

新冠肺炎重症患者 ECMO 治療的倫理考量 Ethical Considerations for ECMO Treatment of Patients with Severe COVID-19

韓 丹

Han Dan

摘要 Abstract

ECMO 是一項高風險、高創傷、高消耗的創新技術，它能夠為新冠病毒肺炎重症患者提供挽救性治療。ECMO 的治療目標是幫助患者恢復心肺功能，或者橋接最終治療，包括器械植

韓 丹，廣州醫科大學馬克思主義學院教授，中國廣州，郵編：511436。
Han Dan, Professor, School of Marxism, Guangzhou Medical University, Guangzhou, China, 511436.

本文為國家社科基金重點項目“重大疫情防控的倫理研究”(20AZX018)的階段性研究成果。

《中外醫學哲學》XX:1 (2022 年)：頁 27-40。
International Journal of Chinese & Comparative Philosophy of Medicine 20:1 (2022), pp. 27-40.

© Copyright 2022 by Global Scholarly Publications.

入，或者器官移植等。然而，容易被忽視的事實是，ECMO 挽救了一些患者的生命，但也可能讓那些沒有康復機會的患者陷入醫療困境。於是，ECMO 的臨床應用不得不面對一些反對意見，包括嚴重併發症危害患者生命安全、無效治療導致技術失敗，以及大量佔用資源損害醫療公平等。ECMO 技術的臨床應用應該在尊重生命價值和患者意願的基礎上，合理設置治療目標、確立可接受退出標準、妥善處理患者意願與 ECMO 設備撤除困境之間的倫理衝突，建立適度倫理框架以合理控制醫療干預的邊界。

Characterized by high risk, high trauma and high consumption, Extra-Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) is an innovative technology that can be used as salvage therapy for COVID-19 patients. ECMO treatment can help restore patients' cardiopulmonary function or can bridge their final treatment, including device implantation or organ transplantation. However, although ECMO saves some patients' lives, it can also leave those with no chance of recovery in a medical dilemma. ECMO is thus controversial: it is criticized for technical failures and ineffective treatments, and its use raises questions about medical equity. This paper argues that the clinical application of ECMO technology should be based on a respect for the value of life and the will of patients, reasonably set therapeutic goals, acceptable withdrawal criteria, proper management of the conflict between patients' desires and the medical dilemma, and the establishment of an ethical framework to control the limits of medical intervention.

【關鍵字】 ECMO 創新技術 倫理框架

Keywords: ECMO, Innovative Technology, Ethical Framework

新冠病毒肺炎疫情是我們不得不面對的嚴峻的公共衛生危機之一。面對新冠病毒肺炎的衝擊，創新技術被廣泛應用於預防醫學和臨床醫學，以更好地處理公共衛生突發事件、控制疾病傳播和診療疾病。當醫療專業知識和創新技術結合在一起時，人們應

對疾病的方式發生顛覆性的改變。與此同時，與創新技術相伴而來的技術倫理難題也映入人們的視野。

一、面向新冠病毒肺炎重症患者的 ECMO 技術

新冠病毒肺炎（2019 novel coronavirus disease，COVID-19）具有侵犯多臟器器官的特點，罹患嚴重基礎疾病的老年患者普遍遭受多器官功能損傷，他們出現危重症的風險更高，進入 ICU 治療的所需的時間更長，病死率也更高。有研究顯示，COVID-19 重症患者病死率與年齡和基礎病等影響因素相關，80 歲以上老年患者的病死率為 14.8%，有基礎病患者的病死率為 10.5%（張彥平 2020）。ICU 數據顯示，在 ICU 住院的 COVID-19 重症患者 28 天的死亡率超過 50%，從進入 ICU 到死亡的時間中位數是 7 天，八成接受呼吸機治療的患者在入院 28 天內死亡（Yang 2020）。遺憾的是，目前還沒有針對 COVID-19 特效藥物，危重症患者的治療仍然是一項醫學挑戰。

