

· 论著 ·

## 外科口罩和 N95 口罩对慢性阻塞性肺疾病患者心肺功能的影响：一项随机交叉对照试验



扫描二维码  
查看原文

刘健<sup>1,2</sup>, 张天一<sup>1</sup>, 艾力扎提·艾则孜<sup>2</sup>, 常蕊静<sup>2</sup>, 张建立<sup>2</sup>, 王婉<sup>2</sup>, 姜鹏<sup>2\*</sup>

**【摘要】** 背景 在新型冠状病毒感染全球流行期间,佩戴口罩和保持社交距离已成为人们常见的防护措施。但关于慢性阻塞性肺病(简称慢阻肺)患者佩戴口罩后心肺功能的变化情况尚少有研究。目的 探究佩戴外科口罩和 N95 口罩对慢阻肺患者心肺功能的影响。方法 招募 2022-06-30—08-10 于新疆军区总医院确诊的 30 例慢阻肺患者,使用随机分组法将研究对象随机分配至 N95 口罩组( $n=15$ )和外科口罩组( $n=15$ )。N95 口罩组和外科口罩组分前后两个阶段相互交叉进行,当首轮试验(规范佩戴口罩后患者在跑步机上以 4 km/h 的步行速度行走 20 min)结束并经过 24 h 洗脱期后,将外科口罩组与 N95 口罩组患者对调后进行次轮试验,步骤与方法同第一阶段。试验结束时所有患者立即完成动脉血气分析并记录心率、血压、呼吸频率。计算试验后与试验前变化幅度。监测试验过程中患者的最低经皮动脉血氧饱和度( $SpO_2$ )和最快呼吸频率,并记录不良事件发生情况。结果 30 例患者均完成了试验。与外科口罩组相比,N95 口罩组试验后与试验前酸碱度(pH)变化幅度[0.013(0.020)与-0.004(0.010)]、动脉血二氧化碳分压( $PaCO_2$ )变化幅度[1.2(1.2) mmHg 与 0.5(1.6) mmHg]和动脉血氧分压( $PaO_2$ )变化幅度[12.5(10.5) mmHg 与 5.0(13.2) mmHg]均升高( $P$ 值分别为 0.001、0.001、0.002)。试验中患者佩戴 N95 口罩出现呼吸困难者 25 例(83.3%),佩戴外科口罩出现呼吸困难者 16 例(53.3%);与佩戴外科口罩相比,慢阻肺患者佩戴 N95 口罩出现呼吸困难的相对危险度(RR)为 1.563[95%CI(1.078, 2.264),  $P=0.012$ ]。结论 与佩戴外科口罩相比,慢阻肺患者佩戴 N95 口罩更易导致 pH、 $PaCO_2$ 、 $PaO_2$  发生变化,影响气体交换,发生呼吸困难。

**【关键词】** 肺疾病,慢性阻塞性;外科口罩;N95 口罩;气体交换;呼吸困难;随机对照试验

**【中图分类号】** R 563.9 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0768

**【引用本文】** 刘健,张天一,艾力扎提·艾则孜,等.外科口罩和 N95 口罩对慢性阻塞性肺疾病患者心肺功能的影响:一项随机交叉对照试验[J].中国全科医学,2023,26(24):3028-3032,3041. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0768. [www.chinagp.net]

LIU J, ZHANG T Y, AILIZHATI · A Z Z, et al. Cardiopulmonary physiology effects of wearing a surgical mask versus an N95 respirator in patients with COPD during walking: a randomized crossover controlled trial [J]. Chinese General Practice, 2023, 26 (24): 3028-3032, 3041.

