

## 개의 橫隔膜神經纖維에 關한 研究

### 第Ⅱ報 橫隔膜神經의 橫隔膜內分枝의 有髓纖維에 關하여

高 光 斗

春川農科大學

尹 錫 鳳·李 俊 燮

서울大學校 農科大學

#### I. 緒 論

개의 橫隔膜神經纖維에 關한 研究의 一環으로 橫隔膜神經 有髓纖維의 特徵에 對해서 各 部位의 頸神經腹枝, 橫隔膜神經 前位 및 後位의 有髓纖維의 直徑別 分布頻度, 橫斷面積 및 兩者間의 關係等은 第Ⅰ報<sup>(1)</sup>(1963)에서 究明한바 있는데, 本實驗에서는 橫隔膜神經의 橫隔膜內分枝에 關한 有髓纖維의 特徵을 調査한바 다음과 같은 結果를 얻었기에 이에 報告한다.

#### Ⅱ. 實驗材料 및 方法

##### 1) 實驗動物

實驗에 使用한 動物은 다음과 같다.

Dog No.	品 種	體重	年 齡	性 別	頭 型	健 康
76	國產雜種犬	12.0kg	1 歲	♂	中型	良好
77	"	11.0"	"	"	"	"
81	"	10.7"	"	"	"	"
82	"	12.5"	"	"	"	"
85	"	11.7"	"	"	"	"

##### 2) 實驗材料

橫隔膜을 露出하여 左右의 橫隔膜內分枝를 腹側枝(ventral branch), 外側枝(lateral branch) 및 背側枝(dorsal branch)로 3區分하여 各 分枝들을 橫隔膜神經의 橫隔膜 侵入點으로부터 約 1.5 cm 後方에서 2 cm 씩 摘出하고 그중 背側枝는 中心腱을 지나 中心腱 背緣에 이르러 中心腱 背緣에 連해 떨어진 것과 脚部에 連해 떨어진 두개의 分枝로 갈라지므로 이것들을 各 背外側枝(dorsolateral branch)와 背內側枝(dorsomedial branch)로 區別하고 背外側枝와 背內側枝의 分枝點으로부터 約 0.5 cm 遠位點에서 各 各 2 cm 씩 摘出, 左右側 都合 10 個 部位의 材料를 使用하였다. (Fig. 1 參照)

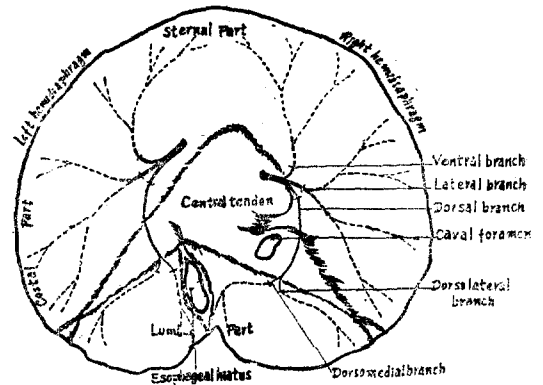


Fig. 1. Diagram of intradiaphragmatic distribution of the phrenic nerve of dog. (anterior view)

##### 3) 實驗方法

實驗動物을 屠殺 直後 橫隔膜을 露出하여 材料를 摘出하고 準備된 生理的 食鹽綿으로 덮어서 乾燥를 막고, 壓迫, 牽引等 損傷을 주지 않도록 摘出하여 材料의 兩端을 第 60 號 細絲로 묶은 다음 原形대로 펴서 cardboard에 매어 記錄하고, 오스뮴酸(osmic acid)에 固定시켰다.

固定方法, 染色方法, 寫眞擴大率 및 分類測定方法等은 第Ⅰ報<sup>(1)</sup>(1963) 및 尹<sup>(25,26)</sup>(1959, 1965)에 準하여 實施하였다.

#### Ⅲ. 實驗結果 및 考察

개의 橫隔膜神經의 橫隔膜內分枝는 Johnson<sup>(14)</sup>(1952)이 사람의 그것과 비슷하다 하여 各 分枝의 用語를 사람 橫隔膜에 準해 使用하였으며, Merendino et al.<sup>(15)</sup>(1956)은 橫隔膜內分枝가 橫隔膜 背緣 約 1 cm 地點에서 二主幹으로 分枝되었으며, 한 主幹은 다시 胸骨枝(前側枝)와 前外側枝로 分枝되고 또 다른 한 主幹은 脚枝(後側枝)와 後外側枝로 分枝된다고 記述했다.

**Table 1.** Size frequency distribution of myelinated fiber diameter in the intradiaphragmatic branches of the phrenic nerve of the dog.

