

다양한 하악 이부 확장 패턴에 관한 연구

태기출^a · 강경화^b · 김경환^c

하악 이부 확장은 해부학적으로 가동성인 하악골에서 시행하는 견인골 신장술의 한 형태로 곡면화된 표면과 하악 과두, 좁은 치열궁 형태로 많은 제약을 받게 된다. 본 연구는 이러한 한계를 보완하기 위해 적용되는 다양한 형태의 이부 확장을 이해하기 위해 시도되었다. 골 절단선의 위치와 견인 장치의 위치를 다르게 하여, 각 6가지 군으로 구분한 후 이부 확장을 시행 하였다. 이부 확장은 견인기의 위치와 골 절단선의 형태에 따라 다르게 이루어지는 결과를 얻었다.

(주요 단어 : 하악 이부확장, 견인골 신장술, 견인기 위치, 골절단선)

서 론

최근 하악골 기형 치료에 견인골 신장술이 도입되어 하악지 신장과 이부 확장, 치조골 증대술에 이용되면서 기존의 치료 한계를 보완하는 결과들이 보고되고 있다.^{1,2} 하악지 신장은 수직신장과 전후방 신장, 경사 신장으로 구분되며, 이 치료법은 안모 비대칭 환자나 하악골 성장 결핍 환자에서 우수한 치료 방법으로 소개되었다.³⁻⁵ 치조골 증대술은 보철치료나 임플란트 같은 교합 재건시 무치악 부위의 광범위한 흡수가 이루어진 환자에서 시행되는 치료 술식이다.⁶⁻⁸ 이부확장은 하악 전치부나 구치부 횡적 성장이 결핍되었거나, 사고 후 하악골 비대칭을 보일 때 치아 및 악궁의 정상적 회복을 위해 이용되는 술식이다.⁹

견인골 신장술은 골 절단술을 시행한 후 일정한 치유 기간을 보낸 후 골을 신장하여 새로운 골과 연조직을 형성하는 과정이다.¹⁰ 이런 과정을 통해 결손된 조직을 재건하고 기능의 회복을 이룰 수 있다. 하악 이부 확장은 상악골 급속 구개 확장과 같은 원리에서 1990년 Guerrero에 의해 임상 보고가 이루어진 후 좁은 하악 확장을 위해 이용되었다.¹¹ 그 후 하악 이부 확장을 위한 견인장치로 구강내 견인장치가 주로 이용 된다.

하악 이부확장을 시행하는데 골 절단술의 형태, 견인장치의 위치, 교두 감합위, 악관절 상태, 치주 상태 등을 고려하여 시행한다.¹² 그러나 하악 이부확장은 해부학적으로 곡면화된 표면과 치아 위치, 악관절의 가동성등으로 견인장치의 위치가 어려울 뿐만 아니라 임상적으로 잘못된 치료 결과를 유도 할 수 있다.¹³ 따라서 골 절단선의 형태와 견인 장치 위치를 고려한 하악 이부 확장 벡터의 이해가 중요하다. Samchukov등이 컴퓨터 모델을 이용한 하악 이부 확장 실험은 하악체 길이 신장과 더불어 시행한 연구가 있었으나,¹⁴ 하악 이부만 횡적으로 단독으로 확장하는 경우 하악의 확장 양상을 이해 할 수 없었다.

따라서 본 연구는 하악 이부 확장을 위한 벡터 이해를 위해 시도 되었으며, 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

^a 부교수, ^b 조교수, ^c 전공의, 원광대학교 치과대학 교정학교실, 치의학연구소.

