

喉头仪(Electroglottography)

尹基德、吉永郁代

1. 喉头仪的特点和原理

喉头仪 (Electroglottography¹, 简称是EGG) 的基本原理, 把一双电子感应片分别固定在喉结两边, 开电流从一个电子感应片发送, 另一个接收, 然后处理器把所测到的电流变化形状同时显示而纪录。喉头仪的特点就是对身体完全无害。在它的动作原理上只用小量的电流, 被试者不会感觉到电流的刺激。在 1957 年Fabre起初使用喉头仪以来, 喉头仪在嗓音研究和医疗方面广泛使用。



图1) 喉头仪

图2) 中最上面的图指的是喉头部分, 表面的两个黑色的是喉头仪的两个电子感应片(电极), 两个电子感应片之间复数的细线指的是喉头仪的测定范围。为了避免伤害身体或者过敏的生理反应, 需要保持低电流。在一般情况下, 除非电流很强, 感觉不到高频率。因此在喉头仪使用微弱的高频交流电, 测量组织的阻抗。声门是空气充满的空间, 空气是一种电流不容易通过的媒体。所以声门打开时两个电极之间的电气阻抗值上升, 声门关闭时下降。电极流动不是一个方向, 电流的流动难推测, 即电流不仅经过声带, 而它经过其他组织。结果声带开关时的阻抗值差异达到喉头整

个电极的 1~2%。喉头仪把喉头周边的动态做最小化, 把声门信号做最大化来显示。

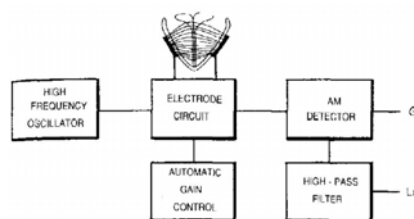


图2) 喉头仪装置的结构 (Baken, 1992)

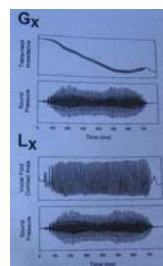


图3) Gx 和 Lx(高频处理后)

图4) 表示喉头仪信号和声门开关的关系。喉头仪信号反映出声带接触情况。

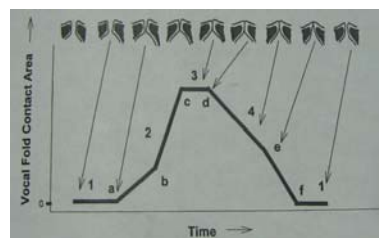


图4) 喉头仪信号和声门开关的关系(Baken,1992)

2. 喉头仪信号的可信度

喉头仪信号跟其它声门测量方法的对比研究不少。这些研究明确喉头仪信号和声带运动的关

¹喉头仪测量的是声带的接触区间, 所以严格来说 Laryngography 比 Electroglottography 更准确。

系。

下面的图 5)、图 6)、图 7) 表示 stroboscopy 测的声带振动形状和同时喉头仪信号之间的对应。图 5) 是正常嗓音的表现。喉头仪信号的曲线上突然上升表示声带的关闭。从喉头仪信号和声压来可以限定声带的接触段，加上能够分开声门上和声门下的共鸣。在连续照片的第 7、8 张上看到的粘膜波动是在正常嗓音常见的特点。图表 6 的气嗓音的特点之一是其长开相。长开相引起减少共鸣。气嗓音的关闭相没有正常嗓音的快速度。图表 7 的假声的特点是声带的伸长、粘膜波动的欠缺、喉头仪信号的正弦曲线。声带关闭速度比较慢，结果把高频减低，产生很简单的声波。

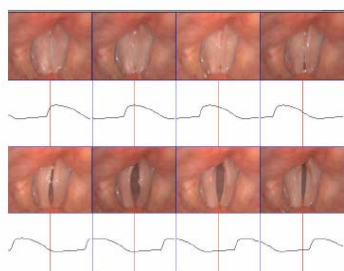


图 5) 正常嗓音; 男性 120Hz (Fourcin)

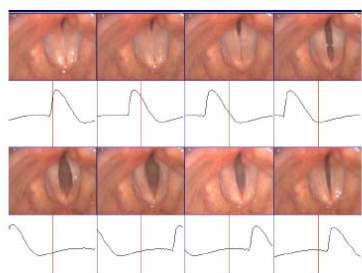


图 6) 气嗓音; 男性 105Hz (Fourcin)

