

저작근 근전도에 관한 정상교합자와 II급 부정교합자의 비교 연구

경희대학교 치과대학 치과교정학교실

김연경 · 이기수 · 박영국

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구결과
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
 - 참고 문헌
 - 영문 초록

I. 서 론

골격의 성장은 개체발생시로부터 성체에 이르기까지 이에 부과되는 외력에 의하여 많은 영향을 받는 것으로 수 세기 전부터 알려져 왔으며¹⁾ 그러한 외력은 근육에 의하여 직접적 또는 간접적으로 발생된다^{2,3)}. 골의 일차적인 성장은 유전적인 조절기구에 의하여 이루어지나⁴⁾ 이차적인 형성은 외부의 환경적 요인에 대한 반응에 의하여 이루어지는 것으로 알려져 왔다⁵⁻⁸⁾. 따라서 근기능의 변화가 기능적 또는 해부학적으로 관련된 골조직의 형태에 미치는 생물학적 영향은 많은 관심의 대상이 되어왔다⁹⁻¹²⁾. 저작근은 조직학적으로 가로 무늬가 규칙적으로 보이는 횡문근으로서 활동의 방향과 범위가 다양하며 하악골에 그 부착부를 가지고 있으며¹³⁾, 이의 기능적 변화는 안면골의

성장발육과 치아 배열에 순응성 변화(adaptive change)를 유발시키므로 두개안면골과 저작근은 대응조직으로서 의의가 있다^{14,15)}.

인체 각 장기의 생물학적 활동시 유발되는 미세한 전기적 변화(bioelectricity)의 생리학적 해석이 18세기 Galvani에 의하여 제시된 이후, 근육활성도의 전기생리학적 현상의 연구를 위한 근전도기가 Adrian과 Bronk에 의하여 고안되었고, Inman¹⁶⁾에 의하여 최초로 견갑부 근육의 활동전위 현상에 대한 연구가 보고된 이후, 교정학 분야에서는 Moyers¹⁷⁾가 근전도를 이용한 측두하악근육의 활동전위에 대하여 발표함으로써 부정교합의 진단과 치료 계획 수립에 근전도의 이용 가능성을 제시하였다. 그 후 Pruzansky¹⁸⁾는 부정교합과 신경근 병리에 관한 근전도학적 판독에 대하여 정리하였으며, Liebman¹⁹⁾과 Grossman²⁰⁾ 및 Ralston²¹⁾은 부정교합과 관련하여 근전도의 정량적인 분석의 문제점에 대하여 지적하였다. MacDougall²²⁾, Jarabak²³⁾, Latif²⁴⁾, Möller²⁵⁾ 및 Vitti²⁶⁾은 정상교합자에서 하악골의 제기능에 수반되는 저작근 기능을 분석하여 하악안정위에서는 모든 저작근이 최소한의 활성도를 보이며, 후측두근의 활성도가 다른 근육에 비하여 다소 크게 나타났음을 보고하였다. 특히 Ahlgren^{27,28)}은 정상교합자에 있어서 하악골의 자세유지는 후측두근에 의하여 이

루어지고, 측두근의 근육활성도는 하악골의 형태 및 위치와 상관관계가 있다고 하였다.

Moyers¹⁷⁾와 Möller²⁵⁾는 2급 부정교합자에서 후측두근의 활성도가 높으며 이는 2급 부정교합의 원인적 요소로 작용할 수 있다고 한 반면에, Ahlgren²⁹⁾은 후측두근의 활성도가 최대대로 나타났지만 정상교합자 군과 유의한 차이를 보이지 않기 때문에, 후측두근은 교합의 패턴과 무관하게 하악을 안정위에 유지시켜주는 역할을 할 뿐이라고 하였다. 이와같이 근기능의 변화와 이에 관련된 안면골 형태 간의 관련성은 연구방법이나 연구대상에 따라 다양한 결론이 보고되어왔다.

이 연구는 두개안면골격 형태 및 치아교합상태가 서로 다른 정상교합자와 2급 부정교합자를 대상으로 주 들³⁰⁾의 연구 모델에 따라 근전도를 이용하여 하악안정위, 최대 교합, 저작 및 연하운동시의 저작근의 활성도를 평가하고 비교하므로써 두개안면골격 형태의 변화에 따르는 저작근 근기능의 차이를 구명하기 위하여 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

견치 및 제1대구치 관계가 1급 교합상태를 보이며 수평 및 수직피개 교합이 2mm이내이고 교정치료나 보철치료를 받은 경험이 없으며 개개 치아의 위치 부정이나 악관절 질환이 없고 수려한 안모를 가진 건강한 18-25세 남녀 학생 26명을 정상교합자 군으로 선정하였으며, 경희대학교 치과대학병원 교정과에 내원한 환

자중 두부 X-선규격사진 상에서 2급 골격 및 교합상태를 보이고 수평피개 교합이 7mm이상인 26명의 남녀 환자를 2급 부정교합자 군으로 선정하였으며, 각 군의 남녀별 수와 평균연령은 Table 1에 제시하였다. 이 연구의 재료는 선정된 피검자의 저작근 활성을 하악안정위, 최대교합, 저작운동 및 연하운동중에서 기록한 근전도이다.

1. 연구방법

(1) 근전도 측정장비

근전도기는 Medelec® MS 25 System(A Vickers Health Care Co., England)을, 그리고 근전도 기록을 위한 전극은 이중 표면전극(bipolar surface electrode)을 사용하였다. 전극은 직경 9.9mm의 은판 표면전극(silver surface electrode, E/RE-K 53065)을 기록전극(active electrode)과 보조전극(reference electrode)으로 이용하였으며, 접지 전극으로서 직경 28mm의 stainless steel ground plate (E/IG-K 53065)를 이용하였다.

(2) 전극의 부착

근전도의 기록은 하악올림근 중 근섬유가 비교적 크고 표층에 위치하며 표면전극으로도 기록이 용이한 전측두근과 후측두근 및 교근의 표층부(전교근)와 심층부(후교근)를 선택하였으며^{18,22,31,32)}, 하악내림근 중 개구에 가장 크게 관여하는 악이복근 전복^{33,34,35)}(설골상방근)을 선택하여 시행하였다.

Basmajian³⁶⁾은 주로 표층부 근육에만 표면전극을 사용할 수 있으며, 이것으로 기록되는

Table 1. Number, mean age and sex distribution of subjects.

	Normal Occlusion			Class II Malocclusion			Total
	Male	Female	Subtotal	Male	Female	Subtotal	
Number	21	5	26	20	6	26	52
Mean Age	21.4	21.2	21.3	22.6	21.5	22.3	21.8
Minimum	18.9	19.5		19.0	20.0		
Maximum	25.6	23.6		28.9	22.3		

근전도는 전극이 부착되는 부위의 광범위한 근육군에서 유래된 것 일수도 있음을 단점으로 지적하였다. 따라서 피검자가 하악운동을 하게 한 후 시진과 촉진에 의하여 정확한 근육의 위치를 확인하고 전극을 부착하였다.

전극 간격은 측두근과 교근에서는 1cm로, 설골상방근에서 2cm로 하므로써 전극간의 전기적 간섭에 의한 잡음(noise)을 최소화하고, 인접 근육의 전기적 신호(signal)에 의한 간섭을 방지하였다. 접지 전극은 안면부에 부착시켰을 때 발생할 수 있는 심리적 압박감을 방지하고 저작근의 보다 원활한 운동을 위하여 전완부 내면에 부착시켰다.

전측두근에서는 외측안각과 외이상부의 전연을 연결한 가상선 상에서 외측안각으로 부터 후방 3cm, 상방 3cm에 전극을 위치시키므로써²⁹⁾ 인접한 안륜근²⁴⁾과 두개피근 전두복³⁷⁾으로 부터 유래될 수 있는 간섭을 배제 하였다. 후측두근에서의 전극은 외이상연 3cm 상방에 위치시키므로써 후이개근으로 부터의 전기적 간섭을 피하도록 하였으며, 모발로 인한 전극 부착의 난점은 점착도가 강한 졸(sol)상의 뇌전도 측정용 크림을 사용하여 극복하였다. 전교근에서의 전극은 이주와 비익을 연결한 가상선 하방 3cm부위에서 피검자로 하여금 이 악물기를 행한 상태에서 근육의 중앙부를 촉진하여 부착 시켰고²⁹⁾ 후교근에서는 개구와 폐구를 반복하는 동안 촉진된 이주 직전방부에서 근섬유의 주행방향에 따라 위치 시켰다. 설골상방근에서는 피검자의 두경부를 후방으로 신장시킨 다음 정중선과 하악 하연의 이등분선상에서 이부 후방 2cm점에 전극을 부착시켰다³⁵⁾.

표면전극을 이용한 근전도 기록시 피부 표면의 유막에 의한 절연(electrical insulation)이 산출하는 전기적 저항을 감소시키기 위하여³⁸⁾, 전극을 부착시키기 전에 부착부 피부를 테고와 보릭용액으로 세정하고 근전도 크림(Medi-Trace, Graphic Controls Co.)을 전극과 피부 사이에 주입한 뒤 피부에 위치시키고 테이프로 고정하였다.

(3) 근전기록과 측정

피검자를 머리받이가 없는 의자에 앉히고 경부근육의 긴장없이 편안한 자세를 취하도록 한 다음 시야는 전방을 향하게 한 상태에서 하악 안정위, 최대 교합시, 저작시 및 연하운동시의 근전도를 기록하였다.

기록은 외부와 차단된 조용한 곳에서 피검자로 하여금 긴장을 풀게하고 안정시키므로써 외부 환경의 변화나 공포감이 유발시킬 수 있는 자율신경계의 흥분으로 인한 근 활성도의 변화를 배제하였고³⁹⁾ 불필요한 전기 제품을 소거시키므로써 근전도기의 신호대 잡음비(signal to noise ratio)를 상승시키도록 하였다⁴⁰⁾.

근전도 기록전에 피검자에게 하악안정위 상태와 최대교합을 설명하여 주지시켰으며 저작은 우측으로 시행하도록 하였고, 저작과 연하운동은 피검자의 평소 패턴으로 할수 있도록 연습시킨 후, 각 운동에 대한 근전도 기록을 3-5회 반복하여 취득하고, 3.5인치 플로피 디스켓과 근전도 기록용 열전사지에 수집 후 다음과 같은 항목을 측정 하였다(Fig. 2참조).

1. 최대평균전위차(maximal mean amplitude) : 음위상의 활동전위의 정점으로 부터 양위상의 활동전위 정점까지 진폭이 가장 큰 파상 3개의 평균치^{36,40,41)}.

2. 수축지속시간(duration) : 음위상의 활동전위가 기저선(calibration line)에서 이탈된 지점으로 부터 다시 양위상의 활동전위가 기저선을 교차하는 지점까지의 경과시간^{40,42)}.

3. 잠복기(latency) : 한 단위의 수축지속시간의 끝에서 다음에 나타나는 수축까지의 경과시간.

4. 침묵기(SPD, silent period duration) : 침묵기 시작 전에 나타난 파상의 정점에서 부터 침묵기가 끝나고 다시 출현하는 큰 파상의 정점까지의 경과시간⁴³⁾.

