

經皮氣管切開術在加護病房重症患者的運用

張旭良^{1,2,3} 楊志仁^{1,2,3,4,5,6} 洪仁宇^{3,4,5} 洪加芬^{1,3} 蘇育正^{1,5} 鍾欽文^{4,5}
黃吉志^{4,5} 黃明賢^{4,5} 許超群^{4,5,6} 蔡忠榮^{4,5,6}

高雄市立大同醫院¹ 內科² 加護病房³ 呼吸治療小組
⁴ 高雄醫學大學附設中和紀念醫院 胸腔內科
高雄醫學大學醫學院⁵ 醫學系內科學⁶ 呼吸治療學系

摘 要

重症病人當中，以急性呼吸衰竭占了多數。初期可經喉插管置入氣管內管來解決問題，一旦需要長期使用呼吸器，氣管切開術仍是不可避免之處置。隨著醫療技術的發展與進步，爲了病人的安全及兼顧效率，不斷有人尋求更簡單有效的方法，故經皮氣管切開術因應而生。許多研究顯示，與傳統外科執行之氣管切開術(Open standard tracheostomy)相比較，經皮氣管切開術(Percutaneous dilatational tracheostomy)之併發症及手術相關死亡率並不會增加。經皮氣管切開術可直接在病人床邊執行，大大增進效率。本篇將就經皮氣管切開術的發展史，施行步驟、適應症、禁忌症、相關併發症、與傳統氣管切開術的比較等，加以討論說明，並分享本院執行經皮氣管切開術之經驗。

關鍵詞：經皮氣管切開術(Percutaneous dilatational tracheostomy, PDT)
藍犀牛氣管引導器組(Ciaglia Blue Rhino Percutaneous Tracheostomy Introducer Set)

前 言

重症患者因爲呼吸衰竭或呼吸道阻塞等因素，需要建立人工呼吸道，以利呼吸道分泌物的排除，改善肺部的氣體交換，以供應組織足夠的氧氣，維持生命所需。在人工呼吸道的建立上，目前以氣管內管經喉插管置入及氣管切開術爲最主要的處理方式，經喉插管雖然不致於造成外觀上的傷口，但長期使用下會造成許多併發症，例如氣道損傷、呼吸道感染或口腔潰瘍等。也因此對於短期無法順利脫離呼吸器以及咳痰能力不佳的病患而言，爲了降低經喉插管之併發症並改善病人舒適度，實行氣管切

開術以建立人工氣道乃不可避免之術式¹⁻³。在加護病房中，約10-24%的病人因維持呼吸道的暢通或長期依賴呼吸器，必須建立人工呼吸道，而需要施行氣管切開術¹。在醫療書籍中，氣管切開術是最古老的外科手術之一，最早甚至在古埃及書籍中曾記載切開氣管的手術，傳統氣管切開術(open standard tracheostomy)的原理及標準技術步驟，於西元1909年Jackson整理發表後，至今已超過100年，手術方法依然沒有太大改變。然而傳統的氣管切開術，需在手術室中施行，但重症病人，因病情嚴重及病況較不穩定，會因到手術室而增加了風險。隨著醫療不斷的進步及病人的安全及效率因素，並

降低手術併發症，經皮氣管切開術(Percutaneous dilatational tracheostomy)因應而生^{1,3-8}。傳統氣管切開術由外科醫師執行，但經皮氣管切開術可以由未接受過完整手術訓練之內科系醫師安全的執行已被證實。但前提是這些醫師必須是訓練有素的重症加護醫師，或是胸腔內科醫師再接受一年的重症照護訓練(critical care fellowship)方可勝任。經皮氣切術之於傳統氣切術是相對安全、有效的氣切方式，但非“簡易”的一項手術，因為一旦發生併發症，例如氣管裂傷(tracheal laceration)、食道穿孔(esophageal perforation)或主動脈損傷等，其往往都是致命的。直接在加護病房中執行床邊手術，是安全且有效的方法，上述優點更突顯了經皮氣管切開術的重要性。

