

緊急呼吸道處置的觀念更新

林重甫¹ 謝宗達²

國立成功大學醫學院附設醫院 ¹內科部 ²重症加護科

摘 要

內科病患時常需要接受緊急呼吸道處置，且這些病患的病況較不穩定，讓氣道處理困難度倍增，進而造成併發症和死亡率上升。人為因素、技術、設備和環境等皆會影響插管成功率，需要透過適當訓練、團隊運作和妥善的插管前規劃(包含插管失敗時的備用方案)來避免併發症發生。插管前給氧建議使用面罩通氣(face mask ventilation)合併高流量鼻導管(high flow nasal cannula)；插管時亦可考慮使用影像喉頭鏡(video laryngoscope)和 bougie 插管導引管。若插管失敗，可嘗試使用面罩(face mask)或聲門上呼吸道(supraglottic airway)進行通氣；若仍無法改善病患氧合，則要盡快進行頸前氣道建立(front-of-neck airway)。插管前後也要密切監測病患生命象徵、並謹慎維持建立好的呼吸道，以避免併發症發生。

關鍵詞：緊急呼吸道處置 (emergent airway management)

氣管插管 (endotracheal intubation)

喉頭鏡 (laryngoscope)

聲門上呼吸道 (supraglottic airway)

前 言

「64 歲女性，患有 B 細胞急性淋巴性白血病，近期接受過化療，但不久後因雙側肺炎合併急性呼吸窘迫症，接受氣管內插管入住內科加護病房。然而數日後，氣管內管氣囊意外破裂漏氣，醫師著手進行管路更換，但新的氣管內管無法順利置入，導致病患低血氧時間過長，心室性心搏過速合併心跳停止…」

上述案例為發生在本院加護病房的真實經驗。急診和住院病患（尤其是加護病房）經常會因局部或系統性疾病，需要進行緊急呼吸道處置。若處置不當，往往會對患者生命象徵造成急遽的惡化。文獻指出於加護病房 / 急診內進行

緊急氣管內插管造成心臟驟停 (cardiac arrest) 的比率約為 3.1%，其中 25% 為低血氧導致¹。此外，有 25% 的呼吸道意外事件和急診 / 加護病房中的緊急呼吸道處置相關，其中分別有 33% 和 61% 的病患有永久性的傷害甚至死亡²。

由此可知，若無系統性地進行緊急呼吸道處置、做好相關設備、人力的配置以及規劃備用方案，很容易使患者處於更危急的狀態。本文參考若干近期文獻和較新的證據，依序探討呼吸道生理解剖學、緊急呼吸道處置前的準備、相關藥物的使用、插管時的注意事項、失敗時的備用方案，以及完成處置後病患的照護。

緊急呼吸道處置中的人為因素

人為因素是造成醫療錯誤最常見的原因^{2,3}。與開刀房相比，加護病房/急診並非專為呼吸道處置而設，因此相關人員的訓練、設備的完善度(如是否有影像喉頭鏡、潮氣末二氧化碳監測器(end-tidal CO₂ monitor, EtCO₂)等)都不盡完善。此外，醫護人員容易忽略血氧濃度監測儀的警示音、受到時間壓力的干擾、無法進行有效率的溝通、以及忽略插管後的病患照護⁴。

人員也容易因各項偏誤而影響緊急氣道處置時的表現，例如不作為偏誤(omission bias)–下意識地迴避「似乎」對病患傷害較大的處置，如緊急氣切，反而造成病患缺氧時間過長；和結果偏誤(outcome bias)–認為插管成功為此次處置的最終目的，因此不惜一切代價也要將氣管內管置入正確位置，忽略了還有其他方法可暫時建立呼吸道，如扣氧氣面罩、聲門上呼吸道(supraglottic airway, SGA)等，一樣致使患者長時缺氧⁵。

因此學者建議在開刀房以外的環境，為了增加訓練容易度，可考慮至多準備一種替代的插管設備、設置標準急救車和插管過程的核對清單(圖一)⁶、進行相關人員的訓練、團隊演

練、以及定期舉行死亡與併發症討論會⁴。團隊合作部分，學者建議要有一位助手在旁，以提醒氣道操作者下一步驟、監測病患生命體徵、協助扣氧氣面罩、以及有需要時協助環狀軟骨壓迫(cricoid pressure)。圖二為不同醫療團隊人數下的插管站位圖；醫療團隊人數不同，每人的工作安排也會有所不同⁶。

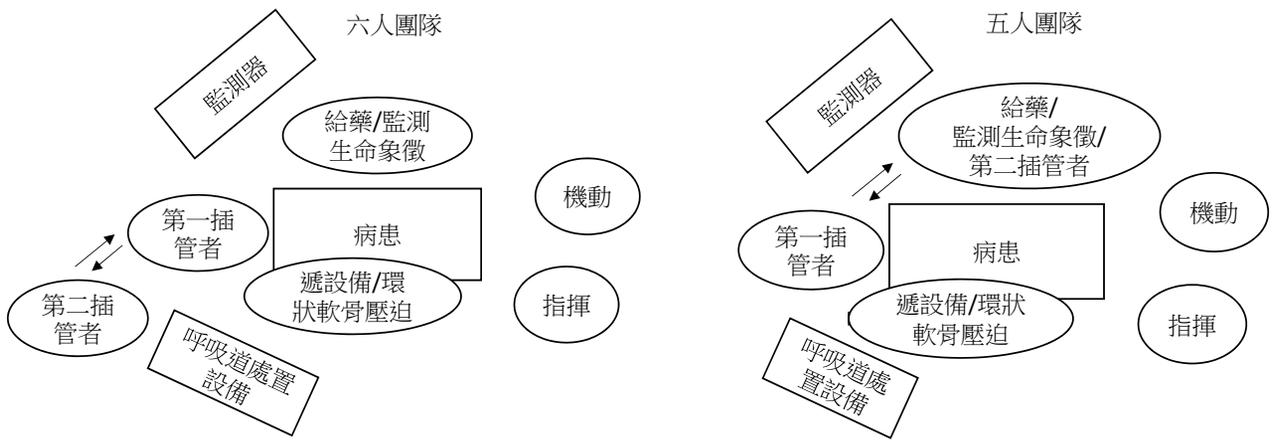
呼吸道生理和解剖學

許多原因會造成病患缺氧，例如心輸出不足、血氧分壓過低(包括處於較高海拔、呼吸驅動力下降、呼吸道阻塞或病變、以及通氣/灌注不匹配等)、血色素過低、及組織無法利用氧氣(如敗血症)等⁷，而病患的體態、呼吸道解剖學的變異，也都會影響氧氣需求量和給氧難易度。一般體重70公斤的健康病患，安全窒息時間(失去自行呼吸能力後到缺氧的時間, safe apnea time)約為六分鐘；但若為127公斤的肥胖患者，安全窒息時間會縮短為三分多鐘⁸。此外，舌頭較肥厚的病患，躺下時容易造成舌頭後倒，一樣會阻塞上呼吸道，造成給氧困難。

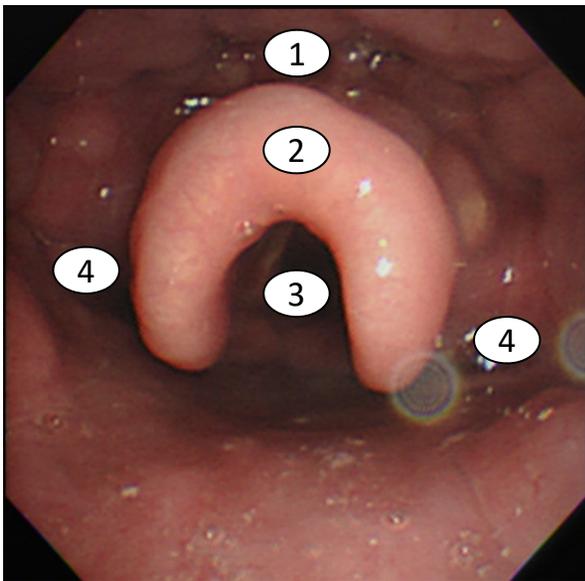
解剖學部分，喉頭鏡葉片(blade)過舌後，可直接看到會厭軟骨(epiglottis)，軟骨下可見聲帶，軟骨上方的空間為會厭谷(vallecula)。

