

후두 스트로보스코피의 임상적 응용

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실

김광문 · 김기령 · 최홍식 · 전영명 · 박한규

= Abstract =

Clinical Application of the Laryngostroboscopy in the Laryngeal Disorders

Kwang Moon Kim, M.D., Gill Ryoung Kim, M.D., Hong Shik Choi, M.D.,
Young Myoung Chun, M.D. and Han Q Park, M.D.

Department of Otolaryngology, Yonsei University College of Medicine

Laryngostroboscopy is one of the most practical techniques for clinical examination of the larynx. The videostroboscopy provides valuable information concerning the nature of vocal folds' vibration, an immediate image of the presence or absence of pathology, and a permanent record. Additionally, when used by trained observers in conjunction with other instrumentation, it can provide both qualitative and quantitative data on vocal function of both the normal and disordered larynx. The authors examined the 388 patients with voice disorders by videostroboscope. This paper describes the clinical procedure of laryngostroboscopy based on some introductory remarks on laryngeal anatomy and function. And the findings of parameters observed by the stroboscopy is noted for the laryngeal disorders.

서 론

보통 사람의 성대는 일상 대화시 초당 100~300회의 진동을 하며 노래를 할때는 1000번 이상 진동을 하게 되므로, 간접 후두경 만으로는 자세한 진동 상태를 관찰할 수 없다. 이러한 빠르고 미세한 진동을 관찰하기 위해 현재 후두스트로보스코피, 초고속 영화법(Ultra-high speed photography), 광전, 전기, 초음파 등을 이용한 그로토그래피(Glottography) 및 카이모그래피(Kymography) 등이 사용되고 있다.

1895년 Oertel이 최초로 후두 스트로보스코피를 정상 성대의 진동을 관찰하는 수단으로 이용한 이래 많은 발전이 있었으며 오늘날 후두 질환의 정확한 진단을 위한 객관적인 후두 기능의 측정

방법의 하나로 이용되고 있다.

저자 등은 각종 후두 환자에 대하여 후두 스트로보스코피 검사를 실시하여 후두 질환 별 스트로보스코피상 특성을 파악함으로써 이를 후두 질환의 진단 및 치료 면에서 발전을 도모하고자 본 연구를 시행하였다.

연구대상 재료 및 방법

1. 연구대상

1981년 5월부터 1988년 9월 말까지 약 7년간 연세대학교 의과대학 세브란스병원 및 영동 세브란스병원 이비인후과에 내원한 총 388명의 후두 질환 환자를 대상으로 하였다.

2. 연구재료

본 연구에서 사용한 연구용 기자재는 다음과 같다.

- (1) Hopkins Tele-Laryngoscope 8704 FJ
- (2) Karl Storz Laryngostrob 8000
- (3) Pentax Xenon Cold Light Fountain Lx 500 A
- (4) MV 9391 Circon Combo Microvideo System

3. 연구방법

Hopkins Tele-Laryngoscope를 Xenon Lamp 와 Laryngostroboscope에 각각 연결한 후 우선 통상적인 후두 검사방법으로 성대를 관찰한 다음, 스트로보스코프에 부착되어 있는 마이크로폰을 환자의 입 앞에 대고 음성의 기본 주파수를 전자파(Electronic Pulse)로 변환시킨 후 이를 Xenon Lamp에 전도시켜 같은 횟수로 섬광을 반복해서 발광시켜 이 빛을 이용하여 성대를 관찰한다.

검사는 먼저 기본 주파수를 측정된 후 양측 성대의 대칭성(Symmetry), 성대 진동의 규칙성(Regularity), 발성시의 성문 폐쇄(Glottic closure), 성대의 진폭(Amplitude), 성대 점막의 파동(Mucosal Wave) 및 발성시에 성대 진동이 없는 부분(Non-vibrating Portion)의 유무를 관찰하였다. 이상의 검사는 기록과 분석을 위하여 Video System을 도입하여 녹화하였다.