經皮氣管切開術的歷史沿革

Shelden 等人在 1957 年首次提出了經皮氣管切開術的方法⁹，接著 1969 年 Toye and Weinstein 提出簡單而又有效之經皮氣管切開術¹⁰，他們使用了 Seldinger (needle-wire-catheter) 技術和切開擴張器完成手術，可惜因出血的併發症比例太高，故未被普遍接受。直到 1985 年，Ciaglia 等人修正且提出了新的手術方法並取得良好的臨床效果¹¹，經皮氣管切開術方為廣泛討論及應用。自 1985 年至今，各種不同執行方法之經皮氣管切開術紛紛提出，除 Ciaglia 及其團隊外，還包括了 Griggs¹¹、Hazard⁷、Schachner A¹²、Fanconi¹³、Friedman¹⁴ 等人，發表各種手術方法。根據研究顯示，其中以 Ciaglia 及 Grigg's 等二組之方法有較好之結果。自 1985 年提出 Ciaglia 等人後，逐漸發展出相關商業套件，一種是 Ciaglia 多件擴張套件(Ciaglia's multiple dilators kit, Cook Critical Care, Bloomington, IL)，之後改良成藍犀牛氣管引導器組(Ciaglia Blue Rhino Percutaneous Tracheostomy Introducer Set) (如圖一)，另一種為 Grigger 擴張套件(Griggs' single-step dilation forceps kit, Guidewire dilating forceps) (GWDF, SIMS; Portex, Hythe, Kent, UK)，手術當中加入軟式支氣管鏡指引監測¹⁵，更增加手術安全性並降低併發症發生。

執行氣管切開術的時機

氣管切開術的適應症如表一所列。在加護病房中，氣管切開術常用於長期使用呼吸器、呼吸訓練失敗、需要長期抽痰等病人以避免因長期經喉插管導致之咽喉損傷^{16,17}。理想進行氣管切開術的時機，至目前為止並沒有肯定的答案。目前的研究及共識認為一旦使用經喉氣管內管超過 14 天，建議進行氣管切開術，長期使用經喉氣管內管有許多併發症，例如病人不舒適感增加、過度鎮靜、非預期拔管、鼻竇炎、鼻咽潰瘍、中耳炎、鼻中膈斷裂、會厭下狹窄、黏膜潰瘍、聲帶受損或麻痺、氣管狹窄、吸入型肺炎等等^{16,18}。因此理想的氣管切開術時機，需考慮長期使用經喉氣管內管置入造成的併發症，以及氣管切開術本身的風險，



圖一：藍犀牛氣管引導器組(Ciaglia Blue Rhino Percutaneous Tracheostomy Introducer Set)。

表一：氣管切開術適應症^{3,18}

1. 拔管失敗，或在輔助通氣模式下，訓練自主呼吸時失敗；
2. 長期需使用呼吸器進行機械通氣
3. 需進入氣管除去肺分泌物
4. 保護呼吸道並預防異物或口咽分泌物吸入(如喉部功能異常者，因腦血管疾病造成延髓功能障礙，嚴重的腦損傷或脊髓損傷)
5. 上呼吸道阻塞(如：創傷，感染，惡性腫瘤，咽喉或聲門下狹窄，雙側喉返神經麻痺，嚴重的睡眠呼吸中止等)
6. 創傷，臉部或頸部區域的手術。

術後是否可以減少住院天數、縮短呼吸器的使用天數、降低死亡率、降低住院費用等，均需詳細評估。許多學者建議，如果預測病人呼吸器使用天數可能大於14天、肺泡與動脈氧濃度差(alveolar-arterial oxygen gradient)大於175毫米汞柱、或昏迷指數(Glasgow coma score)小於9分，則為建立氣切管路的時機³。Strumper等學者的研究顯示，大部份的重症單位都建議應該在病患呼吸衰竭10天內進行氣切為宜³。雖然對於早期施行氣管切開術之定義各不同，如Moller等人在外科加護病房的研究顯示以七天為界，若在七天內提早實行氣管切開術可以減少呼吸器引起之肺炎、呼吸器使用時間及在加護病房住院的時間¹⁹，Arabi等人也以七天為界進行早期氣切，結果顯示接受早期氣切患者其呼吸器的時間及在加護病房的時間都比較短²⁰。最近，Griffiths等人所作的系統性回顧研究顯示，小於或等於七天進行早期氣切可以減少使用呼吸器的時間，但在死亡率和呼吸器相關肺炎方面則無明顯差異²。至於晚期氣切一般都定義為使用呼吸器超過14天才執行氣切者。整體而言，目前的證據顯示，早期氣切可降低非預期氣管內管滑脫(unplanned extubation)、減少鎮靜安眠藥物的使用，節省醫療成本的支出、增加氧合作用(oxygenation)、改善病人舒適度及增加活動度，然而在整體死亡率、呼吸器相關肺炎發生率及住院天數上，研究結果顯示早期與晚期氣切並沒有統計學上明顯的差異^{2,3,21-23}。

