

후두마비 개에 대한 피열연골고정술

연성찬¹ · 남치주 · 권오경
서울대학교 수의과대학

Arytenoidopexy with Bilateral Vocal Cord Excision (laryngofissure) for the Relief of Laryngeal Paralysis

Seong-chan Yeon¹, Tchi-chou Nam and Oh-kyeong Kweon

College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Suwon, 441-744, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to assess the application of spectrograms in the diagnosis of laryngeal paralysis and the arytenoidopexy with bilateral vocal cord excision (laryngofissure) for the relief of laryngeal paralysis. Laryngeal paralysis represented two types of stridor A and B (AN, PN). There were significant differences in Dominant Frequency (DF, $p < 0.01$), which were 3590 ± 209.81 Hz, 7445 ± 418.54 Hz and 757.65 ± 65.39 Hz, respectively. After arytenoidopexy with bilateral vocal cord excision (laryngofissure), PaO₂ levels (100.57 ± 7.59 mmHg) were more increased than that (86.5 ± 3.34 mmHg) of pre-operative dogs.

Key words : Spectrographic analysis, Dominant frequency, Laryngeal paralysis, Stridor, Arytenoidopexy

서 론

상부 호흡기계에 대한 기계적 폐색의 한 원인인 후두마비는 후두의 내인근에 대한 신경전달이 장애를 일으킨 동물에서 발생하는데 이로서 흡기시 피열연골과 성대의 외반이 이루어지지 않게 된다²⁷.

개에서도 후두마비가 일어난다는 것은 Cook¹⁴이 성대마비의 임상적인 면을 기술하면서 부터 알게 되었으며 신경원성 후두근의 위축으로 인해 짚는 소리가 거칠어지고, 깉깉거리는 호흡이 수개월 동안 지속되며, 이로 인하여 폐색성 호흡곤란이 일어나고 일부의 경우에서 허탈로 인해 성문폐쇄가 일어나는 성대마비로 진행된다³⁶.

개의 후두마비는 유전적 및 후천적으로 유발된다. 유전적 형태는 Bouvier des Flandres⁵¹, Siberian Huskies, Husky cross³⁷에서 보고 되었다. 또한 Dalmatians⁶에서 편측 또는 양측성으로 발생한다고 하였으며 이러한 개의 후두마비는 Venker-van Haagen 등⁵¹의 연구에 의하면 염색체상의 우성인자의 전이에 의하여 발생하는 것으로 알려져 왔다. Hardie 등²²은 고양이에서도 후두마비를 보고하였으며 Sindo 등⁴⁶은 개에서 반회신

경을 절단시켜 후두근으로의 신경전달을 단절시킨 후 일어나는 변화를 관찰한 결과 후두근의 위축과 섬유화가 일어나는 것을 발견하였다.

후천적 후두마비 형태는 한층 일반적으로 접할 수 있다. 이 질병은 중년이나 노령견의 라브라도 리트리버, 아프칸 하운드, 아이리시세터, 스탠다드 푸들, 세인트버나드 및 잠종견과 모든 품종의 소형견에서도 발견된다¹⁷. 후천성 후두마비의 정확한 요인은 아직 많은 경우에서 불명확하다. 일부의 개에서 내측후두근의 신경원성 위축^{34,36,40}과 후두신경의 기능부전이 보고되었다. 그러나 기능부전이 이와 같은 신경에만 제한적으로 나타나는지, 길이가 길고 직경이 큰 신경섬유를 포함하는 보다 전신적인 말초신경 장애의 일부인지, 중추신경장애 때문인지, 감상선기능저하증이 원인으로 작용하는지 불명확하다^{23,24}. 후두마비의 다른 가능한 원인들은 사고와 의인성 창상에 의한 반회신경의 손상을 들 수 있다. 반회신경에 영향을 미치는 흉곽 내외의 종양, 미주신경과 반회신경을 포함하는 종양, 뇌간후측의 질병, 부신피질기능저하증 그리고 유기인제제 중독 등을 들 수 있다⁸. Schaer 등⁴⁵은 고양이에서 미주신경의 종양에 의한 후두편측마비를 보고하였으며, Barr 등⁷은 개에서 trypanosomiasis에 의한 후두마비를 보고하였고, Salisbury 등⁴⁴은 기관허탈과 관

¹Corresponding author.

런된 기관주위농양에 따른 후두마비를 보고하였다.

후두마비의 임상증상으로는 마비의 정도에 관련이 있다. 애완견들은 그들의 운동량을 감소시킴으로써 후두의 기능부전에 어느 정도 적응할 수 있으나 사역견이나 경주견 등은 편측마비에서도 호흡장애를 유발할 수 있다^{19,36,40}. 그러므로 대부분의 개들은 흡기성 천명, 변성된 목소리, 진행성 운동장애, 흡기성 호흡곤란, 기침, 잦은 허탈에 이르는 호흡장애로 고통을 받으며 운동이나 흥분시 청색증을 유발한다^{36,52}.

Bagley 등³은 경추의 척추사이 원판 돌출에 따른 이상발성을 보고하기도 하였다. 대부분의 개에서 임상증상들은 점진적으로 시작되고 진행된다¹⁹. 그러나 일부의 경우에서는 운동, 흥분 또는 고온상태에서 급성 호흡장애를 일으킨다. 호흡증상과 더불어 후두마비가 있는 일부의 개에서 후지약화가 동시에 발생하며 양측성 경골근에서의 신경단절과 관련된 죽하수 현상이 나타나기도 한다^{10,17,36}. 후두마비와 관련된 다른 이상들은 거대식도, 기관지폐렴, 흉곽의 기관 협소 또는 확장¹⁷, 위-식도 반사와 식도열공¹²이다. 후두마비의 진단에서는 심장 또는 하부호흡기계의 어떠한 특징적인 병발성 질병의 존재를 확인하는 것이 중요하다.

후두진단에는 가벼운 마취상태에서 후두경으로 후두운동을 관찰하는 것이 수의 임상에서 가장 일반적인 방법이다. 검사 중에는 마취정도가 중요한 요인인데 왜냐하면 심부마취는 모든 후두운동 특히 건강한 개에서조차 모든 후두운동의 정지를 유발시키기 때문이다. 호흡시에 피열연골과 성대운동을 관련시키는 것이 중요하다. 건강한 개에서 피열돌기와 성대는 흡기중에 균형 있게 외번되어야 하고 호기시 비교적 적은 성문을 형성한다⁵⁴.

