

Original Article

Evaluation of the Pressure of the Tongue, Lips, and Cheeks in Patients with Myofunctional Therapy and Appliance

Minah Sung, Myeongkwan Jih, Nanyoung Lee

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republic of Korea

Abstract

The purpose of this study was to compare the values of tongue pressure (TP), lip closing pressure (LCP), right buccal pressure (RBP), and left buccal pressure (LBP) and check the intraoral muscle imbalance and observe the changed values according to the myofunctional therapy (MFT) period. The MFT with a prefabricated appliance was performed on patients with certain muscular dysfunctions due to oral habits. And the improvement of perioral muscles was evaluated using a balloon-based pressure measurement. The group consisted of 21 patients with oral habits such as chronic mouth breathing, finger sucking, lip sucking, tongue thrusting, and atypical swallowing habits. When comparing the two groups before treatment, there was a significant difference in TP and LCP values. The TP increased the most in the first month since the start of myofunctional therapy, and the LCP increased the most between 3 and 6 months after treatment began. The values of TP, LCP, RBP, and LBP in the control group measured before treatment were very similar to the results of the experimental group 6 months after the myofunctional therapy. When the MFT was steadily performed, it was possible to observe a noticeable increase in the tongue and lip closing pressure. At least 6 months of myofunctional therapy is recommended for patients with intraoral muscle imbalance due to oral habits. [J Korean Acad Pediatr Dent 2023;50(1):13-23]

ORCID

Minah Sung

<https://orcid.org/0000-0003-4209-8037>

Myeongkwan Jih

<https://orcid.org/0000-0001-9579-076X>

Nanyoung Lee

<https://orcid.org/0000-0002-4738-9389>

Article history

Received September 2, 2022

Revised October 12, 2022

Accepted October 18, 2022

© 2023 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.

Keywords

Oral habits, Myofunctional therapy, Tongue pressure, Lip pressure, Buccal pressure

서론

악골의 성장 및 발달은 유전적 요인과 환경적 요인의 영향을 받는다. 치열 및 악골은 근육으로 둘러싸여 있으며 항상 주변 근육의 영향을 받기 때문에 구강 근육의 불균형은 부

Corresponding author: Nanyoung Lee

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chosun University, 309 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju 61452, Republic of Korea

Tel: +82-62-220-3860 / Fax: +82-62-225-8240 / E-mail: nandent@chosun.ac.kr

Funding information

This study was supported by research fund from Chosun University Dental Hospital, 2023.

정교합을 유발하는 환경인자로 작용한다. 이러한 사실은 악안면 성장을 주도하는 것이 연조직이라는 Moss의 기능모체설(functional matrix theory)로 뒷받침 된다. Angle[1]은 연조직의 환경이 부정교합을 유발하고 치료 후에도 연조직의 영향으로 부정교합이 재발할 수 있다고 하였다. 이외 다수의 연구들에서도 구강 근육의 기능과 치열 사이의 상호 관계 중요성을 강조하였다[2,3].

다양한 구강 근육 중에서도 호흡, 저작, 연하와 관련된 근육들은 주로 혀, 입술, 볼과 연관 되어있다. 혀의 거상은 저작, 연하, 발음에 있어서 필수적인 운동이다. 구륵근(orbicularis oris muscle)과 협근(buccinator muscle)은 구강 폐쇄와 구강내 식괴 형성 및 연하를 돕는다. 또한 안정 시 혀와 협근기전(buccinator mechanism)사이의 균형이 깨지게 되면 부정교합이 유발된다[4,5]. 만성적인 구호흡(chronic mouth breathing), 손가락 빨기(finger sucking), 입술 빨기(lip sucking), 혀 내밀기(tongue thrusting), 잘못된 연하 습관과 같은 구강 악습관이 지속될 경우 근육 불균형이 발생하고 결과적으로 전치부 개방교합, 구순 폐쇄 부전, 구호흡, 상악 치아의 전방 돌출, 저위설, 좁은 상악궁, 편저작, 발음 불량, 표정근 처짐, 이중턱 등을 유발하여 정상적인 악안면 성장을 방해한다[6,7]. 따라서 상악 안면부 성장이 활발한 나이일수록 정상적인 악골 발달을 위해 구강 악습관을 개선하고 안정 시 입술, 혀, 볼이 올바른 위치에서 균형을 이룰 수 있도록 해야 한다.

Graber[8]는 습관 중단 장치만 사용하여 개방 교합을 치료하였고 단기간의 치료 성공률을 92%라고 소개했으나 장치 제거 후 많은 환자들에서 재발의 징후를 확인하였다. 이러한 사실을 바탕으로 안정 시 입술, 혀, 볼의 위치와 균형에 대한 중요성을 인식할 수 있었다. 구강 근육의 기능을 평가할 수 있는 방법으로는 근전도 검사(electromyographic evaluation)를 통한 근육의 활성을 측정하는 방법과 각 근육이 작용하는 부위의 압력을 측정하는 방법이 있다. 근전도 검사의 경우 측정 부위를 세분화하여 측정할 수 있다는 장점이 있으나 진료실에서 간편하게 사용하기에는 어려움이 있다. JMS device (JMS Co., Tokyo, Japan)와 IOPI (IOPI Medical, Redmond, WA, USA)와 같은 근육의 압력을 측정하는 장비의 경우 이동이 가능하고 간편한 방법으로 측정을 시행할 수 있다. 이 연구에서는 구강 불균형을 확인하기 위해 구강 악습관이 있는 환자들을 대상으로 입술, 혀, 볼의 최대 압력을 측정하였고 대조군의 측정값과 비교하였다. 혀의 평균 압력이 상대적으로 낮을 경우 구강

안쪽보다 바깥쪽의 힘이 강하게 작용할 것이고 입술의 압력이 낮을 경우 상악 전치부에 작용하는 구강 바깥쪽의 힘이 감소될 것이며 볼의 압력이 상대적으로 낮을 경우 구강 바깥쪽보다 안쪽의 힘이 과도하게 치열에 영향을 미칠 것으로 판단했기 때문이다. 이후 구강 근육 불균형이 관찰되는 환자들을 대상으로 근 기능 훈련을 시행하였고 주기적으로 근 기능 향상 정도를 평가하였다.

