

# CONTENTS

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 序                                                           | 2  |
| 專家                                                          | 13 |
| 第一章 HFNC 介紹 Introduction                                    | 18 |
| 第二章 急性低氧血症性呼吸衰竭<br>Acute Hypoxemic Respiratory Failure      | 21 |
| 2-1 HFNC 在 ARDS 患者之應用                                       |    |
| 2-2 HFNC 在肺炎患者之應用                                           |    |
| 2-3 HFNC 在鬱血性心衰竭患者之應用                                       |    |
| 第三章 急性高碳酸血症性呼吸衰竭<br>Acute Hypercapnic Respiratory Failure   | 25 |
| 3-1 輕度至中度的高碳酸血症                                             |    |
| 3-2 慢性阻塞性肺病併發急性惡化 (AECOPD)                                  |    |
| 第四章 拔管後的相關照護<br>Post Extubation Care                        | 29 |
| 4-1 HFNC 運用於拔管後的呼吸衰竭<br>Post-Extubation Respiratory Failure |    |
| 4-2 HFNC 運用於心臟或胸腔手術後的高風險族群<br>或肥胖病人                         |    |
| 第五章 氣管插管 Endotracheal Intubation                            | 31 |
| 第六章 鎮靜和麻醉期間的氧氣供應<br>Oxygen Supplement during Procedure      | 33 |
| 第七章 緩和療護 Palliative Care                                    | 36 |
| 第八章 在新冠肺炎疫情下的特殊考量<br>Special Consideration in COVID-19 Era  | 39 |
| 第九章 濕化高流量氧氣治療的臨床應用<br>Clinical Application of HFNC          | 41 |
| 參考文獻                                                        | 46 |





## 中華民國重症醫學會

氧氣治療是重症病人治療的重要環節，近年來，濕化高流量氧氣治療（High Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy, HFNC）突破傳統氧氣治療限制，提供重症病人新型非侵襲性供氧裝置的選擇。

根據國際論文顯示，相較於非侵襲性正壓呼吸器（Non-invasive Positive Pressure Ventilators, NIPPV）及傳統氧氣治療，HFNC 能顯著降低插管率及死亡率，另外，近年研究逐步將 HFNC 使用於不同疾病之重症病人，例如急性呼吸窘迫症候群、肺炎、心衰竭、急性高碳酸呼吸衰竭、慢性阻塞性肺病、拔管後的相關照護、氣管插管、鎮靜和麻醉期間的氧氣供應、緩和療護及新冠肺炎治療等情境，日前在學會爭取下，HFNC 已經納入健保，進一步造福廣大的重症病人。

然而，台灣針對濕化高流量氧氣治療的臨床應用並無相關共識，因此在中華民國重症醫學會學術委員會黃偉春主委建議下，身為中華民國重症醫學會理事長，隨即號召七大學會，包括中華民國重症醫學會、台灣急救加護醫學會、台灣胸腔暨重症加護醫學會、台灣麻醉醫學會、台灣呼吸治療學會、中華民國呼吸治療師公會全國聯合會及台灣心肌梗塞學會的理事長及專家群，一起撰寫濕化高流量氧氣治療台灣共識，期許提供台灣重症團隊濕化高流量氧氣治療的方向。

黃瑞仁

中華民國重症醫學會理事長

2021.10.15



## 台灣急救加護醫學會

# 序

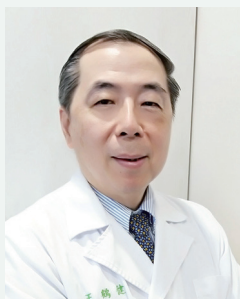
在重症病房，患者可能因急病發作、肺部感染、肺水腫或心臟衰竭，造成肺部氧合能力下降，需要氧氣治療。「高流量鼻導管」（High-flow nasal cannula）是由大孔徑鼻導管來提供病患穩定氧氣濃度、溫度和濕度的高流量氧氣治療。因為有良好的舒適性，近年來在麻醉科，呼吸衰竭，肺水腫，甚至是癌症末期安寧治療等情境，都有被廣泛的使用。在去年新冠肺炎疫情期間，也有多篇臨床研究發表，證明了高流量鼻導管氧氣治療的治療價值。本次疫情期間由幾個學會分工合作，完成這本準則。準則介紹了高流量鼻導管氧氣治療的運作原理，並說明在各種疾病領域中目前文獻中的使用建議，非常適合急重症同仁參考。同時也相信在新通過的健保給付下，急重症同仁可以提供病患最舒適，最有效的治療。今年台灣急救加護醫學會聯合其他相關學會推出兩本準則，未來學會也會提供更多的臨床指引或準則，與大家一起提升台灣急重症照護，造福病人。

蔡維謀

台灣急救加護醫學會理事長

2021.10

# 序



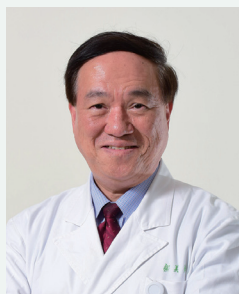
## 台灣胸腔暨重症加護醫學會

拜新冠肺炎疫情之賜，濕化高流量氧氣治療（HFNC）廣受大眾矚目，還被授予“救命神器”的封號，其實 HFNC 早在疫情前就廣泛使用於兒童和成人之低血氧症、急性呼吸衰竭、拔管後低血氧、輔助侵入性檢查與安寧緩和臨終照護等臨床情境。由於臨床上使用的時機和針對不同疾病使用的醫學證據，需要好好推究。在高雄榮總重症醫學部黃偉春主任的號召下，集合了國內 24 位專家共襄盛舉，「2021 濕化高流量氧氣治療台灣專家共識」於焉誕生。此專家共識創下了七大醫學會共同參與的歷史紀錄，期間的協調分工，和專家間的合作無間，使得共識能在極短的時間內完成，令人欽佩。相信此共識可以做為臨床上使用 HFNC 的醫療工作者重要的參考，在此感謝所有參與完成此共識的專家學者。

王鶴健

台灣胸腔暨重症加護醫學會理事長

2021.10.7



## 台灣麻醉醫學會

# 序

美勇很榮幸受主編之邀，代表台灣麻醉醫學會與國內其它六大醫學會理事長共同為「2021 經鼻高流量氧氣濕化治療台灣共識」撰寫序文。

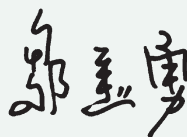
高流量氧氣鼻導管全配系統（HFNC）支援醫療前線最近成為一個熱門的話題，引發醫界及一般民眾對 HFNC 產生高度關注。因此，台灣相關七大醫學會跨團隊進行討論，形成共識，希望能夠妥善應用此醫療器材，發揮它的最大功效，嘉惠病人。

HFNC 的優點很多，不過並不表示用了它就等於「救命了」。事實上新冠病毒會引起人體的發炎及免疫反映，需施以多種藥物控制，避免肺部損傷缺氧，而氧氣的施用即在讓病人不致因為低血氧，導致「隱型缺氧」或「沈默缺氧」，不過有的病人病情惡化加劇，最後仍是要插管。如同胸腔內科專家—高長前院長林孟志教授所說：「HFNC 只是輔助治療的作法之一，且使用這套設備還涉及健保給付、耗材成本以及人員操作訓練等，當前這場防疫戰疫，決勝點在於死亡率，如何讓重症病人亦能存活下來，是可善用 HFNC，不過它絕不是像家裡加裝冷氣、冰箱一樣插上電就能用，那麼簡單而已。」

麻醉醫師因為對於氣管插管的技術在各專科間相對嫻熟，而常在各級醫院中被委以重任，來擔任此項整個照護流程中最為危險的任務。在這一波的病患插管中，保守估計全國有超過九成需要插管治療的病患都是由麻醉醫師來執行的，麻醉科醫師和其他負責插管之醫師們，在這一場抗疫的作戰中，冒著最大風險處理最關鍵，最

# 序

危險的這項治療，無怨無悔地在這段時間為拯救新冠重症病患的生命而持續不斷的努力著。此共識共十一章，其中第七、八、十章，分別由本會傑出會員葉育彰、丁乾坤及呂忠和三位醫師教授執筆，提供「氣管插管」、「鎮靜和麻醉期間的氧氣供應」及「在新冠肺炎疫情下的特殊考量」專家意見，連同其他各學會專家，將「經鼻高流量氧氣濕化治療」的相關最新知識作了扼要的整理，提升所有國內相關其他醫療從業同仁的，功德無量。希望大家的努力之下，全國民眾能夠早日恢復正常的生活。



台灣麻醉醫學會理事長

2021.10



## 社團法人台灣呼吸治療學會

序

當 2019 年新冠肺炎病毒開始肆虐，造成 2020 年 1 月 23 日震撼全世界的武漢封城，歷時 76 天才得以解除封城，而其間也不斷地傳出此次新冠肺炎病毒和 2003 年的 SARS 病毒的症狀及傳染力都有所不同，其中主要的是隱性缺氧（沉默性缺氧）這個名詞的出現，而使台灣媒體以“快樂缺氧”炒熱了血氧計的販賣市場。

濕化高流量氧氣治療在 2003 年 SARS 時還不是很普遍的治療器材，1992 年開始出現每年零星 1-2 篇的文章發表，直到 2013 年才超過 50 篇的陡升，今年已有 297 篇，累計有 1,980 篇。但即使如此，在 2020 年的疫情初期，因為此器材在給予病人治療時有可能產生氣霧而造成床邊照護的醫療人員被新冠肺炎病毒感染的疑慮，因此在疾病管制局的「新型冠狀病毒（SARS-CoV-2）感染臨床處置暫行指引」指出，防護措施等同執行可能產生飛沫微粒（aerosol）之醫療處置，並應密切監視病患臨床狀況變化。

台灣在 110 年 5 月 15 日確診人數超過百人後開始提升至第三級警戒，快樂缺氧受到社會大眾極端重視，濕化高流量氧氣治療（HFNC）被視為救命神器，6 月 12 日藝人賈永婕掀起 HFNC 捐贈旋風，而衛生福利部也買了 500 台送交全省各大醫院使用，中央健保署也核准 COVID-19 病人使用 HFNC 有 1,745 點 / 每日的給付。而台灣對於使用此一提高氧氣濃度以促進氧合及穩定提供濕化治療的器材，雖有一些重症照護指引，如 CDC 的新型冠狀病毒（SARS-CoV-2）感染臨床處置暫行指引，台灣胸腔暨重症加護醫學會出版「新型冠狀病毒感染（COVID-19）併發急性呼吸衰竭臨床處置指