1. ECMO 技術及其臨床應用現狀

體外膜肺氧合（Extra-Corporeal Membrane Oxygenation，ECMO）是採用體外循環技術進行操作和管理的一種輔助治療手段，是重症治療的一種技術。ECMO 也被稱為體外生命支持系統（Extra-Corporeal Life Support，ECLS），核心部分是膜肺和血泵，分別起人工肺和人工心的作用。ECMO 引流患者靜脈血液到體外，經過氣體交換，再送回患者的靜脈或動脈，取代患者部份的心、肺功能，以實現短期支持心肺功能的目的。

ECMO 技術最初應用於新生兒肺部疾病，例如持續性新生兒肺高壓、先天性橫膈疝氣、胎便吸入性肺炎等等。經過臨床應用的推進，ECMO 技術目前已廣泛地應用於各種成人及兒童的急性心肺疾病，包括急性呼吸窘迫症候群、急性心肌炎，急性心肌梗塞並心因性休克等疾病（Henry 2020）。從發展趨勢來看，ECMO

逐步適用於協助心肺功能無法恢復的患者進行心肺移植，以及新冠病毒肺炎重症和危重症患者的輔助治療。

臨床醫師對 ECMO 支持 COVID-19 心肺衰竭患者的治療作用的認知正在發生轉變。在大流行早期，有關 ECMO 使用的臨床數據和案例有限，有限病例似乎表明接受體外膜肺氧合治療的急性呼吸窘迫綜合症 (acute respiratory distress syndrome, ARDS) 患者生存期較差 (Henry 2020)。然而，隨著大流行的展開和新證據的產生，ECMO 在 COVID-19 相關的急性呼吸窘迫綜合症 (ARDS) 和其他適應證中的作用越來越明顯。據報道，2020 年 8 月 27 日，62 歲的新冠肺炎患者劉某康復出院，該患者使用 ECMO 輔助支持長達 111 天、氣管插管呼吸機通氣 150 天，成為目前全球成功救治的危重症新冠肺炎患者中使用 ECMO 時間最長的一例。

2. 支持 ECMO 應用於 COVID-19 重症患者治療的倫理理由

贊成 ECMO 應用於 COVID-19 重症患者治療的主要倫理理由是 ECMO 有效提高 COVID-19 重症心肺衰竭患者的存活率。ECMO 技術的臨床應用為新冠病毒肺炎重症和危重症患者帶來了康復的希望。COVID-19 重症患者的顯著特徵之一是急性呼吸窘迫綜合症，ECMO 能夠有效改善症狀。九成伴有急性呼吸窘迫綜合症的 COVID-19 重症患者有採用靜脈-靜脈 (V-V) ECMO 進行支持的需要。雖然 COVID-19 患者的 ECMO 運行時間可能比其他患者更長，但兩組患者公布的死亡率相似 (Bartlett 2020)。法國一項針對 83 名伴有 ARDS 的 COVID-19 患者開展 ECMO 治療的多中心研究顯示，60 天死亡率估約為 31% (Schmidt 2020)。隨後，體外生命支持組織 (ELSO) 的數據報告，ECMO 支持的器官移植 90 天院內死亡率約為 37.4% (Barbaro 2020)。另一項來自歐洲和以色列 177 個醫療中心的 1,531 名 COVID-19 重症患者的大樣本回顧性研究顯示，COVID-19 重症患者的平均 ICU 住院時間為

33 天，ECMO 支持的平均時間為 18 天，死亡率約為 45% (Lorusso 2021)。不同國家和地區的臨床實踐表明，ECMO 支持用於 COVID-19 重症患者輔助治療的死亡率與其它情形下 ECMO 的臨床應用無顯著差異，同時 ECMO 支持用於 COVID-19 重症患者輔助治療給予患者合理的生存機會，存活率約為 55%。

對於 COVID-19 重症心肺衰竭患者，如果存在 ECMO 的適應證，早期積極有效的治療非常重要。醫學專家建議，在符合診療常規標準且具備適當醫療資源的情況下，應該盡早給予患者 ECMO 支持 (MacLaren 2020)。