經皮氣管切開術的步驟方法

目前最常於臨床使用的經皮氣切方法包括Ciaglia方法及Griggs方法，並有相對應之商業套件組，大幅增加手術施行之便利性及安全性，而高雄醫學大學附設醫院內科加護病房許超群等人修正藍犀牛氣管引導器組之方法²⁴，獲得不錯的成效，以下就此加以描述。

Ciaglia經皮氣管切開術步驟方法

首先將使用經喉氣管內管及呼吸器之病人平躺，將枕頭至於肩膀下，擺好氣切姿勢，使頸部過度伸展(Neck hyperextension)，給予100%

氧氣，並持續監測生命徵象，靜脈麻醉(Benzodiazepine類藥物鎮靜，嗎啡類藥物止痛，肌肉鬆弛劑使病人無反射)及局部麻醉(Lidocaine)加強麻醉效果，在環狀軟骨下約1~2個指幅下，於頸中線皮膚垂直劃開1到1.5公分，將皮下組織撐開，此時將支氣管鏡置入氣管內管中，之後將氣管內管及支氣管鏡慢慢外拉至適當位置(在第一氣管軟骨環的上方)(如圖二，本案例因意識不清，經家屬同意並簽署同意書下，在隱蔽可辨識身分特徵下，拍攝執行經皮氣切術的過程為本院研究教學之用)，以監看整個手術過程。然後以14號注射導針於下刀處穿刺氣管，位置在第一和第二氣管軟骨環中間，或第二和

