

中醫痰證患者之音聲分析 — 以鼻竇炎患者為例

張恒鴻^{1,2} 胡克信^{1,3} 吳文祥⁴ 梁敏雄⁵ 呂仁園⁶

¹長庚大學傳統中國醫學研究所

²長庚紀念醫院中醫醫院

³衛生署署立桃園醫院耳鼻喉科

桃園，台灣

⁴元培科學技術學院醫務管理系

新竹，台灣

⁵長庚大學電機工程研究所

⁶長庚大學資訊工程研究所

桃園，台灣

(94 年 6 月 14 日受理，94 年 12 月 7 日接受刊載)

中醫聞診主要以患者的聲音作為診斷依據，但此傳統辨證方式缺乏客觀記錄，亦無法量化評估。本項研究以鼻竇炎患者為例，探討痰證之聞診見證，利用現代化之語音分析技術，分析患者之音聲，並與非痰證者之音聲比較，以探討其差異。

由耳鼻喉科門診篩選鼻竇炎患者 82 人（女性 30 人，男性 52 人）為痰證組；另外於健康檢查門診篩選無耳鼻喉疾病者 60 人（女性 30 人，男性 30 人）為對照組。測試對象在隔音室發 /a/ 及 /m/ 二音，擷取開始發音第 1 秒後至第 4 秒前之音聲，並以多面向音聲分析系統與音聲共鳴等 40 項參數進行分析。

研究結果顯示：女性患者與對照組間，共有 22 項參數有顯著差異（ $p < 0.05$ ）；男性則有 20 項。由此推測：鼻竇炎應會影響音聲之品質，原因可能與其改變聲道形態及聲帶黏稠度有關。另以 Fisher's 線性判別函數與逐步判別分析方式，求得痰證之判別函數，在女性患者之正確率為 86.7%，男性則為 93.9%。

鼻竇炎之診斷一般需以 x 光或電腦斷層檢查來確立，若能使用音聲分析之方式輔助診斷，可減少輻射線之暴露，本項研究結果應能提供醫師作為診斷鼻竇炎之參考。鼻竇炎只是痰證之一例，其他疾病痰證之音聲，則有待進一步研究。

關鍵詞：痰證、鼻竇炎、音聲分析。

前言

中醫學所謂「痰」有狹義與廣義二種：狹義之痰係指呼吸道、口腔分泌物，即咳咯或嘔噁而出之痰；廣義之痰則是藏府氣血失和、水濕津液凝聚變化而成之致病因素，包括不易被感官察覺之「內痰」。二者常由水濕、津液所變生¹，而痰證係指因痰而產生之各種病證，鼻淵即其常見之例。

鼻淵是因邪犯鼻竇，竇內溼熱蘊積，釀成痰濁所致，以鼻流濁涕為特徵，主要指急、慢性鼻竇炎²。鼻竇炎是常見疾病，不僅盛行率逐年上升，而且影響生活品質³⁻⁶。其臨床症狀大多有痰；現代醫學研究鼻竇炎之病理機轉，最主要不外乎黏液滯留之影響，此又與中醫痰證一致，因此，鼻竇炎應屬中醫痰證之範疇。

醫師臨床看診，常覺鼻竇炎患者聲音與平人不太相同，但又無法明確指出其中差異所在。鼻竇在人體發聲的機轉中，雖多認為與共鳴有關，但確實扮演何種角色，至今尚無定論⁷；鼻竇炎不僅導致鼻竇黏膜腫脹，進而改變既有空腔的體積，其所造成之症狀如膿涕、鼻塞、鼻涕倒流等，將如何影響聲音，亦值得探討⁸。

中醫聞診原以診察病人聲音為主，但缺乏客觀之紀錄，更無法量化評估。近年來由於科技的進步，可藉由儀器之輔助，計算語音聲波的許多參數值⁹，因而提供了客觀的數據，使中醫聞診之研究得以更進一步開展。

鼻竇炎既屬痰證，又能影響聲音，用來作為中醫痰證聞診之模式，應具代表性。本研究乃以中醫聞診理論為基礎，藉由現代化之語音分析技術，分析鼻竇炎患者之音聲，並與非痰證者之音聲比較，以探討其差異。

材料與方法

一、測試對象之篩選

依據 1997 年美國耳鼻喉頭頸外科學會公佈之鼻竇炎診斷標準¹⁰，於 2002~2004 年間衛生署桃園醫院耳鼻喉科門診，篩選鼻竇炎患者為痰證組；另外於健康檢查門診選取無耳鼻喉疾病者為對照組。

所有測試對象在錄音前，皆接受詳細病史詢問，排除鼻咽喉受傷史、曾接受鼻咽喉手術或放射治療¹¹，及有精神疾病者¹²。為避免內視鏡檢查可能影響發聲，測試對象皆在錄音後，才接受鼻咽喉纖維內視鏡檢查，以排除患有鼻咽喉惡性腫瘤的病患。