결 과

총 388명의 후두 질환 환자중 성대결절이 104예(26.8%), 폴립이 65예(16.8%), 만성후두염이 62예(16%), 성대마비가 54예(13.9%), 성대구증이 48예(12.8%)로서 전예의 80% 이상을 차지하였다(Table 1).

이들 질환들을 앞서 언급한 6가지 관찰 항목에 따라 분석한 결과는 다음과 같다(Table 2).

1) 성대 진동의 대칭성(Symmetry)

양측 성대의 대칭성은 형태상으로 진동시의 대칭유무를 관찰하는데 편측성 성대마비, 후두암, 후두유두종을 제외하고는 대체로 대칭성이었다.

2) 성대 진동의 규칙성(regularity)

성대 진동의 규칙성은 편측성 성대마비 환자의 일부를 제외하고는 대부분의 질환에서 규칙적이었다.

3) 성문 폐쇄 상태(glottic closure)

발성시의 성문 폐쇄 상태는 대부분의 질환에서 폐쇄 부전이 관찰되었으나 경직성 발성 장애에서는 폐쇄 부전을 보이지 않았다.

4) 성대 진동의 진폭(Amplitude)

성대의 진폭은 질환별로 매우 다양한 양태를 보였으나 후두유두종, 후두암, 성대폴립 및 편측성

Table 1. Incidence and age distribution of laryngeal disease

Disease Age	Nodule	Polyp	Chronic laryngitis	Sulcus vocalis	Papill- oma	Reinke's edema	Cancer	Spastic dysphonia	Cord palsy	Total
- 9	4	.	1	5
10-19	15	1	4	9	5	.	.	.	5	39
20-29	12	8	13	18	5	.	.	.	12	68
30-39	35	26	18	12	6	2	.	.	8	107
40-49	26	20	19	5	2	12	3	2	12	101
50-59	10	6	6	4	1	6	4	2	13	52
60-	2	4	1	.	1	.	4	.	4	10
Total(%)	104(26.8)	65(16.8)	62(16)	48(12.3)	20(5.1)	20(5.1)	11(2.8)	4(1.2)	54(13.9)	388(100)

Table 2. Result of Laryngostroboscopic findings

Disease Finding	Reinke's edema	Vocal polyp	Vocal nodule	Papill- oma	Cancer	Sulcus vocalis	Cord palsy	Spastic dysphonia	Chronic laryngitis
Symmetry									
Symmetrical	19	47	104	12	2	43	33	4	58
Asymmetrical	1	18	·	8	9	5	51	·	4
Regularity									
Regular	20	61	104	20	11	48	44	4	62
Irregular		4	·	·	·	·	10	·	·
Glottic closure									
Complete	12	14	64	4	5	5	5	4	46
Incomplete	8	52	58	16	6	43	49	·	16
Amplitude									
Great	·	1	·	·	·	·	2	·	·
Normal	16	36	101	10	·	39	4	4	46
Small	4	25	3	5	5	9	26	·	16
Zero	·	6	·	5	6	·	22	·	·
Wave									
Great	14	2	·	·	·	·	2	·	1
Normal	2	17	68	4	1	11	14	2	47
Small	4	40	36	9	4	37	36	2	13
Absent	·	6	·	7	6	·	2	·	1
Non-vibrating									
None	20	52	103	13	4	48	38	4	56
Present	·	14	1	7	7	·	16	·	6
Total	20	65	104	20	11	48	54	4	62

성대마비 등에서는 감소 내지 소실된 경우를 많이 관찰할 수 있었으며 기타 질환의 경우는 대부분 정상이었다.

5) 점막 파동(mucosal wave)

성대의 점막 파동은 대부분의 질환에서 다양하게 나타났으나 특징적으로 후두암, 후두유두종, 성대폴립 등에서는 감소 및 소실된 경우가 많았고 라인케씨부종에서는 점막파동이 증가된 양상을 보였다.