Diameter size groups ( $\mu$ )	Ventral branch		Lateral branch		Dorsal branch		Dorsolateral branch		Dorsomedial branch	
	Rt. Mean $\pm$ S.D.(%)	Lt. Mean $\pm$ S.D.(%)	Rt. Mean $\pm$ S.D.(%)	Lt. Mean $\pm$ S.D.(%)	Rt. Mean $\pm$ S.D.(%)	Lt. Mean $\pm$ S.D.(%)	Rt. Mean $\pm$ S.D.(%)	Lt. Mean $\pm$ S.D.(%)	Rt. Mean $\pm$ S.D.(%)	Lt. Mean $\pm$ S.D.(%)
0-2	11.4 $\pm$ 2 (2.34)	10.4 $\pm$ 1 (2.12)	12.8 $\pm$ 2 (2.44)	12.2 $\pm$ 2 (2.29)	11.4 $\pm$ 2 (3.00)	10.6 $\pm$ 2 (2.80)	8.4 $\pm$ 2 (3.99)	8.6 $\pm$ 1 (4.18)	6.4 $\pm$ 1 (3.63)	6.2 $\pm$ 2 (3.54)
2-4	27.2 $\pm$ 3 (5.59)	26.6 $\pm$ 1 (5.42)	27.6 $\pm$ 2 (5.25)	27.6 $\pm$ 3 (5.17)	26.2 $\pm$ 2 (6.89)	26.8 $\pm$ 2 (7.09)	16.8 $\pm$ 1 (7.98)	16 $\pm$ 1 (7.79)	14.4 $\pm$ 1 (8.17)	15 $\pm$ 1 (8.57)
4-6	36.8 $\pm$ 4 (7.56)	35.6 $\pm$ 5 (7.25)	40.8 $\pm$ 1 (7.76)	41.6 $\pm$ 3 (7.79)	35.6 $\pm$ 4 (9.36)	36.2 $\pm$ 3 (9.57)	19.4 $\pm$ 1 (9.21)	18.2 $\pm$ 1 (8.86)	16.8 $\pm$ 1 (9.58)	16.4 $\pm$ 2 (9.37)
6-8	98.2 $\pm$ 6 (20.18)	94.4 $\pm$ 11 (19.23)	108.8 $\pm$ 5 (20.70)	104.4 $\pm$ 6 (19.56)	85.2 $\pm$ 2 (22.41)	79.4 $\pm$ 3 (20.99)	35.8 $\pm$ 3 (17.00)	37.8 $\pm$ 3 (18.40)	33.8 $\pm$ 4 (19.18)	32.4 $\pm$ 3 (18.51)
8-10	150 $\pm$ 5 (30.83)	152.8 $\pm$ 9 (31.13)	153.2 $\pm$ 18 (29.15)	156.2 $\pm$ 16 (29.26)	101.2 $\pm$ 11 (26.62)	101 $\pm$ 7 (26.71)	54.6 $\pm$ 5 (25.93)	52.8 $\pm$ 4 (25.71)	43.6 $\pm$ 4 (24.74)	44.2 $\pm$ 4 (25.26)
10-12	152.4 $\pm$ 9 (31.32)	160.4 $\pm$ 11 (32.68)	168.6 $\pm$ 14 (32.08)	178.2 $\pm$ 16 (33.38)	116.2 $\pm$ 3 (30.56)	117 $\pm$ 6 (30.94)	67.4 $\pm$ 5 (32.00)	64.6 $\pm$ 8 (31.45)	54.8 $\pm$ 6 (31.10)	54 $\pm$ 3 (30.86)
12-14	7 $\pm$ 5 (1.44)	7.8 $\pm$ 2 (1.59)	8.6 $\pm$ 2 (1.64)	7.6 $\pm$ 1 (1.42)	2.2 $\pm$ 1 (0.58)	4.4 $\pm$ 1 (1.16)	5.2 $\pm$ 1 (2.47)	4.6 $\pm$ 2 (2.24)	3.6 $\pm$ 1 (2.04)	4.2 $\pm$ 1 (2.40)
14-16	3.6 $\pm$ 1 (0.74)	2.8 $\pm$ 1 (0.57)	5.2 $\pm$ 2 (0.99)	6 $\pm$ 1 (1.12)	2.2 $\pm$ 1 (0.58)	2.8 $\pm$ 1 (0.74)	3 $\pm$ 1 (1.42)	2.8 $\pm$ 1 (1.35)	2.8 $\pm$ 1 (1.59)	2.6 $\pm$ 1 (1.49)
Total	486.6 $\pm$ 13 (100.00)	490.8 $\pm$ 12 (99.99)	525.6 $\pm$ 7 (100.01)	533.8 $\pm$ 8 (99.99)	380.2 $\pm$ 8 (100.00)	378.2 $\pm$ 14 (100.00)	210.6 $\pm$ 17 (100.00)	205.4 $\pm$ 15 (99.99)	176.2 $\pm$ 17 (99.99)	175 $\pm$ 14 (100.00)

한편 Ogawa<sup>(20)</sup>(1959)는 橫膈膜神經의 橫膈膜內分枝는 腹側枝(ventral branch), 外側枝(lateral branch) 및 背側枝(dorsal branch)로 分枝된다고 記述했는데, 著者等の 觀察에 依하면 Ogawa가 記述한 背側枝는 中心髓을 지나 中心髓 背緣을 따라 열리는 分枝와 脚部로 열리는 二分枝로 다시 갈라지므로 이것들을 各各 背外側枝(dorsolateral branch)와 背內側枝(dorsomedial branch)로 記述했다.

이들 各 分枝는 大部分의 개에 있어서 그 分枝狀態가 비슷했지만 背側枝만은 코르지 못했는데, 特히 左側에 있어 食道裂을 따라 脚部로 길게 열리는 것도 있고 짧으며 물시 가늘은 것도 있었으며, 때로는 中心髓部에서 分枝되는 것도 있었으므로 이와같은 것들은 統計處理에서 除外하고 分枝狀態가 確實한 것 5頭만을 擇해 觀察한바 다음과 같은 結果를 얻었다.

橫膈膜神經의 橫膈膜內分枝의 橫斷像은 各 分枝 모두 그 環이 뚜렷했으며, 橫斷 全面에 纖維群이 코르지게 퍼져 있었다. 그러나 第I報<sup>(16)</sup>(1968)에서 記述한 것과 같은 橫膈膜神經 各頸神經腹枝라든가 橫膈膜神經 前位와 後位에서 본 16~18 $\mu$ 群의 큰 纖維群은 거의 나타나지 않았다.

Eccles와 Sherrington<sup>(5)</sup>(1930), Hess와 Young<sup>(12)</sup>(1952) 및 Quilliam<sup>(23)</sup>(1955) 등은 같은 纖維라 할지라도 部位別로 直徑의 變動이 있다고 指摘하였는데, 橫膈膜神經에서는 橫膈膜神經 橫膈膜內分枝와 橫膈膜神經 前位 및

그보다 近位쪽에 있는 有髓纖維間에는 다음과 같은 差異가 있었기에 各 分枝를 直徑群別로 考察하였다.

#### A) 有髓纖維의 直徑別 分布頻度

各 分枝의 有髓纖維數를 分枝別로 左右 平均해보면 腹側枝 488.7(個), 外側枝 529.7 및 背側枝 379.2로 그 比率는 腹側枝 34.97%, 外側枝 37.90% 및 背側枝 27.13%로 外側枝가 가장 높은 比率를 차지하고 있었으며, 그 중 背側枝는 다시 背外側枝 208.0(個)과 背內側枝 175.6으로 背外側枝 54.22% 및 背內側枝 45.78%로 構成되어 있었다.