**Cardiopulmonary Physiology Effects of Wearing a Surgical Mask Versus an N95 Respirator in Patients with COPD during Walking: a Randomized Crossover Controlled Trial** LIU Jian<sup>1,2</sup>, ZHANG Tianyi<sup>1</sup>, AILIZHATI · Aizezi<sup>2</sup>, CHANG Ruijing<sup>2</sup>, ZHANG Jianli<sup>2</sup>, WANG Wan<sup>2</sup>, JIANG Peng<sup>2\*</sup>

1.Shihezi University School of Medicine, Shihezi 832000, China

2.Department of Respiratory and Critical Care Medicine, General Hospital of Xinjiang Military Region, Urumqi 830000, China

\*Corresponding author: JIANG Peng, Chief physician; E-mail: jipzym@126.com

**【Abstract】** **Background** During the COVID-19 pandemic, wearing masks and maintaining social distancing have become common personal protective measures. However, there is little research on alterations in cardiopulmonary function of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) after wearing different masks. **Objective** To study the effect of wearing a surgical mask versus an N95 respirator on cardiopulmonary function in patients with COPD. **Methods** Thirty patients diagnosed with COPD in General Hospital of Xinjiang Military Region were recruited from 30th June to 10th August, 2022, and randomly assigned to either an N95 respirator group ( $n=15$ ) or a surgical mask group ( $n=15$ ). Both groups underwent two bouts of walking on a treadmill at a speed of 4 km/h for 20 min with an interval of 24 h (washout period), with the difference

中国临床试验注册中心注册号: ChiCTR2200062205

1.832000 新疆维吾尔自治区石河子市, 新疆石河子大学医学院 2.830000 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市, 新疆军区总医院呼吸与危重症医学科

\*通信作者: 姜鹏, 主任医师; E-mail: jipzym@126.com

本文数字出版日期: 2023-02-28

that N95 respirator group wore an N95 respirator in the first bout and a surgical mask in the second bout, and surgical mask group did the opposite. Arterial blood gas analysis was performed, and heart rate, blood pressure and respiratory rate were measured immediately after each bout of walking, and the overall pre- and post-experiment alterations of these indicators were calculated. The lowest percutaneous arterial oxygen saturation ( $SpO_2$ ) and the maximum respiration rate during the experiment were monitored, and adverse events were recorded as well. **Results** All the participants completed the experiment. Compared with the surgical mask group, N95 respirator group had increased difference between pre- and post-experiment arterial pH [0.013 (0.020) vs -0.004 (0.010),  $P=0.001$ ], arterial partial pressure of carbon dioxide ( $PaCO_2$ ) [1.2 (1.2) mmHg vs 0.5 (1.6) mmHg,  $P=0.001$ ] or arterial partial pressure of oxygen ( $PaO_2$ ) [12.5 (10.5) mmHg vs 5.0 (13.2) mmHg,  $P=0.002$ ]. In the experiment, dyspnea occurred in 25 cases (83.3%) wearing an N95 respirator, and 16 cases (53.3%) wearing a surgical mask. Compared with wearing a surgical mask, the relative risk of dyspnea in COPD patients wearing an N95 respirator during the experiment was 1.563 [95%CI (1.078, 2.264),  $P=0.012$ ]. **Conclusion** COPD patients wearing an N95 respirator during walking are more likely to have alterations in arterial pH,  $PaCO_2$  and  $PaO_2$  levels, which affect the gas exchange and may cause dyspnea.

**【Key words】** Pulmonary disease, chronic obstructive; Surgical mask; N95 mask; Gas exchange; Dyspnea; Randomized controlled trial

因新型冠状病毒感染 (COVID-19) 全球流行, 许多国家及机构推荐佩戴口罩作为基本的防护措施<sup>[1-4]</sup>。机构推荐日常生活中使用外科口罩和 N95 口罩进行防护<sup>[5]</sup>。N95 口罩与外科口罩相比具有佩戴紧密、呼吸阻力大的特点<sup>[6]</sup>。慢性阻塞性肺疾病 (简称慢阻肺) 是最常见的慢性呼吸系统疾病, 截至 2019 年, 慢阻肺居全球死亡原因第三位<sup>[7]</sup>。近期研究发现 COVID-19 可导致慢阻肺病情加重<sup>[8-9]</sup>。另有报道指出, 在 COVID-19 流行期间佩戴口罩可大幅减少慢阻肺患者因病情恶化而住院的人数<sup>[10-11]</sup>。除 COVID-19 以外, 佩戴口罩对流感病毒和结核杆菌有一定防护作用<sup>[12-13]</sup>。因此, 慢阻肺患者佩戴口罩是有效且必要的。

