편측 무치악이 백서 교근 근섬유에 미치는 영향에 관한 조직화학적 연구

서울대학교 치과대학 구강진단·구강내과학 교실

류 홍 렬·이 승 우

-목 차-

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 연구대상 및 방법
Ⅲ. 연구성적
Ⅳ. 총괄 및 고안
Ⅴ. 결 론
참고문헌
영문초록

제Ⅰ장 서 론

포유동물의 골격근 근섬유는 근육의 수축속도, 효소의 활성도 및 효소활동의 조직화학적 염색양상에 따라 크게 TypeⅠ섬유(slow twitch fiber-ST)와 TypeⅡ섬유(fast twitch fiber-FT)로 구분된다.[1,2]

이와같이 근섬유를 분류하는 데는 여러 방법들이 있으나, 그중 myosin adenosin triphosphatase(ATPase)활성도의 염색법은 산성 또는 알카리성 용액내에서 효소의 안정성의 차이에 따라 근섬유를 분류하는 방법이다.[3,4] 특히 myosin ATPase는 산성용액에서 그 안정성이 매우 민감하게 변하므로 이와같은 특성을 이용하여 TypeⅡ섬유를 다시 TypeⅡA, TypeⅡB, 그리고 TypeⅡC섬유로 세분화하고 있다.[3,4,5,6,7]

TypeⅠ섬유는 Oxidative capacity가 크고 glycolytic activity및 myosin ATPase activity가 낮으며, 생리적인 면에서는 피로에 저항력이 큰 것으로 알려져 있다. 반면에 TypeⅡ섬유는 Oxidative capacity가 낮고 glycolytic activity와 myosin ATPase activity가 높아 피로에 대한 저항력이 작은 것으로 알려져 있는데 특히 TypeⅡB섬유가 이런 특성을 갖고 있으며, TypeⅡA섬유는 TypeⅠ섬유와 TypeⅡB 섬유의 모든 생화학적 특성을 갖고 있어서 수축속도는 느리고 피로에 대한 저항력이 크며, TypeⅡC섬유는 TypeⅡB섬유와 특성이 유사하나 단지 pH4.2이하에서만 myosin ATPase 활성도가 소실되는 것으로 알려져 있다.[8,9,10,11,12]

근섬유의 조성은 개체와 근육의 종류에 따라 다르게 나타나며 기능적으로 장시간 수축을 요하거나 체위유지에 관여하는 근육에는 TypeⅠ 섬유가 많고 단시간 수축이나 힘을 요구하는 근육에는 TypeⅡ섬유가 다수 존재한다는 것이 보고되었다.[13]

한편 장기간의 전기자극이나 신경교차문합(nerve cross-innervation)에 의해 근섬유간에 상호전환이 유발되는 것으로 보아 근섬유의 조성이 신경에 의해 조절된다고 알려져 있다.[9,14] 그러나 신체운동에 따른 근섬유의 전환여부에 대하여는 학자들간에 확실한 정설이 없는 실정이다. 즉 신체운동에 의해 근조성이 변하지 않으며 유전적인 요인으로 결정된다는 연구결과들도 있는가 하면, 신체훈련이 근섬유의 전환을 일으키며 비활동에 의해서도 변화할 수 있다는 보고들도 다수 발표되었다.[2,6,7,15,16,17,18,19,20,21,22]

이와같은 많은 연구들에서는 주로 사지 골격근 근섬유에 대한 연구들이 대부분이며, 골격근중 악안면부위에서 중요한 역할을 하고있는 저작근을 표본으로한 연구는 별로 없는 실정이다. 이에 저자는 백서 교근에 있어서 편측 치아상실로 인해 유

발되는 근섬유 조성 및 근섬유 전환여부를 관찰하기 위해 본 실험에 착수하였다.

