

가토 저작근 근섬유 분류에 관한 광학현미경적 연구

서울대학교 치과대학 구강진단학 교실

이 흥 상·이 승 우

- 목 차 -

- 제 1 장 서론
- 제 2 장 연구대상 및 연구방법
- 제 3 장 연구성적
- 제 4 장 총괄 및 고안
- 제 5 장 결론
참고문헌
영문초록

제 I 장 서론

골격근 근섬유는 화학, 조직, 생리학적으로 균일하지 않으며,¹⁾ 19세기말 Ranvier는 포유류의 골격근을 육안적으로 적근, 백근으로 분류하여 적근에는 적섬유가, 백근에는 백섬유가 많다고 하였다. 그후 근섬유의 조직 형태 생리학적인 연구를 통하여 고전적 의미의 적섬유를 중간섬유와 적섬유로 세분하여 백섬유, 중간섬유, 적섬유로 구분하였다.²⁻⁴⁾

이러한 근섬유의 분류는 연구한 학자에 따라 다르다.

Stein⁵⁾ 등은 A, B, C형으로, Padykula³⁾ 등은 백섬유, 중간섬유, 적섬유로, Yellin⁶⁾ 등은 FF, S, FR로, Brown⁸⁾ (1929년)은 고양이 근을 Sudan III로 염색하여 적섬유는 강하게, 백섬유는 약하게 염색되는 것을 보인 이후 근섬유의 Mitochondria 효소 활성도 차이를 이용한 Succinic-dehydrogenase, ATP-ase, NADH-diphorase, NADPH-diphorase, Phosphorylase 등 효소염색법을 이용한 근섬유

분류방법이 연구되고 있다.^{3,5,6,9,10,22,23)}

적섬유는 산화대사과정이 활발하며 수축시간이 빠르고 피로에 저항성이 있으나 백섬유는 산화대사과정이 미약하고 수축시간이 빠르고 피로에 예민하다. 중간섬유는 수축시간이 느리며 혐기성대사과정과 호기성대사과정을 모두 공유하고 있다. 대부분의 골격근은 이 3가지 근섬유의 혼합체로 구성되어 있는데 구성비율은 동물의 종마다, 근마다 다르다.

본 연구는 Stein⁵⁾ 등의 연구에서 백섬유가 글리코겐 함량이 높고 적섬유가 낮은 것에 착안 PAS 염색법으로 근섬유 분류를 하였다. PAS 염색시 백섬유는 강하게, 중간섬유 및 적섬유는 약하게, 다양하게 나타난다.

본 연구목적은 사지골격근 근섬유의 조직화학적 분류 및 구성비율에 대한 기존연구는 많으나 저작근에 대한 연구는 별로 보고된 바가 없어 저자는 가토 저작근의 PAS 염색 표본으로 연구를 하여 백섬유와 적섬유(중간섬유와 적섬유함)의 구성비를 연구하였다.

제 II 장 연구대상 및 연구방법

6개월된 가토 6마리를 희생시켜 4개의 주저작근 즉 교근, 측두근, 내측익돌근, 외측익돌근의 중간부위의 상층부를 떼어 즉시 10% neutral buffered formalin 용액에 고정시킨 후 파라핀 포매하여 5 μ 로 절편, PAS 염색표본슬라이드를 제작하였다. 광학현미경 하에서 관찰하여 사진을 촬영, 사진상에서 작근의

근섬유수를 계산하였다. 백섬유와 적섬유(중간섬유와 적섬유의 합)의 구성비율을 자저작근마다 백분율로 나타내고 표준편차를 구하였다.

제Ⅲ장 연구 성적

교근에서 근섬유 구성비율은 백섬유가 9.7% 적섬유가 90.3%였고(Fig.1) 측두근에서는 각각 16.1%, 83.9%(Fig.2) 내측익돌근에서는 15.3%, 84.7%(Fig.3) 외측익돌근에서는 16.2%, 83.8%(Fig.4)였다.

저작근에서의 백섬유 평균구성비율은 14.3%였고 적섬유는 85.7%였다.