안정위와 최대교합시는 근전도기 감도를 200 μV 로, 파형의 기록시간은 200msec로 설정하여 피검 근육의 근전도를 기록하고 최대평균전위차를 측정하였으며, 저작운동시는 근전도기 감도를 200 μV 로 하고 이 때의 근육 활성도

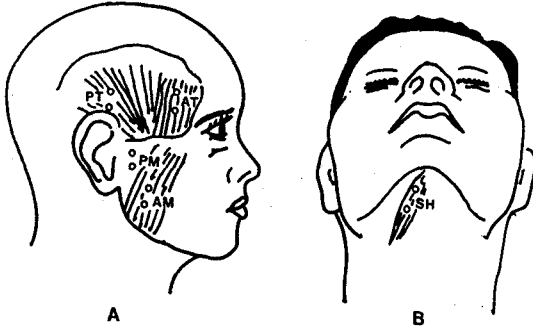


Fig. 1. Diagram of standardized electrode positions of temporal and masseter muscles (A), suprahyoid muscle group (close to the anterior belly of digastric muscle) (B).

AT: Anterior Temporal, PT: Posterior Temporal, AM: Anterior Masseter, PM: Posterior Masseter, SH: Supra-hyoid Muscle Group.

와 침묵기의 측정을 위하여 파형의 기록시간을 1sec로 하였으며, 하악내림근 활성도와와의 상호 관련성을 관찰하기 위하여 파형의 기록 시간을 5sec로도 하여 개구와 폐구가 4-5회 반복해서 나타나도록 하였다. 씹을 저작하는 동안의 근 전도에서는 최대평균전위차, 수축지속시간, 잠복기 및 1sec동안의 파상을 300msec의 파상으로 신장시켜 침묵기를 측정하였다.

(4) 통계

이렇게 하여 얻어진 계측치에 대하여 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램을 이용한 통계처리를 시행하여 정상교합자 군과 2급 부정교합자 군의 제 하악운동시의 각 계측 항목에 대한 평균치와 표준편차를 산출하고 student's t-test로써 두 군 사이의 차에 대한 유의성을 검정 하였다.

III. 연구결과

1. 하악안정위

하악안정위에서 정상교합자와 2급 부정교합자의 좌우 측두근, 교근 및 설골상방근의 최대

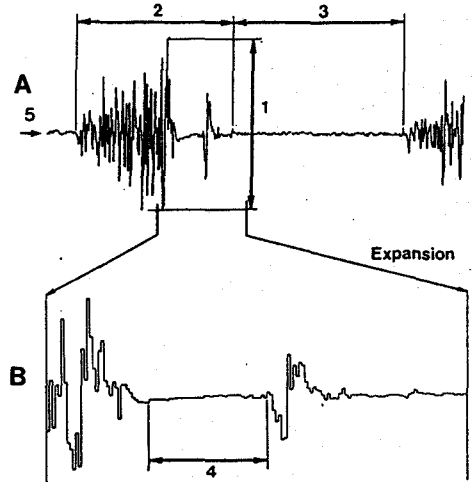


Fig. 2. Definition of measurements in this study. The EMG recording of real time (A) and expansion (B). 1. Maximal Mean Amplitude 2. Duration 3. Latency 4. Silent Period Duration 5. Base Line (Calibration Line)

평균전위차를 Table 2와 Fig. 3 및 Fig. 4에 표시하였다. 정상교합자에서는 후측두근이 가장 컸고, 설골상방근, 전측두근, 후교근, 전교근의 순서로 작아지는 근육활성도를 보였으며, 2급 부정교합자에서는 후측두근이 가장 컸고, 설골상방근, 전측두근, 후교근, 전교근의 순서로 작았다. 정상교합자와 2급 부정교합자 모두에서 다른 근육보다 후측두근에서 다소 강한 활성도를 보였다. 2급 부정교합자의 후측두근 활성도는 정상교합자보다 크게 나타났으며, 전측두근, 설골상방근, 후교근의 활성도는 정상교합자보다 작은 것으로 나타났으며 ($p < 0.05$), 전교근에서는 두 군 사이에 유의차가 없었다.

2. 최대교합

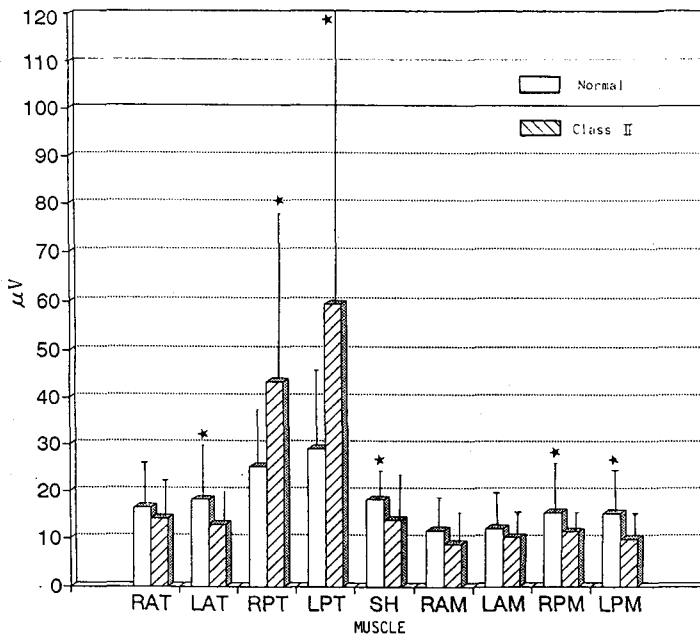
최대교합하는 동안의 최대평균전위차는 정상교합자에서 전교근이 가장 컸고, 전측두근, 후측두근, 후교근, 설골상방근의 순서로, 2급 부정교합자에서는 전측두근이 가장 컸고, 전교근, 후측두근, 후교근, 설골상방근의 순서로

Table 2. Comparison of maximal mean amplitude (μV) between normal occlusion and Class II malocclusion in rest position and maximal biting.

Measurement Group Muscle	Rest Position					Maximal Biting				
	Normal		Class II		Differ- ence	Normal		Class II		Differ- ence
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
RAT	16.46	8.64	14.15	7.22		643.00	311.48	728.56	287.37	
LAT	18.23	10.90	12.77	6.42	*	643.15	283.89	717.93	275.44	
RPT	25.23	11.69	43.44	34.87	*	347.39	171.16	557.23	300.81	**
LPT	29.05	16.15	59.36	64.55	*	357.23	197.68	500.59	297.07	*
SH	18.26	4.80	13.74	8.11	*	179.45	98.19	65.83	50.29	***
RAM	11.63	6.40	8.87	3.39		723.09	373.81	496.72	284.01	*
LAM	12.19	7.32	10.23	4.54		701.04	348.81	569.19	287.84	
RPM	15.56	9.57	11.44	3.81	*	226.67	100.45	280.98	198.18	
LPM	15.32	7.80	9.95	4.56	*	223.05	108.62	247.64	177.99	

* significant at the level of $p \leq 0.05$
 ** significant at the level of $p \leq 0.01$
 *** significant at the level of $p \leq 0.001$

RAT: Right Anterior Temporal, LAT: Left Anterior Temporal,
 RPT: Right Posterior Temporal, LPT: Left Posterior Temporal,
 RAM: Right Anterior Masseter, LAM: Left Anterior Masseter,
 RPM: Right Posterior Masseter, LPM: Left Posterior Masseter,
 SH: Supra-hyoid muscle group.



RAT: Right Anterior Temporal,
 RPT: Right Posterior Temporal,
 RAM: Right Anterior Masseter,
 RPM: Right Posterior Masseter,
 SH: Supra-hyoid muscle group.
 LAT: Left Anterior Temporal.
 LPT: Left Posterior Temporal,
 LAM: Left Anterior Masseter,
 LPM: Left Posterior Masseter,

Fig. 3. Histogram of the maximal mean amplitude (μV) of normal occlusion and Class II malocclusion in rest position.

* Difference is significant at the level of $P \leq 0.05$.

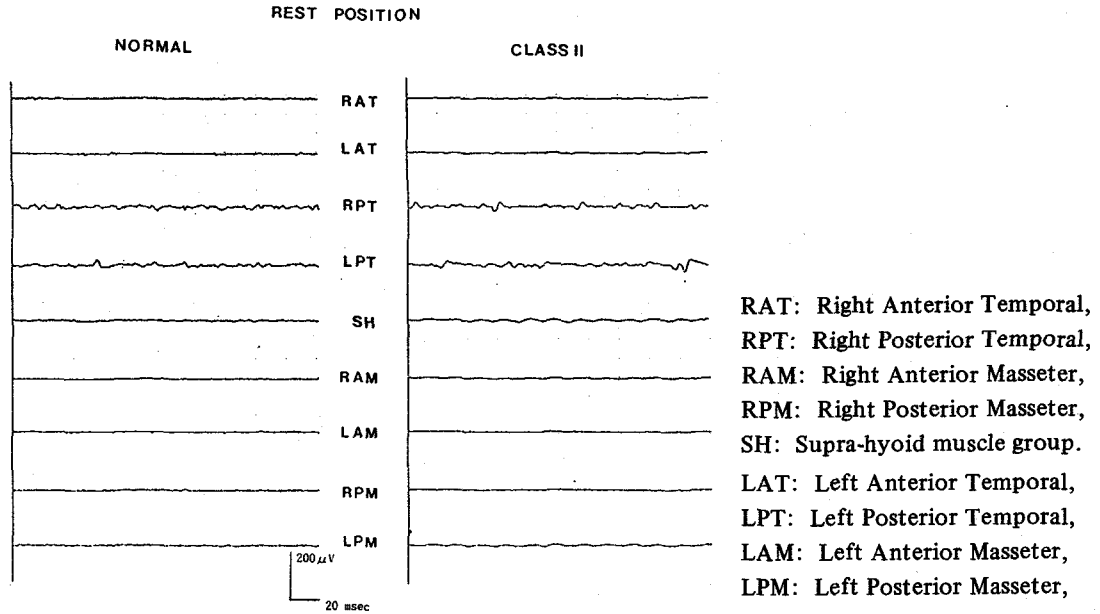


Fig. 4. Representative electromyogram of normal occlusion and Class II malocclusion in rest position.

작아졌다. 2급 부정교합자의 후측두근 최대평균 전위차는 정상교합자에 비하여 유의성있는 증가를 보인 반면, 전교근과 설골상방근에서는 유의성있는 감소를 보였고 나머지 근육에서는 유의차가 없었다(Table 2, Fig.5, Fig. 6참조).