##### 1) 腹側枝의 有髓纖維

Table 1에 나타난 바와 같이 右側 腹側枝의 有髓纖維總數는 486.6 $\pm$ 13(個)인데 最高 分布頻도를 나타낸 것은 10~12 $\mu$ 群으로서 31.32%(152.4 $\pm$ 9)였고, 8~10 $\mu$ 群이 30.83%(150 $\pm$ 5)이며, 6~8 $\mu$ 群은 20.18%(98.2 $\pm$ 6), 4~6 $\mu$ 群은 7.56%(36.8 $\pm$ 4), 2~4 $\mu$ 群은 5.59%(27.2 $\pm$ 3), 0~2 $\mu$ 群은 2.34%(11.4 $\pm$ 2)로 漸次로 分布頻도가 下降했고 12~14 $\mu$ 群은 1.44%(7 $\pm$ 5), 14~16 $\mu$ 群은 0.74%(3.6 $\pm$ 1)로 갑자기 그 數가 떨어지며, 最大纖維인 14~16 $\mu$ 群이 最低 分布頻도를 나타내었다. (Table 1, Fig. 2 參照)

左側 腹側枝의 有髓纖維總數는 490.8 $\pm$ 12(個)로 直徑別 分布頻度の 傾向은 右側과 비슷하였다. (Table. 1 Fig. 3. 參照).

Table 2. The cross-sectional area and percentage of myelinated fibers in the intradiaphragmatic branches of the phrenic nerve of the dog.

Diameter size groups ( $\mu$ )	Ventral branch		Lateral branch		Dorsal
	Rt. Mean $\pm$ S.D. (%)	Lt. Mean $\pm$ S.D. (%)	Rt. Mean $\pm$ S.D. (%)	Lt. Mean $\pm$ S.D. (%)	Rt. Mean $\pm$ S.D. (%)
0-2	35.2 $\pm$ 5 (0.09)	32.2 $\pm$ 3 (0.08)	39.6 $\pm$ 7 (0.10)	37.8 $\pm$ 5 (0.09)	35.2 $\pm$ 6 (0.13)
2-4	341.2 $\pm$ 9 (0.92)	333.8 $\pm$ 17 (0.88)	346.4 $\pm$ 19 (0.86)	346.2 $\pm$ 36 (0.83)	328.6 $\pm$ 22 (1.19)
4-6	1,039.8 $\pm$ 122 (2.80)	1,005.6 $\pm$ 133 (2.65)	1,152.6 $\pm$ 41 (2.85)	1,175.2 $\pm$ 79 (2.83)	1,005.8 $\pm$ 104 (3.66)
6-8	4,933.2 $\pm$ 309 (13.28)	4,742 $\pm$ 549 (12.48)	5,465.4 $\pm$ 265 (13.51)	5,244.6 $\pm$ 679 (12.61)	4,280.2 $\pm$ 107 (15.56)
8-10	11,774.8 $\pm$ 375 (31.70)	11,944.4 $\pm$ 831 (31.56)	12,025.8 $\pm$ 1,396 (29.73)	12,261.4 $\pm$ 1,240 (29.49)	7,943.8 $\pm$ 308 (28.88)
10-12	17,226.8 $\pm$ 935 (46.37)	18,131.2 $\pm$ 1,791 (47.71)	19,053.2 $\pm$ 1,615 (47.11)	20,143.6 $\pm$ 1,768 (48.44)	13,134.6 $\pm$ 374 (47.75)
12-14	1,076.6 $\pm$ 722 (2.90)	1,199.6 $\pm$ 369 (3.16)	1,322.6 $\pm$ 268 (3.27)	1,169 $\pm$ 123 (2.81)	337.8 $\pm$ 115 (1.23)
14-16	722.6 $\pm$ 205 (1.95)	561.8 $\pm$ 150 (1.48)	1,044.2 $\pm$ 465 (2.58)	1,205 $\pm$ 254 (2.90)	441.2 $\pm$ 118 (1.60)
Total	37,150.2 $\pm$ 1,782 (100.01)	38,000.6 $\pm$ 1,136 (100.00)	40,454.8 $\pm$ 812 (100.01)	41,582.8 $\pm$ 1,170 (100.00)	27,507.2 $\pm$ 645 (100.00)

Diameter size groups ( $\mu$ )	branch	Dorsolateral branch		Dorsomedial branch	
	Lt. Mean $\pm$ S.D. (%)	Rt. Mean $\pm$ S.D. (%)	Lt. Mean $\pm$ S.D. (%)	Rt. Mean $\pm$ S.D. (%)	Lt. Mean $\pm$ S.D. (%)
0-2	32.8 $\pm$ 5 (0.12)	25.8 $\pm$ 5 (0.16)	26.6 $\pm$ 4 (0.17)	19.4 $\pm$ 4 (0.15)	18.8 $\pm$ 5 (0.14)
2-4	336.2 $\pm$ 22 (1.21)	210.4 $\pm$ 17 (1.32)	200.4 $\pm$ 18 (1.31)	180.2 $\pm$ 13 (1.38)	187.8 $\pm$ 18 (1.44)
4-6	1,022.6 $\pm$ 86 (3.68)	547.6 $\pm$ 29 (3.45)	513.6 $\pm$ 21 (3.34)	474.2 $\pm$ 40 (3.62)	462.8 $\pm$ 46 (3.55)
6-8	3,988.4 $\pm$ 129 (14.36)	1,798 $\pm$ 147 (11.32)	1,898.6 $\pm$ 175 (12.36)	1,697.4 $\pm$ 223 (12.95)	1,627.4 $\pm$ 170 (12.48)
8-10	7,928.2 $\pm$ 537 (28.55)	4,285.8 $\pm$ 417 (26.98)	4,144.6 $\pm$ 287 (26.99)	3,422.4 $\pm$ 339 (26.12)	3,469.2 $\pm$ 291 (26.61)
10-12	13,225 $\pm$ 658 (47.62)	7,618.2 $\pm$ 592 (47.95)	7,301.8 $\pm$ 846 (47.55)	6,194.2 $\pm$ 684 (47.27)	6,104 $\pm$ 320 (46.82)
12-14	676.6 $\pm$ 123 (2.44)	799.8 $\pm$ 115 (5.03)	707.4 $\pm$ 157 (4.61)	553.4 $\pm$ 75 (4.22)	645.8 $\pm$ 180 (4.95)
14-16	561.8 $\pm$ 295 (2.02)	602 $\pm$ 128 (3.79)	561.8 $\pm$ 150 (3.66)	561.8 $\pm$ 150 (4.29)	521.6 $\pm$ 161 (4.00)
Total	27,771.6 $\pm$ 1,256 (100.00)	15,887.6 $\pm$ 1,297 (100.00)	15,354.8 $\pm$ 1,519 (99.99)	13,103 $\pm$ 1,373 (100.00)	13,037.4 $\pm$ 944 (99.99)

2) 外側枝의 有髓纖維

右側 外側枝의 有髓纖維 總數는 525.6  $\pm$  7(個)이며, 最高 分布頻度를 나타낸 것은 10~12 $\mu$  群으로 32.08% (168.6  $\pm$  14), 다음이 8~10 $\mu$  群의 29.15% (153.2  $\pm$  18)였고, 其他의 直徑群의 分布傾向은 腹側枝의 그것들과 비슷하였다.

