

4

후두스트로보스코피의 원리와 임상응용 (Principle of the Laryngostroboscopy and Its Clinical Application)

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실
음성언어의학연구소

김 광 문

서 론

보통사람의 성대는 일상회화중 1초에 100~300번의 진동을 하며 노래를 하는 경우는 1,000번 이상도 진동하게되므로 우리의 육안으로는 그 자세한 진동상태를 관찰할 수가 없어 특수한 기기를 사용해야만 한다. 현재로서 사용되는 특수기기로는 후두스트로보스코피(laryngostroboscopy), 초고속영화법(ultra high speed photography), 그로토그라피(glottography) 및 카이모그래피(kymography) 등이 있다. 이중 초고속영화법은 1초에 3,000회 이상의 성대진동상을 촬영할 수 있어 연구 및 교육에 대단히 유용한 기기이나 가격이 바싸고 그 data를 분석하는데 시간이 많이 걸려 일반임상검사로서는 부적당하며 그로토그라피는 성대자체를 직접 관찰하는 것이 아니고 그 관측결과를 그래프로 나타내주는 기기로서 이에 초음파, 광전 및 전기를 이용하는 방법등이 있다. 또한 카이모그래피는 최근 그 영상이 많이 좋아지긴 했으나 아직은 실용화에서 여러가지 문제가 있다. 스트로보스코피는 임상에서 가장 유용하게 많이 쓰이는 방법이다. stroboscopy라는 말은 그리스어 Strobos(to rotate)와 Skopos(target)에서 그 어원을 찾을 수 있으며 이는 주기적으로 빠르게 움직이는 물체를 정지상태나 서서히 움직이는 상태로 우리눈에 보이게하는 장치이다.

성대진동에 관한 Parameter와 용어

정상적인 성대의 진동상태는 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

1. Horizontal excursion of the edge of the vocal folds

성대연의 횡방향에의 움직임을 일정한 단면에서 시간변화에 따라 그래프로 그린것이다 (Fig. 2A).

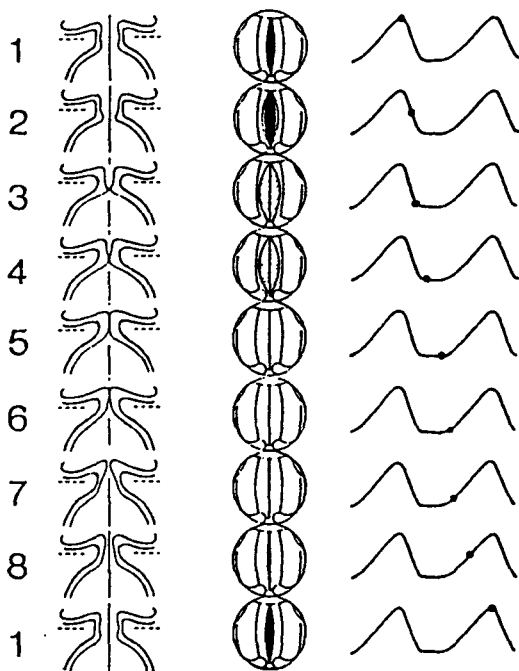
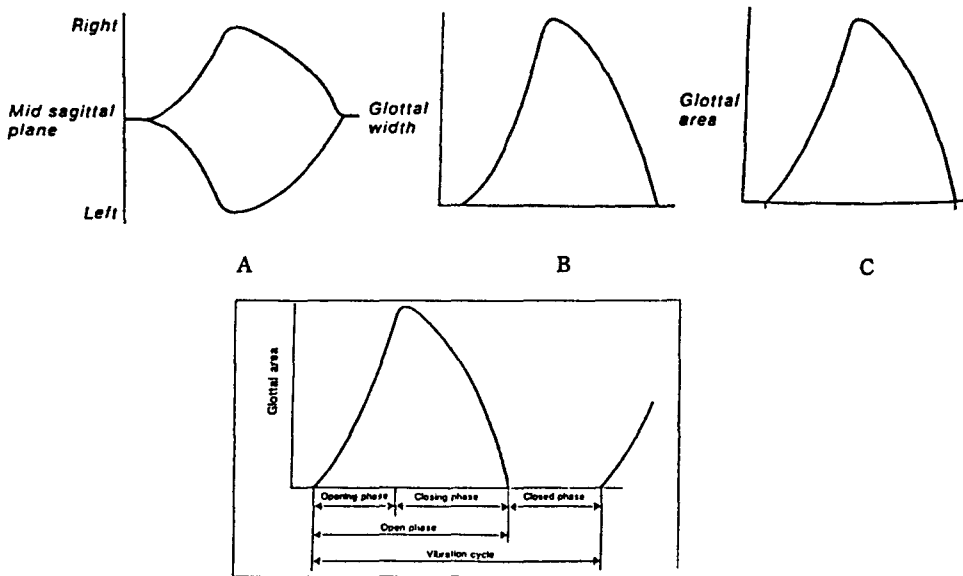