3. 저작운동

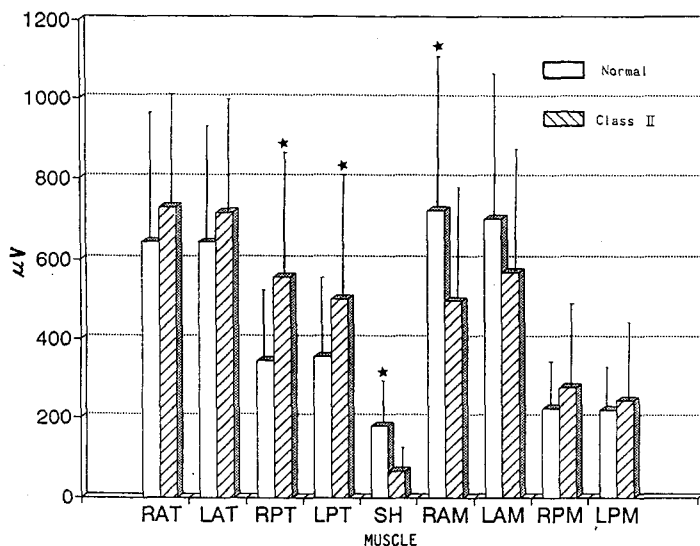
턱을 저작하는 동안의 정상교합자와 2급 부정교합자 저작근의 최대평균전위차와 침묵기를 Table 3과 Fig. 7, Fig. 8, 및 Fig. 9에 표시하였으며, 수축지속시간과 잠복기는 Table 4와 Fig. 10 및 Fig. 11에 표시하였다.

저작운동 중의 최대평균전위차는 정상교합자에서 작업측 전교근이 가장 컸고, 작업측 전측두근, 균형측 전측두근, 균형측 전교근, 작업측 후측두근, 균형측 후측두근, 설골상방근, 작업측 후교근, 균형측 후교근의 순서로, 2급 부정교합자에서는 작업측 전측두근이 가장 컸고, 작업측 전교근, 균형측 전측두근, 작업측 후측두근, 균형측 전교근, 균형측 후측두근, 설골상방근, 작업측 후교근, 균형측 후교근의

순서로 작아졌다. 정상교합자와 2급 부정교합자의 비교에서는 작업측 전교근에서 2급 부정교합자가 정상교합자보다 유의한 감소를 보였고, 나머지 근육에서는 유의차가 없었다.

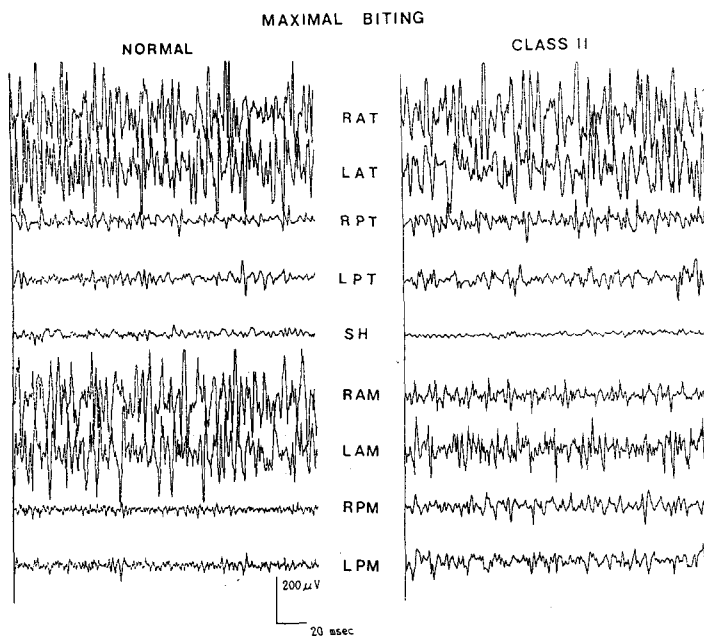
지속시간(duration)은 정상교합자에서 설골상방근이 가장 길었고, 작업측 전측두근, 균형측 전측두근, 작업측 전교근, 작업측 후측두근, 균형측 전교근, 균형측 후측두근, 작업측 후교근, 균형측 후교근의 순서로, 2급 부정교합자에서는 설골상방근이 가장 길었고, 작업측 전교근, 균형측 전교근, 작업측 전측두근, 균형측 후측두근, 작업측 후측두근, 균형측 전측두근, 작업측 후교근, 균형측 후교근의 순서로 짧게 나타났다. 2급 부정교합자에서는 작업측과 균형측 후측두근, 전교근과 후교근 모두에서 정상교합자에 비하여 유의성있는 증가를 보였다.

잠복기(latency)는 정상교합자에서 균형측 후교근이 가장 길었고, 균형측 후측두근, 작업측 후교근, 작업측 전교근, 균형측 전교근, 작업측 후측두근, 균형측 전측두근, 작업측 전측두근, 설골상방근의 순서로, 2급 부정교합자에



RAT: Right Anterior Temporal,
 RPT: Right Posterior Temporal,
 RAM: Right Anterior Masseter,
 RPM: Right Posterior Masseter,
 SH: Supra-hyoid muscle group.
 LAT: Left Anterior Temporal,
 LPT: Left Posterior Temporal,
 LAM: Left Anterior Masseter,
 LPM: Left Posterior Masseter,

Fig. 5. Histogram of the maximal mean amplitude (μV) of normal occlusion and Class II malocclusion in maximal biting.
 * Difference is significant at the level of $P \leq 0.05$.



RAT :Right Anterior Temporal
 RPT: Right Posterior Temporal
 RAM: Right Anterior Masseter,
 RPM: Right Posterior Masseter,
 SH: Supra-hyoid muscle group.
 LAT: Left Anterior Temporal,
 LPT: Left Posterior Temporal,
 LAM: Left Anterior Masseter,
 LPM: Left Posterior Masseter,

Fig. 6. Representative electromyogram of normal occlusion and Class II malocclusion in maximal biting.

Table 3. Comparison of maximal mean amplitude (μV) and silent period duration (ms) in working and balancing side between normal occlusion and Class II malocclusion at chewing gum.

Measurement Group Muscle	Maximal Mean Amplitude (μV)					Silent Period Duration (msec)				
	Normal		Class II		Differ- ence	Normal		Class II		Differ- ence
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
WAT	479.00	272.77	509.92	230.52		8.87	4.10	26.52	15.18	***
BAT	382.73	139.95	392.41	207.75		11.73	5.92	26.04	15.88	***
WPT	293.43	144.90	382.64	184.62		10.71	5.45	29.11	17.11	***
BPT	283.65	138.91	287.54	138.91		11.94	5.58	24.40	13.41	***
SH	222.85	99.17	229.56	116.62						
WAM	732.23	404.67	457.95	198.52	**	10.35	5.91	19.50	10.15	***
BAM	324.71	179.59	294.71	206.11		10.34	5.97	24.57	14.79	***
WPM	214.97	183.26	214.87	123.25		10.44	6.42	22.33	9.77	***
BPM	128.53	99.17	148.23	81.16		11.68	9.88	22.50	9.09	***

* significant at the level of $p \leq 0.05$
 ** significant at the level of $p \leq 0.01$
 *** significant at the level of $p \leq 0.001$

WAT: Working Anterior Temporal,
 WPT: Working Posterior Temporal,
 WAM: Working Anterior Masseter,
 WPM: Working Posterior Masseter,
 SH: Supre-hyoid muscle group.

BAT: Balancing Anterior Temporal,
 BPT: Balancing Posterior Temporal,
 BAM: Balancing Anterior Masseter,
 BPM: Balancing Posterior Masseter,

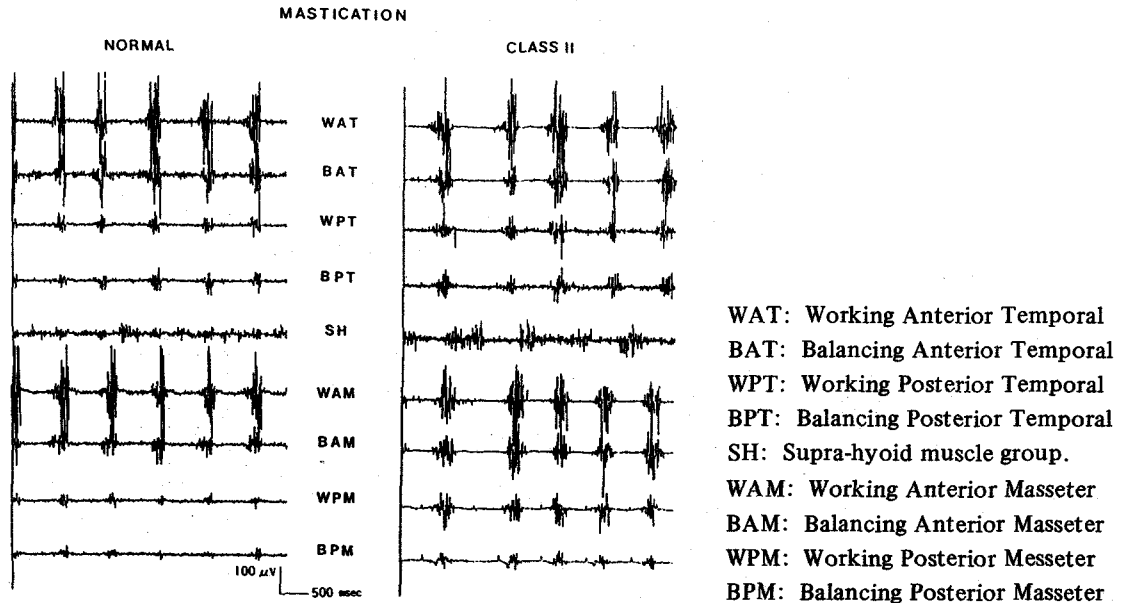


Fig. 7. Representative electromyogram of normal occlusion and Class II malocclusion during the chewing gum.

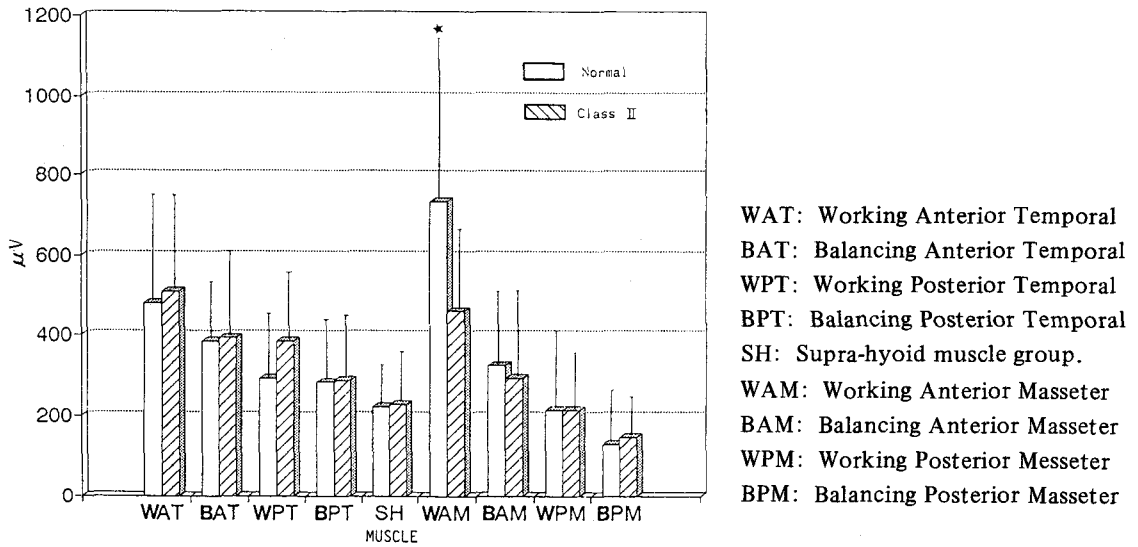


Fig. 8. Histogram of the maximal mean amplitude (μV) of normal occlusion and Class II malocclusion at chewing gum.