후두마비에서 피열연골과 성대는 흡기시 외번을 하지 않거나 감소되어 보인다⁵⁴. Aron과 Crowe²는 후두마비 개에서 호기시 성대가 가볍게 내번되어 보이는데 정상과 혼돈하지 말아야 한다고 하였다. 때때로 후두가 호흡기계의 부속근의 수축에 의하여 후방으로 당겨져 있는 양상을 보이거나 성대가 호기 동안의 공기흐름 중에 퍼덕거리는 것 같이 보이기도 한다. 이와 같은 상황에서 성대는 수동적으로 흡기시에 중앙 쪽으로 당겨지고 흡기 말기에 원래 위치로 수동적으로 되돌아감에 따라 외번되어 보인다. 비대칭성의 외번이 부분적인 신경단절 때문으로 보이며 보통 왼쪽이 더 심해 보인다. 그러나 피열연골과 성대를 어떻게 자극하든 비대칭성의 운동을 또한 유발시킬 수 있다⁹.

후두마비가 있는 개들은 운동능력이 떨어지며 동맥혈 산소분압이 감소된다^{10,34}. Clark 등¹³은 심한 호흡기

질환에서 PaO₂의 측정은 호흡기 부전을 평가하는데 유용한 측정방법이라고 하였다. 후두마비 교정수술 후 산소분압은 보통 상승하는데 이것은 아마도 후두 폐색을 경감시키고 후두마비의 많은 경우에서 볼 수 있는 폐의 간질성 부종의 소산(消散) 때문인 것 같다고 하였다⁸. 그러므로 이와 같은 산소분압 측정이 수술적 치료를 평가하는 판단의 기준으로 이용될 수도 있다³⁴. Cornelius와 Rawlings¹⁵는 다양한 질병에서의 동맥혈 산소분압에 대하여 기술하였다.

Tidal breathing flow volume loops(TBFVLs)들은 정상적인 호흡중의 공기량을 도표로 나타내는데 이용될 수 있다. 후두마비 같은 질병에서 흡기시 공기흐름이 장애가 있으면 흡기시의 공기흐름이 저하된다¹. 비록 TBFVLs가 후두마비의 진단에 많이 이용되지만 한편으로는 수술적 치료의 평가를 위해서도 사용될 수 있다^{11,47}.

내인성 후두근의 근전도는 대상근육에 양극의 도자를 삽입하여 신경지배제거 전위의 존재여부를 검출하는 것으로 신경원성 후두마비의 확인에 사용될 수 있다²⁵. 그것은 부속기계 근육들의 신경원성 변화를 확인하는데도 이용될 수 있다⁵.

수술시 내인성 후두근의 조직학적인 검사는 후두마비로 의심되는 경우에 있어서 신경원성 위축을 확인하는데 이용되어 왔다^{36,40}. 조직화학적 연구는 내인성 후두근에서 근섬유의 신경원성 위축의 증거를 보여주었다⁵. 또한 반회신경의 신경전달에 관한 연구도 정상 개에서 연구되었다⁴⁸. 개에서 특발성 후두마비의 진단에 이용된 신경전도에 관한 연구보고서는 없지만 이 기술은 후두의 기능부전이 있는 경우에서 신경질환과 원발성 근질환을 감별진단하는데 유용하게 활용될 것이라고 하였다⁸.

후두마비의 진단에서 후두의 방사선학적 평가는 진단에 거의 도움을 주지 못한다. 그러나 흉부사진은 하부 호흡기계의 어떠한 병발성 질환을 찾는데 도움을 주기는 한다고 하였다⁹.

Hervey 등²⁴은 후두마비가 갑상선 기능저하증과 연관성이 있을지도 모른다고 하였다. 그러나 Gaber 등¹⁷과 White⁵²는 이 연구에 동의하지 않았다. 이와 같은 상황이 연관되는지에 대한 더 많은 연구가 진행되기 전까지는 갑상선 기능저하증과 후두마비 사이의 관계는 추측으로 남을 가능성이 크다⁸.

Kim 등³¹은 사람에서 후두마비 환자의 목소리를 음성학적으로 분석하여 진단에 활용하였으며 Klingholz와 Martin³²은 사람의 병적인 목소리의 판별에 진폭을 적용하였다. Kasuya 등³⁰은 사람의 병적인 소리판별에

normalized noise energy를 지표로 이용하였다.

급성 호흡장애가 있는 개들은 호흡곤란과 저산소증을 교정하기 위한 응급처치가 요구된다. 이것은 동물을 진정시키고, 필요하면 진정제를 투여하며, 마스크나 산소 cage를 통하여 산소를 공급한다. 후두 또는 폐의 부종으로 인한 이차적인 변화는 속효성 스테로이드와 이뇨제를 투입함으로써 경감시킬 수 있다. 때때로 이와 같은 질병이 있는 동물은 고체온증으로 인해 고통을 받는 경우가 생기는데 이 경우는 알코올이나 찬물로 목욕을 시켜 체온을 낮추어 주어야 한다. 이와 같은 노력들이 실패로 돌아가면 막힌 공기통로를 소통시키기 위하여 응급의 기관절개술이나 즉각적인 후두수술을 실시해야만 한다⁸. 일단 후두마비가 확진이 되면 그에 대한 치료는 후두폐색을 경감하고 다른 병발성 질환을 조절하는데 중점을 두어야 한다. 좁혀진 성대문틈새(rima glottidis)와 기능적 허탈이 있는 불안정한 피열연골로 인해 발생한 공기호흡의 장애를 교정해 주기 위한 여러 수술들이 제시되었다. 이와 같은 수술과정은 4가지의 형태로 나누어 볼 수 있다. 이것들은 부분적인 후두절제술, 피열연골 외측고정, 성대절제술과 함께 시행하는 갑상연골절개술 그리고 신경재전도방법 등이 있다.

개 후두근의 신경단절에 대한 연구에서 실험적으로 우측 반회신경을 2.5 cm 절단하고 이후의 변화상황을 관찰한 결과 3개월까지 지속적인 근 위축상태를 보이며 그 이후부터는 신경의 재전도 양상을 보였다⁴⁶. 후두마비가 있는 환측에서 편측성대절제술과 부분피열연골절제술, 양측피열연골 편기를 시행하였고 고양이 후두마비에서 tie-back을 적용하였다^{42,49,53}. Holt와 Harvey^{28,29}는 debarking과 후두마비치료에 쓰이는 성대절제술 후의 반흔조직의 형성에 대해 논하였고 이를 구강을 통해서 제거하고 스테로이드 치료를 통해서 좋은 결과를 얻었으며 특발성 후두마비 견에서 양측 성대를 제거하여 만족스런 결과를 얻었다고 하였다.