현재 국내에는 구강 기능 저하를 보이는 고령층을 대상으로 시행한 섭식, 연하, 재활 훈련에 따른 구강 기능 향상을 측정한 연구만 존재한다[9,10]. Park 등[11]의 연구에 따르면 연하장애가 있는 뇌졸중 환자들을 대상으로 근 기능 치료를 6주간 시행한 뒤 IOPI 장비를 사용하여 최대 근력을 측정할 결과 혀, 입술, 볼의 근력에서 유의미한 상승을 확인할 수 있었다. 하지만 소아 청소년 환자를 대상으로 근 기능 치료 후 향상 정도를 측정하는 연구는 거의 찾을 수 없었다. 근 기능 치료의 경우 즉각적인 변화가 나타나지 않기 때문에 환자와 술자 모두 치료의 진행 상황을 확인하는 데 어려움이 있다. 장비를 이용하여 주기적으로 근 기능 향상 정도를 측정하고 객관적인 수치로 비교하면 환자와 술자 모두 현재의 상태 및 진행 상황을 더 쉽게 이해할 수 있다. 이 연구는 구강 내 근육 불균형이 나타나는 환자들을 대상으로 근 기능 치료를 시행하고 치료 기간에 따른 변화를 객관적 수치로 비교 분석하기 위해 시행되었다.

연구 재료 및 방법

이 연구는 조선대학교 치과병원 임상 연구 윤리 위원회 (Institutional Review Board, IRB)의 승인 하에 시행되었다 (CUDHIRB-2105-003).

1. 연구 대상

이 연구는 2021년 10월부터 2022년 6월까지 조선대학교 치과병원 소아치과에 내원한 혼합 치열기 환자 중 구강 악습관이 한 가지 이상 존재하며 이로 인해 구순 폐쇄 부전, 상악 치아의 전방 돌출, 과개교합, 전치부 반대교합 등이 관찰되는 만 7세에서 14세 사이 소아청소년을 대상으로 시행하였다. 표본의 크기는 G Power software (Version 3.1.9.2, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Kiel, Schleswig-Holstein, Germany)를 이용하여 검정력 80%, 효과 크기 67%로 하였을

때 각 군당 최소 표본 수는 20으로 산출되었다.

최종 연구 대상자는 총 42명으로 I 군은 대조군, II 군은 실험군으로 설정하였다. I 군은 어떠한 구강 악습관도 관찰되지 않고 부정 교합 소견이 없는 소아 청소년으로 구성하였으며 나이와 성별은 II 군과 동일하게 선정하였다. II 군의 경우, 교정 치료 경험이 있거나 외상 병력이 있는 경우, 구강 악안면 기형이 있는 경우는 대상에서 제외하였다. 또한 근 기능 치료 시 협조가 불가능한 경우도 대상에서 제외하였다. 조사 대상의 연령 및 성별 분포는 다음과 같다(Table 1).

2. 연구 방법

1) 근 기능 훈련 및 장치

근 기능 훈련은 위치 인식(spot), 입 벌리고 다물기(open and close), 팝핑(popping), 혀 끌기(tongue drag), 윗입술 당기기(pulling the upper lips), 아랫입술 당기기(pulling the lower lips), 볼에 바람 넣기(monkey face), 메탈자 물기(holding a metal ruler), 버튼 풀(button pull), 펠코판다(pekopanda)등을 사용하였다. 근 기능 훈련과 동시에 기성 장치인 EF line (OrthoPlus Co. Ltd., Igny, France)을 사용하였다. 근 기능 훈련은 총 6개월 진행하였고 훈련 후 매일 보호자가 기록할 수 있는 체크리스트를 제공하였다. 내원 시마다 체크리스트를 통해 근 기능 훈련 진행 상태를 확인하였다. 장치는 제조사의 지침에 따라 낮에 적어도 1시간 이상, 밤에는 취침 시 계속 장치를 장착하도록 교육하였다.

2) 근 기능 측정 장비

JMS device (JMS Co., Tokyo, Japan)는 balloon based 압력 측정 장치로 크게 본체, probe, plastic pipe, balloon으로 구성되어 있다. 감염 방지를 위해 측정 시마다 새로운 probe를

장착했다(Fig. 1). 본 장치는 혀의 근력을 측정하기 위해 고안된 장비이나 입술과 볼의 근력 측정에도 사용 가능한 장비이다. 구강 내 근육을 사용하여 balloon을 압박하게 되면 본체 화면에 수치가 Kilopascals (kPa)로 표시된다. 또한 측정하는 동안 장비와 연결된 화면에 측정값이 그래프로 표시된다. 치료 전, 대조군인 I 군의 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 최대 압력을 측정하였고 실험군인 II 군의 경우 치료 전, 치료 시작 후 1개월, 3개월, 6개월이 되는 시점에 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 최대 압력을 측정하여 기록하였다.

3) 측정 방법

근 기능 측정 방법은 Clark 등[12]의 방법을 기반으로 시행하였다. 혀의 최대 압력 측정 시 대상자에게 상악 중절치와 하악 중절치로 probe의 단단한 plastic pipe 부위를 가볍게 물도록 지시하였다. 상, 하악 중절치로 pipe를 물게 되면 자연스럽게 balloon은 경구개 전방부에 위치하게 된다. 이후 혀를 이용하여 구개에 위치한 balloon을 압박하도록 지시하였다. 측정 도중 대상자의 중절치가 pipe에서 떨어지면 다시 측정하였다. 대상자의 이해를 돕기 위해 다음과 같이 설명하였다. “입천장에 있는 풍선을 혀로 세게 누르세요.” 측정 시 모습은 다음과 같다(Fig. 2). 입술의 최대 압력 측정 시에는 probe와 설압자를 사용하였다. 설압자 사이에 balloon을 위치시켜 입술의 힘이

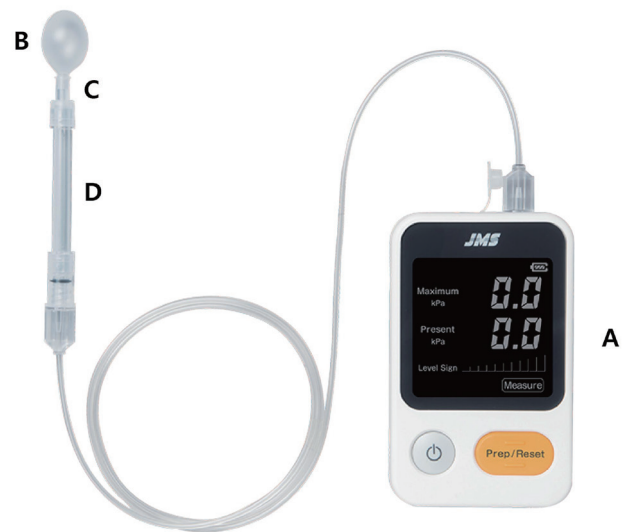


Fig. 1. A balloon-based pressure measurement: JMS device (JMS Co., Tokyo, Japan) (A) Digital tongue pressure measurement device, (B) Balloon with 18 mm width and 25 mm height, (C) Plastic pipe with 6 mm width and 25 mm height, (D) Disposable probe.