교신저자: 태기출

전북 익산시 신륵동 344-2

원광대학교 치과대학 교정학교실 / 063-850-6928

kkojji@wonkwang.ac.kr

원고접수일: 2004년 5월 18일 / 원고최종수정일: 2004년 9월 14일

/ 원고채택일: 2004년 9월 15일

* 본 연구는 2004년도 원광대학교 교내 연구비 지원을 받음

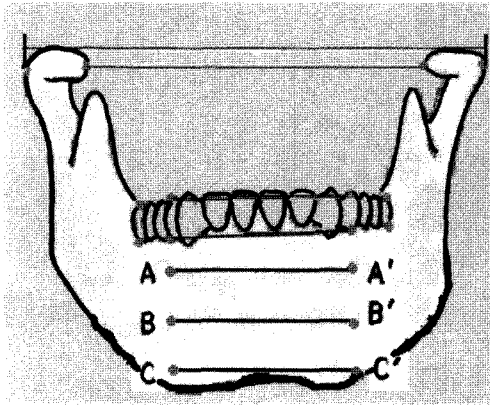


Fig 1. Landmarks on model. A, Upper 1/3 border point between the inferior point of cement-oenamel junction and the inferior border of mandibular body; B, middle 1/3 border point between the inferior point of cement-oenamel junction and the inferior border of mandibular body; C, inferior 1/3 border point between the inferior point of cement-oenamel junction and the inferior border of mandibular body.

연구 재료 및 방법

한국인 정상 성인의 하악골 모형을 기초로 레진 모형을 완성하여, 하악체 내측의 mylohyoid line을 따라 치과용 rubber을 부착하여 실험에 사용하였다. 견인장치는 Dentarum사의 확장용 screw (No. 600-302)를 사용하였으며, 위치는 협측과 설측으로 치아 또는 골체부에 부착하였다. 확장시 하악골의 좌우 편향을 방지하기 위해 교정용 호선으로 연결하여 안정성을 부가하였다.

측정 항목은 골격 부위 계측부위는 과두간 내외 극 (pole) 간 거리와, 제1소구치와 제2대구치의 협측 제일 하방 백아 법랑 경계부에서 수선으로 하악 하연 골체까지 3등분하고 상부1/3 경계점을 좌우 각 A-A'로, 중간 1/3 경계점을 B-B'로, 하방 1/3 경계점을 C-C'로 설정하여 거리를 계측하였다. 치아 부위는 제1소구치와 제2대구치의 과두간 거리, 협측 제일 하방백아 법랑 경계부간 거리를 계측하였다 (Fig 1). 초기 계측점 간 거리와 12번째 회전, 20번째 회전 후 계측점 간 거리를 2번 계측하여 평균값을 기술하였다.