그러나 기존의 후두마비 완화를 위한 수술방법에는 수술 후 육아조직의 재형성에 따른 성문폐색이 다시 나타나고 수술과정의 복잡으로 술후 부작용이 존재하는 것이 사실이다. 또한 동물에서 음성분석을 통한 질병진단의 응용 사례는 전무하다.

이에 본 연구는 인공적으로 후두마비를 일으킨 개에서 후두마비 유발 후 발생되는 후두폐색을 완화하기 위한 갑상연골절개 후 피열연골고정술과 양측성대절제술의 수술효과를 기존의 방법과 비교 분석하고 후두폐색시 나타나는 특징적인 소리인 stridor를 녹음 분석하여 후두마비 판정의 객관적인 지침으로 삼고자

본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

실험동물

본 실험에서는 건강하다고 인정된 잡종견 9마리를 실험에 사용하였다.

실험설계

실험군의 분류는 성대고정술을 실시한 군과 unilateral arytenoid lateralization을 실시한 군, arytenoidopexy와 성대절제술을 시행한 군으로 나누어 실험하였다.

후두마비 유발

후두마비 유발은 Burbidge 등²⁴과 Love¹¹의 방법에 따라 6마리의 잡종견을 atropine sulfate(제일약품) 0.05 mg/kg로 전마취시키고, ketamine HCl(유한양행) 10 mg/kg과 acepromazine maleate(삼우화학) 0.03 ml/kg를 정맥으로 투여하여 마취시켰다. 동물을 dorsal recumben-

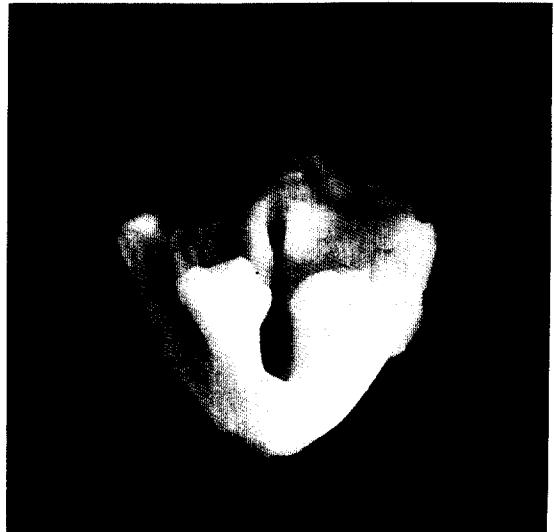


Fig 1. The paralysed larynx showing narrowing of the rima glottidis (cadaver).

Table 1. Experimental design

Group	No. of dogs	Technique
I	3	vocal cord pexy
II	3	unilateral arytenoid lateralization
III	3	arytenoidopexy with bilateral vocal cord excision (laryngofissure)

cy로 보정하고 갑상연골에서 운상연골을 지나 5~6번째 기관연골까지 피부절개를 하였다. 기관 옆의 vago-sympathetic trunk가 손상되지 않도록 조심스럽게 근육을 분리하면서 recurrent nerve를 확인하고 길이는 3cm 이상으로 절단하였다. 피하직과 피부는 일반적인 수술방법에 준하여 봉합하였고 이후 후두경을 통한 관찰에서 성대와 피열연골의 마비를 확인하였다(Fig 1).

Stridor의 녹음방법

본 실험에서는 외부와 격리된 장소에서 후두마비 유발견과 녹음기와의 거리를 1m 이내로 제한하여 흡기시의 노력성 호흡중 발생하는 특징적인 소리를 녹음하였다. 녹음은 Digital Audio Tape-corder(DAT, Sony TCD-D8, Japan)를 사용하였으며 AT811C(audio-technica, Japan)단일지향형 마이크를 사용하여 녹음하였다.

Stridor의 분석

소리의 분석은 Sona Graph(Kay Elemetrics DSP Sona-Graph Model 5500)를 wide band(300 Hz) filter, frequency의 범위 DC-8 KHz, input shape는 Hi-shape, channel sensitivity는 10dB로 고정시킨 상태에서 이루어졌다.

Stridor의 분석을 위한 측정요소

본 stridor의 분석에는 Minimum Frequency of Call (MIFC), Maximum Frequency of Call(MAFC), Duration of Call(DC), 그리고 Dominant Frequency(DF)를 사용하여 분석하였다.

Arterial blood gas 측정

1) 혈액가스는 femoral artery에서 동맥혈을 채혈하여 혈액가스분석기(Ciba Corning-288, USA)를 사용하여 채혈 즉시 PaO₂, PaCO₂, 등을 측정하였다.

2) 측정은 후두마비 유발 전, 유발 48시간 후 그리고 후두마비 교정 수술 4일 후에 실시하였다.

후두마비 교정수술

Vocal cord pexy: 실험동물을 atropine sulfate(제일약품) 0.05 mg/kg로 전 마취시키고 10분 뒤 ketamine HCl(유한양행) 10 mg/kg과 acepromazine maleate(삼우화학) 0.03 ml/kg로 정맥주사를 하였다. 바다설골에서부터 운상연골까지 피부를 절개하고 피하의 흉골설골근을 분리시킨 다음 설골정맥궁(hyoid venous arch)이 손상 받지 않도록 조심하면서 갑상연골을 노출시켰다.

갑상연골의 배쪽 중앙으로부터 등쪽으로 약 5 mm 떨어진 갑상연골에서 앞쪽으로 2 mm 정도 떨어진 부분에 18-19 G의 주사침을 직각으로 삽입하고 침 침부의 방향을 후두뒹개 방향으로 틀어서 놓은 후 2-0 나일론 봉합사를 사용하여 주사침 내로 삽입하였다. 개구기를 견치에 고정시켜 구강을 벌리고 후두경을 사용하여 vocal cord에 주사침이 정확히 삽입되었는지를 확인한 후 지혈검자를 사용하여 주사침으로부터 나오는 나일론봉합사를 잡은 후 전방으로 잡아 당겼다. 이 후 나일론 봉합사를 완전히 뽑은 후 3차의 매듭을 지은 다음 원래 봉합사를 삽입하였던 부위에서 실을 잡아당겨 매듭부분이 성대에 위치하도록 하였다. 반대편 부분도 같은 방법으로 실시한 후 양쪽에서 나온 실을 갑상연골 배쪽에서 매듭지어 고정하였다. 이 후 일반적인 수술방법에 따라 피하직과 피부를 봉합하였다.