Table 1. The distribution of the study subjects by sex and age

Characteristic	Classification	Group I n (%)	Group II n (%)
Gender	Male	7 (33.3)	7 (33.3)
	Female	14 (66.7)	14 (66.7)
Age	7 - 9	9 (42.8)	9 (42.8)
	10 - 12	11 (52.4)	11 (52.4)
	13 - 14	1 (4.8)	1 (4.8)
Total		21 (100)	21 (100)

고르게 분포될 수 있도록 하였다. 측정 시 동일한 조건을 위해 150 × 19 × 1.6 mm 크기의 일회용 설압자를 사용하였다. 측정하는 동안 환자의 상, 하악 치아가 떨어지지 않도록 주의해야 하며 측정 시 치아에 의해 balloon에 압박이 가해진 경우 다시 측정하였다. 환자의 이해를 돕기 위해 다음과 같이 설명하였다. “입술 사이에 있는 풍선을 입술만 사용해서 세계 누르세요.” 측정 시 모습은 다음과 같다(Fig. 3). 마지막으로 볼의 최대 압력 측정은 대상자는 안정위 교합을 유지한 상태에서 연구자가 balloon을 구치부의 협측면과 볼 사이에 위치시키고 대상자에게 볼의 힘을 이용하여 balloon을 압박하도록 지시하였다. 이해를 돕기 위해 “풍선을 치아와 볼 사이에 넣을 테니 볼에 힘을 줘서 풍선을 눌러 보세요.”라고 지시하였다. 측정 시 의자에서 허리를 펴고 바닥과 Frankfort horizontal (FH) plane이 평행한 자세에서 시행하였다. 각 부위마다 3회 측정하였고 한 번 측정을 시행한 후 근 피로도를 고려하여 30초 간의 휴식 시간을 가졌다[13]. 동일 부위 3회 측정 후 평균값을 연구에 활용하였다[9,14]. 측정 전 대상자가 측정 방법에 대해 숙지할 수 있도록 연습을 시행하였다.

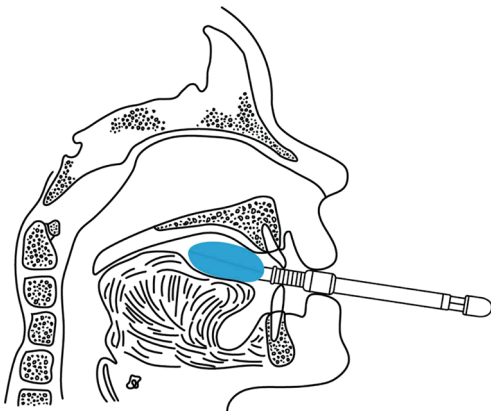


Fig. 2. Schematic illustration of the tongue pressure measurement.

4) 통계 분석 방법

조사된 자료는 SPSS (Version 26.0, IBM, Chicago, IL, USA)와 Excel 2016 (Microsoft, Redmond, WA, USA)를 사용하여 분석하였다. 치료 전 I 군과 II군의 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 평균 측정값 간의 유의성을 확인하기 위하여 Student’s t-test을 시행하였으며, Pearson’s correlation test를 시행하여 각 변수 간 관련성을 확인하였다. 각 치료 시기에 따른 측정값의 변화를 비교하기 위해 Paired t-test를 사용하여 분석하였다. 치료 전, 후 가장 큰 변화가 나타난 측정값을 조사하기 위해 Standardized mean difference를 사용하였다.

연구 성적

1. 치료 전 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 측정값 비교

장치를 동반한 근 기능 치료를 시작하기 전에 측정한 값은 다음과 같다(Table 2). 두 그룹의 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 평균 측정값을 비교하였다. I 군과 II 군 간의 치료 전 우측 볼과

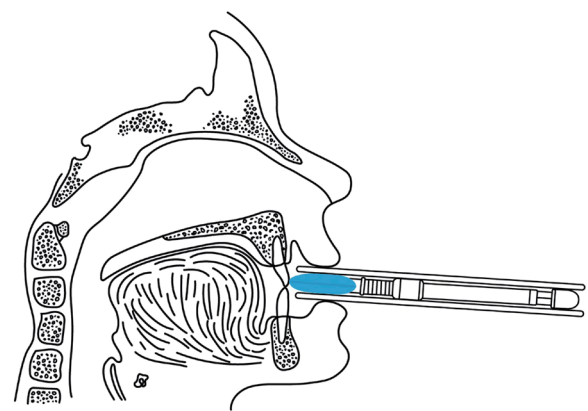


Fig. 3. Schematic illustration of the lip closing pressure measurement.

Table 2. Pre-treatment comparison between the two groups

Variables	Group I (kPa)	Group II (kPa)	Mean Difference (95% CI, kPa)	p-value
TP	38.26 ± 5.10	22.76 ± 7.24	15.50 (11.59-19.41)	< 0.0001
LCP	7.58 ± 1.08	4.0 ± 1.44	3.58 (2.78-4.37)	< 0.0001
RBP	14.59 ± 2.21	12.91 ± 2.44	1.68 (0.22-3.13)	0.025
LBP	14.26 ± 2.09	13.16 ± 2.74	1.10 (-0.42-2.61)	0.152

All values are mean ± standard deviation.

p-value from Student’s t-test.

TP: tongue pressure; LCP: lip closing pressure; RBP: right buccal pressure; LBP: left buccal pressure; CI: confidence interval.

좌측 볼의 유의한 차이는 없었다. 반면 혀와 입술의 경우에는 유의미한 차이가 있었다($p < 0.0001$).

2. 치료 시작 후 부위별 측정값의 변화 양상 비교

치료 시작 후 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 측정값 변화 양상을 관찰하기 위해 치료 시작 전, 시작 1개월 후, 3개월 후, 6개월 후 각각의 값을 측정하였고 각 측정값 사이의 변화량은 다음과 같다(Table 3, Fig. 4). 혀 측정값의 경우 치료 시작 직후에서 1개월 사이에 가장 큰 폭으로 증가했다. 반면 입술의 측정값은 치료 시작 후 3개월에서 6개월 사이에 가장 큰 폭으로 증가했다.

