

Carta originale | Accesso libero |  
Pubblicato: 06 luglio 2020

## Effetti delle maschere chirurgiche e FFP2 / N95 sulla capacità di esercizio cardiopolmonare

[Sven Fikenzer](#) , [T. Uhe](#), [D. Lavall](#), [U. Rudolph](#), [R. Falz](#), [M. Busse](#), [P. Hepp](#) & [U. Laufs](#)

*Ricerca clinica in cardiologia* **109**, 1522 - 1530 ( 2020 )

**92k** accessi | **6** Citazioni | **1908** Altmetric | [Metrica](#)



È disponibile un [commento](#) a questo articolo



È disponibile un [commento](#) a questo articolo

### Astratto

---

#### sfondo

A causa della pandemia di SARS-CoV2, le maschere facciali mediche sono ampiamente raccomandate per un gran numero di individui e per lunghi periodi. L'effetto di indossare una maschera chirurgica e una maschera FFP2 / N95 sulla capacità di esercizio cardiopolmonare non è stato sistematicamente segnalato.

#### Metodi

Questo studio prospettico cross-over ha quantificato gli effetti dell'assenza di maschera (nm), di una maschera chirurgica (sm) e di una maschera FFP2 / N95 (ffpm) in 12 maschi sani (età  $38,1 \pm 6,2$  anni, BMI  $24,5 \pm 2,0 \text{ kg / m}^2$ ). I 36 test sono stati eseguiti in ordine randomizzato. Le risposte cardiopolmonari e metaboliche sono state monitorate mediante ergo-spirometria e cardiografia dell'impedenza. Dieci domini di comfort / disagio di indossare una maschera sono stati valutati dal questionario.

## Risultati

I parametri della funzione polmonare erano significativamente inferiori con la maschera (volume espiratorio forzato:  $5,6 \pm 1,0$  vs  $5,3 \pm 0,8$  vs  $6,1 \pm 1,0$  l / s con sm, ffpm e nm, rispettivamente;  $p = 0,001$ ; flusso espiratorio di picco:  $8,7 \pm 1,4$  vs  $7,5 \pm 1,1$  contro  $9,7 \pm 1,6$  l / s;  $p < 0,001$ ). La potenza massima era  $269 \pm 45$ ,  $263 \pm 42$  e  $277 \pm 46$  W rispettivamente con sm, ffpm e nm;  $p = 0,002$ ; la ventilazione era significativamente ridotta con entrambe le maschere facciali ( $131 \pm 28$  vs  $114 \pm 23$  vs  $99 \pm 19$  l / m;  $p < 0,001$ ). Il picco di risposta del lattato nel sangue è stato ridotto con la maschera. La gittata cardiaca era simile con e senza maschera. I partecipanti hanno riportato un disagio costante e marcato nell'indossare le maschere, in particolare ffpm.

## Conclusione

La ventilazione, la capacità di esercizio cardiopolmonare e il comfort sono ridotti dalle maschere chirurgiche e altamente compromessi dalle maschere facciali FFP2 / N95 in individui sani. Questi dati sono importanti per le raccomandazioni su come indossare maschere per il viso al lavoro o durante l'esercizio fisico.

## introduzione

---

In seguito allo scoppio della pandemia di SARS-CoV2, l'uso di maschere facciali (fm) è ampiamente raccomandato dalle autorità internazionali, nazionali e locali [ [1](#) , [2](#) , [3](#) ]. Scopo della normativa è ridurre l'escrezione di goccioline respiratorie in soggetti presintomatici e asintomatici (controllo alla fonte). L'evidenza che le maschere facciali riducano le infezioni da virus respiratori o migliorino i risultati clinici sono eterogenee [ [4](#) , [5](#) , [6](#) ]. Il ruolo degli aerosol di particelle fini e di fattori ambientali come la temperatura e l'umidità sulla trasmissione del virus respiratorio è oggetto di dibattito scientifico [ [7](#) ]. Tuttavia, fino a quando non sono disponibili cure o vaccinazioni efficaci contro la SARS-CoV2, le politiche sanitarie devono fare affidamento su interventi non farmacologici come l'allontanamento sociale, l'igiene delle mani intensificata e l'uso di maschere facciali. Le attuali raccomandazioni di

indossare una maschera facciale durante i periodi di contatto con altri individui interessano milioni di persone. Soprattutto agli operatori sanitari è richiesto di indossare maschere per lunghi periodi di tempo. Tuttavia, gli effetti quantitativi delle maschere mediche sulla capacità di esercizio cardiopolmonare non sono mai stati riportati sistematicamente.

Le maschere chirurgiche usa e getta hanno lo scopo di ridurre le trasmissioni da chi lo indossa al paziente, il contatto mano a faccia e il contatto facciale con goccioline di grandi dimensioni. I respiratori facciali FFP2 / N95 soddisfano i requisiti di filtrazione di piccole particelle sospese nell'aria, si adattano perfettamente al viso di chi li indossa e sono stati suggeriti per essere più efficaci delle maschere chirurgiche nel ridurre l'esposizione alle infezioni virali [ 8 ]. Sono, quindi, ampiamente utilizzati dagli operatori sanitari per l'auto-protezione, soprattutto durante la pandemia di SARS-CoV2. Tuttavia, studi randomizzati non hanno trovato differenze significative tra FFP2 / N95 e maschere chirurgiche nella prevenzione delle infezioni influenzali o delle malattie respiratorie [ 9 , 10 ].

Gli studi sulla capacità cardiopolmonare sono stati eseguiti utilizzando maschere respiratorie, p. Es., Maschere a pieno facciale, respiratori con filtro purificatore d'aria (APR), respiratori ad aria compressa, respiratori con ventilatore a purificazione

d'aria (PAPR) e autorespiratore (SCBA) [ 11 ]. Questi respiratori sono meglio conosciuti come “maschere antigas ” che non vengono utilizzati dagli operatori sanitari e non sono adatti ad essere indossati dalla maggioranza della popolazione. I dati sulla capacità cardiopolmonare indossando maschere mediche non sono disponibili. Poiché le maschere chirurgiche e FFP2 / N95 sono i due tipi di maschere mediche più utilizzate, sono state incluse in questo protocollo di studio.