실험 1군은 골 절단을 정중앙에서 직선으로 형성하였고, 견인 장치는 하악이부에 설측에서 평행하게 위

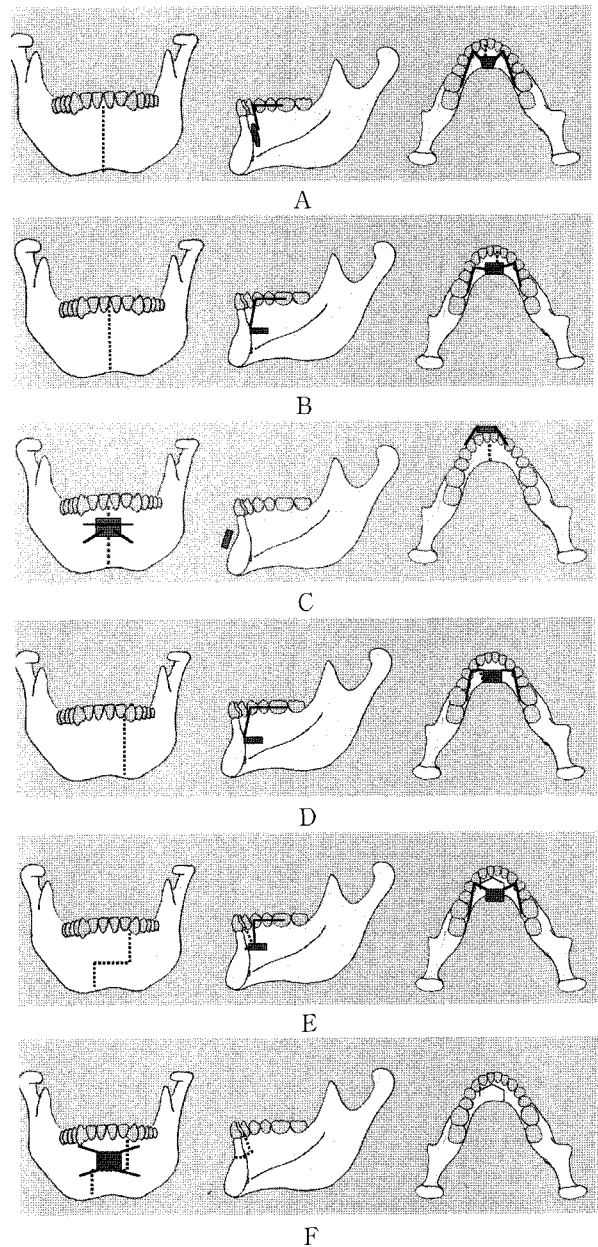


Fig 2. Classification of experimental group. A, Group 1; B, Group 2; C, Group 3; D, Group 4; E, Group 5; F, Group 6.

치하였다 (Fig 2-A). 실험 2군은 정중앙에서 골절단선을 형성하고 견인장치는 하악 이부 설측에 교합면에 평행하게 위치하였다 (Fig 2-B). 실험 3군은 정중앙에서 골절단선을 형성하고 견인장치는 하악 이부 협측에 평행하게 위치하였다 (Fig 2-C). 실험 4군은

Table 1. Measurements between landmarks in 1st group (mm)

		<i>No activation (T1)</i>	<i>12 turns</i>	<i>20 turns (T2)</i>	<i>T2-T1</i>
Intercondyle distance					
	Medial pole	84.40	89.20	92.06	7.66
	Lateral pole	121.90	126.04	129.28	7.38
Intertooth distance					
	1st bicuspid, Cusp tip	37.08	40.05	41.67	4.59
	1st bicuspid, CEJ	40.39	42.22	43.73	3.34
	2nd molar, Cusp tip	52.71	55.28	56.32	4.51
	2nd molar, CEJ	61.69	63.78	65.38	3.69
Intermandibular body distance					
	1st bicuspid, A-A'	41.20	43.10	43.58	2.38
	1st bicuspid, B-B'	46.06	46.70	47.57	1.51
	1st bicuspid, C-C'	50.37	50.72	50.81	0.44
	2nd molar, A-A'	73.02	74.31	75.65	2.63
	2nd molar, B-B'	80.01	80.40	81.32	1.31
	2nd molar, C-C'	81.17	81.63	81.81	0.54

Table 2. Measurements between landmarks in 2nd group (mm)

		<i>No activation (T1)</i>	<i>12 turns</i>	<i>20 turns (T2)</i>	<i>T2-T1</i>
Intercondyle distance					
	Medial pole	67.53	70.19	72.72	5.19
	Lateral pole	104.32	107.04	109.60	5.28
Intertooth distance					
	1st bicuspid, Cusp tip	40.01	42.56	44.10	4.49
	1st bicuspid, CEJ	42.88	44.32	46.65	3.77
	2nd molar, Cusp tip	49.67	51.55	53.45	3.78
	2nd molar, CEJ	58.20	59.31	60.49	2.29
Intermandibular body distance					
	1st bicuspid, A-A'	46.50	48.01	49.28	2.75
	1st bicuspid, B-B'	51.27	51.22	51.82	0.55
	1st bicuspid, C-C'	53.30	52.83	52.76	-0.54
	2nd molar, A-A'	70.13	70.69	71.10	0.97
	2nd molar, B-B'	76.90	76.95	77.37	0.47
	2nd molar, C-C'	78.89	78.21	76.87	-2.02

측절치와 견치 사이에서 수직으로 골 절단선을 형성하고 교합 평면에 평행하게 설측에 위치하였다 (Fig 2-D). 실험 5군은 편측에서 측절치와 견치 사이 상부 수직 골절단과 하악골체 중간 부위를 가로지르는 수평 골절단, 반대측 측절치와 견치 사이 하부 수직 골절단을 형성하였으며, 견인장치는 교합평면에 평행하게 설측에 위치하였다 (Fig 2-E). 실험 6군은 골절단선은 실험 5군과 같게 형성하고 견인 장치만 협측에 골내 고정하는 형태로 위치하였다 (Fig 2-F).