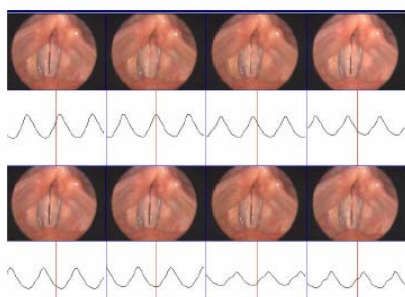
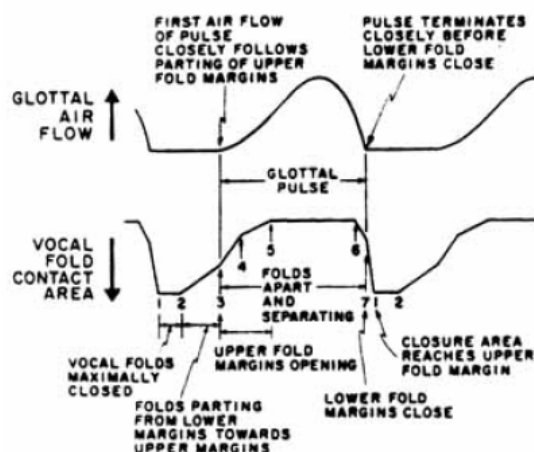


图 7) 假声; 男性 323Hz (Fourcin)

下面图 8) 指的是喉头仪信号的倒谱和声门气流的关系。声门脉搏的结束部分对应于声带接触开始锐减的部分(图表 8 种第 7 地点), 即可以说第 7 地点是声带接触的开始点。从第 2 点到第三点, 声门气流是平的, 一方喉头仪信号有变化。这阶段是声带从下部慢慢地开始打开的阶段或者说声带没有接触但非常接近状态。总之从第 3 点到第 7 点是声门打开的阶段, 从第 7 点到第 3 点是声门关闭的阶段。



图表 8 喉头仪信号的倒谱和声门气流的关系 (M.Rothenberg,1979)

喉头仪信号和其它声门测量方法之间的对比研究结果支持喉头仪信号和声带的实际运动状况有密切的对应关系。不过, 对喉头仪信号的可信度也有怀疑的看法。Baken(2000)指出喉头仪信号本身是声带接触的显示, 缺乏声门开放以后情况的信息, 不能被运用于声门宽度有关的研究。开商, 速度商等的参数, 只有在正常嗓音的研究上确保一定的可信度。但其它非正常发声类型来说, 不能同一个分析方法来对比。

3. 喉头仪信号分析方法

声门开关的一个周期可以分成闭相 (Closed

Phase) 和开相 (Open Phase) 的两个阶段。

闭相: 从声门关闭点到声门开启点。

开相: 从开启点到关闭点。

图表 9 指的是关闭点 (contacting event) 和开启点 (de-contacting event)。

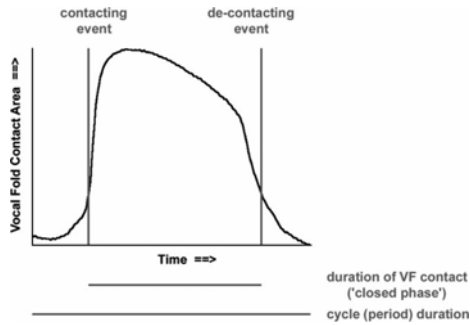


图 9) 定接触点测接触商(Herbst,2004)

闭相可以分成关闭相 (Closing Phase) 和开启相 (Opening Phase)。

关闭相: 从关闭点到喉头仪信号最高点的阶段。

开启相: 从喉头仪信号最高点到开启点。

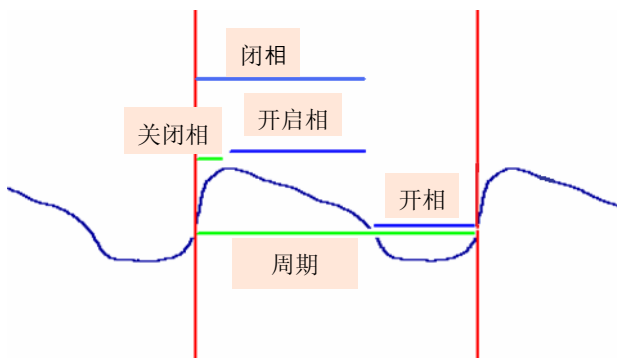


图 10) 喉头仪信号主要参数

在语音研究当中主要使用的参数有接触商, 接触商 (Contact Quotient), 开商 (Open Quotient)、速度商 (Speed Quotient)。

$$\text{接触商} = \text{闭相} / \text{周期}$$

$$\text{开商} = \text{开相} / \text{周期}$$

$$\text{速度商} = \text{开启相} / \text{关闭相}$$

关于采取喉头仪信号参数的方法以往有不少讨论, 为了测量开商或者接触商时的接触点和开启点的设定是其讨论之一。每个发声类型的声带关闭和开启的斜率趋势是不一样的, 当设定接触·开启点时需要注意这一点。下面介绍一下三个主要分析方法。

