

Effects and Related Factors of Endotracheal Intubation on Voice Change Following General Anesthesia

Il Woo Ha¹, Mun Cheol Kim², Sang Jun Lee², A Ri Kim¹,
Jin Soon Chang¹, Byung Hoon Jun¹ and Ick Soo Choi¹

¹Departments of Otolaryngology, ²Anesthesiology, Inje University College of Medicine, Seoul Paik Hospital, Seoul, Korea

전신 마취를 위한 기관내 삽관이 술 후 음성 변화에 미치는 영향과 관여 인자

하일우¹ · 김문철² · 이상준² · 김애리¹ · 장진순¹ · 전병훈¹ · 최익수¹

인제대학교 의과대학 서울백병원 이비인후과학교실, ¹ 마취통증의학과²

Received September 29, 2010

Revised January 6, 2011

Accepted January 6, 2011

Address for correspondence

Ick Soo Choi, MD

Department of Otolaryngology,

Inje University

College of Medicine,

Seoul Paik Hospital,

85 Jeo-dong 2-ga, Jung-gu,

Seoul 100-032, Korea

Tel +82-2-2270-0070, 0075

Fax +82-2-2270-0073

E-mail cisoo99@yahoo.co.kr

Background and Objectives Reliable studies about the impact of short-term intubation, particularly as part of general anesthesia, are scarce. That scarcity led to the following research objectives. First of all, we tried to find out how often and why voice change last more than 72 hours after intubation conducted for general anesthesia.

Subjects and Method The study enrolled 80 patients who were due to undergo general anesthesia at the Seoul Paik Hospital from Aug. 2009 to May 2010. The patients were examined through stroboscopic examination and voice analysis before surgery. Three days after the surgery, the same tests were performed again to single out patients whose results were abnormal; thus a proportion could be calculated. The other objective was to determine the factors involved with voice change. This was done according to the Mallampati classification, using the images from laryngoscopy and compiling records of cuff pressure, cuff volume, tube size, duration of intubations, and the number of intubation trials.

Results 7.5% of the patients suffered from voice change longer than 3 days. Three factors, namely, cuff pressure, duration of anesthesia and patient age demonstrated statistically significant relationships among them.

Conclusion The results indicate that there is a need for patients scheduled to face general anesthesia to receive sufficient explanation about the possible postoperative voice change that could last longer than 3 days. Furthermore, surgeons and anesthesiologists need to cooperate closely by taking the patient age, duration of anesthesia and cuff pressure into account in order to limit postoperative voice change to the minimum extent.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2011;54:137-41

Key Words Endotracheal intubation · Voice · General anesthesia.

서론

기도를 통한 기관내 삽관이 성대와 음성에 미치는 영향에 대하여, 2주 이상 장기적 삽관에 의한 영향은 이미 잘 알려져 있으나¹⁻³⁾ 단기간의 삽관이 미치는 영향에 대하여는 관심이 미미하여 잘 알려져 있지 않다. 최근 음성분석 방법의 발전에 따라 수술 후 기관내 삽관의 영향에 대한 몇몇 연구가 이루어졌으나 음성분석 시점을 탈관 후 24시간 이내로 한정

하였고 모두 조사기간 내 정상으로 회복되어 3일 이상 지속되는 음성 변화에 대한 관찰은 이루어지지 않았다.^{4,5)} 하지만 실제 임상에서는 적지 않은 환자가 수술 후 3일 이상 지속되는 음성 변화를 호소하는 것을 경험하게 되며 따라서 환자 진료 시 충분한 설명과 예방 및 치료, 예후 예측을 위한 사전 지식이 필요하다고 하겠으나 지금까지 이에 대한 연구가 국내에서는 전무한 상황이다. 본 연구는 전신 마취 시 기관내 삽관에 의해 72시간 지속되는 음성 변화가 발생하는

빈도를 음성검사를 통하여 알아보았고, 그 환자들에서 수술 전 환자의 요인, 수술 중 마취 요인 등이 어떤 영향을 미치는지, 또한 수술 후 음성 변화와 후두 소견과의 관계에 대하여 알아 보고자 하였다.