根據以上標準，共篩選出痰證組 82 人：女性 30 人，平均 44.3 歲（年齡分佈 18~64 歲）；男性 52 人，平均 43.36 歲（年齡分佈 18~62 歲）；另外選取對照組 60 人：女性 30 人，平均 43.5 歲（年齡分佈 18~63 歲）；男性 30 人，平均 44.16 歲（年齡分佈 19~63 歲）。

本研究選擇之測試對象皆為成人，且男女分別統計分析，主要是因孩童與成年男、女之發聲構造有基本差異¹³。例如聲帶長短之不同，導致彼此發聲基頻（Fundamental frequency）有差異：孩童聲帶長度約 10.4 毫米，基頻約 250 赫茲（Hertz, Hz）；成年女性聲帶長度約增加 3-5 毫米，基頻約 200 Hz；而成年男性聲帶長度則約增加 5-10 毫米，基頻約 120 Hz。此外，成年男女之喉部大小、聲帶間距及出現音聲疾病之機率

皆不同，這些因素也會造成男女音聲之差異。

二、錄音及音聲擷取方式

本研究採用之儀器設備如下：

麥克風：SENNHEISER 公司生產之型號 E815S 指向性麥克風。

錄音儀器：Kay Elemetrics 公司生產之 computerized speech lab (CSL) 型號 4400 輸入/輸出錄音裝置。

語音擷取儀器：Kay Elemetrics 公司生產之 computerized speech lab (CSL) 型號 4400 之語音訊號擷取系統，設定 44 kHz 之取樣率擷取聲音，並以 16 位元 (bit) 的 PCM 數位格式儲存。

所有測試皆於上午 9 時至 12 時間進行。錄音環境為室溫 $22 \pm 2^\circ\text{C}$ 之聽力檢查室；方式為待測試對象呼吸調勻後，在離麥克風約 15 公分處對準麥克風發出 /a/ 及 /m/ 二音，每一次發音皆用平常音量發至無聲，避免刻意發出高低頻率或音量大小不等的聲音。因發音的前 1 秒音聲較不穩定，故擷取開始發音第 1 秒後至第 4 秒前之音聲，作為分析之用。

三、音聲分析

本研究採用 Kay Elemetrics 公司發展型號 5105 之多面向音聲分析系統 (Multi-dimensional voice program, MDVP)，對每一擷取之音聲進行分析。其參數見表 1。

本研究另加入音聲共鳴參數分析，包括 4 個共振峰頻率 (Formant frequency, F1、F2、F3、F4) 與各峰間頻率差值 (F4-F3、F4-F2、F4-F1、F3-F2、F3-F1、F2-F1)。使用 Praat 軟體來擷取分析，以 2 秒鐘的語音為例，每隔 0.01 秒取一組共振峰頻率，共約 200 組共振峰頻率。每組選取前 4 個共振峰頻率，即 F1~F4 作分析。圖 1 為 /a/ 音在 Praat 軟體中的波形、頻譜與共振峰頻率。由觀察頻譜圖得知，每個共振峰頻率 (F1~F4) 在頻譜上變化不大，因此將所有 F1 作排序，取中位數 (Median) 為代表，此參數較不受極大值或極小值影響。同理，以相同方式取出另外三個數值來代表 F2~F4。