Fig. 1. Vocal fold vibration pattern during phonation.
 Left column : frontal section
 Middle column : view from above
 Right column : waveform of glottal area



A. Horizontal excursion B. Glottal width C. Glottal area
 D. Vibratory cycle of the glottal area

Fig. 2. Phases in one vibratory cycle.

2. Waveform of the glottal width

일정한 단면에서 양성대연의 거리 즉 성대폭의 변화를 시간의 변화에 따라 그래프로 그린것이다(Fig. 2B).

3. Waveform of the glottal area

양측 성대의 성대연에 둘러싸인 공간 즉 성문의 변화를 시간의 변화에 따라 그래프로 그린것이다(Fig. 2C,D).

4. Fundamental frequency

1초동안에 있는 성대의 진동회수를 기본진동수라 하며 Hz로 표시한다.

5. 정상성대진동의 패턴(Fig. 3)

정상인의 성대진동상태에는 3가지의 전형적인 패턴이 있다. 즉 falsetto, modal voice 및 vocal fry이다.

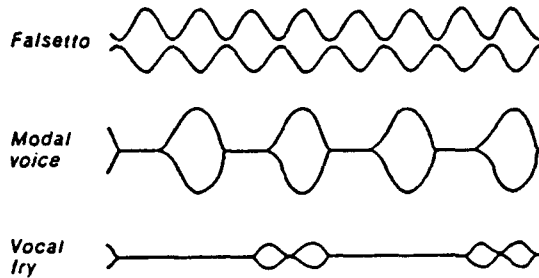


Fig. 3. Typical vibratory patterns of normal vocal folds.

원 리

스트로보스코피는 일종의 눈의 착시(optical illusion)현상이다. 사람의 눈에 영상이 노출되었을때 0.2초동안은 망막에 잔상이 남는 Talbot법칙에 의한 현상으로 이원리를 이용해 단속(斷續)하는 광원으로 진동하는 물체를 관찰하는 것이다. 최초의 스트로보스코피는 1895년 Oertel disc에 구멍을 뚫어 이를 회전시켜 광원을 단속적으로 보내 물체의 이동을 관찰하였다(Fig. 4).

진동하는 물체를 이 스트로보스코피 디스크를 통해 나오는 빛만으로 보면, 광원의 단속의 시간이 진동회수와 같을 경우 그 물체는 정지된 상태로 보일것이고(Fig. 5A) 그 단속이 진동회수보다 길어지면 그 물체는 서서히 움직이는 것처럼 우리눈에 보이게 된다(Fig. 5B).

같은 원리로 후두스트로보스코피에 서는 성대의 기본진동수(fundamental frequency)와 같은 회수로 발광(發光)을 동기화(synchronization)시키므로서 발성중에 계속해서 진동하는 성대를 어느 한 상위점에서 정지된 상태로 볼 수가 있다. 또한 이때에 기본 진동수보다 약간 적은 회수로 발광시키면 매 사이클마다 보이는 위상점이 조금씩 늦어지기 때문에 성대의 움직임이 스로우모션(slow motion)으로 관찰되며 또한 같은 회수로 발