6) 성대의 진동이 없는 부분(Non-vibrating portion)

대부분의 질환에서 발생시 성대의 진동이 없는 부분이 관찰되지 않았으나 후두유두종, 후두암 및 편측성 성대마비와 성대폴립의 일부에서 관찰되

었다.

고 찰

성대의 진동을 관찰하는 여러 방법중 가장 임상에서 유용하게 쓰이고 있는 스트로보스코피는 그리스어 Strobos(to rotate)와 skopos(Target)에서 유래된 말로써 주기적으로 빠르게 움직이는 물체를 정지 상태나 서서히 움직이는 상태로 우리 눈에 보이게 하는 장치이다. 그 원리는 일종의 눈의 착시(Optical illusion) 이용한 것으로 이는 사람의 눈에 영상이 노출되었을 때 0.2초 동안은 망막에 잔상이 남는 Talbot 법칙에 의한 것이다. 이 원리를 이용해 1985년 Oertel은 최초로 디스크에 구멍을 뚫어 이를 회전시켜 광원을 단속적으로 보내 물체의

진동을 관찰하였는데, 진동하는 물체를 이 디스크를 통해 나오는 빛만으로 보면 광원의 단속 시간이 진동 횟수와 같을 경우 그 물체는 정지된 상태로 보일것이고 그 단속이 진동 횟수보다 길어지면 그 물체는 서서히 움직이는 것처럼 우리 눈에 보이게 된다. 같은 원리로 후두 스트로보스코피에서는 성대의 기본 진동수와 동기화(Synchronization)시킴으로써 발성 중에 계속해서 진동하는 성대를 어느 한 위상점에서 정지된 상태로 볼 수 있다. 또한 이 때에 기본 진동수보다 약간 적은 횟수로 발광시키면 매 주기마다 보이는 위상점이 조금씩 늦어지기 때문에 성대의 움직임이 스로우모션(Slow motion)으로 관찰되며 또한 같은 횟수로 발광 시켰을 경우에도 그 발광하는 시점의 위상을 이동시켰을 때에는 같은 스로우모션의 효과를 나타낸다. 이와 같은 원리로 Husson등은 디스크 스트로보스코피로 움직이는 인간의 성대 진동 상태를 잘 묘사하였으며 Timke등은 제논 광원과 역전류 검출관(Oscilloscope)을 이용한 신허 스트로보스코피를 개발하는 등 많은 발전이 있었다.

후두 스트로보스코피는 먼저 발성시 기본 주파수를 측정후 앞서 언급한 6가지 관찰 항목을 기본으로 하여 검사를 시작한다.

스트로보스코프에 부착되어 있는 마이크로폰을 환자의 입 앞에 대고 자연스러운 발성을 시키면 스트로보스코프에 그 환자의 성대 기본 진동수가 지시기에 나타나며 검사중 주파수가 흔들리는 경우 그 변화의 폭을 기재한다. 기본 주파수가 측정되면 관찰하고자 하는 항목을 관찰하는 데 첫 번째로 양측 성대의 대칭성을 관찰한다. 먼저 대칭성 혹은 비대칭성인가를 관찰하고 만일 비대칭성인 경우에는 진폭(Amplitude)과 위상(Phase)중 어느 것이 비대칭성인가를 관찰한다. 비대칭을 보이는 경우는 양측 성대에 어떠한 물리적인 변화, 즉 모양(Shape), 질량(Mass), 위치(Position) 및 탄력성(Elasticity)과 점조도(Viscosity)등의 차이를 보이는 경우에는 모두 나타날 수 있다. 따라서 편측성 성대 마비, 후두암 및 후두 유두종 등에서 많이 관찰되며 특히 편측성 질환일 경우 많이 나타난다. 둘째로 성대 진동의 규칙성은 연속적으로 운동을 관찰하여 규칙적인가를 관찰하며 관찰시

