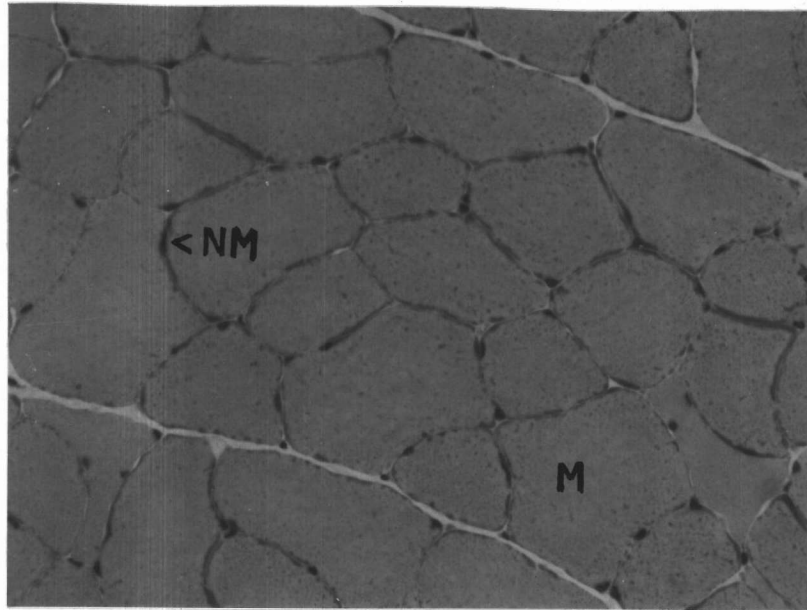


## บทที่ 4

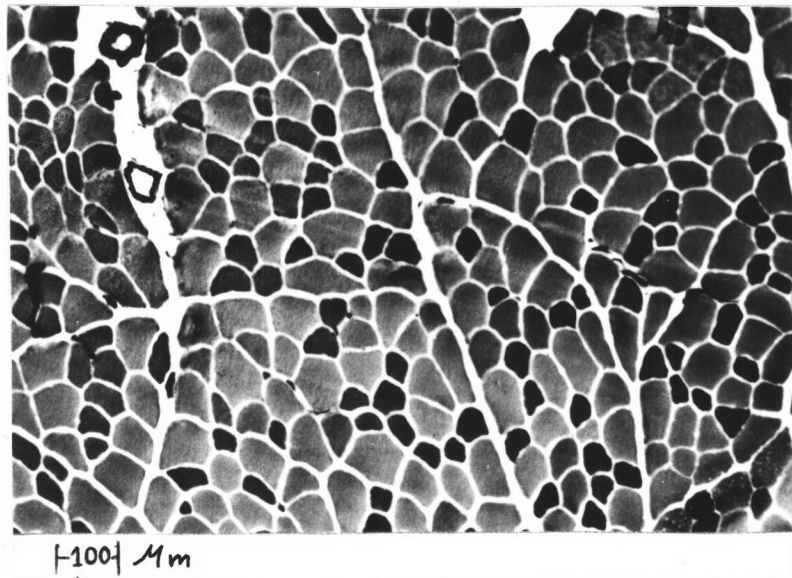
## ผลการทดลอง

กลุ่ม control

จากการศึกษากล้ามเนื้อ Tibialis anterior ในหนูแรทปกติจำนวน 5 ตัว น้ำหนักหนูเฉลี่ย  $347 \pm 4.12$  กรัม น้ำหนักกล้ามเนื้อเฉลี่ย  $0.44 \pm 0.02$  กรัม, เส้นรอบวงกล้ามเนื้อเฉลี่ย  $2.52 \pm 0.13$  เซนติเมตร (จากตารางที่ 1) ตัดชิ้นเนื้อตามขวาง ย้อมด้วย H&E (ภาพที่ 16) พบว่า เซลล์ของกล้ามเนื้อมีลักษณะหลายเหลี่ยม (polygonal) อยู่เรียงชิดติดกัน (mosaic) ไม่เห็นช่องว่างระหว่างเซลล์ นิวเคลียสในแต่ละเซลล์มีมากกว่าหนึ่งอันอยู่ที่ผิวชัดเจนได้ sarcolemma (sarcolemmal nuclei) ลักษณะของนิวเคลียสเป็นรูปไข่แบนยาว (flat, elongate) และอยู่ห่างกัน ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ และจากการย้อมชิ้นเนื้อด้วยเทคนิค ATPase pH 9.5 (รูปที่ 17) พบว่าเซลล์ของกล้ามเนื้อที่ย้อมด้วยเทคนิคนี้จะสามารถแยก type ของกล้ามเนื้อมองเห็นได้เป็น 2 type โดย type I จะติดสีจาง type II จะติดสีเข้ม ลักษณะของเซลล์กล้ามเนื้อมีลักษณะหลายเหลี่ยม โดยพบจำนวนเส้นใยของ type I ทั้งหมด 57.04% และ type II 42.96% (จากตารางที่ 3) โดยมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของ type I เท่ากับ  $59.41 \pm 3.65 \mu\text{m}$  (วัดจาก 1,000 เส้นใย) ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของ type II เท่ากับ  $34.35 \pm 8.03 \mu\text{m}$  (วัดจาก 1,000 เส้นใย) (จากตารางที่ 2)