Oltre agli operatori sanitari, le informazioni sugli effetti cardiopolmonari delle maschere per il viso negli adulti sani potrebbero essere importanti per diversi gruppi di individui. Le particelle virali nelle goccioline respiratorie possono essere trasmesse in misura maggiore durante diverse forme di sforzo fisico, molti sport amatoriali e professionali o attività come il canto [ 6 , 12 ]. Le maschere per il viso sono state quindi discusse come mezzi per impegnarsi in queste attività per una vasta gamma di individui. Pertanto, questo studio cross-over randomizzato mirava a fornire una quantificazione dettagliata dell'effetto delle maschere chirurgiche e FFP2 / N95 sulla capacità polmonare e cardiaca in adulti sani.

## Materiali e metodi

---

### Soggetti

Lo studio è stato condotto presso il Dipartimento di Cardiologia dell'Università di Lipsia. I 12 volontari maschi attivi e sani sono stati reclutati dal personale medico. I soggetti con malattie cardiache, polmonari o infiammatorie o qualsiasi altra controindicazione medica non sono stati inclusi. Le caratteristiche dei partecipanti sono riportate nella Tabella 1. Lo studio è stato condotto in conformità con l'ultima revisione della Dichiarazione di Helsinki ed è stato approvato dal Comitato Etico della Facoltà di Medicina dell'Università di Lipsia (numero di riferimento 088/18-ek). Il consenso informato scritto è stato ottenuto da tutti i partecipanti.

### **Tabella 1 Caratteristiche di base**

#### **Progettazione dello studio**

L'anamnesi è stata presa utilizzando un questionario. I soggetti hanno ricevuto un esame fisico e parametri vitali, misurazioni del corpo e un elettrocardiogramma a riposo (ECG). Ogni soggetto ha eseguito tre test da sforzo incrementali (IET), uno "senza maschera" (nm), uno con maschera chirurgica (sm) e uno con maschera FFP2 / N95 (ffpm). L'ordine delle maschere indossate è stato assegnato in modo casuale utilizzando lo strumento di randomizzazione online GraphPad Quickcalcs [13]. I test sono stati eseguiti alla stessa ora del giorno con un minimo di 48 ore tra due test. Per valutare la funzione respiratoria di base, è stata

eseguita la spirometria per ciascuna impostazione (nm, sm, ffpm). I partecipanti sono stati accecati rispetto ai rispettivi risultati dei test per evitare l'influenza di un bias di anticipazione. L'analisi statistica è stata eseguita da uno scienziato indipendente e completamente cieco che non è stato coinvolto nella conduzione dei test.

## Test da sforzo incrementale (IET)

IET sono stati eseguiti su un ergometro semi-sdraiato (GE eBike, GE Healthcare GmbH, Solingen, Germania, Germania) a una velocità costante di 60-70 giri al minuto (rpm). Il test è iniziato con un carico di lavoro di 50 W con un aumento di 50 W entro 3 min (come una rampa) fino all'esaurimento volontario. Ciascun soggetto ha continuato per un ulteriore periodo di recupero di 10 minuti con un carico di lavoro di 25 W.