제Ⅱ장 연구대상 및 연구방법

1) 실험동물 및 근섬유 표본채취

생후 4주된 체중 130gm 내외의 백서 숫컷을 사용하여 대조군과 실험군으로 나누었다. 실험군은 상하악 좌측 구치 6개의 치관부위를 모두 제거한 다음, 3개의 군(E_1, E_2, E_3)으로 나누었다. 실험군은 6일후(E_1), 18일후(E_2), 36일후(E_3) 각각 etherization으로 희생시킨 다음 저작근중 문측표층교근(rostral superficial masseter muscle)의 중앙부에서 표본을 채취하였다.

2) myosin ATPase 활성도의 조직화학적 염색 및 PAS염색

① myosin ATPase활성도의 염색

채취한 근육을 액체질소(liquid nitrogen)에서 급속동결한 다음 Cryostat microtome내에서 미리 냉각된 optimal cutting temperature(OCT) compound로 매몰시켜 보관하였다가 microtome으로 두께 10 μ의 연속박편으로 절단한 다음 근육표본을 만들었다. 근육표본은 알칼리(pH9.4) 및 산성(pH4.6 및 pH4.2)용액에서 preincubation한 후 incubation과정을 거친 다음 염색(2% $CoCl_2$, ammonium sulfide)하였다.

② PAS염색

근육표본을 −25℃에서 동결시킨 다음 cryostat에서 두께 10 μ의 연속박편으로 절단한 다음 Rossman's fluid로 10분간 고정시킨후 PAS염색을 실시하였다.

3) 골격근 근섬유의 분류 및 계수

염색된 근육표본을 광학현미경하에서 근섬유를 유형별로 계수하였다. 근섬유는 myosin ATPase활성도의 염색법의 경우 pH9.4에서 Type Ⅰ 섬유와 Type Ⅱ 섬유로, pH4.6에서 Type ⅡA섬유와 나머지 근섬유로, pH4.2에서 Type Ⅰ 섬유, Type ⅡC 섬유 그리고 나머지 근섬유로 염색강도에 따라 분류하였으며, PAS염색표본에서는 Type Ⅰ 섬유, Type ⅡA섬유 그리고 나머지 근섬유로 분류하였다.

위와같이 분류한 근섬유는 유형별로 전체 근섬유에 대한 백분율로 환산하였으며 Student-Newman-Keuls의 평균간 다중비교법(multiple comparisons among means)으로 통계학적 유의성검증을 실시하였다.

제Ⅲ장 연구성적

대조군(C) 및 각 실험군(E_1, E_2, E_3)에서 계수한 근섬유의 조성을 백분율로 계산하여 각 염색법별로 다음 표 1,2,3,4에 나타내었다. 각 군별 변화에 대한 비교는 C, E_1 간, C, E_2간, C, E_3간, E_1, E_2간, E_1, E_3간 및 E_2, E_3간의 변화를 1, 2, 3, 4, 5, 6으로 약하여 표시하였고, pH9.4에서의 근섬유의 유형별 변화를 표 5와 그림 1에서 표시하였다.

표 1. myosin ATPase염색법(pH9.4)

	좌·우	Type	C	E_1	E_2	E_3	
pH : 9.4	우 측 (구치잔존측)	Type Ⅰ	47.0±0.66	50.0±0.69	53.0±5.10	49.0±4.88	2* 6*
		Type Ⅱ	53.0±0.66	50.0±0.69	47.0±5.10	51.0±4.88	2* 6*
	좌 측 (구치상실측)	Type Ⅰ	48.0±2.48	42.0±3.62	45.0±1.21	45.0±6.20	1*
		Type Ⅱ	52.0±2.48	58.0±3.62	55.0±1.21	55.0±6.20	1*

• 수치는 백분율(%)

• * ($p<0.05$) 1 : CE_1, 2 : CE_2, 3 : CE_3
4 : E_1E_2, 5 : E_1E_3, 6 : E_2E_3

표 2. myosin ATPase 염색법 (pH4.6)

	좌 · 우	Type	C	E_1	E_2	E_3	
pH : 4.6	우 측 (구치잔존측)	type ⅡA	20.0±2.30	28.0±3.66	26.0±9.41	24.0±2.90	1* 2*
		type Ⅰ, ⅡB, ⅡC	80.0±2.30	72.0±3.66	74.0±9.41	76.0±2.90	1* 2*
	좌 측 (구치상실측)	type ⅡA	21.0±7.47	18.0±3.64	17.0±8.57	15.0±8.73	
		type Ⅰ, ⅡB, ⅡC	79.0±7.47	82.0±3.64	83.0±8.57	85.0±8.73	