左側 外側枝의 有髓纖維 總數는 533.8  $\pm$  8(個)로 直徑

別 分布頻度の 傾向은 右側과 비슷하였다.

3) 背側枝의 有髓纖維

右側 背側枝의 有髓纖維 總數는 380.2  $\pm$  8(個)이며 最高 分布頻度를 나타낸 것은 10~12 $\mu$  群으로 30.56% (116.2  $\pm$  3), 다음이 8~10 $\mu$  群의 26.62% (101.2  $\pm$  11)였고, 其他의 直徑群의 分布傾向은 腹側枝와 外側枝의 그것들과 비슷하나 8~10 $\mu$  群의 分布가 腹側枝와 外側枝의

그것들 보다若干 적은比率를 나타내고 있었다.

左側背側枝의有髓纖維總數는 378.2±14(個)로直徑別分布頻度の傾向은右側과 비슷하였다.

위에 나타난結果中特記할만한 것을들어보면,第I報에서記載한橫隔膜神經後位の直徑別分布頻度에서最大纖維는 16~18 $\mu$ 群으로 0.27~0.32%였고, 14~16 $\mu$ 群은 6.72%~7.86%의範圍内に 있었는데,橫隔膜神經橫隔膜內分枝에서는三分枝 모두最大纖維가 14~16 $\mu$ 群으로 0.57%~1.12%의範圍内に 있었다.

最高分布頻度範圍를 보면橫隔膜神經後位에서는 10~14 $\mu$ 群(全體의約 60%)이 있었는데,橫隔膜神經橫隔膜內分枝에서는 8~12 $\mu$ 群(全體의約 60%)으로, 작은直徑群으로 기울어져 있었다. 뿐만 아니라 그보다 작은直徑群에서도橫隔膜神經橫隔膜內分枝쪽이 더 작은直徑群으로構成되어 있음을 알수있었다.

Rexed<sup>(24)</sup>(1944)는 사람의橫隔膜神經을 사용한實驗에서有髓纖維가相當히 긴距離에 걸쳐 끝이 가늘어지는 일이 없고纖維의分枝도 없었다고 했는데, 개에 있어橫隔膜神經前位와後位를比較할때 이와 같은傾向이 있으나,同神經의橫隔膜內分枝에서는有髓纖維가遠位쪽으로가면서若干가늘어지는 것 같다.

金子<sup>(15)</sup>(1952)는神經纖維가細胞에서起始되는部位 및終末端은神經鞘가 없는無髓神經纖維로 되어있었다고 했는데,橫隔膜神經後位에서 볼수있는 16~18 $\mu$ 群의橫隔膜神經橫隔膜內分枝에서는 거의 나타나지 않았다는 것은,一部の纖維가橫隔膜筋層에서神經纖維의終末端을形成했거나 또는大部分의纖維가 그 끝이 가늘어진 탓이라고生覺된다.

背側枝는 두개의分枝即背外側枝와背內側枝로 나누어 지는데背外側枝는背內側枝에 비해外觀上若干 굵었다.橫斷像의所見은 다음과 같다.

#### a) 背外側枝의有髓纖維

右側背外側枝의有髓纖維總數는 210.6±17(個)이며,最高分布頻度を 나타낸 것은 10~12 $\mu$ 群으로 32.00%(67.4±5), 다음이 8~10 $\mu$ 群의 25.93%(54.6±5)이며, 6~8 $\mu$ 群은 17.00%(35.8±3), 4~6 $\mu$ 群은 9.21%(19.4±1), 2~4 $\mu$ 群은 7.98%(16.8±1), 0~2 $\mu$ 群은 3.99%(8.4±2)로腹側枝에서와 같이漸次로下降했는데 8~10 $\mu$ 群과 6~8 $\mu$ 群은分布率이腹側枝 및 外側枝보다 낮았지만 4~6 $\mu$ 群, 2~4 $\mu$ 群, 0~2 $\mu$ 群에서는 오히려 높은 편이었다.

12 $\mu$ ~14 $\mu$ 群은 2.47%(5.2±1), 14~16 $\mu$ 群은 1.42%(3±1)로 갑자기 그分布率이 낮아지며,最大纖維인 14~16 $\mu$ 群이最低分布頻度を 나타내었다.

左側背外側枝의有髓纖維總數는 205.4±15로直徑

別分布頻度の傾向은右側과 비슷하였다.

#### b) 背內側枝의有髓纖維

右側背內側枝의有髓纖維總數는 176.2±17로背外側枝에 비해 그數가줄었을 뿐其他의傾向은 거의 같았다.

左側背內側枝의有髓纖維總數는 175±14로直徑別分布頻度の傾向은右側과 비슷하였다.

橫隔膜神經橫隔膜內分枝는橫隔膜神經後位보다도大體로가늘어졌고背外側枝와背內側枝는 더욱가늘어졌으나,有髓纖維의特徵에 있어서는橫隔膜神經의特徵을直接,間接으로究명한 몇몇學者들의見解와一致되었다.

Häggqvist<sup>(11)</sup>(1948)가觀察한 바에依하면 개는一般的으로 사람이나코끼리보다 더 거치른纖維를 갖고 있다고 했는데, 개의橫隔膜神經 특히橫隔膜內分枝에서發見되는 A $\alpha$ 纖維(Philip<sup>(21)</sup>(1956)의 크기가比較的 작은 것은注目할만하다. 아마 이事實은赤色,白色筋肉纖維와赤色,白色運動神經單位 사이에 생기는機能的 및構造的差異에서由來된다고說明할수 있을 것이다. 왜냐하면 Hay<sup>(10)</sup>(1901)는 토끼의가제미筋(M. soleus)에 있는赤色筋肉纖維는腓腹筋(M. gastrocnemius)의灰色筋肉纖維보다 작은 크기의 A $\alpha$ 纖維에依하여分布되어 있다고 했으며, 또한 Lloyd와 Chang<sup>(18)</sup>(1948)은赤色筋肉으로 가는輸入纖維가灰色 및白色筋肉으로 가는輸入纖維보다 작다고報告하였다. Eccles et al.<sup>(6)</sup>(1958)은赤色筋肉이白色筋肉보다傳導도가 낮은 axon으로分布되어 있음을發見하였으며, Howell<sup>(13)</sup>(1940)은橫隔膜은赤色 또는徐徐히收縮하는筋이라 했고, Landau et al.<sup>(17)</sup>(1962)은赤色筋肉纖維가白色筋肉纖維보다 더 작은 크기의 axon으로分布되어 있다는 것과橫隔膜運動神經單位는 주로赤色筋肉纖維의性質을 지니고 있다고報告하였다.