* Difference is significant at the level of $P \leq 0.05$.

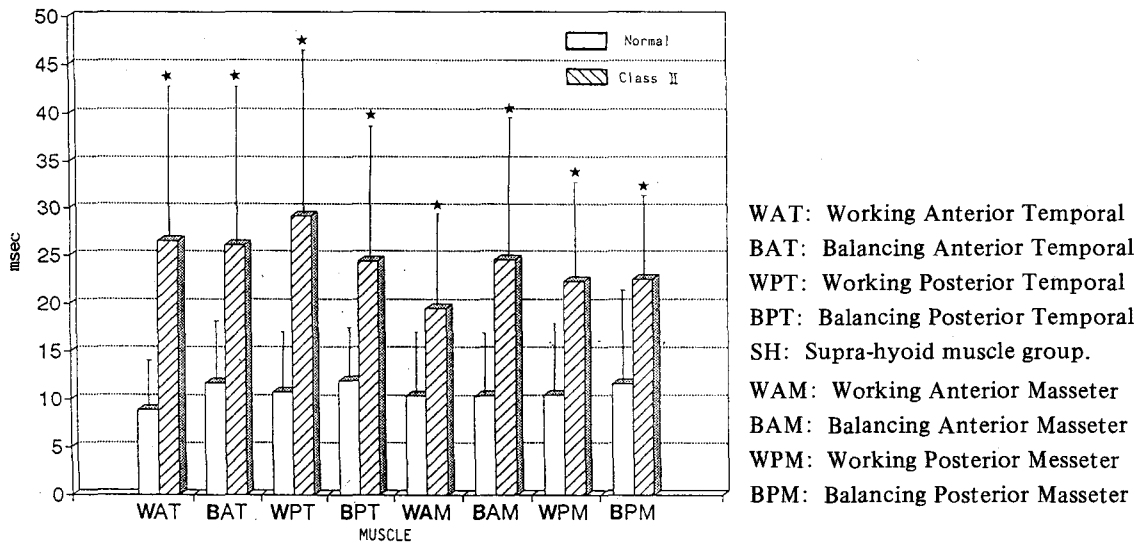


Fig. 9. Histogram of the silent period duration (ms) of normal occlusion and Class II malocclusion at chewing gum.

* Difference is significant at the level of $P \leq 0.05$.

Table 4. Comparison of duration (ms) and latency (ms) in working and balancing side between normal occlusion and Class II malocclusion at chewing gum.

Measurement Group Muscle	Duration (msec)					Latency (msec)				
	Normal		Class II		Differ- ence	Normal		Class II		Differ- ence
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
WAT	296.54	52.66	305.07	73.22		435.19	79.44	429.62	108.27	
BAT	263.57	57.51	293.14	58.94		467.31	87.52	435.19	106.85	
WPT	254.81	70.86	297.24	69.93	*	476.54	117.49	436.41	98.63	
BPT	224.12	46.59	299.61	79.25	***	498.46	114.16	439.16	117.28	
SH	336.90	64.22	371.92	123.89		341.67	72.37	323.01	123.88	
WAM	263.21	71.16	318.08	90.33	*	479.02	123.63	393.46	108.06	*
BAM	237.97	70.58	315.19	59.96	***	478.53	132.99	392.76	84.59	**
WPM	217.46	56.10	269.87	69.53	**		134.40	441.92	109.24	
BPM	191.24	39.90	244.10	58.36	***	521.08	134.28	448.97	118.43	*

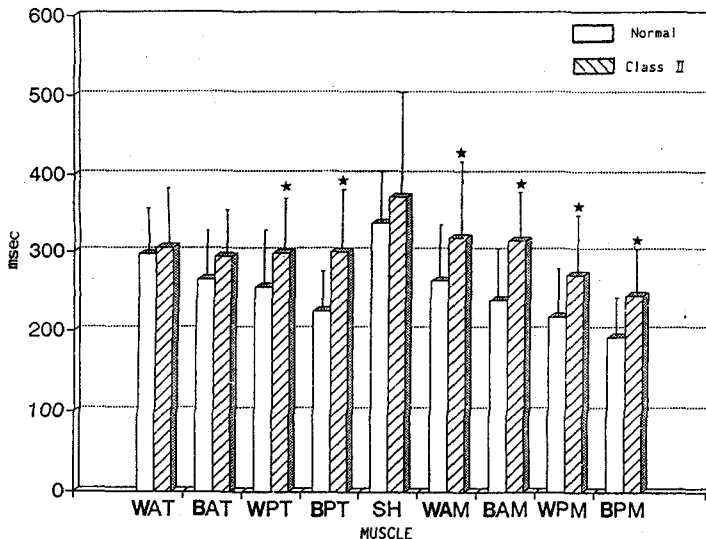
* significant at the level of $p \leq 0.05$

** significant at the level of $p \leq 0.01$

*** significant at the level of $p \leq 0.001$

WAT: Working Anterior Temporal,
WPT: Working Posterior Temporal,
WAM: Working Anterior Masseter,
WPM: Working Posterior Masseter,
SH: Supre-hyoid muscle group.

BAT: Balancing Anterior Temporal,
BPT: Balancing Posterior Temporal,
BAM: Balancing Anterior Masseter,
BPM: Balancing Posterior Masseter,



WAT: Working Anterior Temporal
BAT: Balancing Anterior Temporal
WPT: Working Posterior Temporal
BPT: Balancing Posterior Temporal
SH: Supra-hyoid muscle group.
WAM: Working Anterior Masseter
BAM: Balancing Anterior Masseter
WPM: Working Posterior Messeter
BPM: Balancing Posterior Masseter

Fig. 10. Histogram of the duration (ms) of normal occlusion and Class II malocclusion at chewing gum.

* Difference is significant at the level of $P \leq 0.05$.

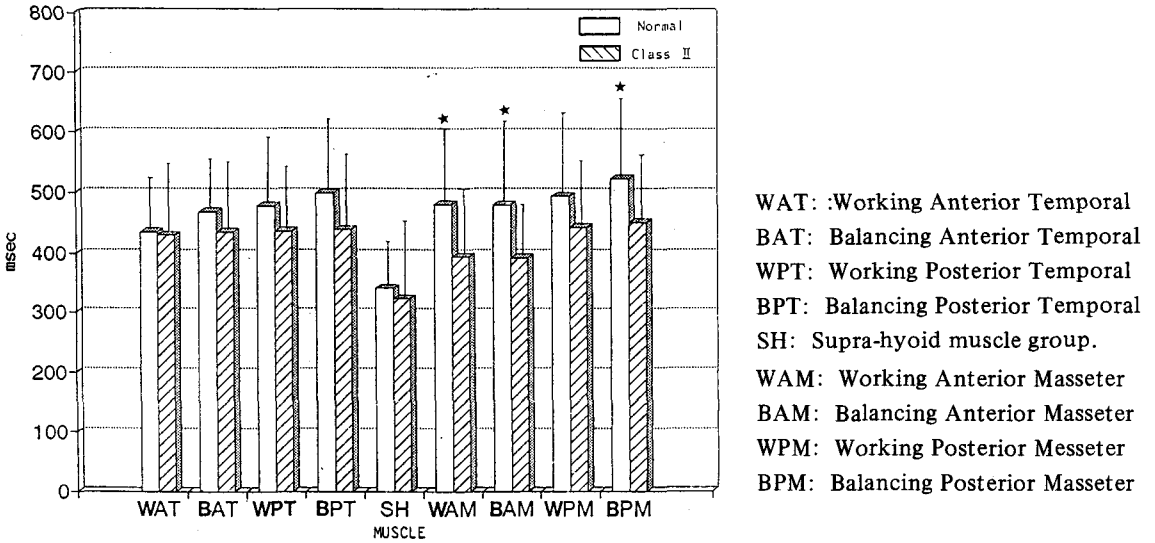


Fig. 11. Histogram of the latency (ms) of normal occlusion and Class II malocclusion at chewing gum.

* Difference is significant at the level of $P < 0.05$.

서는 균형측 후교근이 가장 길었고, 작업측 후교근, 균형측 후측두근, 작업측 후측두근, 균형측 전측두근, 작업측 전측두근, 작업측 전교근, 균형측 전교근, 설골상방근의 순서로 짧게 나타났다. 2급 부정교합자의 작업측과 균형측 전교근 및 균형측 후교근의 잠복기는 정상교합자에 비하여 유의한 감소를 보였다.

침묵기(silent period duration)는 정상교합자에서 균형측 후측두근이 가장 길었고, 균형측 전측두근, 균형측 후교근, 작업측 후측두근, 작업측 후교근, 작업측 전교근, 균형측 전교근의 순서로, 2급 부정교합자에서는 작업측 후측두근이 가장 길었고, 작업측 전측두근, 균형측 전측두근, 균형측 전교근, 균형측 후측두근, 균형측 후교근, 작업측 후교근, 작업측 전교근 순서로 짧게 나타났다. 2급 부정교합자의 침묵기는 모든 근육에서 정상교합자에 비하여 통계적으로 유의한 증가를 보였다($p < 0.001$).

4. 연하운동

Table 5와 Fig. 12, Fig. 13 및 Fig. 14는 땅콩을 연하하는 동안의 정상교합자와 2급 부

정교합자 저작근의 최대평균전위차와 근육활성도의 지속시간을 표시한 것이다.

연하중의 최대평균전위차는 정상교합자에서 좌측 전교근이 가장 컸고, 우측 전교근, 설골상방근, 좌측 전측두근, 우측 전측두근, 우측 후교근, 좌측 후교근, 좌측 후측두근, 우측 후측두근 순서로 작게 나타났고, 2급 부정교합자에서는 우측 전측두근이 가장 컸고, 설골상방근, 좌측 전측두근, 우측 전교근, 우측 후측두근, 좌측 후측두근, 좌측 전교근, 좌측 후교근, 우측 후교근의 순서로 작아졌다. 2급 부정교합자의 우측 전측두근과 좌우측 후측두근에서는 정상교합자에 비하여 유의성있는 증가가 나타났고, 좌측 전교근과 우측 후교근은 유의성 있는 감소를 보였다.