결 과

실험 1군

골격적으로 상하적인 확장 양은 상방이 하방보다 더 많이 확장되었고, 골격적으로 전방보다 후방에서 더 많은 확장을 보였다. 제1소구치와 제2대구치에서 교두점간 거리가 협측 제일 하방 백아 범랑 부위보다 더 많이 확장 하였다 (Table 1).

Table 3. Measurement between landmarks in 3rd group (mm)

		No activation (T1)	12 turns	20 turns (T2)	T2-T1
Intercondyle distance					
	Medial pole	72.64	71.24	69.32	-3.32
	Lateral pole	109.62	108.37	106.20	-3.32
Intertooth distance					
	1st bicuspid, Cusp tip	36.33	39.24	40.62	4.29
	1st bicuspid, CEJ	39.80	42.27	43.38	3.58
	2nd molar, Cusp tip	49.75	50.53	51.09	13.4
	2nd molar, CEJ	58.31	58.61	59.04	0.73
Intermandibular body distance					
	1st bicuspid, A-A'	44.10	46.46	47.54	3.44
	1st bicuspid, B-B'	49.06	50.79	51.80	2.74
	1st bicuspid, C-C'	50.68	51.55	52.08	1.40
	2nd molar, A-A'	70.46	70.55	70.60	0.14
	2nd molar, B-B'	77.36	77.04	77.01	-0.25
	2nd molar, C-C'	80.40	79.40	78.85	-1.55

Table 4. Measurements between landmarks in 4th group (mm)

		No activation (T1)	12 turns	20 turns (T2)	T2-T1
Intercondyle distance					
	Medial pole	78.09	85.01	89.17	10.06
	Lateral pole	115.37	122.21	126.58	11.21
Intertooth distance					
	1st bicuspid, Cusp tip	33.20	35.26	38.13	4.93
	1st bicuspid, CEJ	37.65	40.86	41.66	4.01
	2nd molar, Cusp tip	49.90	51.80	54.24	4.34
	2nd molar, CEJ	58.90	60.43	62.30	3.40
Intermandibular body distance					
	1st bicuspid, A-A'	39.88	42.15	43.64	3.76
	1st bicuspid, B-B'	46.26	47.24	47.90	3.64
	1st bicuspid, C-C'	50.68	50.84	51.60	0.92
	2nd molar, A-A'	71.50	74.00	75.46	3.96
	2nd molar, B-B'	78.74	81.09	81.67	1.93
	2nd molar, C-C'	82.40	82.77	82.90	0.50

실험 2군

골격적으로 하방보다는 상방이 더 많이 확장되는 V-shape 확장 형태를 보였고, 전후방적으로 제1소구치의 확장 양이 제2대구치 확장보다 많았다 (Table 2).

실험 3군

견인 장치가 확장됨에 따라 하악 과두간 거리가 감소하였고, 골격적으로 전방부 보다 후방부의 확장 양이 적었다. 제1소구치와 제2대구치의 교두간 거리가

백아 범랑 경계간 거리보다 더 확장되었고, 제2대구치부위보다 제1소구치에서 더 많이 확장 되었다 (Table 3).

실험 4군

하악 과두 확장 양이 하악 하연 확장 양 보다 더 많이 증가하여 상부로 올라갈수록 많은 확장되었고, 하악골 전방 보다 후방이 더 많은 확장을 보였다 (Table 4). 치열의 확장은 하악이부 정중선 기준으로 편측성 확장을 보였다.