รูปที่ 16 ภาพตัดตามขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูปกติ  
 ย้อมด้วย H&E x 40 M = muscle fiber  
 NM = nucleus of muscle



รูปที่ 17 ภาพตัดตามขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูปกติ  
 ย้อมด้วย ATPase pH 9.5 x 10 สีจาง - type I  
 สีเข้ม - type II

ตารางที่ 1

ตารางแสดงน้ำหนักของหนูทั้งหมด, น้ำหนักกล้ามเนื้อ Tibialis anterior และเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior

กลุ่ม	น้ำหนักตัวหนู (g)	น้ำหนักกล้ามเนื้อ (g)	เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อ (c.m.)
<u>control</u>			
1	344	0.42	2.4
2	342	0.42	2.4
3	350	0.45	2.6
4	352	0.47	2.7
5	347	0.44	2.5
$\bar{X} \pm SD$	347.00 $\pm$ 4.12	0.44 $\pm$ 0.02	2.52 $\pm$ 0.13

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กลุ่ม	น้ำหนักตัวหนู (g)	น้ำหนักกล้ามเนื้อ (g)	เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อ (c.m.)
<u>denervated</u>			
1	399	0.16	0.9
2	403	0.17	1.0
3	407	0.17	1.0
4	411	0.18	1.1
5	397	0.16	0.9
$\bar{X} \pm SD$	403.40 $\pm$ 5.72	0.17 $\pm$ 0.01	0.98 $\pm$ 0.08
<u>E.S.</u>			
1	395	0.39	2.0
2	403	0.41	2.2
3	398	0.39	2.0
4	407	0.41	2.2
5	419	0.43	2.4
$\bar{X} \pm SD$	404.40 $\pm$ 9.37	0.40 $\pm$ 0.02	2.16 $\pm$ 0.16

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กลุ่ม	น้ำหนักตัวหนู (g)	น้ำหนักกล้ามเนื้อ (g)	เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อ (c.m.)
<u>laser</u>			
1	412	0.18	1.0
2	416	0.19	1.1
3	397	0.16	1.0
4	403	0.17	1.0
5	393	0.16	1.0
$\bar{X} \pm SD$	404.20 $\pm$ 9.73	0.17 $\pm$ 0.01	1.02 $\pm$ 0.04

## ตารางที่ 2

ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior  
type I และ type II และจำนวนเส้นใย ที่วัดในแต่ละกลุ่มการทดลอง

กลุ่ม	ตัวที่	Type I			Type II		
		range	เส้นผ่าศูนย์กลาง ( $\mu\text{m}$ )	จำนวน เส้นใยที่วัด	range	เส้นผ่าศูนย์กลาง ( $\mu\text{m}$ )	จำนวน เส้นใยที่วัด
<u>control</u>	1	20-80	55.14 $\pm$ 5.74	200	10-30	20.42 $\pm$ 4.79	200
	2	20-80	58.70 $\pm$ 9.50	200	20-40	35.50 $\pm$ 7.46	200
	3	20-80	59.55 $\pm$ 7.56	200	20-40	38.66 $\pm$ 6.23	200
	4	20-80	65.22 $\pm$ 7.75	200	20-40	40.62 $\pm$ 6.31	200
	5	20-80	58.45 $\pm$ 9.14	200	20-40	36.55 $\pm$ 7.97	200
	$\bar{X} \pm \text{SD}$		59.41 $\pm$ 3.65	1,000		34.35 $\pm$ 8.03	1,000
<u>denervated</u>	1	-	-	-	5-10	7.02 $\pm$ 2.45	200
	2	-	-	-	5-15	10.05 $\pm$ 2.29	200
	3	-	-	-	5-20	11.05 $\pm$ 6.48	200
	4	-	-	-	5-20	11.67 $\pm$ 5.97	200
	5	-	-	-	5-10	7.22 $\pm$ 3.59	200
	$\bar{X} \pm \text{SD}$				9.40 $\pm$ 2.16	1,000	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

กลุ่ม	ตัวที่	Type I			Type II		
		range	เส้นผ่าศูนย์กลาง ( $\mu\text{m}$ )	จำนวน เส้นใยที่วัด	range	เส้นผ่าศูนย์กลาง ( $\mu\text{m}$ )	จำนวน เส้นใยที่วัด
<u>E.S.</u>	1	20-30	24.38 $\pm$ 6.78	200	20-40	29.90 $\pm$ 8.12	200
	2	20-40	27.96 $\pm$ 4.29	200	20-40	35.10 $\pm$ 7.14	200
	3	40-60	48.00 $\pm$ 6.95	20	10-40	31.85 $\pm$ 6.96	200
	4	5-20	11.43 $\pm$ 4.40	200	5-70	36.45 $\pm$ 7.81	200
	5	40-60	43.10 $\pm$ 9.15	99	20-70	40.10 $\pm$ 4.22	200
	$\bar{X} \pm \text{SD}$		30.97 $\pm$ 14.76	719		34.68 $\pm$ 3.98	1,000
<u>Iaser</u>	1	10-20	15.00 $\pm$ 6.88	20	10-20	11.82 $\pm$ 4.42	200
	2	10-20	16.14 $\pm$ 6.86	15	10-20	12.06 $\pm$ 5.10	200
	3	10-20	17.50 $\pm$ 5.49	18	10-15	10.35 $\pm$ 8.63	200
	4	10-20	15.00 $\pm$ 7.72	9	10-15	11.12 $\pm$ 5.37	200
	5	-	-	-	10-15	10.15 $\pm$ 4.46	200
	$\bar{X} \pm \text{SD}$		15.91 $\pm$ 1.88	62		11.10 $\pm$ 0.85	1,000