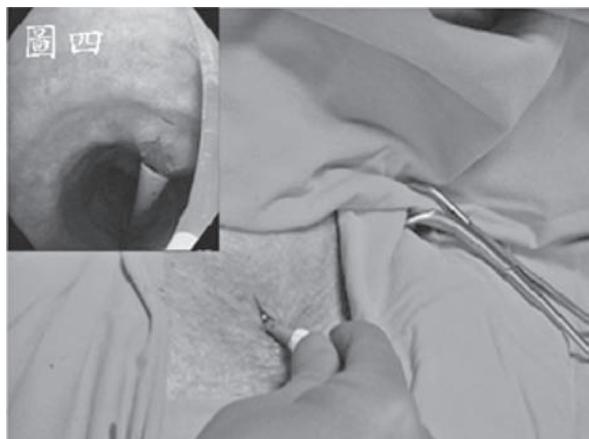


圖二：支氣管鏡置入氣管內管中，將氣管內管及支氣管鏡慢慢外拉至適當位置(在第一氣管軟骨環的上方)。

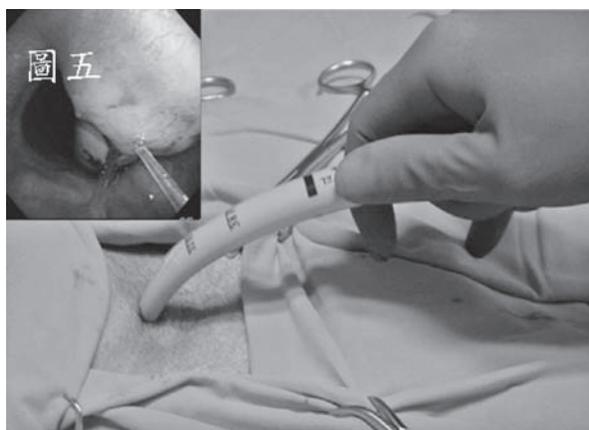


圖三：14號注射導針穿刺氣管，第一和第二氣管軟骨環中間，或第二和第三氣管軟骨環中間，導針軟管留置氣管內，接著經由軟管放入J型導線(J wire)進入氣管。

第三氣管軟骨環中間，導針軟管留置氣管內，接著經由軟管放入J型導線(J wire)進入氣管(如圖三)，然後移除導針軟管，以J型導線導引擴



圖四：J型導線導引擴張器(introducer dilator)進入氣管。



圖五：Blue Rhino擴張器，擴張並打開適當的開口。

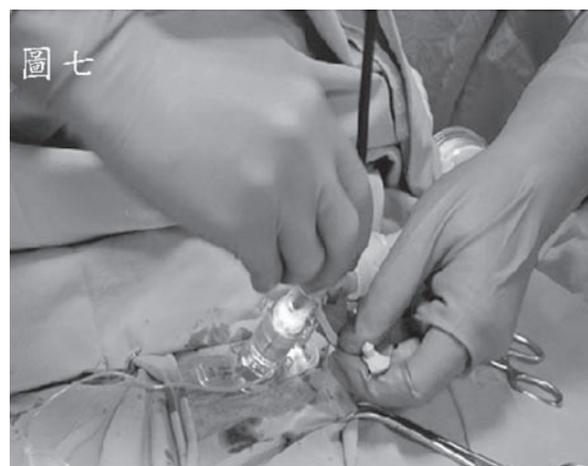


圖六：經由J型導線及導引管將氣切管放入氣管孔洞。

張器(introducer dilator)進入氣管(如圖四)，置入導引管，接著用藍犀牛氣管擴張器，擴張並打開適當的開口(如圖五)，再經由J型導線及導引管將氣切管放入氣管孔洞中(如圖六)，然後移除J型導線及導引管，再用支氣管鏡經由氣切管確認位置後(如圖七)，拔除經喉氣管內管(如圖八)，用縫線固定氣切管，完成整個步驟，此方法亦為本院內科加護病房所採用。

改良式之 Ciaglia 經皮氣管切開術

近年來，臨床上發現使用藍犀牛氣管引導器組之方法時，在使用藍犀牛氣管擴張器有時會發生軟組織及氣管壁擴張困難，導致手術時間延長及併發症增加。高雄醫學大學附設醫院



圖七：支氣管鏡經由氣切管確認位置。



圖八：拔除經喉氣管內管。

內科加護病房許超群等人在2007年修正藍犀牛氣管引導器組之方法²⁴，結合使用導線擴張鑷子(guidewire dilating forceps)作為初步皮下組織及氣管擴張，再使用藍犀牛氣管擴張器進行二次擴張，如此可以縮短手術時間(在此研究中平均縮短1.2分鐘)，減少手術相關併發症，尤其是在高危險群病人，例如尿毒症、肝硬化，凝血功能異常(INR > 1.5, PTT大於45秒，血小板小於5萬，肥胖(body mass index > 30 kg/m²)，氧合差(PaO₂/FiO₂ < 200或吐氣末陽壓大於10公分水柱(PEEP > 10 cm H₂O))，以前曾施行氣管切開術，或曾有在使用呼吸器期間發生氣胸、縱膈腔氣腫、皮下氣腫的病人，使用Ciaglia Blue Rhino與合併guidewire dilating forceps和單獨使用Ciaglia Blue Rhino相比較，在整體併發症的減少上更有意義(15.8% vs 36.2%)²⁴。

表二：氣管切開術優點及缺點^{18,30}

氣管切開術優點：

1. 更容易進行口腔護理
2. 加速腸內營養(指可經口進食)
3. 使病人容易轉送或移動，增加病人的可移動性
4. 增加舒適度
5. 減少鎮靜麻醉藥物的需求用量
6. 更有效率的咳嗽，使痰液更易清除
7. 降低意外拔管，及再度置入氣管內管的頻率
8. 減少長期因經喉氣管內管置入所造成的併發症
9. 部分病人可使用發聲氣切說話，改善與他人的溝通
10. 早期轉出加護病房
11. 在各項呼吸器模式中的調整，可以更順暢

氣管切開術缺點：

1. 侵入性手術
2. 頸部上留下疤痕
3. 在某些病況進步快速的病人，經皮氣管切開術可能不是必要的
4. 醫療費用的增加
5. 病程進展遲滯不前
6. 偶發的嚴重併發症，例如支氣管軟化症、氣管狹窄、出血等
7. 感染