대상 및 방법

2009년 8월부터 2010년 5월까지 본원에서 전신 마취 예정인 환자 중 20, 30, 40대 및 50대 이상으로 연령층을 구분하여 각 군별 10명(남자 5명, 여자 5명)으로 전체 80명을 대상으로 하였다. 전문적인 음성 사용을 하는 직업의 환자는 배제되었고, 수술 종류에 따른 영향을 최소화하기 위하여 수술 자세는 양와위의 경우만을 대상에 포함시켰고, 음성에 직접적인 영향을 줄 수 있는 수술, 즉, 인후두 수술과 중추 신경계 수술, 흉부외과 수술의 경우는 제외하였다. 이 밖에 3일 이내에 재검사가 어려운 중증인 경우, 심폐기능이 저하된 환자, 수술 전 음성검사 및 후두 스트로보스코피 검사상 정상범위를 벗어난 경우도 대상에서 제외하였다. 삽관 전 평가를 위해 수술 전날 저녁 환자에게 검사에 대한 설명과 동의를 얻은 후 후두 스트로보스코피 검사, 후두내시경 검사와 음성검사를 시행하였고 마취 직전 인두와 후두의 해부학적 구조는 삽관의 용이성 평가를 위해 사용되는 Mallampati classification과 Laryngoscopic view grade를 기준으로 각각 4등급으로 분류되어 마취의에 의해 평가되었다.^{6,7)}

수술 후 관의 크기 및 삽관 시간, 커프 압력과 커프 부피 그리고 삽관 시도 횟수가 기록되었다. 수술 3일 후 수술 전날 시행한 평가와 동일한 검사를 시행하여 음성검사에서 정상 범위를 벗어난 환자의 발생 비율을 알아 보았고, 이 결과를 토대로 수술 3일 후 음성분석에서 비정상 소견을 보이는 음성 변화군과 정상 소견을 보이는 정상군으로 나누어 음성 변화와 마취 요인과의 상관관계를 알아보았다. 또한 음성 변화군에서 음성 변화가 회복될 때까지 수술 후 1주, 2주, 4주에 같은 검사를 통하여 변화를 관찰하여 음성 변화와 후두 소견과의 관계를 살펴보았다.

음성검사는 조용한 검사실에서 이루어 졌으며 마이크로부터 10 cm 떨어진 거리에서 편안한 높이와 크기의 발성으로 3초 이상의 /a/를 3회 측정하여 음성 채취를 한 후 KAY electrometrics Corp.의 multidimensional voice program(MD-VP)를 이용하여 분석하였다. 음성 채취는 3회에 걸쳐 시행하여 가장 안정된 것을 선택하였고 음의 높이와 크기 변화가 큰 발성 시작과 끝을 제외한 중간 부분을 분석하였다. 음성 지표로는 음성 비 평균기본주파수(mean fundamental frequency, mean Fo), relative average perturbation(RAP), shimmer, noise to harmonic ratio(NHR)을 선택하였고, 본 연구에서는 이 네 가지 지표가 모두 정상 범위에 있는 경우를 음성 정상군으로 간주하였다.

마취는 마취의의 술기적 변수를 최소화하기 위하여 동일인이 시행하였다. 통계학적 방법으로는 이분형 로지스틱 회귀분석과 독립표본 t 검정을 이용하였다. *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 의미가 있다고 판단하였고, 통계 처리는 Window용 SPSS version 12.0을 사용하였다. 본 연구는 임상시험심의위원회의 심사를 통과하였다.