• 수치는 백분율(%)

• *(P<0.05), 1 : CE_1 2 : CE_2 3 : CE_3
4 : E_1E_2 5 : E_1E_3 6 : E_2E_3

표 3. myosin ATPase 염색법 (PH4.2)

	좌 · 우	Type	C	E_1	E_2	E_3	
pH : 4.2	우 측 (구치잔존측)	type ⅡA, ⅡB	45.0±6.52	40.0±9.20	37.0±11.9	42.0±8.24	
		type ⅡC	11.0±3.15	13.0±7.66	12.0±1.98	8.0±3.85	
		type Ⅰ	44.0±1.83	47.0±9.80	51.0±2.60	50.0±4.39	2*
	좌 측 (구치상실측)	type ⅡA, ⅡB	45.0±0.30	46.0±2.62	41.0±5.70	40.0±6.62	3* 4* 5*
		type ⅡC	9.00±1.65	9.00±5.29	9.00±6.40	8.00±1.47	
		type Ⅰ	46.0±1.96	45.0±7.17	50.0±5.53	52.0±3.61	3* 5*

• 수치는 백분율(%)

• * (p<0.05) 1 : CE_1 2 : CE_2 3 : CE_3
4 : E_1E_2 5 : E_1E_3 6 : E_2E_3

표 4. PAS 염색법

	좌 · 우	Type	C	E_1	E_2	E_3	
Ⅰ PAS	우 측 (구치잔존측)	type Ⅰ	43.0±2.29	47.0±6.04	48.0±7.49	46.0±9.24	
		type ⅡB, ⅡC Ⅰ의 일부분	39.0±1.75	33.0±3.13	26.0±3.45	39.0±11.4	1* 2* 4* 6*
		type ⅡA	18.0±4.04	20.0±7.85	26.0±4.04	15.0±2.22	2* 4* 6*
	좌 측 (구치상실측)	type Ⅰ	42.0±3.78	29.0±3.10	33.0±1.70	36.0±1.57	1*2*3*4*5*6*
		type ⅡB, ⅡC Ⅰ의 일부분	38.0±2.52	52.0±5.77	52.0±6.20	52.0±4.55	1* 2* 3*
		type ⅡA	20.0±1.26	19.0±2.67	15.0±5.24	12.0±2.98	3* 4* 5*

• 수치는 백분율(%)

• * (p<0.05), 1 : CE_1 2 : CE_2 3 : CE_3
4 : E_1E_2 5 : E_1E_3 6 : E_2E_3

표 5. Type Ⅰ/Type Ⅱ (pH9.4)

	C	E_1	E_2	E_3
우 측 (구치잔존측)	0.89	1.00	1.13	0.96
좌 측 (구치상실측)	0.92	0.72	0.82	0.82

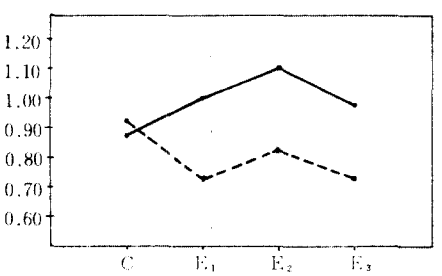

그림 1. Type Ⅰ/Type Ⅱ (pH9.4)
— : 구치잔존측, … : 구치상실측

제Ⅳ장 총괄 및 고안

Kühne(1863)이 포유동물의 골격근에 이종이 존재한다고 보고한 이래 골격근 근섬유에 대한 최초의 분류는 육안적인 모습에 근거를 두고 붉게 보이는 근육에 존재하는 근섬유를 적섬유(red fiber), 희게 보이는 근육에 존재하는 섬유를 백섬유(white fiber)로 분류했다. 그후 Stein등[1]에 의해 A, B, C형으로 분류되었고, 이것을 Padykula 및 Gauthier[23]는 mitochondria의 내용물에 따라 red, white 및 intermediate로 분류하였다.