病患準備	相關設備準備	醫療團隊	醫療團隊
<ul style="list-style-type: none"> • 建立靜脈通路 • 適當病患擺位 • 評估呼吸道(定位環甲膜、是否清醒插管) • 完善插管前給氧(給氧三分鐘、考慮使用非侵性呼吸器搭配鼻導管給氧) • 穩定病患生命體徵(輸液、升壓劑使用，鼻胃管減壓) • 藥物過敏史、高鉀風險(有高鉀風險則避免succinylcholine使用) 	<ul style="list-style-type: none"> • 監測器使用(血氧、吐氣末二氧化碳、心電圖、血壓監測) • 檢查相關設備(氣管內管*2，檢查氣囊直接喉頭鏡*2、影像喉頭鏡bougie或一般通條抽吸設備聲門上呼吸道口/鼻導氣管支氣管內視鏡頸前氣道處置包) • 插管相關藥物ketamine肌肉鬆弛劑升壓劑維持鎮靜用藥 	<ul style="list-style-type: none"> • 工作指派(一人可能分飾多角)指揮第一插管者第二插管者環狀軟骨壓迫插管助手給藥病患監測機動人員頸前氣道處置者 • 指派尋求協助者 • 指派計時人員 	<ul style="list-style-type: none"> • 工作指派(一人可能分飾多角)指揮第一插管者第二插管者環狀軟骨壓迫插管助手給藥病患監測機動人員頸前氣道處置者 • 指派尋求協助者 • 指派計時人員

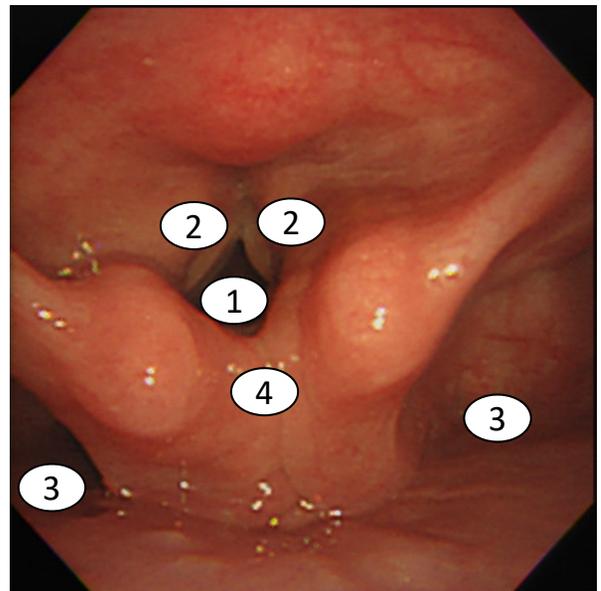
圖一：插管過程的核對清單。



圖二：不同醫療團隊人數下的插管站位圖。



圖三：會厭軟骨附近解剖構造。
1，會厭谷。2，會厭軟骨（此病患為較特殊的 omega 形會厭軟骨）。3，聲門。4，梨狀窩（pyriform sinus）。圖為本院病患接受支氣管鏡檢查的照片。



圖四：聲門附近解剖構造。
1，聲門。2，聲帶。3，梨狀窩。4，杓狀軟骨間凹窩。圖為本院病患接受支氣管鏡檢查的照片。

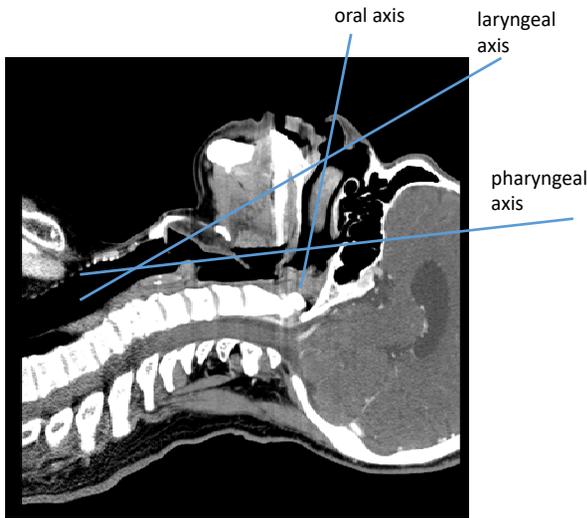
插管時須將喉頭鏡葉片頂端置於會厭谷最深處向上挑起，才能清楚地看見聲門的構造（圖三、四）。

擺位部分，最早有學者提出「三軸理論」（three-curve theory）⁹，即口腔（oral axis）、咽（pharyngeal axis）和喉（laryngeal axis）三軸（圖五）。擺位的目的為盡可能將三軸重合，以利氣管內管置放。然而，有其他學者發現擺位和插管時，此三軸並不會重合，無法妥善反映擺位帶來的好處¹⁰，因此後來提出「雙曲線理

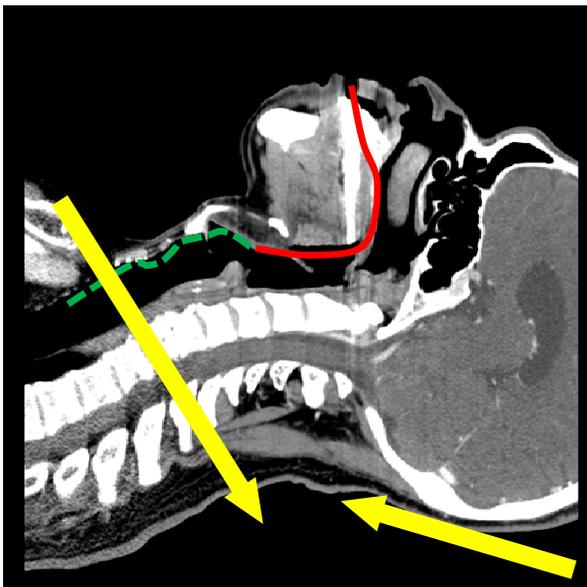
論」（two-curve theory）¹¹。雙曲線理論由初級（primary curve）和次級曲線（secondary curve）組成。初級曲線又稱口-喉曲線（oro-pharyngeal curve），係將口-舌根-聲門相連而成的平滑曲線；次級曲線又稱喉-聲門-氣管曲線（pharyngo-glottotracheal curve），係將聲門連至聲帶的平滑曲線。擺位的目的即為將兩條曲線拉直，如此方能不費太多力氣，便能用喉頭鏡看清聲門附近構造。擺位一般建議使用聞東西姿勢（sniffing position），意即頸椎關節（cervical

spine) 屈曲 (flexion)，寰枕關節 (atlanto-occipital joint) 伸直 (extension)，目的即將兩條曲線拉直，使插管視野清晰 (圖六)。

若遇到較為肥胖的病患，可於後腦杓墊厚棉被，直到達成頸椎關節屈曲和寰枕關節伸直，此即斜坡擺位法 (ramped position)，廣義來說，其實也是一種聞東西姿勢^{7,12-14}。



圖五：三軸理論示意圖。
圖中三條軸線為口腔、咽、和喉；擺位目的為使三軸盡量重合。



圖六：初級曲線和次級曲線示意圖
實線為初級曲線，虛線為次級曲線。左側箭頭代表頸椎關節屈曲，右側箭頭代表寰枕關節伸直。圖片來源為本院病患頸部之電腦斷層。此圖並非聞東西姿勢，僅用於解剖構造示意。

呼吸道處置相關藥物

氣管內插管的過程會帶給病患相當強烈的刺激，引起繼發的生理變化。多成年人來說，較顯著的為交感神經興奮，平均會讓收縮壓上升 53 毫米汞柱，心跳每分鐘上升 23 下¹⁵。副交感興奮較少見，且大多發生在孩童。其他反應如咳嗽、嘔吐反射、喉部痙攣 (laryngospasm) 等，可用神經肌肉阻斷劑 (neuromuscular blocking agents, NMBA) 處理；發生支氣管痙攣 (bronchospasm) 時，可使用較深的鎮靜麻醉藥物。而插管過程的腦部代謝率上升和咳嗽會讓靜脈回流減少，進而增加腦內壓。接下來將插管時所需藥物按類型的不同做介紹。