# 序

引」，中華民國重症醫學會、台灣急救加護醫學會及台灣胸腔暨重症加護醫學會共同出版之新型冠狀病毒感染（COVID-19）重症照護暫行共識。此次中華民國重症醫學會再擴大 HFNC 至非 COVID-19 病人的使用及照護，並結合 6 大學會團體及中華民國呼吸治療師公會全國聯合會一起參與編撰「2021 濕化高流量氧氣治療台灣共識」，讓六位呼吸治療師有機會參與專家群並貢獻臨床照護經驗。

感謝中華民國重症醫學會邀請撰寫序文，因此就 HFNC 的來龍去脈予以略加敘事，藉此提供大家參考，也希望在面對不斷變種的新冠肺炎病毒，大家能夠知己知彼，一切平安並未病人提供良好的照護。

朱家成 理事長

台灣呼吸治療學會

中國醫藥大學附設醫院呼吸治療科技術主任

世界呼吸照護聯盟執行委員會台灣委員

2021 年 10 月 7 日





## 中華民國呼吸治療師公會全國聯合會

「經鼻高流量濕化氧氣治療」(High Flow Nasal Cannula, HFNC) 在國外使用已經有一段時間了，無論是新生兒或成人領域均有一些實證，也已發展出一些臨床指標，如：ROX (Respiratory rate-OXYgenation) index 作為監測病人氧合，避免延誤病人插管……等預測風險的指引，但由於國內外醫療支付上的差異，影響了病人與臨床人員對此醫療設備處置的選用。

此次全球 COVID-19 疫情對於醫療系統的重擊，醫療資源瞬間短缺嚴重，在知識爆炸、自媒體傳播、交流頻繁迅速的時代，對於 HFNC 賦予「救命神器」的過度神化，我們是相信 HFNC 在臨床病人的處置優勢，也讓呼吸治療師多一項可選擇輔助治療的設備，對許多的病人一定會有幫助，只是一下增加了 400 多台，呼吸治療師照護的人力務必也要相對應的增加，才能確保病人的安全與醫療品質。

這本共識的內容可以提供臨床醫療人員強化照護的先備知識，但是設備須要正確校準與使用、病人須要專業的評估、監測與調整，使用後完全的清消及維護，確保儀器設備品質及病人的安全。

中華民國呼吸治療師公會全國聯合會在此仍要提出呼籲：再好的設備，也要有人善用，才能真正發揮設備「救命」的價值，方是病人之福。

蕭秀鳳 理事長

中華民國呼吸治療師公會全國聯合會

長庚大學呼吸治療學系助理教授

林口長庚總院呼吸治療科技術主任



## 自在呼吸的滋味

濕化高流量氧氣治療最近幾年逐漸運用於重症病人治療，然而台灣重症醫師針對此項新興治療，並無治療共識，非常感謝黃瑞仁理事長賦予重任，與七大學會合作，有機會與學會專家群針對文獻及臨床經驗制定一份屬於台灣重症醫師的共識。

2020 年開始萌生制定共識的想法，2020 年 12 月 24 日與黃瑞仁理事長討論後，開始規劃相關內容，2021 年 2 月 11 日除夕開始聯絡專家們，於 2021 年 3 月 6 日於線上進行第一次濕化高流量氧氣治療台灣專家共識會議，並建立撰寫共識，2021 年 5 月 15 日台灣新冠疫情急遽上升，單日染疫人數突破 185 人，台灣重症病房吃緊，指揮中心醫療應變組疾管署於 2021 年 6 月 5 日安排「新冠病毒重症個案臨床處置」線上教育訓練，課程中重症專家認同，濕化高流量氧氣治療可以降低新冠重症病人插管率及 ICU 入住率，且不會造成嚴重飛沫傳播。2021 年 6 月 6 日，中華民國重症醫學會、臺灣醫療品質協會、台灣心肌梗塞學會、及台灣急救加護學會國際事務委員會聯合推出「臺灣醫療品質圖書館國際大師系列」邀請美國紐約感染科專家張凱銘醫師分享如何提升 COVID-19 照護品質經驗，建議使用濕化高流量氧氣治療，能夠延遲插管就延遲插管。團隊於 2021 年 6 月 13 日進行第二次高流量氧氣治療台灣專家共識會議，並完成初稿。同日北部熱心人士於臉書發文，表示收到南部醫院護理主任家屬的私訊，目前醫院缺乏 HFNC 也就是醫護人員簡稱的「救命神器」，北部熱心人士全台募集到百台 HFNC，以最快速度送到前線醫護手中，突然 HFNC 火紅起來。其實把 HFNC 當做救命神器，好

像過度神化，HFNC 是一種替代工具，幫助新冠肺炎病患度過高風險期，避免走向插管。

HFNC 在之前健保給付條件不明確，因應疫情變化，衛生福利部中央健康保險署於 2021 年 6 月 10 日新增「經鼻高流量濕化氧氣治療」申報代碼，並放寬「體位引流」申次數限制於新冠肺炎確診者使用，由公務預算給付。中央健康保險署於 2021 年 9 月 9 日召開「全民健康保險醫療服務給付項目及支付標準共同擬訂會議」，黃瑞仁理事長委派我和古世基理事代表學會餐與審查，會後決議將濕化高流量氧氣治療正式納入給付，通過的適應症包括，急性缺氧性呼吸衰竭或窘迫的成人及兒童、拔管或脫離呼吸器後預防再次插管等。

在 HFNC 峰迴路轉的適應症獲得衛福部認可的時機，非常感謝來自台灣的專家及時完成這份共識，一起提升台灣重症病人照護品質，讓重症病人可以享受自在呼吸的滋味。

主編

黃偉春

中華民國重症醫學會學術主委  
暨 台灣心肌梗塞學會理事長

# 學會理事長



中華民國重症醫學會

黃瑞仁 理事長



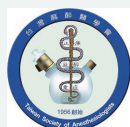
台灣急救加護醫學會

蔡維謀 理事長



台灣胸腔暨重症加護醫學會

王鶴健 理事長



台灣麻醉醫學會

鄒美勇 理事長



社團法人台灣呼吸治療學會

朱家成 理事長



中華民國呼吸治療師公會全國聯合會

蕭秀鳳 理事長



台灣心肌梗塞學會

黃偉春 理事長

(依姓氏排名)



黃偉春

高雄榮民總醫院重症醫學部部主任  
台灣心肌梗塞學會理事長  
中華民國重症醫學會理事暨學術委員會主委  
台灣急救加護醫學會學術委員會委員／  
研究委員會委員



丁秋碧

淡水馬偕醫院呼吸治療師



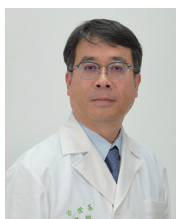
丁乾坤

臺北榮民總醫院麻醉部一般麻醉科科主任  
台灣麻醉醫學會秘書長



王晨旭

國泰綜合醫院心血管中心加護病房主治醫師  
中華民國重症醫學會理事



古世基

臺大醫院內科加護病房暨呼吸照護中心主任  
中華民國重症醫學會常務理事

# 專家



呂忠和

三軍總醫院麻醉部疼痛治療科主任  
台灣急救加護醫學會理事



李昆達

衛生福利部雙和醫院呼吸治療室技術長  
台灣呼吸治療學會理事



林佳凌

成大醫院心臟科主治醫師



蔡玉琴

高雄長庚紀念醫院呼吸治療科技術主任  
中華民國呼吸治療師公會全國聯合會理事



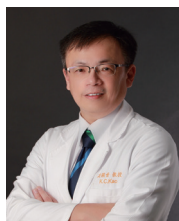
哈多吉

輔大醫院醫務秘書  
台灣急救加護醫學會秘書長



姜佑承

高雄市立聯合醫院胸腔內科主治醫師  
台灣胸腔暨重症加護醫學會專科醫師



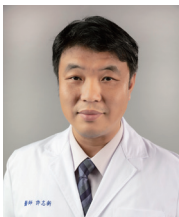
高國晉

林口長庚醫院內科部副部長  
中華民國重症醫學會副理事長  
台灣胸腔暨重症加護醫學會理事



張哲榕

衛生福利部雙和醫院呼吸治療師



許志新

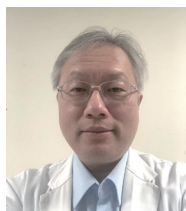
成大醫院醫務秘書  
中華民國重症醫學會理事暨教育委員會主委



許超群

高醫附院胸腔內科主任  
中華民國重症醫學會理事

# 專家



**郭立國**

台北馬偕醫院內科加護病房主任  
中華民國重症醫學會理事



**陳欽明**

奇美醫學中心品管中心主任／加護醫學部教授  
台灣急救加護醫學會監事  
台灣心肺復健學會理事  
中華全球經脈臨床醫學會理事



**傅彬貴**

台中榮總呼吸加護病房主任



**葉育彰**

台大醫院麻醉部主治醫師  
台灣急救加護醫學會學術委員會主委  
中華民國重症醫學會秘書長



**詹明澄**

臺中榮民總醫院呼吸治療科主任  
中華民國重症醫學會理事





劉金蓉

中國醫藥大學附設醫院呼吸治療科總技師  
中華民國呼吸治療師公會全國聯合會副理事長



鄭愛琴

奇美醫院呼吸治療師



龍芳

輔仁大學呼吸治療學系講師



謝佳汎

淡水馬偕醫院呼吸治療師



蘇柏嵐

成大醫院胸腔科主治醫師

# HFNC 介紹

## Introduction

李昆達 龍 芳 姜佑承 黃偉春

發生低血氧症或合併呼吸衰竭時，氧氣治療是維持動脈血氧濃度的首選。<sup>1</sup> 傳統供氧裝置依照供氧流速可分成低流量系統（包括鼻導管（**Nasal Cannula**）、儲氧型面罩（包括簡單型面罩（**Simple Mask**）、不重複吸入式面罩（**Non-Rebreathing Mask**）與高流量系統（如凡德里面罩（**Venturi Mask**）。目前氧氣治療之加濕裝置，主要是以低流量氧氣治療之氣泡式濕化器（**bubble humidifier**）與高流量氧氣治療之霧化式加濕器（**Nebulizers**）二類為主。氣泡式濕化器對於高流量氧氣治療之加濕效率顯著不足，可能造成鼻乾、喉嚨乾燥、眼睛刺激、與呼吸道黏膜受損等不適症狀，<sup>2</sup> 降低了病人對於氧氣治療的耐受性。<sup>3</sup> 霧化式加濕器雖然可提供高流量與較足夠的濕度，但霧氣粒子可能因夾帶細菌或病毒等病原體，造成染污與散播的潛在空氣傳染性疾病，<sup>4</sup> 也不適用於氣道敏感的病人上。<sup>5</sup> 此外，當病人病情惡化時，霧化式加濕器無法提供足夠病人所需的流量，使病人吸入氧氣分率（**Fraction of Inspire Oxygen, FiO<sub>2</sub>**）低於設定值，<sup>6</sup> 因此傳統供氧設備合併加濕設備無法提供穩定 **FiO<sub>2</sub>** 與充足濕度以改善重症病人氧合與呼吸喘的症狀。