Dubowitz[8]로는효소의 조직화학적 특성에 따라 Type Ⅰ 섬유와 Type Ⅱ 섬유로 근섬유를 분류하였는데 Type Ⅰ 섬유는 oxidative capacity는 높고 Phospholylase와 ATPase의 활성도가 낮으며, 반면에 Type Ⅱ 섬유는 oxidative capacity가 낮고 phospholylase와 ATPase의 활성도가 높다.[8, 9, 10, 11, 12] 특히 Type Ⅱ 섬유는 산에 대한 myosin ATPase의 안정성 차이에 따라 다시 Type ⅡA, Type ⅡB, 및 Type ⅡC로 세분화하고 있다.[3, 4, 5, 6, 7]

각기 다른 종류의 근섬유에서의 myosin ATPase 반응은 일정한 pH범위밖에서의 preincubation에 의해 억제된다. Brooke 및 Kaiser[3]의 연구에 의하면 인간의 이두근에서는 Type Ⅰ 섬유가 pH3.9~pH10.4의 범위밖에서 preincubation에 의해 myosin ATPase의 반응이 억제되고, 한편 Type ⅡA섬유는 pH 10.8의 범위 밖에서의 preincubation시 myosin ATPase의 반응이 억제를 받는데 pH4.5에서 완전히 억제되었다. Type ⅡB섬유는 pH4.5~pH10.8의 범위밖에서 반응이 억제되는데 pH4.3에서 완전히 억제되었다. Type ⅡC섬유는 Type ⅡA섬유와 같은 범위에서 반응이 억제를 받는데 pH3.9이하에서 반응이 완전히 억제되었다. myosin ATPase의 반응이 억제를 받은 부분은 광학현미경상에서 염색상이 밝게 보이게 된다.[3, 24]

본 실험에서는 pH9.4, pH4.6 그리고 pH4.2에서 각각 시행 하였는데 pH9.4에서는 Type Ⅰ 섬유가 밝게 나타나고 Type Ⅱ 섬유는 어둡게 나타났으며(그림2,3), pH4.6에서는 Type ⅡA섬유가 밝게 나타나고 나머지 근섬유는 어둡게 나타났으며(그림4,5), pH4.2에서는 Type ⅡA섬유와 Type ⅡB섬유는 공히 myosinATPase의 반응이 억제를 받아 밝게 나타나고 Type Ⅰ 섬유는 어둡게 나타났으며 Type ⅡC섬유가 중간 밝기로 나타났다.(그림6,7). 한편 myosin ATPase의 활성도 염색법과 비교하기 위해 착수한 PAS염색에서는 Type Ⅰ 섬유가 밝게 보이며 Type ⅡA섬유가 어둡게 보이고 Type ⅡB섬유는 중간 밝기로 나타났다. (그림8,9)[3]

근섬유의 조성은 개체와 근육의 종류에 따라 다르며 신경에 의해 조절된다고 알려져 있다.[9, 14] 기능적으로 볼 때 장시간 수축을 요하거나 체위유지에 관여하는 근육에는 Type Ⅰ 섬유가 많고 단시간 수축이나 힘을 요구하는 근육에는 Type Ⅱ 섬유가 다수 존재한다는 것이 보고되었다.[13] 이것은 Type Ⅰ 섬유는 수축속도가 느리며 피로에 저항이 크고 Type Ⅱ 섬유는 수축속도가 빠르며 피로에 민감한 특성과 연관지어 생각할 수 있다. 그런데 인위적으로 골격근에 장기간 전기자극을 가하던지 신경교차문합을 시행하면 근섬유의 조성이 변한다는 보고가 있었고[9, 14], 근래에는 신체훈련이 근섬유의 조성변화에 영향을 미치는 지에 대해 많은 연구가 있었다.[6, 7, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22]

Edgerton등[25]은 백서의 훈련결과 족척근에서 Type Ⅰ 섬유가 증가한 것을 보고하였고 Jansson등[6, 20]은 운동선수에 있어서 훈련의 중단결과 Type Ⅰ 섬유가 감소하였다고 보고하였다. Anderson 및 Henriksson[15]의 연구에서도 신체지구력 훈련에 의해 Type ⅡB섬유가 점차적으로 Type ⅡA섬유로 전환된다고 보고하였다. 이것은 특정한 신체훈련이나 비활동에 의하여 근섬유 조성이 변할 수 있다는 것을 보여준다.