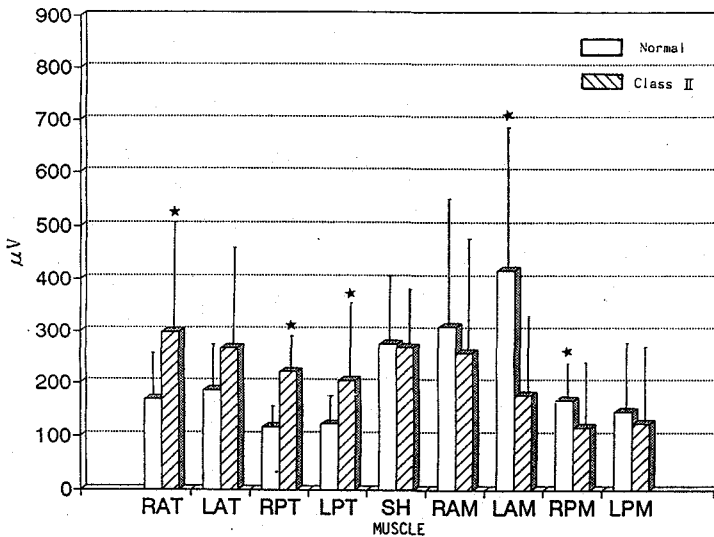
연하중 근육활성도의 지속시간은 정상교합자에서 설골상방근이 가장 길었고, 좌측 전교근, 우측 전교근, 좌측 전측두근, 우측 전측두근, 우측 후측두근, 좌측 후측두근, 좌측 후교근, 우측 후교근의 순으로 짧아 졌으며, 2급 부정교합자에서는 설골상방근이 가장 길었고, 좌측 전교근, 우측 전교근, 우측 전측두근, 좌측 전측두근, 우측 후교근, 좌측 후교근, 우측 후측

Table 5. Comparison of maximal mean amplitude (μV) and duration (ms) between normal occlusion and Class II malocclusion at swallowing of peanuts.

Measurement Group Muscle	Maximal Mean Amplitude (μV)				Difference	Duration (msec)				Difference
	Normal		Class II			Normal		Class II		
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
RAT	170.23	75.22	297.49	201.60	**	636.39	229.19	598.81	254.40	
LAT	187.58	84.25	267.89	200.92		641.39	223.25	579.29	272.47	
RPT	116.92	35.54	221.24	170.64	**	598.73	183.65	538.68	199.11	
LPT	122.31	49.12	204.72	151.86	*	574.66	239.11	505.88	217.31	
SH	275.82	128.04	269.31	116.67		938.57	462.09	1165.21	368.65	
RAM	309.33	246.48	258.00	217.16		654.28	243.51	692.17	205.10	
LAM	416.61	277.69	177.72	146.17	***	655.31	285.59	719.77	238.84	
RPM	169.23	60.27	116.69	108.18	*	573.60	252.84	575.36	211.34	
LPM	146.45	128.04	124.17	140.06		574.15	259.48	545.29	209.64	

* significant at the level of $p \leq 0.05$
 ** significant at the level of $p \leq 0.01$
 *** significant at the level of $p \leq 0.001$

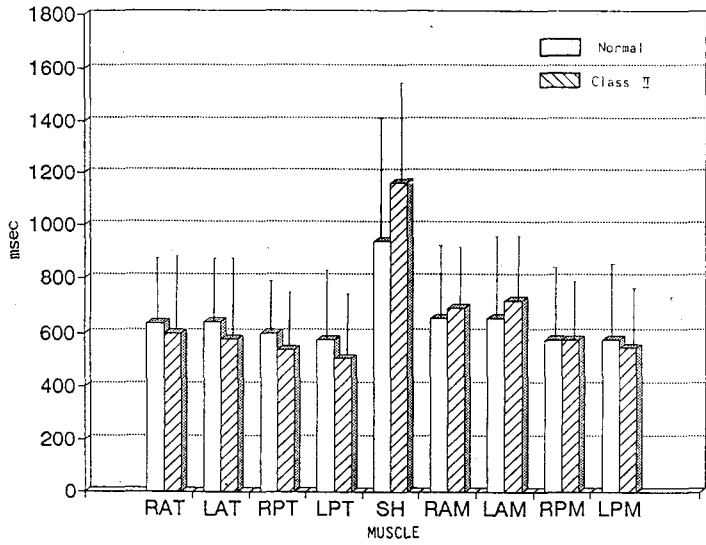
RAT: Right Anterior Temporal, LAT: Left Anterior Temporal,
 RPT: Right Posterior Temporal, LPT: Left Posterior Temporal,
 RAM: Right Anterior Masseter, LAM: Left Anterior Masseter,
 RPM: Right Posterior Masseter, LPM: Left Posterior Masseter,
 SH: Supra-hyoid muscle group.



RAT: Right Anterior Temporal,
 RPT: Right Posterior Temporal,
 RAM: Right Anterior Masseter,
 RPM: Right Posterior Masseter,
 SH: Supra-hyoid muscle group.
 LAT: Left Anterior Temporal,
 LPT: Left Posterior Temporal,
 LAM: Left Anterior Masseter,
 LPM: Left Posterior Masseter,

Fig. 12. Histogram of the maximal mean amplitude (μV) of normal occlusion and Class II malocclusion at swallowing of the peanuts.

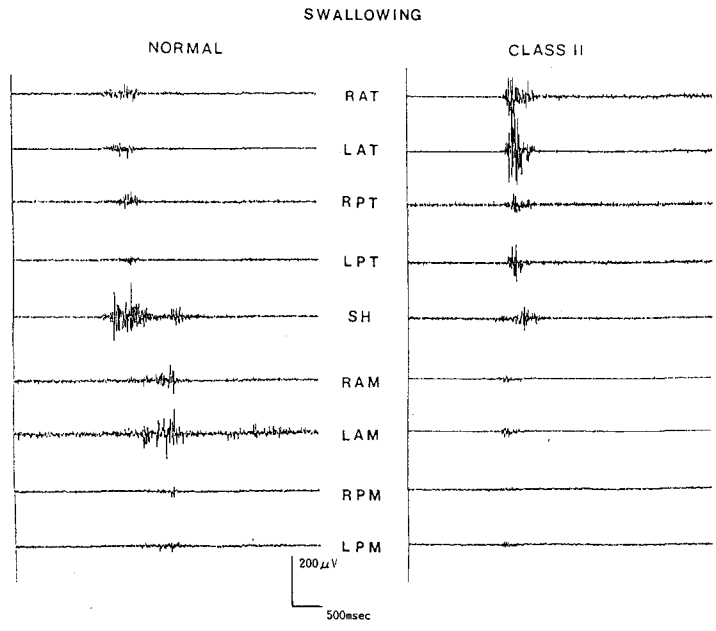
* Difference is significant at the level of $P \leq 0.05$.



RAT: Right Anterior Temporal,
 RPT: Right Posterior Temporal,
 RAM: Right Anterior Masseter,
 RPM: Right Posterior Masseter,
 SH: Supra-hyoid muscle group.
 LAT: Left Anterior Temporal,
 LPT: Left Posterior Temporal,
 LAM: Left Anterior Masseter,
 LPM: Left Posterior Masseter,

Fig. 13. Histogram of the duration (ms) of normal occlusion and Class II malocclusion at swallowing of the peanuts.

* Difference is significant at the level of $P \leq 0.05$.



RAT: Right Anterior Temporal
 RPT: Right Posterior Temporal
 RAM: Right Anterior Masseter,
 RPM: Right Posterior Masseter,
 SH: Supra-hyoid muscle group.
 LAT: Left Anterior Temporal,
 LPT: Left Posterior Temporal,
 LAM: Left Anterior Masseter,
 LPM: Left Posterior Masseter,

Fig. 14. Representative electromyogram of normal occlusion and Class II malocclusion during swallowing of peanuts.

두근, 좌측 후측두근의 순서로 짧게 나타났다. 근육활성도의 지속시간은 두 군 사이에서 측정된 모든 근육이 통계적으로 유의한 차를 보이지 않았다($p < 0.05$).

IV. 총괄 및 고안

1949년 Moyers에 의하여 하악골의 생리적 안정위에서 측두근의 전, 중, 후방부 섬유근들의 균일한 안정위 활성화(resting tonus)가 보고된 이래로¹⁷⁾, 하악안정위에서의 저작근 활성화 유무에 대하여 학자간의 많은 이견이 제시되었으나^{17,19,24,39)}, 하악골 자체의 하중에 길항할 수 있는 정도의 미약한 활성도를 보이는 것으로 견해의 일치성을 보이고 있다²⁵⁾. 이 연구에서 정상교합자의 하악안정위에서의 저작근의 최대평균전위차는 $5.23-45.20\mu V$ 로서 최소한의 활성도를 보였으며, 각 근육들 간의 활성화도의 크기순서는 선학들의 연구에서 피검자의 연령이나 신체적 상태, 근전도 기록시 전극의 형태 등에 따라 다소의 변이가 있으나 후측두근의 활성화도가 약간 더 크게 나타난다는 보고^{17,24,26,27,29,44)}와 일치되는 결과를 보이므로써 후측두근이 하악을 안정위 상태로 유지시키는 근육으로 추정되었다. Moyers¹⁷⁾는 하악골의 자세유지는 측두근의 세 섬유근들의 균일한 안정위 활성화도에 의하여 이루어진다고 하였으나, Carlöö⁴⁵⁾와 Latif²⁴⁾ 및 Liebman¹⁹⁾, Ingervall⁴⁴⁾, Ahlgren²⁷⁾ 등은 생리적 안정위에서는 측두근이 주된 자세유지근(postural muscle)이지만 특히 후측두근의 활성화에 의하여 하악골의 습관적인 위치가 유지된다고 한 바 있다. 그러나 하악골의 자세유지에 대한 후측두근의 기여는 이 근육에서의 느린근섬유와 빠른근섬유의 조직화학적 조성비^{46,47)}를 확인하므로써 보다 명확하여 질 것으로 사료되었다.

정상교합과 2급 부정교합자 군의 비교에 대하여 Moyers¹⁷⁾와 Möller²⁵⁾는 2급 부정교합자의 후측두근 활성화도의 우세를 보고하고 이와 같은 측두근의 기능향진은 2급 부정교합의 원인요소로 작용할 수 있다고 하였다. 반면 Ahlgren²⁹⁾과 Latif²⁴⁾는 정상교합과 2급 부정교합자 모두

에서 후측두근의 활성화도가 다른 저작근에 비하여 다소 크게 나타났으나 두 군간에 통계적인 유의차가 없으므로 안모의 형태 및 치아교합상태와 관계없이 후측두근은 하악골을 안정위 상태에 유지시켜 주는 근육이라고 하였다. 이 연구에서 2급 부정교합자의 후측두근 활성화도는 정상교합자보다 유의하게 큰 것으로 나타났으며, 이의 원인으로서는 2급 교합관계에서의 불충분한 교두감합상태로 인한 비정상적인 신경근육피이드백(neuromuscular feedback)을 들 수 있으나⁴⁸⁾, 이것이 2급 부정교합에서의 특징적인 골격형태의 발현에 대한 영향의 여부에 관한 개연적 판단을 위하여는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료되었다. 한편 2급 부정교합자에서는 후교근 활성화도의 감소를 관찰할 수 있었는데 이는 3급 부정교합의 경우에서와 같이⁴⁹⁾ 불안정한 교합상태로 인한 교합력의 감소는^{43,50)} 안정위에서의 활성화도 감소를 초래하기 때문인 것으로 추정되었다.