Table 5. Measurements between landmarks in 5th group (mm)

		No activation (T1)	12 turns	20 turns (T2)	T2-T1
Intercondyle distance					
	Medial pole	79.38	83.73	88.67	9.29
	Lateral pole	117.04	121.01	126.05	90.01
Intertooth distance					
	1st bicuspid, Cusp tip	34.25	36.44	38.50	4.25
	1st bicuspid, CEJ	38.08	39.77	41.07	2.99
	2nd molar, Cusp tip	50.10	53.32	54.36	4.26
	2nd molar, CEJ	59.56	61.51	62.32	2.76
Intermandibular body distance					
	1st bicuspid, A-A'	40.56	41.16	42.13	2.07
	1st bicuspid, B-B'	45.55	46.05	46.76	1.21
	1st bicuspid, C-C'	49.12	49.11	49.23	0.12
	2nd molar, A-A'	71.22	72.94	73.22	2.00
	2nd molar, B-B'	78.84	79.49	80.12	1.28
	2nd molar, C-C'	81.21	81.40	81.35	0.15

Table 6. Measurements between landmarks in 6th group (mm)

		No activation (T1)	12 turns	20 turns (T2)	T2-T1
Intercondyle distance					
	Medial pole	73.45	74.55	74.93	1.49
	Lateral pole	111.02	111.90	112.41	1.39
Intertooth distance					
	1st bicuspid, Cusp tip	35.98	39.06	40.39	4.41
	1st bicuspid, CEJ	39.98	41.95	43.45	3.47
	2nd molar, Cusp tip	50.11	51.98	53.28	2.17
	2nd molar, CEJ	58.84	60.15	60.92	20.8
Intermandibular body distance					
	1st bicuspid, A-A'	43.85	45.70	47.09	3.24
	1st bicuspid, B-B'	49.07	50.25	51.62	2.55
	1st bicuspid, C-C'	51.40	51.72	51.63	0.23
	2nd molar, A-A'	70.52	71.59	72.17	1.65
	2nd molar, B-B'	77.40	78.31	77.88	0.48
	2nd molar, C-C'	80.63	80.20	79.77	-0.86

실험 5군

하악 기저부의 확장은 미미하게 이루어졌으며, 전후방적인 골격 확장은 비슷하였고, 하악과두 확장은 치열 확장보다 많이 이루어졌다. 치관 확장은 교두간 거리가 백아 법랑 경계간 거리 확장보다 많았으며, 제1소구치와 제2대구치간 전후방적 확장 차이는 크지 않았다 (Table 5). 특히 치열의 확장 양상은 비대칭적으로 이루어졌는데, 골 절단선이 편측으로 치우친 곳의 치열 확장이 더 많이 이루어졌다.

실험 6군

제1소구치 하방 하악 기저부가 제2대구치 하방 기저부보다 확장 양이 많았고, 하악과두 확장 양이 치열 확장 양보다 적게 이루어졌다. 제1소구치와 제2대구치 교두간 거리가 백아 법랑 경계부간 거리보다 더 확장되었으며, 전후방적으로 제1소구치에서 많이 확장되었다 (Table 6). 골 절단선이 편측으로 치우쳐진 곳의 치열 확장이 더 많이 이루어진 치열의 비대칭적 확장이 이루어졌다.

Table 7. Comparison of expansion patterns among the groups (mm)