一、誘導藥物 (Induction agents)

(一) propofol

Propofol 為鎮靜 / 安眠藥物，但止痛效果很有限；透過啟動 gamma-aminobutyric acid (GABA) 受器來作用。起始時間 (onset time) 快速 (約 30 秒)，持續時間 (duration) 也短暫 (5-15 分鐘)，使用後不太會有殘餘效果 (residual effect)。劑量部分，要達到失去意識需 1-3 mg/kg¹⁶。其他特色為呼吸抑制、降低呼吸道反射 (可減少咳嗽反射)、心肌抑制、周邊血管舒張、降腦壓以及降低腦灌流壓 (cerebral perfusion pressure)，原因為平均動脈壓下降¹⁷。

(二) ketamine

利用 ketamine 做插管前誘導，是近年的趨勢。其可造成「解離性失憶 (dissociative amnesia)」，也有止痛的效果。起始時間亦短 (約 60 秒)，作用時間約 15-20 分鐘¹⁸。劑量於快速順序誘導插管 (rapid sequential intubation, RSI) 中建議至少要用 1-2 mg/kg^{19,20}。

藥物特色部分，一樣會降低呼吸道反射，但呼吸抑制的效果比較沒那麼強。最大特點為會刺激交感神經和舒張呼吸道平滑肌，讓病患在插管過程中較不會掉血壓¹⁸。然而此藥會有部分心肌抑制的效果，因此不適用於心衰竭、冠心病或血壓非常不穩的患者 (因這些病患交感

神經訊號已最大化，用藥只會帶來心肌抑制的效果)²¹。Ketamine 可能會引起腦壓升高，但研究顯示腦壓過高的病人仍可以安全使用²²。

(三) etomidate

Etomidate 亦為插管誘導期常用的藥物，可達到鎮靜/安眠效果，也是透過 GABA 受器作用。起始時間快(30 秒)，作用時間約 5-10 分鐘，劑量為 0.2-0.3 mg/kg。此藥較著名的特點為對血行動力學影響較小，病患可能會有輕微的血壓下降，但不會像其他藥物如此顯著，心跳血壓大致可維持在正常範圍內²³。然而使用後 12-24 小時內可能會有腎上腺機能不全的現象(adrenal insufficiency)，因此敗血症病患較不建議使用²⁴。

Ketamine 和 etomidate 相比，兩者在第一次插管成功率、生命象徵變化、需要升壓劑的比例和呼吸器使用天數等並無明顯差別²⁵；最近的隨機分派試驗指出第七天死亡率 etomidate 高於 ketamine，但第二十八天死亡率兩者無統計顯著差異¹⁹。

(三) midazolam

Midazolam 屬苯二氮平類(benzodiazepines, BZD)，為鎮靜、安眠藥物，作用機轉一樣是透過啟動 GABA 受器，用於插管誘導的劑量為 0.1-0.3 mg/kg。其副作用為心跳慢和呼吸抑制，且若要使病患失去意識，需要較高的劑量。此外，midazolam 起始時間較慢(1-2 分鐘)，因此誘導其可先選擇其他類型的藥物；midazolam 較常用於插管後的鎮靜維持。除了 midazolam 外，大部分的 BZD 也有上述的缺點²⁶。

二、輔助型藥物(adjunctive agents)

(一) 鴉片類藥物(opioid)

鴉片類藥物目的為止痛輔助，使用時容易造成血壓下降(因組織胺釋放所致)、呼吸抑制和腸胃道蠕動下降。常用藥物有 morphine 和 fentanyl。前者起始時間較長(約 15 分鐘)，後者較快速(30-60 秒)；持續時間 fentanyl 約 1 小時，morphine 可持續超過 2 小時²⁷。

(二) lidocaine

Lidocaine 可降低插管過程病患的交感神經興奮及各項刺激，例如腦壓高、咳嗽、喉部痙攣等。起始時間約 1-3 分鐘，持續時間約 20 分鐘，劑量為 1.5 mg/kg²⁸。然而，若干研究發現 lidocaine 並無法確實抑制插管過程引起的交感神經張力(sympathetic tone)^{29,30}。此外，lidocaine 雖然可抑制咳嗽反射，但在氣喘病患身上無法緩解喉部痙攣，甚至可能使呼吸道肌肉張力增加³¹。若擔心交感神經興奮帶來的負面影響，可妥善給予誘導其鎮靜劑，並考慮和鴉片類藥物合併使用³⁰。

三、神經肌肉阻斷劑

神經肌肉阻斷劑可使面罩通氣(face mask ventilation)和聲門上呼吸道置放更容易達成、增加胸壁順應性(compliance)、增加第一次插管成功率(first attempt success)，以及降低喉部痙攣³²。至於併發症方面(如低血壓、低血氧、吸入性肺炎、插管造成的外傷等)，是否使用神經肌肉阻斷劑並無差別³³。許多插管執行者會懼怕神經肌肉阻斷劑的副作用而不敢在插管時使用，或延後使用，實則不必如此。以下將針對各類神經肌肉阻斷劑做介紹。

(一) succinylcholine

為去極化型(depolarizing)肌肉鬆弛劑，可和乙醯膽鹼(acetylcholine)受體結合，造成短暫去極化效果，使病患一開始先肌纖維顫動(fasciculation)，後續再達到肌肉鬆弛。起始時間相當短(小於 1 分鐘)，持續時間也短(5-10 分鐘)，因此廣泛地被使用；劑量為 1-2 mg/kg。藥物對人體造成的影響為暫時性高鉀(約上升 0.5-1 mEq/L)³⁴、腦壓增高³⁵、骨骼肌耗氧量增加、以及最惡名昭彰的惡性高熱(malignant hyperthermia)³⁶。因此若病患有高鉀風險、有惡性高熱病史、或為燒傷病患，則不適合使用。

(二) rocuronium

作用機轉為非去極化型(non-depolarizing)肌肉鬆弛劑，為乙醯膽鹼受體的拮抗劑

(antagonist)，並不會造成肌肉震顫。起始時間約 1-1.5 分鐘，效果可持續 45-80 分鐘，因此待鎮靜安眠類藥物效果退去後，要記得追加劑量，直到 rocuronium 效果退去，以免讓病患經歷意識清醒但肢體無法動作的時期。為求快速作用，建議劑量使用 1-1.5 mg/kg，起始時間可和 succinylcholine 一樣快³⁷。藥物副作用包含低血氧、高碳酸血症 (hypercapnia) 和心律不整等³⁸。

此藥有反轉劑 (reversal agent) — sugammadex，可於 2 分鐘內將 rocuronium 環包 (encapsulate)，達到拮抗的效果，劑量為 16 mg/kg³⁹。然而，研究顯示此藥實際上並無法緩解病患注射 rocuronium 後插管失敗導致的缺氧現象。理由為 1. 約有 5% 病患對此藥的起始時間高達 12 分鐘，因此等藥效發揮後，缺氧時間已過長。2. 統計指出當插管執行者從病患插管失敗到決定給予 sugammadex，過程平均長達 6 分鐘。3. 用藥後會使面罩給氧和聲門上呼吸道的置放更困難。4. 若病患須做緊急氣切，此藥會使過程難以執行⁴⁰。因此，當患者發生給予 rocuronium 後插管失敗無法通氣，建議勿過度依賴 sugammadex，應盡早評估是否進行下一步處置 (請見後面章節)。

(三) cisatracurium

和 rocuronium 一樣為非去極化型肌肉鬆弛劑，但起始時間較慢 (約 1.5 分鐘)，因此大多用於插管後的肌肉鬆弛維持。效果可持續 45-60 分鐘，劑量為 0.15-0.2 mg/kg。

至於 succinylcholine 和 rocuronium 的選擇，兩者在第一次插管成功率⁴¹和相關併發症 (食道插管、吸入性肺炎、心跳停止等) 上，皆無顯著差異⁴²，因此選擇上端看病患狀況和施做者習慣而定。

呼吸道處置前給氧 (pre-oxygenation)

當病患無法自行呼吸或因注射藥物喪失自呼能力時，氧氣的來源便全仰賴功能肺餘容積 (functional residual capacity, FRC) 中的氧氣。人體的 FRC 約為每公斤 35 ml 或 2500 ml，在未額