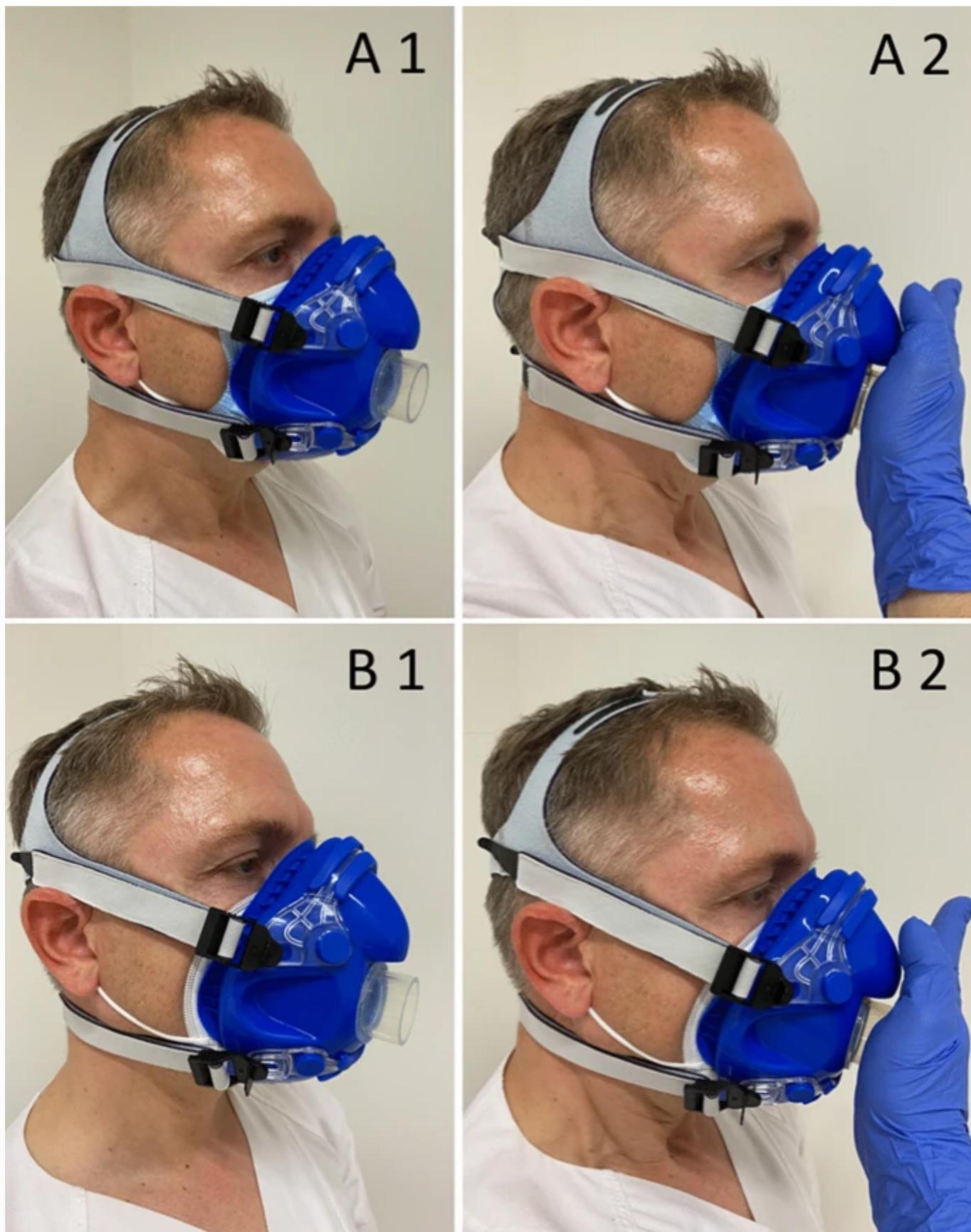
## Maschere

Abbiamo utilizzato maschere facciali protettive FFP2 / N95 monouso tipiche e ampiamente utilizzate (Shaoguan Taijie Protection Technology Co., Ltd.,  
Gao Jie, Cina) e maschere chirurgiche (Suavel<sup>®</sup> Protec Plus, Meditrade, Kiefersfelden, Germania), entrambe con clip per le orecchie.

La maschera per spirometria è stata posizionata sopra la fm e fissata con cinghie per la testa in modo

a prova di perdite (vedere Fig. 1 A1, B1). Dopo aver applicato la maschera per spirometria, i soggetti hanno eseguito (a) inspirazione e (b) espirazione con la massima forza. Durante entrambe le manovre, la valvola della maschera è stata chiusa portando ad un brusco arresto del flusso d'aria (vedi Fig. 1 A2, B2). L'adattamento è stato accuratamente controllato per l'assenza di qualsiasi indicazione acustica, sensoriale o visiva di perdita (ad esempio, sollevamento della maschera, fischi o flusso d'aria laterale) dagli investigatori e dalla persona del test. Il corretto montaggio e la tenuta stagna sono stati confermati prima di iniziare ogni test.

### Fig. 1



Applicazione della maschera e prova di tenuta. Applicazione della maschera per spirometria con sm (A1) e ffpm (B1) e

relativi test di tenuta con sm (A2) e ffpm  
(B2)

## Misurazioni

Gittata cardiaca (CO), volume sistolico (SV) (misurato mediante cardiografia a impedenza; Physioflow, Manatec Biomedical, Macheren, Francia), frequenza cardiaca (HR) (GE-Cardiosoft, GE Healthcare GmbH, Solingen, Germania), consumo massimo di ossigeno ( $\dot{V}O_{2\max}$ ) e la ventilazione minuto (VE) sono state monitorate continuamente a riposo, durante IET e durante il recupero. I dati sulla funzione polmonare e sulla spirometria sono stati raccolti tramite uno spirometro digitale (Vyntus™ CPX, Vyaire Germany, Hoechberg, Germania). Per ciascuna modalità (nm, sm, ffpm), i dati di tre manovre espiratorie con intervalli di 1 minuto sono stati raccolti utilizzando i migliori valori ottenuti per la massima capacità vitale forzata (FVC), volume espiratorio forzato nel 1° secondo (FEV1), flusso espiratorio di picco (PEF) e indice di Tiffeneau (TIFF). La differenza di ossigeno artero-venosa è stata calcolata utilizzando il principio di Fick con  $avDO_2 = \dot{V}O_2 / CO$ . Il lavoro cardiaco (CW) è stato misurato in joule (J) e calcolato secondo la formula  $CW = SV \text{ (in m}^3) \times SBP \text{ (in Pa)}$ . Campioni di sangue capillare (55  $\mu$ l) sono stati prelevati dal lobo dell'orecchio al basale e immediatamente dopo la cessazione del carico

massimo e analizzati (analizzatore di gas del sangue ABL90 FLEX, Radiometer GmbH, Krefeld, Germania).

La pressione sanguigna (PA) è stata osservata a riposo, ogni 3 minuti durante l'IET e dopo i primi 5 minuti del periodo di recupero.

## **Quantificazione del comfort / disagio**

Abbiamo utilizzato un questionario pubblicato da [ 14 ] per quantificare i seguenti dieci domini di comfort / disagio nell'indossare una maschera: umidità, calore, resistenza respiratoria, prurito, senso di oppressione, salsedine, sensazione di disagio, odore, affaticamento e disagio generale. Ai partecipanti è stato chiesto 10 minuti dopo ogni IET come percepivano il comfort del test.

## **analisi statistica**

Tutti i valori sono espressi come medie e deviazioni standard, salvo diversa indicazione, e il livello di significatività è stato definito come  $p < 0,05$ . I dati sono stati analizzati utilizzando Microsoft Office Excel<sup>®</sup> 2010 per Windows (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) e GraphPad Prism 8 (GraphPad Software Inc., California, USA). Per l'analisi della distribuzione è stato utilizzato il test di normalità D'Agostino – Pearson. Per la distribuzione normale, sono stati effettuati confronti utilizzando misure ripetute unidirezionali ANOVA con il test post hoc della Turchia per confronti multipli. In caso

contrario, sono stati utilizzati il test non parametrico di Friedman e il test post hoc di Dunn. Lo studio è stato potenziato per rilevare una differenza del 10% in  $V O_{2max} / \text{kg}$  tra nm e ffpm.

## Risultati

---

### Funzione polmonare

I risultati dei test di funzionalità polmonare sono mostrati nella Tabella 2. Sia sm che ffpm riducono significativamente i parametri dinamici del polmone. La riduzione media della FVC è stata di  $-8,8 \pm 6,0\%$  con sm e di  $-12,6 \pm 6,5\%$  con ffpm. Il FEV1 era inferiore di  $-7,6 \pm 5,0\%$  con sm e  $-13,0 \pm 9,0\%$  con ffpm rispetto a nessuna maschera. La misurazione del flusso di picco ha mostrato che sia sm che ffpm hanno ridotto significativamente il PEF ( $-9,7 \pm 11,2\%$  e  $-21,3 \pm 12,4\%$ , rispettivamente).