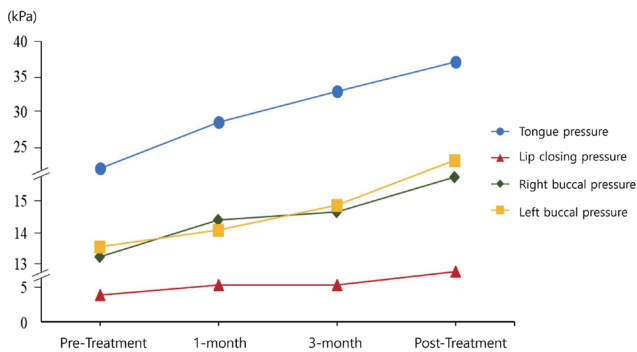


Fig. 4. The value of TP increased the most during the first month after myofunctional therapy. LCP value increased the most between 3 and 6 months after treatment began.

3. 치료 전, 후의 측정값 변화량 비교

치료 시작 전 측정된 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 압력 값과 모형상에서 측정된 견치간 너비, 대구치간 너비를 치료 후 측정값과 비교하였다(Table 4). 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 측정값 모두 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$). 반면 견치간 너비, 대구치간 너비에서는 유의한 차이가 없었다. 각 부위의 측정값 범위가 상이하므로 Standardized mean difference로 비교한 결과 가장 큰 폭으로 상승한 측정값은 입술의 측정값이었다.

4. 부위 별 측정값 간의 상관 분석

치료 전 측정된 값 간의 상관관계를 분석하였다. 변수 간 유의한 연관성을 보이는 것은 혀와 입술, 우측 볼과 좌측 볼이었다. 이외의 변수 간 유의한 연관성을 보이는 값은 없었다. 치료 후 측정된 값 간의 상관관계를 분석한 결과, 치료 전과 동일하게 혀와 입술의 측정값 사이에서 유의한 연관성이 나타났다. 입술의 측정값이 높아질수록 혀의 측정값도 높아지는 경향을 보였다(Fig. 5).

5. 대조군의 측정값과 치료 시작 6개월 후 실험군의 측정값 비교

치료 전에 측정된 I 군의 부위별 측정값과 치료 시작 후 6개월 후에 측정된 II 군의 부위별 측정값을 비교한 결과는 다음과 같았다(Table 5). 두 측정값 사이 유의미한 차이는 없었다.

Table 3. Comparison data of pressure measurements before, 1 month, 3 months, and 6 months after treatment in the Group II

	Pre (A)	1 month (B)	3 months (C)	Post (D)	Multiple testing					
					(B) - (A)		(C) - (B)		(D) - (C)	
					Mean difference (95% CI)	p-value	Mean difference (95% CI)	p-value	Mean difference (95% CI)	p-value
TP (kPa)	22.76 ± 7.24	28.49 ± 5.16	32.89 ± 5.52	37.10 ± 4.46	5.73	< 0.0001	4.40	< 0.0001	4.21	< 0.0001
LCP (kPa)	4.00 ± 1.44	5.32 ± 1.77	5.30 ± 1.99	7.16 ± 2.27	1.32	< 0.0001	-0.02	0.961	1.86	0.009
RBP (kPa)	12.91 ± 2.44	13.81 ± 2.84	14.01 ± 2.23	14.86 ± 2.38	0.90	0.034	0.20	0.589	0.85	0.003
LBP (kPa)	13.16 ± 2.74	13.56 ± 2.36	14.18 ± 2.21	15.26 ± 2.49	0.40	0.227	0.62	0.030	1.08	0.004

All values are mean ± standard deviation.

p-value from Paired t-test.

TP: tongue pressure; LCP: lip closing pressure; RBP: right buccal pressure; LBP: left buccal pressure; CI: confidence interval.

Table 4. Comparison of pre-treatment and post-treatment measurement values in Group II

Variables	Pre-treatment	Post-treatment	Standardized Mean Difference (95% CI)	p-value
TP (kPa)	22.76 ± 7.24	37.10 ± 4.46	0.78	< 0.0001
LCP (kPa)	4.00 ± 1.44	7.16 ± 2.27	0.81	< 0.0001
RBP (kPa)	12.91 ± 2.44	14.86 ± 2.38	0.34	< 0.0001
LBP (kPa)	13.16 ± 2.74	15.26 ± 2.49	0.22	< 0.0001
Mx intercanine width (mm)	33.87 ± 2.48	34.83 ± 2.63	0	0.002
Mn intercanine width (mm)	27.09 ± 2.68	27.59 ± 2.45	0	0.031
Mx bimolar width (mm)	41.33 ± 2.87	41.25 ± 2.73	0	0.780
Mn bimolar width (mm)	35.59 ± 3.82	36.03 ± 3.90	0	0.148

All values are mean ± standard deviation.

p-value from paired t-test.

TP: tongue pressure; LCP: lip closing pressure; RBP: right buccal pressure; LBP: left buccal pressure; CI: confidence interval.

Table 5. Comparison of the measured values of the Group I and II after 6 months

Variables	Group I	Group II	Mean Difference (95% CI)	p-value
TP (kPa)	38.26 ± 5.1	37.10 ± 4.46	1.15	0.441
LCP (kPa)	7.58 ± 1.08	7.16 ± 2.27	0.42	0.455
RBP (kPa)	14.59 ± 2.21	14.86 ± 2.38	-0.27	0.702
LBP (kPa)	14.26 ± 2.09	15.26 ± 2.49	-1.00	0.165

All values are mean ± standard deviation.

p-value from Student's t-test.

TP: tongue pressure; LCP: lip closing pressure; RBP: right buccal pressure; LBP: left buccal pressure; CI: confidence interval.

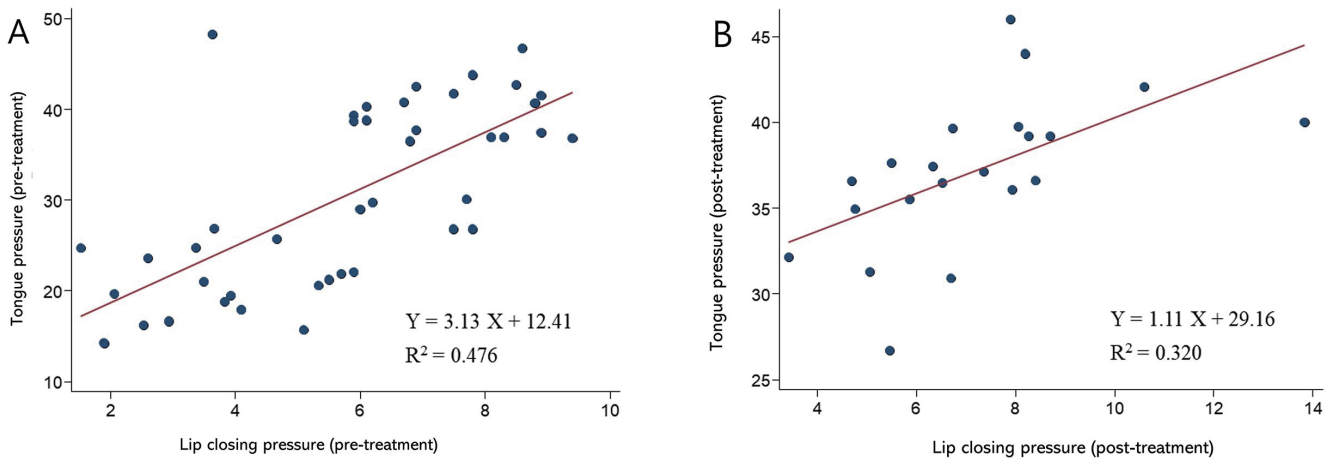


Fig. 5. Correlation between tongue pressure and lip closing pressure. (A) Correlation between tongue pressure and lip closing pressure before the treatment, (B) Correlation between of tongue pressure and lip closing pressure after the treatment.