外給氧的狀態下，約 $2500 \text{ ml} \times 21\% = 525 \text{ ml}$ 的氧氣儲備量。若妥善進行插管前給氧，氧氣儲備量便可增加到 $2500 \text{ ml} \times 100\% = 2500 \text{ ml}$ ；因此插管前給氧至關重要，關係到病患可以有多少安全無通氣時間。

給氧前，若病患已置放鼻胃管，需接引流袋進行胃部減壓 (decompression)，以防嘔吐造成吸入型肺炎和插管視野不佳；若未置放且病患狀況允許，可先行置放鼻胃管減壓⁶。若給氧不順利，可視情況進行環狀軟骨壓迫；反之，若先給予壓迫但給氧不順利，可考慮解除壓迫 (可能造成呼吸道阻塞、缺氧等)⁴³。

Higgs 等人於 2018 年發表的緊急呼吸處置指引中建議插管前給氧可將非侵襲性呼吸器 (non-invasive ventilator, NIV) 和高流量鼻導管 (high flow nasal cannula, HFNC) 合併使用⁶，以增加給氧效率，也可使操作者專心扣氧氣面罩，不需額外花心思壓甦醒球 (bag valve mask, BVM)；HFNC 可在插管期間持續使用，可降低插管時嚴重低血氧的風險⁴⁴。NIV 設定建議為吐氣末正壓 (positive end-expiratory pressure, PEEP) 5-10 cmH₂O，潮氣容積 (tidal volume) 7-10 ml/kg，尖峰壓力 (peak pressure) 不超過 20 cmH₂O。HFNC 戴在 NIV 面罩內側，流量 30-70 L/m。若無 HFNC，可使用鼻導管 (nasal cannula) 15 L/m 給氧⁴⁵。將上述兩種設備合併使用給氧，和傳統 BVM 相比，多提供了氧氣流量和 PEEP，可使肺部不會在吐氣末期塌陷，進而降低病患低血氧發生率、增加安全窒息時間，且不會讓併發症增加⁴⁶。

對於躁動的病患，可考慮「延遲順序插管」(delayed sequential intubation, DSI)，即先給予低劑量鎮靜安眠藥物 (如 ketamine)，以利給氧進行；帶插管前給氧完成後，再補足 RSI 的藥物和標準劑量，再進行插管⁴⁷。

若無 NIV，僅有 BVM 時，建議由兩人操作給氧 (一人扣氧氣面罩、另一人壓甦醒球)，使給氧效益最大化⁴⁸。

氣管內插管

插管次數越多，會造成血壓下降、低血

氧、增加食道插管 (esophageal intubation) 次數、心臟驟停、呼吸道外傷、上呼吸道狀況變差不利插管 (例如紅腫出血)、和增加「插管失敗又無法通氣 (can't intubate, can't oxygenate, CICO)」的比率²⁰，因此設法增加第一次插管成功率對病患安全是相當重要的。

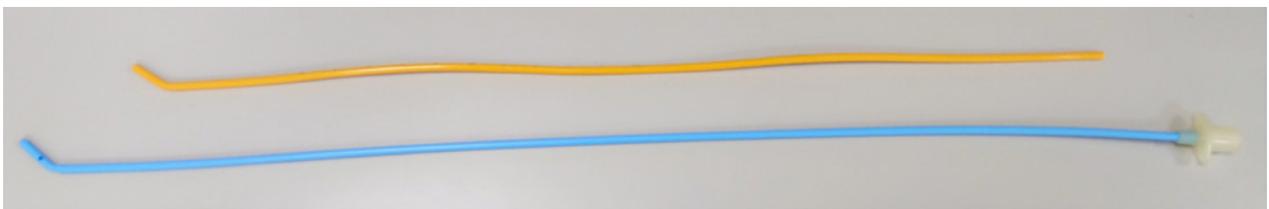
依喉頭鏡所見的喉部解剖構造，可將病患分為若干等級 (grade)。傳統為四分法，即 Cormack-Lehane grade⁴⁹；而 Cook 於 2000 年依照細節再做細分，提出 Cook modification of Cormack grade⁵⁰ (表一) — grade 1：幾乎所有聲門附近構造皆可被辨識。Grade 2A：可見後方聲帶。Grade 2B：只能見到後方軟骨 (posterior cartilage)。Grade 3A：可見到會厭軟骨，且可被喉頭鏡葉片提起。Grade 3B：見到會厭軟骨，但無法被提起。Grade 4：連會厭軟骨都看不見。級數越高插管越困難，建議的插管方法也不同。Grade 1、2A 建議使用直接喉頭鏡 (direct laryngoscope, DL)，並視情況搭配環狀軟骨壓迫術及 bougie tube 使用 (插管導引管，圖七)。Grade 2B、3A 建議使用直接喉頭鏡加上 bougie tube。Grade 3B、4 則建議則建議直接使用影像喉頭鏡 (video laryngoscope, VL) 來進行插管⁵⁰。

Bougie，或稱為 endotracheal tube introducer，是有彈性的氣管內通條，前端有上翹設計，方便置入氣管中，在上述 modified Cormack grade 2A-3A 無法看清聲帶結構的病人，先利用 bougie 相對於氣管內管較細的特性及上翹設計順勢插入氣管，再利用 bougie 當導引管，將氣管內管由 bougie 後方滑進氣管內⁵⁰。之後有學者改良出 Frova intubating introducer，前端有側孔，後端有接頭，可暫時接甦醒球或呼吸器供緊急狀況時使用⁵¹。使用 bougie 和傳統插管相比，無論是一般患者或因難插管病患，皆可增加第一次插管成功率，併發症兩組相近⁵²。但若由不熟悉 bougie 的施作者使用，則第一次插管成功率和一般插管通條相比並未增加⁵³，因此建議操作者多加練習使用。

影像喉頭鏡可讓操作者較容易專注於聲門構造，影像也經過放大，較能清楚辨識目標。若操作者當下覺得不習慣，有些影像喉頭鏡亦可直接當成直接喉頭鏡來使用。影像喉頭鏡和直接喉頭鏡相比，能讓聲門視野更佳，降低 Cormack-Lehane grade 2-4 的比例。然而在手術室之外使用影像喉頭鏡是否能提升第一次插管成功率、降低困難插管比例、及避免食道插管，各研究顯示效果並不一致，數個隨機分派

表一：Cook modification of Cormack grade 與對應插管建議

Cook modification of Cormack grade	評分描述	建議插管方式
Grade 1	幾乎所有聲門附近構造皆可被辨識	直接喉頭鏡
Grade 2A	可見到後方聲帶	± 環狀軟骨壓迫 ± bougie tube
Grade 2B	只能見到後方軟骨	直接喉頭鏡 +bougie tube
Grade 3A	可見到會厭軟骨，且可被喉頭鏡葉片提起	
Grade 3B	見到會厭軟骨，但無法被提起	影像喉頭鏡
Grade 4	連會厭軟骨都看不見	



圖七：bougie 插管導引管。上方為一般 bougie，下方為 Frova intubating introducer，增加了通氣功能。

試驗顯示插管成功率和直接喉頭鏡類似，直到最近的 meta-analysis 才顯示出較低的插管失敗率及併發症發生率⁵⁴⁻⁵⁶。而部份研究也發現使用影像喉頭鏡的病人發生嚴重併發症的比例(如死亡、嚴重低血壓和低血氧等)較高⁵⁷。因此目前專家仍未建議一律使用影像喉頭鏡，而是建議插管時應備有此工具供擅長的插管人員使用^{20,58}。

影像喉頭鏡和 bougie 一樣，需要多加練習才能發揮其長處。一項觀察性研究指出，使用影像喉頭鏡的專家(使用次數大於 15 次)和新手相比(使用次數小於 10 次)，第一次插管成功率明顯較高⁵⁹。對新手而言，學習影像喉頭鏡會比直接喉頭鏡要容易上手⁵⁸。