為進一步做好新型冠状病毒肺炎醫療救治工作，2020 年 8 月 19 日，國家衛生健康委組織專家總結了前期新冠肺炎診療經驗，並且在參考世界衛生組織診療指南的基礎上修訂了《新型冠狀病毒肺炎診療方案（試行第八版）》。對比之前的診療方案版本，第八版診療方案為 ECMO 臨床應用提供了更具操作性的建議，例如對 ECMO 啟動時機的選擇和初始設置參數進行了詳細的規定等。

二、ECMO 技術臨床應用的倫理考量

ECMO 正在被塑造為一項承載厚重期望的搶救 COVID-19 危重症患者呼吸衰竭的新技術，該項技術的治療目標是幫助患者恢復心肺功能，或者橋接最終治療，包括器械植入，或者器官移植等。哥倫比亞大學歐文醫學中心 (Columbia University Irving Medical Center) 臨床倫理學主任肯尼斯·普拉格 (Kenneth Prager) 表示，ECMO 正在創造“一個全新的範式”，即患者的心肺功能衰竭了，但是病人仍然活著。

然而，容易被忽視的事實是，ECMO 挽救了一些患者的生命，但也可能讓那些沒有康復機會的患者陷入醫療困境。全球體外生命支持組織 (Extracorporeal Life Support Organization, ELSO) 數據

顯示，ECPR (ECMO 用於心肺復蘇)患者的存活率只有 29%，ECMO 用於肺部支持的患者的存活率為 59%，ECMO 用於心臟支持的患者的存活率為 42%。

1. 適應性評估

考慮到部分 ECMO 支持的患者無法獲得有意義的恢復，判斷 ECMO 技術是否具有適應性是其臨床應用的主要倫理考量之一，符合適應性的 ECMO 臨床應用可以得到倫理辯護，不符合或者不完全符合適應性的 ECMO 臨床應用不得不面臨倫理挑戰。

現代醫學開創了多種多樣的醫療介入方式，但是針對具體病例，往往只有部分醫療措施明確符合治療目標的需要。具體到 ECMO 技術的臨床應用，醫師需要細緻評估這項技術臨床應用的風險收益。當臨床證據顯示患者的受益——風險評估的結果傾向於整體收益大於風險，則建議 ECMO 技術介入；反之，則 ECMO 技術介入的義務降低，甚至消失。

適應性評估的難點在於 ECMO 技術是一項過渡性技術，為有效的治療打開窗口期，但其本身不具有治療作用。短期 ECMO 技術支持有可能挽救重症患者，但是患者最終的生存取決於患者自身心肺功能的恢復，或者器械植入和器官移植等治療模式。肯尼斯·普拉格 (Kenneth Prager)稱 ECMO 是“通向無處的橋梁”(Mosier 2015)，即 ECMO 技術不是一項可以治癒疾病的措施，除非潛在的疾病可以被治癒，否則它不能直達治療目標。

綜上所述，當患者的生理或者心理通過某些醫療措施得到改善，那麼這些醫療措施就具備了醫療適應性。反之，這些醫療措施並不具備醫療適應性。在適應性評估中可以確定的問題是，ECMO 技術的輔助性特徵使得該項技術使用時間越長，設備撤除和患者死亡的風險就越高。與此同時，在適應性評估中無法確定

的主要問題是，ECMO 技術臨床應用的受益——風險評估不能一概而論，原發病的治療才是關鍵。

2. 嚴重的併發症

嚴重的併發症威脅到患者的生命安全，這是反對 ECMO 技術臨床應用的主要倫理考量之一。國內一項最新的比較研究顯示，與流感肺炎患者相比，接受 ECMO 支持治療的新冠肺炎患者 ECMO 相關併發症較多且 ICU 住院時間較長(唐曉 2021)。