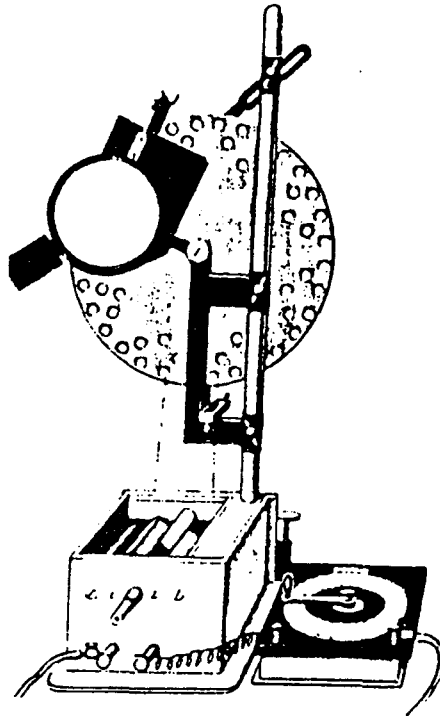


Fig. 4. Disc stroboscope by Oertel.

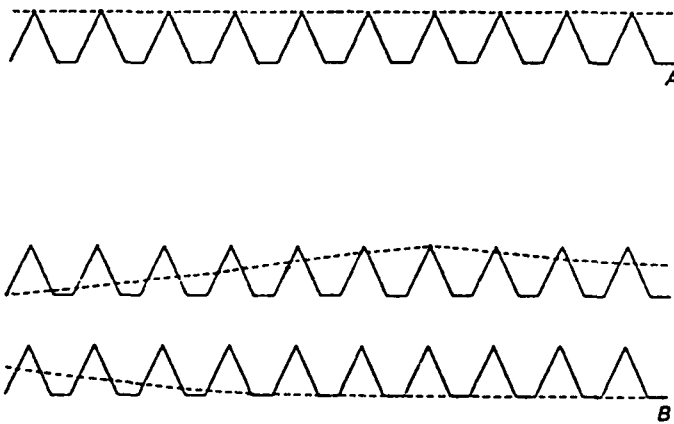


Fig. 5. Schematic presentation of the principle of stroboscopy.
 A. Equal vibration period and flash interval(motionless image)
 B. Longer flash interval than vibration period(slow motion)

광시켰을 경우에도 그 발광하는 시점의 위상을 이동시켰을 때에는 같은 스톱모션의 효과를 나타낸다. 실제로 검사에 있어서는 스트로보스코프에 부착되어있는 마이크로폰을 환자의 목앞부분에 대거나(contact microphone), 입에대면(open microphone) 음성의 기본주파수가 전자파(electronic pulse)로 변화되며 이를 제논광원(xenon lamp)에 전도시키면 같은 회수로 섬광이 반복해서 발광하여 이 빛을 이용해서 성대를 관찰한다.

Table 1. Chart for Stroboscopy

Stroboscopic findings :

1. Fundamental frequency _____ Hz.
2. Symmetry
 - (1) symmetrical
 - (2) asymmetrical
 - i. in amplitude (+, -) (R L)
 - ii. in phase
3. Regularity(periodicity)
 - (1) regular
 - (2) irregular
 - (3) inconsistent (sometimes regular, sometimes irregular)
4. Glottic closure
 - (1) complete
 - (2) incomplete
 - (3) inconsistent(sometimes complete, sometimes incomplete)
5. Amplitude
 - Right (1) great (2) normal (3) small (4) zero
 - Left (1) great (2) normal (3) small (4) zero
6. Wave
 - Right (1) great (2) normal (3) small (4) absent
 - Left (1) great (2) normal (3) small (4) absent
7. Non-vibrating portion
 - Right (1) none (2) occasionally, partially (3) always, partially
(4) occasionally, entirely (5) always, entirely
 - Left (1) none (2) occasionally, partially (3) always, partially
(4) occasionally, entirely (5) always, entirely
8. Other findings
 - (1) none (2) noted :

관찰 항목(Table 1)

1. 기본진동수(기본주파수, Fundamental Frequency)

스트로보스코프에 부착된 지시기에 나타난다.

검사중 주파수가 흔들리는 경우가 있는데 그때에는 그 변화의 폭을 기재해 놓는다.

2. 양측성대의 대칭성(Symmetry)

대칭성 혹은 비대칭성인가를 관찰하고, 만일 비대칭성인 경우에는 진폭(amplitude)과 위상(phase)중 어느것이 비대칭성인가를 관찰해야 한다.