본 실험에서는 백서에서 인위적으로 편측치아를 상실케 하여 근섬유 조성과 근섬유 전환여부를 관찰하였다. 그 결과 문측표층교근(rostral superficial masseter muscle)에서의 근섬유 비율은 Type Ⅰ 섬유가 47.5%, Type Ⅱ 섬유가 52.5%로 나타났다. 이는 인체에서 Type Ⅰ 섬유가 37%, Type Ⅱ 섬유가 63%로 보고한 Brooke및 Kaiser[3]의 실험과 가토 교근에서 적섬유(Type ⅡA섬유)가 90.3%로 보고한 "이"[26]의 실험과는 상이한 차이가 있는데 실험대상과 근육의 종류가 서로 다르기 때문인 것으로 사료된다.

한편 근섬유 전환여부에 대한 실험결과 인위적으로 편측치아를 상실케하여 18일이 지난 실험군에서 구치잔존측의 Type Ⅰ 섬유의 비율이 의의있게 증가되었으며 Type ⅡA섬유도 구치잔존측에서는 증가되고 구치상실측에서는 감소하는 양상을 보였다. 이는 Edgerton등[25], Jansson등[6, 20], 및 Anderson등[15]의 실험보고와 일치하는 것이다. 이상의 결과로 미루어볼 때 구치잔존측의 근섬유는 보다 많은 저

작활동을 요구하게 되고 따라서 피로에 저항이 큰 Type Ⅰ 섬유와 Type ⅡA섬유가 증가하는 것으로 사료된다.

제Ⅴ장 결 론

저자는 생후 4주된 130gm내외의 백서 숫컷 16마리를 4개의 군으로 나누어 백서의 좌측 상하악 구치의 치관부를 제거하고 1군은 대조군으로 사용하고 2군은 6일후, 3군은 18일후, 4군은 36일후 희생시킨 다음 좌우 교근에서 표본을 채취하여 myosin ATPase활성도의 염색법(pH9.4, pH4.6, pH4.2)과 PAS염색법으로 근섬유를 분석 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. myosin ATPase pH9.4 염색결과, 백서 문측 표층교근에서 Type Ⅰ 섬유가 47.5%, Type Ⅱ 섬유가 52.5%였다.

2. 3군(18일군)에서 구치잔존측의 Type Ⅰ/Type Ⅱ 비율이 의의있게 증가하였다. ($p<0.05$)

3. 실험군에서 Type ⅡA섬유는 구치잔존측에서 증가하고 구치상실측에서 감소하는 양상을 보였다.