결 과

80명의 환자 중 수술 3일째 음성검사상 비정상 소견을 보인 음성 변화군은 6명, 정상군은 74명으로 비율은 7.5%이었다. 음성 변화군 중 남성은 2명, 여성은 4명이었고 30대 1명, 40대 1명, 50대 이상 4명이었다(Table 1).

해부학적 구조와 음성 변화의 관계에 있어 Mallampati classification, Laryngoscopic view grade는 로지스틱 회귀분석 결과 유의한 상관관계는 나타나지 않았다(*p*>0.05)(Table 2 and 3). 연령은 정상군이 39.72±13.976, 음성 변화군이 55.67±13.352으로 독립표본 t 검정결과 유의한 상관관계를 보였고(*p*<0.05), 로지스틱 회귀분석 결과 20대, 30대, 40대, 50대 이상 중 50대에서만 유의한 차이를 보였다(*p*<0.05). 성별은 로지스틱 회귀분석 결과 유의한 차이가 없었다(*p*>0.05). 흡연력(갑년)은 정상군이 3.90±8.718, 음

Table 1. Individual values of anesthetic factors in voice change group

Patient No.	Sex	Age	Mallampati classification	Laryngoscopic view	Duration of anesthesia (min)	Cuff pressure (cmH ₂ O)	Cuff volume (mL)	Tube size (cm)	Number of intubation try
1	F	37	1	2	200	28	7	7	1
2	F	62	2	3	170	28	8	7.5	2
3	M	54	2	2	140	30	7	7.5	1
4	F	55	3	3	210	29	8	7.5	2
5	M	77	2	1	215	26	6	7.5	1
6	F	49	2	1	170	29	7	7.5	1
Mean ± SD					184.17 ± 22.895	28.33 ± 1.966	7.17 ± 0.753	7.42 ± 0	1.33 ± 0.516

성 변화군이 5.00 ± 12.247 로 독립표본 t 검정결과 유의한 상관관계를 보이지 않았다($p > 0.77$).

마취 시간(분)은 정상군에서 151.35 ± 27.762 , 음성 변화군에서 184.17 ± 22.895 로 독립표본 t 검정결과 유의한 상관관계를 보였다($p < 0.05$). 커프 압력(cmH_2O) 또한 정상군에서 26.58 ± 1.664 , 음성 변화군에서 28.33 ± 1.966 으로 유의한 상관관계를 보였지만($p < 0.05$) 커프 부피(mL)는 정상군에서 6.76 ± 0.907 , 음성 변화군에서 7.17 ± 0.753 으로 통계적 유의성은 없었다($p > 0.05$). 관의 크기(cm)는 정상군 7.60 ± 3.811 , 음성 변화군 7.42 ± 0 으로 유의한 상관관계는 없었다($p > 0.05$). 삽관 시도 횟수는 정상군 1.12 ± 0.329 , 음성 변화군 1.33 ± 0.516 으로 음성 변화군에서 높게 나타났지만 통계적 유의성은 없었다(Table 4).

음성 변화군 모두에서 궤양 및 육아종, 윤상 피열 관절의 손상, 성대마비 등은 나타나지 않았고 음성 변화를 동반한 부종 및 발적 소견만이 관찰되었다. 부종과 발적이 호전되면서 음성 지표도 호전되었으며 모두 4주 이내 정상으로 회복되었다. 음성 변화군의 대표 증례는 아래와 같다.

음성 변화가 1주 이상 지속된 환자(환자 1)

우측 난소 종양으로 전신 마취하 난소 절제술을 받은 37세 여자 환자로 수술 전 시행한 음성검사 및 후두 스트로보스코피 검사상 정상 소견이었다(Fig. 1A and E). 수술 직후

Table 2. Mallampati classification on voice change

Mallampati classification	Normal group (n=74)	Voice change group (n=6)	p-value
Grade I	23	1	0.516
Grade II	46	4	0.582
Grade III	5	1	0.458
Grade IV	0	0	