Table 1. The proportion of fibers of rabbit's masticatory muscles (mean and S.D.)

	white fiber	Red fiber
Masseter, m.	9.7±3.4	90.3±3.4
Temporal m.	16.1±5.9	83.9±5.9
Int. Pterygoid m.	15.3±4.3	84.7±4.3
Ext. Pterygoid m.	16.2±8.0	83.8±8.0
Average	14.3±2.7	85.7±2.7

제Ⅳ장 총괄 및 고안

골격근 근섬유 분류에 있어 19 c 말 Ranvier는 백섬유, 적섬유 2종류로 나누었으나, 그후 Stein⁵⁾ 등, Ogata⁹⁾ 등에 의해 백섬유와 적섬유의 중간 성격인 중간섬유의 존재가 알려졌다. Romanul⁴⁾은 3종류의 주근과 8종류의 부근으로 나누기도 했다.

토끼의 사지근을 육안으로 보았을 때 적근과 백근으로 나눌 수 있는데 이러한 색깔의 차이는 근섬유내에 포함된 미오글로빈과 치토크롬 때문이다.¹³⁾ 적근은 주로 적섬유와 중간섬유로 이루어져 있고 반대로 백근은 적섬유가 적다.

적섬유는 미토콘드리아가 크며 수도 많다. 그러므로 산화대사 과정이 활발하며 피로에 저항성이 있고 수축시간이 빠르다. 반대로 백섬유

는 미토콘드리아가 작으며 수도 적다. 산화대사 과정이 미약하며 주로 혐기성 해당작용이다. 수축은 빠르지만 피로에 약하다. 중간섬유는 위 두가지 근섬유 중간성격을 띠며 미토콘드리아는 작고 수가 많다. 혐기성, 호기성 대사과정 모두 공유하고 있으므로 적섬유의 일종으로도 보고 있다.^{5,11)}

Ogata¹²⁾ 등은 가토근의 생화학적 연구에서 적근섬유는 백근섬유보다 호박산염과 초성포도산염의 산화활성도가 6배 더 강하며, APT 활성도도 3.3배 높지만 글리코젠은 백섬유가 3.7배 더 함유하고 있다고 하였다. 또 그의 연구에서 적섬유가 TCA 회로, 지방산, 아미노산 대사과정 활성도가 더 높다고 하였다.⁹⁾

Stein⁵⁾ 등은 쥐의 비복근의 연속절편표본으로 연구하여 Succinic-dehydrogenase의 활성도가 높은 섬유 즉 적섬유는 글리코젠 활성도가 낮고 반대로 Succinic-dehydrogenase 활성도가 낮은 섬유 즉 백섬유는 글리코젠 활성도가 높다고 하였다.

글리코젠은 백섬유 혐기성 대사과정의 중요한 연료 역할을 하며 1,4- and 1,6 glucosidic linkage로 연결된 수천개의 D-glucose molecule로 구성된 큰 molecule로 근섬유의 Sarcoplasm속에 작은 입자나 응집체로서 존재한다고 알려져 있다.^{14,16)}

근섬유의 구성비율은 동물마다, 작근마다, 같은 근에서도 부위마다 다르다. 일반적으로 체표면에서 가까운 근은 백섬유가 많고 심층부근은 적섬유와 중간섬유가 많다. 같은 근 내에서도 외측부에는 백섬유가 내측부에는 적섬유와 중간섬유가 많이 존재한다. 또한 근섬유 구성비율은 근의 기능에 깊은 관계가 있다. 생리적 요구에 의해 운동량이 많은 근은 높은 에너지를 필요로 하기 때문에 대사과정이 활발한 적섬유가 많다. 예를들면¹⁷⁾ 같은 조류인 비둘기와 닭을 비교할 때, 흥근에서는 날아다니는 비둘기가 걸어나가는 닭보다 적섬유가 많고 작근에서는 걸어나가는 닭이 더 적섬유가 많다. 운동량이 많은 슬와근과 적은 비복근의 근섬유 구성비율 비교한 연구에서도 적근인 슬와근이 더 적섬유와 중간섬유가 많다는 것이 이러한 생리적 요구설을 뒷받침하고 있다.^{2,18,19,20)}

본 연구 결과 저작근의 적섬유가 교근에서 90.3%, 측두근에서 83.9%, 내측익돌근에서 84.7%, 외측익돌근에서 83.8%로 저작근 평균이 85.7%였다. 이것은 가토의 외측광근에서의 Smith²¹⁾ 연구와 비교할 때 훨씬 적섬유가 많다. 이것은 저작시 막대한 에너지가 필요로 하는 생리적 요구로 볼때 적섬유가 저작근에서 많은 것이 타당하다고 사료된다.