濕化高流量氧氣治療（**High Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy, HFNC**）是近年來被廣泛使用的新型非侵襲性氧氣裝置。主要利用氧氣空氣混合器（**Oxygen blender**）或是內建渦輪馬達引入氣流二種方式，提供高流量（每分鐘 30-60 公升）與穩定氧氣濃



圖一

度（吸入氧氣濃度範圍 0.21-0.9）。<sup>7</sup> HFNC 加溫器可以提供溫度 31-37°C 之間以及相對溼度 100% 的氣體，再利用特殊材質之加熱管路避免水氣凝結於管路內，病人介面則連結大孔徑鼻導管。因此，HFNC 不僅能確保提供給病人足夠流速與氧氣濃度，維持呼吸道分泌物清除功能外，同時改善了病人舒適度，增加病人對氧氣治療之耐受性。<sup>8</sup>

使用 HFNC 時，病人僅須保持嘴巴適當閉合，提供的高流速氣體可在鼻咽產生大約 3-5 公分水柱（cm H<sub>2</sub>O）的氣道正壓，<sup>9</sup> 可以改善肺部區域間的不均勻通氣。<sup>10</sup> 有研究指出低血氧症病人，使用 HFNC 可增加吐氣末肺容積，改善肺部順應性；<sup>11</sup> 保持自發性呼吸型態並減少呼吸器引起肺損傷。<sup>12</sup> HFNC 高流速氣體的特性也是目前唯一可以幫助病人排出上呼吸道解剖性無效腔（anatomical dead space）內的二氧化碳，<sup>13</sup> 減少二氧化碳再吸入與呼吸作功。

# 第一章

早期 HFNC 發展是為新生兒與兒科病人取代經鼻正壓呼吸器使用，<sup>14</sup> 2000 年之後開始推廣使用於成人低血氧症的病人，相關研究顯示與傳統供氧設施相比較，HFNC 可以減少低血氧症病人的氣管內管的插管率，<sup>15</sup> 降低加護病房的病人氧氣治療失敗率。<sup>16</sup> 在急性低氧性呼吸衰竭病人，HFNC 可以顯著降低 90 天內死亡率。<sup>17</sup>

近年研究將 HFNC 使用於各種特定疾病，例如高碳酸血症、慢性阻塞性疾病的急性惡化、急性呼吸衰竭初期、拔管後低血氧、輔助侵入性檢查與受安寧緩和的臨終照護等等的病人，也有不錯的結果與建議。<sup>15,18-20</sup> 美國國衛院在 2019 新型冠狀病毒疾病（Coronavirus Disease 2019, COVID-19）治療指引中建議，當病人以傳統氧氣治療設備仍無法維持血氧濃度時，也建議優先使用 HFNC（與非侵襲性正壓呼吸器（Non-invasive Positive Pressure Ventilators, NIPPV）比較）。<sup>21</sup> 根據上文，HFNC 克服傳統氧氣治療的缺點，並提供了在 NIPPV 及插管輔助通氣間的另外一種選擇，本共識旨在透過實證醫學精神及專家建議，期待將 HFNC 設備優勢轉換成為精準的、安全的氧氣治療應用，藉此增加治療效益並提升病人重症照護品質。

# 急性低氧血症性呼吸衰竭

## Acute Hypoxemic Respiratory Failure

### 第二章

郭立國 許志新 蘇柏嵐 丁秋碧 謝佳汎 林佳凌

#### 2-1 HFNC 在 ARDS 患者之應用

在 2017 年 MarinaGarcía-de-Acilu 等學者發表的研究中，在兩組各 39 位傾向分數配對（Propensity Score Matching），合乎柏林定義急性呼吸窘迫（Berlin Definition for ARDS（ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$  or pulse oximetry [ $\text{SpO}_2$ ]/  $\text{FiO}_2 \leq 315$ ，雙側肺浸潤排除心衰竭）的低血氧症患者，分別使用濕化高流量氧氣鼻導管（High Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy, HFNC）與直接使用侵襲性呼吸器，顯示兩組病人具有相同程度的 ARDS 生物標記物（Biomarker for ARDS，包括肺泡上皮和內皮損傷，以及發炎的生物標記。這表明使用 HFNC 組的患者可視為輕度未插管的 ARDS 病患，且兩組病人的死亡率和住院日沒有差別，因此 HFNC 可作為輕度 ARDS 病人初始治療的選擇之一。<sup>22</sup> Messika J 等學者在一項為期 1 年的觀察性研究中，蒐集 607 位入住 ICU 的患者中，有 180 位接受非侵襲性機械通氣。HFNC 用於其中 87 名，並有 51 位做為第一線治療（佔非侵襲性機械通氣的 29%），其中 45 名有 ARDS（ $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$  為 137 mmHg；男性 22 名，平均 57.9 歲）。其肺炎佔 ARDS 病因的有 82%，而插管率為 40%，在多變量分析中，較高的簡化急症生理分數（Simplified Acute Physiology Score II, SAPS II）與 HFNC 失敗

相關。因此作者認為 HFNC 可做為急性呼吸衰竭的第一線治療，其中包括 ARDS 患者。<sup>23</sup> 但也有學者提出，不建議在中度或重度的 ARDS ( $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 < 200$ ) 中使用 HFNC，因為會提高病人死亡率。<sup>24</sup>

## ➤ 專家建議

1. 在 Berlin definition for ARDS 輕度的病人 ( $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$ )，可考慮使用 HFNC 做為第一線治療，尤其 ARDS 主因是肺炎引起的病人。但在較高的 SAPS II 分數 ( $>46$ )、合併有其他器官衰竭，血行力學不穩或意識混亂的病人，有較高的失敗率。
2. 應注意病人是否有立即性插管的可能，避免延遲插管的發生，例如病人已有使用呼吸輔助肌 (Accessory Muscle)、胸腹起伏不同步 (Thoraco-Abdominal Asynchrony) 等呼吸衰竭的現象發生時，應盡早插管<sup>25</sup>。
3. 可考慮使用 Roca 學者所提出的 ROX index ( $[\text{氧飽和度} / \text{FiO}_2] / \text{呼吸頻率}$ ) 作為 HFNC 是否失敗的預測。ROX index 在病人使用 HFNC 後 2 小時  $< 2.85$ 、6 小時  $< 3.47$  及 12 小時  $< 3.85$ ，HFNC 的失敗風險率高。在 2、6 或 12 小時測得的 ROX index 需大於或等於 4.88，才具有 HFNC 的成功因素。<sup>26,27</sup> 不過，需要注意的是，ROX index 是在因肺炎及 ARDS 引起的低氧性呼吸衰竭患者中的研究結果，而在其他疾病中尚未得到驗證。<sup>27</sup>

## 2-2 HFNC 在肺炎患者之應用

HFNC 常使用於急性低血氧性呼吸衰竭的病患。最近的一項包含 3,000 多名病患的統合分析證明與氧氣治療和非侵襲性機械通氣相比，HFNC 減少了氣管插管的機率（風險比 0.60）。<sup>28</sup> 由於肺炎是低血氧性呼吸衰竭中主要的病患族群，使用 HFNC 也可獲得幫助。

插管機率與死亡率的影響：儘管尚無針對肺炎患者使用 HFNC 的臨床試驗，許多研究包括低血氧性呼吸衰竭患者皆有涵蓋到肺炎病患。在多中心 FLORALI 研究中，其收錄低血氧性呼吸衰竭病患（ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  比例低於 300 但未合併高碳酸血症），與使用氧氣治療（47%）或非侵襲性機械通氣（50%）相比，使用 HFNC 患者有相對較低的插管機率（38%）（ $P=0.18$ ）。雖然在整體插管機率改善沒有統計學上的意義，在針對中重度低血氧性呼吸衰竭病患族群中（ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  比例低於 200），與使用氧氣治療（53%）或非侵襲性機械通氣（58%）相比，使用 HFNC 患者有相對較低的插管機率（35%）（ $P=0.01$ ）。更重要的是，使用 HFNC 也可降低 90 天死亡率。<sup>17</sup> 然而另一項臨床研究 HOT-ER 則發現早期使用 HFNC 不會降低插管率和 90 天死亡率。<sup>29</sup> 這樣的結果差異可能與研究設計和患者特徵有關。在 FLORARI 研究中，社區型肺炎、醫源性肺炎與免疫低下相關肺炎為最主要的收案族群，其佔約超過 80% 患者。然而肺炎只佔 HOT-ER 研究中四分之一的病患。由於肺炎的比例增加與 HFNC 成功率增加似有相關性，可能意味著 HFNC 對肺炎患者俱有幫助。

## ➤➤ 專家建議

儘管尚無直接證據表明在肺炎患者中使用 HFNC，但許多針對急性低血氧性呼吸衰竭的研究都包括了肺炎患者。因此，HFNC 可被視為肺炎患者的一線治療。

### 2-3 HFNC 在鬱血性心衰竭患者之應用

心衰竭急性惡化併呼吸衰竭尚不需立即插管者，於急診以 HFNC 或非侵襲性機械通氣（Non-invasive ventilation, NIPPV）治療後的插管率無顯著差異。<sup>30</sup>

急性心衰竭併低血氧（ $\text{SaO}_2 < 90\%$ ）以面罩給氧（ $>10 \text{ L/min}$ ）無效者，若無休克（ $\text{MAP} < 65 \text{ mmHg}$ ）或意識障礙（ $\text{GCS} < 12$ ），以 HFNC 或插管治療，於住院天數或全死亡率無顯著差異。<sup>31</sup>

以 HFNC 或 NIPPV 預防心衰竭病人拔管失敗，兩者成效無顯著差異。HFNC 適用於有吸入性肺炎風險、口鼻分泌物過多需要每小時兩次抽吸、臉部創傷、幽閉恐懼症、或無法配合面罩使用者。<sup>32</sup>

## ➤➤ 專家建議

心衰竭併呼吸衰竭，臨床評估可先使用非侵襲性機械通氣輔助時，選擇 HFNC 與 NIPPV 效果相當。低血氧者若血行動力穩定且意識清楚，可考慮以 HFNC 取代插管，兩者無顯著死亡率差異。拔管後短期支持以預防再插管，可視病人個別狀況以 HFNC 取代 NIPPV。