$p < 0.05$

Table 3. Laryngoscopic view grade on voice change

Laryngoscopic view grade	Normal group (n=74)	Voice change group (n=6)	p-value
Grade I	28	2	0.343
Grade II	40	2	0.340
Grade III	6	2	0.159
Grade IV	0	0	

$p < 0.05$

Table 4. Comparison normal group with voice change group on anesthetic factors

	Duration of anesthesia (min)	Cuff pressure (cmH_2O)	Cuff volume (mL)	Tube size (cm)	Age	Number of intubation try
Normal group	151.35 ± 27.762	26.58 ± 1.664	6.76 ± 0.907	7.60 ± 3.811	39.72 ± 13.976	1.12 ± 0.329
Voice change group	184.17 ± 22.895	28.33 ± 1.966	7.17 ± 0.753	7.42 ± 0	55.67 ± 13.352	1.33 ± 0.516
p-value	0.006*	0.041*	0.259	0.715	0.031*	0.151

* $p < 0.05$

환자는 인후통 및 애성을 호소하였으며 수술 3일 후 시행한 음성검사상 mean F0는 현저히 감소하였고 RAP, Shimmer, NHR은 높게 측정되었다(Fig. 1B and F). 후두내시경 검사상 불완전 성문 폐쇄가 관찰되었고 양측 성대부종 및 발적 소견을 보였다. 수술 5일 후 인후통은 호전되었으나 애성은 여전히 호소하였고, 수술 7일째 음성검사상 RAP와 Shimmer는 감소하여 정상범위로 회복되었으나 RAP는 여전히 높게 측정되었다(Fig. 1C and G). 후두내시경 검사상 좌측 성대의 발적이 남아있었다. 수술 11일째 애성은 호전되었으며 수술 14일 후 시행한 음성검사 및 후두내시경 검사상 정상 소견을 보였다(Fig. 1D and H). Mallampaci classification과 Laryngeal view grade는 각각 grade 1과 2였고 수술 시 커프의 압력과 부피는 각각 $30 \text{ cmH}_2\text{O}$, 7 mL 이었으며 관의 크기는 7.0 cm 이었다. 마취 시간은 3시간 20분, 삽관 시도 횟수는 1회였다.

고 찰

기관내 삽관은 1920년 Magill이 조직 손상이 적은 고무 제품을 사용하여 만족 할만한 결과를 얻은 후 기도 유지를 위해 널리 사용되어 왔으며 아울러 기관내 삽관에 의한 후두 및 기관 점막의 부종, 기관 연화증 및 만곡증, 후두 협착 및 성대 마비, 윤상 피열 관절의 손상 그리고 성대 육아종 등 여러 합병증이 보고되어 왔다.¹⁻³⁾ 하지만 이는 대부분 2주 이상 장기간의 삽관에 대한 영향에 대한 보고로 단기간의 삽관, 특히 전신 마취를 위한 삽관의 영향에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 비록 최근 전신 마취에 의한 단기간 삽관의 영향을 분석한 몇몇 연구가 있었지만 대부분 발관 후 24시간 이내의 변화를 분석하였고 72시간 이상 지속되는 음성 변화에 대한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다.

후두내시경에 기초하여 단기간의 기관내 삽관의 경우 발관 후 72시간 이내에 호전되며⁹⁾ 그 이상 지속될 경우 윤상 피열 관절의 손상이나 성대 육아종 등을 고려해 봐야 한다는 보고가 있다.^{3,9)} 하지만 실제 임상에서는 적지 않은 환자가 성대의 단순 부종 혹은 가시적인 명확한 병리 소견 없이 수술 후 3일 이상 지속되는 음성 변화를 호소하는 것을 경험할 수 있다. 본 연구에서는 전신 마취를 위한 기관내 삽관

