

Uso dei DPI, filtri ed evacuazione dei gas nella gestione di paziente affetto da SARS-CoV-2

Cesare Gregoretti^{1,2}
Mariachiara Ippolito²
Andrea Cortegiani^{2,3}

Introduzione

La diffusione di SARS-CoV-2, ad alta contagiosità, ha determinato un aumento del livello di rischio biologico a cui sono stati esposti gli operatori sanitari e ha richiesto l'uso di *routine* di dispositivi di protezione individuale (DPI). I DPI sono "attrezzature in grado di ridurre l'esposizione a pericoli che possano causare infortuni e malattie nei luoghi di lavoro". Essi includono maschere e respiratori filtranti. L'uso dei DPI e l'applicazione di altre misure di sicurezza, soprattutto nel contesto di un'emergenza sanitaria pubblica di rilevanza internazionale, è regolato da autorità internazionali e nazionali che emettono

indicazioni specifiche, in base alle caratteristiche di trasmissione del patogeno e ai diversi livelli di esposizione al rischio dei lavoratori¹.

Biocontenimento e DPI

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), il rischio relativo di infezione da microrganismi durante il lavoro può essere suddiviso in quattro classi di rischio. Questa suddivisione tiene conto del rischio di infezione per i lavoratori a contatto con determinati agenti biologici, nonché del rischio che l'infezione si diffonda alla comunità².

Ai lavoratori dovrebbe essere fornito un livello di protezione individuale crescente all'aumentare del livello di rischio.

Camici o camici da laboratorio standard, guanti, protezioni per occhi e viso costituiscono il livello minimo di protezione; alcuni patogeni richiedono una protezione

¹U.O.S. di Terapia Intensiva, Fondazione Istituto "G. Giglio", Cefalù, c.gregoretti@gmail.com

²Dipartimento di Discipline Chirurgiche, Oncologiche e Stomatologiche (Di.Chir.On.S.), Università degli Studi di Palermo

³Dipartimento di Anestesia e Rianimazione, A.O.U. Policlinico "Paolo Giaccone", Palermo

respiratoria avanzata (per esempio, respiratori facciali, respiratori elettrici purificatori d'aria, etc.).

SARS-CoV-2 è un beta-coronavirus, identificato per la prima volta nel dicembre 2019 a Wuhan, in Cina.

Maschere e respiratori

I dispositivi di protezione individuale includono maschere o respiratori, utilizzati per proteggere chi li indossa da goccioline (*droplet*), particelle sospese nell'aria (aerosol) e fluidi corporei che possono contaminare il viso degli operatori durante lo svolgimento delle loro mansioni³.

Il termine "respiratori", nel contesto di dispositivi di protezione individuale, dovrebbe essere inteso come mezzo filtrante, solitamente sotto forma di semi- o maschere facciali, utilizzati come protezione per gli operatori sanitari esposti ad agenti patogeni.

Le mascherine medicali sono usa e getta. Hanno lo scopo di ridurre la diffusione delle goccioline respiratorie di chi le indossa verso le altre persone e nell'ambiente e di fornire una protezione generale a chi le indossa da goccioline di grandi dimensioni (*droplet*), solitamente generate da tosse o starnuti, e schizzi di fluidi corporei (*splashes*). Le maschere medicali di tipo I sono generalmente utilizzate per i pazienti, con l'obiettivo di controllare la sorgente dell'infezione e limitare la diffusione, mentre quelle di tipo II o tipo IIR sono più spesso usate dagli operatori sanitari in sala operatoria o in ambienti procedurali. La principale differenza tra questi tipi di maschere risiede nella loro efficienza di filtrazione batterica, ossia la capacità di fungere da barriera alla penetrazione dei batteri. La protezione dagli schizzi è fornita solo dalle maschere mediche di tipo IIR, dove R sta



per "resistente"³.

I respiratori filtranti facciali (FFR) sono dispositivi di protezione monouso e aderenti, progettati per filtrare i nuclei delle goccioline trasportate dall'aria (aerosol, definiti come particelle non oleose di diametro $< 5 \mu\text{m}$) sono registrati come dispositivi di protezione per inalazione. Sono etichettati in modo diverso sulla base delle loro proprietà di filtrazione e delle normative nazionali che definiscono le condizioni standard in cui sono stati testati.