페달을 고정해 놓아도 성대가 정지 상태로 보이지 않으면 규칙성이 상실된 것으로 간주한다. 이번 연구에서 나타난 바와 같이 편측성 성대 마비 경우의 일부에서 관찰되었을 뿐 대부분의 질환에서는 규칙적으로 관찰되었다. 셋째로 발성시의 성문폐쇄 상태는 진동 중 성문이 완전히 폐쇄되는가를 관찰 하는 것으로 불완전 폐쇄의 경우는 성대의 내전(Adduction) 장애나 불규칙한 성대 표면, 성대의 가장자리에 어떠한 돌출부가 있거나 강직(Stiff)해진 경우등에서 나타날 수 있다. 이번 연구의 결과에서도 경직성발성장애증을 제외한 대부분의 질환에서 상기의 이유로 폐쇄 부전이 관찰되었고 경직성발성장애증의 경우는 이 질환이 기질적인 병변이라기보다는 기능적인 병변이기 때문인 것으로 사료된다. 넷째로 진폭은 양 성대 각각의 최대 진폭으로 대, 정상, 소, 무 등으로 기록하고 이런 진폭의 변화는 성대 주 진동 부분의 길이, 질량(Mass), 강도(Stiffness) 및 점조도(Viscosity)와 성문 폐쇄 부전으로 인한 성문 하압의 손실이 주요인이 되는데 후두암, 폴립, 유두종 등은 질량 요인이 주로 관여되고 병변의 진행 여부에 따라 강도나 실제 진동 부분의 길이의 감소 등에 따라 소(small), 무(zero)등으로 감소된 형태로 나타났으며 성대 마비 경우는 폐쇄 부전으로 인한 성문 하압의 손실이 주요 인자로 생각된다. 다섯 번째로 점막 파동에 관여된 요인으로는 점막의 강도와 폐쇄 부전으로 성문 하압의 손실 등을 들 수 있겠고 후두유두종, 후두암 등에 의해 부분적으로 점막의 강도가 높아진 경우 병변 부위에서 이동파가 소실되는 양상으로 나타난다. 특히 후두암의 경우 암의 조직 침윤도가 크기 때문에 강도가 증가되고 탄성(Elasticity)이 감소 되므로 점막 파동이 감소하는 특징을 보이는 데 이를 이용하여 양성과의 감별에 이용할 수 있다. 또한 외견상 정확한 부위를 찾아 내기 어려운 침윤성(Infiltrative)암의 경우 확진을 위한 조직 생검의 정확한 부위를 선정하는 데 도움이 된다. 성대 폴립이나 결절의 경우에는 병변의 섬유화 유무를 간접적으로 파동의 유무에 따라 알 수 있어 수술적 요법의 적절한 시기를 결정하는 데 도움을 준다. 이 외에도 성대 마비 환자의 경우 반회후두신경마비에 의한 경우와 피열 연골의 고정에 의한 경우와의 감별에

도움이 될 수 있는데 대체로 신경 마비에 의한 경우에는 점막 파동이 소실되거나 후자에 의한 경우는 정상적인 파동이 관찰된다. 여섯째로 발생시 진동이 없는 부분의 관찰은 항상 없는 경우와 간헐적으로 없는 가를 관찰하며 이는 후두암과 후두 유두종에서처럼 그 질환의 조직 침윤 유무를 간접적으로 알 수 있으며 후두 폴립의 경우 기질화(Organization) 정도 그리고 성대 마비 환자의 경우에는 시간 경과 후 자연적 회복 가능성 등의 예를 판단하는 간접적인 지표로 이용될 수 있다.

이상의 결과는 Hirano, Prytz, Kitzing, Bless 등에 의해 발표된 성적과 일치하는 것으로 보아 향후 스트로보스코피의 임상적 유용성을 체계화하는데 많은 도움을 줄 수 있으리라 생각된다.

이번 연구를 통해 후두 스트로보스코피의 임상적 적용과 유용성을 정리해 보면 다음과 같다.