총괄 및 고찰

Angle[1]은 성공적인 교정 치료에 있어서 구강 악습관 개선의 필요성을 강조했고 Rogers[3]는 교정 치료 시 장치 사

용을 최소화하고 구강 근육의 힘을 최대한 활용하는 치료법을 소개했다. 이후 1962년 Straub[15]가 현재 근 기능 치료에서 사용하고 있는 훈련법을 소개하였으며 1974년 Barrett과 Hanson[16]의 근 기능 치료 서적을 통해 근 기능 훈련이 알려

지게 되었다.

부정교합에 영향을 주는 구강 악습관의 세 가지 요소는 자극의 기간(duration), 빈도(frequency), 강도(intensity)로 이루어져 있으며 강하고 일시적인 힘보다는 약하고 지속적인 힘이 악골에 더 큰 영향을 준다[17]. 이 연구에서는 구강 악습관이 지속되는 것을 방지하기 위해 장치를 동반한 근 기능 치료를 시행하였다. 치료의 목적은 구강 내에 지속적으로 부정적인 영향을 미치는 힘을 차단하고 구강 근육 불균형을 개선하는 것이다.

하악의 안정위(postural resting position)에 작용하는 힘을 크게 2가지로 나눌 수 있는데 구강 안쪽에서는 혀, 바깥쪽에서는 협근 기전(buccinator mechanism)이 작용한다. 결과적으로 이 2가지의 힘이 균형을 이루는 곳에 치아가 위치하기 때문에 두 힘의 균형이 깨지게 되면 부정교합이 유발된다. 혀의 외재근에 속하는 이설근(genioglossus), 설골설근(hyoglossus), 경상설근(styloglossus), 구개설근(palatoglossus)은 혀 내밀기, 뒤 당김, 하강, 거상과 같은 혀의 위치 변화에 관여한다[18]. 혀의 거상은 저작, 연하, 발음에 있어서 필수적인 운동이다. 이 연구에서는 반복적인 혀의 거상과 전진, 폐코판다를 사용한 근 기능 훈련을 통해 이설근, 상종설근의 발달을 유도하고, 혀를 구개 측에 흡착하는 훈련을 통해 수직설근의 발달을 유도하였다. 일정 시간 이상 입술로 메탈자를 물고 있는 동작과 버튼 풀을 사용하는 훈련을 통해 구륜근을 강화시켰다. 위, 아랫입술을 당기는 동작을 통해 구순 폐쇄 부전 개선을 도모하였다. 악안면 성장 이론 중, 근육의 안정길이(resting length)에 관한 이론에 따르면 유전적으로 결정된 고유의 근육 길이가 존재하며 각 근육의 고유 길이를 초과한 교정치료 혹은 악교정 수술은 재발 경향성이 높다고 알려져 있다. 하지만 성장 중인 소아 청소년의 경우 근육의 안정위를 초과하는 근 기능 장치를 사용하여도 쉽게 순응하는 경향이 있으며 안면근의 경우 근 기능 치료를 통해 근육의 길이가 신장될 수 있기 때문에 적극적인 근 기능 훈련을 시행하였다.

구강 기능을 평가할 때 사용할 수 있는 장비는 매우 다양하다[19-22]. 여러 장비 중에서 JMS device를 사용한 이유는 다음과 같다. 장치 휴대가 가능하여 진료실에서 편하게 사용할 수 있으며 측정 시 일회용 probe를 사용하기 때문에 위생적으로 측정을 시행할 수 있다. 비슷한 원리인 IOPI 장치의 경우, 측정 시 사용하는 valve가 구강 내에서 미끄러질 수 있어 소아 청소년 환자들을 대상으로 측정을 시행하는 데 어려움이 있다[23]. 반면 JMS device는 probe와 balloon 사이에 단단한 pipe가

있어 치아로 가볍게 물게 되면 구강 내에서 balloon이 미끄러지지 않는다. 또한, 장비 하나만으로 입술, 혀, 볼의 최대 압력을 측정할 수 있다는 장점이 있어 부위별로 장치를 교체하지 않아도 된다. 또한, 이전의 다른 연구들을 통해 장치의 ICC (Inter rater reliability)를 확인할 수 있었다. Takahashi 등[23]의 실험과 Yoshikawa 등[24]의 연구를 통해 JMS device가 신뢰할 수 있으며 재현성 있는 장치임을 확인할 수 있었다. 마지막으로 장치 비용이 다른 장치들에 비해 상대적으로 낮아 경제적이다.

이 연구에서 성별과 연령에 따른 측정 결과는 Cho 등[25]의 연구와 일치했다. 연령이 증가할수록 높게 측정되었고 성별에 따른 차이는 없었다. 반면 Lee 등[4]의 연구에서는 혀의 압력은 남성이 여성보다 높게 측정되지만 입술의 압력은 성별에 따른 차이가 없다고 보고했다. 현재까지 정상교합을 가진 소아 청소년들의 혀, 입술, 볼의 평균 압력을 측정한 연구는 없었다. 하지만 정상 교합을 가진 20대, 40대, 60대 성인들을 대상으로 혀, 입술, 볼의 압력을 측정한 Jeong 등[26]의 연구에 따르면 20대 성인의 혀의 압력은 남성의 경우 46.7 kPa, 여성의 경우 32.1 kPa였다. 입술의 경우 남성은 11.6 kPa, 여성은 11.4 kPa였다. 마지막으로 볼의 압력은 남성의 경우 24.5 kPa, 여성의 경우 20.5 kPa로 측정되었다. 이번 연구에서 설정한 대조군은 만 7세에서 14세 사이 소아청소년 21명으로 구성되었으며 평균 혀의 압력은 38.26 kPa, 입술의 압력은 7.58 kPa, 우측 볼의 압력은 14.59 kPa, 좌측 볼의 압력은 14.26 kPa로 20대 성인의 평균 측정값보다는 다소 낮은 값을 보였다. 연령에 따른 근력의 변화는 20대에서 30대 사이 최대 근력이 관찰되고 그 이후 연령이 증가할수록 근력의 저하가 나타난다는 연구가 다수 존재한다[27,28]. 이번 연구에서 측정된 소아 청소년의 혀, 입술, 볼의 평균 측정값을 Jeong 등[26]의 연구 결과와 비교하였을 때 가장 유사한 측정값이 나타나는 성인의 연령대는 60대 이상이었다. 소아 청소년의 경우 아직 성장 중으로 최대 근력까지 도달하지 못해 이러한 결과가 나타난 것으로 생각된다.

