

鼾聲聲壓與部位之關連性探討

The Correlation Between the Sound Pressure of Snoring and the Locations of Snore Sound Source

余仁方^{1,3}、陳彥昇^{2,3}、林逸昕^{2,3}、李學瑀⁴

¹長庚大學醫療機電工程研究所助理教授

²長庚大學醫療機電工程研究所碩士生

³長庚大學耳科學實驗室

⁴林口長庚醫院耳鼻喉科

摘要

一般人的睡眠時間為 8~12 小時，佔了一天生活時間的三分之一以上，因此睡眠品質的好壞，往往影響著第二天的工作表現，當人睡著之後因為肌肉的放鬆，導致呼吸道的狹窄，當氣流通過狹窄呼吸道所發出的聲音，就會導致鼾聲的產生。由先前的文獻指出肥胖的人因為喉部脂肪較多，導致呼吸道更加狹窄，如果再加上喝酒或使用鎮定劑，會讓鼾聲的產生更加顯著，其中，軟顎部位的鼾聲頻率大多分布在 150Hz~300 Hz 之間，舌下部位之頻率大多分布在 500Hz~750Hz。但由於之前的相關文獻僅對鼾聲之頻率範圍加以分析，而未對鼾聲的聲壓進行明確的探討。因此，本研究將針對鼾聲的聲壓與發聲部位的關連性進行討論。本研究係在長庚醫院的睡眠中心內，使用麥克風進行鼾聲量測，測量時間為一個小時，將測量到的鼾聲，使用 matlab 進行鼾聲分析，並以縱軸為聲壓（sound pressure）及橫軸為頻率（frequency）來顯示結果，發現大多數軟顎部位之頻率為 154Hz~374Hz，舌下部位頻率為 528Hz~542Hz，此結果與文獻上所測量到的頻率範圍大致相同。故本研究結果可提供臨床醫師於術前鼾聲分析判斷之參考。

關鍵字：鼾聲、聲壓、軟顎部位、舌下部位

Abstract

The mean time for human to sleep was 8 to 12 hours, more than one-third of a day. The next day how a person did his work well would be affected by the quality of sleep. When people fell asleep, the airway would become narrow due to muscle relaxation. The snoring would occur when the air passed through the narrow airway. Based on previous study, the airway of fat people would be narrower because the fat in their laryngopharynx was more. Besides, the snoring would occur more apparently if they drank alcohol or took sedative. The frequency of snoring was 150 Hz to 300 Hz for palate, and 500 Hz to 750 Hz for tongue. However, in previous study, the range of the frequency of snoring was analyzed without the sound pressure of snoring. Hence, this study is to discuss the correlation between the sound pressure of snoring and the locations of snore sound source. The snoring was measured by the microphone for one hour in the Sleep Center of Chang Chung Memorial Hospital. The results of snore sound measurement were analyzed by matlab software. The results would be shown as the vertical axis indicated the sound pressure and the horizontal axis indicated the frequency. Based on the results, the frequency of snoring was 154 Hz to 374 Hz for palate, and 528 Hz to 542 Hz for tongue.

The results obtained by this study showed good agreement with the reference. The results obtained by this study could be the reference for the clinician to evaluate the snore at pre-op and post-op.