1. 악성종양

첫째로 조기 진단 및 양성 종양과의 감별에 도움을 준다. 즉 점막 파동의 소실이나 진동하지 않는 부분이 관찰되지 않을 경우 악성 종양의 가능성을 배제할 수 있으며 만약 점막 파동 등의 소실이나 진동하지 않는 부분이 관찰되는 경우에는 일단 악성 종양을 의심할 수 있고 이 때 만성 후두염이나 백반증(Leukoplakia) 등의 경우에서도 소실 가능하므로 그 부위의 생검을 통해 감별한다. 양성 종양인 경우도 점막 파동 등의 소실을 관찰할 수 있는데 이 경우 음성을 크게 하면 점막 파동이 관찰되는 경우가 많이 있다.

둘째로 조직 생검 부위를 결정하기 어려운 경우 정확한 부위 설정에 도움이 된다.

셋째로 방사선 치료나 외과적 치료를 받은 후의 추적 조사에 많은 도움을 주는데 병의 재발시 조기 발견이 가능하다.

2. 양성종양

육안으로 식별하기 어려울 정도의 미세한 성대 결절의 조기 발견에 도움을 주며 이들 질환 중 성대 천공에 일시적으로 생기는 성대 결절과 심부까지 포함된 것과의 감별에 도움을 주어 보존적 치료와 외과적 절제의 결정에 도움을 준다.

3. 성대마비증

앞서 언급한 바와 같이 반회후두신경에 의한

성대 마비와 피열 연골 관절의 고정에 의한 성대 마비와의 감별에 도움을 주고 신경 마비에 의한 성대마비 중 자연적인 회복 가능성 등의 예후를 조기에 판정하는 데 도움을 준다.

4. 기능적 음성 질환(Functional voice disorder)

기능성 질환 중 기능 항진성(Hyperfunctional)인 경우와 기능 저하성(Hypofunctional)인 경우의 감별에 도움을 주고 이 외에도 언어 치료시나 치료 후의 성대 기능 판정의 좋은 지표로 삼을 수 있다.

5. 성대 미세 수술시 이용

수술시 제거해야 할 조직을 최소화할 수 있고 수술 후 반흔 조직 등에 의한 성대의 기능장애의 진단에 도움이 된다. 이와 함께 최근 들어 스트로보스코프를 이용한 후두 미세 수술을 실시하여 종전의 술식에 비해 만족할 만한 결과를 경험했다는 여러 보고가 있다.

6. 기 타

후두 외상이나 소아의 발성 장애를 진단할 때도 이용될 수 있고 이의 일상적인 후두 검사 소견과 실제 호소하는 환자의 음성 장애 정도와의 차이가 큰 경우 원인 규명에 도움을 줄 수 있다.

저자들은 이상에서 언급한 이 검사의 유용성을 확인함과 동시에 시행 과정에서 몇가지 문제점과 주의할 점도 아울러 인지하게 되었다.

우선 검사자의 검사법 숙지를 위해서 숙련된 훈련이 요구된다. 즉 진단의 신뢰도를 높이기 위해 우선 검사자는 다수의 정상 후두를 스트로보스코프로 관찰해서 검사안의 훈련을 쌓아야 하고, 이외 이미 녹화된 필름 특히 고속 촬영에 의한 성대 운동을 보는 것도 도움이 된다. 이후 각종 다양한 병변을 관찰해 봄으로써 검사안의 훈련을 쌓아야만 한다.

둘째로는 정상인에 있어서도 발성 방법에 따라 진동 패턴이 바뀐다는 점이다. 즉 음성을 높이면 진폭과 점막 파동이 작아지고 폐쇄기가 짧아지며 음성을 크게 하면 진폭과 점막 파동은 커지고 성문 폐쇄기가 길어진다. 또한 falsetto voice시는 폐쇄기가 없어진다. 따라서 일상적인 검사시 평상시의 강도와 높이로 지속적인 발성을 시켜야 하며 평상시와 다르게 발성할 경우는 반드시 검사자는

이를 감안하여 그 발생법을 기재해 놓아야 한다.