#### Tabella 2 Risultati della spirometria

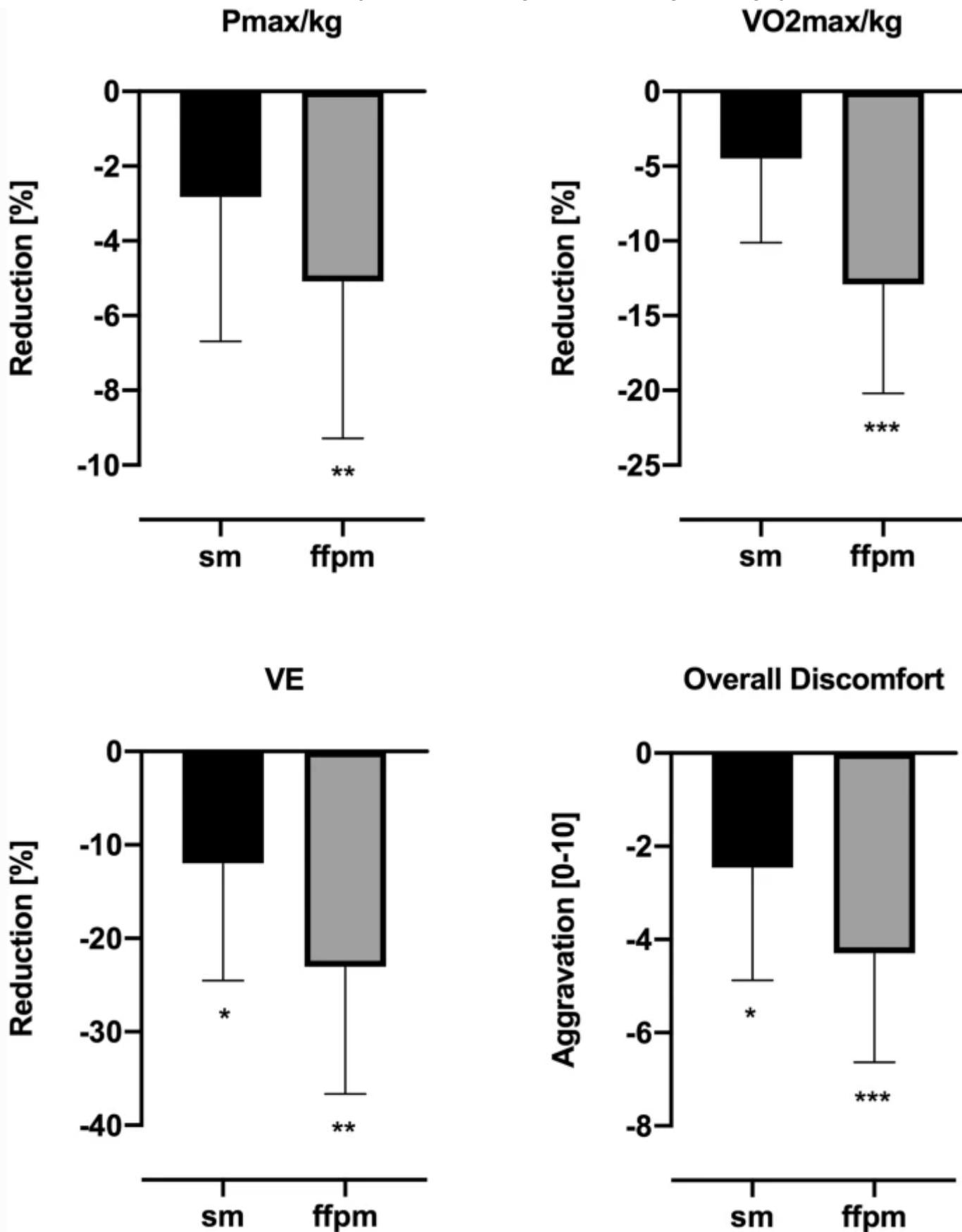
### Prova da sforzo incrementale

I risultati di IET in diverse condizioni sono illustrati nella Tabella 3. Nessuna delle maschere ha avuto un impatto sui parametri esaminati in condizioni di riposo. La durata media di IET rispetto al test senza maschera è stata leggermente ridotta di  $-29 \pm 40$  s con sm ( $p = 0,07$ ) e significativamente diminuita di  $-52 \pm 45$  s con ffpm ( $p = 0,005$ ). Sotto carico

massimo, si è verificata una forte riduzione delle misure di prestazione  $P_{max}$  e  $VO_{2max}$ , soprattutto con ffpm (Fig. 2). Inoltre, questi parametri erano significativamente ridotti in ffpm rispetto a sm.

### **Tabella 3 Risultati del test da sforzo incrementale**

#### **Fig. 2**



Effetti di indossare una mascherina chirurgica (sm) e un FFP2 / N95 maschera (FFPM) rispetto a nessuna maschera sulla

potenza massima ( $P_{\max}$ ), massimo

consumo di ossigeno ( $\dot{V}O_{2\max}$ ),

ventilazione (VE) e malessere generale. \*  $p$

$<0,05$ ; \*\*  $p <0,01$ ; \*\*\*  $p <0,001$

La valutazione dei parametri emodinamici (Tabella 3) ha mostrato che ffpm ha ridotto  $avDO_2$  del  $16,7 \pm 11,2\%$  rispetto a nm. La gittata, la gittata cardiaca e il lavoro cardiaco non differivano significativamente (nm:  $4,3 \pm 0,8$  J, sm:  $4,7 \pm 1,4$  J, ffpm:  $4,6 \pm 0,9$  J;  $p = 0,29$ ).

Le maschere hanno mostrato un marcato effetto sui parametri polmonari: VE sia sm e FFPM è significativamente ridotto del  $-12,0 \pm 12,6\%$  e  $-23,1 \pm 13,6\%$ , rispettivamente, rispetto al nm (vedere Tabella 3, Fig. 1). Rispetto a nm, i test con ffpm hanno mostrato una riduzione significativa della frequenza respiratoria con un'ulteriore diminuzione del volume corrente ( $-9,9 \pm 11,3\%$  e  $-14,4 \pm 13,0\%$ , rispettivamente). Allo stesso tempo, è stato osservato un tempo di inalazione più lungo (sm:  $12 \pm 15\%$ ,  $p = 0,043$ ; ffpm:  $19 \pm 16\%$ ,  $p = 0,005$ ). Non c'erano differenze nel tempo di espirazione.