제 V 장 결 론

저자는 6개월된 가토 6마리의 저작근을 떼어 PAS 염색표본을 제작 광학현미경으로 관찰, 근섬유 분류를 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 가토 저작근에서 적섬유는 85.7%로 14.3%인 백섬유 보다 많았다.
2. 가토 저작근의 적섬유는 교근에서 90.3% 측두근에서 83.9%, 내측익돌근에서 84.7%, 외측익돌근에서 83.8%로 나타났다.

REFERENCES

1. Weiss, L. and Greep, R.; Histology. McGRAW-HILL Comp. 4th ed. 1977.
2. Henneman, E. and Olson, C.B.; Relations between structure and function in the design of skeletal muscle, J. Neurophysiol., 28, 581-598, 1965.
3. Gauthier, G.F. and Padykula, H.A.; Cytological studies of fiber types in skeletal muscle; J. Cell Biol. 28: 333, 1966.
4. Romanul, F.C.A.; Enzyme in muscle I, Histochemical studies of enzyme in individual muscle fiber, Arch. Neurol. (Chicago) II:1355, 1964.
5. Stein, J.M., and Padykula, H.A.; Histochemical classification of individual skeletal muscle fibers of the rat. Am. J. Anat. 110:103-124, 1962.
6. Guth, L. and Yellin, H.; The dynamic nature of the so-called 'fiber type' of mammalian skeletal muscle. J. Neurophysiol. 28, 581-598, 1971.
7. Ogata, T. and Mori, M.; Histochemical demonstration of three types of intrafusal fibers of muscle spindles. Acta med. Okayama. 16: 347-350, 1962.
8. Denny Brown, D.; The histological feature of striped muscle in relation to its functional activity. Proc. Roy. Soc. Med. B 104:371-411, 1929.
9. Ogata, T. and Mori, M.; Histochemical study of oxidative enzyme in vertebrate muscle. J. Histochem. cytochem. 12: 171-182, 1964.
10. Edgerton, V.R. and D.R. Simpson; The intermediate fiber of rats and guineapigs. J. Histochem. Cytochem. 17:823-833, 1969.
11. James, N.T.; Histochemical demonstration of myoglobin in skeletal muscle fibers and muscle spindles, Nature (London) 219:1174, 1968.
12. Ogata, T.; The difference in somelabile constituents and some enzymatic activities between the red and the white muscles. J. Biochem. (Tokyo) 47:726-732, 1960.
13. Haurowitz, V. and Hardin, R.L.; In the proteins, ed. II New York, Academic press, Inc. 2:323, 1954.
14. Engle, W.K.; Cytological localization of glycogen in cultured skeletal muscle. J. Histochem. Cytochem., 9: 39-43, 1961.
15. Revel, J.P., L. Napoitano, and D.W.

- Fawcett; Identification of glycogen in electromicrograph of thin tissue section. *Ibid.*, 8:575-589.
16. Bergman, R.A. and D.G. Walker; The cytochemical localization of oxidative enzymatic activity and glycogen in frog striated muscle. *Bull. Johns Hopkins Hosp.*, 104:179-198, 1959.
 17. Cooper, S; Muscle spindles and other muscle receptors The Structure and function of muscles, Vol. 2. G.H. Bourne, Academic press, New York, London, 1960.
 18. Burke, R.E., Levine; D.N.,: Motor unit in cat soleus muscles: physiological, histochemical and morphological characteristics. *J. Physiol.* 238: 503-514, 1974.
 19. Burke, R.E. and Tsairis, P.; Anatomy and innervation ratio in motor units of cat gastrocnemius. *J. Physiol* 234, 749-765, 1973.
 20. Banard, R.J., Edgerton, V.R., Furukawa, and Peter, J.B.: Histochemical, biochemical, and contractile properties of red, white, intermediate fibers. *J. Physiol.* 220(2); 410-414, 1971.
 21. Smith, B.; The localization of enzymes within skeletal muscle fibers using the tetrazolium technique. *J. Histochem. Cytochem.*, 12:847, 1964.
 22. Dubowitz, V., and Pearse, A.G.E.: A comparative histochemical studies of oxidative enzyme and phosphorylase activity in skeletal muscle. *Histochem.* 2:105-117, 1960.
 23. Engle, W.K., The essentiality of histo and cytochemical studies of skeletal muscle in the investigation of neuromuscular disease, *Neurology* 12: 778-794, 1962.