셋째로는 발성이 불가능한 환자나 심한 애성 환자 등은 검사하기 어려운 문제가 있고 소아나 과민성 최토 반사(Gag reflex)를 가진 환자의 경우는 정확한 검사를 실시하기 어려운 문제가 있다. 또한 검사전 국소 도포 마취를 할 경우 정상 후두 기능의 미세한 변화를 초래할 수 있다는 점도 검사자는 감안해야 한다.

넷째로는 간접 후두경을 이용하여 이 검사를 실시할 경우 지속적으로 관찰하기가 용이하지 않는데 이 점에 있어서는 저자 등이 광원 후두경(Teleryngoscope)을 이용한 결과 지속적인 검사가 용이했고 더우기 확대경이 부착되어 있어 검사의 질적 향상을 기할 수 있었다. 또한 Saito와 Yoshida등이 Fiberscope를 스트로보스코프 광원에 연결하여 사용하면서 위에서 언급한 몇가지 문제점을 보완 하는데 일조를 하였다. 우선 마취 등의 전 처치로 인한 후두 기능의 변화가 적고 또한 비강을 통해 유입시켰을 경우 기계적인 변화없이 지속적인 평상시 발성이 가능하므로 보다 더 정확한 검사가 가능하며 검사를 받는 환자도 보다 편안하게 시행받을 수 있었다. 특히 성악가, 가수 등에서 흔히 볼 수 있는 직업적인 음성 질환 환자의 진단과 치료에도 많은 도움을 주며 동시에 분비물의 흡인이 가능하고 성대에 가깝게 접근할 수 있어 선명한 시야 확보가 용이하다는 장점이 있다.

한편 스트로보스코피를 포함한 대부분의 후두 검사의 단점으로 생각할 수 있는 것 중의 하나로 객관적인 기록이 힘들다는 점을 들 수 있는데 이 문제는 Cinematography와 Video-tape recording등을 이용함으로써 해결할 수 있는 데 Saito와 Yoshida등은 이들 방법을 외래에서 쉽게 이용할 수 있게 보완 발전 시켰다. 저자 등도 앞서 언급한 바와 같이 Video-tape recording을 도입하여 만족할 만한 결과를 얻었으며 그 결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 검사자가 환자에게 발성시의 성대 움직임을 보여 줌으로써 병변의 충분한 이해를 도모할 수 있고 둘째, 여러 전문의 들 간의 정보 교환이나 교육 등의 중요한 자료로 이용할 수 있으며 셋째, 치료 전, 후를 비교함으로써 치료 효과의 판정을 객관적으로 할 수 있다는 면에서 도움을 주었다.

최근 들어 신경이완마취법(Neuroleptic analgesia) 하에서 스트로보스코피 미세수술(Stroboscopic microsurgery)을 시행함으로써 성대 진동을 직접 관찰하면서 수술을 시행하여 술후 음성 개선의 성적이 종래의 방법에 의한 경우보다 좋은 결과를 경험했다는 여러 보고가 있었으며 현재에도 후두 스트로보스코피의 임상적 유용성을 높이 기위한 많은 노력이 기울여 지고 있어 이분야의 많은 발전이 기대된다.

결 론

저자 등은 최근 약 7년간 총 388명의 각종 후두 질환 환자를 대상으로 후두 스트로보스코피를 실시하여 다음과 같은 임상적 유용성을 알 수 있었다.

1) 후두 종양의 감별 진단에 유효하게 이용할 수 있으며 향후 치료 방침의 선택 등에도 도움을 주며,

2) 성대마비 환자의 진단 및 예후 판정에도 이용 가능하며,

3) 기능적 발성장애, 소아의 음성 질환 등 임상적인 검사로 진단하기 어려운 경우에 유용하게 이용될 수 있었으며,

4) 후두 미세수술시에도 이용하여 술후 결과를 향상시킬 수 있었다.