Keywords : Snoring, Sound pressure, Palate, Tongue

壹、前言

一般人在睡眠之後，肌肉的張力就會降低，導致呼吸道的狹窄，當氣流經過狹窄的呼吸道就會產生氣音，進而導致鼾聲的產生。在 1993 年英國 Fitzpatrick 等學者[1]研究調查在 1748 個受訪者裡認為自己打呼頻率偶然有 37%，認為自己打呼頻率很頻繁的有 11%，殊不知因為自己的打呼而影響了自己的睡眠夥伴，而轉移睡眠位置導致隔天工作會打瞌睡或是精神不濟而影響了工作成果[2]。最後會導致關係緊張，而降低自己的專注力，進而發生危險[3]。近年來減少鼾聲且直接的方法就是以醫師診斷進行手術切除部位，但其中醫師所考量的是手術切除相關部位是否正確，及術後鼾聲聲壓是否有所明顯改善亦或頻率高低，都是在手術前必須詳加探討的。1996 年 S.J.QUINN 等學者[4, 5]研究利用 Ohmeda Biox 3700 pulse oximeter 等儀器分析發現軟顎部位的鼾聲頻率大多分布在 150 Hz~300 Hz 之間，舌下部位之頻率大多分布在 500Hz~750Hz。在 1996 年 J.E.OSBORNE 等學者[6]也利用了內視鏡檢查錄影配合自行撰寫的 Matlab 程式來找出鼾聲的相關部位來區別上顎部位與其它的部位的不同，以及 2002 年 S.AGRAWAL 等學者[7]利用 Hanning window function 配合 Mann-Whitney Utest 來找出在軟顎部位頻率分布在 125 Hz~250 Hz 之間，在舌部頻率分布在 1K~1250 Hz，但由於之前的相關文獻僅對鼾聲之頻率範圍加以分析，而未對鼾聲的聲壓進行明確的探討。因此，本研究將發展一套鼾聲測量系統針對台灣國內成人來做鼾聲頻譜的分析，除了將探討軟顎(Palate)、會嚥(Epiglottic)、舌部(Tongue)等部位所產生的鼾聲頻率，進而提供臨床醫師於術前進行鼾聲分析判斷之參考。

貳、材料與方法

本研究硬體係使用美商國家儀器公司 NI(National Instruments)PXI 1042 以及擷取資料卡 PXI 4461 PXI 4462 以及三支 G.R.A.S 麥克風(Type 46AE)來做為本研究的紀錄鼾聲資料的硬體。在軟體部分，將使用 LabView 內的 DAQ toolbox 進行撰寫收音程式及自行以 matlab 撰寫分析鼾聲頻譜程式。

本研究進行量測時，必須先使用聲壓校正器(B&K 4231)進行麥克風的校正，而聲壓校正器所釋放音頻為 1 kHz 且其聲壓為 94 dB SPL，再將個別之麥克風與聲壓校正器進行比對，若音頻測得不為 1 kHz，則表示麥克風之震動膜有問題，則須送廠校正；若聲壓值不足或是超過 94 dB SPL，必須修正麥克風之靈敏度；若量測之頻率為 1 kHz 且聲壓值為 94 dB SPL，則完成麥克風之校正。

本研究係以長庚醫院桃園分院為進行鼾聲量測的地點，實驗前，先針對當天的背景噪音進行測量，時間為 10 分鐘，以作為日後鼾聲之頻譜及其聲壓分析的校準。

本研究受試者為 23 歲男性。實驗時，請受試者躺在床上，並參考相關文獻，將麥克風與受試者間的測量距離，設定為 1 公尺[8]，所以如圖 1 所示，a、b、c 代表三支測量麥克風，d 代表測量時所架設的麥克風架，e 為受試者，在受試者口部正上方 1 公尺架設麥克風 b，並在受試者距離左右兩耳 1 公尺位置各裝上一支麥克風 a 與 c，以利於受試者在第一時間發出鼾聲時可以詳細記錄，測量時間為 90 分鐘。

由上述之實驗架構及程式設計，可測得鼾聲聲壓的點資料及錄音檔再將點資料匯入自行以 matlab 撰寫的程式，以縱軸為聲壓 (sound pressure) 及橫軸為頻率 (frequency) 來顯示鼾聲，並將背景噪音點資料匯入，且以 SNR (signal-to-noise-ratio) 鼾聲聲壓高於背景噪音 10 dB SPL 來判斷是否為背景噪音或是鼾聲聲壓。