本實驗에 있어서橫隔膜神經橫隔膜內分枝의 A $\alpha$ 纖維의 작은直徑群의最高分布頻도와 Aitken et al.<sup>(11)</sup>(1947) Causey<sup>(9)</sup>(1948), Fernand와 Young<sup>(8)</sup>(1951), Evans와 Vizoso<sup>(7)</sup>(1951) 및 Quilliam<sup>(22)</sup>(1956) 등이記述한 토끼의腓腹筋에分布되는有髓纖維의 A $\alpha$ 纖維의 큰直徑群의最高分布頻도와는極히對照的으로橫隔膜神經의特徵을如實히 나타내고 있었다.

尹<sup>(25,26)</sup>이記述한 개의反回喉頭神經의有髓纖維의直徑別分布頻度에서는各部位 모두 4~6 $\mu$ 群에第1頂點, 8~10 $\mu$ 群에第2頂點을 나타내는二流型值(bimodal)이 있으나,本實驗에서는各部位 모두 10~12 $\mu$ 群을頂點으로 하는單流型值(unimodal)이었다.橫隔膜神經後位에서는 10~14 $\mu$ 群에第1頂點, 2~4 $\mu$ 群에 두터하지 않은第2頂點이 있어二流型值에 가까웠는데,本實驗에서

는 第1頂點이 10~12 $\mu$ 群으로 한層 작은 直徑群으로 내렸고 2~4 $\mu$ 群에 頂點이 나타나지 않은 것은 有髓纖維의 直徑이 筋層으로 들어가기 前에 若干 가늘어졌기 때문이라고 生覺된다. 또한 개의 反回喉頭神經에는 뚜렷한 "gamma hump"가 있었는데, 橫隔膜神經 後位와 橫隔膜神經 橫隔膜內分枝에는 이것이 없었다. Ar 纖維가 적다는 것은 橫隔膜에 있어서 筋紡錘가 적거나 없다는 事實과 關係가 있지 않나 生覺된다. 橫隔膜에 筋紡錘

가 있다는 것은 Baum<sup>(2)</sup>(1900)에 依해 否定되었지만 Dogiel<sup>(4)</sup>(1902)은 中心腱 近處에 많은 筋紡錘를 發見하였다고 했고, Gregor<sup>(9)</sup>(1904)도 역시 橫隔膜에 筋紡錘가 있으나 어느 部位에는 없다고 말했다. 現在의 見解로서는 橫隔膜은 筋肉과 中心腱 接合地點 가 사이에 極少數의 筋紡錘가 있다는 것인데 이런 見解는 橫隔膜神經에 7分布가 적다는 것과 상충되고 있다.

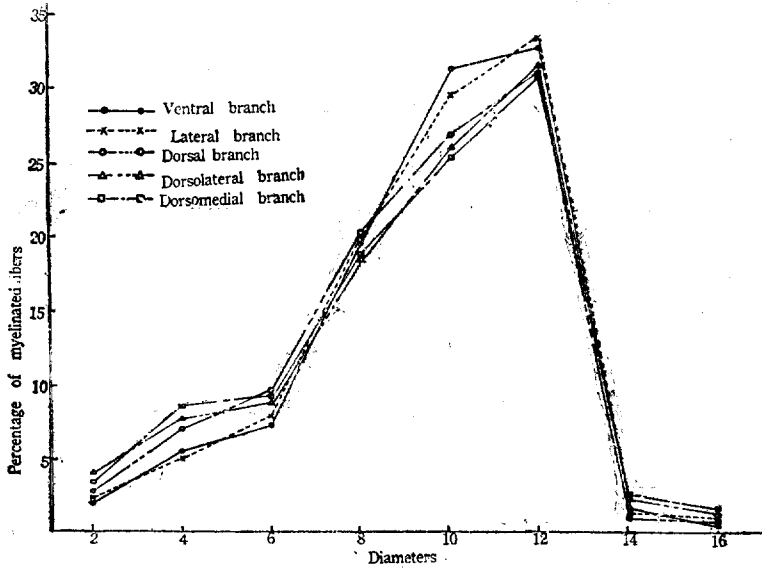


Fig. 2. Size frequency distribution of myelinated fibers of the intradiaphragmatic branches of the right phrenic nerve of the dog.

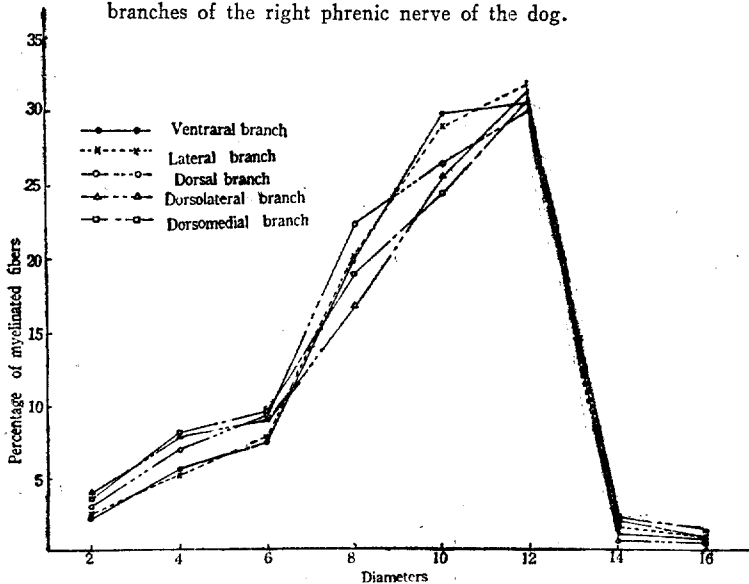


Fig. 3. Size frequency distribution of myelinated fibers of the intradiaphragmatic branches of the left phrenic nerve of the dog.