치료 전 I 군과 II군의 혀, 입술, 볼의 평균 측정값을 비교해본 결과, 구강 악습관이 존재하는 II군의 경우 혀의 압력은 22.76 kPa, 입술의 압력은 4.0 kPa로 I 군의 38.26 kPa, 7.58 kPa보다 현저하게 낮게 측정되어 두 그룹 간의 유의미한 차이를 확인하였다($p < 0.0001$). 1.7 gm의 매우 작은 입술의 압력 만으로도 치아는 이동될 수 있으며 비정상적인 연하와 같은 구강 악습관은 치아에 500 gm의 힘을 가할 수 있다[29,30]. 실험

군의 경우 혀와 입술의 올바르지 않은 위치와 구강 악습관의 존재로 인해 대조군보다 낮은 측정값이 관찰되었다. 이러한 위치 및 기능 이상은 상악골 성장에 영향을 줄 수 있으며 부정교합을 야기할 수 있다[31]. 반면 볼의 평균 측정값은 두 그룹 간 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 협근의 압력 측정 시 balloon을 치아와 볼 사이에 위치시키고 측정하게 되는데 실제 협점막을 움직이고 치열궁으로 향하는 압력을 가할 때 사용되는 근육은 협근 뿐만 아니라 구각결절에 포함되는 다양한 근육들의 작용이 필요하기 때문에 정확한 측정이 어려울 것으로 생각된다. 또한, 협근의 경우 혀와 입술과는 다르게 측정 부위가 광범위하여 측정 위치에 따라 주변 표정근의 영향을 상대적으로 크게 받았을 것으로 사료된다. 근전도 검사를 활용한 Hanawa 등[32]의 연구에서도 구륵근과 다르게 협근의 활성 측정 시 전극의 위치 설정에 어려움이 있음을 확인하였다. 측정 시 정확도를 높이기 위해 협근을 크게 전방부, 중심부, 후방부로 세분화하여 전극을 위치시켰다. 결과적으로 중심부의 활성이 가장 재현성 있게 측정되어 연구에서는 중심부의 측정값을 사용하였다. 이 연구에서는 너비가 18 mm, 높이가 25 mm인 균일한 크기의 balloon을 이용하여 혀, 입술, 볼의 압력을 측정하였다. Balloon을 전극처럼 부위를 세분화하여 위치시키는 것은 한계가 있을 것으로 생각된다. 다만 협근의 압력 측정 시 기존의 balloon보다 크기가 큰 balloon을 사용한다면 협근의 전방부, 중심부, 후방부를 포괄적으로 반영할 수 있을 것이며 결과적으로 측정값의 정확도가 높아질 것으로 생각된다.

이번 연구에서 최대 혀의 압력은 치료 시작 1개월 후에 가장 급격하게 증가하였다. 이러한 결과는 Aoki 등[9]의 연구에서 연하곤란(dysphagia)을 보이는 환자를 대상으로 3주간 하루에 40분씩 혀 근력 강화 훈련 후 최대 혀 압력이 18.4 kPa에서 23.5 kPa로 급격하게 향상되는 결과와 유사하다. Robbins 등[10]은 연하장애가 있는 뇌졸중 환자에게 혀 저항 운동을 8주 시행한 결과 혀의 최대 근력의 유의한 증가를 관찰하였다. Aoki 등[9]과 Tsuga 등[33]에 따르면 근 기능 훈련을 통해 근육의 비대와 같은 생리학적 변화가 유발되고 실제 혀의 부피 증가가 관찰된다는 결과가 있었으나, 이 연구에서는 육안으로 관찰되는 생리학적 변화는 없었다.

각 부위별 측정값 간의 상관성을 분석한 결과, 치료 전과 치료 후 동일하게 혀와 입술의 측정값 사이에서만 양의 상관관계를 확인하였다($p < 0.0001$). Takahashi 등[23]의 연구에서도 Lip & Tongue Pressure Gauge (Mama rissimo, Tokyo,

Japan)와 JMS device를 사용하여 윗입술, 아랫입술, 혀의 압력을 측정하였고 각 요소 간의 상관관계를 분석하였다. 분석 결과, 윗입술과 혀 사이의 양의 상관관계를 관찰하였으나 아랫입술과 혀 사이의 상관성은 관찰되지 않았다. 이외에도 다수의 연구에서 혀와 볼, 입술과 볼 사이의 상관성을 확인하였다[7,34].

이번 연구에서는 근 기능 훈련을 최대 6개월 시행하였다. 구강 내 수술을 시행한 후 평균 5 - 6개월 후에 구강 근육의 기능이 회복된다는 연구를 근거로 근 기능 훈련 또한 6개월 동안의 지속적인 훈련이 이루어진다면 객관적인 수치의 변화가 나타날 것이라고 예상하였다. Lazarus 등[34]의 연구에서 구강암 수술을 받은 13명의 환자를 대상으로 수술 전, 수술 후 1개월, 수술 후 3개월, 수술 후 6개월 마다 최대 혀 압력을 측정하였다. 수술 직후의 측정값은 오히려 치료 전보다 감소하였지만 치료 6개월 후에는 최대 측정값이 향상되는 것을 IOPI를 통해 확인했다. 반면 Van Lierde 등[35]의 연구에서는 평균 나이 10.6세의 구순구개열 환자들을 대상으로 구순열 수술 전, 후의 혀와 입술의 최대 압력을 IOPI를 사용하여 측정하였으나 수술 전의 최대 혀, 입술의 압력과 수술 5개월 후의 측정값 사이에 유의미한 변화는 나타나지 않았다. 이번 연구를 통해 근 기능 훈련을 6개월 동안 지속적으로 시행할 경우 실험군인 II군의 혀, 입술, 볼의 압력 측정값이 정상 대조군인 I군의 측정값과 유사하게 향상되는 것을 관찰할 수 있었다. 통계적으로도 그룹 간 측정값 사이에 유의미한 차이가 없음을 확인하였다.