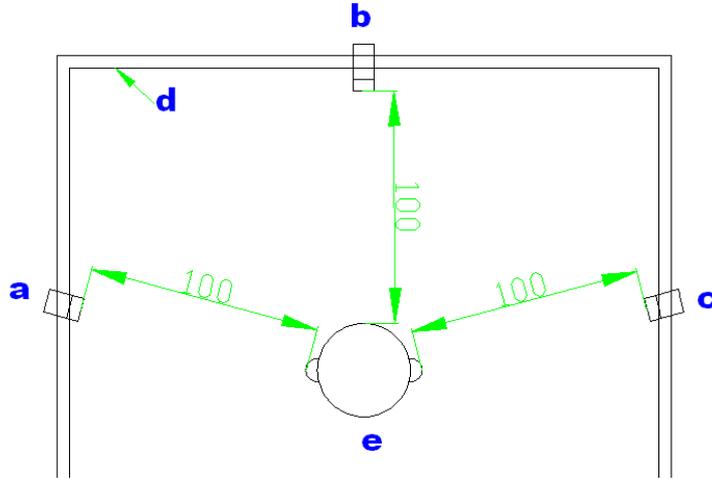


圖 1 鼾聲測量示意圖，a、b、c 為三支麥克風，d 為麥克風架子，e 為受試者

參、結果與討論

環境噪音之頻譜如圖 2 所示，其中空調所產生的頻率位於 376 Hz 聲壓為 27.2 dB SPL，且在 450 Hz 後幾乎為 0 dB SPL，因此可知背景噪音集中在 100 Hz~450 Hz 之間。

本研究呈現一位受試者完整鼾聲頻譜，完整鼾聲歷時的時間為 4 秒如圖 3 至圖 6 中所示，其中，以黑色線代表背景噪音，其頻率範圍為 100 Hz 到 1k Hz。

圖 3 為受試者之第 1 秒鼾聲頻譜，黑線代表背景噪音，虛線代表第 1 秒的鼾聲頻譜，頻率範圍在 100 Hz 到 1500 Hz。其中，由圖 3 中可知，SP 之頻率範圍為 143 Hz~189 Hz，與先前文獻比對後得知[7]，SP 為軟顎(Palate)部位所產生之鼾聲頻率；而 SE 之頻率範圍則為 513 Hz~572 Hz，與文獻比對後得知，SE 為會嚥(Epiglottic)部位所產生之鼾聲頻率。

圖 4 為第 2 秒鼾聲頻譜圖，黑線代表背景噪音，虛線代表第 2 秒的鼾聲頻譜，頻率範圍在 100 Hz 到 1500 Hz。其中，SP 之頻率範圍為 170 Hz~198 Hz，與文獻比對後得知，SP 為軟顎(Palate)部位所產生之鼾聲頻率；而 SE 之頻率範圍則為 513 Hz~612 Hz，與文獻比對後得知，SE 為會嚥(Epiglottic)部位所產生之鼾聲頻率，ST 之頻率範圍則為 1251 Hz~1262 Hz，與文獻比對後得知，ST 為舌下(Tongue)部位所產生之鼾聲頻率。

圖 5 為第 3 秒鼾聲頻譜，黑線代表背景噪音，虛線代表第 3 秒的鼾聲頻譜，頻率範圍在 100 Hz 到 1500 Hz。其中，SP 之頻率範圍為 167 Hz~173 Hz，與文獻比對後得知，SP 為軟顎(Palate)部位所產生之鼾聲頻率；而 SE 之頻率範圍則為 511 Hz~612 Hz，與圖 3-6 文獻比對後得知，SE 為會嚥(Epiglottic)部位所產生之鼾聲頻率。

圖 6 為第 4 秒鼾聲頻譜，黑線代表背景噪音，虛線代表第 4 秒的鼾聲頻譜，頻率範圍在 100 Hz 到 1500 Hz。其中，SP 之頻率範圍為 167 Hz~176 Hz，與文獻比對後得知，SP 為軟顎(Palate)部位所產生之鼾聲頻率；而 SE 之頻率範圍則為 558 Hz~568 Hz，與圖 3-6 文獻比對後得知，SE 為會嚥(Epiglottic)部位所產生之鼾聲頻率。

由上述結果得知，總鼾聲長度 4 秒，軟顎部位所產生的鼾聲 4 秒皆有，頻率集中在 143 Hz~198 Hz，會嚥部位所產生的鼾聲在第 1、2、4 秒，頻率範圍為 511 Hz~612 Hz，舌下部位所產生鼾聲在第 2 秒，頻率範圍為 1251 Hz~1262 Hz。