常見的 ECMO 併發症發生包括：血栓、出血、溶血、末端肢體缺血、感染、腎衰竭等。以凝血障礙為例，由於血管血栓的形成，COVID-19 患者出現高凝狀態的風險增加。數據顯示，入住 ICU 的 COVID-19 患者發生血管血栓的概率約為 20%-30% (Jäckel 2021)。為減少血栓的形成，COVID-19 患者普遍接受抗凝治療，但治療結果往往出現高凝性。COVID-19 患者高凝性表現為心室血栓和體外環路血栓。血栓導致 ECMO 循環中流動阻力增加，氣體交換減少，最終導致 ECMO 循環的失敗。儘管醫師可以增加抗凝劑劑量來克服高凝程度，這種處置可能會增加出血風險，進而危及患者的生命安全。

根據臨床經驗，ECMO 用於兒童患者容易產生併發症，可用輔助期一般僅為一週至二週；而 ECMO 用於成人患者的輔助期則較長，最高記錄長達 117 天。依照患者病情來調整 ECMO 的各種設定、並及時處理併發症，關係到患者的存活率，患者需要安裝的時間越長、越考驗醫師的能力和經驗。

3. 無效治療

無效治療是臨床醫師建議免除或撤除醫療處置的一種倫理判斷，也是反對 ECMO 技術臨床應用的另一項倫理考量。不適用或者撤除 ECMO 的常見情況包括以下幾種情況：其一，ECMO 技術

並不適用於臨床判斷上無法達到治療目的的情況，醫師必須在判定治療成功機率極低的情況下做出停止 ECMO 的決定。其二，由於患者的個體差異性，適用於大多數患者的 ECMO 技術，有可能不適合某些患者，比如，身患嚴重基礎病的患者等。其三，當患者的病情階段發生變化時，原先評估適合 ECMO 技術的患者，可能變得不再適合，比如移植前患者感染浸潤性毛黴菌病等。其四，當患者的疾病已經進展到末期，主要臟器器官嚴重損傷，甚至死亡不可避免時，須限制採取 ECMO 介入。ECMO 支持的禁忌症的清單包括高齡、合併症，以及缺乏 ECMO 退出策略等(韓丹 2021)。

上述反對 ECMO 應用的臨床情形，屬於生理無效的醫學範疇。然而，無效的定義實質上是價值判斷。這意味著“無效”是反對 ECMO 應用於 COVID-19 重症患者治療的必要性條件，卻不構成充分條件。這種微妙的衝突也體現在一些有影響力的倫理規範中，以 1987 年哈斯廷斯中心 (Hastings Center) 發布的倫理報告為例，“如果一種療法不能達到其生理目的，因而不能對患者提供任何生理益處，那麼，很清楚這種療法就是無效的，醫師無責任提供這樣的療法。不過，當它提供心理益處時，醫師可以提供這類療法”(Baruch 1995)，由此，無效治療被視為兼顧醫學和倫理雙重維度的反對理由。

儘管在醫學上無效概念的爭論從未停止，在倫理學上無效概念卻具有積極意義，倫理維度顯示了“無效治療”的複雜性，無效的內涵可以細分為生理無效、質量無效、瀕死無效，無效的類型可以細分為非患者決定型和患者決定型。這表明當爭議性病例存在多元價值取向時，反對的理由也不僅僅停留在醫學層面。它提示醫患雙方誠實地審視某項效果受到質疑的治療方案，以及其背後的價值衝突與患者意願。由此，讓醫患雙方將關注點放在患者的實際情況及有可能實現的治療目標上。

4. 大量佔用資源，損害醫療公平

據世界衛生組織報告，截至 2022 年 5 月 6 日，全球 COVID-19 累計確診病例數約為 5.14 億，其中累計死亡病例數 625 萬。此次疫情中，有一些危重患者使用了 ECMO 技術後治癒，公眾可能會對這項技術在新冠肺炎中的表現特別期待。

然而，ECMO 屬於醫療資源高消耗型的高級生命支持技術。其一，使用費用高。ECMO 開機器費用約 6 萬元，日均費用大約在 1-3 萬元左右，加上 ICU 的其它費用，每次使用費用合計在 10 萬元以上。其二，人力成本高。每台 ECMO 需要配置外科手術醫師一名，體外循環灌注師兩名，對 ECMO 治療技術資深人員一名，重症監護室醫師一名，專科倒班護士三名。因此，ECMO 是極為耗費資源的，不但使用成本昂貴，而且佔用大量醫療資源，包括時間、金錢、設備和人員。其三，多部門協作要求高。ECMO 體現醫療機構的整體醫療水平，對於瀕臨死亡患者進行長期的 ECMO 支持需要多個部門的協同工作，包括體外循環科、外科、內科、血庫、超聲科、放射科、化驗室等。