# 急性高碳酸血症性 呼吸衰竭

## Acute Hypercapnic Respiratory Failure

陳欽明 蔡玉琴 鄭愛琴

文獻報告指出濕化高流量氧氣治療（High Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy, HFNC）與非侵襲性正壓呼吸器（Non-invasive Positive Pressure Ventilators, NIPPV）運用於治療急性低氧性呼吸衰竭病人是一樣有效的，甚至可能優於傳統氧氣治療（Conventional Oxygen Therapy, COT）。<sup>28</sup> 然而，針對高碳酸呼吸衰竭病人，HFNC 是否能有效降低其插管率和死亡率，以及動脈血氧值、呼吸次數、病人舒適度和治療的併發症，研究證據仍不一致。HFNC 對高碳酸呼吸衰竭病人的效益可分為輕度至中度的高碳酸血症和慢性阻塞性肺病急性惡化（Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, AECOPD）。<sup>33</sup>

### 3-1 輕度至中度的高碳酸血症

根據最近的系統綜述和整合分析，評估 HFNC 在這類病人中的安全性和效率，他們納入年齡  $>16$  歲和  $\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg 的成人，總共 8 項研究共 621 位病人，其中包括 6 篇隨機對照研究（randomized controlled trials, RCTs）和 2 篇世代研究。<sup>33</sup> 他們的分析指出，關於插管率方面，HFNC 在 RCTs [勝算比 (odds ratio,

OR)=0.92，95% 信賴區間 (confidence interval, CI): 0.45-1.88] 和世代研究 (OR=0.94，95% CI: 0.55-1.62) 都不遜於 NIPPV。根據世代研究 (OR=0.96，95% CI: 0.42-2.20) 和 RCTs (OR=1.33，95% CI: 0.68-2.60)，在降低死亡率方面兩者也沒有差異。劉金蓉副教授建議：請再確認研究結果的說明，因為插管率與死亡率的 95%CI 都跨過 1，但插管率說 HFNC 低於 NIPPV，在死亡率卻說兩者沒有顯著差異同樣地，HFNC 和 NIPPV 於動脈氣體分析的變化（氧合改善，降低 PaCO<sub>2</sub> 和 pH 值的變化）或呼吸速率 [ 平均值差異 (Mean Difference, MD)=-0.75，95% CI: -2.6 至 1.09] 相比較，不具有明顯的差異。除此之外，在加護病房 (Intensive Care Unit, ICU) 住院天數方面沒有統計上有意義的組間差異 [ 標準平均值差異 (standard mean difference, SMD)= -0.07, 95% CI: 0.26 至 0.11]。<sup>33</sup> 此外，HFNC 使用比起 NIPPV，因為生理上比較友善的介面及變通性，病人明顯舒適度較高，也明顯較少腸胃脹氣、鼻臉壓傷比率及呼吸道照護介入。<sup>19,33-36</sup>

### 3-2 慢性阻塞性肺病併發急性惡化 (AECOPD)

我們定義慢性阻塞性肺病 (Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD) 為一種進行性、使人衰弱的呼吸系統臨床症候群，包括肺氣腫和慢性支氣管炎，其特點是呼吸困難、肺部氣流受限、咳嗽和其他症狀。<sup>33</sup> 一般定義 AECOPD 是休息時候的呼吸困難突然惡化，呼吸次數上升 (>30 次 / 分鐘)，血氧飽合度下降 (<90%) 和意識混亂，出現發紺和周邊肢體水腫等新徵象，對口服皮質類固醇或第一線抗生素的藥物治療沒有反應，以及存在嚴重的共病症如充血性心衰竭或心律不整。它常被認為是疾病惡化的危險因素，且頻繁惡化是與死亡率增加有關。<sup>18</sup>

對於特定的 AECOPD 病人，氧氣治療（如 COT 或 HFNC）和 NIPPV 是非常重要的治療策略。對於高碳酸呼吸衰竭病人，NIPPV 是 AECOPD 的第一線治療方法，並減少了對侵襲性機械通氣的需求，同時也降低了院內死亡率。<sup>18,19</sup> 但是 NIPPV 造成極度不舒服，如鼻充血、鼻乾燥及胃脹氣等不耐受性也是它高失敗的原因。根據近期的整合分析研究，其包括七項 RCT 和一項觀察性研究，針對 HFNC 與 NIPPV 和 COT 比較，在 AECOPD 病人插管風險 [風險比 (risk ratio, RR)= 0.94, 95% CI: 0.49-1.78] 和死亡風險 (RR= 0.91, 95% CI: 0.46-1.79) 是沒有差異的。<sup>19</sup> 同樣，使用 HFNC 或 NIPPV 治療的病人在 PaCO<sub>2</sub>、pH 值、呼吸速率和裝置使用時間方面沒有區別。HFNC 和 COT 在 PaCO<sub>2</sub> 和 pH 值方面也沒有差異，但 HFNC 使用下病人呼吸速率比 COT 低（兩項研究，MD= -2.35, 95% CI: -4.63 至 -0.07, P=0.04, 低確定性證據）。<sup>19</sup> 然而，使用 HFNC 病人有較低的 ICU 天數（兩篇研究，MD= -1.49 天，95% CI: -1.88 至 -1.09, p<0.0001, 低確定性證據），而且比 NIPPV 更舒適（舒適度評分，MD= 3.6 ± 1.9 vs. 5.2 ± 2.3, p=0.02 及不舒適率為 67.9% vs. 88.2%, p=0.008）。<sup>19</sup>

## ➤ 專家建議

1. 對於輕度到中度的高碳酸血症病人，HFNC 在防止氣管內管插管和死亡率方面與 NIPPV 沒有顯著差異。HFNC 在 pH 值變化、改善氧合、清除二氧化碳、減輕呼吸困難和 ICU 天數方面與 NIPPV 有相同的效益。在病人的舒適度和治療相關併發症方面，使用 HFNC 優於 NIPPV。
2. 針對 AECOPD 病人，HFNC 和 NIPPV 在插管風險、死亡率、 $\text{PaCO}_2$ 、pH、呼吸速率和使用裝置時間方面沒有差異。HFNC 可能比 NIPPV 有更低的 ICU 天數和更為舒適。在  $\text{PaCO}_2$  和 pH 值方面，HFNC 和 COT 之間也沒有差異，但使用 HFNC 病人的呼吸速率可能會比 COT 低。

# 拔管後的相關照護

## Post Extubation Care

高國晉 王晨旭

### 4-1 HFNC 運用於拔管後的呼吸衰竭 (Post-Extubation Respiratory Failure)

與傳統氧氣治療 (Conventional Oxygen Therapy, COT) 相比，HFNC 可用於預防拔管後的呼吸衰竭。建議 HFNC 的使用時機為：當氣管插管時間超過 24 小時，且任何具有高風險拔管後呼吸衰竭的病人。但若經醫師判斷，拔管後已正常使用 NIPPV 的病人，建議繼續使用 NIPPV 而非改用 HFNC。<sup>20</sup>

高風險拔管後呼吸衰竭的特徵，包括：>65 歲，鬱血性心臟衰竭，中重度 COPD，APACHE II >12，BMI >30，氣道通暢程度或分泌物問題，呼吸器脫離困難，兩種或多種以上合併症或 >7 天持續機械通氣，以上九項之一。<sup>37</sup>

與 COT 相比較<sup>34,38-41</sup>：HFNC 降低了拔管後的再次插管率，減少了拔管後的呼吸衰竭發生率。但與 NIPPV 相比較<sup>34,37,42</sup>：HFNC 對拔管後的再次插管率並無影響，且對拔管後的呼吸衰竭並無相關性。目前的文獻對於 HFNC 相比 COT 或 NIPPV，在死亡率、非 w 侵襲性呼吸治療上調需求、ICU 天數及 LOS 均無明顯差異。同樣在比較高危險與低危險族群、肥胖與非肥胖病人時，並沒有發現有意義的統計差異。

## ➤➤ 專家建議

已有實證支持預防拔管後呼吸衰竭使用 HFNC 優於 COT，但不支持也不反對 HFNC 優於 NIPPV，尤其當病人已接受 NIPPV 治療時。

### 4-2 HFNC 運用於心臟或胸腔手術後的高風險族群或肥胖病人

與 COT 相比，對於接受心臟或胸腔手術的高風險族群或肥胖病人，HFNC 的使用可在術後及時預防呼吸衰竭。事後分析（Post-Hoc Subgroup Analysis）高危險族群（肥胖病人及手術後呼吸併發症高危險患者）與非高危險族群相比較，發現術後使用 HFNC 對高危險族群的益處增加。在低風險族群比較中並未觀察到類似益處。目前無文獻建議勿預防性使用 HFNC 在其他種類手術後的呼吸衰竭。<sup>20</sup>

與 COT 相比較<sup>43-52</sup>：術後使用 HFNC 顯著降低拔管後再插管率，也降低了呼吸治療的上調需求。但對於死亡率、加護病房（Intensive Care Unit, ICU）天數及住院天數（Length of stay, LOS）、術後低血氧發生率均無差異。與 NIPPV 相比較：<sup>53</sup> 術後使用 HFNC 對拔管後再插管率、呼吸治療上調需求、ICU 天數均無影響。相較於 HFNC，使用 NIPPV 較易造成皮膚破裂。

## ➤➤ 專家建議

在接受心臟和胸腔大手術的高風險族群或肥胖病人中，術後預防性使用 HFNC 可能優於 COT。但與 NIPPV 相比，術後使用 HFNC 並無優勢也無不利影響。目前並無足夠證據建議在其他手術後預防性使用 HFNC。

# 氣管插管

## Endotracheal Intubation

葉育彰

預先給氧（Preoxygenation）可增加身體的氧氣儲存以避免插管過程中的低血氧。窒息給氧（Apneic Oxygenation）是在病人插管過程中的窒息階段繼續給氧以延長安全窒息時間（ $\text{SpO}_2 < 90\%$  的時間）。<sup>54</sup>

快速順序插管（Rapid Sequence Intubation, RSI）技術可快速讓病人失去反應及鬆弛肌肉，用於須避免嘔吐或肺吸入的緊急氣道處理。

清醒氣管插管（Awake Tracheal Intubation）指在清醒有自發性呼吸的病人身上進行氣管插管，通常使用軟式支氣管鏡或影像式喉頭鏡。<sup>55</sup>

濕化高流量氧氣治療（Humidified High Flow Oxygen Therapy, HFNC）指使用經鼻導管給予重症病人濕化高流量氧氣治療。

經鼻濕化快速充氣交換通氣（Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange, THRIVE）指使用經鼻導管給予病人濕化氧氣進行快速充氣交換以延長插管過程中病人窒息（Apnea）的安全時間。

### 臨床情境

氣管插管期間是否可使用 HFNC ？

## ➤ 專家建議

1. 在氣管插管前已使用 HFNC 的重症病人，建議可繼續使用。可用於一般插管或快速順序插管的預先給氧、窒息給氧或清醒氣管插管等情境。<sup>20</sup>
2. 截至目前，HFNC 用於插管前給氧的臨床試驗多屬小型研究且病人對象主要是麻醉手術病人。HFNC 對重症病人預防嚴重低血氧、延長窒息時間和改善臨床預後的影響仍沒有確定的答案。
3. 我們無法依目前證據做出在插管過程中使用 HFNC 之建議，但多數專家認為在插管過程中使用 HFNC 是可接受且可行的。