Unilateral arytenoid lateralization (Tie Back): 실험동물을 atropine sulfate(제일약품) 0.05 mg/kg로 전 마취시키고 10분 뒤 ketamine HCl(유한양행) 10 mg/kg과 acepromazine maleate(삼우화학) 0.03 ml/kg로 정맥주사를 하였다. 피부는 전방으로 하악의 하악골가지에서부터 후방으로는 상악정맥 바로 아래까지 절개하였다.

후두의 측면을 확인하고 갑상인두근을 절개하였다. 이 근육들은 후두의 몸체를 둘러싸고 있다. 기저부에 있는 갑상연골의 등쪽연을 길이 방향으로 절개하였다. 가위를 사용하여 운상연골로부터 갑상연골을 분리시켰다. 피열연골의 근돌기가 확인되면 밑에 있는 식도를 적절히 분리하고 조심스럽게 운상연골로부터 피열연골을 분리하였다. 종자연골을 절단하고 피열연골을 2-0 나일론을 사용하여 운상연골과 봉합하였다. 이후 갑상인두근을 봉합하고 피하직과 피부는 일반적인 수술방법에 따랐다.

Arytenoidopexy with bilateral vocal cord excision:

실험동물을 atropine sulfate(제일약품) 0.05 mg/kg로 전 마취시키고 10분 뒤 ketamine HCl(유한양행) 10 mg/kg과 acepromazine maleate(삼우화학) 0.03 ml/kg로 정맥주사를 하였다. 수술중의 기도확보를 위하여 tracheostomy를 실시하였고 tube를 삽입하였다. 갑상연골을 절개하여 성대를 노출시킨 다음 등쪽과 배쪽의 교련 부분을 제외하고 수술가위를 사용하여 절제하였다. 이후 피열연골의 소각돌기와 갑상연골앞쪽연을 평행하게 접합봉합하였다. 이후 갑상연골을 봉합하고 피하직과 피부는 일반적인 수술방법에 준하여 봉합하였다(Fig 2).



Fig 2. Arytenoidopexy : Bilateral post-operative.

통계처리

결과는 평균±표준편차로 나타냈으며, General Linear Model(GLM)을 이용하여 유의성을 검정하였다.

결 과

후두마비 유발견의 특징적인 소리음을 음성분석하고 이를 교정키 위한 수술 후 arterial blood gas analysis 를 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 특징적인 소리음인 stridor는 A type, B type의 AN(anterior note), PN(postreior note)으로 구분되며 A type에서 MIFC, MAFC, DC, DF는 각각 977±150.79 Hz, 6737±523.61 Hz, 0.65±0.15 sec, 3590±209.81 Hz 이며, B type의 AN은 MIFC, MAFC, DC, DF가 512.5 ±163.99 Hz, 7618±285.21 Hz, 0.22±0.03 sec, 7445±

Table 2. Variables of stridor caused by laryngeal paralysis

type	variables			
	MIFC (Hz)	MAFC (Hz)	DC (sec)	DF (Hz)
stridor A	977	6737	0.65	3590
	±150.79 ^a	±523.61 ^a	±0.15 ^a	±209.81 ^a
AN	512.5	7618	0.22	7445
	±163.99 ^b	±285.21 ^b	±0.03 ^b	±418.54 ^b
stridor B	254.12	3840	0.36	757.65
	±89.12 ^c	±335.99 ^c	±0.11 ^c	±65.39 ^c

a, b, c: p<0.01
AN: Anterior Note, PN: Posterior Note.

418.54 Hz였다. B type의 PN은 MIFC, MAFC, DC, DF 가 각각 254.12±89.12 Hz, 3840±335.99 Hz, 0.36±0.11 sec, 757.65±65.39 Hz 나타났고 MIFC, MAFC, DC, DF 측정 결과에서 A type, B type의 AN, PN 사이에서 유의적인 차이를 나타내었다(Table 2, p<0.01).

2. 혈액 Pao₂를 측정한 결과는 vocal cord pexy에서는 후두마비 유발 후, 교정수술 후 각각 84.8±11.27 mmHg, 88.3±12.80 mmHg로서 후두마비 유발 전의 103.1±3.27 mmHg 보다는 감소하였으나 교정수술 전에 비하여는 증가하였다. Unilateral arytenoid cartilage lateralization에서는 후두마비 유발 후 93.53±2.02 mmHg였으며 교정수술 후 3두 중 2두는 폐사하고 1두의 Pao₂를 측정한 결과 92.8 mmHg로 수술 전에 비하여 감소하였다. Arytenoidopexy와 bilateral vocal cordectomy에서는 후두마비 유발 후 86.55±3.34 mmHg에서 100.57±7.59 mmHg로 후두마비 유발 전의 103.85 ±2.69 mmHg에 비하여는 감소하였으나 교정수술 전에 비하여는 증가하였다(Table 3-5).

3. 후두마비유발 후 교정수술 전의 불완전한 후두기능에 따른 기침과 연하곤란이 교정수술 후 많이 감소되었다.

Table 3. Arterial blood gas values in vocal cord pexy

variables	before	after neurectomy	after vocal cord pexy
PaCO ₂ (mmHg)	36.2±3.77	39.73±7.64	36.7±7.39
PaO ₂ (mmHg)	103.1±3.27	84.8±11.27	88.3±12.8

Table 4. Arterial blood gas values in unilateral arytenoid cartilage lateralization

variables	before	after neurectomy	after tie back
PaCO ₂ (mmHg)	37.03±0.2	37.76±4.93	36.05
PaO ₂ (mmHg)	104.6±0.43	93.53±2.02	92.8

Table 5. Arterial blood gas values in arytenoidopexy with bilateral vocal cord excision

variables	before	after neurectomy	after arytenoidopexy with bilateral vocal cord excision
PaCO ₂ (mmHg)	36.92 ±3.02	38.22 ±8.4	30.74 ±6.39
PaO ₂ (mmHg)	103.85 ±2.69	86.55 ±3.34	100.57 ±7.59

고찰

후두는 갑상연골의 압축력에 의하여 갑상연골과 관절을 이루어서 앞쪽의 설골장치에 부착되어 있고, 뒤쪽으로는 윤상연골이 탄성섬유조직에 의하여 첫번째 기관연골에 부착되어 있다. 외인근들은 연골에 부착되어 있고 설골은 후두를 고정시키며 그의 위치를 변형시킨다. 후두는 다섯 개의 주요 연골로 구성되어 있다. 후두덮개연골, 갑상연골, 윤상연골 그리고 피열연골이 쌍으로 되어 있다. 또 다른 작은 2개의 연골이 개의 후두에 있는데 이것들은 종자연골과 피열연골사이 연골이다. 이것들은 윤상연골의 등쪽판의 앞쪽에서 피열연골 사이에 놓여 있다⁸.