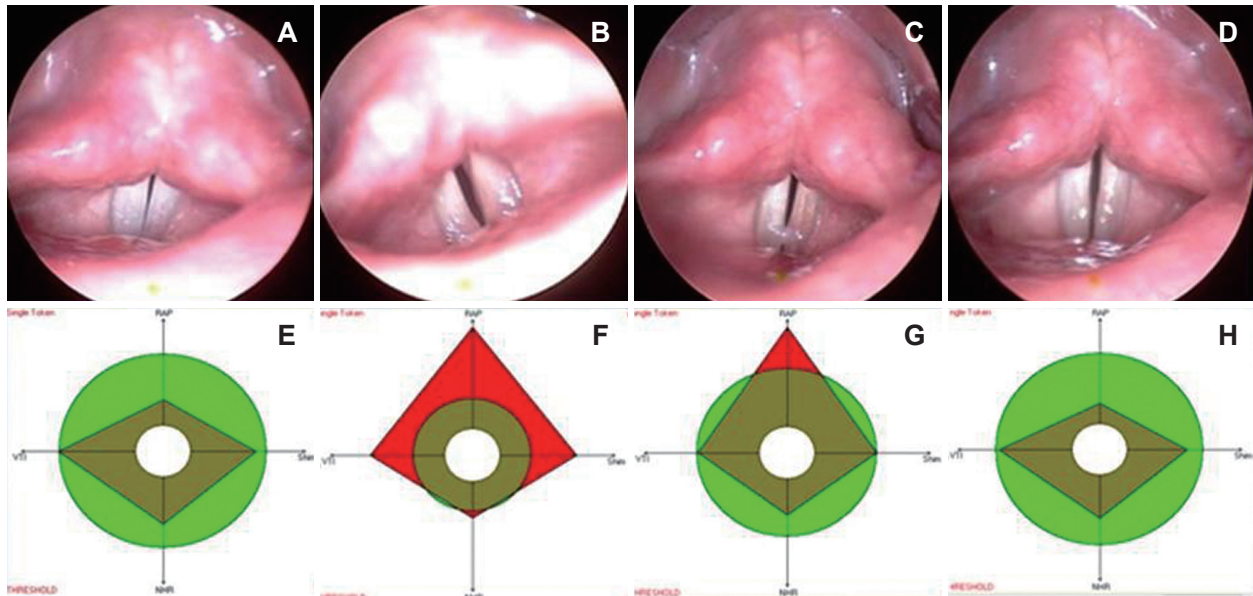


Fig. 1. Laryngoscopic findings and acoustic analysis of the patient. A: 1 day before intubation (normal finding). B: 3 days after extubation (edema and hyperemia on vocal cords). C: 7 days after extubation (hyperemia on left vocal cords). D: 14 days after extubation (improved finding). E: 1 day before intubation (F0 268.42 Hz, RAP 0.25%, Shimmer 3.27%, NHR 0.13). F: 3 days after extubation (F0 187.594 Hz, RAP 2.27%, Shimmer 9.15%, NHR 0.23). G: 7 days after extubation (F0 232.22 Hz, RAP 1.18%, Shimmer 3.79%, NHR 0.12). H: 14 days after extubation (F0 269.71 Hz, RAP 0.20%, Shimmer 3.02%, NHR 0.12). RAP: relative average perturbation, NHR: noise to harmonic ratio.

을 시행할 경우 3일 이상 음성 변화가 지속되는 비율이 7.5%로 나타났다. 비록 모든 경우에서 영구적인 손상은 아니었고 4주 이내 정상으로 회복되었지만, 72시간 이내에 대부분 호전된다는 일반적인 관점과 비교해 볼 때 의미 있는 결과라 할 수 있다.