困難插管評估

在進行插管前，可利用 MACHOCA 評分系統來評估病患困難插管的機率。若總分數為三分以上，則建議使用影像喉頭鏡進行插管⁶⁰；評分表請見表二。

有若干狀況可考慮讓病患清醒接受插管(awake intubation)，例如預期病患的呼吸道解剖構造不利插管(如頭頸部位解剖構造異常，可考慮用影像喉頭鏡執行清醒插管；若因疾病造成呼吸道曲折或阻塞，可使用支氣管鏡做清醒插管)，或預期病患生理狀況不易控制(如血行動力學不穩，使用 RSI 可能會讓血壓更低；或病患需要較高每分鐘換氣量(minute ventilation)，或血氧低，窒息耐受度比一般人

表二：MACOCHA 困難插管評分系統

評分項目	分數
Mallampati 3/4 級	5
阻塞性睡眠呼吸中止症 (obstructive sleep apnea syndrome)	2
頸椎活動受限	1
張口小於三公分	1
昏迷	1
嚴重低血氧(血氧 <80%)	1
插管者非麻醉科醫師	1

低)⁶¹。2022 美國麻醉醫學會(American society of anesthesiologists)出版的困難呼吸道處置指引中，也建議若預期病患會有困難面罩/SGA 通氣、嗆咳風險高、有快速缺氧的風險、或預期困難建立緊急侵入性呼吸道，可考慮使用清醒插管⁶²。執行清醒插管需要病患高度配合，施作前要告知病患目前計畫，妥善使用局部麻醉和靜脈止痛藥物，並密切監測病患生命象徵。目前並無相關研究比較清醒插管和鎮靜插管的優劣，若需要執行，務必請麻醉科醫師進行操作。

替代計畫

在加護病房插管的失敗率約有 10-30%⁶³，此時就需要氣管內插管以外的替代方案來供氧。Higgs 等人於指引中建議將 SGA (圖八)或面罩通氣設為第一備用方案(plan B)。SGA 置放容易，讓病患張口後順勢放入食道即可，其有一朝向聲門的開口，可讓病患暫時進行通氣。有些 SGA 也可和支氣管鏡合併使用，協助置放⁶⁴。置放時不建議使用環狀軟骨壓迫，否則會將食道壓扁，反而不利置放⁶⁵。近期建議使用第二代 SGA，和第一代相比，多了食道通道，可做食道減壓，也可沿通道放入鼻胃管進行胃部引流；且密封性更加，置放更快速⁶⁶。成功置入 SGA 後，可考慮 1. 持續使用 SGA 通氣，待專家到場後協助氣管內管置放。2. 利



圖八：第二代聲門上呼吸道(second generation supraglottic airway, SGA)，可注意 SGA 前端有小開口，為用來進行食道減壓或放置鼻胃管的管道。

用 SGA 作為導引管，將氣管內管置入 (但若失敗一次則建議停止，等專家到場)。3. 叫醒病患 (利用 BZD、NMBA 拮抗劑等)，讓病患恢復自呼能力；但通常不建議喚醒病患，因為此舉往往會使病患生命象徵及氧合更不穩，尤其是在神經病變、心臟病變和呼吸衰竭的內科病患身上。4. 建立頸前氣道 (front-of-neck airway, FONA)，類似俗稱的「緊急氣切」，後面章節會有進一步說明。FONA 可考慮使用在已瀕臨缺氧、困難進行緊急支氣管鏡或通氣、或嗆咳風險高的病患。

面罩通氣地位和 SGA 相等，皆為第一備用方案。使用方法類似插管前給氧，可將面罩連接呼吸器，加上 PEEP，潮氣容積約 6-7 ml/kg，呼吸速率小於 12 下，吸氣時間約 1-2 秒。通氣時要調整好病患擺位 (如聞東西姿勢或下顎推擠法，jaw thrust)，若當下無呼吸器可使用，則建議兩人操作 (一人扣氧氣面罩，另一人壓甦醒球)。建議使用 NMBA，尤其是針對胸壁順應性較差、喉部痙攣、或肥胖的病患，可增加面罩給氧的效果⁶⁷。當成功使用面罩通氣後，後續步驟如同 SGA (等專家抵達、叫醒病患、FONA 等)。

當 SGA 和面罩通氣皆失敗時，最終步驟即為 FONA。此時可以讓病患繼續使用 HFNC、鼻導管、SGA 或面罩通氣以持續供氧。目前較建議的 FONA 方式是 scalpel-bougie-tube 環甲膜切開術 (cricothyrotomy)⁶⁸ — 將頸關節做最大的過度伸展 (hyperextension)，辨認出環甲膜 (cricothyroid membrane)，用 10 或 20 號圓刀片垂直皮膚表面，橫向切開環甲膜，再將刀片旋轉 90 度，使刀刃朝向病患腳側，以擴大環甲膜切口。再來將刀片留在原位，順著環甲膜切口放入 bougie。最後拿開刀片，沿 bougie 放入內徑 5-6 毫米的氣管內管。此法優點為快速、步驟少、成功率高、對所有病患幾乎都適用、放完管路可監測 EtCO₂、可建立相對穩定的呼吸道、達到呼吸道保護效果，以及可接呼吸器提供 PEEP。另一方法為經氣管噴射通氣 (transtracheal jet ventilation, TTJV)，係將較粗的長靜脈留置針插入環甲膜，後端接高流量

氧氣進行間歇性通氣。然而此法預後差，因其容易失敗、易使病患呼吸道和肺部受到氣壓性傷害 (barotrauma)、無法做肺部再擴張術 (lung recruitment)、無法提供 PEEP，以及病患可能會換氣不足^{69,70}。

實行完 FONA 後，待病患穩定，可執行一般的經口插管，或做正式的氣管切開術⁷¹，來取代臨時管路。完整流程圖可參考圖九⁶。

插管中的病患監測

插管過程中也需要密切監測病患的血型動力學。在緊急呼吸道處置過程中，最常見的不良事件 (adverse events) 為心血管不穩定 (42.6%，包含低血壓、新的升壓劑需求或靜脈輸液 >15 ml/kg)，其次為低血氧 (9.3%)，再來為心跳停止 (3.1%)，而有 45.2% 的病患至少有上述其中一項不良事件；整體死亡率為 32.8%¹。且插管次數越多，這些併發症發生機率就越高⁷²，原因和低血氧、潛在疾病 (underlying disease)、會讓血管擴張的藥物 (如 RSI 相關藥物)、低血容 (hypovolemia)，以及 PEEP 造成靜脈回流減少相關。

因此插管前要盡可能將病患的潛在疾病控制好，穩定病患生命體徵，最好能事先建立好動脈管路 (監測血壓用) 和靜脈管路 (intravenous access)，且在高風險的病人避免容易造成低血壓的誘導藥物 (如 propofol)⁷³。休克指數 (shock index，每分鐘心跳數 / 收縮壓 mmHg) 若大於 0.8，會增加插管後低血壓的比率，也會造成病患心跳停止機率增高⁷⁴，因此插管時要視情況給予病患升壓劑 (vasopressor)；至於靜脈輸液部分，臨床很常用，但臨床試驗中避免低血壓的效果並不顯著⁷⁵。