Le misurazioni dei parametri metabolici pH,  $PCO_2$ ,  $PO_2$  e lattato e il recupero della frequenza cardiaca non differivano significativamente tra i tre test (Tabella 3).

## Disagio percepito

Le valutazioni soggettive per sensazioni diverse e disagio generale per sm e ffpm rispetto a nm sono illustrate nella Tabella 4. In generale, le valutazioni negative per tutti gli elementi di disagio sono aumentate costantemente e in modo significativo da sm a ffpm. Ci sono state segnalazioni negative diverse volte per la ffpm rispetto a nm e sm per la resistenza respiratoria. L'aggravamento relativa malessere generale rispetto alla procedura standard per i test spiroergometric è mostrata in Fig. 2.

### Tabella 4 Disagio percepito

## Discussione

---

Questo primo studio cross-over randomizzato che valuta gli effetti delle maschere chirurgiche e delle maschere FFP2 / N95 sulla capacità di esercizio cardiopolmonare produce risultati chiari. Entrambe le maschere hanno un marcato impatto negativo sui parametri dell'esercizio come la massima potenza in uscita ( $P_{\max}$ ) e il massimo consumo di ossigeno ( $\dot{V}O_{2\max}$  / kg). Le maschere FFP2 / N95 mostrano effetti negativi costantemente più pronunciati rispetto alle maschere chirurgiche. Entrambe le maschere riducono significativamente i parametri polmonari a riposo (FVC, FEV1, PEF) e al massimo carico (VE, BF, TV). Inoltre, indossare le maschere è

stato percepito come molto scomodo con un marcato effetto sulla resistenza respiratoria soggettiva con la maschera FFP2 / N95.

## Funzione polmonare

La spirometria ha mostrato FVC, FEV1 e PEF ridotti con la maschera chirurgica e menomazioni ancora maggiori con la maschera FFP2 / N95. Indossare la maschera FFP2 / N95 ha comportato una riduzione della  $V O_{2max}$  del 13% e della ventilazione del 23%.

Questi cambiamenti sono coerenti con una maggiore resistenza delle vie aeree [ [15](#) ]. Studi che testano una maggiore ostruzione delle vie aeree superiori indotta da una maggiore resistenza alla bocca riportano effetti simili sul parametro delle funzioni polmonari con una maggiore resistenza respiratoria [ [16](#) ]. La riduzione della ventilazione è risultata da una minore frequenza respiratoria con corrispondenti variazioni del tempo di inspirazione ed espirazione e un ridotto volume corrente. Ciò è in accordo con gli effetti dei dispositivi di protezione delle vie respiratorie o della resistenza respiratoria esterna aggiuntiva [ [16](#) , [17](#) ]. L'aumentata resistenza respiratoria, probabilmente maggiore durante lo stress, porta ad un lavoro respiratorio elevato e ad una limitazione della ventilazione. I dati di questo studio sono ottenuti in giovani volontari sani, è probabile che la compromissione sia significativamente maggiore, ad esempio, nei

pazienti con malattie polmonari ostruttive [ 18]. Dai nostri dati, concludiamo che indossare una maschera facciale medica ha un impatto significativo sui parametri polmonari sia a riposo che durante l'esercizio massimo negli adulti sani.

## Funzione cardiaca

L'aumento della resistenza respiratoria in ffpm e sm richiede più lavoro dei muscoli respiratori rispetto a nm, con conseguente maggiore consumo di ossigeno. Inoltre, una percentuale significativa della gittata cardiaca è diretta alla muscolatura respiratoria tramite diversi meccanismi, ad esempio vasocostrizione indotta dal simpatico [ 19 ]. Inoltre, la maggiore resistenza respiratoria può aumentare e prolungare l'attività inspiratoria portando a una pressione intratoracica (ITP) più negativa per periodi più lunghi. Questa ipotesi è supportata dai risultati sui tempi di ispirazione che erano più alti quando si indossava un fm. Una ITP prolungata e più negativa aumenta il precarico cardiaco e può portare a un SV più alto da un lato, il che è coerente con i nostri risultati che mostrano una tendenza statistica verso un SV più alto indossando ffpm o sm [20 , 21 ]. Inoltre, il postcarico cardiaco aumenta a causa di una maggiore pressione trasmurale del ventricolo sinistro con conseguente aumento del consumo di ossigeno del miocardio [ 22]. In questi volontari sani, i parametri cardiaci funzionali non differiscono significativamente al basale, al carico massimo e

durante il recupero. Tuttavia, c'è una tendenza non significativa verso un lavoro cardiaco più elevato (Joule) rispetto al test senza maschera. Ciò è importante poiché nei test con le maschere è stato ottenuto un watt significativamente inferiore (−5%). Il rapporto tra la potenza cardiaca e la potenza totale è inferiore di circa il 10% con ffp. Questi dati suggeriscono una compensazione miocardica per la limitazione polmonare nei volontari sani. In pazienti con funzione miocardica ridotta, questa compensazione potrebbe non essere possibile.

## Prestazione

Le misurazioni mostrano che le maschere chirurgiche, e in misura maggiore le maschere FFP2 / N95, riducono la potenza massima.  $P_{\max}$  (Watt) dipende dal consumo di energia e dal massimo consumo di ossigeno ( $\dot{V}O_{2\max}$ ). L'effetto delle maschere è stato più pronunciato su  $\dot{V}O_{2\max}$ .

Poiché la gittata cardiaca era simile tra le condizioni, la riduzione della  $P_{\max}$  è stata principalmente determinata dalla riduzione osservata del contenuto di ossigeno artero-venoso ( $avDO_2$ ). Pertanto, l'effetto primario delle maschere facciali sulla prestazione fisica in individui sani è determinato dalla riduzione della funzione polmonare. Inoltre, è stato descritto che i muscoli respiratori ausiliari inducono una spinta afferente aggiuntiva che può contribuire

ad un aumento dell'effetto di affaticamento [ [23](#) , [24](#) , [25](#) ].