ตารางที่ 3

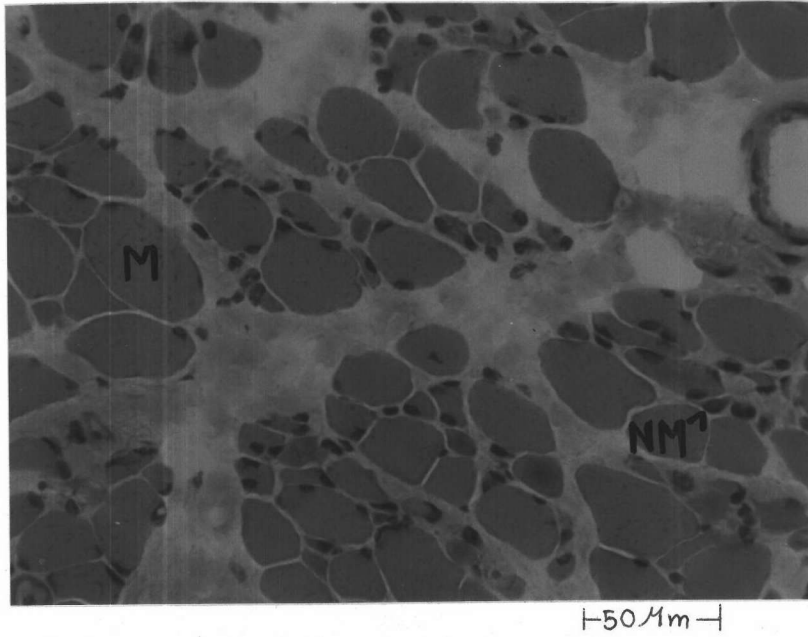
ตารางแสดง % ของจำนวนเส้นใย type I และ type II  
ของกล้ามเนื้อในแต่ละกลุ่ม

กลุ่ม	% ของ type I	% ของ type II
control	57.04	42.96
denervated	-	100.00
E.S.	16.88	83.12
laser	2.97	97.13

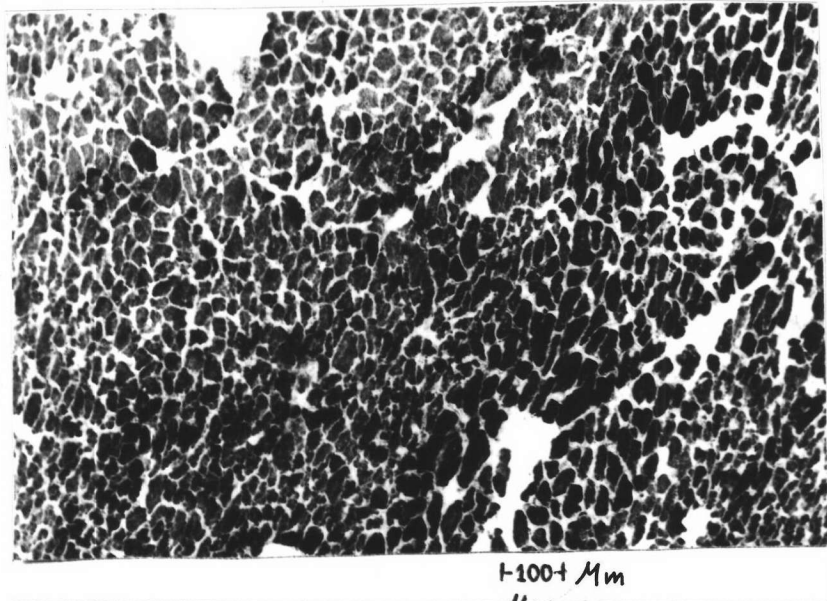


กล้ามเนื้อ denervated

จากการศึกษากล้ามเนื้อ Tibialis anterior ในหนูแรทที่ถูกตัดเส้นประสาท sciatic ออกแล้วทิ้งไว้ 90 วัน จากหนูจำนวน 5 ตัว น้ำหนักหนูเฉลี่ย  $403.40 \pm 5.72$  กรัม, น้ำหนักกล้ามเนื้อเฉลี่ย  $0.17 \pm 0.01$  กรัม เส้นรอบวงกล้ามเนื้อเฉลี่ย  $0.98 \pm 0.08$  เซนติเมตร (จากตารางที่ 1) ตัดชิ้นเนื้อตามขวางย้อมด้วย H&E (รูปที่ 18) พบว่าลักษณะของเซลล์กล้ามเนื้อจะเป็นลักษณะกลม (round) มากกว่าหลายเหลี่ยม (polygonal) เห็นช่องว่างระหว่างเซลล์มาก นิวเคลียสในแต่ละเซลล์จะมองเห็น nucleoli ชัดเจน sarcolemmal nuclei จะมีลักษณะกลมใหญ่และอยู่ใกล้กัน จะมองเห็น endomysial connective tissue ชัดเจน ขนาดของเซลล์กล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็กจะพบเซลล์ที่มีการฝ่อลีบจำนวนมาก และจากการย้อมชิ้นเนื้อด้วยเทคนิค ATPase pH 9.5 (รูปที่ 19) พบว่าลักษณะเซลล์ของกล้ามเนื้อจะพบทั้งลักษณะกลม (round) และเซลล์ที่มีการฝ่อลีบเล็กน้อยมองเห็นได้ยากในกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ เซลล์ที่พบทั้งหมดเป็น type II (จากตารางที่ 3) ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ  $9.40 \pm 2.16 \mu\text{m}$  (วัดจาก 1,000 เส้นใย) (จากตารางที่ 2) ลักษณะการฝ่อลีบของเซลล์กระจายเท่าเทียมกันในทุกส่วนของชิ้นเนื้อ