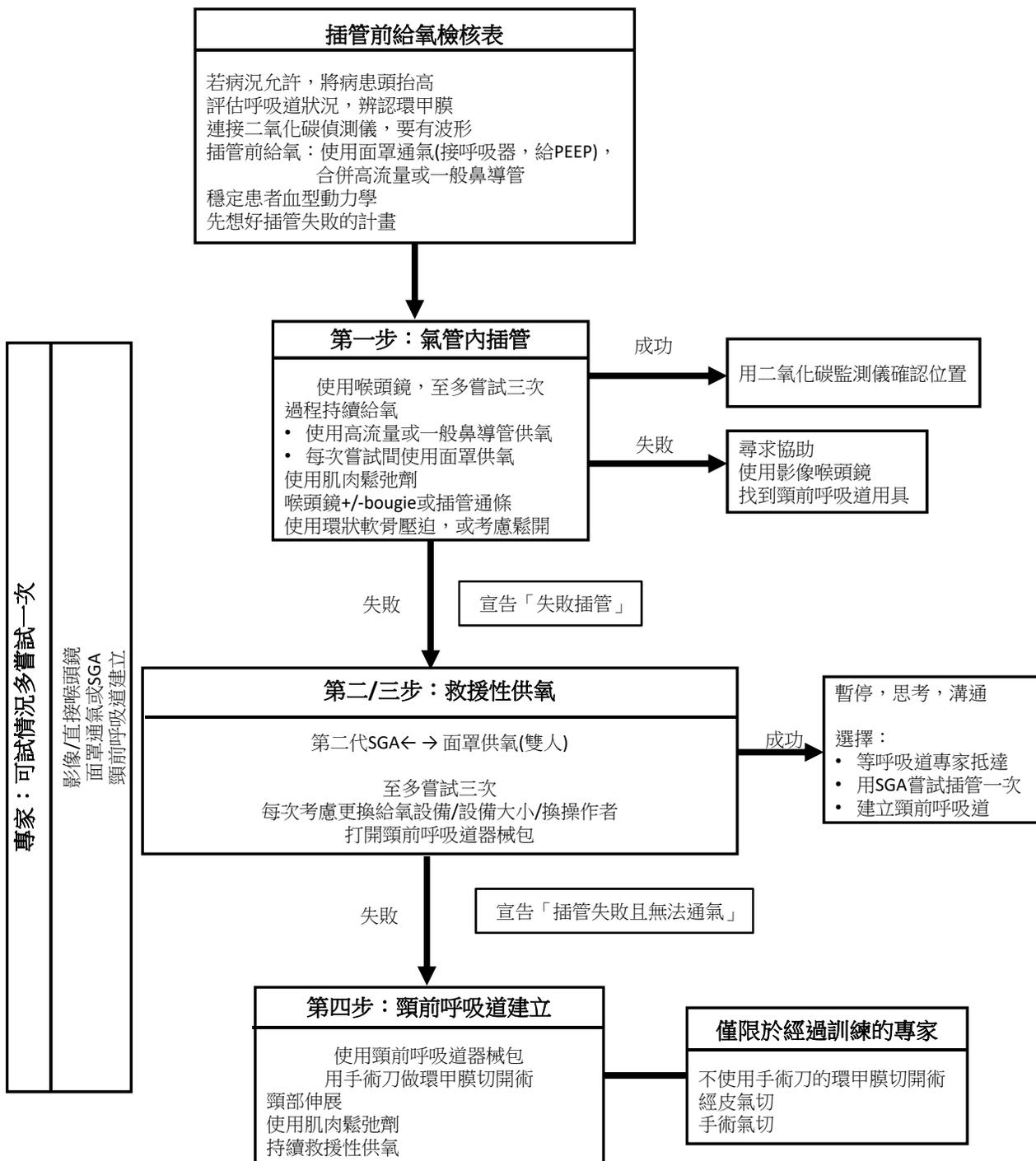
插管後的病患照護

在英國，約有 80% 的呼吸道相關意外發生在插管後，其中有 30% 被歸類為嚴重意外，最常見的狀況為氣管內管位置異常²。插管後需避免過高的呼吸次數、潮氣容積和 PEEP (可能會使血壓降低)。置放的氣管內管直徑要夠大，以便進行聲門下抽吸。此外，氣管內管的氣囊

(cuff) 壓力要維持在 20-30 cmH₂O 左右，插管後需使用二氧化碳監測儀監測波型。若病況允許，讓病患頭抬高約 35 度，可避免呼吸道水腫和過多分泌物累積在上呼吸道⁶。

插管後，建議使用潮氣末二氧化碳監測

儀，且機器需有二氧化碳波形，用以確認插管位置、確認心跳停止病患是否重新建立自發性循環，以及監測心肺復甦術品質。傳統的聽診、看胸壁起伏，甚至更進階地照 X 光、使用直接喉頭鏡 / 影像喉頭鏡或掃超音波確認插管位



圖九：呼吸道處置流程圖。PEEP: positive end-expiratory pressure，吐氣末正壓；SGA: supraglottic airway，聲門上呼吸道。

置等，證據都較不明確，因此建議當使用潮氣末二氧化碳監測儀後還無法確認氣管內管位置時，才考慮使用上述方法做進一步確認（可同時併用多種方法）⁷⁰。加護病房有 70% 的呼吸道相關死亡和未使用 EtCO₂ 監測器相關，可見其重要性²。

新冠肺炎 (COVID-19) 病人的緊急呼吸道處置

新冠肺炎為 SARS-CoV-2 病毒引起之高度傳染疾病，主要透過飛沫和接觸傳染^{76,77}，因此須注重插管時的人員防護和減少病患飛沫散播。為使團隊可進行妥善的插管前準備和防護，建議對預期會呼吸衰竭的病患及早插管⁷⁸。插管時操作者的防護至少包含 N95 口罩、面罩或護目鏡、雙層手套、防水隔離衣等，且上述防護用具建議使用拋棄式^{78,79}。插管地點建議於負壓隔離空間，空間內的醫護人員數量可縮減至三人（一人負責插管、一人當助手、一人給藥和監控病患生命體徵），負壓空間外安排至少一人，負責緊急情況下進行求助⁷⁸。

插管前給氧部分，台灣麻醉醫學會建議使用非再吸入型面罩 (non-rebreather mask, NRM) 進行五分鐘處置前給氧，以減少人員飛沫曝曬；但若患者原本就在使用 NIV 或 HFNC，可考慮持續使用於插管前給氧⁸⁰。若患者出現低血氧情形，可使用甦醒球給氧，但務必由兩人操作（一人雙手扣氧氣面罩，另一人壓甦醒球），以增加面罩密合度^{78,79}。過去有學者擔心 HFNC 的高流速會造成患者飛沫噴濺，不建議於新冠肺炎患者身上使用；然而近期研究顯示患者使用 HFNC 飛沫噴濺的程度和 NRM 並無顯著差異，給氧時可考慮使用⁸¹。

插管前給藥建議比照 RSI，務必使用肌肉鬆弛劑，以減少患者飛沫噴濺。插管過程建議由有經驗的操作者進行，並使用影像喉頭鏡，以降低和病患接觸的程度和增加第一次插管成功率；切勿使用不熟悉或未曾使用過的工具進行插管⁷⁸。相關研究顯示，由較有經驗的施作者進行插管、採取 RSI、以及使用影像喉頭鏡，

皆與第一次插管即成功相關⁸²。需注意新冠肺炎患者和其他病患相比，插管前後的併發症發生率較高，主要為插管時和插管後嚴重低血氧，可能和插管者避免使用甦醒球手動通氣有關⁸³。

插管後建議使用潮氣末二氧化碳監測器確認位置，必要時可搭配觀察病患胸部起伏、胸部超音波或 X 光來確認氣管內管位置。聽診容易造成人員汙染，且在眾多防護裝備下也會影響聽診效果，並不建議使用⁷⁸。

若遇到困難插管或插管失敗，流程和一般插管相同；若要實行 FONA，建議使用 scalpel-bougie-tube，此法可使飛沫噴濺程度降到最低，施作方法也相對容易上手，適合用於新冠肺炎患者⁷⁸。

結 論

呼吸道處置若不謹慎，病患可能因此喪命或長期神經受損。執行前要妥善進行準備，包括準備好核對清單、做好團隊工作分配、準備好相關設備、做好相關人員的訓練，以及確認呼吸道專家可隨時提供支援。插管時的擺位建議使用「聞東西姿勢」，並選擇適當的插管誘導藥物。插管前給氧可考慮使用面罩連接呼吸器，合併使用 HFNC，並在插管前盡可能將病患的潛在疾病和生命象徵處理至穩定。插管時若病患呼吸道不易處理或視野不佳，可使用影像喉頭鏡或 bougie 輔助插管。若插管失敗，要善用 SGA 和面罩通氣，假使皆失敗，則盡快施作 FONA。插管後也要密切注意病患的生命象徵和管路狀況，多和團隊溝通，讓病患的相關併發症降至最低。

利益衝突

本文作者並無接受任何來源之贊助 (financial disclosure) 或有任何利益衝突 (conflict of interest)，僅此聲明。

參考文獻

1. Russotto V, Myatra SN, Laffey JG, et al. Intubation practices and adverse peri-intubation events in critically ill patients