Le prestazioni di diverse popolazioni diverse possono essere significativamente influenzate dalle maschere facciali. Per gli atleti l'uso della FM ridurrà le prestazioni fisiche. Effetti meno pronunciati ma meccanicamente simili sono stati osservati per i parodonti [ [26](#) , [27](#) , [28](#) ]. L'aumentata resistenza respiratoria è particolarmente problematica per i pazienti con malattie polmonari ostruttive croniche. I pazienti con disturbi della diffusione hanno una ridotta capacità di compensare a causa del ridotto volume corrente. Un altro esempio di popolazione a rischio sono i pazienti con insufficienza cardiaca. I meccanismi osservati possono portare a sintomi più gravi in soggetti con ridotta capacità di compensazione miocardica.

## Malessere

Gli operatori sanitari e altri devono affrontare un notevole disagio psicologico durante le epidemie virali [ [29](#) ]. Le misure per mantenere la qualità della vita sia durante le situazioni di emergenza che nelle cure a lungo termine sono sempre più importanti. Dispositivi di protezione individuale adeguati e riposo adeguato sono considerati fattori chiave per ridurre il rischio di esiti psicologici avversi [ [29](#) ]. Il nostro campione era composto principalmente da medici che lavorano in un ospedale universitario che hanno

molta familiarità con le maschere mediche e hanno un atteggiamento positivo nei confronti della protezione personale. I nostri dati mostrano che la FM porta a gravi disagi soggettivi durante l'esercizio. Le maschere FFP2 / N95 sono percepite come più scomode di sm. In particolare, la resistenza respiratoria, il calore, la tensione e il disagio generale sono gli elementi che influenzano maggiormente la percezione soggettiva. Questo risultato è in accordo con la letteratura [ [14](#) , [30](#) ]. Indossare la fm è percepito come soggettivamente disturbante ed è accompagnato da una maggiore percezione dello sforzo. È probabile che le maschere abbiano un impatto negativo sulla dinamica della percezione soprattutto al limite della tolleranza all'esercizio [ [31](#) , [32](#) ]. Oltre al grave impatto sulla ventilazione, i dati suggeriscono il disagio associato come un secondo motivo importante per il deterioramento osservato delle prestazioni fisiche.

## Limitazioni dello studio

---

Il campione era composto da partecipanti maschi relativamente giovani, sani. I dati non possono essere estrapolati ad altre popolazioni ma pongono le basi per valutare gli effetti delle maschere facciali negli anziani e nei pazienti con malattie polmonari e cardiache. Questo studio è il più grande studio incrociato fino ad oggi che confronta gli effetti cardiopolmonari acuti con e senza maschere facciali

comuni, tuttavia, la ripetizione indipendente e una dimensione del campione più ampia sono sempre benvenute. La validità esterna relativa alle maschere chirurgiche (perdite rilevanti agli occhi e alle orecchie nella vita quotidiana) può essere ridotta a causa delle condizioni di laboratorio in cui la sm è stata completamente sigillata dalla maschera per spirometria. I parametri cardiaci ottenuti mediante cardiografia dell'impedenza possono essere sovrastimati utilizzando valori assoluti [ 33]. Tuttavia, la cardiografia dell'impedenza toracica è ben consolidata per la quantificazione dei cambiamenti intraindividuali in SV e CO [ 34 , 35 , 36 ].

## Conclusione

---

Le maschere per il viso mediche hanno un marcato impatto negativo sulla capacità cardiopolmonare che compromette in modo significativo le attività fisiche e professionali faticose. Inoltre, le maschere mediche compromettono in modo significativo la qualità della vita di chi le indossa. Questi effetti devono essere considerati rispetto ai potenziali effetti protettivi delle maschere facciali sulle trasmissioni virali. I dati quantitativi di questo studio possono, quindi, informare le raccomandazioni mediche e i responsabili politici.

## Riferimenti

---

1. 1.

Raccomandazione CDC (2020) relativa all'uso di rivestimenti in tessuto per il viso, specialmente in aree di significativa trasmissione basata sulla comunità

2. 2.

ECDC (2020) Utilizzo di maschere facciali nella comunità: riduzione della trasmissione di COVID-19 da persone potenzialmente asintomatiche o pre-sintomatiche attraverso l'uso di maschere facciali

3. 3.

RKI (2020) Robert Koch-Institut: Mund-Nasen-Bedeckung im öffentlichen Raum als weitere Komponente zur Reduktion der Übertragungen von COVID-19. Strategie-Ergänzung zu empfohlenen Infektionsschutzmaßnahmen und Zielen (3. Aggiornamento). Epid Bull 19: 3–5.

<https://doi.org/10.25646/673>

4. 4.

WHO (2020) Consigli sull'uso delle maschere nel contesto di COVID-19

5. 5.

Xiao J, Shiu EYC, Gao H, Wong JY, Fong MW, Ryu S, Cowling BJ (2020) Misure non farmaceutiche per l'influenza pandemica in contesti non sanitari: protezione personale e

misure ambientali. *Emerg Infect Dis* 26 (5): 967–975.

<https://doi.org/10.3201/eid2605.190994>

6. 6.

Leung NHL, Chu DKW, Shiu EYC, Chan KH, McDevitt JJ, Hau BJP, Yen HL, Li Y, Ip DKM, Peiris JSM, Seto WH, Leung GM, Milton DK, Cowling BJ (2020) Virus respiratorio che si disperde durante l'espiazione e l'efficacia delle maschere per il viso. *Nat Med* 26 (5): 676–680.

<https://doi.org/10.1038/s41591-020-0843-2>

7. 7.

Shiu EYC, Leung NHL, Cowling BJ (2019) Controversia intorno alla trasmissione aerea rispetto alla trasmissione di goccioline di virus respiratori: implicazioni per la prevenzione delle infezioni. *Curr Opin Infect Dis* 32 (4): 372–379.

<https://doi.org/10.1097/qco.0000000000000563>

8. 8.

