

# 关于高压氧治疗纳入新型冠状病毒肺炎重症救治方案的思考

临床报道和病理解剖结果显示，进行性低氧血症是新冠肺炎患者病情恶化的主因。钟南山院士2月27日强调，“武汉危重病人死亡率接近60%，我们在想办法在解决缺氧问题”。高压氧疗（Hyperbaric oxygen therapy, HBOT，俗称高压氧）是最强的无创氧疗技术。长期以来临床大量使用HBOT纠治缺氧症的优异疗效同样适用于新冠肺炎患者。增加一天一次的HBOT疗效优于常压高流量吸氧和机械通气技术。预期能大幅度提高重症危重症患者氧疗效率，降低重症死亡率。

## 一、HBOT用于新冠肺炎重症患者氧疗的有效性

HBOT氧疗与常压氧疗的区别通俗地说，就是采用高压下吸氧，全面地、大幅度地提高了氧从外界输送到全身组织细胞的效率。HBOT的氧疗机理是利用气体的物理学特性，通过大幅度增加环境氧分压，降低人体自身氧的交换运输能力需求，以达到最佳氧疗效果。HBOT氧疗机制与常压氧疗技术的比较优势体现在以下几个方面：

### 一是，比常压吸氧对肺组织炎症的克服效果高

高分压氧的扩散速率和距离是常压氧的数倍，可以更好地克服肺组织炎症气血屏障加厚导致的气体交换障碍，并且由于更高的溶解度，血液内溶解的氧量数倍于常压氧，也进一步克服了血流通气比的影响。

### 二是，比机械通气提高氧合指数更为有效地提高血氧分压

在呼吸和重症医学中，采用氧合指数 $[OI=PaO_2/FiO_2(\text{气压}/760)]$ 作为临床呼吸支持方式的给氧效率最终评价指标。转换公式 $[PaO_2=OI \times FiO_2(\text{气压}/760)]$ 。机械通气技术是通过提高OI来提高动脉血氧分压（ $PaO_2$ ），HBOT通过提高 $FiO_2$ 。前者提高OI大概在30%

(1.3倍)，后者提高FiO<sub>2</sub>可高达2.8倍。假设都是呼吸纯氧，采用HBOT患者PaO<sub>2</sub>可以提高2.8倍，而机械通气仅能1.3倍。因此建议临床选择原则是：（1）在患者氧合指数显著下降，自然呼吸明确存在条件下，机械通气预计不能提高1.5倍氧合指数时，优先推荐使用HBOT治疗；（2）患者机械通气下氧合指数改善不到自然呼吸时的2倍时，建议在机械通气基础上，增加一天一次的HBOT治疗。

### 三是，比ECMO更为有效地提高组织细胞获取氧

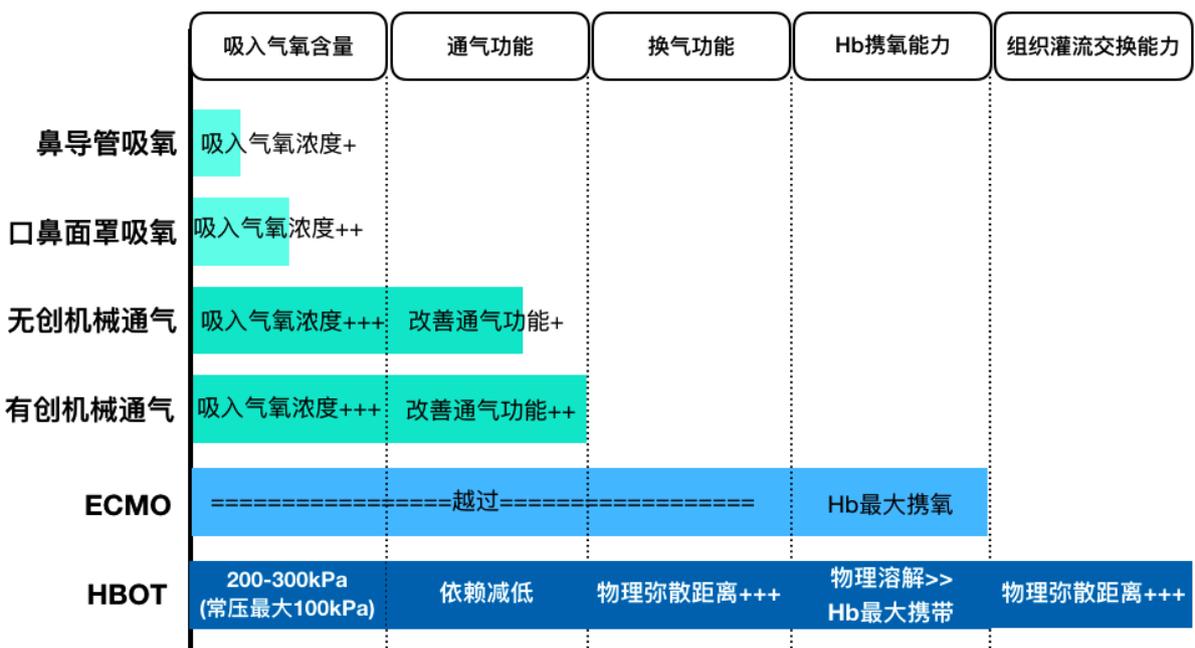
ECMO虽然越过了肺的通气 and 气体交换功能，并且能够使得Hb达到完全饱和，但在组织侧的供氧上不如HBOT。血液内溶解的氧已经超过Hb携带的量，并且弥散距离大大增加，可以相对克服因前置的缺氧损伤性或/和感染性炎症导致的末梢循环障碍，提高组织细胞获取氧的效率和绝对量。