慢阻肺的特征之一是持续存在的气流受限。慢阻肺早期便会导致患者劳力性呼吸困难<sup>[14]</sup>, 病情加重时甚至还会影响气体交换<sup>[15-16]</sup>。慢阻肺患者还常存在肺气肿, 会进一步加重肺通气的异常<sup>[17]</sup>。另有研究发现, 慢阻肺患者增加额外的呼吸道无效腔后会加重二氧化碳潴留并导致更重的呼吸困难<sup>[18]</sup>。而口罩和面部皮肤之间会形成一定量的无效腔面积<sup>[19]</sup>, 并且有研究提示口罩内的二氧化碳浓度可能高于周围环境<sup>[20]</sup>。还有研究证实佩戴口罩会带来额外的呼吸阻力<sup>[21-22]</sup>, 甚至会影响慢阻肺患者的主观感受<sup>[23-25]</sup>。因此慢阻肺患者在佩戴外科口罩和 N95 口罩的安全性上尚需要更多的研究进一步证实。目前关于外科口罩和 N95 口罩对慢阻肺患者的生理影响尚不清楚, 本文通过对募集的 30 例慢阻肺患者佩戴外科口罩和 N95 口罩后的生理改变进行了分析, 旨在充实临床数据。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 根据《慢性阻塞性肺疾病诊治指南 (2021 年修订版)》<sup>[26]</sup> 中慢阻肺诊断标准, 招募 2022-06-30—08-10 于新疆军区总医院确诊的 30 例慢

阻肺患者, 其中男 19 例、女 11 例。患者中 10% (3/30) 患者为《慢性阻塞性肺疾病全球倡议分级》(GOLD 分级) 1 级, 56.7% (17/30) 为 GOLD 2 级, 26.7% (8/30) 为 GOLD 3 级, 6.7% (2/30) 为 GOLD 4 级。所有患者签署知情同意书, 本研究通过新疆军区总医院医学伦理委员会批准 (2022RR0604)。

纳入标准: (1) 年龄 18~80 岁; (2) 行肺功能检查被诊断患有慢阻肺; (3) 患者体力可耐受无人帮助的步行试验。排除标准: (1) 慢阻肺疾病急性加重期; (2) 严重呼吸衰竭伴长期氧疗, 需行有创机械通气; (3) 严重肝、肾器官衰竭; (4) 既往 2 个月内有急性心脑血管事件史; (5) 合并恶性肿瘤及免疫系统疾病; (6) 精神障碍; (7) 双下肢运动障碍; (8) 妊娠期女性。

## 1.2 研究方法

1.2.1 随机化分组及其隐匿 按入组顺序拟定 30 个研究对象的序号。为保证两组例数相等, 使用随机数分组法将研究对象随机分配至 N95 口罩组 ( $n=15$ ) 和外科口罩组 ( $n=15$ )。N95 口罩组和外科口罩组分前后两个阶段相互交叉进行, 当首轮试验结束并经过 24 h 洗脱期后, 将外科口罩组与 N95 口罩组患者对调后进行次轮试验, 步骤与方法同第一阶段。在患者分组之前进行分组隐匿, 通过使用遮光信封保存随机分组方案。按患者入组顺序依次拆开信封, 根据信封内的分配方案确定慢阻肺患者的分组情况。