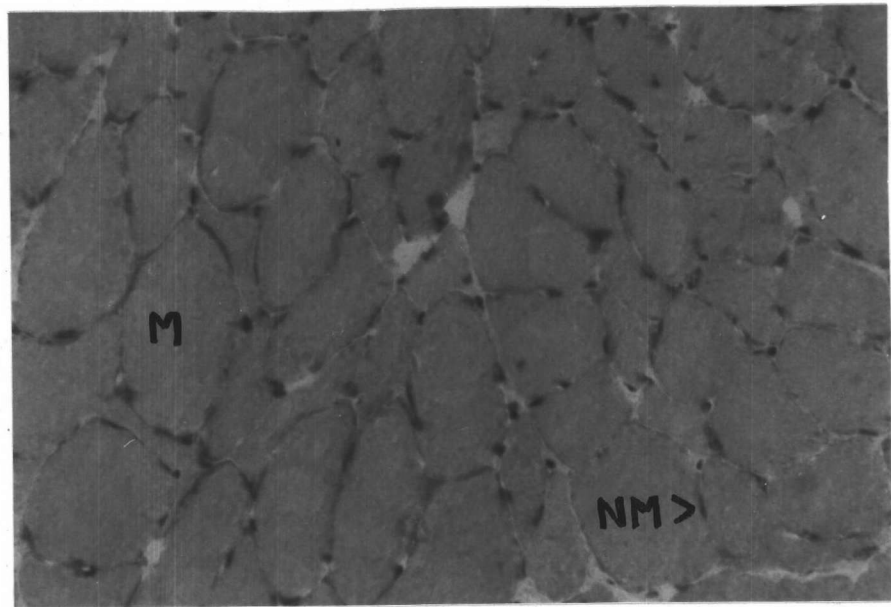
รูปที่ 18 ภาพตัดตามขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนู  
 กลุ่ม denervated ย้อมด้วย H&E x 40 M = muscle fiber  
 N, M = nucleus of muscle



รูปที่ 19 ภาพตัดตามขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนู  
 กลุ่ม denervated ย้อมด้วย ATPase pH 9.5 x 10  
 พบเฉพาะ type II

กลุ่ม E.S.

จากการศึกษากล้ามเนื้อ Tibialis anterior ในหนูแรทที่ถูกตัดเส้นประสาท sciatic ออกแล้ว ทำการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า กระตุ้น 1 วัน พัก 1 วัน ทั้งหมด 90 วัน จากหนูจำนวน 5 ตัว น้ำหนักตัวหนูเฉลี่ย  $404.40 \pm 9.37$  กรัม น้ำหนักกล้ามเนื้อเฉลี่ย  $0.40 \pm 0.02$  กรัม, เส้นรอบวงกล้ามเนื้อเฉลี่ย  $2.16 \pm 0.16$  เซนติเมตร (จากตารางที่ 1) ตัดชิ้นเนื้อตามขวาง ย้อมด้วย H&E (รูปที่ 20) พบลักษณะเซลล์ของกล้ามเนื้อมีหลายเหลี่ยม (polygonal) เซลล์เรียงชิดติดกัน พบช่องว่างระหว่างเซลล์บ้าง นิวเคลียสแบนยาวอยู่ห่างกัน มีหนุมบางตัวในกลุ่ม E.S. นี้ (ตัวที่ 4) บางกลุ่มเซลล์มีการฝ่อลีบ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่บริเวณขอบ ๆ ของชิ้นเนื้อแทรกปะปนอยู่ (รูปที่ 21) และจากการย้อมชิ้นเนื้อด้วยเทคนิค ATPase pH 9.5 (รูปที่ 22) จากหนูตัวที่ 1, 2, 3, 5 ในกลุ่ม E.S. นี้ เซลล์จะมีลักษณะหลายเหลี่ยม (polygonal) มีขนาดใหญ่กว่ากลุ่ม denervated พบเซลล์ทั้ง type I และ type II โดยพบจำนวนเส้นใยของ type I ทั้งหมด 16.88% จำนวนเส้นใยของ type II ทั้งหมด 83.12% (จากตารางที่ 3) โดยมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของ type I เท่ากับ  $30.97 \pm 14.76 \mu\text{m}$  (วัดได้ทั้งหมด 719 เส้นใย, ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของ type II เท่ากับ  $34.68 \pm 3.98 \mu\text{m}$  (วัดจาก 1,000 เส้นใย) (จากตารางที่ 2) และจากหนูตัวที่ 4 ซึ่งได้ผลที่แตกต่างจากหนูตัวอื่น ๆ ในกลุ่มนี้ (จากรูปที่ 23) จะพบเซลล์ที่มีการฝ่อลีบเป็นกลุ่มใหญ่ ซึ่งแทรกปะปนกันอยู่ พบทั้ง type I และ type II และพบเซลล์ที่ติดสีเข้ม type II ที่มีขนาดใหญ่ อยู่บริเวณตรงกลางของชิ้นเนื้อ