치료 전과 치료 6개월 후의 혀, 입술, 볼의 압력 측정값의 변화 폭을 Standardized mean difference로 비교한 결과 입술의 변화량이 가장 크게 나타났다. 이러한 결과는 근 기능 치료를 통해 과도한 수평 피개와 상악 전치부의 치축이 개선되면서 입술의 압력이 큰 폭으로 증가하였을 것으로 생각되며 입술의 근력 향상과 함께 구순 폐쇄 부전도 개선되었다. 구순 폐쇄 부전은 전치의 과도한 돌출로 인한 심미적인 문제를 일으키고 간접적으로는 치주 질환을 유발할 수 있으며 치아의 위치뿐만 아니라 악골의 성장에도 영향을 미치기 때문에 반드시 개선이 필요하다[36]. Lee 등[13]의 연구에서 Angle 분류와 구순 폐쇄력 사이의 통계학적으로 유의한 연관성을 확인 하였고 class II가 class I, class III보다 더 낮은 구순 폐쇄력이 관찰된다는 결과를 보고하였다. Kurabeishi 등[5]의 연구에서도 class II 골격 성장을 보이는 그룹에서 가장 낮은 혀 거상 압력과 입술 폐쇄 압력이 관찰된다고 보고하였다. 또한 최대 혀 거상 압력은 측방 두부방사선 계측 값에서 SNB, Facial angle, ANB, overjet와

연관성이 존재한다고 소개하였다. 최대 입술 폐쇄 압력의 경우, ANB, SNA, U1 - FH, L1 - MP, overjet와 연관성이 있다는 결론을 내렸다. 이번 연구에서는 표본의 수가 많지 않아 Angle 분류에 따른 근 기능 향상 정도를 비교하지 못했다. 앞으로의 연구에서는 더 많은 표본을 대상으로 Angle 분류에 따른 근 기능 향상 정도를 비교하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

마지막으로 근 기능 치료 시 술자가 느끼는 가장 큰 어려움은 환자 및 보호자의 지속적인 협조를 유도하는 것이다. 치료 중 나타나는 변화를 육안으로 관찰하기 어렵기 때문에 술자, 환자, 보호자 모두 치료의 진행 상태에 대한 정보가 부족하기 때문이다. 따라서 근 기능 치료 시행 시 장비를 이용한 객관적인 결과를 주기적으로 제시하는 것이 동기 부여에 도움이 될 것이다.

결론

이 연구는 구강 악습관으로 인해 구강 기능 불균형을 보이는 소아 청소년을 대상으로 장치를 동반한 근 기능 치료를 시행한 후 JMS장치를 이용하여 근 기능 향상 정도를 평가하였다. 치료 전 I 군과 II 군을 비교한 결과 우측 볼과 좌측 볼의 값 사이 유의한 차이는 없었다. 혀와 입술의 측정값의 경우 유의미한 차이가 있었다($p < 0.0001$). 혀의 경우 치료 시작 직후에서 1개월 사이에 가장 큰 폭으로 증가하였다. 입술의 경우에는 치료 시작 후 3개월에서 6개월 사이에 가장 큰 폭으로 증가하였다. 치료 전, 후의 변화량을 비교한 결과 가장 큰 폭으로 변화된 측정값은 입술이었다. 변수 간의 상관관계를 분석한 결과 혀와 입술에서만 양의 상관관계를 확인하였다. 다른 변수에서는 유의한 연관성이 나타나지 않았다. 대조군의 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 측정값과 치료 후에 측정된 실험군의 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 측정값 사이에 유의미한 차이는 없었다. 이러한 결과들을 바탕으로 진료 시 구강 기능 불균형이 의심되는 경우 각 부위의 측정값이 진단의 보조 도구로 활용될 수 있으며 근 기능 치료 중인 환자의 경우 주기적으로 측정을 시행한다면 치료 진행 상황을 파악하는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

Acknowledgments

This study was supported by research fund from Chosun University Dental Hospital, 2023.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

References

1. Angle EH : Treatment of malocclusion of the teeth: Angle's system, 1st ed. WB Saunders Co., Philadelphia, 16-21, 1907.
2. Rogers AP : Exercise for the development of the muscles of the face, with a view to increasing their functional activity. *Dental Cosmos*, 60:857-934, 1918.
3. Rogers AP : Muscle training and its relation to orthodontia. *Int J Orthod*, 4:556-577, 1918.
4. Lee YS, Ryu J, Baek SH, Lim WH, Yang IH, Kim TW, Jung SK : Comparative Analysis of the Differences in Dentofacial Morphology According to the Tongue and Lip Pressure. *Diagnostics*, 11:503, 2021.
5. Kurabeishi H, Tatsuo R, Makoto N, Kazunori F : Relationship between tongue pressure and maxillofacial morphology in Japanese children based on skeletal classification. *J Oral Rehabil*, 45:684-691, 2018.
6. Grippaudo C, Paolantonio EG, Antonini G, Saulle R, La Torre G, Deli R : Association between oral habits, mouth breathing and malocclusion. *Acta Otorhinolaryngol Ital*, 36:386-394, 2016.
7. Takahashi M, Koide K, Arakawa I, Mizuhashi F : Association between perioral muscle pressure and masticatory performance. *J Oral Rehabil*, 40:909-915, 2013.
8. Graber TM : Orthodontics, 3rd ed. WB Saunders Co., Philadelphia, 263-306, 1972.
9. Aoki Y, Kabuto S, Ozeki Y, Tanaka T, Ota K : The effect of tongue pressure strengthening exercise for dysphagic patients. *Jpn J Compr Rehabil Sci*, 6:129-136, 2015.
10. Robbins J, Kays SA, Gangnon RE, Hind JA, Hewitt AL, Gentry LR, Taylor AJ : The effects of lingual exercise in stroke patients with dysphagia. *Arch Phys Med Rehabil*, 88:150-158, 2007.
11. Park JS, Kim HJ, Oh DH : Effect of tongue strength training using the Iowa Oral Performance Instrument in stroke patients with dysphagia. *J Phys Ther Sci*, 27:

- 3631-3634, 2015.
12. Clark HM, Solomon NP : Age and sex differences in orofacial strength. *Dysphagia*, 27:2-9, 2012.
 13. Lee H, Baek K, Kim J, Lee D, Yang Y : Lip Closing Force and the Related Factors in Elementary School Children. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 46:343-352, 2019.
 14. Park JS, You SJ, Jeong CH : Age and Sex Differences in Orofacial Strength of Healthy Korean Adult. *Korean J Occup Ther*, 21:103-116, 2013.
 15. Straub WJ : The etiology of the perverted swallowing habit. *Am J Orthod*, 37:603-610, 1951.
 16. Barrett RH, Hanson ML : Oral Myofunctional Disorders, 1st ed. Mosby, St. Louis, 77-136, 1974.
 17. Proffit WR, Mason RM : Myofunctional therapy for tongue-thrusting: background and recommendations. *J Am Dent Assoc*, 90:403-411, 1975.
 18. Stål P, Marklund S, Thornell LE, De Paul R, Eriksson PO : Fibre composition of human intrinsic tongue muscles. *Cells Tissues Organs*, 173:147-161, 2003.
 19. Ono T, Hori K, Masuda Y, Hayashi T : Recent advances in sensing oropharyngeal swallowing function in Japan. *Sensors*, 10:176-202, 2010.
 20. Hayashi R, Tsuga K, Hosokawa R, Yoshida M, Sato Y, Akagawa Y : A novel handy probe for tongue pressure measurement. *Int J Prosthodont*, 15:385-388, 2002.
 21. Hori K, Ono T, Tamine K, Kondo J, Hamanaka S, Maeda Y, Dong J, Hatsuda M : Newly developed sensor sheet for measuring tongue pressure during swallowing. *J Prosthodont Res*, 53:28-32, 2009.
 22. Tsuga K, Yoshikawa M, Oue H, Okazaki Y, Tsuchioka H, Maruyama M, Yoshida M, Akagawa Y : Maximal voluntary tongue pressure is decreased in Japanese frail elderly persons. *Gerodontology*, 29:E1078-E1085, 2012.
 23. Takahashi M, Koide K, Suzuki H, Satoh Y, Iwasaki SI : Evaluation of reliability of perioral muscle pressure measurements using a newly developed device with a lip piece. *Acta Bioeng Biomech*, 18:145-153, 2016.
 24. Yoshikawa M, Yoshida M, Tsuga K, Akagawa Y, Groher ME : Comparison of three types of tongue pressure measurement devices. *Dysphagia*, 26:232-237, 2011.
 25. Cho N, Kim H, Kim J, Baik B, Yang Y : Bite Force and Lip Closing Force Measurement in Preschool Children. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 42:233-241, 2015.
 26. Jeong DM, Shin YJ, Lee NR, Lim HK, Choung HW, Pang KM, Kim BJ, Kim SM, Lee JH : Maximal strength and endurance scores of the tongue, lip, and cheek in healthy, normal Koreans. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*, 43:221-228, 2017.
 27. Timiras PS, Navazio FM : Physiological Basis of Aging and Geriatrics, 4th ed. CRC Press, Boca Raton, 259-272, 2007.
 28. Youmans SR, Youmans GL, Stierwalt JA : Differences in tongue strength across age and gender: is there a diminished strength reserve? *Dysphagia*, 24:57-65, 2009.
 29. Wienstein S : Minimal forces in tooth movement. *Am J Orthod*, 53:881-903, 1967.
 30. Proffit WR : Ligual pressure patterns in the transition from tongue thrust to adult swallowing. *Arch Oral Biol*, 17:555-563, 1972.
 31. Peng CL, Jost-Brinkmann PG, Yoshida N, Chou HH, Lin CT : Comparison of tongue functions between mature and tongue thrust swallowing an ultrasound investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125:562-570, 2004.
 32. Hanawa S, Tsuboi A, Watanabe M, Sasaki K : EMG study for perioral facial muscles function during mastication. *J Oral Rehabil*, 35:159-170, 2008.
 33. Tsuga K, Maruyama M, Yoshikawa M, Yoshida M, Akagawa Y : Manometric evaluation of oral function with a hand-held balloon probe. *J Oral Rehabil*, 38:680-685, 2011.
 34. Lazarus CL, Logemann JA, Pauloski BR, Rademaker AW, Larson CR, Mittal BB, Pierce M : Swallowing and tongue function following treatment for oral and oropharyngeal cancer. *J Speech Lang Hear Res*, 43:1011-1023, 2000.
 35. Van Lierde KM, Bettens K, Luyten A, Plettinck J, Bonte K, Vermeersch H, Roche N : Oral strength in subjects with a unilateral cleft lip and palate. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 78:1306-1310, 2014.
 36. Trotman CA, McNamara JA Jr, Dibbets JM, van der Wee LT : Association of lip posture and the dimensions of the tonsils and sagittal airway with facial morphology. *Angle Orthod*, 67:425-432, 1997.

근 기능 훈련 및 장치 치료를 시행한 환자들의 혀, 입술, 볼의 최대 압력 비교

성민아 · 지명관 · 이난영

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

이 연구의 목적은 평균 혀, 입술, 볼의 압력을 비교하여 구강 내 근육 불균형을 확인하고 근 기능 훈련에 따른 변화를 관찰하는 것이다. 구강 악습관으로 인한 근 기능 이상이 관찰되는 환자들을 대상으로 장치를 동반한 근 기능 훈련을 시행하였다. 압력 측정 장치를 사용하여 구강 근육의 기능 향상 정도를 측정하였다. 연구 대상은 만성 구호흡, 손가락 빨기, 입술 빨기, 혀 내밀기, 잘못된 연하 습관과 같은 구강 악습관이 있는 21명의 환자들로 구성하였다. 치료 전, 두 그룹 간의 측정값을 비교했을 때 혀와 입술의 측정값 사이에 큰 차이가 관찰되었다. 혀의 측정값은 근 기능 훈련을 시작하고 나서 1개월 이후 가장 크게 증가하였고 입술의 측정값은 치료 시작 후 3개월에서 6개월 사이에 가장 큰 폭으로 증가하였다. 대조군에서 측정한 혀, 입술, 우측 볼, 좌측 볼의 값은 실험군이 근 기능 훈련을 시작하고 나서 6개월 이후 측정한 값과 매우 유사했다. 장치를 동반한 근 기능 훈련을 꾸준히 시행할 경우, 혀와 입술의 압력이 눈에 띄게 증가하는 것을 확인할 수 있다. 또한 구강 악습관으로 인한 구강 근육 불균형이 관찰되는 환자의 경우 적어도 6개월 이상의 근 기능 훈련이 추천된다. [J Korean Acad Pediatr Dent 2023;50(1):13-23]

원고접수일 2022년 9월 2일
 원고최종수정일 2022년 10월 12일
 원고채택일 2022년 10월 18일

© 2023 대한소아치과학회
 © 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 4.0 대한민국 라이선스에 따라 이용하실 수 있습니다.

교신저자 성민아

(61452) 광주광역시 동구 필문대로 309 조선대학교 치과대학 소아치과학교실
 Tel: 062-220-3860 / Fax: 062-225-8240 / E-mail: nudent@chosun.ac.kr