CDC (2019) Determinazione del livello di efficienza del filtro antiparticolato dei filtri della serie N95 contro il particolato solido per respiratori a purificazione dell'aria non alimentati standard

9. 9.

Loeb M, Dafoe N, Mahony J, John M, Sarabia A, Glavin V, Webby R, Smieja M, Earn DJ, Chong S, Webb A, Walter SD (2009) Maschera chirurgica vs respiratore N95 per prevenire l'influenza tra gli operatori sanitari : uno studio randomizzato. JAMA 302 (17): 1865–1871.

<https://doi.org/10.1001/jama.2009.1466>

10. 10.

Radonovich LJ Jr, Simberkoff MS, Bessesen MT, Brown AC, Cummings DAT, Gaydos CA, Los JG, Krosche AE, Gibert CL, Gorse GJ, Nyquist AC, Reich NG, Rodriguez-Barradas MC, Price CS, Perl TM (2019) Respiratori N95 vs maschere mediche per la prevenzione dell'influenza tra il personale sanitario: uno studio clinico randomizzato. JAMA 322 (9): 824–833.

<https://doi.org/10.1001/jama.2019.11645>

11. 11.

Le maschere respiratorie Johnson AT (2016) proteggono la salute ma influiscono sulle prestazioni: una recensione. J Biol Ita 10: 4.

<https://doi.org/10.1186/s13036-016-0025-4>

12. 12.

Blocken BMF van Druenen T, Marchal T (2020) Verso un COVID-19 aerodinamicamente equivalente Distanza sociale di 1,5 m per camminare e correre

13. 13.

Quickcalcs G (2018) Numeri casuali

14. 14.

Li Y, Tokura H, Guo YP, Wong ASW, Wong T, Chung J, Newton E (2005) Effetti dell'uso di N95 e maschere chirurgiche sulla frequenza cardiaca, stress termico e sensazioni soggettive. *Int Arch Occup Environ Health* 78 (6): 501–509. <https://doi.org/10.1007/s00420-004-0584-4>

15. 15.

Lee HP, de Wang Y (2011) Valutazione oggettiva dell'aumento della resistenza respiratoria dei respiratori N95 su soggetti umani. *Ann Occup Hyg* 55 (8): 917–921. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mer065>

16. 16.

Melissant CF, Lammers JW, Demedts M (1998) Relazione tra resistenze esterne, cambiamenti della funzione polmonare e massima capacità di esercizio. *Eur Respir J* 11 (6): 1369–1375. <https://doi.org/10.1183/09031936.98.11061369>

17. 17.

Louhevaara VA (1984) Effetti fisiologici associati all'uso di dispositivi di protezione delle vie respiratorie. Una recensione. *Scand J Work*

Environ Health 10 (5): 275–281.

<https://doi.org/10.5271/sjweh.2327>

18. 18.

Kyung SY, Kim Y, Hwang H, Park JW, Jeong SH (2020) Rischi dell'uso della maschera facciale N95 in soggetti con BPCO. *Respir Care* 65 (5): 658–664.

<https://doi.org/10.4187/respcare.06713>

19. 19.

Harms CA, Wetter TJ, McClaran SR, Pegelow DF, Nickele GA, Nelson WB, Hanson P, Dempsey JA (1998) Effetti del lavoro dei muscoli respiratori sulla gittata cardiaca e sulla sua distribuzione durante l'esercizio massimo. *J Appl Physiol* 85 (2): 609–618.

<https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.2.609>

20. 20.

Convertino VA, Cooke WH, Lurie KG (2005) La resistenza inspiratoria come potenziale trattamento per l'intolleranza ortostatica e lo shock emorragico. *Aviat Space Environ Med* 76 (4): 319–325

21. 21.

Ryan KL, Cooke WH, Rickards CA, Lurie KG (1985) Convertino VA (2008) La respirazione attraverso un dispositivo di soglia inspiratoria migliora il volume della corsa durante

l'ipovolemia centrale negli esseri umani. *J Appl Physiol* 104 (5): 1402-1409.

<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00439.2007>

22. 22.

Cheyne WS, Harper MI, Gelinac JC, Sasso JP, Eves ND (2020) Interazioni cardiopolmonari meccaniche durante l'esercizio in salute e malattia. *J Appl Physiol* 128 (5): 1271-1279.

<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00339.2019>

23. 23.

Amann M, Blain GM, Proctor LT, Sebranek JJ, Pegelow DF, Dempsey JA (2011) Implicazioni delle afferenze muscolari del gruppo III e IV per le prestazioni di esercizio di resistenza ad alta intensità negli esseri umani. *J Physiol* 589 (Pt 21): 5299-5309.

<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.213769>

24. 24.

Amann M, Proctor LT, Sebranek JJ, Pegelow DF, Dempsey JA (2009) Le afferenze muscolari mediate dagli oppioidi inibiscono la motricità centrale e limitano lo sviluppo dell'affaticamento muscolare periferico negli esseri umani. *J Physiol* 587 (1): 271-283.

<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2008.163303>

25. 25.

Blain GM, Mangum TS, Sidhu SK, Weavil JC, Hureau TJ, Jessop JE, Bledsoe AD, Richardson RS, Amann M (2016) Le afferenze muscolari del gruppo III / IV limitano la perturbazione metabolica intramuscolare durante l'esercizio di tutto il corpo negli esseri umani. *J Physiol* 594 (18): 5303–5315.

<https://doi.org/10.1113/jp272283>

26. 26.

Caneppele TMF, Borges AB, Pereira DM, Fagundes AA, Fidalgo TKS, Maia LC (2017) Uso del paracenti e capacità cardiopolmonare: una revisione sistematica e una meta-analisi. *Sports Med Int Open* 1 (5): E172 – e182.

<https://doi.org/10.1055/s-0043-117599>

27. 27.

Francis KT, Brasher J (1991) Effetti fisiologici dell'uso di paracenti. *Br J Sports Med* 25 (4): 227–231. <https://doi.org/10.1136/bjism.25.4.227>

28. 28.