최대교합은 습관적인 교합상태(habitual occlusion)에서 저작근이 수의적인 최대의 수축을 발휘하는 상태를 의미하며, 이때 발생하는 장력이 커질수록 근육활성도도 증가된다^{21,51)}. Latif²⁴⁾와 Moss^{32,52)}는 두개안면골의 전후방 형태변이와 안면 비대칭이 없는 정상교합자의 근육활성도는 좌우가 대칭성을 보이고, 근육수축도 동시에 발생한다고 하였으며, Pancherz⁵³⁾는 2급 부정교합자에 있어서 좌우측 근육간의 현저한 차이를 보고한 바 있다. 이 연구에서도 정상교합자의 근육활성도는 좌우측이 동일하며 여타의 하악운동시에 비하여 가장 크게 나타나므로써, 정상교합자에서는 다른 교합위에 비하여 중심교합위에서의 최대교합시 측두근과 교근의 활성화도가 가장 크게 나타난다고 한 Tallgren들⁵⁴⁾의 견해와 일치된 양상을 보였다. Möller²⁵⁾는 저작근 활성화도와 관련하여 구심성 자극의 크기는 교합접촉하고 있는 치아의 수에 비례한다고 하였으나, Tallgren들⁵⁴⁾은 교합접촉하고 있는 치아의 수보다는 상악골과 하악골의 적절한 전후방관계가 최대교합시 저작근의 정상적인 활성도를 유발시키는 가장 중요한 요인이라고 하였으며,

Pancherz⁵³⁾는 최대교합시 저작근 활성도는 상하악 치아의 교합 패턴과는 무관하나, 불안정한 교두감합상태는 근 수축양상에 영향을 줄 수 있다고 하였다.

최대교합시 정상교합자의 저작근 활성도에 대하여 Möller²⁵⁾, Vitti²⁶⁾ 및 Greenfield⁵⁵⁾ 등은 전측두근에서 가장 강한 활성도를 관찰하였으나, Ahlgren²⁷⁾은 측두근에 있어서 활성도의 크기 순서는 개체에 따라 다양하며, 어떠한 요인에 의하여 이러한 다양성이 유발되는지는 알 수 없다고 하였다. 이 연구에서 정상교합자의 근육활성도의 크기는 전교근이 712.06 μ V로서 가장 크게 나타났으며 전측두근, 후측두근, 후교근, 설골상방근의 순으로 나타나 Moss^{52,56)}의 연구와 동일한 양상을 보였다. 2급 부정교합자에 대하여 Pancherz⁵³⁾는 교근과 측두근의 활성도가 작게 나타나는데 특히 교근의 활성도 감소가 현저하다고 하였으며, Moss³¹⁾는 교두감합위에서의 측두근 활성도 증가를 관찰하였다. 이 연구에서 2급 부정교합자의 활성도 크기는 전측두근, 후측두근, 전교근, 후교근, 설골상방근의 순으로 나타났으며, 정상교합자에 비하여 전교근에서의 유의한 감소와 후측두근에서의 유의한 증가를 보이므로써 Pancherz⁵³⁾와 Moss³¹⁾의 관찰을 확인할 수 있었다. 그러나 정상교합자와 2급 부정교합자의 비교에서 전교근과 후측두근의 활성도 증감만으로는, 최대교두감합위에서의 저작근활성도가 정상교합자를 판별하기에 가장 좋은 상태라는 Moss³²⁾의 견해를 입증하기에는 무리가 있을 것으로 사료되었다.

저작시 발생하는 하악운동의 양상을 관찰하기 위한 한 방법으로서 저작근 운동의 공동작용(muscular coordination)을 평가하려는 시도가 Möller²⁵⁾와 Ahlgren⁵⁷⁾등에 의하여 이루어졌다. Ahlgren⁵⁷⁾은 저작효율과 근 활성도간의 명확한 순 상관성을 보고하고, 이는 치아교합상태가 정상일때 보다 양호한 근기능이 발휘됨을 의미하는 것이라 하였다. Perry⁵⁸⁾는 정상교합자의 저작시에는 작업측과 균형측의 저작근에서 동시에 최대수축을 보이며 근육들간의 조화와 공동성을 보이는 반면 부정교합자의

저작에서는 근육들의 일관성없는 수축양상이 나타난다고 하였다. 이 연구에서는 저작시 정상교합자의 최대평균전위차에서 이와같은 선학들의 보고를 확인할 수 있었다. 저작시 정상교합자의 근 활성도 크기에 대하여 Möller²⁵⁾와 Ahlgren²⁹⁾은 전측두근에서 가장 크게 나타나며 뒤를 이어서 후측두근, 교근의 순으로 나타난다고 하였고, Vitti²⁶⁾은 교근, 측두근의 순으로 나타나는데 작업측 근육에서 더 크게 나타난다고 하였으며, Mushimoto⁵⁹⁾은 작업측 교근에서 가장 큰 활성도를 보이며 평형측 교근, 평형측 측두근, 작업측 측두근의 순으로 크게 나타났다고 하였다.

이 연구에서는 정상교합자에서 작업측 전교근의 활성도가 가장 큰 것으로 나타났고, 이어서 작업측 전측두근, 균형측 전측두근, 균형측 전교근의 순으로 활성도의 크기를 보이므로써, 저작시 작업측 교근의 활성이 가장 우세하다는 Möller²⁵⁾, Mushimoto⁵⁹⁾ 및 Vitti²⁶⁾의 연구결과와 동일한 양상을 관찰할 수 있었다. 따라서 저작시 작업측 교근의 활성도가 저작력을 발휘하는 가장 주된 근육으로서⁶⁰⁾, 측두근의 점증원(recruitment)전에 가장 먼저 수축을 보이는 근육⁶¹⁾이며 작업측 전측두근은 하악운동을 인도하는^{24,25,29)} 역할을 수행하는 것으로 사료되었다.

저작시 저작근 활성도 크기에 대한 정상교합자와 2급 부정교합자의 비교에서 Ahlgren²⁹⁾은 정상교합자의 전측두근과 교근에서 더 큰 활성도를 관찰하고 이의 이유로써 정상교합자에서의 보다 넓은 치아접촉부위를 들었으며, Pancherz⁵³⁾는 2급 부정교합자의 교근에서 근 활성도의 감소를 보고하고 이에 대하여 교합접촉하고 있는 상하악 치아의 수와 근 활성도는 무관하지만 불안정한 교합상태로 인하여 근 수축 양상에 변화가 있을 수 있다고 하였다. 반면 Barber⁶²⁾과 MacFee⁶³⁾은 저작은 안면골의 정상적인 발육에 대단히 중요한 기능적 자극이므로 장시간의 성장기 동안 감소된 근기능이 교합의 형성에 불량한 영향을 줄 수 있다고 하므로써, 근기능의 변화와 교합형성간의 원인에 대하여 상반된 견해를 피력하였다.

한편 Gibbs들⁶⁴⁾은 중심교합위에서의 안정성이 임상적인 의미를 가지며, 이 상태에서 발휘되는 근 수축력이 가장 크고 긴 활성도를 보인다고 한 바 있다. 이 연구에서 저작 중 2급 부정교합자의 근육활성도는 정상교합자에서 관찰할 수 있었던 균일성과 공동성은 관찰할 수 없었으며, 개체 간의 다양한 차이를 보였다⁵⁷⁾. 이는 2급 부정교합자에서 나타날 수 있는 불안정한 치아교두감합상태로 인한 근 활성도의 손상⁵³⁾이나 교합위로의 폐구시 나타나는 교합장애의 결과⁵⁸⁾, 중심교합위에서의 교합장애⁶⁵⁾등 때문인 것으로 추정되었다. 또한 2급 부정교합자의 작업측 전교근에서 유의성있는 감소를 보이므로써 Ahlgren²⁹⁾과 Pancherz⁵³⁾의 연구결과에 동의하였다. 정상교합자와 2급 부정교합자 모두에서 작업측의 활성도가 더 큰 것으로 나타났는데, 이는 식편이 작업측의 치주인대 고유수용기에서 먼저 흥분을 유도하기 때문이라는 Mohamed들⁶⁰⁾의 가설을 지지하였다.

저작동안 수축지속시간에 대하여 Ahlgren²⁹⁾은 정상교합자에서 350ms를 보고하고 후측두근, 전측두근, 교근의 길이 순서를 관찰하였으며, 2급 부정교합자에서는 정상교합자에서보다 길게 나타나며 특히 전측두근에서 가장 긴 수축지속시간이 나타난다고 하였다. 이 연구에서 정상교합자의 수축지속시간은 평균 253ms로서 Ahlgren²⁹⁾의 연구에서 보다는 짧게 나타났으며 전측두근, 전교근, 후측두근의 길이 순서를 보였다. 이 연구의 2급 부정교합자는 모든 근육에서 정상교합에서보다 수축지속시간이 길게 나타났다. 이는 Riise들⁶⁵⁾이 피력하였던 바와 같이 2급 부정교합자에서 불안정한 교합상태로 인하여 기능적인 자극이 상대적으로 약하므로써 유발된 저하된 저작효율의 보상성 메카니즘 때문인 것으로 사료되었다.

침묵기는 수의적으로 이악물기를 하는 동안 발생하는 악반사에 의하여, 저작근에서의 근전도 활성이 일시적으로 휴지상태에 있는 기간^{66,67)}을 의미하는 것으로서, 정상인에서는 약 20ms정도 지속되는 것으로 보고되어 있다⁶⁸⁾. 대부분의 연구^{42,69,70)}에서는 피검자가 이악물기를 시행하고 있는 동안에 턱끝을 가볍게 타격

하므로써 일어나는 악반사에 의하여 인위적으로 유도되었으며 특히 교근에서의 침묵기는 혀, 치은, 구강점막 또는 근육의 팽대부에 대한 청각적 또는 전기적자극에 의하여 유발될 수 있다⁷¹⁾. 편측에서의 자극에 의하여 양쪽 근육 모두에서 침묵기가 유발되는데, 이는 교근에서의 이러한 억제성반사에 대한 신경의 교차성중심경로가 존재함을 의미하는 것이다⁷²⁾. 침묵기의 근원으로는 치주인대에 분포되어있는 감각의 고유수용기, 저작근 골지인대기관, 회귀성 억제로 부터의 자극과 연속중 근방추의 침묵(silencing)에서 기인하는 운동 뉴우런의 억제에 의한 것들이 있다^{70,73)}.

이 연구에서 침묵기는 저작운동 중에 자발되었으며, 인위적으로 유발되지 않은 자발성 침묵기에 대한 임상적 의미는 아직까지 명확히 구명된 바 없으나 저작을 시행하는 동안의 저작의 다양한 양태와 관련되어 극히 짧은시간 동안 발현되는 생물학적 부산물⁷⁴⁾로 여겨지며, 측두하악관절 장애⁶⁹⁾나 신경성병변⁷⁵⁾을 가진 이에서 길게 나타나는것으로 보고되어 있다. Stohler들⁷⁴⁾은 침묵기는 대부분의 경우 일련의 폐구 과정의 끝 부분에서 발생되며, 15-20ms동안 지속되고 그 뒤 다시 폐구근의 활성이 약 50ms동안 더 지속된다고 하였다. Verkindere⁷⁶⁾는 교근에서 18-21ms, 측두근에서 20-22ms의 침묵기를 보고하였는데, 이 연구에서는 정상교합자에서 평균 10.75ms, 2급 부정교합자에서 평균 24.37ms로 나타났으며, 2급 부정교합자의 모든 저작근에서 정상교합자에 비하여 유의성있는 증가를 보였다. 이는 불안정한 치아교합으로 인하여 치주인대 및 구강내에 분포되어 있는 감각수용기를 통하여 폐구근의 반사성 억제가 유발⁷⁰⁾되었기 때문인 것으로 추정되었다.