Griggs經皮氣管切開術步驟方法

Griggs等人在1990年發展的套件¹¹，其中Modified Howard Kelley為擴張鑷子(dilating forceps)，柄端有孔洞，可讓J型導線及導引管通過。Griggs方法的前半段，和Ciaglia在使用Blue Rhino擴張器之前均相同，但Griggs於擴張氣管時是使用Modified Howard Kelley。由J型導線及導引管穿過Kelly柄端孔洞，將Kelly置入氣管內，執行者用雙手撐開Kelly，在皮下組織及氣管前壁形成孔洞，經由J型導線及導引管將氣切管放入氣管孔洞中，然後移除J型導線及導引管，再用支氣管鏡經由氣切管確認位置後，拔除經喉氣管內管，完成整個步驟。

經皮氣管切開術併發症

經皮氣管切開術併發症一般分為術中、術後早期、術後晚期。術中併發症(immediate complications)包括：出血、氣切管氣囊破裂(puncture of the tracheal tube cuff)、氣切管移位、

表三：經皮氣管切開術禁忌¹⁸

絕對禁忌：

頸部中線有腫瘤存在

支氣管腫瘤需緊急施行氣管切開術

12歲以下孩童(因氣管軟骨未發育完全，氣道較軟，危險性大)

相對禁忌：

1. 明顯凝血功能異常

2. 前頸部有活動性感染

3. 不穩定的頸椎骨折

4. 過度肥胖(BMI > 35kg/m²)

5. 頸部有明顯解剖上異常

6. 曾有頸部手術或曾施行氣管切開術

7. 頸部曾施行放射線治療(radiotherapy)

8. 頸部有大範圍燒傷

9. 需使用高吐氣末陽壓大於15公分水柱(PEEP > 15 cm H₂O)或氧分壓0.6以上(FiO₂ > 0.6)

10. 血液動力學不穩定

11. 顱內壓上升

12. 病人不可能存活大於48小時

病人自麻醉中驚醒(anaesthetic awareness)、缺氧、二氧化碳過高、腦壓上升、氣管損傷、食道損傷、氣胸、縱膈腔氣腫、氣切管置入假腔(false passage of tracheostomy tube)、血塊阻塞呼吸道等。術後早期併發症(Early complications, <2 weeks)包括：肺部塌陷、手術造成之皮下氣腫、張力性氣胸(tensional pneumothorax)、氣切管移位等。術後晚期併發症(Late complications, >2weeks)包括：因小血管破裂造成之小出血、大出血(如無名動脈或靜脈出血)、傷口感染、會厭下或氣管狹窄(subglottic/tracheal stenosis)、氣管食道瘻管(trachea-esophageal fistula)、皮下與氣管形成瘻管、吞嚥困難、皮膚凹陷疤痕等^{2,3,6,18}，根據Paul A. Kearney等人發表單一醫院的經驗，蒐集了8年共827個施行經皮氣管切開術的病人，在實行經皮氣切術之前平均使用呼吸器是10天，平均手術時間15分鐘，結果發現手術相關死亡率為0.6%，術中併發症發生率約6%，術後併發症為5%，最常見的併發症則為出血，術後追蹤超過一年時間發現有1.6%會有氣道狹窄的情形⁸。

傳統氣管切開術及經皮氣管切開術的比較

傳統氣管切開術大多在手術室裡由外科醫師施行，因此需另外安排時程，安排手術室以進行手術，故一旦決定施行，仍常需等上一段時間；但經皮氣管切開術可在加護病房執行，一旦決定後，可迅速安排於床邊施行，安全而有效率。但兩者之間有何差異呢？Oliver等人做系統分析三組包括在開刀房接受傳統外科氣管切開術、在床邊接受傳統外科氣管切開術及經皮氣管切開術的患者，發現接受經皮氣管切開術的患者和在床邊接受傳統外科氣管切開術會有較多輕微的早期併發症(odds ratio [OR], 1.6; 95% confidence interval [CI], 1.01–2.66)，但在晚期及嚴重併發症方面則無差異，整體併發症的發生率並無統計學上的差異²⁵。接受經皮氣管切開術的患者其手術時間明顯較短。此外，接受經皮氣管切開術的患者和在床邊接受傳統外科氣管切開術這兩