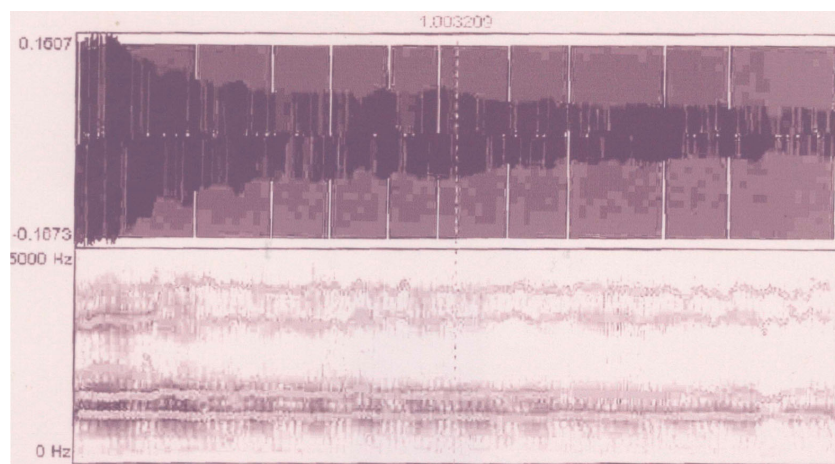


圖 1：/a/ 音的波形、頻譜與共振峰頻率。上半部為波形，下半部為頻譜與共振峰頻率。

表 1 音聲樣本分析之參數值 – 女性

變數	對照組			痰證組			t	顯著性 (雙尾)
	個數	平均數	標準差	個數	平均數	標準差		
FO_A	30	217.47	22.47	30	216.01	25.04	0.24	0.8130
MFO_A	30	217.44	22.46	30	215.78	25.03	0.27	0.7885
TO_A	30	4.65	0.53	30	4.70	0.58	-0.33	0.7389
FHI_A	30	224.66	24.64	30	237.77	43.44	-1.44	0.1559
FLO_A	30	210.78	21.19	30	198.80	31.74	1.72	0.0908
STD_A	30	2.29	1.18	30	4.61	6.36	-1.97	0.0542
PFR_A	30	2.10	0.66	30	3.93	4.25	-2.33	0.0231
FFTR_A	23	3.85	1.32	24	4.22	2.47	-0.63	0.5291
FATR_A	10	4.02	1.50	15	3.66	1.15	0.67	0.5071
TSAM_A	30	2.02	0.03	30	2.03	0.03	-0.43	0.6713
JITA_A	30	34.01	30.95	30	54.75	44.14	-2.11	0.0395
JITT_A	30	0.74	0.71	30	1.16	0.94	-1.94	0.0570
RAP_A	30	0.45	0.45	30	0.70	0.58	-1.89	0.0632
PPQ_A	30	0.43	0.37	30	0.68	0.56	-2.04	0.0459
SPPQ_A	30	0.61	0.34	30	1.08	1.13	-2.20	0.0316
VFO_A	30	1.04	0.50	30	2.14	2.88	-2.06	0.0443
SHDB_A	30	0.26	0.15	30	0.41	0.20	-3.23	0.0021
SHIM_A	30	3.04	1.88	30	4.58	2.22	-2.89	0.0054
APQ_A	30	2.13	1.21	30	3.21	1.42	-3.18	0.0024
SAPQ_A	30	3.46	1.57	30	5.52	1.99	-4.45	0.0000
VAM_A	30	13.24	6.51	30	16.32	10.23	-1.39	0.1692
NHR_A	30	0.12	0.02	30	0.14	0.03	-2.57	0.0126
VTI_A	30	0.05	0.02	30	0.05	0.02	-0.30	0.7672
SPI_A	30	8.96	5.33	30	9.13	6.35	-0.11	0.9115
FTRI_A	24	0.33	0.16	25	0.58	0.45	-2.53	0.0147
ATRI_A	10	5.69	2.06	15	6.03	3.91	-0.25	0.8037
DVB_A	30	0.00	0.00	30	0.05	0.22	-1.14	0.2580
DSH_A	30	0.15	0.60	30	2.51	4.62	-2.78	0.0073
DUV_A	30	0.00	0.00	30	0.81	2.54	-1.74	0.0872
NVB_A	30	0.00	0.00	30	0.07	0.25	-1.44	0.1555
NSH_A	30	0.10	0.40	30	1.63	2.97	-2.81	0.0068
NUV_A	30	0.00	0.00	30	0.53	1.68	-1.74	0.0867
SEG_A	30	66.90	1.06	30	67.07	0.94	-0.64	0.5232
PER_A	30	438.33	48.01	30	435.30	52.03	0.23	0.8153
F1_A	30	914.18	119.54	30	884.49	144.77	0.87	0.3899
F2_A	30	1409.11	140.29	30	1405.21	157.83	0.10	0.9199
F3_A	30	3182.36	237.51	30	3074.48	282.28	1.60	0.1146
F4_A	30	3948.22	334.60	30	4023.25	381.76	-0.81	0.4215
F4_F3_A	30	765.85	271.30	30	948.77	376.21	-2.16	0.0349
F4_F2_A	30	2539.11	383.83	30	2618.04	404.37	-0.78	0.4413
F4_F1_A	30	3034.04	367.63	30	3138.76	410.81	-1.04	0.3024
F3_F2_A	30	1773.26	318.70	30	1669.27	296.83	1.31	0.1961
F3_F1_A	30	2268.19	290.65	30	2190.00	269.01	1.08	0.2840
F2_F1_A	30	494.93	121.58	30	520.73	152.89	-0.72	0.4724
FO_M	30	229.05	27.58	30	222.05	36.55	0.84	0.4053
MFO_M	30	229.04	27.58	30	222.02	36.54	0.84	0.4045
TO_M	30	4.43	0.56	30	4.65	0.96	-1.08	0.2852
FHI_M	30	235.41	29.10	30	229.40	38.21	0.69	0.4957
FLO_M	30	222.90	27.68	30	213.87	36.73	1.08	0.2868
STD_M	30	1.84	0.64	30	2.24	1.30	-1.52	0.1328