### 四是，自然呼吸不存在机械通气对呼吸道的严重干扰

HBOT是患者整体处于高压下，呼吸方式与常压的区别通俗比喻就是在高原上呼吸和在平原呼吸一样，都是自然呼吸。不同于机械通气，对呼吸道干预很大，需要医护时刻关注和处置，否则容易出现气道损伤等各种并发症。

五是，与现重症救治手段不冲突，+HBOT模式对救治效果有明确的提升作用。

新冠病毒感染性疾病，除了抗体和疫苗，目前没有特效药。所有临床救治基本属于对症治疗和支持治疗。HBOT也不是新冠肺炎的病因治疗，是新冠肺炎患者缺氧症的对症治疗，是对现有救治技术的氧疗技术上的补充完善。患者治疗程序上，除每天1次、每次95~120min的HBOT外，同样在ICU或重症病房接受现有综合治疗，包括机械通气。前述重症患者除HBOT外，日常综合治疗依然由ICU和重症病房临床医生负责，不存在治疗技术上的冲突，反而可为其他支持治疗提供更好的支持。



### 不同氧疗对氧从外界环境到组织器官过程的干预作用

缺氧症是HBOT的第一适应症。HBOT是临床顽固性缺氧症的常规氧疗手段。HBOT自1956年首次用于胸外科手术的支持治疗后，在临床广泛应用半个多世纪。国内三甲医院普遍配备了氧舱，日常大量开展各种疾病的HBOT，尤其是对一氧化碳中毒这个典型急性缺氧症，成为关键救治措施。从疾病病种角度，HBOT的适应症非常广泛。作为一种常规应用的氧疗手段，适应症实质上就一个“缺氧症”，即全身性或局部的顽固性缺氧问题。新冠肺炎重症患者缺氧症诊断明确。重症患者的缺氧临床表现突出、低氧血症指征明显，缺氧症的存在显而易见。在所有前期发表的有关COVID-19的临床科学文献中，均明确了低氧血症持续性进行性发展是病情恶化的重要表现。

HBOT对缺氧症的救治效果是HBOT长期临床用于各种疾病的顽固性、难治性缺氧症治疗效果的科学总结，相关科学论文、文献和著作不胜枚举。HBOT用于解决新冠肺炎重症危重症缺氧问题的优越性存在明确的科学性。与新研发的治疗手段或药物的疗效尚处于科学假

设阶段不同，不需要临床试验验证，与其他已经临床使用的氧疗手段，如机械通气或ECMO一样，可以合理使用。

综上所述，目前重症危重症救治中缺氧纠治遇到的病理生理学问题，采用HBOT都可有明确的临床获益。HBOT用于新冠肺炎重症缺氧纠治能比常压氧疗（高流量吸氧、机械通气）更为有效地全面解决低氧血症问题，更使得深部组织缺氧得到全面纠正，极大地缓解全身性缺氧性炎症，对其他治疗手段（如药物支持治疗等）的效果体现也有实际的临床意义。

## **二、HBOT用于新冠肺炎重症患者氧疗的安全性**

HBOT临床广泛、规范应用已经近一个世纪。其本身的医疗安全在此不做赘述。重点是甲类传染病带来的疾病预防与控制（疾控）风险。HBOT治疗需要特殊的设备和特殊的程序，需要患者从病房到氧舱之间来回转移。患者转移过程处于常压环境下，有一成套成熟的疾控措施，不存在不可逾越的技术问题，武汉长江航运总医院已经形成了一套确实可行的做法，并可以进一步完善改进，在此亦不赘述。重点论述氧舱内HBOT治疗过程和高压氧科室的疾控风险。