References

1. Stein, J.M. and Padykula, H.A.; Histochemical classification of individual skeletal muscle fibers of the rat. Am. J. Anat. 91: 107-132, 1962.
2. Taylor, A.W., Essen, B. and Saltin, B.; Myosin ATPase in skeletal muscle of healthy men. Acta Physical Scand. 91: 568-570, 1974.
3. Brooke, M.H. and Kaiser, K.K.; Muscle Fiber Types; How many and what kind? Arch Neurol. 23: 369-379, 1970.
4. Essen, B., Jansson, E., Henriksson, J., Taylor, A.W. and Saltin, B.; Metabolic Characteristics of Fiber Types in Human Skeletal Muscle. Acta Physiol. Scand. 95: 153-165, 1975.
5. Brooke, M.H. and Kaiser, K.K.; Three "Myosin ATPase," systems; The nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. J. Histechem. Cytochem. 18: 670-672, 1970.
6. Jansson, E. and Kaijser, L.; Muscle adaptation to extreme endurance training in man. Acta Physial. Scand. 100: 315-324, 1977.
7. Klausen, K., Andersen, L.B. and Pelle, I.: Adaptive changes in work capacity, skeletal muscle capillarization and enzyme level during training and detraining. Acta Physiol. Scand. 113: 9-16, 1981.
8. Dubowitz, V. and Pearse, A.G.E.; A comparative histochemical study of oxidative enzyme and phosphorylase activity in skeletal muscle. Histochemic, 2: 105-117, 1960.
9. Engel, W.K.: Selective and Non-selective Susceptibility of Muscle Fiber Types. Arch Neurol. 22: 97-117, 1970.
10. Engel, W.K.; The essentiality of histo- and cytochemical studies of skeletal muscle in the investigation of neuromuscular disease. Neurology 12: 778-794, 1962.
11. Ogarta, T. and Mori, M.; Histochemical study of oxidative enzymes in vertebrate muscles. J. Histochem. Cytochem. 12: 171-182, 1964.
12. Ogata, T. and Mori, M.; Histochemical demonstration of the three types of intrafusal fibres of muscle spindles. A study on oxidative enzymes. Acta med. Okayama. 16: 347-350, 1962.
13. Romanul, F.C.A.; Enzymes in muscle. Arch of Neurol. 11: 355-378, 1964.
14. Streter, F.A. and Gergely, J.: Synthesis by fast muscle of myosin light chains characteristics of slow musle in response to long-term stimulation. Nature New Biol. 241: 17-19, 1973.
15. Andersen, P. and Henriksson, J.: Traing Induced Changes in the Subgroups of Human Type II Skeletal Muscle Fibres. Acta Physiol. Scand. 99: 123-125, 1977.
16. Baldwin, K.M., Winder, W.W. and Holloszy, J.O.; Adaptation of actomyosin ATPase in different types of muscle to endurance exercise. Am. J. Physiol. 229: 422-426,

1975.

17. Fugl-Meyer, A.R., Eriksson, A., Sjostrom, M. and Soderstrom, G.; Is muscle structure influenced by genetical or functional factors? Acta Physiol. Scand. 114: 277-281, 1982.
18. Henriksson, J. and Reitman, J.S.; Time course of changes in human skeletal muscle succinic dehydrogenase and cytochrome oxidase activities and maximal oxygen uptake with physical activity and inactivity. Acta physiol. Scand. 99: 91-97, 1977.
19. Houston, M.E., Bentzen, H. and Larsen, H.; Interrelationships between skeletal muscle adaptations and performance as studied by detraining and retraining. Acta Physiol. Scand. 105: 163-170, 1979.
20. Jansson, E., Sjodin, B. and Tesch, P.; Changes in muscle fiber type distribution in man after physical training. Acta Physiol. Scand. 104: 235-237, 1978.
21. Saltin, B., Nazar, K., Costill, D.L., Stein, E., Jansson, E., Essen, B. and Gollnick, P.D.; The nature of the training response; Peripheral and central adaptations to One-Legged exercise. Acta Physiol. Scand. 96: 289-305, 1976.
22. Terjung, R.L.; Muscle fiber involvement during training of different intensities and durations. Am. J. Physiol. 230: 946-950, 1976.
23. Padykula, H.A. and Gauthier G.F.; "Morphological and cytochemical characteristics of fiber types in normal mammalian skeletal muscle," in Milhorat, A.T.(ed.); Exploratory Concepts in Muscular Dystrophy and Related Disorders. New York, Excerpta Medica Foundation, 117-128, 1967.
24. Padykula, H.A.; The localization of succinic dehydrogenase in tissue sections of the rat. Am. J. Anat. 91: 107-132, 1952.
25. Edgerton, V.R., Gerchman, L. and Carrow, R.; Histochemical changes in rat skeletal muscle after exercise. Exp. Neurol. 24: 110-123, 1969.
26. 이홍상 : 가토 저작근 근섬유 분류에 관한 광학 현미경적 연구.
구강내과학회지 12 : 41-46, 1987.