鑒於 COVID-19 大流行的嚴峻程度，宏觀和微觀醫療資源的分配應使盡可能多的患者公平地獲得有效治療。與醫療公平相關的反對意見是，稀有衛生資源分配的問題是否會影響臨床判斷。這是一個典型且古老的倫理問題。有限的醫療資源是應該用來救少數患者，還是讓更多的患者受益？眾所周知，醫師享有對微觀醫療資源調配的自由裁量權，自由裁量權的合理使用不僅要求醫師保障患者的權益，還要求醫師兼顧社會公平。然而，台北大學醫學院外科醫師柯文哲曾一針見血地指出，“ECMO 做多了，醫生會變成上帝”（柯文哲 2010）。一方面，在 ECMO 的臨床應用中，是醫生選擇患者，醫生的臨床決策往往決定患者的生死。另一方面，ECMO 是一種比較稀缺的醫療資源，使用它需要大量的人力物力，而這些醫療資源原本可以更有效地為更多的危重患者提供

護理。因此，將有限的資源轉移給那些接受 ECMO 支持療效不明確的患者群體，在倫理上是具有挑戰性的。

需要說明的是，從兼顧社會公平的考量出發的“臨床分配思維”在具體臨床案例中往往並不構成壓倒性的反對理由或者具有優先性的反對理由。追根究底，臨床決策應該建基於醫療適應性，患者偏好和生命質量。受篇幅所限，公平原則不在此展開論證。

三、ECMO 技術適度應用的倫理框架

為指導 ECMO 技術在新型冠狀病毒肺炎救治中的應用，國家衛生健康委辦公廳和國家中醫藥管理局辦公室於 2020 年 7 月 16 日聯合下了《關於印發新型冠狀病毒肺炎重症患者呼吸支持治療和體外膜肺氧合臨床應用指導方案（試行）的通知》。臨床應用指導方案對 ECMO 應用時機及輔助模式的選擇方面制定了有關建議。方案指出，ECMO 能夠為危重型新冠肺炎引起的急性呼吸窘迫綜合症患者提供挽救性治療。在沒有明顯禁忌症並具備輔助指證的情況下應及時啟動 ECMO 治療。

ECMO 技術是一項高風險、高創傷、高消耗的治療手段，治療過程中易發生出血、感染及神經系統併發症，它對醫療適應性的要求非常高。醫師應該謹慎評估 ECMO 技術應用的適應症和禁忌症。如果成功救治的機會高，那麼與 ECMO 治療相伴的風險和痛苦，我們可視為醫療的代價。但如果救治機會渺茫，則長時間使用 ECMO 的必要性和合理性就面臨質疑。贊成和反對的倫理考量要求醫療行業建立 ECMO 技術適度應用的倫理框架，以明確適用邊界，便於醫師針對特定個案做出適當的臨床判斷。