PFR_M	30	1.97	0.72	30	2.23	1.07	-1.13	0.2626
FFTR_M	24	3.84	1.40	23	3.69	1.35	0.38	0.7071
FATR_M	11	3.39	1.18	12	4.14	1.89	-1.13	0.2701
TSAM_M	30	2.01	0.03	30	2.02	0.03	-1.34	0.1845
JITA_M	30	20.41	15.55	30	30.55	28.43	-1.71	0.0918
JITT_M	30	0.45	0.31	30	0.68	0.67	-1.72	0.0912
RAP_M	30	0.27	0.19	30	0.41	0.42	-1.69	0.0958
PPQ_M	30	0.26	0.18	30	0.38	0.35	-1.63	0.1085
SPPQ_M	30	0.40	0.17	30	0.56	0.35	-2.19	0.0325
VFO_M	30	0.81	0.30	30	1.01	0.54	-1.73	0.0896
SHDB_M	30	0.12	0.07	30	0.16	0.07	-2.26	0.0279
SHIM_M	30	1.35	0.80	30	1.81	0.80	-2.21	0.0312
APQ_M	30	0.94	0.49	30	1.25	0.50	-2.43	0.0184
SAPQ_M	30	1.80	0.61	30	2.38	1.09	-2.58	0.0124
VAM_M	30	008.36	3.22	30	8.96	4.90	-0.56	0.5807
NHR_M	30	0.12	0.04	30	0.12	0.03	0.72	0.4772
VTI_M	30	0.03	0.01	30	0.04	0.01	-1.01	0.3151
SPI_M	30	19.99	16.24	30	13.59	8.65	1.90	0.0618
FTRI_M	24	0.35	0.16	25	0.35	0.19	0.01	0.9938
ATRI_M	11	3.76	2.26	12	3.92	2.24	-0.17	0.8638
DVB_M	30	0.00	0.00	30	0.00	0.00		
DSH_M	30	0.00	0.00	30	0.60	2.59	-1.28	0.2073
DUV_M	30	0.00	0.00	30	0.00	0.00		
NVB_M	30	0.00	0.00	30	0.00	0.00		
NSH_M	30	0.00	0.00	30	0.40	1.71	-1.28	0.2063
NUV_M	30	0.00	0.00	30	0.00	0.00		
SEG_M	30	66.57	1.07	30	66.90	1.18	-1.14	0.2580
PER_M	30	458.77	55.58	30	447.30	74.50	0.68	0.5019
F1_M	30	373.71	261.65	30	394.41	186.98	-0.35	0.7257
F2_M	30	1616.06	331.38	30	1571.24	263.74	0.58	0.5643
F3_M	30	2773.97	407.46	30	2575.02	335.55	2.06	0.0435
F4_M	30	3930.39	435.39	30	3737.49	407.60	1.77	0.0817
F4_F3_M	30	1156.42	363.25	30	1162.48	431.25	-0.06	0.9533
F4_F2_M	30	2314.32	295.11	30	2166.26	427.39	1.56	0.1239
F4_F1_M	30	3556.68	347.41	30	3343.09	369.04	2.31	0.0246
F3_F2_M	30	1157.90	292.06	30	1003.78	312.13	1.97	0.0531
F3_F1_M	30	2400.26	303.61	30	2180.61	337.77	2.65	0.0104
F2_F1_M	30	1242.35	265.08	30	1176.83	264.69	0.96	0.3420

音聲樣本分析之參數值 – 男性

變數	對照組			痰證組			t	顯著性 (雙尾)
	個數	平均數	標準差	個數	平均數	標準差		
FO_A	30	119.63	14.04	52	123.87	25.98	-0.83	0.4105
MFO_A	30	119.60	14.03	52	123.83	25.96	-0.82	0.4122
TO_A	30	8.47	0.99	52	8.39	1.55	0.27	0.7889
FHI_A	30	125.33	18.05	52	131.08	30.69	-0.94	0.3521
FLO_A	30	115.49	13.56	52	118.08	23.52	-0.55	0.5830
STD_A	30	1.44	0.83	52	1.86	1.48	-1.41	0.1630
PFR_A	30	2.33	1.24	52	2.71	1.84	-1.00	0.3199
FFTR_A	28	3.81	1.87	43	3.71	1.67	0.22	0.8264
FATR_A	13	5.39	2.74	30	3.84	1.51	2.39	0.0216
TSAM_A	30	2.03	0.04	52	2.03	0.04	-0.55	0.5863
JITA_A	30	58.30	56.81	52	78.46	78.64	-1.23	0.2223
JITT_A	30	0.69	0.68	52	0.96	0.95	-1.37	0.1733