## B) 有髓纖維의 橫斷面積

腹側枝의 有髓纖維總橫斷面積을 보면 右側이  $37,150.2 \pm 1,782 \mu^2$ , 左側이  $38,000.6 \pm 1,136 \mu^2$  이며, 直徑別 分布頻度에서 最高 分布頻度を 차지했던  $10 \sim 12 \mu$  群이 右側의  $46.37\%$  ( $17,226.8 \pm 985 \mu^2$ ), 左側이  $47.71\%$  ( $18,131.2 \pm 1,791 \mu^2$ ) 으로 左右 모두 제일 넓은 面積을 차지했고 다음이  $8 \sim 10 \mu$  群,  $6 \sim 8 \mu$  群으로서 이것까지는 直徑別 分布頻도와 比例하고 있었으나, 그 다음 順位는 左右 모두  $12 \sim 14 \mu$  群,  $4 \sim 6 \mu$  群,  $14 \sim 16 \mu$  群,  $2 \sim 4 \mu$  群,  $0 \sim 2 \mu$  群의 順으로 最小纖維가 가장 작은 面積을 차지하고 있었다.

外側枝의 有髓纖維總橫斷面積은 右側이  $40,454.8 \pm 812 \mu^2$ , 左側이  $41,582.8 \pm 1,170 \mu^2$  으로 各 直徑群의 넓이의 順位도 前者와 같은 傾向이 있었으나 左側의  $12 \sim 14 \mu$  群이  $14 \sim 16 \mu$  群보다  $0.09\%$  더 줄었을 뿐이었다.

背側枝의 有髓纖維 總橫斷面積은 右側이  $27,507.2 \pm 645 \mu^2$ , 左側이  $27,771.6 \pm 1,256 \mu^2$  으로 그 넓이의 順位는 左右 모두  $10 \sim 12 \mu$  群,  $8 \sim 10 \mu$  群,  $6 \sim 8 \mu$  群,  $4 \sim 6 \mu$  群으로서 여기까지는 直徑別 分布頻도와 比例했고, 그 다음 順位는 右側이  $14 \sim 16 \mu$  群,  $12 \sim 14 \mu$  群,  $2 \sim 4 \mu$  群,  $0 \sim 2 \mu$  群으로 最小纖維가 역시 가장 작은 面積을 차지했으며, 左側에서는  $12 \sim 14 \mu$  群이  $14 \sim 16 \mu$  群보다  $0.42\%$  더 높은 比率를 차지하고 있었다.

背外側枝의 有髓纖維 總橫斷面積은 右側이  $15,887.6 \pm 1,297 \mu^2$ , 左側이  $15,354.8 \pm 1,519 \mu^2$  으로 그 넓이의 順位는 左右 모두  $10 \sim 12 \mu$  群,  $8 \sim 10 \mu$  群,  $6 \sim 8 \mu$  群으로서 여기까지는 直徑別 分布頻도와 比例하고 있었으나, 그 다음 順位는  $12 \sim 14 \mu$  群,  $14 \sim 16 \mu$  群,  $4 \sim 6 \mu$  群,  $2 \sim 4 \mu$  群,  $0 \sim 2 \mu$  群이었다.

背內側枝의 有髓纖維 橫斷面積은 右側이  $13,103 \pm 1,373 \mu^2$ , 左側이  $13,037.4 \pm 944 \mu^2$  으로 넓이의 順位等은 背外側枝와 비슷하였으나 右側의  $12 \sim 14 \mu$  群이  $14 \sim 16 \mu$  群보다  $0.07\%$  減少되었다.

## IV. 結 論

개의 橫隔膜神經의 橫隔膜內分枝 有髓纖維에 關한 直徑別 分布頻도와 有髓纖維 橫斷面積等의 特徵을 要約하면 다음과 같다.

1. 橫隔膜神經의 橫隔膜內分枝는 腹側枝  $34.97\%$ , 外側枝  $37.90\%$  및 背側枝  $27.13\%$ 로 構成되었으며 背側枝는 背外側枝  $54.22\%$ 와 背內側枝  $45.78\%$ 로 되었다.
2. 腹側枝의 總有髓纖維數는 右側이  $486.6 \pm 13$ (個), 左側이  $490.8 \pm 12$ 이었으며, 總橫斷面積은 右側이  $37,150.2 \pm 1,782 \mu^2$ , 左側이  $38,000.6 \pm 1,136 \mu^2$ 이었다.
3. 外側枝의 總有髓纖維數는 右側이  $525.6 \pm 7$ (個), 左

側이  $533.8 \pm 8$ 이었으며, 總橫斷面積은 右側이  $40,454.8 \pm 812 \mu^2$ , 左側이  $41,582.8 \pm 1,170 \mu^2$ 이었다.

4. 背側枝의 總有髓纖維數는 右側이  $330.2 \pm 8$ (個), 左側이  $378.2 \pm 14$ 였으며, 總橫斷面積은 右側이  $27,507.2 \pm 645 \mu^2$ , 左側이  $27,771.6 \pm 1,256 \mu^2$ 이었다.

5. 背外側枝의 總有髓纖維數는 右側이  $210.6 \pm 17$ (個), 左側이  $205.4 \pm 15$ 였으며, 總橫斷面積은 右側이  $15,887.6 \pm 1,297 \mu^2$ , 左側이  $15,354.8 \pm 1,519 \mu^2$ 이었다.

6. 背內側枝의 總有髓纖維數는 右側이  $176.2 \pm 17$ (個), 左側이  $175 \pm 14$ 였으며, 總橫斷面積은 右側이  $13,103 \pm 1,373 \mu^2$ , 左側이  $13,037.4 \pm 944 \mu^2$ 이었다.

7. 直徑別 分布에서 最高 分布頻度は 거의 모두가  $10 \sim 12 \mu$  群에 있고, 全體의 約  $30\%$ 를 차지 하였다.

8. 最大纖維는 各 分枝 모두  $14 \sim 16 \mu$  群인데, 最低 分布率을 나타 내었다.

9. 橫隔膜內分枝의 有髓纖維 最大橫斷面積을 차지한 것은 모두  $10 \sim 12 \mu$  群이었다.

10. 橫隔膜神經의 橫隔膜內分枝는 各分枝 모두  $10 \sim 12 \mu$  群을 預點으로 하는 單流型植이었다.