T2-T1	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6
Intercondyle distance						
Medial pole	7.66	4.19	-3.32	10.06	9.29	1.49
Lateral pole	7.38	4.28	-3.32	11.21	9.01	1.39
Intertooth distance						
1st bicuspid, Cusp tip	4.59	4.49	4.29	4.25	4.25	4.41
1st bicuspid, CEJ	3.34	3.37	3.58	2.99	2.99	3.47
2nd molar, Cusp tip	4.51	3.78	1.34	4.26	4.26	2.17
2nd molar, CEJ	3.69	2.29	0.73	2.76	2.76	2.08
Intermandibular body distance						
1st bicuspid, A-A'	2.38	2.75	3.44	2.07	2.07	3.24
1st bicuspid, B-B'	1.51	0.55	2.74	1.21	1.21	2.55
1st bicuspid, C-C'	0.44	-0.54	1.4	0.12	0.12	0.23
2nd molar, A-A'	2.63	0.97	0.14	2.00	2.00	1.65
2nd molar, B-B'	1.31	0.47	-0.25	1.28	1.28	0.48
2nd molar, C-C'	0.54	-2.02	-1.55	0.15	0.15	-0.86

+: expansion; -: constriction

고찰

1905년 Codivilla가 골의 점차적 증대에 대한 논문을 발표한 이후 지난 100년은 견인골 신장술에 대한 실험 연구와 임상 연구가 진행되어, 골 길이 증가나 기형, 골 전위 이동 등에 이용되고 있다.¹⁶ 견인골 신장술 연구에서 생물학적 연구와 생역학적 연구 모두 중요하다. 생물학적 연구는 주로 골 신장 기간, 신장 리듬, 골 형성 패턴, 신장된 골의 석회화등의 연구가 진행되었고,¹⁷ 생역학적 연구로 골편을 재위치 시킨 후 골의 강도나 신장 패턴등의 연구가 진행되었다.¹⁸

하악골에서 견인골 신장술은 하악지와 하악체, 과두 경부에서 수직적, 전후방적 경사 방향으로 골 신장을 시행해 왔으며, 1990년대 초 Dr. Guerrero에 의해 하악 이부의 횡적 확대가 시행되었다. Samchukov등¹⁴이 실험한 모델은 하악체 길이 신장과 더불어 이루어진 실험으로 하악 이부 확장만 시행하는 경우 정확한 벡터 이해가 어렵다. 따라서 본 연구는 이부 횡적 확장에 저항하는 구조물을 부착하여, 전후방적-수직적-횡적 변화를 이해하고자 하였다.

하악 정중부의 횡적 확대는 해부학적으로 곡면화된 표면과 치아의 위치, 과두간 관계, 감염의 문제, 심미적인 문제 등을 고려하여 견인 장치의 위치와 종류를 선택한다. 이러한 하악 정중부 확대는 견인 장치의 위치와 골 절단선의 형태, 저작 근육의 저항도, 교합 간섭등이 중요한 변수이다.¹³

이부 확장을 위한 구내 견인장치는 순측과 설측에

위치할 수 있고, 치아 의존형 (tooth-borne), 골 의존형 (bone-borne), 혼합형 (hybrid) 등 3가지 유형으로 분류 할 수 있다. 치아 의존형은 자정 작용이 우수하나, 하부 하악골체의 확장이 치열 확장 만큼 이루어지지 않는 한계가 있다. 골 의존형 장치는 하악골체의 횡적 확장을 위해서 가장 적절한 장치이나, 견인 장치가 점막을 관통하여 골면과 접촉하여 감염의 우려가 있으며, 자정 작용에 어려움을 주게 된다. 혼합형은 치열과 하부 하악 골체의 동일한 확장을 위해서 고안되었고, 골 의존형과 같은 감염 위험이 존재하며, 순측 접근 형태로만 임상에 적용된다.

위치에 따른 확장 양상의 차이는 순측 골 의존형 견인장치는 과두의 확장이 적거나 감소하였으며 (Group 3, 6), 설측 치아 의존형 견인장치는 과두의 확장과 치열 확장을 유도하였다 (Group 1, 2, 4, 5). 따라서 견인 장치의 위치는 하악 과두의 확장을 위해서는 설측에 위치시키고, 하악 과두의 폭경을 유지하거나 감소시키기 위해서는 순측에 위치시키는 것이 고려된다 (Table 7).