1.2.2 步行试验与临床资料收集 患者通过肺功能等初步检查以确定入组资格。符合条件并同意参加试验的患者根据分组结果依次参与以下试验。记录患者性别、年龄、身高、体质量, 基线第 1 秒用力呼气容积 (forced expiratory volume in one second,  $FEV_1$ )、一秒率 (forced expiratory volume in one second/forced vital capacity,  $FEV_1/FVC$ )、第 1 秒用力呼气容积占预计值的百分比 ( $FEV_1\%$

预计值)。

首轮试验:患者在试验前静息2 h,并在试验开始15 min前完成动脉血气分析,并记录心率(heart rate, HR)、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、呼吸频率(respiratory rate, RR)等基线数据。采集数据后N95口罩组患者在正确规范佩戴N95口罩后在跑步机上以4 km/h的步行速度行走20 min。外科口罩组在正确规范佩戴外科口罩后在跑步机上以4 km/h的步行速度行走20 min。所有患者在定速行走全程连续监测最快HR和最低经皮动脉血氧饱和度(percutaneous arterial oxygen saturation, SpO<sub>2</sub>)。试验结束时所有患者立即完成动脉血气分析并记录HR、SBP、DBP、RR,最后填写主观感觉采集表。如果患者自觉运动过程中无法坚持,可立即摘下面罩放弃试验;研究人员对这些患者进行监护,直到症状改善。

次轮试验:首轮试验结束后,经24 h的洗脱期后进行次轮试验。次轮试验将首轮试验中N95口罩组和外科口罩组的患者进行对调,并按照首轮试验的步骤和数据采集方法进行试验。

1.3 试验设备与仪器 本试验采用Minnesota Mining and Manufacturing Corporation公司生产的8210型号的N95口罩(生产批号:10600007716;生产日期:2019-11-25;有效日期:2024年12月)。采用江苏康诺医疗器械股份有限公司生产的平面耳挂型号医用外科口罩(生产批号:20211125;生产日期:2021-11-25;有效日期:2024-11-24)。

1.4 观察指标 试验前、后分别记录患者HR、SBP、DBP、RR,计算试验后与试验前HR变化幅度( $\Delta$ HR)、SBP变化幅度( $\Delta$ SBP)、DBP变化幅度( $\Delta$ SDP)、RR变化幅度( $\Delta$ RR)。监测试验过程中患者的最低SpO<sub>2</sub>和最快HR。

血清学指标:分别在每次试验前、后记录动脉血气分析中酸碱度(potential of hydrogen, pH)、动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO<sub>2</sub>)、动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO<sub>2</sub>)、动脉血氧饱和度(arterial oxygen saturation, SaO<sub>2</sub>)。根据动脉血氧分压及动脉血二氧化碳分压诊断低氧血症[PaO<sub>2</sub><60 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)]和高碳酸血症(PaCO<sub>2</sub>>45 mmHg),并计算试验后与试验前pH变化幅度( $\Delta$ pH)、PaCO<sub>2</sub>变化幅度( $\Delta$ PaCO<sub>2</sub>)、PaO<sub>2</sub>变化幅度( $\Delta$ PaO<sub>2</sub>)及SaO<sub>2</sub>变化幅度( $\Delta$ SaO<sub>2</sub>)。

主观不适:包含头晕、头痛、呼吸困难、劳累、鼻面部不适,共5种主观不适。博格(Borg)评分:一点也不觉得呼吸困难,0分;非常轻微的呼吸困难,几乎难以察觉,0.5分;非常轻微的呼吸困难,1.0分;轻度

的呼吸困难,2.0分;中度的呼吸困难,3.0分;略严重的呼吸困难,4.0分;严重的呼吸困难,5.0分;非常严重的呼吸困难,6.0~8.0分;非常非常严重的呼吸困难,9.0分;极度的呼吸困难,达到极限,10.0分。计算试验后与试验前Borg评分变化幅度( $\Delta$ Borg评分)。