A Histochemical Study of the Masseter Muscle Fibers of White Rat with Unilateral Edentulous Jaw

Hong Ryeol Ryu, D.D.S., Sung Woo Lee, D.D.S.
Dept. of Oral Diagnosis & Oral Medicine,
School of Dentistry, Seoul National University

– ABSTRACT –

The study of the muscle fiber composition and the muscle fiber type conversion during unilateral edentulous condition was undertaken in the rostral superficial masseter muscle of the white rat.

16 4-week-old male white rats weighing approximately 130 gm that crowns of left upper and lower molare were cut intentionally, were divided into 4 groups (one control group and 3 experimental groups).

After experimental groups were sacrificied by etherization in 6 days(E_1), 18 days (E_2) and 36 days (E_3) separately, samples of the rostral superficial masseter muscle were obtained bilaterally and the proportion of type I, type IIA, type IIB and type IIC fibers was determined and counted according to their histochemical activity of myosin ATPase (at pH 9.4, pH 4.6 and pH 4.2) and PAS staining.

The obtained results were as follows;

1. The rostral superficial masseter muscle of the white rat contained approximately 47.5% type I fiber and 52.5% type II fiber.
2. Type I/Type II ratio of molar-present side was increased significantly in the group E_2 (18 days group).
3. Type IIA fiber was increased at molar-present side and decreased at molar-absent side in experimental groups.

c염색법(pH9.4)
×400)

그림 3. myosin ATPase염색법(pH9.4)
6 일군(E_1)의 치아상실측(×400)

그림 4. myosin ATPase염색법(pH4.6)
6 일군(E_1)의 치아잔존측(×400)

그림 5. myosin ATPase염색법(pH4.6)
6 일군(E_1)의 치아상실측(×200)

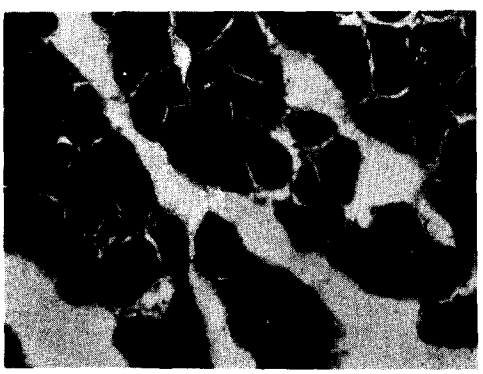

그림 6. myosin ATPase염색법(pH4.2)
6 일군(E_1)의 치아잔존측(×400)

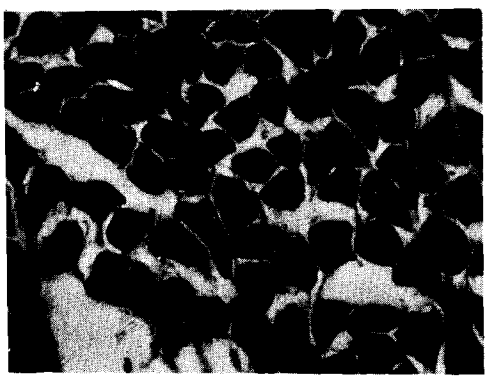

그림 7. myosin ATPase염색법(pH 4.2)
6 일군(E_1)의 치아상실측(×400)

그림 8. PAS 염색법
6 일군 ($E_{1\beta}$)의 치아잔존측 (×400)

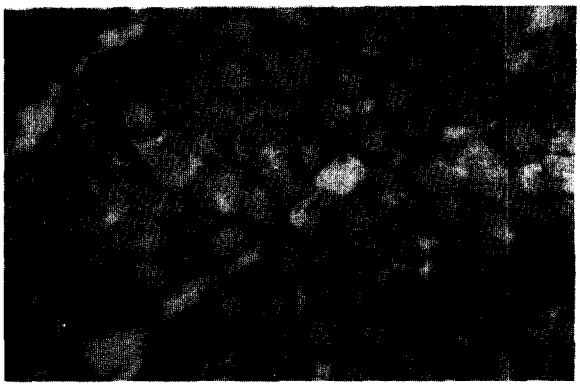

그림 9. PAS 염색법
6 일군 (E_1)의 치아상실측 (×400)