후두입구(aditus laryngis)는 피열연골 등쪽의 쌍으로 된 조각돌기, 췌기돌기, 외측의 피열후두덮개주름 그리고 배쪽의 후두덮개로 이루어졌다. 후두의 공기 통로중 가장 좁아져 보이는 부분인 성대문틈새(rima glottidis)는 등쪽으로 피열연골 그리고 후두전정인대(vestibular ligament)와 성대로 구성되어 있다. 성문의 기능적 크기는 일차적으로 호흡량에 의하여 결정되며 이와 같은 개구의 크기를 조절하는 피열연골과 성대의 운동에 의하여 결정된다. 흡기동안 피열연골은 외번되고 그 결과 성문을 넓혀서 공기흐름의 저항감을 감소시킨다. 호기시에는 이 연골들이 내번된다²⁶.

빠른 운동 중에는 피열연골이 흡기시와 호기시 모두 열려져 있고 그 결과 증가된 공기흐름을 촉진한다. 내후두근(외번, 내번)들은 연골의 근돌기에 부착하는 피열연골의 운동을 조절한다. 등쪽 윤상피열근들은 같은 쪽의 피열연골을 외번시킨다. 이 근들은 40:60의 비율로 type I과 type II로 구성되어 있다. 이와 같은 근 섬유 조합으로 호흡사이클에서 지속적이고 연장된 활동으로 피열연골을 정상위치에 유지시키며(type I), 소리의 생성에 필요한 빠른 활동을 얻을 수 있다(type II)⁶.

Dedo¹⁶에 의하여 수행된 연구에서 반회후두신경에 대한 심한 손상은 피열연골과 성대가 내번되고 부정중위에 있도록 하는 것으로 현재 알려져 있다. 반회후두신경이 후두의 주요한 외번근에 작용하기 때문에 이와 같은 능력이 또한 소실된다. 마비된 후두에서 감소된 성문의 크기는 공기흐름을 방해할 뿐만 아니라 좁아진 후두를 통한 공기의 흐름은 외류에 의하여 빠르게 변화하는데¹ 좁아진 성문을 통해서 정상과 비슷한 비율의 공기의 흐름을 얻기 위하여는 좁아진 성문을 통한 공기의 흐름속도가 반드시 증가하여야 한다(Bernoulli theorem). 그 결과 성문내의 압력은 떨어지

고 피열연골과 성대가 성문 개구의 중앙부분으로 빨리 지게 되어서 후두의 폐쇄는 더욱 증가하게 된다. 따라서 운동과 흥분시 필요 공기가 증가함에 따라 임상적인 증상들이 증가하게 된다. 본 실험에서도 흥분시 더욱 더 괴로운 호흡곤란을 일으켰고 심하면 청색증을 동반하기도 하였다. 또한 외류와 폐색으로 인한 stridor를 들을 수 있는데 본 실험에서도 신경절단 수술 후 흡기성 stridor를 들을 수 있었다.

Venker-van-Haagen⁵⁰은 호흡곤란이 있는 여러 상부 호흡기계의 질환에서 stridor의 정확한 인식은 질병의 진단 및 치료에 중요하다고 하였다. 본 실험에서도 이와 같은 점을 인식하고 stridor의 객관적인 자료를 얻기 위하여 음성분석기를 사용하여 분석하였다. 본 실험에서 A형은 주로 완전폐색시에 나타났으며 B형은 주로 불완전폐색시에 나타나고 AN과 PN이 반복되었는데 B형은 톱질하는 소리로 들리며 A, B형은 청각적으로도 뚜렷한 구별을 할 수 있었다. A형이 나타날 때는 즉각적이고 신속하게 폐색을 교정해 주어야 하며 그렇지 않으면 심한 청색증과 호흡곤란에 따르는 괴로움을 나타내었다. Baker⁴는 후두의 조그만 기능 이상도 임상적으로 중대한 호흡곤란과 연하곤란을 유발시킬 수 있다고 하였다.

Cornelius와 Rawlings¹⁵는 다양한 질병에서의 동맥혈 산소분압에 대하여 기술하였는데 후두마비가 있는 개들은 운동능력이 떨어지며 동맥혈 산소분압이 감소되었다^{10,34}. Clark 등¹³은 심한 호흡기 질환에서 PaO₂의 측정은 호흡기 부전을 평가하는데 유용한 측정방법이라고 하였다. 본 실험에서도 후두마비 유발 후의 산소분압은 유발 전에 비하여 감소를 나타내었다. 후두마비 교정수술 후 산소분압은 보통 상승하는데 이것은 아마도 후두폐쇄를 경감시키고 많은 후두마비 경우에서 볼 수 있는 폐의 간질성 부종의 소산(消散) 때문일 것이다⁸. 본 실험에서도 tie-back을 제외하고 두 방법에서 후두마비 유발후 교정수술 전에 비하여 증가하였다. 그러므로 이와 같은 산소분압 측정이 수술적 치료를 평가하는 판단의 기준으로 이용될 수 있다³⁴.