1.5 统计学分析 采用SPSS 25.0软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组比较采用独立样本 $t$ 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(QR)$ 表示,两组间比较采用两独立样本非参数检验。计数资料以相对数表示,两组间比较采用 $\chi^2$ 检验。计算相对危险度( $RR$ ),当 $RR>1$ 且95%可信区间( $CI$ )不包括1,为结局的危险因素;当 $RR \leq 1$ 且95% $CI$ 不包括1,为结局的保护因素。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 患者一般资料 30例患者均完成了试验,平均年龄为( $60.4 \pm 12.4$ )岁;平均身高为( $167.3 \pm 8.5$ )cm,平均体质量为( $67.3 \pm 9.2$ )kg,平均FEV<sub>1</sub>为( $1.6 \pm 0.7$ )L/s,平均FEV<sub>1</sub>/FVC为( $54.3 \pm 11.0$ )%,平均FEV<sub>1</sub>%预计值为( $58.4 \pm 19.2$ )%。

2.2 N95口罩组与外科口罩组心肺功能指标比较 N95口罩组 $\Delta$ pH、 $\Delta$ PaCO<sub>2</sub>、 $\Delta$ PaO<sub>2</sub>高于外科口罩组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。两组最低SpO<sub>2</sub>、最快HR、 $\Delta$ SBP、 $\Delta$ DBP、 $\Delta$ HR、 $\Delta$ RR、 $\Delta$ Borg评分、 $\Delta$ SaO<sub>2</sub>比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表1。

2.3 N95口罩组与外科口罩组的不良事件发生风险 N95口罩组中25例(83.3%)出现呼吸困难,22例(73.3%)出现劳累,18例(60.0%)出现头晕。外科口罩组中有16例(53.3%)呼吸困难和劳累,13例(43.3%)出现低氧血症。与佩戴外科口罩相比,佩戴N95口罩的患者出现呼吸困难的 $RR$ 为1.563,差异有统计学意义( $P=0.012$ ),见表2。

## 3 讨论

COVID-19全球流行期间,部分高危地区要求在公众场所佩戴防护效果更好的N95口罩。慢阻肺患者常存在病情确诊的滞后性,在其不知情的前提下佩戴N95口罩是极具危险的。目前,外科口罩及N95口罩对慢阻肺患者的生理影响的相关研究相对较少,故本试验旨在探究慢阻肺患者在佩戴外科口罩和N95口罩后产生的生理变化。本研究发现,与外科口罩相比,慢阻肺患者佩戴N95口罩更易影响气体交换、发生呼吸困难;慢阻肺患者需谨慎佩戴N95口罩。

本研究显示,与佩戴外科口罩相比,慢阻肺患者佩戴N95口罩后动脉血气中的PaCO<sub>2</sub>有明显增加。既往研究报道,与不佩戴口罩相比,健康人及慢阻肺患者佩戴N95口罩均可引起PaCO<sub>2</sub>增高<sup>[27-29]</sup>。另有研究发

表1 N95口罩组与外科口罩组心肺功能指标比较

Table 1 Pre- and post-experiment changes in cardiopulmonary function between N95 respirator group and surgical mask group

| 组别      | 例数 | 最低 SpO <sub>2</sub><br>[M(QR), %] | 最快 HR<br>[M(QR), 次/min] | ΔSBP<br>(mmHg) | ΔDBP<br>(mmHg) | ΔHR<br>(次/min) | ΔRR<br>(次/min) | ΔBorg 评分<br>(分) | ΔpH<br>[M(QR)]      | ΔPaCO <sub>2</sub><br>[M(QR), mmHg] | ΔPaO <sub>2</sub><br>[M(QR), mmHg] | ΔSaO <sub>2</sub><br>[M(QR), %] |
|---------|----|-----------------------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| N95 口罩组 | 30 | 90 (4)                            | 136.5 (33.0)            | 18 ± 9         | 12 ± 9         | 37.7 ± 15.6    | 7.7 ± 2.4      | 4.6 ± 1.5       | 0.013 (0.020)       | 1.2 (1.2)                           | 12.5 (10.5)                        | 0 (3)                           |
| 外科口罩组   | 30 | 90 (3)                            | 130.0 (16.0)            | 18 ± 8         | 15 ± 8         | 38.3 ± 13.9    | 8.1 ± 2.3      | 4.2 ± 1.5       | -0.004 (0.010)      | 0.5 (1.6)                           | 5.0 (13.2)                         | -1 (3)                          |
| t (Z) 值 |    | -0.912 <sup>a</sup>               | -0.326 <sup>a</sup>     | -0.369         | -1.424         | -0.175         | -0.597         | 1.019           | -3.197 <sup>a</sup> | -3.175 <sup>a</sup>                 | -3.078 <sup>a</sup>                | -1.277 <sup>a</sup>             |
| P 值     |    | 0.362                             | 0.745                   | 0.714          | 0.160          | 0.862          | 0.553          | 0.312           | 0.001               | 0.001                               | 0.002                              | 0.202                           |