1. 如何設定 ECMO 支持的治療目標？

概括來說，醫療目標包括治癒疾病、緩解症狀、維持與恢復機能、關心照護、避免醫療干預中可能造成的傷害以及健康教育

和諮詢等。治癒疾病往往被視為醫療的主要目標，但它並非總能被實現，也不是使患者受益的唯一目標。上述醫療目標不具有排他性，多項目標可以同時達成，如治癒和症狀緩解等。

考慮到目前 COVID-19 的治療仍處於探索階段，對於重症和危重症患者而言，應當兼顧治癒和症狀緩解。

第一，當患者符合 ECMO 指證，排除禁忌症之後，應盡早啟動 ECMO 治療。COVID-19 相關 ECMO 支持採用常規標準；然而，當大流行期間資源變得更加有限時，應實施更嚴格的禁忌症。臨床醫師要高度重視，嚴格把握應用指證，結合患者臨床症狀、影像學表現以及器官功能進行綜合評估，動態監測相關臨床指標，從而降低併發症的發生率和危重症患者的病死率。任何輔助治療手段都各有利弊，臨床醫師要綜合評估病情進行選擇，以達到最好的治療效果。此外，鼓勵區域內醫療機構參與數據交換和資源共享。區域 ECMO 轉診網絡的建立可以促進溝通、加速患者轉診和移動 ECMO 檢索。這些臨床實踐和醫療機構間的合作將為探索 ECMO 在 COVID-19 中的最佳應用做出貢獻。

第二，當患者的死亡無法避免時，治療目標應當以緩解症狀和關心照護為主，建議給予緩和醫療干預，包括但不限於向患者提供營養支持和心理安慰，並維護患者的尊嚴。同時避免醫療干預中可能造成的傷害。這些都是維持和提升患者生命質量的重要手段，符合患者的最佳利益。

2. 如何釐定 ECMO 無效治療的界限？如果患者術後心肺功能不能恢復，進而出現心肺衰竭，那麼繼續使用 ECMO 支持到底是延長生命？還是延長死亡過程 (dying process)？

第一，宣告患者死亡是醫師的法定義務之一，當醫師做出臨床死亡判定後，醫師提供醫療措施的義務就已經終止了。患者一旦被判定死亡，所有的治療目標即刻失效，醫師不需要再做任何醫療處置，正在進行中的醫療行為也應該終止。沒有任何法律或

倫理規定，醫師必須尋求家屬的同意才能宣布患者死亡，或必須尋求家屬的同意才能停止醫療措施。

第二，使用 ECMO 的前提是退出 ECMO 支持後，患者的肺功能可以恢復。ECMO 臨床應用受到質疑的主要原因是，ECMO 支持使患者臨床死亡的進程被改寫，醫師失去了根據死亡判定撤除醫療措施的倫理依據。所以，為保證採用 ECMO 技術的醫療處置是滿足前提條件的，醫師應該審慎做出臨床判斷。

第三，當 ECMO 技術不再被視為有益於患者時，退出 ECMO 支持的決定應該如何做出？一般來說，做出退出 ECMO 支持的決定基本上是醫務人員、患者和患者家屬建立共識的過程。這裡涉及的倫理考量是，三方共識的建立要以適應證的臨床判斷、生活質量的評估，以及患者意願的真實表達為基礎。

3. 如何建立 ECMO 臨床應用的退出機制？

如何處理患者意願與“無處可去”的倫理困境之間的衝突是建立退出機制的核心。如果患者病情的變化破壞了使用 ECMO 技術的最初指證，即接受 ECMO 支持的患者既不能得到有效的治療，也無法進行移植，那麼醫師必須面對“無處可去”(Bridge-to-Nowhere)的醫療情境(Jaramillo 2019)。這種情況下，大多數橋接移植患者接收 ECMO 技術支持的時間在 1-2 週之間，患者長時間接受 ECMO 支持不但需要大量醫療資源，而且面臨嚴重併發症的威脅。醫生考慮撤除 ECMO 設備是恰當的臨床判斷，然而，患者意識清醒並明確表達了希望繼續使用 ECMO 支持的願望。當患者偏好與醫師的臨床判斷出現嚴重分歧時，“無處可去”的醫療情境並不足以支撐醫師單方面做出撤除 ECMO 支持的決定。進一步看，醫療資源的合理使用，以及價值觀念的衝突必須在尊重患者自主權的基礎上進行協調。

綜上所述，在尊重生命價值和患者意願的基礎上，貫徹以患者為中心的臨床醫療執行過程，平衡技術理性和技術德性，讓醫療人員和患者在進行醫療決策前，能夠共享實證醫療結果，結合患者自身的偏好和價值，提供患者所有可考慮的選擇。通過患者感知和醫療供給的互動管理，實施對醫療服務邊界的合理控制，以保證在當前有限的醫療資源下實現惠及全民的、高效率的醫療保障。

