排膿(+)のものに25%もある。

従來の公式にあてはまるものはWeber法では約1/2, Rinne法で2/3に過ぎない。

平衡器の機能検査

單脚直立並に梁木検査では、難聴度の大なるにつれて動搖性も大となる。

廻轉後眼振は、健康兒、耳管狹窄兒、兩側耳疾患は何れも輕度ではあるが右耳の興奮性が強く、片側耳疾患では患耳が反対耳に比して大である。

廻轉後偏示検査で、偏示の方向は眼振緩徐相のものが多く、廻轉數の増加に伴つて其頻度も大となる。

偏示距離では、廻轉側腕は反対側腕に比べて大であるが、偏示角は小となる。又廻轉數の増加に伴い、

左右腕の差、即ち開きは、偏示角に於ては難聴度の強いほど著明であるが、偏示距離は排膿(+)のものを除いては明かでない。

學業並に智能成績は、難聴の度の強いものほど不良者が多く、比胸圍並に比體重には小なるものが多い。

稿を終るに臨み終始御懇切な御指導と御校閱を賜つた恩師鳥居教授に衷心から深謝する。

文献省略

(原稿到着=昭和25.12.23日)

H. OZAKI, M.D.: EXPERIMENTAL STUDY ON THE AIR VOLUME EXPIRED WHILE PHONATION

發聲時呼氣量に関する實驗的研究(前編)

東京大学医学部耳鼻咽喉科学教室(主任 切替一郎)

(音声学部門 颯田講師)

医学士 尾崎 將
オザキ ヒトシ

目次

1. 緒言 2. 実験 3. 成績

1. 緒言

發聲時呼氣量に関する研究は Roudet (1900) 以來 Rouselot, Gutzmann, Zwaardemaacker, Kickhefel, Fröschels, Hülse 等によつてなされて來たが、其當初にあつては未だ電氣學の進歩發達を見ず、聲の強さ測定のための二次的研究に過ぎなかつた。即ち當時聲の強さ測定に對する適切な方法無きため Roudet 等は呼氣量の大小によつて聲の強さを數的に表わそうとしたのである。爾來年と共に漸次二次的研究の域を脱し、發聲機構開明の一環として研究せらるゝに到つた。今之等先人の實驗方法を見るに何れも簡單なる力學的裝置を使用せるものにして、爲に研究又一定範圍に局限せられ詳細なる觀察はなし得なかつた。従つて従來の研究は主

として呼氣量平均値を求むるに止まり、發聲中の呼氣量變動に關しては殆ど顧みられなかつた。

著者は熱線風速計(Hot wire anemometer)を應用し、白金熱線が冷却せらるゝ際に抵抗變化を起すことを利用、呼氣量を電流變化に換えて測定した。之によつて呼氣量平均値を求め先人の成績と比較せしのみならず併せて發聲經過中に於ける變動をも觀察した。

2. 實驗

1. 實驗裝置 第1図の如くホイートストーン橋を利用し呼氣により「ホ」橋一脚 r_1 に抵抗變化を起し此爲め B C 間に生ずる電流變化をオシログラフに撮影した。即ち、「ホ」橋が平衡状態にある場合 C 内の空氣に流動がなければ平衡は破れないが、發聲により呼氣が C 内を流動すれば r_1 は熱をうばはれ抵抗變化し従つて「ホ」橋の平衡破れ B C 間に

第 1 圖

白金線 r_1, r_2 は長さ 24mm 直径 0.02mm $r_3 = 3\Omega$, r_4 は摺動抵抗, $r_5 = 0.6\Omega$, G_1 ミリアンメーター, G_2 アンメーター (常に 0.6A を示す如く r_5 により調節). 電源 12V M_1, M_2 はマイクログラフ