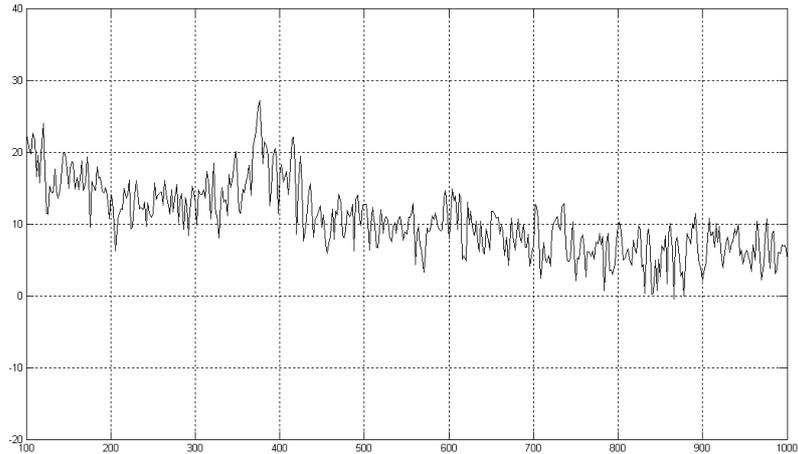


圖 2 背景噪音頻譜，時間為所測得鼾聲那 4 秒平均

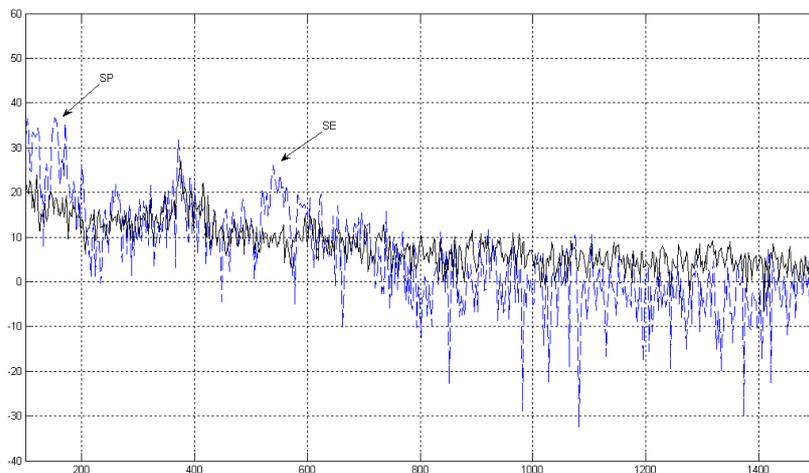


圖 3 第 1 秒鼾聲頻譜，SP 為軟顎部位，SE 為會嚥部位

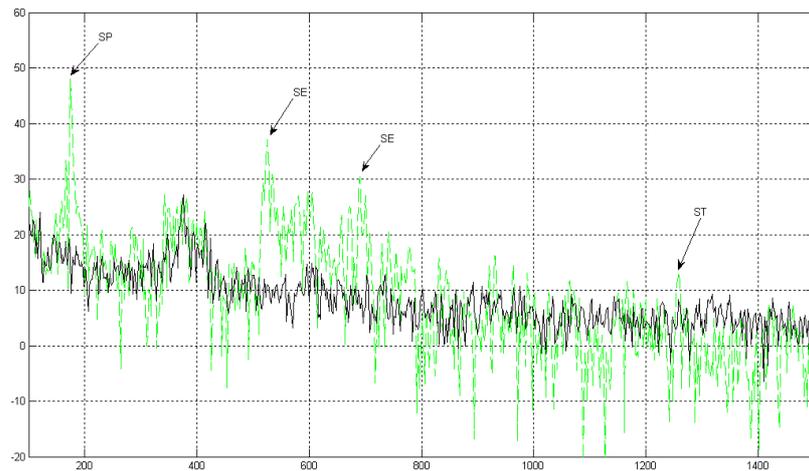


圖 4 第 2 秒鼾聲頻譜，SP 為軟顎部位，SE 為會嚥部位，ST 為舌下部位

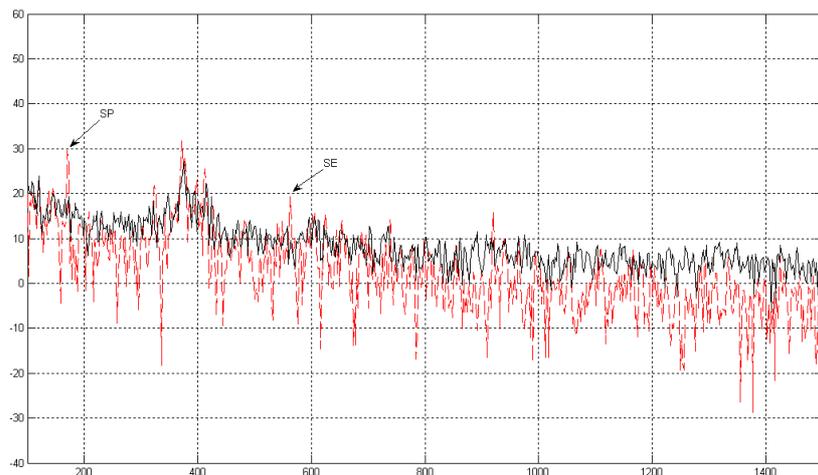


圖 5 第 3 秒鼾聲頻譜，SP 為軟顎部位，SE 為會嚥部位

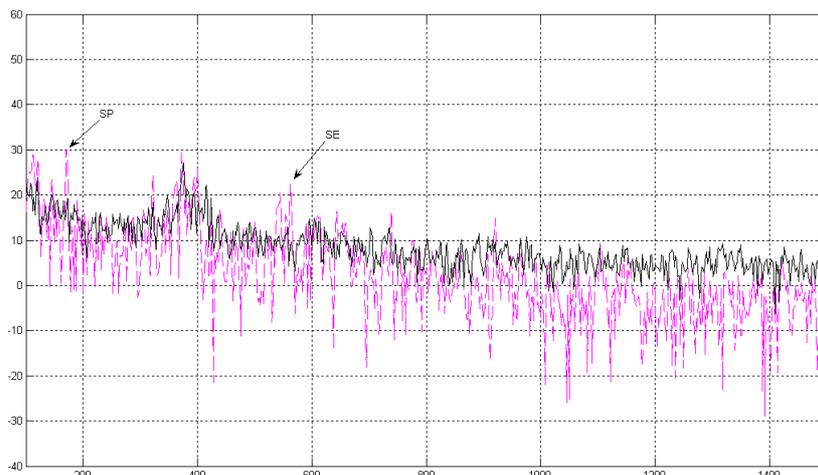


圖 6 第 4 秒鼾聲頻譜，SP 為軟顎部位，SE 為會嚥部位

肆、結論

本研究成功利用 NI 配合 LabView 及 matlab 建立一套鼾聲測量系統，可完成鼾聲頻率的分析以及聲壓的大小，此個案鼾聲總秒數為 4 秒，軟顎部位所產生的鼾聲 4 秒皆有，頻率集中在 143 Hz~198 Hz，會嚥部位所產生的鼾聲在第 1、2、4 秒，頻率範圍為 511 Hz~612 Hz，舌下部位所產生鼾聲在第 2 秒，頻率範圍為 1251 Hz~1262 Hz。其結果與先前文獻相符合，並找出不同鼾聲頻率及音壓與患者喉部構造之關連性，可用以做為臨床醫師鼾聲手術診斷的依據。

伍、參考文獻

- (1) Fitzpatrick, M.F., et al., Snoring, asthma and sleep disturbance in Britain: a community-based survey. *Eur Respir J.* 6(4): p 531-5(1993)
- (2) Hill, P.D., et al., Palatal snoring identified by acoustic crest factor analysis. *Physiol Meas*,20(2): p 167-74. (1999)
- (3) Haraldsson, P.O., et al., Does uvulopalatopharyngoplasty inhibit automobile accidents *Laryngoscope.* 105(6): p 657-61(1995)
- (4) Quinn, S.J., et al., The differentiation of snoring mechanisms using sound analysis.

- Clin Otolaryngol Allied Sci., 21(2): p 119-23(1996)
- (5) Quinn, S.J., N. Daly, and P.D. Ellis, Observation of the mechanism of snoring using sleep nasendoscopy. Clin Otolaryngol Allied Sci., 20(4): p 360-4(1995)
 - (6) Osborne, J.E., et al., A new acoustic method of differentiating palatal from non-palatal snoring. Clin Otolaryngol Allied Sci., 24(2): p 130-3(1999)
 - (7) Agrawal, S., et al., Sound frequency analysis and the site of snoring in natural and induced sleep. Clin Otolaryngol Allied Sci., 27(3): p 162-6(2002)
 - (8) White JES, S.A., Close PR, et al., The use of sound recording and oxygen saturation in screening snorers for obstructive sleep apnea. Clin Otolaryngol Allied Sci, 19:218-21(1994)