정상적인 성숙연하(mature swallowing)중 저작근 활성도는 상하악치아가 서로 교합접촉하며 하악이 중심위로 안정된 상태에서 나타나는데²⁹⁾, Ahlgren²⁹⁾은 정상교합자의 연하시 전측두근에서 후측두근보다 큰 활성도를 관찰하였으며, Moyers³³⁾는 교근에서 가장 낮은 활성도를 보고하였고, Moss⁵²⁾는 설골상방근과 전측두근에서 가장 큰 활성도를 보인다고 하였

다. 한편, Ahlgren²⁹⁾은 2급 부정교합자의 전측두근과 교근 활성도가 정상교합자보다 작게 나타났음을 보고하고, 이는 2급 부정교합자에서는 하악의 안정성과 교두감합상태가 불량하기 때문이라고 하였다. 이 연구에서는 2급 부정교합자의 교근 활성도가 정상교합자에 비하여 유의한 감소를 보이므로써 Ahlgren²⁹⁾의 결과와 일치하였으나, 측두근에서는 오히려 증가된 양상을 나타내므로써 다소의 차이를 보였다.

Findlay⁷⁷⁾은 연하시 정상인들과 비정상적인 구강기능을 가진 이들 간에 근활성도의 크기나 양태에 있어서의 차이가 없었으며 따라서 연하운동시 근활성도 만으로는 이들을 구분하기 어렵다고 하였다. 즉 연하시 정상교합자와 2급 부정교합자간에 이 실험에서와 같은 근활성도의 차이가 비정상적인 골격 및 치열의 형태에 따른 현상인지의 여부는 모호하며, 연하시 교근과 측두근 활성도의 크기와 양태만으로 두 군의 속성을 구분하는 것은 무리가 따를 것으로 사료되었다.

정상교합자에서의 다양한 하악운동은 이에 관련되는 근육 군들의 편측성 및 양측성의 협동작용에 의하여 이루어지나³⁶⁾ 2급 부정교합자의 근육활성도는 전반적으로 정상교합자에 비하여 교근에서는 감소를, 측두근에서는 증가되는 경향을 보였으며, 근육들 간의 조화와 공동성을 가지지 못하는 것으로 관찰되었다. 2급 부정교합은 교두감합상태가 불량하고, 폐구시 치아들의 조기접촉을 흔히 보이는 등의 교합특성을 가지는데 이 때문에 구강내의 감각 수용기에서 뇌신경으로의 변형된 구심성 신호가 송출되며 이는 다시 변형된 신경-근육활동을 유발시키므로써 결과적으로 근활성도의 변이가 유발^{18,58)}된 것으로 사료되었다. 정상교합자와 2급 부정교합자에서 저작근 활성도의 이러한 차이는 악골의 상대적인 위치적 변화로 인한 것이라기 보다는 불안정한 치아교합으로 인한 구심성감각신호의 변이^{53,78)} 때문인 것으로 보여진다.

이상에서와 같이 정상교합자와 부정교합자간의 근기능은 명백한 차이를 가지고 있으나,

2급 부정교합과 같은 두개안면골 형태의 변이가 근기능의 변화에 대한 적응성 변화의 결과⁴⁾인지 혹은 유전적으로 결정된 골격구조에 대한 근육의 보상성 동태인지에 대하여는 논란의 여지가 있으며 이의 인과론적 입증을 위한 실증적 연구가 필요할 것이다. 2급 부정교합에서의 다양한 두개안면골격 형태⁷⁹⁾와 관련된 보다 정밀한 근기능의 비교연구가 이루어져야 될 것으로 사료되었다.

V. 결 론

정상교합자와 2급 부정교합자 사이에 저작근 활성도의 차이를 구명하기 위하여 18.9-25.6세의 정상교합자 26명과 19.0-28.9세 까지의 2급 부정교합자 26명을 대상으로 양측의 전측두근, 후측두근, 전교근, 후교근, 그리고 설골상방근에서 하악안정위, 최대교합, 저작운동과 연하시 나타난 근육활성도를 이중 표면전극법에 의한 근전도를 기록하고 근전도 상에서 최대평균전위차, 수축지속시간, 잠복기 및 침묵기를 측정 및 통계처리하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 하악안정위에서 2급 부정교합자의 후측두근 활성도는 정상교합자에 비하여 크게 나타났으며, 전측두근과 후교근 및 설골상방근은 작게 나타났다.
2. 최대교합시 2급 부정교합자의 후측두근 활성도는 정상교합자에 비하여 큰 것으로 나타났으며, 전교근과 설골상방근은 작은 것으로 나타났다.
3. 저작운동중의 최대평균전위차는 2급 부정교합자의 작업측 전측두근에서 유의성있는 감소를 보였으며, 저작지속시간은 2급 부정교합자의 작업측 전측두근과 후측두근, 균형측 후측두근에서 유의성있는 증가를, 균형측 전교근과 작업측 후교근에서 유의성있는 감소를 보였다. 잠복기는 2급 부정교합자의 작업측 전교근, 균형측 전교근과 후교근에서 유의성있는 감소를 나타냈다. 저작운동중에 측정된 침묵기는 2급 부정교합자의 모든 근육에서 유의성있

는 증가를 보였으며, 정상교합자에서는 평균 10.75msec, 2급 부정교합자에서는 평균 24.37 msec으로 나타났다.

4. 연하중의 최대평균전위차는 정상교합자에 비하여 2급 부정교합자의 우측 전측두근과 좌우측 후측두근에서 유의성있는 증가를, 좌측 전교근과 우측 후교근에서는 유의성있는 감소를 보였으며, 지속시간은 정상교합자와 2급 부정교합자 간에 유의차를 보이지 않았다.

5. 2급 부정교합자의 근육활성도는 전반적으로 정상교합자에 비하여 교근에서는 감소를, 측두근에서는 증가되는 경향을 보였다.

참 고 문 헌

1. Gans, C. and Gorniak, G.C.: Concepts of muscles: an introduction to the intact animal, in craniofacial growth series, Monograph No. 8, pp.1-16, center for human growth and development, The Univ. of Michigan, 1978.
2. McNamara, J.A.: Neuromuscular and skeletal adaptation to altered function in the orofacial region, *Am. J. Orthod.* 64:578-606, 1973.
3. Herring, S.W. and Lakars, T.C.: Craniofacial development in the absence of muscle contraction, *J. Craniofacial genetics & developmental Biol.* 1:341-357, 1981.
4. Hunter, W.S., Balbach, D.R., and Lamphiean, D.E.: The heritability of attained growth in the human face, *Am. J. Orthod.* 58:128-134, 1970.
5. Hiimae, K.M.: Masticatory function in mammals, *J. Dent. Res.* 46 (supple):883-893, 1967.
6. Moss, M.L., and Salentijn, L.: The primary role of functional matrices in facial growth, *Am. J. Orthod.* 55 566-577, 1969.
7. Sergl, H.G.: Changes in craniofacial pattern caused by functional adaptation-an experimental study in young rabbits, *Trans Europ. Orthod. S.C.* 197-209, 1972.
8. McNamara, J.A.: Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in orofacial region, *Am. J. Orthod.* 64:578-606, 1973.
9. Herring, S.W. and Lakars, T.C.: Craniofacial development in the absence of muscle contraction, *J. Craniofacial genetics & developmental Biol.* 1:341-357, 1981.
10. Lowe, A.A. and Takada, K.: Association between anterior temporal, masster and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children, *Am. J. Orthod.* 86:319-330, 1984.
11. Takada, K., Lowe, A.A., and Freund, V.K.: Canonical correlations between masticatory muscle orientation and dentoskeletal morphology in children, *Am. J. Orthod.*, 86: 331-341, 1984.
12. Whetten, L.L. and Johnston, L.E.: The control of condylar growth: An experimental evaluation of the role of the lateral pterygoid muscle, *Am. J. Orthod.* 88:181-190, 1985.
13. Goss, C.M.: Gray's anatomy, 29th ed. Lea & Febiger, 1974.
14. Moss, M.L. and Moss-Salentijn, L.: The muscle-bone interface: An analysis of a morphological boundary, Craniofacial growth series, Monograph No. 8 pp. 39-72, The center for human growth and development, Univ. of Michigan, 1978.
15. Subtelny, J.D.: Malocclusion, orthodontic corrections and orofacial muscle adaptation, *Angle Orthod.* 40:170-201, 1970.
16. Inman, V.T., Saunders J.B., de C.M. and Abbot, L.C.: Observation on the function of the shoulder joint, *J. Bone and Joint*

- Surg. 26:1-30, 1944.
17. Moyers, R.E.: Temporomandibular muscle contraction patterns in a Angle class II division 1 malocclusions; An electromyographic analysis, Am. J. Orthod. 35:837-857, 1949.
 18. Pruzansky, S.: The application of electromyography to dental research, J. Am. Dent. Ass. 44:49-57, 1952.
 19. Liebman, F.M. and Cozenza, F.: An evaluation of electromyography in the study of the etiology of malocclusion, J. Prosth. Dent. 10:1065-1077, 1960.
 20. Grossman, W.J., Greenfield, B.E., and Timms, D.J.: Electromyography as an aid in diagnosis and treatment analysis, Am. J. Orthod. 47:481-497, 1961.
 21. Ralston, H.J.: Uses and limitations of electromyography in the quantitative study of skeletal muscle function, Am. J. Orthod. 47:521-530, 1961.
 22. MacDougall, J.D.B. and Andrew, B.L.: An electromyographic study of the temporal and masseter muscles, J. Anat. 87:37-45, 1953.
 23. Jarabak, J.R.: The adaptability of the temporal and masseter muscles; An electromyographical study, Angle Orthod. 24:193-213, 1954.
 24. Latif, A.: An electromyographic study of the temporal muscles in normal person during selected positions and movements of the mandible, Am. J. Orthod. 43:577-591, 1957.
 25. Moller, E.: Chewing apparatus, Acta Physiol. 69(Supple):280, 1966.
 26. Vitti, M. and Basmajian, J.V.: Muscles of mastication in small children: An electromyographic analysis, Am. J. Orthod. 68:412-419, 1975.
 27. Ahlgren, J.: An electromyographic analysis of the temporalis function of normal occlusion, Am. J. Orthod. 87:230-239, 1985.
 28. Ahlgren, J.: EMG pattern of temporalis in normal occlusion, Europ. J. Orthod. 8:185-191, 1986.
 29. Ahlgren, J.G., Ingervall, B.F. and Thilander, D.C.: Muscle activity in normal and post-normal occlusion, Am. J. Orthod. 65:445-456, 1973.
 30. 주보훈, 박영국, 이기수 : 정상교합자와 III 급 부정교합자의 저작근 근전도에 관한 연구. 대치교지, 21 : 197-221, 1991.
 31. Moss, J.P.: Function-facts or fiction?, Am. J. Orthod. 67:625-646, 1975.
 32. Moss, J.P. and Chalmers, C.P.: An electromyographic investigation of patients with a normal jaw relationship and a class III jaw relationship, Am. J. Orthod. 66:538-556, 1974.
 33. Moyers, R.E.: An electromyographic analysis of certain muscles involved in temporomandibular movement, Am. J. Orthod. 36:481-515, 1950.
 34. Widmalm, S.E., Lillie, J.H., and Ash, M.M. Jr.: Anatomical and electromyographic studies of the digastric muscle, J. Oral Rehabil. 15:3-21, 1950.
 35. Winnberg, A. and Pancherz, H.: Head posture and masticatory muscle function: An EMG investigation, Europ. J. Orthod. 5:209-217, 1983.
 36. Basmajian, J.V.: Muscles alive, Their functions revealed by electromyography, 4th. ed. The Williams and Wilkins Co. Baltimore, pp. 1-78, 1973.
 37. Tokizane, H.: Electromyographic study of facial muscle, Ochanomizu Med. J. 2:1, 1954.
 38. Garnick, J.J.: Reproducibility of the electro-