Bailey SP, Willauer TJ, Balilionis G, Wilson LE, Salley JT, Bailey EK, Strickland TL (2015) Effetti di un paracenti ventilato da banco sulle risposte cardiorespiratorie all'esercizio e all'agilità fisica. *Cond J Strength Res* 29 (3): 678–684.

<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000668>

29. 29.

Kisely S, Warren N, McMahon L, Dalais C, Henry I, Siskind D (2020) Presenza, prevenzione e gestione degli effetti psicologici delle epidemie di virus emergenti sugli operatori sanitari: revisione rapida e meta-analisi. *BMJ* 369: m1642. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1642>

30. 30.

Powell JB, Kim JH, Roberge RJ (2017) Uso di respiratori con purificazione dell'aria in ambito sanitario: effetti sulle sensazioni termiche e sul comfort. *J Occup Environ Hyg* 14 (12): 947–954.  
<https://doi.org/10.1080/15459624.2017.1358817>

31. 31.

Damasio A, Carvalho GB (2013) La natura dei sentimenti: origini evolutive e neurobiologiche. *Nat Rev Neurosci* 14 (2): 143–152.  
<https://doi.org/10.1038/nrn3403>

32. 32.

Strigo IA, Craig AD (2016) Interocezione, emozioni omeostatiche ed equilibrio simpato-vagale. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 371: 1708. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0010>

33. 33.

Siebenmann C, Rasmussen P, Sørensen H, Zaar M, Hvidtfeldt M, Pichon A, Secher NH, Lundby C (2015) Gittata cardiaca durante l'esercizio: un

confronto tra quattro metodi. Scand J Med Sci

Sports 25 (1): e20–27.

<https://doi.org/10.1111/sms.12201>

34. 34.

Astorino TA, Edmunds RM, Clark A, King L,

Gallant RA, Namm S, Fischer A, Wood KM

(2017) L'allenamento a intervalli ad alta intensità

aumenta la gittata cardiaca e  $\dot{V}O_{2\max}$ . Med Sci

Sports Exerc 49 (2): 265–273.

[https://doi.org/10.1249/mss.000000000000109](https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001099)

[9](https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001099)

35. 35.

Daussin FN, Ponsot E, Dufour SP, Lonsdorfer-

Wolf E, Doutreleau S, Geny B, Piquard F, Richard

R (2007) Miglioramento della  $\dot{V}O_{2\max}$  mediante

gittata cardiaca e adattamento all'estrazione di

ossigeno durante l'allenamento di resistenza

intermittente rispetto a quello continuo. Eur J

Appl Physiol 101 (3): 377–383.

<https://doi.org/10.1007/s00421-007-0499-3>

36. 36.

Lepretre PM, Koralsztein JP, Billat VL (2004)

Effetto dell'intensità dell'esercizio sulla

relazione tra  $\dot{V}O_{2\max}$  e gittata cardiaca. Med

Sci Sports Exerc 36 (8): 1357–1363.

[https://doi.org/10.1249/01.mss.0000135977.124](https://doi.org/10.1249/01.mss.0000135977.12456.8f)

[56.8f](https://doi.org/10.1249/01.mss.0000135977.12456.8f)

## Riconoscimento

---

Finanziamenti ad accesso aperto forniti da Projekt DEAL. Ringraziamo i volontari dello staff dell'Università di Lipsia che hanno partecipato allo studio.

## Informazioni sull'autore

---

1. Sven Fikenzer e T. Uhe hanno contribuito allo stesso modo.

## Affiliazioni

1. Klinik und Poliklinik für Kardiologie, Universitätsklinikum Leipzig, Liebigstr. 20, 04103, Lipsia, Germania

Sven Fikenzer, T. Uhe, D. Lavall, U. Rudolph e U. Laufs

2. Institut für Sportmedizin und Prävention, Universität Leipzig, Marschner Str. 29, 04109, Lipsia, Germania

R. Falz e M. Busse

3. Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Leipzig, Liebigstr. 20, 04103, Lipsia, Germania

P. Hepp

## autore corrispondente

Corrispondenza a [Sven Fikenzer](#) .

## Dichiarazioni etiche

---

## Conflitto d'interesse

Nessuna.

## Diritti e autorizzazioni

---

**Accesso aperto** Questo articolo è concesso in licenza con una licenza internazionale Creative Commons Attribution 4.0, che consente l'uso, la condivisione, l'adattamento, la distribuzione e la riproduzione in qualsiasi mezzo o formato, a condizione che si attribuisca il credito appropriato all'autore o agli autori originali e alla fonte, fornire un collegamento alla licenza Creative Commons e indicare se sono state apportate modifiche. Le immagini o altro materiale di terze parti in questo articolo sono inclusi nella licenza Creative Commons dell'articolo, se non diversamente indicato in una linea di credito al materiale. Se il materiale non è incluso nella licenza Creative Commons dell'articolo e l'uso previsto non è consentito dalle normative legali o eccede l'uso consentito, sarà necessario ottenere l'autorizzazione direttamente dal titolare del copyright. Per visualizzare una copia di questa

licenza,

visitare <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

[Ristampe e autorizzazioni](#)

A proposito di questo articolo

---

## Cita questo articolo

Fikenzer, S., Uhe, T., Lavall, D. *et al.* Effetti delle maschere chirurgiche e FFP2 / N95 sulla capacità di esercizio cardiopolmonare. *Clin Res Cardiol* **109**, 1522-1530 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00392-020-01704-y>

- Ricevuto 27 maggio 2020
- Accettato 30 giugno 2020
- Pubblicato 06 luglio 2020
- Data di rilascio Dicembre 2020
- DOI <https://doi.org/10.1007/s00392-020-01704-y>

## Condividi questo articolo

Chiunque condividi il seguente link sarà in grado di leggere questo contenuto:

Ottieni link condivisibile

Fornito dall'iniziativa di condivisione dei contenuti

Springer Nature SharedIt

## Parole chiave

- Cardiopolmonare
- Capacità di esercizio
- Ventilazione
- Mascherine chirurgiche
- FFP2 / N95

Non connesso - 93.40.194.194

Non affiliato

## SPRINGER NATURE

© 2020 Springer Nature Switzerland AG. Parte di [Springer Nature](#) .