3.1 尺度方法(criterion-level method)

Rothenberg 的 ‘尺度方法(criterion-level method)’ 是喉头仪信号的最大值和最小值为标准, 设定 20~50% 内一定的尺度, 照此决定开启/关闭点。Kay Real-time EGG analysis 照 Rothenberg 的定义, 算出的是 ‘相对接触 (relative vocal fold abduction)’。不同研究设定不同尺度, 因而它们之间的直接对比没有意义。

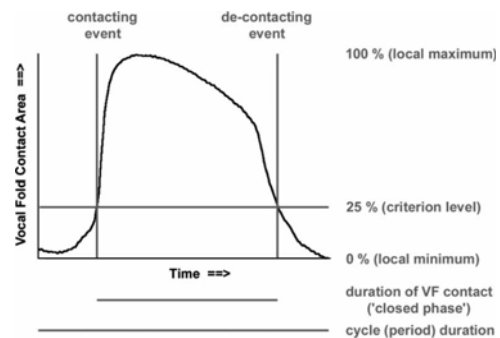
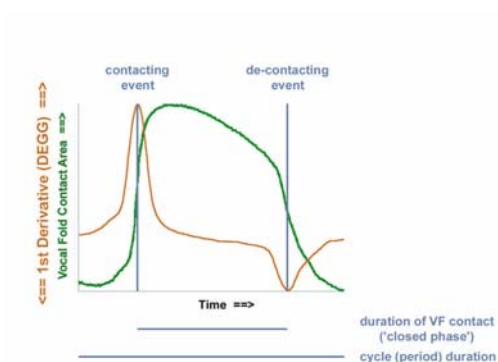


图 11) 用尺度方法测接触点和开启点(Herbst,2004)

3.2 喉头仪信号微分方法

Childers et al.(1986)运用的是喉头仪信号微分 (Derivative-EGG, 简称是 DEGG)方法, 就是用 EGG 的一阶导数 (微分) 测出声门的关闭点和开启点的方法。Henrich et al.(2004) 的 DECOM(Derivative-EGG Correlation-based method for Open quotient Measurement)是微分信号上的上下峰(opening/closing peak)对应于声门的关闭点和开启点的方法。这些研究证明喉头仪微分信号的上下峰相当准确地反映声门的关闭点和开启点。



图表 12 微分信号上的接触点和开启点(Herbst,2004)

3.2.1 微分方法的问题

虽然以喉头仪微分信号的上下峰为关闭点和开启点是最理想的，但在主要三个情况下遇到问题：(1) 下峰不明确、(2) 上下峰的双峰情况、(3) 高频噪音。参照图 13)。

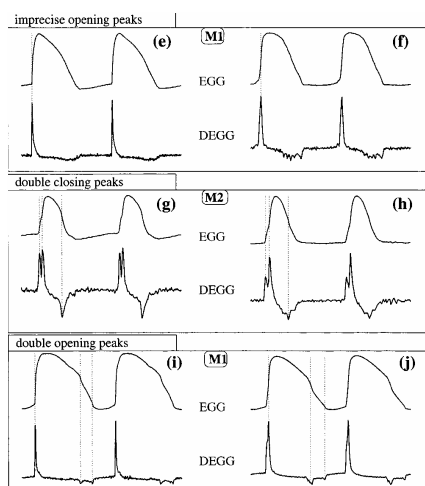


图 13) 喉头仪信号和其微分信号 (Henrich, 2003)

3.3 混合方法(hybrid method)

Howard(1990, 1995)的混合方法(hybrid method)是关闭点以喉头仪微分信号的上峰为标准，开启点以尺度方法为标准，测量声门的关闭点和开启点的方法。

4. EGG 有关代表性的研究

4.1 喉头仪的原理与使用方法

Childers and Krishnamurthy(1985)

I.R Titze(1990)

Baken(1992)

Baken and Orlikoff(2000)