注: SpO<sub>2</sub>= 经皮动脉血氧饱和度, HR= 心率, ΔSBP= 试验后与试验前收缩压变化幅度, ΔDBP= 试验后与试验前舒张压变化幅度, ΔHR= 试验后与试验前心率变化幅度, ΔRR= 试验后与试验前呼吸频率变化幅度, ΔBorg= 试验后与试验前博格评分变化幅度, ΔpH= 试验后与试验前酸碱度变化幅度, ΔPaCO<sub>2</sub>= 试验后与试验前动脉血二氧化碳分压变化幅度, ΔPaO<sub>2</sub>= 试验后与试验前动脉血氧分压变化幅度, ΔSaO<sub>2</sub>= 试验后与试验前动脉血氧饱和度变化幅度; 1 mmHg=0.133 kPa; <sup>a</sup> 为 Z 值。

表2 N95口罩组与外科口罩组不良事件发生情况〔例(%)〕

Table 2 Adverse events occurred in N95 respirator group and surgical mask group

| 组别         | 例数 | 呼吸困难                 | 劳累                   | 头晕                   | 低氧血症                 | 鼻面不适                 | 头痛                   | 高碳酸血症                |
|------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| N95 口罩组    | 30 | 25 (83.3)            | 22 (73.3)            | 18 (60.0)            | 10 (33.3)            | 9 (30.0)             | 6 (20.0)             | 3 (10.0)             |
| 外科口罩组      | 30 | 16 (53.3)            | 16 (53.3)            | 11 (36.7)            | 13 (43.3)            | 6 (20.0)             | 5 (16.7)             | 3 (10.0)             |
| RR (95%CI) |    | 1.563 (1.078, 2.264) | 1.375 (0.923, 2.408) | 1.636 (0.941, 2.847) | 0.769 (0.401, 1.475) | 1.500 (0.610, 3.691) | 1.200 (0.410, 3.511) | 1.000 (0.219, 4.564) |
| P 值        |    | 0.012                | 0.108                | 0.071                | 0.426                | 0.371                | 0.739                | 1.000                |

注: RR= 相对危险度。

现, 在慢阻肺患者佩戴外科口罩行 6 min 步行试验期间, PaCO<sub>2</sub> 未有显著变化<sup>[30]</sup>。两种口罩对佩戴者产生的不同差异可能与佩戴 N95 口罩后形成的无效腔面积及无效腔内 PaCO<sub>2</sub> 增高有关<sup>[19-20]</sup>。此外, 本研究结果显示慢阻肺患者佩戴两种口罩后发生高碳酸血症的 RR 无差异, 但 PaCO<sub>2</sub> 的短时间增高可能会进一步影响肺通气<sup>[31]</sup>。在 2020 年发布的《新型冠状病毒肺炎疫情期间慢性阻塞性肺疾病医疗和防范须知》<sup>[32]</sup> 中考虑到佩戴 N95 口罩可能会导致二氧化碳潴留甚至呼吸困难<sup>[33-34]</sup>, 故而推荐慢阻肺患者佩戴一次性医用口罩或外科口罩。因此, 建议慢阻肺患者在日常生活中尽可能避免佩戴 N95 口罩。