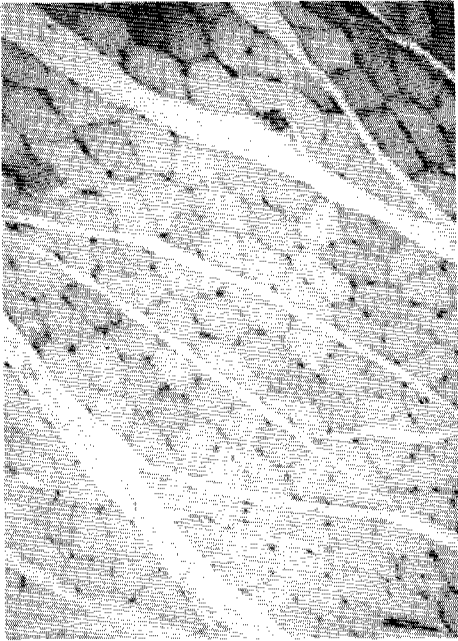


Fig.1. Masseter muscle of rabbit x 200

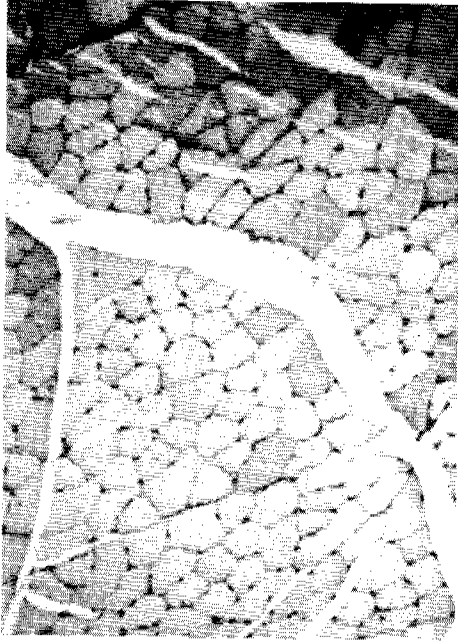


Fig.2. Temporal muscle of rabbit x 200

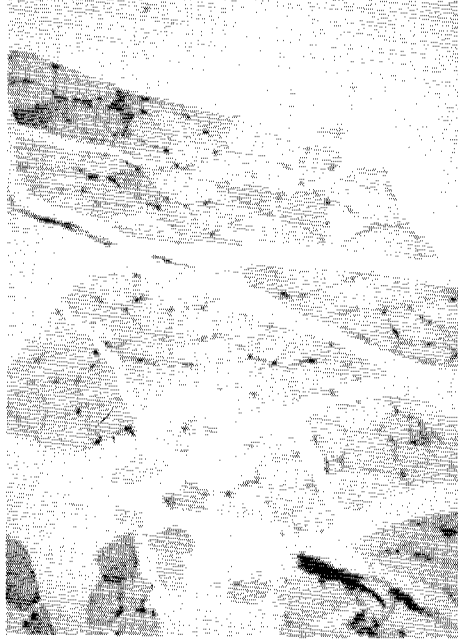


Fig.3. Internal pterygoid muscle



Fig.4. External pterygoid muscle x 400

Light Microscopic Study on Muscle Fiber Classification of Rabbit Masticatory Muscles

Heung Sang Lee, D.D.S., Sung Woo Lee, D.D.S.

Dept. of Oral Diagnosis, School of Dentistry, Seoul National Univeristy

[Abstract]

In order to study of muscle fiber proportion of masticatory muscle, 6 rabbits masticatory muscles (masseter, temporal, internal pterygoid, external pterygoid) were excised. Muscle specimens were fixed in 10% neutral buffered formalin fixer and sectioned 5μ for PAS staining. With the light microscopic photograph the proportion of muscle fibers of each muscle were computed.

The results were as follow;

1. Average classical red fiber proportion of rabbit masticatory muscles was 85.7%
2. Masseter muscle revealed 90.3% of classical red fiber in the rabbit masticatory muscles.