# 鎮靜和麻醉期間的 氧氣供應

## Oxygen Supplement during Procedure

丁乾坤

氧氣供應是鎮靜和麻醉過程中很重要的因素。濕化高流量氧氣治療（HFNC）是全手術期醫學中一種新的有效方法。<sup>56</sup> 濕化高流量氧氣治療有益於鎮靜患者，它能夠將鼻咽無效腔中的氮氣沖出、也可以減少呼吸做功、並保持肺泡張開、維持黏液纖毛的功能降低氣道阻力、產生呼氣末正壓以及提供窒息性氧合的能力。<sup>57</sup>

**氣道處置：**接受全身麻醉的患者氣道處置失敗會導致嚴重的後遺症，使用濕化高流量氧氣治療進行有效和充分的預氧合是一項重要的安全策略，也是當前所有氣道處置的主流建議。<sup>58,59</sup>

**窒息性氧合：**呼吸暫停窒息性氧合是指在沒有任何患者或呼吸器推動肺部呼吸的情況下的氧合。濕化高流量氧氣治療對延長麻醉誘導時安全呼吸暫停時間有相當的效果。<sup>60</sup>

**上呼吸道手術：**上呼吸道手術的麻醉或鎮靜存在很多困難待解，在上呼吸道手術中使用濕化高流量氧氣治療有易於設置、耐受性高，產生氣道正壓和提供高濃度氧氣吸入等優點，並在一定程度上可增加二氧化碳的清除。<sup>61</sup>

**手術室外的腸胃道內視鏡檢查與治療：**濕化高流量氧氣治療可以為手術室外的胃腸內視鏡介入深度鎮靜期間的氧合提供了新的

替代選擇。<sup>62</sup> 濕化高流量氧氣治療可用於內視鏡逆行性膽胰管檢查（Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography, ERCP）和內視鏡超音波（Endoscopic Ultrasound, EUS）的鎮靜，並改善鎮靜期間的氧合狀況，因而降低了 ERCP 和 EUS 時全身麻醉的利用率。<sup>63</sup> 濕化高流量氧氣治療降低了腸胃道內視鏡檢查與治療後期麻醉期間低氧血症的發生率，並可在這些過程中提高患者的安全性。<sup>64</sup>

**肥胖低通氣症候群：**肥胖低通氣症候群被認為是肥胖患者（體重指數 [BMI]  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ）的一個診斷，這些患者在沒有其他通氣不足的原因的情況下也有睡眠呼吸障礙和清醒的晝夜高碳酸血症，與阻塞性睡眠呼吸暫停（Obstructive Sleep Apnea, OSA）患者相比，肥胖肺換氣不足綜合症（Obesity Hypoventilation Syndrome, OHS）患者的合併症負擔更高。<sup>65</sup>

**不插管胸腔外科手術（NITS）：**胸腔外科手術期間的氧合對於胸腔外科醫生和麻醉醫師來說通常是一個挑戰。濕化高流量氧氣治療配合適當的氧氣流量調節可以讓不插管微創胸腔鏡手術更安全，<sup>66</sup> 在不插管肺楔形切除術中使用經鼻高流量氧療可為患者提供不少的益處。<sup>67</sup>

## ►► 專家建議

1. 濕化高流量氧氣治療可應用於全手術期麻醉照護，包括預氧合、插管、困難氣道管理、上呼吸道手術、拔管和術後照護、產科和兒科麻醉。
2. 使用濕化高流量氧氣治療進行有效和充分的預氧合是一項重要的安全策略，也是當前所有氣道處置的主流建議。特別是在肥胖低通氣症候群的病人身上更重要
3. 使用濕化高流量氧氣治療進行室息氧合、在麻醉恢復室（PACU）進行更好的監測有助於最大程度地減少全手術期肥胖低通氣症候群病人發生不良事件的機會。
4. 手術室外的腸胃道內視鏡檢查與治療使用濕化高流量氧氣治療可降低麻醉期間低氧血症的發生率，並可在這些過程中提高患者的安全性。
5. 使用濕化高流量氧氣治療可以讓不插管微創胸腔鏡手術（NITS）更安全，並提供不少的益處。

# 緩和療護

## Palliative Care

許超群 哈多吉 傅彬貴

隨著緩和療護（Palliative Care）觀念的導入與推廣，病人決定不予插管（Do Not Intubation, DNI）的比率正逐年上升。一個統合分析顯示，有高達四分之一的未插管呼吸衰竭病人決定 DNI。<sup>68</sup> 對於 DNI 病人，傳統氧氣治療和非侵襲性呼吸器（NIPPV）是標準治療方式，<sup>69</sup> 然而傳統氧氣治療無法透過提供正壓來改善氧合，亦無法有效緩解呼吸困難症狀，而進階使用 NIPPV 時，則可能造成病人不適，同時由於進食和溝通上的限制，帶來生活品質的下降。由於濕化高流量氧氣治療（HFNC）能有效改善低血氧、緩解呼吸困難症狀，加溫加濕和無面罩的介面又能增加病人的舒適，<sup>2</sup> 近年來已被大量使用於緩和療護中。

目前 HFNC 於緩和療護的應用仍缺乏設計良好的大規模隨機分派試驗，然而近年在此議題上仍累積了許多實證。Peters 等學者回溯分析了 50 位內科加護病房中發生低血氧性呼吸衰竭的 DNI 病人，發現大部份病人均能以 HFNC 維持足夠的血氧飽和度，僅 18% 需進階使用 NIPPV。<sup>70</sup> Koyauchi 等學者回溯分析了 84 位發生低血氧性呼吸衰竭的間質性肺病 DNI 病人，其中 54 位使用 HFNC，30 位使用 NIPPV。他們發現兩組的死亡率相當，然而病人對 HFNC 的忍受性較高，HFNC 組也有較高比例的病人在臨終前能由口進食和溝通。<sup>71</sup> 在一個對有持續性呼吸困難症狀的癌症病人所進行的小規模隨機分派試驗中，Hui 等學者發現 HFNC 和 NIPPV 均能有效改善呼

吸困難症狀，且兩者間無顯著差異。<sup>72</sup> 此研究團隊後來又於有呼吸困難但無低血氧的癌症病人進行一個隨機交叉試驗，他們發現高流量的氧氣（或空氣）較低流量的氧氣（或空氣）更能顯著改善呼吸困難症狀。<sup>73</sup> 另一個對急診室中低血氧性呼吸衰竭的 DNI 病人進行的隨機交叉試驗則證實，HFNC 較傳統氧氣治療更能在一小時內就改善呼吸困難症狀。近年來 HFNC 在加護病房外使用的情形也逐漸增加，其中有大約 1/3 即是使用在 DNR 的病人身上。HFNC 的使用確實能改善病人的呼吸困難和生理指標，但學者們也發現，在加護病房外使用 HFNC 的這群病人死亡率高達 50%，<sup>75</sup> 因此需小心監控。

由於 HFNC 在 COVID-19 大流行期間被廣泛使用，對於生命末期病人持續需要 HFNC 如何進行脫離，並進入居家緩和醫療，目前研究不多，且尚未形成具體的照護共識。但在國內開始大量使用 HFNC 後，是未來需要考慮的議題。Brackett 等學者<sup>76</sup> 建議在提供適當的鎮靜藥物及嗎啡類藥物的情況下，針對 HFNC 依賴且 DNI 的重症病人之脫離 HFNC 可採用以下方法：將  $\text{FiO}_2$  以及氧氣流速以每 10 分鐘調降 25% 的速度，分成三階段調整至完全移除 HFNC，共計 40 分鐘，最後只剩下鎮靜（Benzodiazepine）及嗎啡類藥物（Opioid）。在執行上述過程中，可以讓家屬陪伴予與支持。

## ➤➤ 專家建議

1. 對於 DNI 病人，HFNC 能有效治療低血氧，並顯著改善呼吸困難症狀。與 NIPPV 相較，病人對 HFNC 的耐受性較高，亦較能進食與溝通。在緩和療護中，我們推薦使用 HFNC 來治療低血氧和改善呼吸困難症狀。
2. 對於已經使用 HFNC 的重症末期 COVID 病人，在充分與病人及家屬討論病情後，可以參考國外的流程，在緩和醫療及團隊照護共識下，依照病人的最大利益，評估逐步地脫離 HFNC，進行安寧緩和照護，這部分由於需要更多的文獻，目前暫不做任何建議。

# 在新冠肺炎疫情下的 特殊考量

## Special Consideration in COVID-19 Era

詹明澄 呂忠和

新冠肺炎病人面臨可能進展為 ARDS 相關的死亡風險。<sup>77</sup> 重度新冠肺炎病人臨床表徵以急性呼吸衰竭為主（ $\text{SpO}_2 < 94\%$  水平面下室氧，呼吸速率  $> 30$  次 / 分， $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 < 300$  mm Hg，或肺部浸潤  $> 50\%$ ），且合併有高死亡率。濕化高流量氧氣治療（High Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy, HFNC）可以減少新冠肺炎合併急性呼吸衰竭病人插管及侵襲性機械通氣支持的機率，但沒有降低死亡率。<sup>78,79</sup> 於鼻導管外加外科口罩可有效降低病毒霧化的風險。<sup>80</sup> 然而，長期使用非侵襲性機械通氣而造成需要呼吸器支持的重度新冠肺炎病人延遲插管，與更高的死亡率相關。<sup>81</sup> 因此，最好的策略是經由評估臨床改善的狀況進行高流量鼻導管的使用監測，對於具高失敗風險和死亡的病人進行主動積極的插管和侵襲性機械通氣支持。也可以使用預後評分，例如 ROX 評分（ $[\text{氧飽和度} / \text{FiO}_2] / \text{呼吸頻率}$ ）來輔助臨床的決策，區分可採用非侵襲性機械通氣治療的病人或是延遲插管可能導致預後變差的病人。<sup>82,83</sup>

## ➤➤ 專家建議

1. 在使用氧氣下仍有低血氧現象的新冠肺炎病人，建議使用濕化高流量氧氣治療，優先於非侵襲性正壓呼吸器（Non-invasive Positive Pressure Ventilators, NIPPV）。
2. 新冠肺炎病人使用高流量氧氣鼻導管必須在有經驗的單位與人員監控下執行，而且在病情惡化或治療反應不佳時，他們必須有能力執行緊急插管。
3. 因考量可能增加新冠肺炎院內感染風險，使用高流量氧氣鼻導管仍應力行空氣傳播感控原則，包括嚴格使用個人防護裝備、定期洗手、在負壓隔離室使用、並於鼻導管外加外科口罩。