RAP_A	30	0.40	0.42	52	0.56	0.56	-1.36	0.1779
PPQ_A	30	0.41	0.38	52	0.58	0.61	-1.42	0.1583
SPPQ_A	30	0.78	0.43	52	0.93	0.62	-1.19	0.2363
VFO_A	30	1.20	0.66	52	1.46	1.02	-1.26	0.2112
SHDB_A	30	0.36	0.26	52	0.41	0.27	-0.90	0.3697
SHIM_A	30	4.16	3.15	52	4.70	3.05	-0.76	0.4468
APQ_A	30	3.20	2.08	52	3.68	2.08	-1.00	0.3223
SAPQ_A	30	4.73	2.31	52	5.86	2.50	-2.02	0.0462
VAM_A	30	12.64	6.56	52	14.64	6.64	-1.32	0.1898
NHR_A	30	0.15	0.04	52	0.15	0.03	0.48	0.6308
VTI_A	30	0.05	0.02	52	0.05	0.02	-1.55	0.1258
SPI_A	30	11.83	4.56	52	13.91	8.06	-1.30	0.1982
FTRI_A	27	0.47	0.20	44	0.81	2.07	-0.83	0.4066
ATRI_A	14	4.83	2.90	30	6.41	3.44	-1.49	0.1435
DVB_A	30	0.00	0.00	52	0.00	0.00		
DSH_A	30	0.00	0.00	52	0.43	1.47	-1.61	0.1106
DUV_A	30	2.55	9.96	52	1.97	9.06	0.27	0.7911
NVB_A	30	0.00	0.00	52	0.00	0.00		
NSH_A	30	0.00	0.00	52	0.29	0.98	-1.61	0.1107
NUV_A	30	1.70	6.63	52	1.37	6.33	0.23	0.8213
SEG_A	30	67.10	1.30	52	67.19	1.30	-0.31	0.7572
PER_A	30	240.10	27.65	52	249.48	52.44	-0.91	0.3666
F1_A	30	764.57	93.25	52	726.24	109.13	1.61	0.1107
F2_A	30	1251.29	195.24	52	1178.54	127.73	2.04	0.0448
F3_A	30	2703.72	207.27	52	2715.19	198.87	-0.25	0.8051
F4_A	30	3683.15	207.38	52	3790.69	233.30	-2.09	0.0396
F4_F3_A	30	979.43	242.63	52	1075.50	303.92	-1.48	0.1429
F4_F2_A	30	2431.86	242.56	52	2612.15	252.28	-3.16	0.0022
F4_F1_A	30	2918.58	240.17	52	3064.45	276.71	-2.41	0.0183
F3_F2_A	30	1452.43	251.72	52	1536.65	218.93	-1.59	0.1163
F3_F1_A	30	1939.15	230.57	52	1988.95	215.60	-0.98	0.3290
F2_F1_A	30	486.72	174.80	52	452.31	127.45	1.03	0.3083
FO_M	30	130.94	20.30	52	134.06	29.91	-0.51	0.6135
MFO_M	30	130.93	20.30	52	134.02	29.86	-0.50	0.6156
TO_M	30	7.81	1.16	52	7.79	1.56	0.05	0.9632
FHI_M	30	135.97	23.28	52	138.77	31.77	-0.42	0.6746
FLO_M	30	126.30	18.51	52	128.69	27.24	-0.43	0.6697
STD_M	30	1.43	0.74	52	1.76	2.20	-0.80	0.4262
PFR_M	30	2.13	1.04	52	2.31	1.06	-0.72	0.4719
FFTR_M	22	5.62	3.12	37	3.96	2.35	2.32	0.0240
FATR_M	12	3.31	1.39	19	3.81	1.76	-0.83	0.4123
TSAM_M	30	2.01	0.03	52	2.03	0.05	-1.77	0.0808
JITA_M	30	59.92	48.09	52	59.90	40.87	0.00	0.9990
JITT_M	30	0.77	0.58	52	0.79	0.56	-0.12	0.9048
RAP_M	30	0.46	0.36	52	0.46	0.34	-0.12	0.9062
PPQ_M	30	0.44	0.33	52	0.46	0.33	-0.14	0.8855
SPPQ_M	30	0.66	0.31	52	0.72	0.30	-0.90	0.3708
VFO_M	30	1.08	0.49	52	1.24	1.10	-0.75	0.4546
SHDB_M	30	0.13	0.06	52	0.18	0.11	-2.18	0.0321
SHIM_M	30	1.51	0.57	52	2.06	1.25	-2.29	0.0246
APQ_M	30	1.23	0.44	52	1.56	0.75	-2.18	0.0319
SAPQ_M	30	2.40	0.80	52	3.05	1.22	-2.60	0.0110
VAM_M	30	8.25	6.62	52	9.46	4.76	-0.96	0.3410
NHR_M	30	0.13	0.03	52	0.12	0.03	2.22	0.0290
VTI_M	30	0.03	0.01	52	0.03	0.01	0.62	0.5356

SPI_M	30	18.92	11.76	52	22.69	18.39	-1.01	0.3165
FTRI_M	23	0.48	0.29	38	0.43	0.17	0.85	0.4005
ATRI_M	12	3.38	2.83	18	4.04	1.94	-0.75	0.4581
DVB_M	30	0.00	0.00	52	0.00	0.00		
DSH_M	30	0.05	0.27	52	0.47	3.15	-0.72	0.4735
DUV_M	30	0.00	0.00	52	0.00	0.00		
NVB_M	30	0.00	0.00	52	0.00	0.00		
NSH_M	30	0.03	0.18	52	0.31	2.08	-0.72	0.4747
NUV_M	30	0.00	0.00	52	0.00	0.00		
SEG_M	30	66.63	1.07	52	67.10	1.45	-1.53	0.1303
PER_M	30	262.07	42.54	52	270.17	60.57	-0.65	0.5201
F1_M	30	277.48	25.51	52	370.58	235.32	-2.15	0.0342
F2_M	30	2187.13	171.18	52	1525.96	336.68	10.02	0.0000
F3_M	30	3102.15	222.24	52	2719.84	325.10	5.71	0.0000
F4_M	30	3739.98	283.90	52	3713.18	365.58	0.35	0.7306
F4_F3_M	30	637.83	225.49	52	993.34	383.90	-4.63	0.0000
F4_F2_M	30	1552.85	214.47	52	2187.22	448.83	-7.26	0.0000
F4_F1_M	30	3462.51	286.24	52	3342.61	375.45	1.51	0.1344
F3_F2_M	30	915.02	177.63	52	1193.88	308.79	-4.53	0.0000
F3_F1_M	30	2824.67	224.32	52	2349.27	262.61	8.31	0.0000
F2_F1_M	30	1909.66	177.84	52	1155.39	283.77	13.13	0.0000