表四：本院經皮氣切術結果與併發症

	本院	國外研究報告 ^{8,28}
手術案例數	47名	-
性別	男/女 28/19	-
年齡	33~95歲 (平均78.45歲)	-
APACHE II	9~37(平均20.4)	-
手術成功率	100%	-
手術死亡率	0%	-
手術平均時間	7.49分	-
手術相關併發症		
氣切傷口出血	3例(6.3%)	2-10%
術中低血壓	4例(8.4%)	0.2-0.7%
氣切傷口感染	0例(0%)	0.6-6.6%

組的經濟效益均比在開刀房接受傳統氣管切開術來的好²⁵。Higgins等人的分析則顯示經皮氣切術有較少的併發症，包括傷口感染率(0.37, 0.22–0.62)及結痂不良(0.44, 0.23–0.83)的比例。至於小出血(minor bleeding)、大出血(major bleeding)、置入假腔(false passage)、會厭下狹窄(Subglottic stenosis)、死亡(Death)及整體併發症(overall complications)，均無統計學上的差異，但執行經皮氣切可以比傳統外科手術減少約4.6分鐘，在醫療支出方面則每人可以減少456美元²¹。Freeman等人的整合分析研究中也顯示兩者之間的術中併發症及死亡率亦無統計學上的差異，但在術後併發症，例如傷口感染及出血，經皮氣管切開術的比例明顯較低²⁶。Delaney及其團隊的分析中則顯示經皮氣管切開術造的傷口感染率僅6.6%，明顯低於傳統手術氣切術(OR = 0.28; 95% CI, 0.16 to 0.49, p < 0.0005)，但在出血方面則兩者無異²⁷。

高雄市立大同醫院(委託高雄醫學大學附設醫院經營)之經驗

高雄市立大同醫院乃自2010年由高雄醫學大學附設醫院接手管理之區域教學醫院，經皮氣管切開術乃自2010年6月開始執行，到2012年8月為止，收集這段期間在本院加護病房，

常規執行經皮氣管切開術之所有病例。這些經皮氣管切開術均在本院加護病房床邊，均由胸腔暨重症專科醫師手術完成。納入條件乃經兩位胸腔暨重症專科醫師仔細評估，短期無法脫離呼吸器或呼吸道痰液清除功能不佳，需建立長期人工氣道之病人。排除條件為：(1)年齡小於12歲(2)前頸部有腫瘤或感染(3)不可矯正之凝血功能異常(4)吐氣末陽壓大於15公分水柱(5)氧分壓大於0.6(6)血液動力學不穩定(7)需緊急氣管切開術。

本院使用的麻醉方法包括midazolam (5 mg，必要時增加3-5 mg)、fentanyl (50-100 µg)及atracurium (25 mg)，執行步驟為使用標準支氣管鏡輔助之藍犀牛氣管引導器組(方法如前述)，執行過程乃經由支氣管鏡輔助，全程監測生命徵象，術後使用支氣管鏡以確認氣切位置，並移除病人呼吸道分泌物及術中流入呼吸道之血塊，維持呼吸道通暢，並於手術後立即進行胸部X光檢查，以再次確定氣切位置及排除可能併發症，例如氣胸、縱膈腔氣腫等。

在這26月中，共47名病例可以進行分析，均為內科重症加護病房病例，其中28名男性，19名女性，年齡從33歲到95歲(平均為78.45歲)，入院或轉入時之APACHE II為9分至37分(平均為20.4分)；手術適應症以長期使用呼吸器困難脫離之病人居多(89.4%)，另外為呼吸道痰液清除保護不足之病人(10.6%)，手術時間平均為7.49分鐘，低於以往文獻報告的時間(如Paul A. Kearney及其團隊執行之手術時間平均為15分鐘⁸)。手術成功率為100%，無任何病人因併發症而退出或因施行經皮氣管切開術而死亡。手術相關併發症只有1例為嚴重氣切傷口出血(2.1%)，經傷口加壓及輸血後改善，無任何後遺症，有2例為輕微氣切傷口出血(4.2%)，經傷口加壓後改善，也無任何後遺症(Table 4)。整體因為經皮氣管切開術而造成出血的比例為6.3%，和以前國外的研究報告相似(2-10%)^{8,28}；4例(8.4%)為術中發生暫時性低血壓，均於生理食鹽水輸注後，未使用升壓劑情況下，血壓即恢復正常，這相對於以往的報告而言比例偏高(Toursarkissian及其團隊研