電流が流れる。オシログラフの上に得らるゝものは電流変化である。

2. 予備実験(電流変化と呼氣量の關係) 第1図円筒 C の先端に第2図の如くゴム壺 V を接続して発声すれば発声中呼出された空氣は V 中に集まる。此際声の高さ強さを一定に保ち且つ S を通じて G_1 を注目し常に指針が發声当初の偏差 p を示すよう呼氣を調節する。發声が終ると同時に鉗子を以て R を挟み之を B に接続す。B 内の水を排除すれば V より B に空氣移動し V 内容全く排除せられた時にマノメーターは陰圧を示す。此時迄に排出された水の容量 m を發声時間を以て除せば偏差 p を起さし

第 2 圖

める平均呼氣量を得る。偏差 p をして種々の値をとらしめ第3図の如き曲線を得た。

第 3 圖

3. 本実験。被験者は 19~34 才の健康なる男女にして声樂の専門的教育を受けざるもの各 10 名及び 45 才の男子聲樂家 1 名である。予めピアノにより被検査の声域を決定し、其上下音界及び兩者の中間音をとり高音部、低音部、中音部を代表させた。又別に談話調にて靜かに話をし其際用いたる話声の中間音を以て話声位とした。尚上下音界は、音樂的な声にして弱聲 (p), 中強聲 (mf), 強聲 (f) を區別し得る最高最低音を以てした。実験項目は、低中高各音部に於て p, mf, f を以てアを、mf を以てイ

ウエオを、話声位にては mf を以てアイウエオを各別々に合計 26 回発声せしめた。男子声楽家の声種はテノールにして声域は B-b' なるも歌唱時には多く c-e' の間を用うるため両者を分けて測定した。

被検者装面後所定の音高音強を以て任意の時期に発声せしめるが、発声時間は一定とせず樂に発声し得る限度内とし時間経過と共に吸氣の必要を感じるに到れば発声を終了せしめた。

4. 記録の処理。以上の実験によつて呼氣量を算定

するに当り予めオシログラフの偏差と G_1 の偏差との関係を求めねばならぬ。実験の都度 r_1 を調節することにより G_1 をして 0.2, 0.4, 0.6mA を示さしめ、各々に相当する基線よりの偏差 A, B, C を画かせれば、 $A:B:C=1:2:3$ にして G_1 の 0.1mA の変化についてオシログラフは A/2 の偏差を起すを知る。

第 4 図は 1 回の発声によるオシログラフにして、 $S/1=A/2$ は G_1 の平均電流偏差を示し第 3 図より

第 4 圖

H は G_1 の電流変化（呼氣量の変化）、T は時間、K は声を示す。S は α, H, X, H の基線に囲まれた部分の面積を示す

当該区間の平均呼氣量 V を得る。各区分毎に V を得れば全平均呼氣量は $(t_1 V_1 + t_2 V_2 + \dots) \div (t_1 + t_2 + \dots)$ にて求められる。（ t は区間相当時間）

3. 成績

1. 聲の強さと呼氣量

男女の各平均値は $p < mf < f$ となり（第 1 表）聲の強さの増加に伴つて呼氣量も増加す。各個人別に

第 1 表

		低	中	高	平均
男	p	140.1	140.0	141.7	140.6
	mf	149.1	146.6	174.8	156.8
	f	173.1	181.6	205.6	186.7
女	p	124.8	143.4	150.4	139.5
	mf	128.4	148.9	171.8	149.7
	f	126.4	141.8	191.3	153.1

各音部に於ける関係を統合すれば（第 2 表）、 $p < mf$

第 2 表

	低	中	高	計	%
$p < mf < f$	8	7	10	25	41.7
$f < mf < p$	5	3	1	9	15.0
$p < f < mf$	2	2	4	8	13.3
$mf < f < p$	1	3	2	6	10.0
$mf < p < f$	1	2	2	5	8.3
其 の 他	3	3	1	7	11.7
	20	20	20	60	100.0

$< f$ を示すものは 41.7% に過ぎず他は何れも聲の強さと呼氣量とは平行しない。之に對し聲樂家に於ては各音部共 $p < mf < f$ なる關係を示し聲の強さと呼氣量とは平行する。