四、統計分析

本研究先將所有數據依獨立 t 檢定方式，檢定各組間參數之差異，以組間 p 值 < 0.05 認為達顯著水準；再依 Fisher's 線性區別函數方式對女性及男性之痰證組與對照組分別進行判別分析；最後以逐步區別分析（Stepwise discriminant analysis）之方式選擇較重要之變數，以求得最後判別所需之線性函數。本研究使用 SPSS（Statistical Package for Social Science）統計套裝軟體進行參數值之統計分析。

結 果

所有音聲樣本經分析後之參數值如表 1，經獨立樣本 t 檢定後，有顯著差異（ $p < 0.05$ ）之 MDVP 參數見表 2，音聲共鳴參數有顯著差異者在女性為：F3_M、F4-F1_M、F3-F1_M、F4-F3_A；男性為 F1_M、F2_M、F3_M、F4-F3_M、F4-F2_M、F3-F2_M、F3-F1_M、F2-F1_M、F4_A、F4-F2_A、F4-F1_A 等，進一步將此等參數進行判別分析。由於選擇重要參數與選擇所有參數（女性患者 22 個，男性患者 20 個）之準確率相差不多，為實務上應用方便，每組以逐步迴歸分析方式，選擇判別力高之 2 個參數，作為分類函數變數。結果女性患者之分類函數變數為 SAPQ_A 與 F4-F1_M，判別之結果如表 3。男性患者之分類函數變數為 F3-F2_M 與 F2-F1_M，判別結果如表 4。

由上述方式可求得女性組之 Fisher's 線性區別函數為：

$$\text{對照組} = -50.208 + 0.415 \times \text{SAPQ_A} + 0.02744 \times \text{F4-F1_M}$$

$$\text{痰證組} = -46.138 + 1.107 \times \text{SAPQ_A} + 0.02536 \times \text{F4-F1_M}$$

由表 2 可知其靈敏度（Sensitivity）為 80%；特異度（Specificity）為 93.3%，有 86.7% 之原始組別觀察

表 2 多面向音聲分析系統之參數

音聲參數 Acoustic Variable	代號
基礎頻率資料量測 Fundamental Frequency Information Measurements	
平均基礎頻率 Average fundamental frequency, Hz	Fo
平均音準週期 Average pitch period, ms	To
最高基礎頻率 Highest fundamental frequency, Hz	Fhi
最低基礎頻率 Lowest fundamental frequency, Hz	Flo
基礎頻率標準差 Standard deviation of the fundamental frequency, Hz	STD
發聲基礎頻率範圍 Phonatory fundamental frequency range, semitones	PFR*
平均基礎頻率震顫頻率 Fo tremor frequency, Hz	Fftr†
振幅震顫頻率 Amplitude tremor frequency, Hz	Fatr
頻率擾動量測 Frequency Perturbation Measurements	
絕對頻率擾動 Absolute jitter, μ s	Jita*
正規化絕對頻率擾動 Jitter, %	Jitt
相對平均擾動 Relative average perturbation, %	RAP
音準週期擾動商數 Pitch period perturbation quotient, %	PPQ*
平滑音準週期擾動商數 Smoothed pitch period perturbation quotient, %	SPPQ* Ψ
基礎頻率變異 Fundamental frequency variation, %	VF0*
振幅擾動量測 Frequency Perturbation Measurements	
振幅擾動分貝 Shimmer, dB	ShdB* Ψ †
振幅擾動比率 Shimmer, %	Shim* Ψ †
振幅擾動商數 Amplitude perturbation quotient, %	APQ* Ψ †
平滑振幅擾動商數 Smoothed amplitude perturbation quotient, %	SAPQ* Ψ †
振幅波峰變異 Peak amplitude variation, %	VAM
噪音與震顫評估量測 Noise and Tremor Evaluation Measurements	
噪音-和諧音比 Noise-harmonic ratio	NHR*†
音聲紊亂指標分數 Voice turbulence index score	VTI
輕聲指標分數 Soft phonation index score	SPI
基礎頻率震顫強度指標分數 Fo tremor intensity index score, %	FTRI*
振幅震顫強度指標分數 Amplitude tremor intensity index score, %	ATRI
音聲中斷、次和諧音及音聲不規律量測 Voice Break, Subharmonic, and Voice Irregularity Measurements	
音聲中斷程度 Degree of voice breaks, %	DVB
次和諧音程度 Degree of subharmonics, %	DSH* δ
無聲程度 Degree of voiceless, %	DUV
音聲中斷數目 No. of voice breaks	NVB
次和諧音段數目 No. of subharmonics segments	NSH* δ
無聲段數目 No. of unvoiced segments	NUV