在本研究中, 与佩戴外科口罩相比, 慢阻肺患者佩戴 N95 口罩后动脉血气中的 PaO<sub>2</sub> 有明显升高。但慢阻肺患者试验前后 SaO<sub>2</sub> 的变化、试验过程中的最低 SpO<sub>2</sub> 及低氧血症的发生风险在佩戴外科口罩与佩戴 N95 口罩之间无明显差异。以上数据表明虽然佩戴 N95 口罩与佩戴外科口罩相比会增加 PaO<sub>2</sub>, 但是对 SaO<sub>2</sub> 的影响与外科口罩类似。并且既往研究显示与不佩戴口罩相比, 慢阻肺患者佩戴外科口罩后 SpO<sub>2</sub> 变化无差异<sup>[30, 35]</sup>。这进一步提示佩戴外科口罩对患者的氧饱和度影响较小。所以不推荐以改善慢阻肺患者的 SpO<sub>2</sub> 为目的而选择佩戴 N95 口罩的做法。

本研究发现与佩戴外科口罩相比, 佩戴 N95 口罩会导致慢阻肺患者出现更多呼吸困难。虽然研究中佩戴两种口罩的头晕及头痛发生风险无明显差异。但有其他研究发现长时间佩戴 N95 会导致头痛的发生<sup>[33]</sup>。另外佩

戴 N95 口罩还会降低个体对峰值运动强度的感知承受能力<sup>[22]</sup>。本研究患者均佩戴两种口罩成功完成了试验, 但有研究提示慢阻肺患者的改良英国医学研究委员会呼吸困难量表指数 (mMRC) >6 或 FEV<sub>1</sub>% 预计值 <30% 的患者可能会无法耐受佩戴 N95 口罩<sup>[29]</sup>。由此说明, 相比于 N95 口罩, 外科口罩更适合慢阻肺患者日常佩戴。

既往对慢阻肺患者佩戴口罩的研究中, 患者多在 6 min 步行试验期间中监测肺通气或其他生理变量的变化<sup>[29-30]</sup>。根据在实际生活中的观察, 慢阻肺患者在佩戴口罩时多处于低步速的步行或其他简单运动中; 实际佩戴时间较短, 并且有时会在空旷的环境中短时间摘下口罩。介于上述原因, 本研究旨在监测慢阻肺患者佩戴口罩后在跑步机上以 4 km/h 的匀速步行并持续 20 min 后的生理变化。此外, 由于在口罩外增加任何遮蔽物或其他监测气流速度的装置均可造成试验结果与单独佩戴一种口罩出现的生理变化不同。为了更准确观察动脉血气及主观感受的变化, 试验中未使用盲法对口罩进行遮蔽, 也未监测患者肺通气的变化。

本研究具有一定的局限性。本研究来自单中心且样本量相对较少。同时, 本研究仅进行了定时定速步行试验并未对各级慢阻肺患者进行分层分析。在下一步的工作中, 本课题组将继续进行大样本量多中心的研究, 并对各级慢阻肺患者进行分层分析和联合个体风险因素进行评估, 以个体化指导慢阻肺患者选择合适的口罩。

综上所述, 与佩戴外科口罩相比, 慢阻肺患者佩戴 N95 口罩后更易影响气体交换、发生呼吸困难。因此建

议在季节性病毒流行期间,慢阻肺患者应尽量佩戴外科口罩。另外,以保护慢阻肺患者为目的并充分告知佩戴N95口罩时可能出现生理变化的前提下,可以建议慢阻肺患者在呼吸道传染病高危地区及其他必要情况下小心使用N95口罩。

作者贡献:刘健提出研究理念,负责数据收集、论文撰写;张天一负责数据整理、协助编辑与修改、提供统计学设计思路;艾力扎提·艾则孜进行数据整理、统计计算和可行性分析;常蕊静、张建立、王婉负责数据收集;姜鹏进行项目管理、思路指导、提供资源、对文章监督管理和审查,对文章负责。