2. 聲の高さと呼氣量

第 1 表に於て mf について見ると、女子にては音高増加と共に呼氣量増加が見られるが男子にては然らず。第 3 表は個人別の比較を示し高音部に呼氣量大となるもの 13 例あるも全般としては聲の高さと

第3表

呼氣量とは一定の關係を示さ

低>中>高	2	す。
低>高>中	1	3. 母音と呼氣量
中>低>高	1	第4表に示す如く男女共イウ
中>高>低	3	オはアエに比し呼氣量が少い。
高>低>中	7	個人別に各音部毎に、呼氣量の
高>中>低	6	大小により最小、小、中、大、

第4表

性別	母音	低	中	高	話	平均
男	ア	149.1	146.6	174.8	144.3	153.7
	イ	143.0	127.6	140.5	141.5	138.1
	ウ	140.3	129.3	144.1	136.5	137.5
	エ	151.9	144.0	159.7	147.7	175.8
	オ	139.9	135.0	161.0	139.9	143.9
女	ア	128.4	148.9	160.0	135.6	143.4
	イ	120.9	132.3	162.0	135.2	137.4
	ウ	125.5	138.1	166.8	131.6	140.6
	エ	128.3	146.5	175.3	133.6	145.6
	オ	128.8	143.2	163.4	122.9	139.7

最大の順位を設け之を合計し順位頻數を表わしたものが第5表である。之によるとイウオは最小となる

第5表

	最 小	小	中	大	最 大	最小 + 小 + 中	大 + 最 大	計
ア	7	22	9	13	26	38	39	77
イ	31	16	10	10	10	57	20	77
ウ	22	17	20	11	7	59	18	77
エ	6	8	20	24	19	34	43	77
オ	21	13	15	17	11	49	28	77

頻度最も多くアエに於ては極めて少い。又最小、小、中となる頻度を合計すれば、イ 57、ウ 59に對しア 38、エ 34で、オは兩者の中間にあり 49となる。以上により母音による呼氣量はアエに於て大にしてイウでは小さい。オは兩者の中間に位する。

4. 發聲經過中の呼氣量變動

「イ」波型による分類 經過全體としての呼氣量の變動により次の6型に分類するを得た。

1型…平均呼出型、發聲經過中 H (第4圖)の變動 A/2×4/7 以内のもの。2型…漸次減少す、H 曲線漸次下降し A/2×4/7 以上の減少を示すもの。3型…漸次増大す、H 曲線漸次上昇し A/2×4/7 以

第5圖

上の増大を示すもの。4型…増大後減少。5型…減少後増大。6型…増大減少を繰返し波状をなす(第5圖)。

第6表の如く1型は41.8%にして最も多く2型

第6表

波型		%	
		普通人	声樂家
1型	—	41.8	70.2
2型	—	31.5	21.3
3型	—	8.7	2.1
4型	—	7.1	6.4
5型	—	4.8	
6型	—	6.1	
		100.0	100.0

31.5%にして之に次ぎ他は遙に少い。之に對し聲樂家は1型70%を示し、2型は21.3%、3,4型は合計8.5%に過ぎず、5,6型は見られない

聲の強さ高さとの關係は(第7表)1型は中音部

第7表

波型	低	中	高	p	mf	f
1型	24	20	24	26	22	20
2型	16	24	18	15	21	22
3型	6	5	4	5	6	4
4型	3	3	7	4	3	6
5型	7	3		2	4	4
6型	4	5	7	8	4	4
計	60	60	60	60	60	60