- from 29 countries. *JAMA* 2021;325(12):1164-72.
2. Cook TM, Woodall N, Harper J, Benger J, Fourth National Audit P. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 2: intensive care and emergency departments. *Br J Anaesth* 2011;106(5):632-42.
 3. Hicks C, Petrosioniak A. The Human Factor: Optimizing Trauma Team Performance in Dynamic Clinical Environments. *Emerg Med Clin North Am* 2018;36(1):1-17.
 4. Kovacs G, Lauria M. *Airway Management in Emergencies. The infinity edition.* US: The McGraw-Hill Companies; 2008;280-289.
 5. Croskerry P. Achieving quality in clinical decision making: cognitive strategies and detection of bias. *Acad Emerg Med* 2002;9(11):1184-204.
 6. Higgs A, McGrath BA, Goddard C, et al. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults. *Br J Anaesth* 2018;120(2):323-52.
 7. Kovacs G, Lauria M. *Airway Management in Emergencies. The infinity edition.* US: The McGraw-Hill Companies; 2008;13-32.
 8. Benumof JL, Dagg R, Benumof R. Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology* 1997;87(4):979-82.
 9. Bannister F, Macbeth R. Direct laryngoscopy and tracheal intubation. *The Lancet* 1944;244(6325):651-4.
 10. Adnet F, Baillard C, Borron SW, et al. Randomized study comparing the “sniffing position” with simple head extension for laryngoscopic view in elective surgery patients. *Anesthesiology* 2001;95(4):836-41.
 11. Greenland KB, Edwards MJ, Hutton NJ, Challis VJ, Irwin MG, Sleight JW. Changes in airway configuration with different head and neck positions using magnetic resonance imaging of normal airways: a new concept with possible clinical applications. *Br J Anaesth* 2010;105(5):683-90.
 12. Collins JS, Lemmens HJ, Brodsky JB, Brock-Utne JG, Levitan RM. Laryngoscopy and morbid obesity: a comparison of the “sniff” and “ramped” positions. *Obes Surg* 2004;14(9):1171-5.
 13. Hoefnagel A, Yu A, Kaminski A. Anesthetic Complications in Pregnancy. *Crit Care Clin* 2016;32(1):1-28.
 14. Lee S, Jang EA, Hong M, Bae HB, Kim J. Ramped versus sniffing position in the videolaryngoscopy-guided tracheal intubation of morbidly obese patients: a prospective randomized study. *Korean J Anesthesiol* 2023;76(1):47-55.
 15. Kaplan JD, Schuster DP. Physiologic consequences of tracheal intubation. *Clin Chest Med* 1991;12(3):425-32.
 16. Trapani G, Altomare C, Liso G, Sanna E, Biggio G. Propofol in anesthesia. Mechanism of action, structure-activity relationships, and drug delivery. *Curr Med Chem* 2000;7(2):249-71.
 17. Fan W, Zhu X, Wu L, et al. Propofol: an anesthetic possessing neuroprotective effects. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2015;19(8):1520-9.
 18. Cromhout A. Ketamine: its use in the emergency department. *Emerg Med (Fremantle)* 2003;15(2):155-9.
 19. Matchett G, Gasanova I, Riccio CA, et al. Etomidate versus ketamine for emergency endotracheal intubation: a randomized clinical trial. *Intensive Care Med* 2022;48(1):78-91.
 20. Scott JA, Heard SO, Zayaruzny M, Walz JM. Airway management in critical illness: An update. *Chest* 2020;157(4):877-87.
 21. Miller M, Kruit N, Heldreich C, et al. Hemodynamic response after rapid sequence induction with ketamine in out-of-hospital patients at risk of shock as defined by the shock index. *Ann Emerg Med* 2016;68(2):181-8. e2.
 22. Sehdev RS, Symmons DA, Kindl K. Ketamine for rapid sequence induction in patients with head injury in the emergency department. *Emerg Med Australas* 2006;18(1):37-44.
 23. Zed PJ, Abu-Laban RB, Harrison DW. Intubating conditions and hemodynamic effects of etomidate for rapid sequence intubation in the emergency department: an observational cohort study. *Acad Emerg Med* 2006;13(4):378-83.
 24. Bruder EA, Ball IM, Ridi S, Pickett W, Hohl C. Single induction dose of etomidate versus other induction agents for endotracheal intubation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;1:CD010225.
 25. Jabre P, Combes X, Lapostolle F, et al. Etomidate versus ketamine for rapid sequence intubation in acutely ill patients: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2009;374(9686):293-300.
 26. Reves JG, Fragen RJ, Vinik HR, Greenblatt DJ. Midazolam: pharmacology and uses. *Anesthesiology* 1985;62(3):310-24.
 27. Kovacs G, Lauria M. *Airway Management in Emergencies. The infinity edition.* US: The McGraw-Hill Companies; 2008;211-236.
 28. Lev R RP. Prophylactic lidocaine use preintubation: a review. *J Emerg Med* 1994;12(4):499-506.
 29. Kindler CH, Schumacher PG, Schneider MC, Urwyler A. Effects of intravenous lidocaine and/or esmolol on hemodynamic responses to laryngoscopy and intubation: a double-blind, controlled clinical trial. *J Clin Anesth* 1996;8(6):491-6.
 30. Feng CK, Chan KH, Liu KN, Or CH, Lee TY. A comparison of lidocaine, fentanyl, and esmolol for attenuation of cardiovascular response to laryngoscopy and tracheal intubation. *Acta Anaesthesiol Sin* 1996;34(2):61-7.
 31. Butler J, Jackson R. Best evidence topic report. Lignocaine as a pretreatment to rapid sequence intubation in patients with status asthmaticus. *Emerg Med J* 2005;22(10):732.
 32. Sagarin MJ, Barton ED, Chng YM, Walls RM, National Emergency Airway Registry Investigators. Airway management by US and Canadian emergency medicine residents: a multicenter analysis of more than 6,000 endotracheal intubation attempts. *Ann Emerg Med* 2005;46(4):328-36.
 33. Mosier JM, Sakles JC, Stolz U, et al. Neuromuscular blockade improves first-attempt success for intubation in the intensive care unit. A propensity matched analysis. *Ann Am Thorac Soc* 2015;12(5):734-41.
 34. Martyn JA, Richtsfeld M. Succinylcholine-induced