아울러 video recording을 동시에 시행하여 기록을 남김으로써 그 유용성을 높이는 결과를 얻었다.

References

- 1) 이경재 · 김광문 · 김기령 등 : 후두 질환별 음성의학적 고찰. 한이인지 26 : 650-661, 1983
- 2) Bless BM, Hirano M, Feder RJ : Videostroboscopic evaluation of the larynx. Ear Nose and Throat Journal 66 : 48-58, 1987
- 3) Fex S : Judging the movements of vocal cords in laryngeal paralysis. Acta Otolaryng. Suppl 263 : 82-83, 1970
- 4) Fex S, Elmqvist D : Endemic recurrent laryngeal nerve paresis. Acta Otolaryng 75 : 368-369, 1973

- 5) Hirano M, Nozoe I, Shin T, et al : *Vibration of the vocal cords in recurrent laryngeal nerve palsy, A stroboscopic investigation. Pract Otol* 65 : 1037-1047, 1972
- 6) Hirano M : *Morphological structure of the vocal cords as a vibrator and its variations. Folia phoniat* 26 : 89-94, 1974
- 7) Hirano M : *Examination of vocal folds vibration. Clinical examination of voice, 44-54, Spinger-Verlag wien New York, 1981*
- 8) Kitzing P : *Stroboscopy-a pertinent Laryngological examination. J Otolaryngol* 14 : 151-157, 1983
- 9) Lambert JA : *Microlaryngeal surgery with neuroleptanalgesia and local anesthesia. Arch Otolaryngol* 94 : 151-152, 1971
- 10) Mareev VM, Papshitsky YA : *Stroboscopy in hyperplastic and tumor process of the larynx. Vestn Otorhinolaring* 34 : 71-75, 1972
- 11) Oertel MJ : *Das Laryngo-Stroboskop unt die laryngostroboskopische Untersuchung. Arch Laryng Rhin* 3 : 1, 1895
- 12) Padovan IF, et al : *Indirect microlaryngostroboscopy. Laryngoscope* 83 : 2035-2041, 1973
- 13) Peter WA : *The diagnostic role of laryngeal stroboscopy. Otolaryngologic clinic of North America* 11 : 347-354, 1978
- 14) Prytz S : *Laryngostroboscopy. Bruel and Kjer, Denmark*
- 15) Rakhmilevich AG, Lavrova EV : *Phonodic therapy and stroboscopy of patients with affection of the inferior laryngeal nerve. Vestn Otorhinolaring* 33 : 10-12, 1971
- 16) Saito S, Fukuda H, Kitahara S : *Stroboscopic microsurgery of the larynx. Arch Otolaryngol* 101 : 196-201, 1975
- 17) Saito S : *Basic study on the mechanism of phonation and endolaryngeal microsurgery. Otologia* 23 : 174-384, 1977
- 18) Saito S, Fukuda H, Kitahara S, et al : *Stroboscopic observation of vocal fold vibration with fiberoptics. Folia phoniat* 30 : 241-244, 1978
- 19) Timcke R, Von Leden H, Moore P : *Laryngeal vibrations : Measurements of the glottic wave I. Arch Otolaryng* 68 : 1-10, 1958
- 20) Timcke R, Von Leden H, Moore P : *Laryngeal vibrations : Measurements of the glottic wave II. Arch Otolaryng* 69 : 438-444, 1959
- 21) Von Leden H : *The electronic synchron-stroboscope. Ann Otol* 70 : 881-893, 1961
- 22) Yoshida Y, Hirano M, Nakajima T : *An improved model of laryngo-stroboscope. Otolaryngol* 49 : 663-669, 1977
- 23) Yoshida Y, Hirano M, Nakashima T : *A videotape recording system for laryngostroboscopy. J Jpn Bronchoesophagol Soc* 30 : 1-5, 1979