설측에 견인장치를 하악 이부에 평행하게 위치하는 것 (Group 1) 과 교합 평면에 평행하게 위치하는 것 (Group 2) 의 이부 확장은 비슷하였는데, 상하적으로 치열의 확장이 하부 골체의 확장보다 큰 V-shape 확장을 보였고, 전후방적으로 제1소구치와 제2대구치의 확장은 비슷하였다. 임상적으로 하악 이부에 설측으로 견인장치를 평행하게 위치시키면 구강내 이물감이 적지만, 설측면에 torus같은 해부학적 장애물이 있으면 교합면에 평행하게 위치 시켜야 한다.

편측성 골절단선의 이부확장은 (Group 4,5,6) 치열과 하부 하악골체의 확장 양상이 좌우 다르게 나타났다. 따라서 임상적으로 편측성 하악 치열과 골체부의 확장이 필요하면 골 절단선의 편측 위치가 고려된다.

이부 확장시 과두 회전 양상에 대해 Samchukov 등¹⁴은 3 mm 확장 시 1.02회전되는 것으로 보고하였다. 본 실험에서 정확한 과두 회전 양상을 알 수 없었으나 확장과 더불어 과두 회전이 발생하는 것으로 추론할 수 있었다. 이와 같은 하악 과두의 회전에 대해 많은 양 확장이 이루어지면 퇴행성 관절 변화를 일으킬 수 보고가 있었으나,¹² 임상 연구에서 하악 과두나 하악지 확장, 퇴행성 과두 변성등은 보고되지 않았다.^{20,21} 이러한 결과와는 하악골 후방부에 위치하는 연조직과 근신경계 조직이 하악골 후방부 및 측두 하악 관절의 위치 조절에 중요한 변수로 추측된다. 그러나 과두의 회전 축 유무와 디스크의 변화, 어느 정도 확장 시 과두의 퇴행적 변화가 발생하는지 실험적 연구가 필요하다.

임상적으로 상하악 대합치간 교두 간섭이 심한 경우, 견인 장치의 위치 및 신생골 형성에 방해가 될 수 있으므로 상악 치열에 bite plate 같은 장치는 상하악 확장이 동시에 진행될 때 교두 간섭을 줄여 줄 수 있다.²¹

본 연구는 구강 주위의 근육 환경과 인대 환경 등 연조직 요소가 부여되지 못한 상황에서 골절단선과 견인장치의 위치에 따른 하악 확장 패턴을 알아보기 위해 시도한 실험이다. 따라서 향후 좀더 정교한 구강 상황을 재현한 3D 유한요소 연구나 동물 실험, 인체에서 임상 연구 같은 추가적인 연구가 필요하다.

결 론

하악 이부 확장은 해부학적으로 곡면화된 표면과 치아의 위치, 신경-혈관계의 위치, 과두간 관계, 감염, 심미적인 문제를 고려하여 골 절단선 및 견인 장치를 위치하게 된다. 이부 확장은 골 절단선의 위치와 견인 장치의 위치에 따라 다양한 형태의 유도할 수 있다. 이 연구는 여러 형태로 이루어지는 하악 이부 확장 양상을 이해하기 위해 시도 되었다. 따라서 다양한 이부 확장의 벡터를 이해하면 임상적으로 불필요한 발치와 사고 후 하악골 재건하는데 유용한 치료 지침을 제시하리라 본다.

