:230-238, 2006.
- Bichara LM, Aragón ML, Brandão GA, Normando D : Factors influencing orthodontic treatment time for non-surgical Class III malocclusion. *J Appl Oral Sci*, 24:431-436, 2016.
- Popowich K, Nebbe B, Major PW, *et al.* : Predictors for Class II treatment duration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127:293-300, 2005.
- Fisher MA, Wenger RM, Hans MG : Pretreatment characteristics associated with orthodontic treatment duration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137:178-186, 2010.

국문초록

얼굴의 수직성장을 이용하여 Ⅲ급 부정교합을 치료하는 구강내 가철식 장치의 치료기간분석

송지혜 · 김성오 · 송제선 · 이제호 · 최형준

연세대학교 치과대학 소아치과학교실

본 연구의 목적은 혼합치열기 초기에 Ⅲ급 부정교합을 보이는 어린이에서 수직성장을 유도하는 Ⅲ급 고무줄을 걸 수 있도록 고안된 구강내 가철식장치를 사용하여 반대교합을 치료시, 그 구체적인 치료기간을 알아보고, 이에 영향을 주는 변수를 확인하는 것이다.

본 소아치과에 Ⅲ급 부정교합을 주소로 내원하여 구강내 가철식 장치로 치료를 완료한 56명의 환자를 대상으로 치료개시 연령, 치료기간 및 치료유형, 수평피개량, 수직피개량 등의 자료를 수집하였다.

환자군의 교정개시 연령은 8.75세이었고, 교합이 넘어갈때까지 3.31개월, 이후 정상 피개까지 1.90개월이 소요되어, 대부분이 개시 6개월 이내에 개선되었다. 전체 치료기간은 21.79개월이었고 환자의 협조도($p = 0.000$)와 고정식 교정장치의 여부($p = 0.032$)가 치료기간에 유의하게 영향을 주었다. 결론적으로 본 연구의 가철식장치는 수년간 장시간 장착하며 악정형력을 주는 구강외 장치에 비해서 그 치료기간이 6개월 이내로 짧으며, 혼합치열기 Ⅲ급 부정교합 어린이에서 효과적으로 이용할 수 있다.