Per esempio, l'etichetta europea "FFP2" si riferisce a un respiratore in grado di ridurre una specifica concentrazione di aerosol di almeno il 94%, mentre "FFP3" corrisponde a una prestazione di filtrazione di almeno il 99%. Gli standard normativi nazionali hanno caratteristiche comuni in tutto il mondo, e le raccomandazioni per gli operatori di solito si riferiscono a una classe specifica e a tutti i suoi modelli equivalenti. Esempi di equivalenti di FFP2 (UE) sono N95 (Stati Uniti), KN95 (Cina), P2 (Australia/Nuo-



funkeyfactory

va Zelanda), DS (Giappone) e di 1^a classe (Corea).

Le prestazioni di filtraggio dipendono dall'adattamento al viso (*fit*) e gli operatori dovrebbero testare dispositivi diversi per trovare il modello e le dimensioni più adatti al proprio viso. Si dovrebbe eseguire un *fit test* per confermare la scelta del modello e delle dimensioni del respiratore per ogni operatore. Prima di ogni utilizzo, vanno poi effettuati controlli di tenuta inalazione ed espirazione, per serrare adeguatamente il dispositivo al volto e confermare che sia stato indossato correttamente. I respiratori facciali filtranti sono disponibili anche nelle versioni con valvola espiratoria, che li rendono più confortevoli per un uso prolungato. La valvola, infatti, si apre durante

la fase espiratoria di chi lo indossa, permettendo all'aria espirata di fuoriuscire. La presenza di una valvola espiratoria riduce anche l'appannamento degli occhiali. Gli FFR dotati di valvole di espirazione sono pensati per un uso prolungato, per esempio durante turni di lavoro prolungati quando chi lo indossa può provare disagio e calore a causa dell'elevata resistenza durante l'espirazione. La valvola si apre solo durante l'espirazione, abbassando la resistenza incontrata durante l'espirazione. A pressioni interne inferiori a quelle create dal flusso d'aria espiratorio, la valvola si chiude e, nonostante la minima perdita verso l'interno, si verifica un filtraggio durante l'inspirazione, insieme a un'espirazione più confortevole. Il funzionamento delle valvole di espirazione pone tuttavia grandi preoccupazioni per la protezione verso coloro che si trovano nelle vicinanze di chi li indossa, che è ragionevolmente ridotta rispetto agli FFR privi di valvola⁴.

Il fattore di protezione nominale è un indice importante delle prestazioni di un respiratore. Viene misurato come il rapporto tra la concentrazione esterna del contaminante e la sua concentrazione misurata sul lato interno del dispositivo (*cout/cin*)⁵. Soprattutto nel contesto di un contaminante sconosciuto, riveste comunque la massima importanza un programma di sicurezza che includa diverse misure (uso di DPI, ventilazione della stanza, allontanamento sociale, controllo della fonte)³.

Esistono infine dei dispositivi riutilizzabili, realizzati con materiali sintetici, disinfettabili e dotati di filtri intercambiabili, come i respiratori elastomerici o i respiratori ad aria con alimentatore (PAPR). Hanno il vantaggio di essere riutilizzabili; sono forniti di filtri intercambiabili e usa e getta,



e permettono più lunghi utilizzi continui garantendo stessa protezione e buona comodità per l'operatore, ma necessitano di una procedura di pulizia/disinfezione accurata (rischio biologico aggiuntivo), rendono la comunicazione difficile (rumorosa) e sono molto costosi.

Gli operatori sanitari devono seguire le normative locali per selezionare il dispositivo migliore per il loro luogo di lavoro. Le principali caratteristiche di mascherine e respiratori sono riassunte in Tabella 1.

Altri DPI

Oltre alle mascherine e ai respiratori, in base al contesto clinico, altri componenti necessari per la protezione individuale degli operatori sono camici e tute monouso, guanti, calzari monouso o copriscarpe e visiere o occhiali protettivi per gli occhi.

Tali dispositivi vanno indossati e poi rimossi secondo una corretta sequenza, composta di semplici passaggi che vanno ricordati agli operatori mediante l'utilizzo di segnaletiche grafiche sul luogo di vestizione e svestizione. È opportuno che vestizione e svestizione siano eseguite in compagnia di un collega in grado di supervisionare durante la procedura e individuare in tempo *missing steps* o potenziali errori.

Uso dei DPI durante la pandemia da SARS-CoV-2

La maggior parte degli operatori sanitari italiani intervistati durante la pandemia COVID-19, in seno a una *survey* internazionale^{6,7}, ha riferito di lavorare a volumi di attività superiori al normale, con turni con uso di DPI senza interruzioni e uso routinario in Unità di Terapia Intensiva (UTI) di metodiche di protezione dagli aerosol (per esempio FFP2/FFP3, tute e visiere).