# 濕化高流量氧氣治療的 臨床應用

## Clinical Application of HFNC

黃偉春 姜佑承 龍芳 李昆達 張哲榕

### 9-1 選擇病人

1. 使用非重複吸入式氧氣面罩 10 L/min 仍無法維持  $\text{SpO}_2 > 92\%$  或每分鐘呼吸次數  $\geq 25$  次。<sup>84</sup>
2. WHO 建議 COVID-19 病人出現輕度氧合能力缺失，即 P/F ( $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$ ) ratio 介於 200 mmHg ~ 300 mmHg，可能可以使用 HFNC。<sup>85</sup>

### 9-2 不建議使用 HFNC

1. 使用呼吸輔助肌、胸腹部不協調等呼吸窘迫徵象者<sup>25</sup>
2. 上呼吸道阻塞者<sup>86</sup>
3. 缺乏保護上呼吸道能力，有吸入性肺炎風險者<sup>86</sup>
4. 嚴重低血氧，包括 P/F ratio  $< 100$  mmHg<sup>87</sup>
5. 高碳酸血症，其中  $\text{pH} < 7.25$  且  $\text{PaCO}_2 > 50$  mmHg<sup>88,89</sup>
6. 臉部創傷，無法配戴鼻導管者<sup>86</sup>
7. 無法配合使用者

## 9-3 設備選擇

### 1. 高流量供氧設備：

(1) 氧氣空氣混合器（圖一）：搭配 70L 氧氣流量計，可提供 0.21-1.0 之  $\text{FiO}_2$ ，需連接（50psi）高壓空氣及氧氣氣源，須在加護病房使用。

(2) 渦輪馬達氧氣混合器（圖二）：內建渦輪馬達與加熱潮溼器，可外接氧氣製造機或 15L 或 70L 氧氣流量表（高壓氣源），連接專用加熱管路，實際  $\text{FiO}_2$  與設定流速及氧氣流速相關，最高可提供  $\text{FiO}_2$  95% 與流速 60 L/min。

2. 加熱管路：選配 22 mm 內徑且附加熱線圈之成人呼吸管路

3. 伺服控制加熱潮溼器（Servo-controlled humidifier）：加熱潮溼器可偵測儲水器及病人端的溫度，提供病人適當且安全的溫度（如：Fisher & Paykel healthcare MR850）。

### 4. 氧氣鼻導管（Nasal cannula）

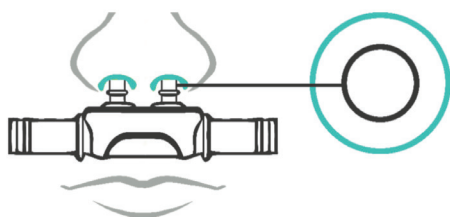
(1) 尺寸：鼻導管約占鼻孔的 50%。<sup>90</sup> 目視可見鼻孔及鼻導管間的空隙（圖三），鼻導管不可完全密合鼻孔，允許部分漏氣可沖刷上呼吸道無效腔，顯著降低微血管二氧化碳分壓。<sup>91</sup>



圖一 氧氣空氣混合器  
（李昆達呼吸治療師拍攝）



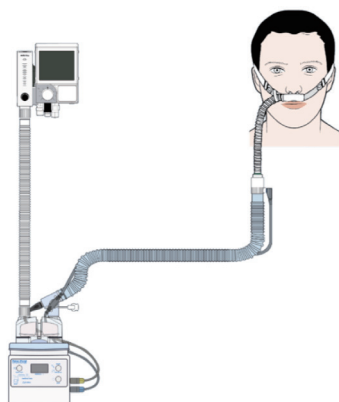
圖二 內建渦輪馬達  
氧氣混合器  
（李昆達呼吸治療師拍攝）  
（Fisher & Paykel healthcare Airvo 2）



圖三 鼻孔與鼻導管比例（陳皓翔呼吸治療師繪製）

(2) 材質：選擇水蒸氣高通透性材質（Evaqua），避免冷凝水產生（如 Fisher & Paykel healthcare Nasal cannula）。

#### 5. 高流量氧氣設備組裝完整圖（圖四）



圖四 高流量氧氣設備組裝完整圖（陳皓翔呼吸治療師繪製）

### 9-4 初始設定

1. 依照選擇的高流量氧氣設備組裝管路，加熱潮溼器加入無菌蒸餾水。
2. 設定加熱潮溼器  $37^{\circ}\text{C}$ ，確保在該溫度時達相對濕度 100%。
3. 鼻導管連接加熱管路，導管置入病人鼻孔，確認未彎折並繫帶固定。
4. 設定流速至少  $50 \text{ L/min}$ ，氧氣濃度保持在  $\text{SpO}_2 > 92\%$ ，<sup>17,37</sup> 並依照病人舒適性及臨床評估調整。

### 9-5 注意事項

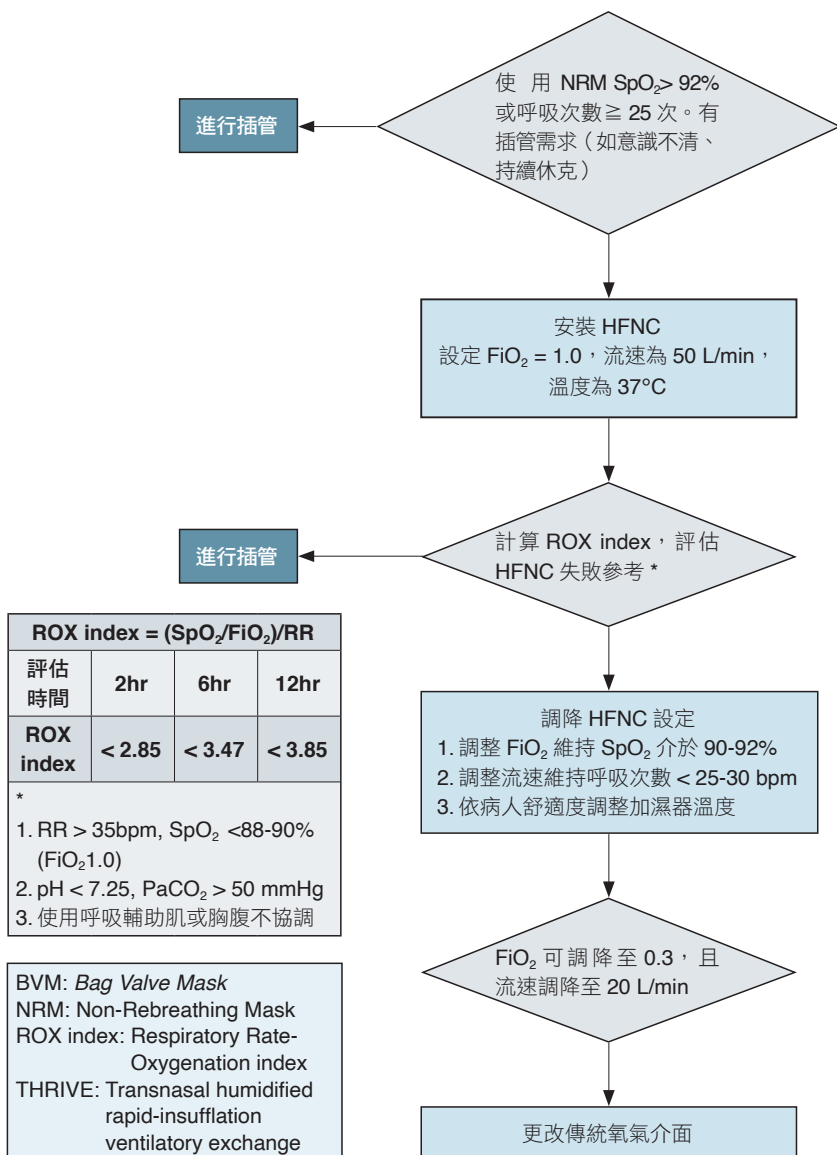
1. 若病人要求調低潮溼器溫度時，應留意鼻導管處有無水滴生成。
2. 定時評估病人痰液性狀如量、質、色、味等改變。
3. 遵守單一拋棄式使用衛材，避免重複消毒導致管路鬆脫與氣霧逸散。
4. 用於空氣傳染疾病病人，先將鼻導管放入鼻孔，依序將外科口罩完整覆蓋病人口鼻，才可開啟 HFNC；暫停使用時，應先關閉 HFNC 或進入待機模式後才可取下鼻導管，避免氣霧逸散。
5. 治療期間病人無法緊閉嘴巴，變動性氣道正壓將會減低，使提供穩定氣道能力大幅下降。

### 9-6 建議改變治療<sup>25</sup>

1. 生命徵象改變（如脈搏、呼吸次數及血壓增加或減少 20%）。
2. 出現呼吸窘迫的徵象（使用呼吸輔助肌、胸腹部不協調等）。
3. 以 ROX index 預測 HFNC 成功率：
  - (1) ROX index > 4.88，預測 HFNC 成功。
  - (2) ROX index < 3.85，建議立即插管。
  - (3) ROX index 介於 3.85 ~ 4.77，病人需密切監視，建議轉入加護病房。<sup>92</sup>

$$\text{ROX index} = \frac{\text{血氧飽和濃度 (\%)} / \text{吸入氧氣分率 (0.21-1.0)}}{\text{呼吸次數}}$$

### 9-7 臨床操作流程



1. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax*. 2017;72(Suppl 1):ii1-ii90. doi:10.1136/thoraxjnl-2016-209729
2. Nishimura M. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Adults: Physiological Benefits, Indication, Clinical Benefits, and Adverse Effects. *Respir Care*. 2016;61(4):529-541. doi:10.4187/respcare.04577
3. Lee GJ, Lee SW, Oh Y-M, et al. A Pilot Study Comparing 2 Oxygen Delivery Methods for Patients' Comfort and Administration of Oxygen. *Respir Care*. 2014;59(8):1191-1198. doi:10.4187/respcare.02937
4. Care AA for R. Bland Aerosol Administration–2003 Revision & Update. *Respir Care*. 2003;48(5):529-533.
5. Rubin BK. Aerosol Medications for Treatment of Mucus Clearance Disorders. *Respir Care*. 2015;60(6):825-829; discussion 830-832. doi:10.4187/respcare.04087
6. Comparison of two different oxygen delivery methods in the early postoperative period: randomized trial - Ayhan - 2009 - Journal of Advanced Nursing - Wiley Online Library. Accessed September 29, 2021. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2648.2009.04984.x>
7. Spoletini G, Alotaibi M, Blasi F, Hill NS. Heated Humidified High-Flow Nasal Oxygen in Adults: Mechanisms of Action and Clinical Implications. *Chest*. 2015;148(1):253-261. doi:10.1378/chest.14-2871
8. Goligher EC, Slutsky AS. Not Just Oxygen? Mechanisms of Benefit from High-Flow Nasal Cannula in Hypoxemic Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(9):1128-1131. doi:10.1164/rccm.201701-0006ED
9. Nielsen KR, Ellington LE, Gray AJ, Stanberry LI, Smith LS, DiBlasi RM. Effect of High-Flow Nasal Cannula on Expiratory Pressure and Ventilation in Infant, Pediatric, and Adult Models. *Respir Care*. 2018;63(2):147-157. doi:10.4187/respcare.05728
10. Pérez-Terán P, Marin-Corral J, Dot I, et al. Aeration changes induced by high flow nasal cannula are more homogeneous than those generated by non-invasive ventilation in healthy subjects. *J Crit Care*. 2019;53:186-192. doi:10.1016/j.jcrc.2019.06.009