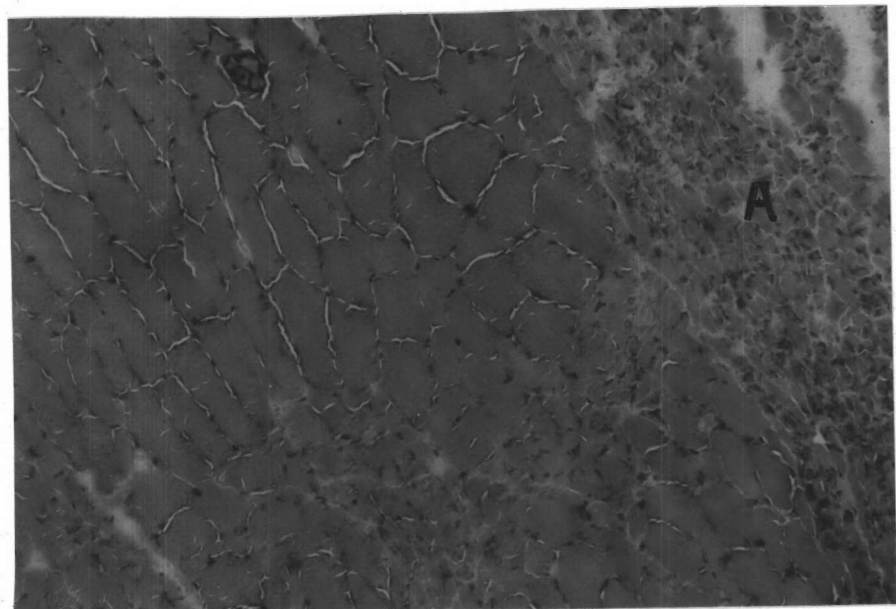


└ 50  $\mu$ m ─┘

รูปที่ 20 ภาพตัดขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูกลุ่ม E.S.

ย้อมด้วย H&E x 40 M = muscle fiber

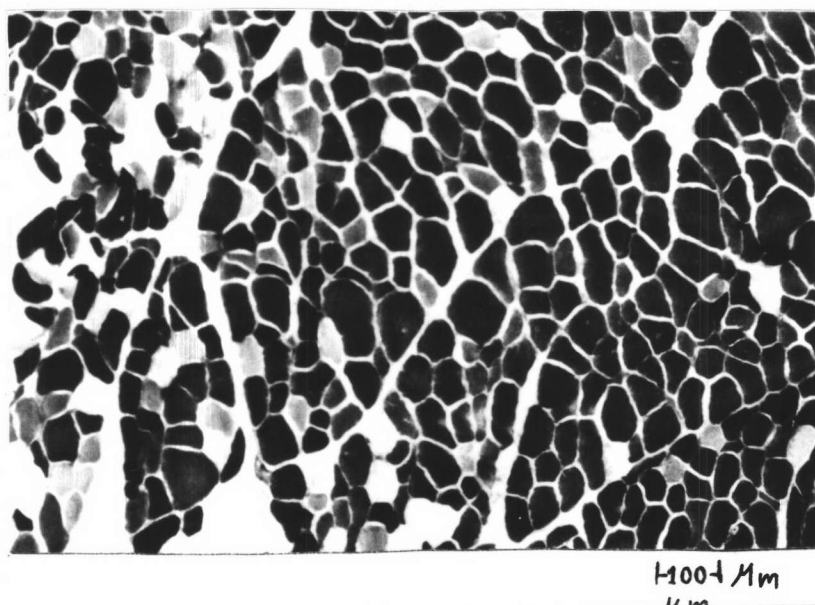
N M = nucleus of muscle



└ 100  $\mu$ m ─┘

รูปที่ 21 ภาพตัดขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูกลุ่ม E.S.

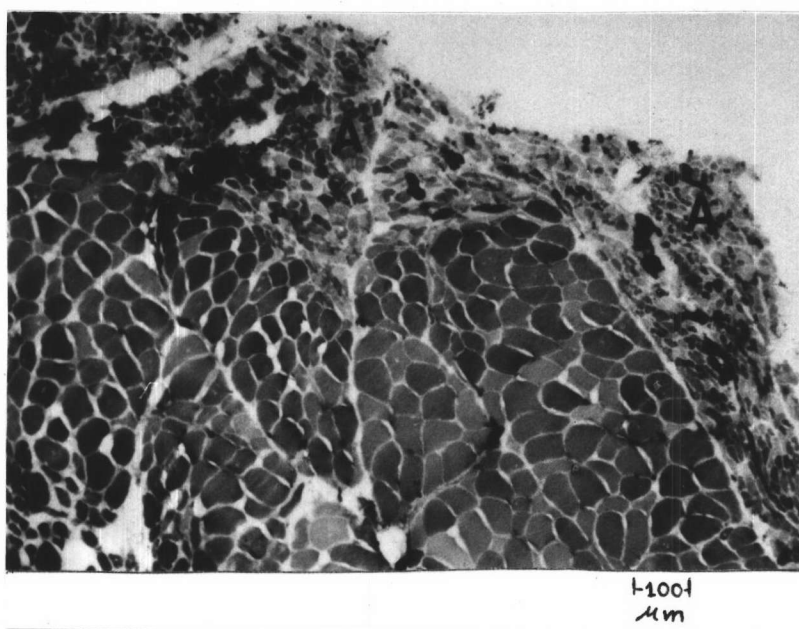
ตัวที่ 4 ย้อมด้วย H&E x 20 A = กลุ่มเซลล์ที่มีการฝ่อลีบ



รูปที่ 22 ภาพตัดตามขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูกลุ่ม E.S.