기도를 통한 기관내 삽관의 합병증은 삽관 및 발관 시의 직접적인 손상과 삽관 중 점막의 압박에 의한 손상으로 분류할 수 있다.¹⁰⁾

삽관 및 발관 시 발생하는 손상은 상후두 열상, 윤상 피열 관절의 손상, 성대 열상, 식도 천공 등이 있으며¹¹⁾ 인후두의 해부학적 구조와 삽관 시도 횟수와 관련이 있다고 알려져 있다.¹²⁾ 본 연구에서는 Mallampati classification과 Laryngoscopic view grade에 따른 그리고 삽관 시도 횟수에 따른 수술 3일 후 음성 변화와의 관계를 알아보았고, 해부학적 구조와 삽관 시도 횟수 모두 음성 변화에 있어 정상군과 음성 변화군 간의 유의한 상관관계는 없었다. 본 연구에서는 장기간의 음성 변화를 유발하는 성대 육아종 및 윤상 피열 관절 손상은 없었지만 이들의 낮은 발생률을 고려할 때 향후 이러한 소견이 관찰되는 대상군을 따로 선별하여 비교 분석해 보아야 할 것으로 생각된다.

삽관 중의 손상은 관 및 커프의 성대주름 혹은 기관과의 접촉과 관련이 있고 성대 주름의 모세혈관 관류압인 24 mmHg 이상 시 허혈로 인한 부종이 발생할 수 있으며 성대돌기와 성대주름이 만나는 지점에서 잘 발생한다고 알려져 있다.¹³⁻¹⁵⁾

Hamdan 등⁴⁾은 발관 후 2시간, 24시간에서 음성분석을 통하여 음성 변화의 관련인자를 분석한 결과 커프 압력 및 커프 부피와 유의한 관계가 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 정상군과 음성 변화군 간의 커프 압력은 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고 이는 커프 압력이 72시간 이상의 음성 변화에도 영향을 줄 수 있는 것으로 판단된다. 하지만 커프 부피는 발관 후 72시간 이상의 음성 변화와 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

관의 크기에 따른 손상 여부에 관한 연구로서 Stout 등¹¹⁾은 관의 내경에 따른 발관 후 24시간, 48시간의 인후통 및 애성의 빈도를 분석하여 관의 크기가 클수록 빈도가 증가한다고 보고한 바 있다. 하지만 본 연구에서는 관의 크기와 발관 후 72시간 이상의 음성 변화는 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

이를 종합해 볼 때 삽관 중의 손상은 관의 크기와 커프 부피 및 커프 압력 모두가 영향을 줄 수 있으나 수술 3일 이상 지속되는 음성 변화는 커프가 점막에 미치는 압력이 중요한 원인이라 생각된다.

성별에 따른 손상 정도의 연관성에 대하여 Jensen 등¹⁶⁾은 발관 24시간 후의 인후통을 성별 및 커프 압력과 비교 분석한 연구에서 여성이 남성에 비해 인후통이 유의하게 높았다고 보고했으며, Nam 등⁵⁾은 발관 후 5시간, 24시간의 남녀별 음성지표를 비교 분석한 연구에서 여성의 음성지표가 유의하게 증가했다고 보고했다. 이러한 결과는 여성의 구조적

특징, 즉 작은 후두와 짧은 성대 길이 좁은 성문의 면적 좁은 갑상연골이 이루는 각도 등으로 인해 점막과 관과의 접촉 면적이 증가하기 때문인 것으로 추정된다. 하지만 본 연구에서는 수술 후 3일 이상 지속되는 음성 변화에 있어 남녀간 유의한 차이는 보이지 않았고 이는 남녀의 구조적 차이에 의한 관과 점막과의 접촉 면적의 차이를 고려할 때 관의 크기는 영향을 주지 않는다는 결과와 일치한다.

수술 후 후두 손상과 연령과의 연관성에 대한 연구로서 Peppard와 Dickens¹⁷⁾는 수술 2주 후의 후두 손상과 연령은 연관성이 없다고 보고하였다. 하지만 본 연구에서는 50대 이상의 고령일 경우 72시간 이상 음성 변화가 지속될 가능성이 높은 것으로 나타났다. 이는 연령에 따라 허혈 및 부종으로부터 회복되는 속도와 관련이 있을 것으로 추정된다.