4.2 喉头仪信号的可信度问题(喉头仪信号跟其它声门测量方法的对比研究)

Fourcin(1974)

Lecluse et al.(1975)

Pedersen(1977)

Teaney and Fourcin(1980)

Anastaplo and Karnell(1988); Karnell(1989)

Baer et al.(1983a)

Childers et al.(1983b,1984,1990); Childers and Krishnamurthy(1985); Childers and Larar(1984)

Baer et al.(1983a,b)

Berke et al.(1987)

Dejonckere(1981)

Gerrat et al.(1988)

Kitzing(1977, 1983); Kitzing et al.(1982)

Titze et al.(1984)

Fourcin(1981)

Rothenberg(1981); Rothenberg and

Mahshie(1988)

4.3 喉头仪信号分析方法

Childers et al.(1986)

Howard(1990, 1995)

Henrich et al.(2004)

C. Herbst(2006)

4.4 运用喉头仪的噪音研究

孔江平(2001)

Askenfelt et al.(1980)

Kitzing(1982)

Lecluse(1977)

Lecluse and Brocaar (1977)

Roubeau (1993); Roubeau and Castellengo

(1993); Roubeau et al.(1987)

Henrich et al.(2004)

(www.laryngograph.com, 英国)



4.5 喉头仪的噪音研究历史

Raymond H. Colton and Edward G. Conture

(1990)

5. 喉头仪产品

目前已有几个研究单位和医疗仪器商推出的喉头仪设备，这里介绍 4 种仪器和它们的网站。

5.1 F-J Electronics Portable

(www.f-jelectronics.dk, 丹麦)



5.2 Glottal Enterprises

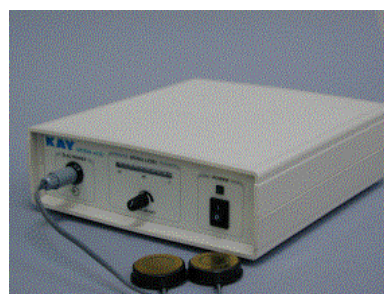
(www.glottal.com, 美国)



5.3 Laryngograph Ltd.

5.4 KayPENTAX

(www.kayelemetrics.com, 美国)



参考文献

孔江平, 论语言发声, 中央民族大学出版社, 2001.

Alan M.Smith, D.G. Childers, Laryngeal Evaluation Using Features from Speech and the Electroglottograph, IEEE Transactions on biomedical engineering, 1983;30;11:755-759.

Childers et al., A model for vocal fold vibratory motion, contact area, and the electroglottogram, Journal of Acoustic Society of America, 1986.

R.J.Baken, Robert F.Orlikoff, Clinical Measurement of Speech and Voice, 2000:413-427.

M.Rothenberg, Some Relations Between Glottal Air Flow and Vocal Fold Contact Area, Proceedings of the Conference on the Assessment of Vocal Pathology, ASHA Reports, 1979;11:88-96.

Henrich,N., On the use of the derivative of electroglottographic signals for characterization of nonpathological phonation, Journal of Acoustic Society of America, 2004.

I.R Titze, Interpretation of the Electroglottographic Signal, Journal of Voice, 1990; 4;1:1-9.

Fourcin, A.J. Precision stroboscopy, voice quality and

Electrolaryngography.

David M.Howard, Geoffrey A.Lindsey, and Bridget Allen,
Toward the Quantification of Vocal Efficiency, *Journal of
Voice*, 1990; 4;3:205-212.

David M.Howard, Variation of Electrolaryngographically
Derived Closed Quotient for Trained and Untrained Adult
Female Singers, *Journal of Voice*, 1995; 9;2:163-172.

Henrich,N.,R,Bernard.,and Castellengo,M., On the
electroglottography for characterization of the laryngeal
mechanisms, *Proceedings of the Stockholm Music
Acoustics Conference*, 2003.

M. Rothenberg, Some Relations Between Glottal Air
Flow and Vocal Fold Contact Area, *Proceedings of the
Conference on the Assessment of Vocal Pathology, ASHA
Reports*, 1979;11:88-96.

M. Rothenberg and James J. Mahshie, Monitoring Vocal
Fold Abduction Through Vocal Fold Contact Area,
Journal of Speech and Hearing Research,
1988;31:338-351.

Ronald J. Baken, Electroglottography, *Journal of Voice*,
1992; 6;2:98-110.

R.J.Baken, Robert F.Orlikoff, *Clinical Measurement of
Speech and Voice*, 2000:413-427.