## REFERENCES

1. Aitken, J.T., Sharman, M. and Young, J.Z. (1947). *Maturation of regenerating nerve fibers with various peripheral connexions.* J. Anat. Lond., 18:1—22.
2. Baum, J. (1900). *Beiträge zur Kenntnis der Muskelspindeln.* Anat. Hefte, 13:251—305.
3. Causey, G. (1948). *The effect of pressure on nerve fibers.* J. Anat. Lond., 82:262—270.
4. Dogiel, A.S. (1902). *Die Nervendigungen im Bauchfell in den Sehnen, den Muskelspindeln und dem Centrum tendineum des Diaphragmas beim Menschen und bei Säugethieren.* Arch. M. Anat., 59:1—31.
5. Eccles, J.C. and Sherrington, C.S. (1930). *Numbers and contraction values of individual motor units examined in some muscles of the limb.* Proc. Roy. Soc. B., 106:326—357.
6. Eccles, J.C., Eccles, R.M. and Lundberg, A. (1958). *The action potentials of the alpha motoneurons supplying fast and slow muscles.* J. Physiol., 142: 275—291.
7. Evans, D.H.L. and Vizoso, A.D. (1951). *Observation on the mode of growth of motor fibers in rabbits during post-natal development.* J. Comp. Neurol., 95: 429—462.
8. Fernand, V.S.V. and Young, J.Z. (1951). *The sizes*

- of the nerve fibers of muscle nerves. Proc. Roy. Soc. B., 139:38—58.
9. Gregor, A. (1904). *Ueber die Vertheilung der Muskelspindeln in der Muskulatur des menschlichen Fötus*. Arch. Anat. Physiol., 112—196.
  10. Hay, J. (1901). *Red and pale muscle*. Liverpool Med. Chir. J., 41:431—452.
  11. Häggqvist, G. (1948). *Nervenfaserkaliber beim Tieren verschiedener Größe*. Anat. Anz., 96:398—412.
  12. Hess, A. and Young, J.Z. (1952). *The nodes of Ranvier*. Proc. Roy. Soc. B., 140:301—320.
  13. Howell, W.H. (1940). *Textbook of Physiology*, 14th ed. W.B. Saunders Co., Phila., p.5.
  14. Johnson, R.J. (1952). *The intradiaphragmatic distribution of the phrenic nerves*. Anat. Rec., 112:348.
  15. 金子丑之助 (1952). 組織學上卷, 147—153.
  16. 高光斗, 尹錫鳳(1968). 개의 橫隔膜 神經纖維에 관한 研究. 第二報, 橫隔膜神經 有髓纖維의 特徵에 關하여 春川農科大學 研究論文集, 第2輯, 62—69.
  17. Landau, B.R., Akert, K. and Roberts, T.S. (1962). *Studies on the innervation of the diaphragm*. J. Comp. Neurol., 119:1—10.
  18. Lloyd, D.P.C. and Chang, H.T. (1948). *Afferent fibers in muscle nerves*. J. Neurophysiol., 11:199—207.
  19. Merendino, K.A., Johnson, R.J., Skinner, H.H. and Maguire, R.X. (1956). *The intradiaphragmatic distribution of the phrenic nerve with particular reference to the placement of diaphragmatic incisions and controlled segmental paralysis*. Surgery, 39:189—198.
  20. Ogawa, T. (1959). *Studies on the phrenic nerves and the diaphragm of the dog*. Amer. J. Surg., 97:744—748.
  21. Philip, B. (1956). *Medical Physiology*. 10th ed, C.V. Mosby Co., P. 1020—1021.
  22. Quilliam, T.A. (1956). *Some characteristics of myelinated fiber populations*, J.Anat. Lond., 90:172—187.
  23. Quilliam, T.A. and Sato, M. (1955). *The distribution of myelin on nerve fibers from Pacinian corpuscles*. J. Physiol., 129:167—176.
  24. Rexed, B. (1944). *The post natal development of the peripheral nervous system in man*. Acta Psychiat., Kbh., (Suppl), 33.
  25. 尹錫鳳 (1959) 개의 反回喉頭神經 有髓纖維에 관한 研究. 서울大學校 論文集, 醫藥系, 第9輯, 195—205.
  26. 尹錫鳳 (1966). 家畜의 反回喉頭神經 有髓纖維에 관한 研究. 第VI報. 家畜의 反回喉頭神經 有髓纖維의 特徵. 大韓獸醫學會誌, 第6卷, 第1號, 82—91.

## Studies on the Phrenic Nerve Fibers in the dog

### II. On the Myelinated Fibers of the Intradiaphragmatic Branches

Kwang Doo Ko, D.V.M.

*Chun Chon Agricultural College*

Suk Bong Yoon, D.V.M., M.S., Ph.D      Joon Sup Lee, D.V.M., M.S.

*College of Agriculture, Seoul National University*

The experimental studies were performed to observe the characteristics of the myelinated nerve fibers of the intradiaphragmatic branches of phrenic nerves in dog

In the work to be reported five mixed breed Korean dog were used, they were one year old and the body weights were about 12 Kgm. in average with healthy conditions.

The specimens (nerve) were taken at the point of 1.5 cm posterior part from the left and right phrenic nerves entrance to the diaphragm, and the dorso-lateral and dorso-medial branches of phrenic nerves were also taken at the point of 0.5 cm distal part from their branching portion.

The specimens were fixed for 24 hrs. in Flemming's solution, and embedded in paraffin. The paraffin section were cut at 6 microns and stained with Walter's modification of Weigert-pal method for the myelinated fibers.

Microphotographs were taken and enlarged into 750 times of the actual size, and the diameter of the photographic images of the myelinated fibers were measured by the scale on the transparent Percepex Plate.

The following conclusions were made:

1. The percentage of distribution of the several intradiaphragmatic branches of phrenic nerves were as follows.

Ventral branches were 34.97%, lateral branches were 37.90%, dorsal branches were 27.13%, and the dorsal branches were branched again into dorso-lateral branches(54.22%) and dorso-medial branches(45.78%).

2. The mean value and S.D. of the total numbers of the myelinated nerve fibers at the left ventral branches were  $490.80 \pm 12$ , and at the right ventral branches were  $486.6 \pm 13$ . Total average cross sectional area on the left ventral branches were  $38,000.6 \pm 136 \mu^2$ , and the right ventral branches were  $37,150.2 \pm 1,782 \mu^2$ .

3. The mean value and S.D. of the total numbers of the myelinated nerve fibers at the left lateral branches were  $533.8 \pm 8$ , and at the right lateral branches were  $525.6 \pm 7$ . Total average cross sectional area of the left lateral branches were  $41,582 \pm 1,170 \mu^2$ , and the right lateral branches were  $40,454.8 \pm 812 \mu^2$ .