11. Mauri T, Turrini C, Eronia N, et al. Physiologic Effects of High-Flow Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(9):1207-1215. doi:10.1164/rccm.201605-0916OC
12. Cruces P, Retamal J, Hurtado DE, et al. A physiological approach to understand the role of respiratory effort in the progression of lung injury in SARS-CoV-2 infection. *Crit Care*. 2020;24(1):494. doi:10.1186/s13054-020-03197-7
13. Frat J-P, Coudroy R, Marjanovic N, Thille AW. High-flow nasal oxygen therapy and noninvasive ventilation in the management of acute hypoxemic respiratory failure. *Ann Transl Med*. 2017;5(14):297-297. doi:10.21037/atm.2017.06.52
14. Baudin F, Gagnon S, Crulli B, Proulx F, Jouve P, Emeriaud G. Modalities and Complications Associated With the Use of High-Flow Nasal Cannula: Experience in a Pediatric ICU. *Respir Care*. 2016;61(10):1305-1310. doi:10.4187/respcare.04452
15. Rochweg B, Granton D, Wang DX, et al. High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. Published online March 19, 2019. doi:10.1007/s00134-019-05590-5
16. High-flow nasal cannulae for respiratory support in adult intensive care patients - Lewis, SR - 2021 | Cochrane Library. Accessed September 29, 2021. <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010172.pub3/abstract>
17. Frat J-P, Thille AW, Mercat A, et al. High-Flow Oxygen through Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *N Engl J Med*. 2015;372(23):2185-2196. doi:10.1056/NEJMoa1503326
18. Lee MK, Choi J, Park B, et al. High flow nasal cannulae oxygen therapy in acute-moderate hypercapnic respiratory failure. *Clin Respir J*. 2018;12(6):2046-2056. doi:10.1111/crj.12772
19. Yang P-L, Yu J-Q, Chen H-B. High-flow nasal cannula for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *Heart Lung J Crit Care*. 2021;50(2):252-261. doi:10.1016/j.hrtlng.2020.12.010

20. Rochwerf B, Einav S, Chaudhuri D, et al. The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline. *Intensive Care Med.* 2020;46(12):2226-2237. doi:10.1007/s00134-020-06312-y
21. Information on COVID-19 Treatment, Prevention and Research. COVID-19 Treatment Guidelines. Accessed September 29, 2021. <https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/>
22. García-de-Acilu M, Marin-Corral J, Vázquez A, et al. Hypoxemic Patients With Bilateral Infiltrates Treated With High-Flow Nasal Cannula Present a Similar Pattern of Biomarkers of Inflammation and Injury to Acute Respiratory Distress Syndrome Patients. *Crit Care Med.* 2017;45(11):1845-1853. doi:10.1097/CCM.0000000000002647
23. Messika J, Ben Ahmed K, Gaudry S, et al. Use of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Subjects With ARDS: A 1-Year Observational Study. *Respir Care.* 2015;60(2):162-169. doi:10.4187/respcare.03423
24. Ricard J-D, Messika J, Dreyfuss D, et al. Seriously, Should We Be Treating Severe ARDS With High-Flow Nasal Cannula Oxygen?--Reply. *Respir Care.* 2015;60(8):e148-149. doi:10.4187/respcare.04314
25. Kang BJ, Koh Y, Lim C-M, et al. Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality. *Intensive Care Med.* 2015;41(4):623-632. doi:10.1007/s00134-015-3693-5
26. Roca O, Caralt B, Messika J, et al. An Index Combining Respiratory Rate and Oxygenation to Predict Outcome of Nasal High-Flow Therapy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;199(11):1368-1376. doi:10.1164/rccm.201803-0589OC
27. Roca O, Messika J, Caralt B, et al. Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: The utility of the ROX index. *J Crit Care.* 2016;35:200-205. doi:10.1016/j.jcrc.2016.05.022



28. Ni Y-N, Luo J, Yu H, et al. Can High-flow Nasal Cannula Reduce the Rate of Endotracheal Intubation in Adult Patients With Acute Respiratory Failure Compared With Conventional Oxygen Therapy and Noninvasive Positive Pressure Ventilation?: A Systematic Review and Meta-analysis. *Chest*. 2017;151(4):764-775. doi:10.1016/j.chest.2017.01.004
29. Jones PG, Kamona S, Doran O, Sawtell F, Wilsher M. Randomized Controlled Trial of Humidified High-Flow Nasal Oxygen for Acute Respiratory Distress in the Emergency Department: The HOT-ER Study. *Respir Care*. 2016;61(3):291-299. doi:10.4187/respcare.04252
30. Haywood ST, Whittle JS, Volakis LI, et al. HVNI vs NIPPV in the treatment of acute decompensated heart failure: Subgroup analysis of a multi-center trial in the ED. *Am J Emerg Med*. 2019;37(11):2084-2090. doi:10.1016/j.ajem.2019.03.002
31. Kang MG, Kim K, Ju S, et al. Clinical efficacy of high-flow oxygen therapy through nasal cannula in patients with acute heart failure. *J Thorac Dis*. 2019;11(2):410-417. doi:10.21037/jtd.2019.01.51
32. Chang C-J, Chiang L-L, Chen K-Y, Feng P-H, Su C-L, Hsu H-S. High-Flow Nasal Cannula versus Noninvasive Positive Pressure Ventilation in Patients with Heart Failure after Extubation: An Observational Cohort Study. *Can Respir J*. 2020;2020:6736475. doi:10.1155/2020/6736475
33. Huang Y, Lei W, Zhang W, Huang J. High-Flow Nasal Cannula in Hypercapnic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. Trisolini R, ed. *Can Respir J*. 2020;2020:1-13. doi:10.1155/2020/7406457
34. Jing G, Li J, Hao D, et al. Comparison of high flow nasal cannula with noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients with hypercapnia in preventing postextubation respiratory failure: A pilot randomized controlled trial. *Res Nurs Health*. 2019;42(3):217-225. doi:10.1002/nur.21942
35. Sun J, Li Y, Ling B, et al. High flow nasal cannula oxygen therapy versus non-invasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease with acute-moderate hypercapnic respiratory failure: an observational cohort study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2019;Volume 14:1229-1237. doi:10.2147/COPD.S206567

36. Tan D, Walline JH, Ling B, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy versus non-invasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease patients after extubation: a multicenter, randomized controlled trial. *Crit Care*. 2020;24(1):489. doi:10.1186/s13054-020-03214-9
37. Hernández G, Vaquero C, Colinas L, et al. Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Noninvasive Ventilation on Reintubation and Postextubation Respiratory Failure in High-Risk Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016;316(15):1565. doi:10.1001/jama.2016.14194
38. Hernández G, Vaquero C, González P, et al. Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Conventional Oxygen Therapy on Reintubation in Low-Risk Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016;315(13):1354. doi:10.1001/jama.2016.2711
39. Song H, Gu J, Xiu H, Cui W, Zhang G. The value of high-flow nasal cannula oxygen therapy after extubation in patients with acute respiratory failure. *Clinics*. 2017;72(09):562-567. doi:10.6061/clinics/2017(09)07
40. Rittayamai N, Tscheikuna J, Rujiwit P. High-Flow Nasal Cannula Versus Conventional Oxygen Therapy After Endotracheal Extubation: A Randomized Crossover Physiologic Study. *Respir Care*. 2014;59(4):485-490. doi:10.4187/respcare.02397
41. Fernandez R, Subira C, Frutos-Vivar F, et al. High-flow nasal cannula to prevent postextubation respiratory failure in high-risk non-hypercapnic patients: a randomized multicenter trial. *Ann Intensive Care*. 2017;7(1):47. doi:10.1186/s13613-017-0270-9
42. Theerawit P, Natpobsuk N, Petnak T, Sutherasan Y. The efficacy of the WhisperFlow CPAP system versus high flow nasal cannula in patients at risk for postextubation failure: A Randomized controlled trial. *J Crit Care*. 2021;63:117-123. doi:10.1016/j.jcrc.2020.09.031
43. Parke R, McGuinness S, Dixon R, Jull A. Open-label, phase II study of routine high-flow nasal oxygen therapy in cardiac surgical patients. *Br J Anaesth*. 2013;111(6):925-931. doi:10.1093/bja/aet262

44. Corley A, Bull T, Spooner AJ, Barnett AG, Fraser JF. Direct extubation onto high-flow nasal cannulae post-cardiac surgery versus standard treatment in patients with a BMI  $\geq 30$ : a randomised controlled trial. *Intensive Care Med.* 2015;41(5):887-894. doi:10.1007/s00134-015-3765-6
45. Futier E, Paugam-Burtz C, Godet T, et al. Effect of early postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on hypoxaemia in patients after major abdominal surgery: a French multicentre randomised controlled trial (OPERA). *Intensive Care Med.* 2016;42(12):1888-1898. doi:10.1007/s00134-016-4594-y
46. Ansari BM, Hogan MP, Collier TJ, et al. A Randomized Controlled Trial of High-Flow Nasal Oxygen (Optiflow) as Part of an Enhanced Recovery Program After Lung Resection Surgery. *Ann Thorac Surg.* 2016;101(2):459-464. doi:10.1016/j.athoracsur.2015.07.025
47. Yu Y, Qian X, Liu C, Zhu C. Effect of High-Flow Nasal Cannula versus Conventional Oxygen Therapy for Patients with Thoracoscopic Lobectomy after Extubation. *Can Respir J.* 2017;2017:1-8. doi:10.1155/2017/7894631
48. Brainard J, Scott BK, Sullivan BL, et al. Heated humidified high-flow nasal cannula oxygen after thoracic surgery — A randomized prospective clinical pilot trial. *J Crit Care.* 2017;40:225-228. doi:10.1016/j.jcrc.2017.04.023
49. Zochios V, Collier T, Blaudszun G, et al. The effect of high-flow nasal oxygen on hospital length of stay in cardiac surgical patients at high risk for respiratory complications: a randomised controlled trial. *Anaesthesia.* 2018;73(12):1478-1488. doi:10.1111/anae.14345
50. Sahin M, El H, Akkoç I. Comparison of Mask Oxygen Therapy and High-Flow Oxygen Therapy after Cardiopulmonary Bypass in Obese Patients. *Can Respir J.* 2018;2018:1-7. doi:10.1155/2018/1039635
51. Pennisi MA, Bello G, Congedo MT, et al. Early nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after lung resection: a randomized trial. *Crit Care.* 2019;23(1):68. doi:10.1186/s13054-019-2361-5