參考文獻 References

- 張彥平：中國疾病預防控制中心新型冠狀病毒肺炎應急響應機制流行病學組：〈新型冠狀病毒肺炎流行病學特徵分析〉，《中華流行病學雜誌》，2020年，第41卷，第2期，頁145-151。ZHANG Yanping. The Novel Coronavirus Pneumonia Emergency Response Epidemiology Team: "The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China," *Chinese Journal of Epidemiology* 2020 (41.2):145-151.
- 柯文哲：〈葉克膜(ECMO)的倫理問題〉，《澄清醫護管理雜誌》，2010年，第6卷，第2期，頁4-7。KO Wenje. "On Ethical Issues of ECMO," *Cheng Ching Medical Journal* 2010 (6.2):4-7.
- 唐曉等：〈體外膜肺氧合治療危重症新型冠狀病毒肺炎和新型甲型 H1N1 流感病毒性肺炎臨床特徵和預後比較〉，《中華醫學雜誌》，2021年，第101卷，第8期，頁579-585。TANG Xiao, et al. "Comparison of clinical features and prognosis of ECMO in critically ill patients with COVID-19 and novel influenza A H1N1 virus pneumonia," *Chinese Medical Journal* 2021 (101.8):579-585.
- 徐弘毅：〈使用體外膜肺氧合（ECMO）支持長達 111 天的新冠肺炎患者在廣州康復出院〉，《新華網》，2020年8月27日。XU Hongyi. "COVID-19 patient supported by ECMO for 111 days recovered and discharged from hospital in Guangzhou," *Xinhuanet*, 27 August 2020. <http://www.xinhuanet.com/local/2020-08/27/c_1126421350.htm>
- 韓丹：〈ECMO 技術的臨床倫理問題探析〉，《醫學與哲學》，2021年，第42卷，第4期，頁27-31。HAN Dan. "On Clinical Ethics of ECMO," *Medicine and Philosophy* 2021 (42.4):27-31.
- Barbaro, Ryan P., et al. "Extracorporeal membrane oxygenation support in COVID-19: an international cohort study of the Extracorporeal Life Support Organization registry," *Lancet* 2020 (396.10):1071-1078.
- Bartlett, Robert H., et al. "Initial ELSO Guidance Document: ECMO for COVID-19 Patients with Severe Cardiopulmonary Failure," *ASAIO Journal*. 2020 (66.5):472-474.

- Brody, Baruch A. and Amir Halevy. "Is Futility a Futile Concept," *The Journal of Medicine & Philosophy* 1995 (20.4):123-144.
- Henry, Brandon M. and Giuseppe Lippi. "Poor survival with extracorporeal membrane oxygenation in acute respiratory distress syndrome (ARDS) due to coronavirus disease 2019 (COVID-19): Pooled analysis of early reports," *Journal of critical care* 2020 (58.8):27-28.
- Jäckel, Markus, et al. "Outcome of acute respiratory distress syndrome requiring extracorporeal membrane oxygenation in Covid-19 or influenza: a single-center registry study," *Artif Organs*. 2021(45.6):593-601.
- Jaramillo, Carolina, and Nicholas Braus. "How Should ECMO Initiation and Withdrawal Decisions Be Shared?" *AMA Journal of Ethics* 2019 (21.5):387-393.
- Lorusso, Roberto, et al. "ECMO for COVID-19 patients in Europe and Israel," *Intensive Care Med* 2021(47.3):344-348.
- MacLaren, Graeme, Alain Combes, and Daniel Brodie. "What's new in ECMO for COVID-19?" *Intensive Care Medicine* 2020 (47.11):107-109.
- Mosier, Jarrod M., et al. "Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for critically ill adults in the emergency department: history, current applications, and future directions," *Critical Care* 2015 (19.1):431.
- Schmidt, Matthieu, et al. "Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome associated with COVID-19: a retrospective cohort study," *The Lancet Respiratory Medicine* 2020(11.8):1121-1131.
- Yang, Xiaobo, et al. "Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study," *The Lancet Respiratory Med* 2020(8.5):475-481.