4. The mean value and S.D. of the total numbers of the myelinated nerve fibers at the left dorsal branches were  $378.2 \pm 14$ , and at the right dorsal branches were  $380.2 \pm 8$ . Total average cross sectional area of the left dorsal branches were  $27,771 \pm 1,256 \mu^2$ , and the right dorsal branches were  $27,507.2 \pm 645 \mu^2$ .

5. The mean value and S.D. of the total numbers of the myelinated fibers at the left dorso-lateral branches were  $205.4 \pm 15$ , and at the right dorso-lateral branches were  $210.6 \pm 17$ . Total average cross sectional area of the left dorso-lateral branches were  $15,354.8 \pm 1,519 \mu^2$ , and the right dorsal branches were  $15,887 \pm 1,297 \mu^2$ .

6. The mean value and S.D. of the total numbers of the myelinated nerve fibers at the left dorso-medial branches were  $175 \pm 14$ , and at the right dorso-medial branches were  $176.2 \pm 17$ . Total average cross sectional area of the left dorso-medial branches were  $13,037.4 \pm 944 \mu^2$ , and at the right dorso-medial branches were  $13,103 \pm 1,373 \mu^2$ .

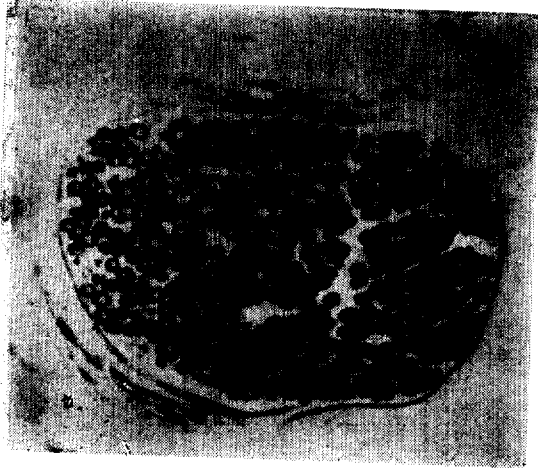
7. The highest frequent distribution of the intradiaphragmatic branches of phrenic nerves were found in the  $10-12 \mu$  groups, and they were almost 30% of the total groups.

8. The largest fibers diameter were in the  $14-16 \mu$  groups, and these were shown the lowest frequent distribution.

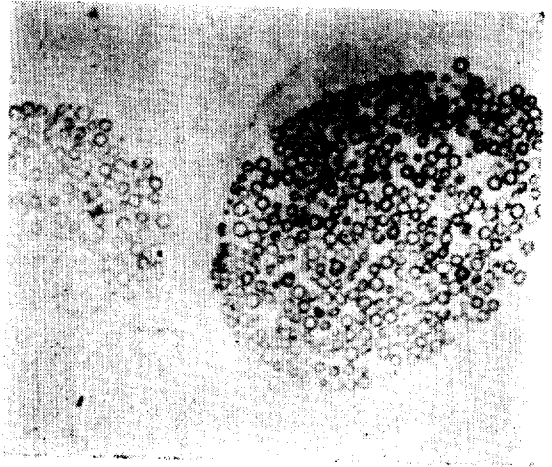
9. The largest cross sectional area of the intradiaphragmatic branches of phrenic nerves were found in the  $10-12 \mu$  groups.

10. All of the intradiaphragmatic branches of phrenic nerves were unimodal which has a peak in the  $10-12 \mu$  groups.

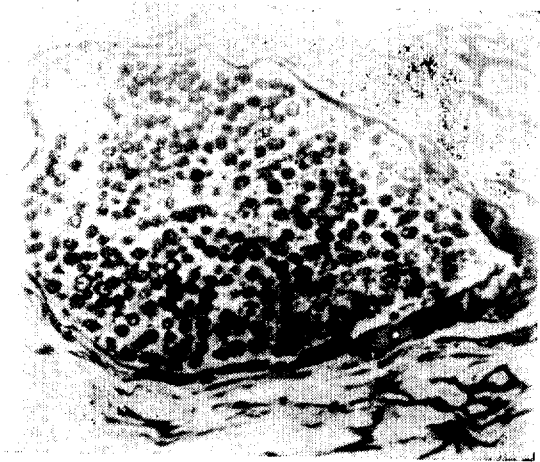




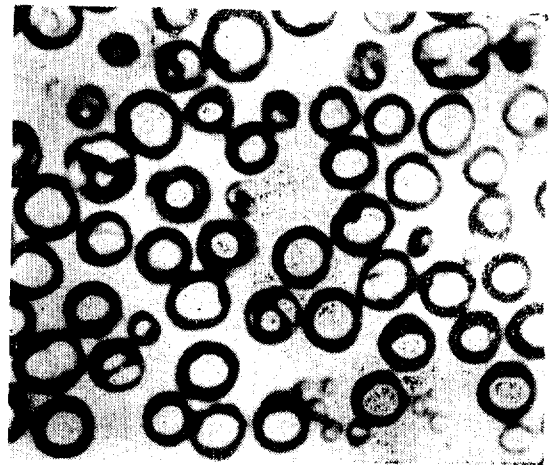
A



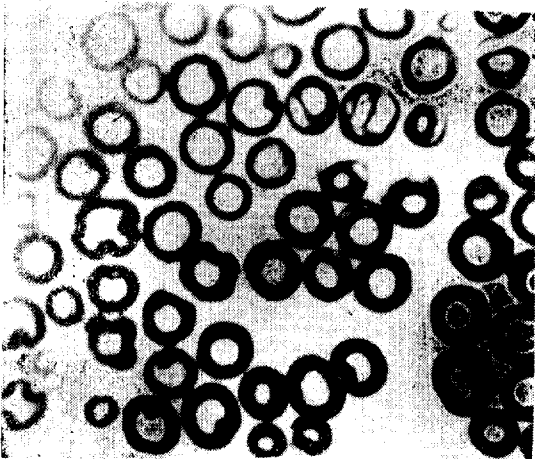
B



C



D



E

Explanation of plate photographs of crosssection of myelinated fibers in the intradiaphragmatic branches of the left phrenic nerve of the dog. Stained by modified Weigert-Pal method.

- A) Ventral branch ( $\times 100$ ).
- B) Lateral branch ( $\times 100$ ).
- C) Dorsal branch ( $\times 100$ ).
- D) Dorsolateral branch ( $\times 750$ ).
- E) Dorsomedial branch ( $\times 750$ ).