음성 변화와 마취 시간과의 관계는 몇몇 연구에서 유의한 관계가 있는 것으로 보고되었고,^{4,17)} 본 연구에서 또한 3일 이상 지속되는 음성 변화와 마취 시간은 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

이를 종합해 볼 때 발관 후 72시간 이상 음성 변화가 지속되는 요인으로서는 커프 압력과 마취 시간 그리고 연령이 관련이 있으며 이는 높은 커프 압력과 긴 마취 시간에 의해 점막의 허혈이 악화 및 지속되고 이로 인한 점막의 부종으로 인해 음성 변화가 발생하며 50대 이상의 연령에서 음성 변화에 취약하고 허혈 및 부종으로부터 회복이 느린 것으로 추정해 볼 수 있다.

Acknowledgments

This study was supported by an 2010 Inje University Research Grant.

REFERENCES

- 1) McGovern FH, Fitz-Hugh GS, Edgemon LJ. The hazards of endotracheal intubation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1971;80(4):556-64.
- 2) Hedden M, Ersoz CJ, Donnelly WH, Safar P. Laryngotracheal damage after prolonged use of orotracheal tubes in adults. *JAMA* 1969; 207(4):703-8.
- 3) Weymuller EA Jr, Bishop MJ, Santos PM. Problems associated with prolonged intubation in the geriatric patient. *Otolaryngol Clin North Am* 1990;23(6):1057-74.
- 4) Hamdan AL, Sibai A, Rameh C, Kanazeh G. Short-term effects of endotracheal intubation on voice. *J Voice* 2007;21(6):762-8.
- 5) Nam SY, Bong SG, Seo YI, Yu HK, Yoo SJ. Acoustical effects of short-term endotracheal intubation. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1999;42(10):1295-9.
- 6) Mallampati SR. Clinical sign to predict difficult tracheal intubation (hypothesis). *Can Anaesth Soc J* 1983;30(3 Pt 1):316-7.
- 7) Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 1984;39(11):1105-11.
- 8) Beckford NS, Mayo R, Wilkinson A 3rd, Tierney M. Effects of short-term endotracheal intubation on vocal function. *Laryngoscope* 1990; 100(4):331-6.
- 9) Balestrieri F, Watson CB. Intubation granuloma. *Otolaryngol Clin North Am* 1982;15(3):567-79.
- 10) Loucks TM, Duff D, Wong JH, Finley-Detweiler R. The vocal athlete and endotracheal intubation: a management protocol. *J Voice* 1998;12(3):349-59.
- 11) Stout DM, Bishop MJ, Dwersteg JF, Cullen BF. Correlation of endotracheal tube size with sore throat and hoarseness following general anesthesia. *Anesthesiology* 1987;67(3):419-21.
- 12) Donnelly WA, Grossman AA, Green FM. Local sequelae of endotracheal anesthesia. *Anesthesiology* 1948;9(11):490-7.
- 13) Bishop MJ. Mechanisms of laryngotracheal injury following prolonged tracheal intubation. *Chest* 1989;96(1):185-6.
- 14) Weymuller EA Jr, Bishop MJ, Fink BR, Hibbard AW, Spelman FA. Quantification of intralaryngeal pressure exerted by endotracheal tubes. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1983;92(5 Pt 1):444-7.
- 15) Seegobin RD, van Hasselt GL. Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1984;288(6422):965-8.
- 16) Jensen PJ, Hommelgaard P, Søndergaard P, Eriksen S. Sore throat after operation: influence of tracheal intubation, intracuff pressure and type of cuff. *Br J Anaesth* 1982;54(4):453-7.
- 17) Peppard SB, Dickens JH. Laryngeal injury following short-term intubation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1983;92(4 Pt 1):327-30.

1) McGovern FH, Fitz-Hugh GS, Edgemon LJ. The hazards of endotra-