*女性鼻竇炎患者 /a/ 音有顯著差異; Ψ 女性鼻竇炎患者 /m/ 音有顯著差異

δ 男性鼻竇炎患者 /a/ 音有顯著差異; †男性鼻竇炎患者 /m/ 音有顯著差異

值可正確分類，亦即女性運用 Fisher's 線性區別函數來進行判別分析，可以有 86.7% 的正確率。

男性患者之 Fisher's 線性區別函數為：

$$\text{對照組} = -69.731 + 0.03956 \times F3-F2_M + 0.05335 \times F2-F1_M$$

表 3 女性音聲樣本之判別結果

		判別結果	
		非鼻竇炎	鼻竇炎
原始診斷	非鼻竇炎	28	2
	鼻竇炎	6	24

表 4 男性音聲樣本之判別結果

		判別結果	
		非鼻竇炎	鼻竇炎
原始診斷	非鼻竇炎	30	0
	鼻竇炎	5	47

$$\text{痰證組} = -45.300 + 0.03646 \times \text{F3-F2_M} + 0.03954 \times \text{F2-F1_M}$$

由表 3 可知其靈敏度 (Sensitivity) 為 90.4%；特異度 (Specificity) 為 100%，有 93.9% 之原始組別觀察值可正確分類，亦即男性運用 Fisher's 線性區別函數來進行判別分析，可以有 93.9% 的正確率。

討 論

音聲之呈現主要是靠聲帶振動與聲道共鳴，故本研究之音聲分析包括兩類參數：MDVP 與音聲共鳴參數；前者主要評估聲帶之振動¹⁴，後者則評估音聲之共鳴。結果顯示：在 MDVP 參數部份，女性痰證與對照組主要在 /a/ 音之頻率與振幅擾動量測 (Frequency and amplitude perturbation measurements) 參數及 /m/ 音之振幅擾動量測參數有顯著差異；男性則主要在 /m/ 音之振幅擾動量測參數有顯著差異。因頻率與振幅擾動皆為評估聲帶振動時之穩定度¹⁵，故由上述結果推測：鼻竇炎可能會影響聲帶振動之穩定度，其原因可能來自對聲帶黏稠度之影響。

聲帶之所以能轉化氣流動能為疏密波，是因其被氣流帶動所產生之振動。聲帶組織黏稠度愈低，振動愈容易產生；黏稠度愈高，振動之能量愈容易被聲帶本身吸收。振動能量可轉化成熱能或其他能量，造成聲帶損傷，而使聲帶振動不穩定¹⁶。痰證之病機為水濕貯留、津液凝聚，此與聲帶黏稠度增高之變化是一致的。

鼻竇炎產生之膿性鼻分泌物因含有發炎介質 (Inflammatory mediators)，故倒流時可能會影響聲帶黏膜，甚至造成聲帶與其他發聲器官之持續性發炎；倒流之分泌物亦會引起咳嗽、清喉嚨 (Throat clearing) 等症狀，這些因素皆可能影響聲帶之振動¹⁷。由於女性音聲之頻率比男性高八度，亦即女性每秒聲帶振動 (兩邊聲帶接觸) 之次數幾乎是男性的 2 倍，因此，若有影響聲帶發聲之因素存在，則女性聲帶受損的機率會比男性高，本研究發現痰證與對照組比較，在 MDVP 參數方面，無論是數目或類別，有顯著差異者，女性皆較男性為多，可能與此有關。

無論女性或男性，痰證與對照組間音聲共鳴參數皆有顯著差異。由此結果推測：鼻竇炎可能會影響音聲之共振。音聲共振主要取決於聲道之大小與形狀，而聲道包括聲門以上之咽腔、口腔與鼻腔，發 /a/ 時，聲波不由鼻腔，而僅由口腔傳出；發 /m/ 時，則口腔關閉，聲波僅由鼻腔傳出。由於鼻竇皆開口於鼻腔，故本研究原先假設鼻竇炎對 /m/ 音之共鳴應有影響。結果顯示：/m/ 音之音聲共鳴參數在男女均有顯著差異，此與原先之假設一致。至於各組間 /a/ 音亦有少數音聲共鳴參數有顯著差異，是否由於鼻竇炎之膿性分泌物倒流，導致部份聲道黏膜發炎，而改變聲道之大小與形狀所致，有待進一步研究。

結 論

音聲分析是一種簡便且非侵襲性之檢查方式。因鼻竇炎之診斷往往需 x 光或電腦斷層檢查來確立，故若能使用音聲分析之方式輔助醫師診斷，可減少病患接受輻射線之暴露。本研究結果發現：鼻竇炎患者與對照組之音聲確有差異，依據所建立之線性區別函數判斷痰證與否，女性之正確率為 86.7%，男性則為 93.9%，此結果應能提供醫師作為診斷鼻竇炎之參考。痰證之範疇廣闊，鼻竇炎只是其中一例，對於其他痰證疾病之音聲分析，則有待進一步研究。