52. Tatsuishi W, Sato T, Kataoka G, Sato A, Asano R, Nakano K. High-Flow Nasal Cannula Therapy With Early Extubation for Subjects Undergoing Off-Pump Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Respir Care*. 2020;65(2):183-190. doi:10.4187/respcare.06382
53. Stéphan F, Barrucand B, Petit P, et al. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in Hypoxemic Patients After Cardiothoracic Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2015;313(23):2331. doi:10.1001/jama.2015.5213
54. Oliveira J. e Silva L, Cabrera D, Barrionuevo P, et al. Effectiveness of Apneic Oxygenation During Intubation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Emerg Med*. 2017;70(4):483-494.e11. doi:10.1016/j.annemergmed.2017.05.001
55. Ahmad I, El-Boghdady K, Bhagrath R, et al. Difficult Airway Society guidelines for awake tracheal intubation (ATI) in adults. *Anaesthesia*. 2020;75(4):509-528. doi:10.1111/anae.14904
56. Cortegiani A, Accurso G, Mercadante S, Giarratano A, Gregoretti C. High flow nasal therapy in perioperative medicine: from operating room to general ward. *BMC Anesthesiol*. 2018;18(1):166. doi:10.1186/s12871-018-0623-4
57. Kotwinski D, Paton L, Langford R. The role of high flow nasal oxygen therapy in anaesthesia. *Br J Hosp Med*. 2018;79(11):620-627. doi:10.12968/hmed.2018.79.11.620
58. Tan P, Dennis AT. High flow humidified nasal oxygen in pregnant women. *Anaesth Intensive Care*. 2018;46(1):36-41. doi:10.1177/0310057X1804600106
59. Abdelmalak BB, Doyle DJ. Recent trends in airway management. *F1000Research*. 2020;9:355. doi:10.12688/f1000research.21914.1
60. Apnoeic oxygenation in paediatric anaesthesia: a narrative review. Accessed October 2, 2021. <https://associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/anae.15107>

61. Kim HJ, Asai T. High-flow nasal oxygenation for anesthetic management. *Korean J Anesthesiol.* 2019;72(6):527-547. doi:10.4097/kja.19174
62. Kuzhively J, Pandit JJ. Anesthesia and airway management for gastrointestinal endoscopic procedures outside the operating room. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2019;32(4):517-522. doi:10.1097/ACO.0000000000000745
63. Schumann R, Natov NS, Rocuts-Martinez KA, et al. High-flow nasal oxygen availability for sedation decreases the use of general anesthesia during endoscopic retrograde cholangiopancreatography and endoscopic ultrasound. *World J Gastroenterol.* 2016;22(47):10398. doi:10.3748/wjg.v22.i47.10398
64. Mazzeffi MA, Petrick KM, Magder L, et al. High-Flow Nasal Cannula Oxygen in Patients Having Anesthesia for Advanced Esophagogastroduodenoscopy: HIFLOW-ENDO, a Randomized Clinical Trial. *Anesth Analg.* 2021;132(3):743-751. doi:10.1213/ANE.0000000000004837
65. Kaw R, Wong J, Mokhesi B. Obesity and Obesity Hypoventilation, Sleep Hypoventilation, and Postoperative Respiratory Failure. *Anesth Analg.* 2021;132(5):1265-1273. doi:10.1213/ANE.0000000000005352
66. Wang M-L, Hung M-H, Chen J-S, Hsu H-H, Cheng Y-J. Nasal high-flow oxygen therapy improves arterial oxygenation during one-lung ventilation in non-intubated thoracoscopic surgery<sup>†</sup>. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018;53(5):1001-1006. doi:10.1093/ejcts/ezx450
67. Ke H-H, Hsu P-K, Tsou M-Y, Ting C-K. Nonintubated video-assisted thoracic surgery with high-flow oxygen therapy shorten hospital stay. *J Chin Med Assoc.* 2020;83(10):943-949. doi:10.1097/JCMA.0000000000000408
68. Wilson ME, Mittal A, Karki B, et al. Do-not-intubate orders in patients with acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2020;46(1):36-45. doi:10.1007/s00134-019-05828-2

69. Ricard J-D, Roca O, Lemiale V, et al. Use of nasal high flow oxygen during acute respiratory failure. *Intensive Care Med.* 2020;46(12):2238-2247. doi:10.1007/s00134-020-06228-7
70. Peters SG, Holets SR, Gay PC. High-flow nasal cannula therapy in do-not-intubate patients with hypoxemic respiratory distress. *Respir Care.* 2013;58(4):597-600. doi:10.4187/respcare.01887
71. Koyauchi T, Hasegawa H, Kanata K, et al. Efficacy and Tolerability of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy for Hypoxemic Respiratory Failure in Patients with Interstitial Lung Disease with Do-Not-Intubate Orders: A Retrospective Single-Center Study. *Respiration.* 2018;96(4):323-329. doi:10.1159/000489890
72. Hui D, Morgado M, Chisholm G, et al. High-Flow Oxygen and Bilevel Positive Airway Pressure for Persistent Dyspnea in Patients With Advanced Cancer: A Phase II Randomized Trial. *J Pain Symptom Manage.* 2013;46(4):463-473. doi:10.1016/j.jpainsymman.2012.10.284
73. Hui D, Hernandez F, Urbauer D, et al. High-Flow Oxygen and High-Flow Air for Dyspnea in Hospitalized Patients with Cancer: A Pilot Crossover Randomized Clinical Trial. *The Oncologist.* 2021;26(5):e883-e892. doi:10.1002/onco.13622
74. Ruangsomboon O, Dorongthom T, Chakorn T, et al. High-Flow Nasal Cannula Versus Conventional Oxygen Therapy in Relieving Dyspnea in Emergency Palliative Patients With Do-Not-Intubate Status: A Randomized Crossover Study. *Ann Emerg Med.* 2020;75(5):615-626. doi:10.1016/j.annemergmed.2019.09.009
75. Zemach S, Helviz Y, Shitrit M, Friedman R, Levin PD. The Use of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Outside the ICU. *Respir Care.* 2019;64(11):1333-1342. doi:10.4187/respcare.06611
76. Brackett H, Forman A, Foster LA, Fischer SM. Compassionate Removal of Heated High-Flow Nasal Cannula for End of Life: Case Series and Protocol Development. *J Hosp Palliat Nurs JHPN Off J Hosp Palliat Nurses Assoc.* 2021;23(4):360-366. doi:10.1097/NJH.0000000000000769

77. Gattinoni L, Coppola S, Cressoni M, Busana M, Rossi S, Chiumello D. COVID-19 Does Not Lead to a “Typical” Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;201(10):1299-1300. doi:10.1164/rccm.202003-0817LE
78. High-Flow Nasal Cannula in Critically Ill Patients with Severe COVID-19 | American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. Accessed October 2, 2021. <https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1164/rccm.202005-2007LE>
79. RISC-19-ICU Investigators, Wendel Garcia PD, Aguirre-Bermeo H, et al. Implications of early respiratory support strategies on disease progression in critical COVID-19: a matched subanalysis of the prospective RISC-19-ICU cohort. *Crit Care*. 2021;25(1):175. doi:10.1186/s13054-021-03580-y
80. Leonard S, Atwood CW, Walsh BK, et al. Preliminary Findings on Control of Dispersion of Aerosols and Droplets During High-Velocity Nasal Insufflation Therapy Using a Simple Surgical Mask. *Chest*. 2020;158(3):1046-1049. doi:10.1016/j.chest.2020.03.043
81. Pandya A, Kaur NA, Sacher D, et al. Ventilatory Mechanics in Early vs Late Intubation in a Cohort of Coronavirus Disease 2019 Patients With ARDS. *Chest*. 2021;159(2):653-656. doi:10.1016/j.chest.2020.08.2084
82. Zucman N, Mullaert J, Roux D, et al. Prediction of outcome of nasal high flow use during COVID-19-related acute hypoxemic respiratory failure. *Intensive Care Med*. 2020;46(10):1924-1926. doi:10.1007/s00134-020-06177-1
83. Chandel A, Patolia S, Brown AW, et al. High-Flow Nasal Cannula Therapy in COVID-19: Using the ROX Index to Predict Success. *Respir Care*. 2021;66(6):909-919. doi:10.4187/respcare.08631
84. Ischaki, E., Pantazopoulos, I., & Zakyntinos, S. (2017). Nasal high flow therapy: a novel treatment rather than a more expensive oxygen device. *European Respiratory Review*, 26(145).
85. World Health Organization. *Clinical Management of Severe Acute Respiratory Infection (SARI) When COVID-19 Disease Is Suspected: Interim Guidance, 13 March 2020*. World Health Organization; 2020. Accessed October 2, 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331446>

86. Nishimura M. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Adults: Physiological Benefits, Indication, Clinical Benefits, and Adverse Effects. *Respir Care*. 2016;61(4):529-541. doi:10.4187/respcare.04577
87. Kang BJ, Koh Y, Lim C-M, et al. Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality. *Intensive Care Med*. 2015;41(4):623-632. doi:10.1007/s00134-015-3693-5
88. Yuste ME, Moreno O, Narbona S, Acosta F, Peñas L, Colmenero M. Efficacy and safety of high-flow nasal cannula oxygen therapy in moderate acute hypercapnic respiratory failure. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2019;31(2):156-163. doi:10.5935/0103-507X.20190026
89. Nishimura N, Imai R, Ro S, et al. High Flow Nasal Cannula and Non-Invasive Ventilation for Acute Hypercapnic Respiratory Failure: A Retrospective Observational Study. In: *A40. CRITICAL CARE: FROM HFNC TO ECMO*. American Thoracic Society International Conference Abstracts. American Thoracic Society; 2020:A1593-A1593. doi:10.1164/ajrccm-conference.2020.201.1\_MeetingAbstracts.A1593
90. Pinkham M, Tatkov S. Effect of flow and cannula size on generated pressure during nasal high flow. *Crit Care*. 2020;24(1):248. doi:10.1186/s13054-020-02980-w
91. Effectiveness of nasal highflow in hypercapnic COPD patients is flow and leakage dependent. Accessed October 2, 2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5784698/>
92. Levy SD, Alladina JW, Hibbert KA, Harris RS, Bajwa EK, Hess DR. High-flow oxygen therapy and other inhaled therapies in intensive care units. *Lancet Lond Engl*. 2016;387(10030):1867-1878. doi:10.1016/S0140-6736(16)30245-8