### **（一）医护人员进舱的致病微生物感染风险不高于感染病房**

一是，氧舱内开展医护操作与感染病房内进行同样操作的CDC风险比较没有增加。

氧舱微小环境与感染病房微小环境的差异是大气压强。这与高原和海平面的感染病房之间的差异是相同性质的。医护人员整体暴露于高气压下的氧舱微小环境，表面承受的压强相等，感受不到压差变化（压力）。防护装备同样不存在“受压”变形的问题。高原地区医院感染病房感控要求与平原地区的没有区别。环境压强的差异不存在明确的疾控要求差异。在氧舱内开展医疗救治的过程，与在感染病房进行相同的操作相比较，疾控风险没有明显增加。

二是，氧舱内是一个全新风环境。

HBOT过程中通常采取“通风”措施，同时开启加压阀和减压阀，高压气源供气量等于减压管路排气量时，保证舱内气体压强不变，同时使得氧舱内空气持续更新。氧舱内气体流动的进气口与减压排气口分别处于加压舱的两侧对角线上，持续通风状态下，舱内气体流动总体单向，类似于层流室。管路内气体压强从气源到排气口逐步降低，压强的梯度作用下气体不存在返流。气源均为经过无油空压机高级净化装置过滤、加压再减压过程确保洁净的空气气源。

### 三是，舱内治疗过程医患呼吸气体相对分离

患者进舱始就采用内置式呼吸系统（Building in breathing system, BIBS）的面罩呼吸纯氧，患者呼出气污染主要存在排氧管路，并且是单向朝外的流动。医护人员呼吸舱内空气，基本做到患者与医护呼吸的气体不交叉。这点上优于感染病房。

医护人员独立加压。加压过程防护装备身体侧空间压强小，舱内空气随着压强升高可能进入防护装备身体侧。高压氧舱均设置了过渡舱（小舱）。医护人员采用小舱独立加压，可以避免视为污染区的患者所在治疗舱空气大量进入防护装备身体侧的可能。减压过程反之，不存在疾控风险。

### 四是，氧舱内采用感染病房疾控措施不需要额外的评估。

把氧舱当做新冠病毒患者病房进行管理。氧舱消毒过程在常压下进行，消毒技术方法不变，消毒效果不变。加压过程是“全新风”，医患呼吸的气体相对独立，可能形成的气体污染小于感染病房。并且，高气压下舱内的气体，时间感染病房的CDC要求适用于氧舱内压强相对恒定后的感控管理。

## **（二）高压氧科的感控措施已经初步形成且实践可行**

高压氧科做为感染患者救治区域，常压下的病区隔离区设置、人员防护等有明确的规定和规范，可参照执行，也已形成一套行之有效的做法，在此不赘述。感控重点是患者呼吸的BIBS系统排氧口和氧舱

减压排气口的废气净化消毒。对此未见国内外专用于氧舱尾气净化消毒的产品。我们先采用了严格的排气口区域管控措施，以避免患者呼出气体排放时对有效区域内外界活动人员的可能影响。同时临时采用了非规范的消毒措施，排出废气通过消毒液过滤的方式，进一步避免废气对周围环境的污染导致病毒传播。目前已由氧舱供应商采购国家有关部门认证备案的医用废气排放净化设备进行接口改装，安装后能满足国家废气排放卫生标准。

综上所述，氧舱设备是一套密闭、单向流、全新风、医患呼吸气体管路分离的气体管理系统，HBOT治疗过程疾控不存在不可逾越的技术障碍。武汉长江航运总医院高压氧科已建立新冠肺炎患者HBOT治疗的成套感控流程和措施，通过了医院感控部门的评估。前期开展的重症危重症新冠肺炎患者的HBOT治疗已超过20舱次，均做到了医护零感染。总体上HBOT过程舱内医护的感染风险不高于感染病房。HBOT尽早介入，预期降低重症、危重症患者机械通气的使用和加快治愈，可减少机械通气，进一步降低重症医护人员感染风险。

## 结 语

综上所述，新冠肺炎重症患者的HBOT氧疗适应症明确、效果显著，无明显不可控的感控安全风险，已形成一成套满足甲类传染病患者治疗过程的感控措施和流程，医护人员感染风险不大于感染病房。HBOT治疗能力储备大，部分定点医院也配备了高压氧舱。因此，我们强烈推荐将HBOT纳入新型冠状病毒肺炎的救治方案，为救治主管医生提供一个更为有效的氧疗手段选择。展开规模化HBOT氧疗，预期能显著提高救治效率，降低医护压力和感染风险，降低死亡率。

(陈锐勇2020年3月11日于上海)