- myogram, *J. Dent. Res.* 54:867-871, 1975.
39. Kimura, J.: Electrodes and recording apparatus, in *electrodiagnosis in disease of nerve and muscles*, pp. 37-52, 2nd ed. F.A. Davis Co. Philadelphia.
 40. Felsenthal, G.: Median and ular muscle and sensory evoked potential, *Am. J. Phys. Med.* 57:167-182, 1978.
 41. Gassel, M.M.: Sources of error in motor nerve conduction studied, *Neurol.* 14: 825-835, 1964.
 42. McCall, W.D. Jr., Uthman, A.A., and Mohl, N.D.: TMJ symptom severity and EMG silent periods, *J. Dent. Res.* 57:709-714, 1952.
 43. Lippold, O.C.J.: The relation between integrated action potentials in a human muscle and its isometric tension, *J. Physiol.* 117:492-499, 1952.
 44. Ingervall, B. and Thilander, B.: Activity of temporal and masseter muscles in children with a lateral forced bite, *Angle Orthod.* 45: 249-258, 1975.
 45. Carlsöö, S.: Nervous coordination and mechanical function of the mandibular elevators: an electromyographic study of the activity, and an anatomic analysis of the mechanics of the muscles, *Acta Odont. Scand.* 10(Supple 11) 1-132, 1952.
 46. Buller, A.J., Eccles, J.C., and Eccles, R.M.: Controlled differentiation of muscle, *J. Physiol.* 143:23-24, 1958.
 47. Buller, A.J., Eccles, J.C., and Eccles, R.M.: Differentiation of fast and slow muscles in the cat hind limb, *J. Physiol.* 150:330-416, 1960.
 48. Jarabak, J.R.: An electromyographic analysis of muscular and temporomandibular joint disturbances due to imbalances in occlusion, *Angle Orthod.* 26:170-190, 1956.
 49. Ahlgren, J.: Form and function of Angle Class III malocclusion. A cephalometric and electromyographic study, *Trans. Europ. Orthod. Soc.* 77-88, 1970.
 50. Bigland, B. and Lippold, O.C.J.: The relation between force and integrated electrical activity in human muscles, *J. Physiol. (London)* 123:214-224, 1954.
 51. Edwards, R.G. and Lippold, O.C.J.: The relation between force and integrated electrical activity in fatigued muscle, *J. Physiol. (London)* 132:677-681, 1956.
 52. Moss, J.P.: The soft tissue environment of teeth and jaws. An experimental and clinical study: Part 1, *Brit. J. Orthod.* 7:127-137, 1980.
 53. Pancherz, H.: Activity of the temporal and masseter muscles in class II, division 1 malocclusions: An electromyographic investigation, *Am. J. Orthod.* 77:679-688, 1980.
 54. Tallgren, A., Melsen, B., and Hansen, M.A.: An electromyographic and roentgen cephalometric study of occlusal morphofunctional disharmony in children, *Am. J. Orthod.* 76: 394-409, 1979.
 55. Greenfield, B.E. and Wyke, B.D.: EMG studies of some of the muscles of mastication, *Brit. J. Orthod.* 100:129-143, 1956.
 56. Moss, J.P.: The soft tissue environment of teeth and jaws. An experimental and clinical study: part 2 and 3, *Brit. J. Orthod.* 7:205-216, 1980.
 57. Ahlgren, J. : Mechanism of mastication: A quantitative cinematographic and electromyographic study of masticatory movements in children with special reference to occlusion of the teeth, *Acta Odont. Scand.* 24 (Supple 44), pp. 109, 1966.
 58. Perry, H.T. Jr.: Functional electromyo-

- graphy of temporal and masseter muscles in class II division 1 malocclusion and excellent occlusion, *Angle Orthod.* 25:49-58, 1955.
59. Mushimoto, E. and Mitani, H.: Bilateral coordination pattern of masticatory muscle activities during chewing in normal subjects, *J. Prosth. Dent.* 48:191-197, 1982.
 60. Mohamed, S.E., Christensen, L.V., and Harrison, J.D.: Tooth contact patterns and contractile activity of the elevator jaw muscles during mastication of two different types of food, *J. Oral Rehabil.* 10:87-95, 1983.
 61. Steiner, J.E., Michman, J. and Litman, A.: Time sequences of the activity of the temporal and masseter muscles in healthy young human adults during habitual chewing of different test foods, *Arch. Oral Biol.* 19: 29-34, 1974.
 62. Barber, C.G., Green, L.J., and Fox, G.J.: Effects of the physical consistency of diet on the condylar growth of the rat mandible, *J. Dent. Res.* 42:848-851, 1963.
 63. McFee, C.E., and Kronman, J.H.: Cephalometric study of craniofacial development in rabbits with impaired masticatory function, *J. Dent. Res.* 48:1268-1274, 1969.
 64. Gibbs, C.H., Mahan, P.E., Lundeen, H.C., Brehnan, K., Walsh, E.K., and Holbrook, W.B.: Occlusal forces during chewing and swallowing as measured by sound transmission, *J. Prosth. Dent.* 46:443-449, 1981.
 65. Riise, C., and Sheikholeslam, A.: Influence of experimental interfering occlusal contacts on the activity of the anterior temporal and masseter muscles during mastication, *J. Oral Rehabil.* 11:325-333, 1984.
 66. Josell, S.D., Yaeger, J.A., and Gay, T.: Clenched jaw jerk in children, *J. Dent. Res.* 61:1044-1047, 1982.
 67. Hanson, B., Sherman, R. and Ficara, A.: Masseter muscle silent period in patients with internal derangement of the temporomandibular joint before and after splint therapy, *J. Prosth. Dent.* 54:846, 1985.
 68. Josell, S.D., Gay, T., and Yaeger, J.A.: Relationship between stage of dental development and electromyographic silent periods during chewing, *J. Prosth. Dent.* 52: 593-597, 1984.
 69. Bessette, B., Bishop, B., and Mohl, N.: Duration of masseteric silent period in patients with TMJ syndrome, *J. Appl. Physiol.* 39:864-869, 1971.
 70. McNamara, D.C., Crane, P.F. McCall, W.D. Jr. and Ash, M.M. Jr.: Duration of the electromyographic silent period following the jaw-jerk reflex in human subjects, *J. Dent. Res.* 56:660-664, 1977.
 71. Godaux, E. and Desmedt, J.E.: Human masseter muscle: H- and tendon reflexes: Their paradoxical potentiation by muscle vibration, *Arch. Neurol.* 32:229-234, 1975.
 72. Ongerboer de Visser, B.W. and Goor, C.: Cutaneous silent period in masseter muscle: A clinical and electrodiagnostic evaluation, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 39:674-679, 1976.
 73. Bessette, R.W., Mohl, N.D., and Bishop, B.: Contribution of periodontal receptors to the masseteric silent period, *J. Dent. Res.* 54:1196-1203, 1974.
 74. Stohler, C.S. and Ash, M.M. Jr.: Silent period in jaw elevator muscle activity during mastication, *J. Prosth. Dent.* 52:729-735, 1984.
 75. Laxer, K. and Eisen, A.: A silent period measurement in the differentiation of central demyelination and axonal degeneration, *Neurology* 25:740-744, 1975.

76. Verkindere, M. Th. and Lodter, J. Ph.: The silent period duration of the masticatory muscles, *J. Prosth. Dent.* 61:733-736, 1989.
77. Findlay, I.A. and Kilpatrick, S.J.: An analysis of myographic records of swallowing in normal and abnormal subjects, *J. Dent. Res.* 39:629-637, 1960.
78. Haralabakis, V. and Loutfy, S.: An electromyographic analysis of a series of fifty treated posterior crossbites, *Trans. Europ. Orthod. Soc.* 40:206-220, 1964.
79. 전운옥, 이기수 : 앵글 II급 1류 부정교합자의 안모 유형에 관한 연구. *대치교지*, 19 : 201-218, 1989.

– ABSTRACT –

**AN ELECTROMYOGRAPHIC INVESTIGATION OF
MASTICATORY MUSCLES IN NORMAL OCCLUSION
AND CLASS II MALOCCLUSION**

Yeon Kyung Kim, Ki Soo Lee, Young Guk Park

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Kyung Hee University

Along with form and function relationship of craniofacial growth comes a concern for the masticatory muscles with postnormal occlusion. It is the aim of this study to grope the certain differences upon the electromyographic activities of the masticatory muscles between normal occlusion and class II malocclusion during the varieties of oral functions.

26 persons of normal occlusion whose mean age were 18.9-25.6 years and another 26 persons of class II malocclusion whose mean age were 19.0-28.9 years served for this study.

The electromyographic recordings processed by Medelec[®] MS 25 EMG apparatus were taken from the anterior and posterior temporal, and anterior and posterior masseter muscles of both sides, and suprahyoid muscles as well. Analyses of the data toward such specific activities as mandibular rest, maximal biting, chewing gums and swallowing peanuts turned out the following summary and conclusions.

1. The maximal mean amplitude of the posterior temporalis showed significant augmentation in class II malocclusion, however the anterior temporalis, posterior masseter, and suprahyoid muscles manifested meaningful diminutions.
2. Stronger posterior temporalis and weaker anterior masseter and suprahyoid muscles were arranged in maximal biting with parameters of maximal mean amplitude.
3. The anterior temporalis of working side expressed smaller maximal mean amplitude in class II malocclusion. Significant swelling in duration were shown at anterior and posterior temporalis of working side, and posterior temporalis of balancing side in class II malocclusion, and marked reduction at anterior masseter of balancing side and posterior masseter of working side as well. The lessened latency were expressed at anterior masseter of working side, and anterior and posterior masseter of balancing side. Class II malocclusion group had significant prolongation of silent period duration. Mean silent period duration of 10.75 msec in normal occlusion and 24.37 msec in class II malocclusion were calculated.

4. Significant augmentations of maximal mean amplitude while swallowing peanuts were yielded at right anterior temporalis and posterior temporalis of both sides, however left anterior masseter and right posterior masseter showed diminution. No significant differences in duration showed at every muscle examined in class II malocclusion group.
5. Weaker masseter and stronger temporalis were suggested as characteristics of class II malocclusion.