3. 진동의 규칙성(Regularity)

연속적으로 일어나는 성대진동이 규칙적인가를 관찰한다.

실제 관찰시 pedal 를 고정해 놓아도 성대가 정지상태로 보이지 않으면 규칙성이 상실된 것이다.

4. 성문폐쇄(Glottal Closure)

진동중 성문이 완전히 폐쇄되는가를 관찰하는것으로 불완전폐쇄시는 그 성문의 모양을 그려놓는 것이 좋다.

5. 진 폭(Amplitude)

양성대 각각의 그 최대진폭을 대, 정상, 소, 무등으로 관찰기록한다.

6. 점막파동(Mucosal Wave)

성대의 점막파동 유무 및 정도를 관찰한다.

7. 진동이 없는 부위(Non-Vibrating Portion)

진동이 없는 부위가 있는 경우 그 부위와 항상 진동이 없는지 가끔 없는지등을 관찰한다.

8. 기 타

상기한 항목이외에 특수한 소견이 있는지를 기록한다.

예를들면 “우측성대가 정중선을 넘어 간다” 등.

검사시행시의 주의사항

1. 검사자의 검사안의 훈련 : 다수의 정상인의 후두를 스트로보스코프로 관찰해서 훈련하고 특히 고속영화에 의한 필름을 보면 도움이 된다. 그후 각종 병변을 관찰해 검사안의 훈련을 쌓아야 한다.
2. 정상인에 있어서도 발성방법에 따라 진동패턴이 바뀐다.
음성을 높이면(high pitch) 진폭과 점막파동이 작아지고 폐쇄기가 짧아지며 음성을 크게하면(loud voice) 진폭과 점막파동은 커지고, 성문폐쇄기가 길어진다.
falsetto voice시는 폐쇄기가 없어진다.
3. 환자에 따라서는 후두경검사는는 평상의 발성과 다르게 발생하므로 검사자는 이를 감안해야하고, 그 발성법을 기재해놓아야 한다.
예를들면 “The voice was strained during stroboscopy” 등.

후두스트로보스코피의 유용성

1. Early detection of laryngeal cancer in cases of dysplasia, leukoplakia, hyperkeratosis, chronic laryngitis or edema where the suspected area may be evaluated.
2. Determine the precise site for biopsy.
3. In some suspicious cases correct diagnosis can be made without biopsy.
4. Detailed examination eliminating need to palpate larynx thereby avoiding full anesthesia.
5. Follow-up of radiation therapy or surgery for laryngeal cancer.
6. Evaluation of vocal dysfunction especially scars on vocal folds after operation of benign

lesions.

7. Evaluate immobility or paresis.
8. Early detection of remission of recurrent nerve paralysis.
9. Diagnosis of Partial Recurrent Paresis.
10. Diagnosis of hyper-and hypofunctional vocal dysfunction.
11. Assessment of vocal function during or after speech therapy.
12. Evaluation or diagnosis of hoarseness in childhood.
13. Early detection of vocal fold nodules in voice disorders.
14. Care of the professional voice.

References

- 1) 平野實：聲帯の振動状態に関する検査 聲の検査法. p79-103. 醫齒薬出版株式会社, 1979
- 2) Bless DM, Hirano M, Feder RJ : *Videostroboscopic Evaluation of the Larynx. Ear, Nose and Throat Journal* 66 : 48-58, 1987
- 3) Hirano OM : *Examination of Vocal Fold vibration, Clinical Examination of Voice, p44-54, Springer-Verlag Wien New York*
- 4) Kitzing P : *Stroboscopy-a pertinent laryngological examination. J. Otolaryngol* 14 : 151-157, 1985
- 5) Kitzing P : *Stroboscopy-a pertinent laryngeal examination. The Journal of Otolaryngology* 14 : 151-157, 1985
- 6) Kim GR, Hong WP, Kim KM and Lee KJ : *Phoniatical Evaluation of Various Laryngeal Disorders. ACTA Phonia*
- 7) Von Leden H : *Larynx-Measurement of Function. Scientific Foundation of Otolaryngology. pp574-691. Chicago. A William Heineman Medical Books Publ, 1976*
- 8) Prytz S : *Laryngostroboscopy, Bruel & Kjaer, Denmark*