ย้อมด้วย ATPase pH 9.5 x 10 สว่าง = type I

สเข้ม = type II



รูปที่ 23 ภาพตัดตามขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูกลุ่ม E.S.

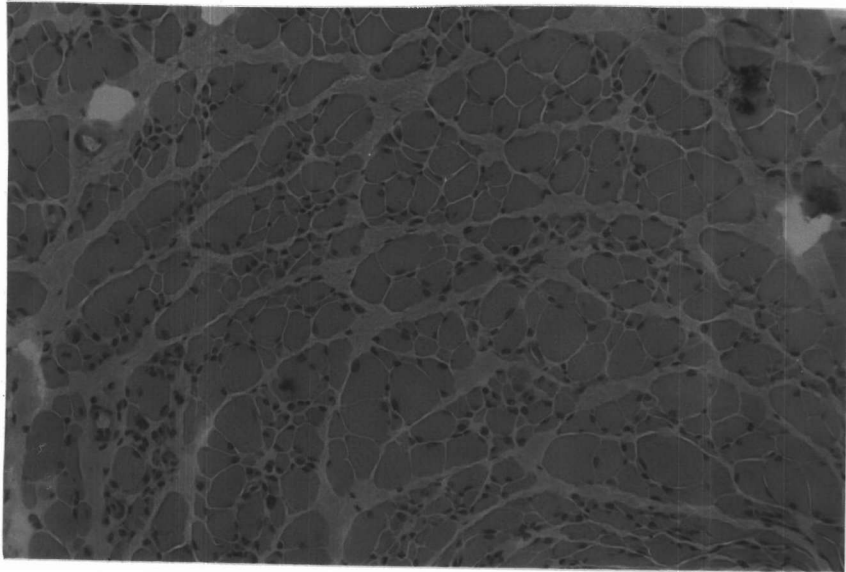
ตัวที่ 4 ย้อมด้วย ATPase pH 9.5 x 10 A = กลุ่มเซลล์ที่มีการฝ่อลีบ

## กลุ่ม laser

จากการศึกษากล้ามเนื้อ Tibialis anterior ในหนูแรกที่ถูกตัดเส้นประสาท sciatic ออกแล้ว ทำการฉายแสงอินฟราเรดเลเซอร์โดยฉายแสง 1 วัน พัก 1 วัน ทั้งหมด 90 วัน จากหนูจำนวน 5 ตัว น้ำหนักตัวหนูเฉลี่ย  $404.2 \pm 9.73$  กรัม น้ำหนักกล้ามเนื้อเฉลี่ย  $0.17 \pm 0.01$  กรัม, เส้นรอบวงกล้ามเนื้อเฉลี่ย  $1.02 \pm 0.04$  เซนติเมตร (จากตารางที่ 1) ตัดชิ้นเนื้อตามขวางย้อมด้วย H&E (รูปที่ 24) เซลล์กล้ามเนื้อจะมีลักษณะกลม (round) มากกว่าหลายเหลี่ยม (polygonal) มองเห็นช่องว่างระหว่างเซลล์มากขึ้น nuclei ชัดเจน พบเซลล์ที่มีการฝ่อลีบจำนวนมาก โดยเฉพาะหนูตัวที่ 5 ของกลุ่มเลเซอร์ (รูปที่ 25) เซลล์จะฝ่อลีบลงอย่างมาก และจากการย้อมชิ้นเนื้อด้วยเทคนิค ATPase pH 9.5 จากหนูตัวที่ 1, 3, 4 (รูปที่ 26, 27, 28) พบเซลล์ที่มีลักษณะกลม (round) และเซลล์ที่มีลักษณะฝ่อลีบเล็กลงซึ่งมีจำนวนมากกว่าเซลล์ที่มีลักษณะกลม เซลล์ส่วนใหญ่ที่พบเป็น type II จะติดสีเข้ม พบเซลล์ type I ที่ติดสีจางบ้างแต่น้อยมาก บริเวณตรงกลางของชิ้นเนื้อจะพบกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีทั้ง type I และ type II อยู่เล็กน้อย และจากหนูตัวที่ 5 ของกลุ่มนี้ (รูปที่ 29) พบเซลล์กล้ามเนื้อที่มีการฝ่อลีบอย่างมาก จะพบเซลล์ type II ซึ่งติดสีเข้มเกือบทั้งหมด พบเซลล์ type I ติดสีจางน้อยมาก เพียงไม่กี่เซลล์ ลักษณะการฝ่อลีบจะเท่าเทียมกันหมด และจากหนูตัวที่ 2 ของกลุ่มนี้ พบลักษณะที่แตกต่างจากหนูตัวอื่นในกลุ่มเลเซอร์เดียวกัน (จากรูปที่ 30) เซลล์ที่พบมีหลายขนาดปะปนอยู่ในบริเวณริม ๆ ของสไลด์ จะพบเซลล์ขนาดเล็กมากทั้ง type I และ type II และพบเซลล์ขนาดใหญ่ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าส่วนใหญ่เป็น type II สีเข้มบริเวณกลางของสไลด์ในกลุ่มนี้พบจำนวนเส้นใยของ type I ทั้งหมด 2.97% และจำนวนเส้นใยของ type II ทั้งหมด 97.13%