호흡사이클 중에 후두는 연하와 발성의 기능을 가지고 있다. 후두의 반사폐쇄는 연하 중에 일어나며 앞쪽 후두신경의 자극에 의하여 안정된 반사가 일어난다. 이와 같은 활동은 외부 및 내부 후두근으로부터 유래한다. 연하가 시작되면 후두는 전갑상근에 의하여 앞쪽으로 잡아 당겨진다. 혀의 기저부의 움직임과 함께 이와 같은 움직임은 성문을 덮고 있는 후두덮개의 folding으로 이어진다. 그러므로 공기통로에 있는 음식과 액체가 흡인되지 않도록 한다. 따라서 성문을

닫고 흡인을 막기 위하여 피열연골과 성대가 내번되면서 내후두 내번근이 수축하게 된다. 기침은 후두마비견에서 볼 수 있는 임상증상의 하나이다. 본 실험에서도 계속적인 기침과 구토증상을 나타내었다. 이 증상의 원인은 완전히 확인되어 있지 않았으나 몇몇 보고에 의하면 이는 불완전한 성문폐쇄로 인하여 음식과 액체가 흡인되어서 일어나는 것이라고 하였다²⁰. 또는 연하중에 성문을 후두덮개가 보호하지 못해서 일어나는 것으로 가정하였다.

Harvey²¹는 이와 같은 개들이 연하근과 식도의 활동을 변형시키는 신경근 질병이 같이 존재할 가능성이 있으며 그러므로 흡인성 폐렴을 유발시킬 가능성이 크다고 하였다. 본 실험에서도 실험중 폐사한 개들은 흡인성 폐렴과 혈청응집 형성으로 인한 경우가 많았다.

부분적인 후두절제술은 양측 또는 편측 성대절제와 함께 편측 피열연골 절제술을 시행하는 것이다^{36,39}. 비록 초기 연구에서 이 수술이 성공적이라고 하였지만 그 이후의 연구에서는 이와 같은 방법을 추천하지 않았다^{17,39,43}. 그 이유는 수술직후의 높은 치사율과 지속적인 관찰에서 흡인성 폐렴이 속발성으로 나타나 좋지 않은 수술성적을 나타내었기 때문이다.

대부분의 저자들은 편기를 후두마비를 완화시키는 수술적 방법으로 선택하였다^{10,33,38,52}. 이 수술은 마비된 피열연골을 오랜 기간동안 외번시키는 것으로 그 결과 성문이 넓혀지고 역동적 허탈을 막을 수 있다고 하였다. 윤상연골이나 갑상연골의 후연과 피열연골의 근돌기 사이에 실을 통과시켜 시술하는데 편측과 양측의 두가지 경우가 있다. 각각의 수술은 정교한 수술적 기술이 필요하다고 하였다^{10,33,42}. 이 수술 후 후두폐색의 임상증상이 지속적으로 개선되고^{33,42,52} 술 후 혈액 산소압의 증가가 있다고 하였다^{10,34}. 그러나 이 수술에는 아직도 논란이 많다. 또한 피열연골의 편측 편기는 애완견에는 성공적이지만^{33,38,52} 활동량이 많은 개들은 편측성 보다는 양측성 수술을 요하며 편측성은 운동중에 고정되지 않은 쪽의 허탈을 막을 수 없어 공기호흡의 폐색이 여전히 증가한다고 하였다. 또한 이 수술방법에는 여러 부작용이 보고되었는데^{10,38,52} 수술부위의 seroma형성과 피열연골의 파손, 편기부위의 봉합 파열, 부적절한 편기, 후두내의 혈종형성, 흡인성 폐렴이 있다고 하였다. 본 실험에서는 3마리중 2마리가 술후 2~3일 이내에 폐사하였는데 부검결과 편측으로 봉합된 피열연골이 실질적으로는 폐쇄의 정도를 증가시키는 경향이 있으며 술부의 seroma와 hematoma가 또한 폐색을 일으켜 호흡곤란을 유발시킨 것이 그 원인으로 밝혀졌다. 또한 수술이 까다롭고 피열연

골이 잘 조각나는 문제점도 나타났다. 양측성 편기수술(bilateral arytenoid cartilage lateralization)은 이와 같은 부작용이 더 많이 존재한다고 하였다⁸. Castellated laryngofissure와 성대절제술은 갑상연골의 배쪽 부분을 성곽모양으로 절개하면서 새롭게 생긴 중앙부의 flap을 고정하는 것으로, 이로서 성문을 넓히는 것이다. 이 수술방법은 사람의 tracheoplasty를 변형한 것인데 개에서 후두마비 치료에 만족스런 결과를 얻었다고 하였다¹⁸. 피열연골을 고정시키기 위하여 나중에 변형된 방법이 소개되었는데 castellated laryngofissure방법과 함께 같은 쪽의 갑상연골에 피열연골을 봉합하는 것이다. 일련의 마비견에서 이와 같은 수술을 시행한 후 TBFVLs를 통한 측정에서 대부분의 경우 증가를 보였다고 하였다⁴⁷. 이 기술의 단점은 수술중에 기관절제술이 필요하고 성대 절제 부위의 배쪽부분에서 육아조직 형성에 따른 web의 생성이 있다는 점이다.

최근에는 등쪽 윤상피열근의 재신경전도를 위한 신경이식수술이 연구되어 왔다. 이 수술방법에는 신경근 이식²¹과 신경문합⁴¹이 있다. 이 수술방법은 최근에 신경전달이 단절된 근육에서는 성공적이거나 신경병에 속발성인 후두마비에서는 적용하기 어려운 단점이 있는 것으로 밝혀졌다. 개에서 후두마비를 다루는데 있어 이 방법의 단점은 진행이 너무 느려 회복기간 중에는 계속적인 임상증상이 나타나며 간질성 섬유화와 moter end plate의 변성과 함께 대상근육이 이미 신경 단절에 따른 위축을 보인다는 점이다. 그러나 단절 후 9~12개월이 경과한 다음의 배측 윤상피열근의 신경재전도는 일어나지 않는 것 같다고 하였다. 그러므로 개에서 후천성 후두마비는 신경근편의 이식이나 신경문합에 잘 반응할 것 같지는 않다. 만약 재전도가 일어나더라도 외번근이 4~6개월이 지나야 기능을 회복하며 그 기간동안에는 공기 유통을 원활히 해주는 다른 방법을 모색해야만 한다³⁵.

본 실험에서 양측성대절제와 같이 시행된 피열연골 고정술은 수술 후 구강을 통한 관찰에서 성문의 크기가 크게 넓어지고 동맥혈 산소분압의 향상을 보였으며 술후 부작용이 거의 나타나지 않아 임상에 적용하는데 알맞은 방법이라 사료된다. 또한 stridor의 음성분석은 후두마비의 진단에 객관적인 판단자료로 활용될 수 있으리라 사료된다.