Dispositivi	Performance filtrante	Protezione dagli schizzi
Mascherina chirurgica	Variabile	Tipo IIR
FFP1	≥ 80%	Tipo IIR
FFP2	≥ 94%	Tipo IIR
FFP3	≥ 99%	Tipo IIR
Respiratore elastomerico	Dipendente dal filtro utilizzato	Sì
Powered air-purifying respirator (PAPR)	Dipendente dal filtro utilizzato	Sì
Supplied air respirator (SAR)	Fonte esterna di aria non contaminata	Sì

Tabella 1. Principali caratteristiche di maschere e respiratori.

Filtri e sistemi di evacuazione

Il rischio di infezione da SARS-CoV-2 è aumentato durante procedure generanti aerosol. Tra queste, oltre all'intubazione orotracheale, il confezionamento di tracheostomia e la broncopia, anche la ventilazione meccanica non invasiva o alcune forme di ossigenoterapia (per esempio, HFNT) e la rianimazione cardiopolmonare possono esporre gli operatori a un rischio aumentato.

L'uso del casco da NIV o da CPAP può conferire vantaggi rispetto alla maschera facciale: può ridurre al minimo la diffusione del virus all'interno dell'impianto di trattamento, e può essere utilizzato senza un ventilatore collegato al flusso di gas fresco⁸. Ulteriori semplici accorgimenti, quali evitare l'uso di umidificatori attivi, prediligere l'uso di filtri HEPA/HMEF tra interfaccia e *catheter mount* e sulla branca espiratoria, o considerare l'uso di maschere *non-vented* anziché *vented* (per esempio, qualora non disponibili *helmet*)⁹, o ancora prediligere l'uso di cannule tracheostomiche cuffiate piuttosto che non cuffiate, possono aumentare la sicurezza degli ambienti sanitari per gli operatori coinvolti¹⁰.

Conclusioni

I DPI devono essere previsti in caso di patologie a elevato rischio biologico e il personale deve essere adeguatamente formato. I filtri sono obbligatori in qualsiasi momento utilizzando supporti ventilatori. I sistemi di evacuazione possono contribuire a ridurre la concentrazione e la sicurezza dei contaminanti.

Bibliografia

- 1) CHUGHTAI AA, SEALE H, MACINTYRE CR. *Availability, consistency and evidence-base of policies and guidelines on the use of mask and respirator to protect hospital health care workers: a global analysis*. BMC Res Notes 2013;6:216.
- 2) U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institutes of Health. *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*. 4th edition. Washington DC: U.S. Government Printing Office, 1999.
- 3) IPPOLITO M, VITALE F, ACCURSO G, ET AL. *Medical masks and respirators for the protection of healthcare workers from SARS-CoV-2 and other viruses*. Pulmonology 2020;26:204-12.
- 4) IPPOLITO M, IOZZO P, GREGORETTI C, ET AL. *Facepiece filtering respirators with exhalation valve should not be used in the community to limit SARS-CoV-2 diffusion*. Infect Control Hosp Epidemiol 2021;42:369-70.
- 5) Occupational Safety and Health Administration (OSHA). *Assigned protection factors for the revised respiratory protection standard*. Washington DC: U.S. Department of Labor, 2009.
- 6) TABAH A, RAMANAN M, LAUPLAND KB, ET AL.; PPE-SAFE contributors. *Personal protective equipment and intensive care unit healthcare worker safety in the COVID-19 era (PPE-SAFE): an international survey*. J Crit Care 2020;59:70-5.
- 7) IPPOLITO M, RAMANAN M, BELLINA D, ET AL. *Personal protective equipment use by healthcare workers in intensive care unit during the early phase of COVID-19 pandemic in Italy: a secondary analysis of the PPE-SAFE survey*. Ther Adv Infect Dis 2021;8:2049936121998562.
- 8) CRIMI C, NOTO A, CORTEGIANI A, ET AL. *Noninvasive respiratory support in acute hypoxemic respiratory failure associated with COVID-19 and other viral infections*. Minerva Anestesiol 2020;86:1190-204.
- 9) SCALA R, ACCURSO G, IPPOLITO M, ET AL. *Material and technology: back to the future for the choice of interface for non-invasive ventilation – a concise review*. Respiration 2020;99:800-17.
- 10) ESPOSITO I, CHATWIN M, ACCURSO G, ET AL. *Ventilator configuration in children on long term home ventilation during the COVID19 pandemic*. Pulmonology 2020;27:448-52.