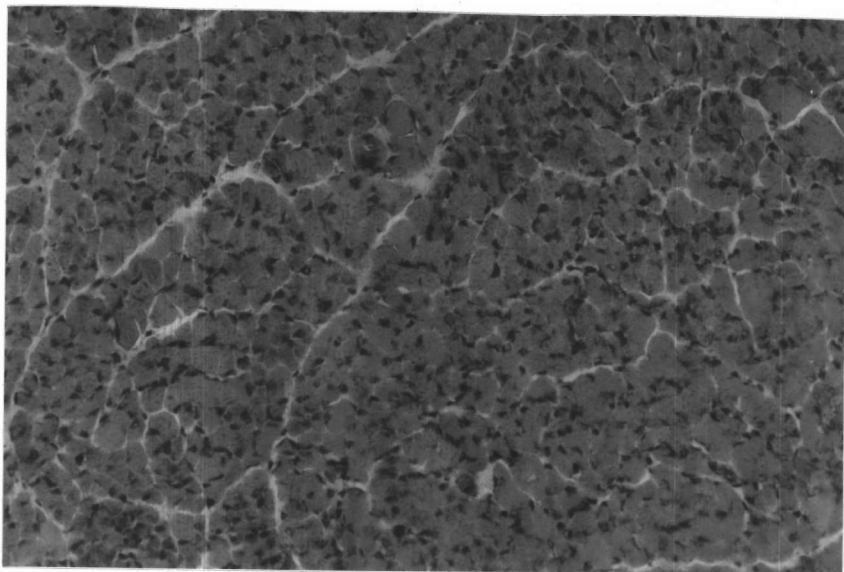
(จากตารางที่ 3) โดยมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางกลางของ type I เท่ากับ  $15.91 \pm 1.88 \mu\text{m}$  (วัดได้ทั้งหมด 62 เส้นใย) ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางกลางของ type II เท่ากับ  $11.10 \pm 0.85 \mu\text{m}$  (วัดจาก 1,000 เส้นใย)  
(จากตารางที่ 2)





100  $\mu$ m

รูปที่ 24 ภาพตัดขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูกลุ่ม laser  
ย้อมด้วย H&E x 20

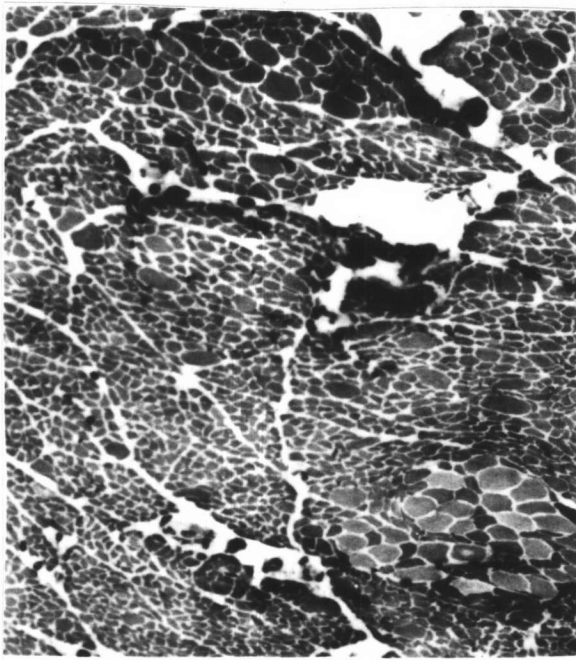


100  $\mu$ m

รูปที่ 25 ภาพตัดขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูกลุ่ม laser  
ตัวที่ 5 ย้อมด้วย H&E x 20



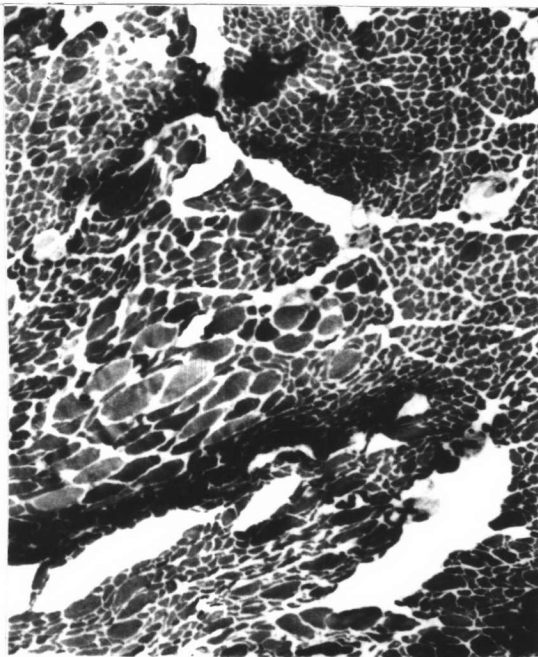
รูปที่ 26



H100M4

ภาพตัดขวางของกล้ามเนื้อ  
Tibialis anterior  
ของหนูกลุ่ม laser ย้อมด้วย  
ATPase pH 9.5 x 10