究報告為0.7%²⁹，Kearney及其團隊研究報告為0.2%⁸)，原因可能在於本院在執行經皮氣切術的過程中，因擔心病人疼痛，使用鎮定及麻醉藥物量稍多，這是未來我們要改進的方向。此外，本院執行經皮氣切術的病例中並無出現術後傷口感染、氣管損傷、食道損傷、氣胸、縱膈腔氣腫、氣切管置入假腔或術中需進行心肺復甦術等嚴重併發症。在術後晚期(超過兩周)併發症方面包括出血、傷口感染、氣管食道瘻管、皮下與氣管形成瘻管等均未發生，顯示由有經驗的內科重症加護醫師或胸腔暨重症醫師執行的經皮氣切術確實為一安全方便及值得推廣在內科加護病房的術式。

結 論

隨著重症病人的增加，需長期依賴呼吸器維生的病人亦隨之增加，因此氣管切開術可說是加護病房最常見的手術之一，根據研究顯示，與傳統手術相較之下，經皮氣管切開術的併發症及死亡率，兩者之間並無差異，傷口感染率甚至較低。經皮氣管切開術可在床邊直接執行氣管切開術，增加了時效性；對需持續監測生命徵象的重症病患而言，不須轉送到手術室，減少了轉送的風險。經皮氣管切開術操作步驟簡單，手術時間短，併發症少，在加護病房的運用上更顯重要。而本院施行經驗中，經皮氣切手術時間短，併發症低，均為輕微併發症，且無病患因手術相關併發症而死亡。總而言之，經皮氣管切開術，是安全而有效率的手術，可廣泛應用於加護病房需要建立人工呼吸道的病人。

參考文獻

1. Esteban A, Anzueto A, Alia I, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 1450-58.
2. Griffiths J, Barber VS, Morgan L, Young JD. Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. *BMJ* 2005; 330: 1243.
3. Groves DS, Durbin CG, Jr. Tracheostomy in the critically ill: indications, timing and techniques. *Curr Opin Crit Care* 2007; 13: 90-7.

4. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest* 1985; 87: 715-9.
5. Hill BB, Zweng TN, Maley RH, Charash WE, Toursarkissian B, Kearney PA. Percutaneous dilatational tracheostomy: report of 356 cases. *J Trauma* 1996; 41: 238-43.
6. Al-Ansari MA, Hijazi MH. Clinical review: percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care* 2006; 10: 202.
7. Hazard PB, Garrett HE, Jr., Adams JW, Robbins ET, Aguilard RN. Bedside percutaneous tracheostomy: experience with 55 elective procedures. *Ann Thorac Surg* 1988; 46: 63-7.
8. Kearney PA, Griffen MM, Ochoa JB, Boulanger BR, Tseui BJ, Mentzer RM, Jr. A single-center 8-year experience with percutaneous dilatational tracheostomy. *Ann Surg* 2000; 231: 701-9.
9. Sheldon Ch., Pudenz Rh., Tichy Fy. Percutaneous tracheotomy. *J Am Med Assoc* 1957; 165: 2068-70.
10. Toye FJ, Weinstein JD. Clinical experience with percutaneous tracheostomy and cricothyroidotomy in 100 patients. *J Trauma* 1986; 26: 1034-40.
11. Griggs WM, Worthley LI, Gilligan JE, Thomas PD, Myburg JA. A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surg Gynecol Obstet* 1990; 170: 543-5.
12. Schachner A, Ovil Y, Sidi J, Rogev M, Heilbronn Y, Levy MJ. Percutaneous tracheostomy--a new method. *Crit Care Med* 1989; 17: 1052-6.
13. Fantoni A, Ripamonti D, Lesmo A, Zanoni CI. Translaryngeal tracheostomy. A new era? *Minerva Anestesiol* 1996; 62: 313-25.
14. Friedman Y, Mayer AD. Bedside percutaneous tracheostomy in critically ill patients. *Chest* 1993; 104: 532-5.
15. Winkler WB, Karnik R, Seelmann O, Havlicek J, Slany J. Bedside percutaneous dilatational tracheostomy with endoscopic guidance: experience with 71 ICU patients. *Intensive Care Med* 1994; 20: 476-9.
16. Heffner JE. Tracheotomy application and timing. *Clin Chest Med* 2003; 24: 389-398.
17. Heffner JE. The role of tracheotomy in weaning. *Chest* 2001; 120(Suppl): 477S-81S.
18. Mallick A, Bodenham AR. Tracheostomy in critically ill patients. *Eur J Anaesthesiol* 2010; 27: 676-82.
19. Moller MG, Slaikeu JD, Bonelli P, Davis AT, Hoogeboom JE, Bonnell BW. Early tracheostomy versus late tracheostomy in the surgical intensive care unit. *Am J Surg* 2005; 189: 293-6.
20. Arabi Y, Haddad S, Shirawi N, Al SA. Early tracheostomy in intensive care trauma patients improves resource utilization: a cohort study and literature review. *Crit Care* 2004; 8: R347-52.
21. Higgins KM, Punthakee X. Meta-analysis comparison of open versus percutaneous tracheostomy. *Laryngoscope* 2007; 117:447-54.
22. Zheng Y, Sui F, Chen XK, et al. Early versus late percutaneous dilatational tracheostomy in critically ill patients anticipated requiring prolonged. *Chin Med J (Engl)* 2012; 125: 1925-30.
23. Wang F, Wu Y, Bo L, et al. The timing of tracheotomy in critically ill patients undergoing mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Chest* 2011; 140: 1456-65.
24. Sheu CC, Tsai JR, Hung JY, et al. A simple modification of Ciaglia Blue Rhino technique for tracheostomy: using a guidewire dilating forceps for initial dilation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 31: 114-9.
25. Oliver ER, Gist A, Gillespie MB. Percutaneous versus surgical tracheotomy: an updated meta-analysis. *Laryngoscope* 2007; 117: 1570-5.
26. Freeman BD, Isabella K, Lin N, Buchman TG. A meta-analysis of prospective trials comparing percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Chest* 2000; 118: 1412-8.
27. Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2006; 10: R55.
28. Polderman KH, Spijkstra JJ, de BR, et al. Percutaneous dilatational tracheostomy in the ICU: optimal organization, low complication rates, and description of a new complication. *Chest* 2003; 123: 1595-602.
29. Toursarkissian B, Zweng TN, Kearney PA, Pofahl WE, Johnson SB, Barker DE. Percutaneous dilatational tracheostomy: report of 141 cases. *Ann Thorac Surg* 1994; 57: 862-7.
30. Freeman BD, Morris PE. Tracheostomy practice in adults with acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2012; 40: 2890-6.

Percutaneous Dilatational Tracheostomy in Critically Ill Patients in Intensive Care Units

Hsu-Liang Chang^{1,2,3}, Chih-Jen Yang^{1,2,3,4,5,6}, Jen-Yu Hung^{3,4,5}, Chia-Fen Hung^{1,3},
Yu-Chung Su^{1,5}, Inn-Wen Chong^{4,5}, Jhi-Jhu Hwang^{4,5}, Ming-Shyan Huang^{4,5},
Chau-Chyun Sheu^{4,5,6}, and Jong-Rung Tsai^{4,5,6}

¹Department of Internal Medicine, ²Intensive Care Unit, ³Department of Respiratory Therapy,
Kaohsiung Municipal Ta-Tung Hospital;

⁴Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Kaohsiung Medical University Hospital;

⁵Department of Internal Medicine, ⁶Faculty of Respiratory Care,
Faculty of Medicine, College of Medicine, Kaohsiung Medical University

Patients with acute respiratory failure account for the majority of critically ill patients in the intensive care unit. Initial intubation with an endotracheal tube through the larynx resolves acute respiratory failure. However, if long-term ventilator dependence is required, the tracheostomy is necessary. With the development of medical technology with regards to patient safety, research has continued on more effective and simple methods. One such method is percutaneous tracheostomy, which can be performed directly at the patient's bedside which greatly improve efficiency. Many studies have shown that there are no significant differences in complications and mortality between traditional surgical tracheostomy and percutaneous dilatational tracheostomy. This article examines the development, steps, indications, contraindications, and complications of percutaneous dilatational tracheostomy, and compares it to traditional tracheostomy. We also share our experience of percutaneous tracheostomy. (J Intern Med Taiwan 2013; 24: 153-161)