- hyperkalemia in acquired pathologic states: etiologic factors and molecular mechanisms. *Anesthesiology* 2006;104(1):158-69.
35. Minton MD, Grosslight K, Stirt JA, Bedford RF. Increases in intracranial pressure from succinylcholine: prevention by prior nondepolarizing blockade. *Anesthesiology* 1986;65(2):165-9.
 36. Ali SZ, Taguchi A, Rosenberg H. Malignant hyperthermia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2003;17(4):519-33.
 37. Perry JJ, Lee JS, Sillberg VA, Wells GA. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;(2):CD002788.
 38. April MD, Arana A, Pallin DJ, et al. Emergency department intubation success with succinylcholine versus rocuronium: A national emergency airway registry study. *Ann Emerg Med* 2018;72(6):645-53.
 39. Gijzenbergh F, Ramael S, Houwing N, van Iersel T. First human exposure of Org 25969, a novel agent to reverse the action of rocuronium bromide. *Anesthesiology* 2005;103(4):695-703.
 40. Naguib M, Brewer L, LaPierre C, Kopman AF, Johnson KB. The myth of rescue reversal in “can’t intubate, can’t ventilate” scenarios. *Anesth Analg* 2016;123(1):82-92.
 41. Patanwala AE, Stahle SA, Sakles JC, Erstad BL. Comparison of succinylcholine and rocuronium for first-attempt intubation success in the emergency department. *Acad Emerg Med* 2011;18(1):10-4.
 42. Marsch SC, Steiner L, Bucher E, et al. Succinylcholine versus rocuronium for rapid sequence intubation in intensive care: a prospective, randomized controlled trial. *Crit Care* 2011;15(4):R199.
 43. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 2015;115(6):827-48.
 44. Jhou HJ, Chen PH, Lin C, Yang LY, Lee CH, Peng CK. High-flow nasal cannula therapy as apneic oxygenation during endotracheal intubation in critically ill patients in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 2020;10(1):3541.
 45. Perera A, Alkhoury H, Fogg T, Vassiliadis J, Mackenzie J, Wimalasena Y. Apnoeic oxygenation was associated with decreased desaturation rates during rapid sequence intubation in multiple Australian and New Zealand emergency departments. *Emerg Med J* 2021;38(2):118-24.
 46. Jaber S, Monnin M, Girard M, et al. Apnoeic oxygenation via high-flow nasal cannula oxygen combined with non-invasive ventilation preoxygenation for intubation in hypoxaemic patients in the intensive care unit: the single-centre, blinded, randomised controlled OPTINIV trial. *Intensive Care Med* 2016;42(12):1877-87.
 47. Weingart SD. Preoxygenation, reoxygenation, and delayed sequence intubation in the emergency department. *J Emerg Med* 2011;40(6):661-7.
 48. Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. *Can J Anaesth* 2009;56(6):449-66.
 49. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 1984;39(11):1105-11.
 50. Cook TM. A new practical classification of laryngeal view. *Anaesthesia* 2000;55(3):274-9.
 51. Dewan P, Taylor J, Gunka V, Albert A, Massey S. Manual volume delivery via Frova Intubating Introducer: a bench research study. *Can J Anaesth* 2019;66(5):527-31.
 52. Driver BE, Prekker ME, Klein LR, et al. Effect of use of a bougie vs endotracheal tube and stylet on first-attempt intubation success among patients with difficult airways undergoing emergency intubation: A randomized clinical trial. *JAMA* 2018;319(21):2179-89.
 53. Driver BE, Semler MW, Self WH, et al. Effect of Use of a Bougie vs Endotracheal Tube With Stylet on Successful Intubation on the First Attempt Among Critically Ill Patients Undergoing Tracheal Intubation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2021;326(24):2488-97.
 54. Arulkumaran N, Lowe J, Ions R, Mendoza M, Bennett V, Dunser MW. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for emergency orotracheal intubation outside the operating room: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2018;120(4):712-24.
 55. Cabrini L, Landoni G, Baiardo Redaelli M, et al. Correction to: Tracheal intubation in critically ill patients: a comprehensive systematic review of randomized trials. *Crit Care* 2019;23(1):325.
 56. Hansel J, Rogers AM, Lewis SR, Cook TM, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adults undergoing tracheal intubation: a Cochrane systematic review and meta-analysis update. *Br J Anaesth* 2022;129(4):612-23.
 57. Lascarrrou JB, Boisrame-Helms J, Bailly A, et al. Video laryngoscopy vs direct laryngoscopy on successful first-pass orotracheal intubation among ICU patients: A randomized clinical trial. *JAMA* 2017;317(5):483-93.
 58. Mosier JM, Sakles JC, Law JA, Brown CA 3rd, Brindley PG. Tracheal intubation in the critically ill. Where we came from and where we should go. *Am J Respir Crit Care Med* 2020;201(7):775-88.
 59. Amalric M, Larcher R, Brunot V, et al. Impact of videolaryngoscopy expertise on first-attempt intubation success in critically ill patients. *Crit Care Med* 2020;48(10):e889-e96.
 60. De Jong A, Molinari N, Terzi N, et al. Early identification of patients at risk for difficult intubation in the intensive care unit: development and validation of the MACOCHA score in a multicenter cohort study. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;187(8):832-9.
 61. Tonna JE, DeBlieux PM. Awake laryngoscopy in the emergency department. *J Emerg Med* 2017;52(3):324-31.
 62. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, et al. 2022 american society of anesthesiologists practice guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology* 2022;136(1):31-81.
 63. Bernhard M, Becker TK, Gries A, Knapp J, Wenzel V. The first shot is often the best shot: First-pass intubation success in emergency airway management. *Anesth Analg* 2015;121(5):1389-93.
 64. Theiler LG, Kleine-Brueggemy M, Kaiser D, et al. Crossover comparison of the laryngeal mask supreme and the i-gel in

- simulated difficult airway scenario in anesthetized patients. *Anesthesiology* 2009;111(1):55-62.
65. Hashimoto Y, Asai T, Arai T, Okuda Y. Effect of cricoid pressure on placement of the I-gel: a randomised study. *Anaesthesia* 2014;69(8):878-82.
66. Cook T, Howes B. Supraglottic airway devices: recent advances. *Cont Educ Anaesth Crit Care Pain* 2011;11(2):56-61.
67. Saddawi-Konefka D, Hung SL, Kacmarek RM, Jiang Y. Optimizing mask ventilation: Literature review and development of a conceptual framework. *Respir Care* 2015;60(12):1834-40.
68. Pracy JP, Brennan L, Cook TM, et al. Surgical intervention during a Can't intubate Can't Oxygenate (CICO) Event: Emergency Front-of-neck Airway (FONA)? *Br J Anaesth* 2016;117(4):426-8.
69. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2005;103(1):33-9.
70. Cook TM, Woodall N, Frerk C, Fourth National Audit P. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth* 2011;106(5):617-31.
71. Macedo MB, Guimaraes RB, Ribeiro SM, Sousa KM. Emergency cricothyrotomy: temporary measure or definitive airway? A systematic review. *Rev Col Bras Cir* 2016;43(6):493-9.
72. Nolan JP, Kelly FE. Airway challenges in critical care. *Anaesthesia* 2011;66(Suppl 2):81-92.
73. Russotto V, Tassistro E, Myatra SN, et al. Peri-intubation cardiovascular collapse in patients who are critically ill: Insights from the INTUBE study. *Am J Respir Crit Care Med* 2022;206(4):449-58.
74. Althunayyan SM. Shock index as a predictor of post-intubation hypotension and cardiac arrest; a review of the current evidence. *Bull Emerg Trauma* 2019;7(1):21-7.
75. Janz DR, Casey JD, Semler MW, et al. Effect of a fluid bolus on cardiovascular collapse among critically ill adults undergoing tracheal intubation (PrePARE): a randomised controlled trial. *Lancet Respir Med* 2019;7(12):1039-47.
76. Wang W, Xu Y, Gao R, et al. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. *JAMA* 2020;323(18):1843-4.
77. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020;382(16):1564-7.
78. Cook TM, El-Boghdadly K, McGuire B, McNarry AF, Patel A, Higgs A. Consensus guidelines for managing the airway in patients with COVID-19: Guidelines from the Difficult Airway Society, the Association of Anaesthetists the Intensive Care Society, the Faculty of Intensive Care Medicine and the Royal College of Anaesthetists. *Anaesthesia* 2020;75(6):785-99.
79. Brewster DJ, Chrimes N, Do TB, et al. Consensus statement: Safe Airway Society principles of airway management and tracheal intubation specific to the COVID-19 adult patient group. *Med J Aust* 2020;212(10):472-81.
80. 台灣麻醉醫學會. 對嚴重特殊傳染性肺炎患者插管建議. 2021.
81. Janssen ML, Klazen YP, de Man P, Hanselaar W, Ong DSY, Wils EJ. Airborne SARS-CoV-2 RNA excretion by patients with COVID-19 on different oxygen-delivery systems: a prospective observational study. *J Hosp Infect* 2022;123:87-91.
82. Wong DJN, El-Boghdadly K, Owen R, et al. Emergency airway management in patients with COVID-19: A prospective international multicenter cohort study. *Anesthesiology* 2021;135(2):292-303.
83. Casey JD, Janz DR, Russell DW, et al. Bag-mask ventilation during tracheal intubation of critically ill adults. *N Engl J Med* 2019;380(9):811-21.

Emergent Airway Management: an Update

Chung-Fu Lin¹, Cong-Tat Cia²

¹Department of Internal Medicine,

*²Division of Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine,
National Cheng Kung University Hospital, Tainan, Taiwan*

Medical patients need emergent airway management sometimes. The clinical instability leads to “physiologically” difficult airway and subsequent morbidity and mortality. Human factors, technique, devices, and environment all contribute to successful airway management. Adequate training, team working, and pre-procedural planning including rescue interventions may prevent complications. Optimal preoxygenation could be achieved by applying mask ventilation and high-flow nasal cannula. Video laryngoscope and bougie may facilitate endotracheal intubation. When intubation attempts fail, face mask ventilation or supraglottic airway are alternatives to maintain oxygenation. A front-of-neck airway should be performed when ‘can’t intubate, can’t oxygenate’ situation occurs. Meticulous peri-intubation care including intensive hemodynamic monitoring and adequate positioning and maintenance of the established airway is essential to prevent complications. (J Intern Med Taiwan 2023; 34: 17-31)