รูปที่ 27



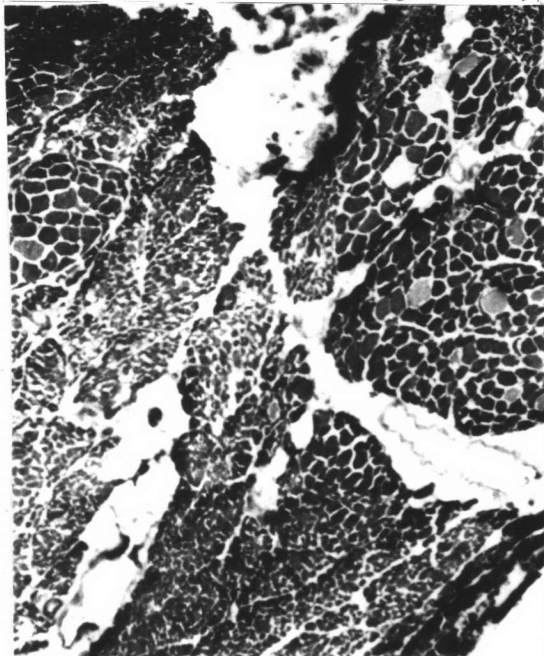
H100+ (mm)

ภาพที่ 26 หนูตัวที่ 1

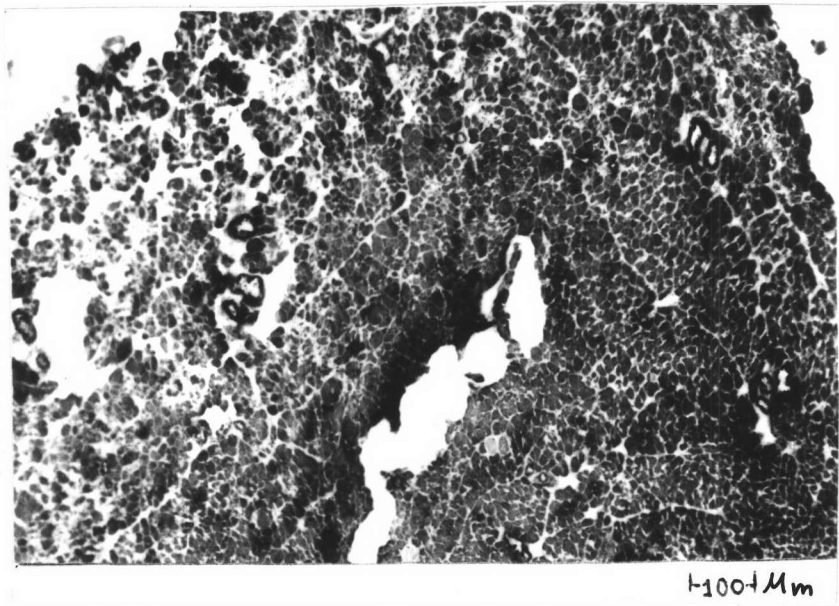
ภาพที่ 27 หนูตัวที่ 3

ภาพที่ 28 หนูตัวที่ 4

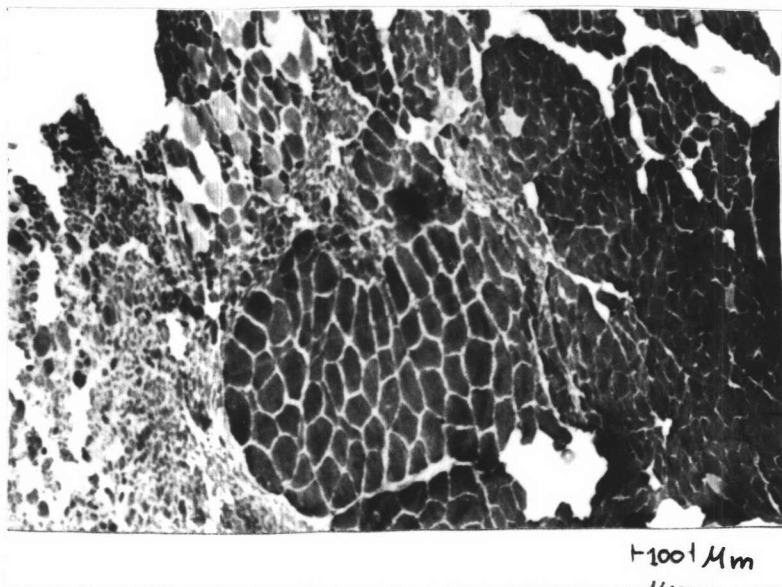
รูปที่ 28



H100+  
mm



รูปที่ 29 ภาพตัดขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูกลุ่ม laser  
ตัวที่ 5 ย้อมด้วย ATPase pH 9.5 x 10



รูปที่ 30 ภาพตัดขวางของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของหนูกลุ่ม laser  
ตัวที่ 2 ย้อมด้วย ATPase pH 9.5 x 10