결 론

실험적으로 유발시킨 개의 후두마비에서 sonogram을 통한 stridor의 음성분석을 실시하였고, 또 후두마

비 교정을 위한 vocal cord pexy, unilateral arytenoid cartilage lateralization, arytenoidopexy와 bilateral vocal cordectomy를 실시하여 그 효과를 검토하고 아울러 동맥혈 가스분압 측정을 하였다.

1. 후두마비 유발시 성문의 폐쇄로 인한 특징적인 두 종류의 stridor가 나타났으며 각각의 stridor는 모든 측정항목에서 유의성 있는 차이를 보여 서로 다른 형태임을 나타내었고, 이를 A, B형(AN, PN)으로 구분하였다($P < 0.01$).

2. Arytenoidopexy와 bilateral vocal cordectomy를 시행한 군에서는 술 전에 비해, 술 후 연하곤란, 구토, 기침의 뚜렷한 감소가 관찰되었고, 술전의 노력성 호흡이 소실되어 안정된 호흡사이클을 나타내었으며 후두마비시 관찰되었던 stridor도 소실되었다.

3. 갑상연골절개를 통하여 arytenoidopexy와 bilateral vocal cordectomy를 시행한 군은 후두마비 유발시 86.55 ± 3.34 mmHg인 산소 분압이 후두마비 교정 수술 후 100.57 ± 7.59 mmHg로 증가하였다.

이상의 결과로 보아 후두마비시 유발되는 stridor의 음성학적 분석은 후두마비의 진단에 적용할 수 있으며, 이의 치료에 적용된 갑상연골 절개를 통한 arytenoidopexy와 bilateral vocal cordectomy는 후두마비의 치료에 적용될 수 있는 우수한 방법이라 사료된다.

참고문헌

- Amis, T.C., Smith, M.M., Gaber, C.E. and Kurper-shoek, C. Upper airway obstruction in canine laryngeal paralysis. *Am J Vet Res* 1986; 47(5): 1007-1010.
- Aron, D.N. and Crowe, D.T. Upper airway obstruction. *J Sm Anim Pract* 1985; 15(5): 891-916.
- Bagley, R.S., Stefanacii, J.D., Hansin, B. and Komegay, J.N. Dysphonia in two dogs with cranial cervical intervertebral disk extrusion. *J Am Anim Hosp Assoc* 1993; 29: 557-559.
- Baker, G.J. Surgery of the canine pharynx and larynx. *J Sm Anim Pract* 1972; 13: 505-513.
- Braund, K.G., Steinberg, H.S., Shores, A., Steiss, J. E., Mehta, J.R., Toivio-Kinnucan, M. and Amlig, K. A. Laryngeal paralysis in immature and mature dogs as one sign of a more diffuse poloneuropathy. *J A V M A* 1989; 194(12): 1735-1740.
- Braund, K.G., Steiss, J.E., Marshall, A.V., Mehta, J. R., Amlig, K.A. Morphologic and morphometric studies of the intrinsic laryngeal muscles in clinically normal adult dogs. *Am J Vet Res* 1988; 49(12): 2105-2110.
- Barr, S., Baker, D., and Markovits, J. Trypanosomiasis and laryngeal paralysis in a dog. *J A V M A* 1986; 188(11): 1307-1309.
- Burbidge, H.M. A review of laryngeal paralysis in dogs. *Br Vet J* 1995; 151(71): 71-82.
- Burbidge, H., Goulden, B.E. and Jones, B.R. An experimental evaluation of castellated laryngofissure and bilateral arytenoid lateralisation for the relief of laryngeal paralysis in dogs. *Australian Veterinary Journal* 1991a; 68(8): 268-271.
- Burbidge, H.M., Goulden, B.E. and Jones, B.R. Laryngeal paralysis in dogs : An evaluation of the bilateral arytenoid lateralization procedure. *J Sm Anim Pract* 1993; 34: 515-519.
- Burbidge, H.M., Goulden, B.E. and Jones, B.R. Neurogenic laryngeal paralysis in the dog. *Newzealand Veterinary Journal* 1991b; 39: 83-87.
- Burnie, A.G., Simpson J.W. and Corcoran. B.M. Gastro-esophageal reflux and hiatus hernia associated with laryngeal paralysis in a dog. *J Sm Anim Pract* 1989; 30: 414-416.
- Clark, W.T., Jones B.R. and Clark, J. Blood oxygen and carbon dioxide in normal dogs and in dogs with respiratory failure. *J Sm Anim Pract* 1977; 18: 535-541.
- Cook, W.R. Observation on the upper respiratory tract of the dog and cat. *J Sm Anim Pract* 1964; 5: 309-329.
- Cornelius, L. and Rawlings, C.A. Arterial blood gas and acid-base values in dogs with various diseases and signs of disease. *J A V M A* 1981; 178(9): 992-995.
- Dedo, H.H. The paralyzed larynx : An electromyographic study in dogs and humans. *Laryngoscope* 1970; 80(10): 1455-1517.
- Gaber, C.E., Amis, T.C., and LeCouteur, R.A. Laryngeal paralysis in dogs : A review of 23 cases. *J A V M A* 1985; 186(4): 377-380.
- Gourley, I.M., Paul, H. and Gregory, C. Castellated laryngofissure and vocal fold resection for the treatment of laryngeal paralysis in the dog. *J A V M A* 1983; 182(10): 1084-1086.
- Greenfield, C.L. Canine laryngeal paralysis. *Compendium small animal* 1987; 9(10): 1011-1017.
- Greenfield, C.L. and Dye, J.A. Laryngeal paralysis and collapse. In *Disease mechanism-Small Animal Surgery*, ed. Bojrab, M.J. : Lea & Febiger., Philadelphia 1993; pp 371-375.
- Greenfield, C.L., Walshaw, R., Kumar, K., Lowrie, C.T. and Derksen, F.J. Neuromuscular pedicle graft restoration of arytenoid abductor function in dogs with experimentally induced laryngeal hemiplegia. *Am J Vet Res* 1988; 49(8): 1360-1366.
- Hardie, E.M., Kolata, R.J., Stone, E.A. and Steiss, J. Laryngeal paralysis in three cats. *J A V M A* 1981;