참 고 문 헌

- Molina F, Ortiz Monasterio F. Mandibular elongation and remodeling by distraction: Farewell to major osteotomies. *Plast Reconstr Surg* 1995;96:825-410, 841-2.
- McCarthy JG. Distraction of the craniofacial skeleton. Springer 1999; 219-48.
- 태기출, 강경화, 이수행, 유석근. 견인골 신장술을 이용한 안모 비대칭 환자 치험례. *대치교정지*. 2003;33:391-8.
- Snyder CC, Levine GA, Swanson HM, Browne EZ Jr. Mandibular lengthening by gradual distraction. Preliminary report. *Plastic Reconstr Surg* 1973;51:506-8.
- McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 1992;89:1-10.
- Hidding J, Lazar F, Zoller JE. Vertical distraction of alveolar process: A new technique for reconstructing the alveolar ridge. *Craniofacial distraction osteogenesis*. St Louis: Mosby; 2001
- Chin M. Alveolar distraction osteogenesis with endosseous devices in 175 cases. In 3rd International congress on cranial and facial bone distraction process. Bologna, Italy. 2001.
- Block MS, Chang A, Grawford C. Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:309-14.
- 태기출, 강경화. 사고에 의해 하악골 폭경이 붕괴된 환자에서 견인골 신장술. *대치교정지*. 2003;33:85-90.
- Iizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop* 1989;239:263-85.
- Guerrero CA, Contasti G. Transverse mandibular deficiency. In Bell WH, editor. *Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery*. Philadelphia: WB Saunders; 1992, p.2383-97.
- Del Santo M Jr, Guerrero CA, Buschang PH, English JD, Samchukov ML, Bell WH. Long-term skeletal and dental effects of mandibular symphyseal distraction osteogenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:485-93.
- Guerrero CA, Bell WH, Contasti GI, Rodriguez AM. Mandibular widening by intraoral distraction osteogenesis. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1997;35:383-92.
- Samchukov ML, Cope JB, Harper RP, Ross JD. Biomechanical considerations of mandibular lengthening and widening by gradual distraction using a computer model. *J Oral Maxillofac Surg* 1998;56:51-9.
- Gonzalez M, Bell WH, Guerrero PH, Buschang CA, Samchukov ML. Positional changes and stability of bone segments during simultaneous bilateral mandibular lengthening and widening by distraction. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2001;39:169-78.
- Codivilla A. On the means of lengthening in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. 1094. *Clin Orthop* 1994;301:4-9.
- Swennen G, Schliephake H, Dempf R, Schierle H, Maleves C. Craniofacial distraction osteogenesis: A review of the literature. Part 1 Clinical studies. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2001;30:89-103.
- Swennen G, Dempf R, Schliephake H. Craniofacial distraction osteogenesis: A review of the literature. Part 2 Experimental studies. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002;31:123-35.
- 태기출, 오승환, 민승기. 견인골 신장술을 이용한 하악 정중부 확대 치험례. *대치교정지* 2001;31:499-504.
- Braun S, Bottrel A, Legan HL. Condylar displacement related to mandibular symphyseal distraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:162-5.
- King JW, Wallace JC. Unilateral Brodie bite treated with distraction osteogenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:500-9.

1. Molina F, Ortiz Monasterio F. Mandibular elongation and remodeling by distraction: Farewell to major osteotomies. *Plast Reconstr Surg*

- ORIGINAL ARTICLE -

Biomechanics in various mandibular widening procedures

Ki-Chul Tae, DDS, MSD, PhD,^a Kyung-Hwa Kang, DDS, MSD, PhD,^b Kyung-Hwan Kim, DDS, MSD^c

Mandibular widening is one method of mandibular distraction osteogenesis, which has anatomic limitations such as curved surface, mandibular condyle and narrow arch. The purpose of this study was to understand the biomechanics of various mandibular widening procedures. Experimental models consisted of 6 groups according to different osteotomy lines and distractor positions. The results of this study showed different expansion patterns, which meant the need for proper approaches in mandibular widening.

Korean J Orthod 2005;35(1):82-9

※ **Key words:** Mandibular widening, Distraction osteogenesis, Biomechanics

^a Associate Professor, ^b Assistant Professor, ^c Resident, Department of Orthodontics, Dental Institute, College of Dentistry, Wonkwang University

Reprint requests: **Ki-Chul Tae**

Department of Orthodontics, Dental Institute, College of Dentistry, Wonkwang University, 344-2 Iksan, Jeonbuk, Korea
+82 63 850 6928

kkoggi@wonkwang.ac.kr

Received May 18, 2004; Last Revision September 14, 2004; Accepted September 15, 2004