參考文獻

1. 侯天印、王春華，痰證論，人民軍醫出版社，北京，1989。
2. 中醫病證診斷療效標準，國家中醫藥管理局，p. 124，1994。
3. Hyattsville MD. National Ambulatory Medical Care Survey. National Center for Health Statistics. Series 13 (CD-ROM) 1990-1995.
4. Benninger MS, Holzer SE, Lau J. Diagnosis and treatment of uncomplicated acute bacterial rhinosinusitis: Summary of the Agency for Health Care Policy and Research evidence-based report. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 122: 1-7, 2000.
5. Agency for Health Care Policy and Research. Diagnosis and treatment of acute bacterial rhinosinusitis. *Evid. Rep. Technol. Assess (Summ)* 9: 1-5, 1999.
6. Gwaltney JM. Acute community acquired sinusitis. *Clin. Infect. Dis.* 23: 1209-23, 1996.
7. Soneghet R, Santos RP, Behlau M, Habermann W, Friedrich G, Stammberger H. Nasalance changes after functional endoscopic sinus surgery. *J. Voice* 16: 392-397, 2002.
8. Cecil M, Tindall L, Haydon R. The relationship between dysphonia and sinusitis: a pilot study. *J. Voice* 15: 207-277, 2001.
9. Kreiman J, Gerratt B. Measuring Vocal Quality. In: *Voice Quality Measurement*, Kent RD, Ball MJ (eds.). Singular Publishing group, California, pp. 73-102, 2000.
10. Lanza DC, Kennedy DW. Adult rhinosinusitis defined. Report of the rhinosinusitis Task Force Committee Meeting. *Otolaryngology Head and Neck Surgery* 117: Suppl 4-5, 1997.
11. Boltežar IH, Žargi M. Voice quality after radiation therapy for early glottic cancer. *Arch Otolaryngol. Head Neck Surg.* 126: 1097-1100, 2000.
12. Methieson L. Normal — Disordered Continuum In: *Voice Quality Measurement*, Kent RD, Ball MJ (eds.). Singular Publishing Group, California, pp. 3-12, 2000.
13. Stemple JC, Glaze L, Klaben BG. *Clinical Voice Pathology Theory and Management*. Singular Publishing Group, California, pp. 21-62, 2000.
14. Campisi P, Tewfik TL, Manoukian JJ, Schloss MD, Pelland-Blais EM, Sadeghi N. Computer-assisted voice analysis: establishing a pediatric database. *Arch Otolaryngol. Head Neck Surg.* 128: 156-160, 2002.
15. Linville SE. The Aging Voice. In: *Voice Quality Measurement*, Kent RD, Ball MJ (eds.). Singular Publishing Group, California, pp. 359-376, 2000.
16. 蕭自佑，音聲醫學概論，藝軒圖書出版社，台北，pp. 15-38，1999。
17. Stemple JC, Glaze L, Klaben BG. *Clinical Voice Pathology Theory and Management*. Singular Publishing Group, California, pp. 63-84, 2000.

THE VOICE ANALYSIS ON PHLEGM SYNDROME IN TRADITIONAL CHINESE MEDICINE — A STUDY OF RHINOSINUSITIS PATIENTS

Hen-Hong Chang^{1,2}, Ko-Hsin Hu^{1,3}, Wen-Hsiang Wu⁴,
Min-Siong Liang⁵ and Ren-Yuan Lyu⁶

¹*Graduate Institute of Traditional Chinese Medicine, Chang Gung University*

²*Center for Traditional Chinese Medicine, Chang Gung Memorial Hospital*

³*Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck surgery, Tao-Yuan General Hospital, Department of Health*

⁴*Department of Healthcare Management, Yuanpei Institute of Science and Technology Hsinchu, Taiwan*

⁵*Department of Electrical Engineering, Chang Gung University*

⁶*Department of Computer Science & Information Engineering, Chang Gung University Taoyuan, Taiwan*

(Received 14th June 2005, accepted 7th December 2005)

Listening examination is one of the major diagnostic methods in traditional Chinese medicine; however, it needs objective documentation and quantitative evaluations. In this study, we assessed the voice in patients with phlegm syndrome (rhinosinusitis) versus non-phlegm controls by means of computerized acoustic analysis system.

Eighty-two (30 female, 52 male) patients and sixty (30 female, 30 male) controls were enrolled for voice analysis. Subjects were asked to phonate /a/ and /m/ for at least 4 seconds at their conversational pitch and intensity in a voice-isolated room. Approximately 2 seconds from the first second of each recording was subjected to analysis. Thirty acoustic parameters of multi-dimensional voice program (MDVP) and another ten of resonance were assessed.

There were 22 significantly different ($p < 0.05$) parameters in female group and 20 in male group. Rhinosinusitis possibly affected the voice quality by altering the shape of voice tract and the viscosity of vocal folds. By using linear discriminant function, we could distinguish rhinosinusitis from non-rhinosinusitis with 86.7% in female group and 93.9% in male group.

Voice analysis may be a simple, noninvasive procedure in conventional diagnosis instead of the radiation exposure. Our results suggested that it is a potential method in both diagnosis and outcome evaluation for rhinosinusitis. For other phlegm syndrome in traditional Chinese medicine other than rhinosinusitis, the sensitivity and feasibility of voice analysis allow further evaluation.

Key words: Phlegm syndrome, Rhinosinusitis, Voice analysis.