- 179(9): 879-882.
23. Harvey, C.E. Partial laryngectomy in the dog. 1. Healing and swallowing function in normal dogs. *Vet Surgery* 1983; 12(4): 192-196.
 24. Harvey, C.E., Irby, N.L. and Watrous, B.J. Laryngeal paralysis in hypothyroid dogs. In *Current Veterinary Therapy VIII*. ed. Kirk, R. W.: W. B. Saunders Co., Philadelphia 1983; pp 694-7.
 25. Harvey, C.E. and O'Brian, J.A. Treatment of laryngeal paralysis in dogs by partial laryngectomy. *J Am Anim Hosp Assoc* 1982; 18: 551-556.
 26. Hast, M.M. The respiratory muscle of the larynx. *Acta Oto-laryngology* 1967; 76: 489-497.
 27. Hedlund, C. S. Treatment of Laryngeal paralysis. In *Current techniques in small animal surgery*. 3rd ed. by Bojrab, M. J.: Lea & Febiger., Philadelphia 1990; 329-331.
 28. Holt, D. and Harvey, C. Glottic stenosis secondary to vocal fold resection : Results of scar removal and corticosteroid treatment in nine dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1994; 30: 396-400.
 29. Holt, D. and Harvey, C. Idiopathic laryngeal paralysis: Results of treatment by bilateral vocal fold resection in 40 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1994; 30: 389-395.
 30. Kasuya, H. and Ogawa, S., Mashima, K. and Ebihara, S. Normalized noise energy as an acoustic measure to evaluate pathologic voice. *J Acoust Soc Am* 1986; 80(5): 1329-1334.
 31. Kim, K.M., Kakita, Y. and Hirano, M. Sound spectrographic analysis of the voice of patients with recurrent laryngeal nerve paralysis. *J Korean Logo Phon* 1995; 6(1): 128-136.
 32. Klingholz, F. and Martin, F. Distribution of the amplitude in the pathologic voice signal. *Folia Phoniatr* 1989; 41: 23-39.
 33. Lahue, T.R. Treatment of laryngeal paralysis in dogs by unilateral cricoarytenoid laryngoplasty. *J Am Anim Hosp Assoc* 1989; 25: 317-324.
 34. Love, S., Waterman, A.E. and Lane, J.G. The assessment of corrective surgery for canine laryngeal paralysis by blood gas analysis : A review of thirty-five. *J Sm Anim Pract* 1987; 28: 597-604.
 35. Nelson, A.W. Upper respiratory system In *Textbook of Small Animal Surgery*, 2nd ed. by Slatter, D.H.: W. B. Saunders Co., Philadelphia 1993; pp 755-764.
 36. O'Brien, J.A., Harvey, C.E., Kelly, A.M. and Tucker, J.A. Neurogenic atrophy of the laryngeal muscles of the dog. *J Sm Anim Pract* 1973; 14: 521-532.
 37. O'Brien, J.A. and Hendriks, J. Inherited laryngeal paralysis. Analysis in the Husky Cross. *The Veterinary Quarterly* 1986; 8(4): 301-302.
 38. Payne, J.T., Roberts, A.M. and Rigg, D.L. Abductor muscle prosthesis for correction of laryngeal paralysis in 10 dogs and one cat. *J Am Anim Hosp Assoc* 1990; 26: 599-604.
 39. Petersen, S.W., Rosin, E. and Bjorling, D.E. Surgical options for laryngeal paralysis in dogs : A consideration of partial laryngectomy. *The Compendium North American Edition*. *Small Animal* 1991; 13(10): 1531-1538.
 40. Reinke, J.D. and Suter, P.F. Laryngeal paralysis in a dog. *J A V M A* 1978; 172(6): 714-716.
 41. Rise, D.H. Laryngeal reinnervation. *Laryngoscope* 1982; 92: 1049-1059.
 42. Rosin, E. and Greenwood, K. Bilateral arytenoid cartilage lateralization for laryngeal paralysis in the dog. *J A V M A* 1982; 180(5): 515-518.
 43. Ross, J.T., Matthiesen, D.T., Noone, K.E. and Scavelli, T.A. Complications and long-term results after partial laryngectomy for the treatment of idiopathic laryngeal paralysis in 45 dogs. *Veterinary Surgery* 1991; 20(3): 169-173.
 44. Salisbury, S.K., Forbes, S. and Blevins, W.E. Peritracheal abscess associated with tracheal collapse and bilateral laryngeal paralysis in a dog. *J A V M A* 1990; 196(8): 1273-1275.
 45. Schaer, M., Zaki, F.A. and Harvey, H.J. Laryngeal hemiplegia due to neoplasia of the vagus nerve in a cat. *J A V M A* 1979; 174(5): 513-515.
 46. Shindo, M.L., Herzon, G.D., Hanson, D.G., Cain, D. J. and Sahgal, V. Effects of denervation on laryngeal muscles : *Laryngoscope* 1992; 102: 663-669.
 47. Smith, M.M., Gourley, I.M., Kurpershoek, C.J. and Amis, T.C. Evaluation of a modified castellated laryngofissure for alleviation of upper airway obstruction in dogs with laryngeal paralysis. *J A V M A* 1986; 188(11): 1279-1283.
 48. Steiss, J.E. and Marshall, A.E. Electromyographic evaluation of conduction time and velocity of the recurrent laryngeal nerves of clinically normal dogs. *Am J Vet Res* 1988; 49(9): 1533-1536.
 49. Trout, N.J., Harpster, N.K., Berg, J. and Carpenter, J. Long-term results of unilateral ventriculocordectomy and partial arytenoidectomy for the treatment of laryngeal paralysis in 60 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1994; 30: 401-407.
 50. Venker-van Haagen, A.J. Dyspnea, How to solve the problem. *The Veterinary Quarterly* (suppl) 1995; 17: S7-S8.
 51. Venker-van Haagen, A.J., Bouw, J., Hartman, W. Hereditary transmission of laryngeal paralysis in Bouviers. *J Am Anim Hosp Assoc* 1981; 17: 75-76.
 52. White, R.A.S. Unilateral arytenoid lateralization: An assessment technique and long term results in 62 dogs with laryngeal paralysis. *J Sm Anim Pract* 1989; 30: 543-549.

53. White, R.A.S., Littlewood, J.D., Herrtage, M.E. and Clarke, D.D. Outcome of surgery for laryngeal paralysis in four cats. *Veterinary Record* 1986; 118: 103-104.
54. Wykes, P.M. Canine laryngeal diseases. Part II. Diagnosis and treatment. *The Compendium on Continuing Education* 1983; 5(2): 105-110.