に於て少く2型は逆に中音部に多く見られる。又1型はpに2型はfに多い。

「ロ」小變動 以上の如き経過全體としての變動とは別に第4圖矢印の如き小變動を見ることがある。かかる小變動を有するものは第8表に示す如く

第8表

小變動の有無	%	
	普通人	声樂家
小變動あるもの	33.1	17.0
小變動なきもの	66.9	83.0
計	100.0	100.0

10~17

全例の1/3に於て見られるが聲樂家に於ては17%に過ぎぬ。聲の高さ強さとの關係は(第9表)低音部に於ては小變動少く高音部になるに従い増加し、又

第9表

小變動存在部位	低	中	高	p	mf	f
始め 1/3	9	18	14	12	10	19
中 1/3	6	4	6	5	4	7
終り 1/3	4	6	10	5	4	11
計	19	28	30	22	18	37

fは多くmfは少い。次に發聲期間を3分し、始め、中、終りの各1/3とすれば、小變動は發聲の始め程多く時間経過と共に減少する(第10表)。

第10表

小變動存在部位	%
始め 1/3	48.1
中 1/3	29.7
終り 1/3	22.2
計	100.0

「ハ」發聲當初の呼氣量變動 發聲直後の約1秒間はそれ以後の経過とは少々異なる状態を示すため

第6圖

「イ」「ロ」とは別に観察した。即ち第6圖の如く3型に分類し得るが、發聲當初より呼氣量平均せるⅠ型は普通人44.8%に對し聲樂家は70.2%を示し、又後者にあつては發聲當初に呼氣量大なるⅡ型は最も少い（第11表）。

第11表

発声当初の変動		%	
		普通人	声樂家
Ⅰ型		44.8	70.2
Ⅱ型		35.8	12.8
Ⅲ型		19.4	17.0
計		100.0	

第12表によればⅠ、Ⅱ型は低音なる程多くⅢ型は高音部に特に多い。又Ⅰ型はpにⅡ型はfに多く見られる。

第12表

型	低	中	高	p	mf	f
Ⅰ型	28	27	22	28	25	24
Ⅱ型	26	24	12	17	22	23
Ⅲ型	6	9	26	15	13	13
	60	60	60	60	60	60

5. 聲の變動に對する呼氣量の變動

前項迄は呼氣量のみについての觀察であるが本項に於ては聲の變動に對する關係を見た。聲の強さの増減に對しても前項「イ」と對稱となる如く6型に分類した。即ち1'型…聲の強さ平均せるもの、2'型…漸次弱くなるもの、3'型…漸次強くなるもの、以下前項「イ」に準じ4'5'6'型の6型とした。6'型にては聲の強さは増減を繰返し波狀をなすが之はVibratoとは異なるものである。以上の分類により聲と呼氣量の關係を一致、不一致、正反對の3組に分けた。一致とは聲の強さの増減と呼氣量増減の一致するもの、即ち1—1'、2—2'、……6—6'の6組である。正反對とは2—3'、3—2'、4—5'、5—4'の如く聲の強さの増減に對し呼氣量は減増し全く正反對を示すものである。之以外のものを不一致とした。第13

表の如く兩者の一致するものは46.7%にして不一致

第13表

声と呼氣量の比較			%	
			普通人	声樂家
一	致		46.7	72.3
不	一	致	50.9	27.7
正	反	對	2.4	
計			100.0	100.0

例の數は之を凌駕し50.9%となる。之を第15表に見れば一致するものは1—1'最も多く2—2'之に次ぎ他は數例に過ぎぬ。不一致例中最も多きは2—1'である。聲樂家について見ると一致するもの72.3%の多きに上り此中1例の2—2'を除き他はすべて1—1'に於ける一致であつた。又聲樂家に於ては正反對となるものは全く見られない。第14表によれば

第14表

声と呼氣量の比較			低	中	高	p	mf	f
一	致		25	27	23	26	25	24
不	一	致	34	32	37	34	34	35
正	反	對	1	1			1	1
計			60	60	60	60	60	60

第15表

呼氣量	声	1'型	2'型	3'型	4'型	5'型	6'型
1	型	(33) 168	39		2	1	1
2	型	(9) 93	(1) 59	1	2	1	3
3	型	(1) 31	2	2			
4	型	(3) 19	13	1	3		
5	型	16	6		1	1	
6	型	18	10	2	1		

() 内は聲樂家

中音部に於ては一致するものや多く不一致は少い。

(原稿到着＝昭和25.12.27日)