本文无利益冲突。

### 参考文献

- [1] 疾病预防控制中心. 公众科学戴口罩指引 [EB/OL]. (2020-03-18) [2022-07-29]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202003/0a472cc09e744144883db6a74fe6e760.shtml>.
- [2] 疾病预防控制中心. 关于印发公众科学戴口罩指引(修订版)和夏季空调运行管理与使用指引(修订版)的通知 [EB/OL]. (2020-05-21) [2022-07-29]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898bm/202005/2d89c5529804f39bb4f44a9d826b2cd.shtml>.
- [3] CDC. How to Protect Yourself & Others [EB/OL]. (2022-02-25) [2022-07-29]. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/prevention.html>.
- [4] 张冬莹,姚弥,王家骥,等. 农村地区基层医疗卫生机构新型冠状病毒感染防控工作指引(第一版) [J]. 中国全科医学, 2020, 23(7): 763-769. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2020.00.246.
- [5] 刘健,吴家林,刘国才,等. 慢性阻塞性肺疾病患者佩戴N95口罩所致生理学变化的研究进展 [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2022, 45(6): 598-602. DOI: 10.3760/cma.j.cn112147-20220102-00007.
- [6] HALPIN D M G, CELLI B R, CRINER G J, et al. The GOLD Summit on chronic obstructive pulmonary disease in low- and middle-income countries [J]. *Int J Tuberc Lung Dis*, 2019, 23(11): 1131-1141. DOI: 10.5588/ijtld.19.0397.
- [7] HEWITT R, FARNE H, RITCHIE A, et al. The role of viral infections in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease and asthma [J]. *Thorax*, 2016, 71(2): 158-174. DOI: 10.1177/1753465815618113.
- [8] CDC. People with Certain Medical Conditions [EB/OL]. (2022-05-02) [2022-07-29]. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/need-extra-precautions/people-with-medical-conditions.html>.
- [9] CHAN K P F, MA T F, KWOK W C, et al. Significant reduction in hospital admissions for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Hong Kong during coronavirus disease 2019 pandemic [J]. *Respir Med*, 2020, 171: 106085. DOI: 10.1016/j.rmed.2020.106085.
- [10] HUH K, KIM Y E, JI W, et al. Decrease in hospital admissions for respiratory diseases during the COVID-19 pandemic: a nationwide claims study [J]. *Thorax*, 2021, 76(9): 939-941. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2020-216526.
- [11] RADONOVICH L J Jr, SIMBERKOFF M S, BESSESEN M T, et al. N95 respirators vs medical masks for preventing influenza among health care personnel: a randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2019, 322(9): 824-833. DOI: 10.1001/jama.2019.11645.
- [12] HUMPHREYS H. Control and prevention of healthcare-associated tuberculosis: the role of respiratory isolation and personal respiratory protection [J]. *J Hosp Infect*, 2007, 66(1): 1-5. DOI: 10.1016/j.jhin.2007.01.007.
- [13] OFIR D, LAVENEZIANA P, WEBB K A, et al. Mechanisms of dyspnea during cycle exercise in symptomatic patients with GOLD stage I chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2008, 177(6): 622-629. DOI: 10.1164/rccm.200707-10640C.
- [14] ELBEHAIRY A F, CIAVAGLIA C E, WEBB K A, et al. Pulmonary gas exchange abnormalities in mild chronic obstructive pulmonary disease. implications for dyspnea and exercise intolerance [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2015, 191(12): 1384-1394. DOI: 10.1164/rccm.201501-01570C.
- [15] PARKER C M, VODUC N, AARON S D, et al. Physiological changes during symptom recovery from moderate exacerbations of COPD [J]. *Eur Respir J*, 2005, 26(3): 420-428. DOI: 10.1183/09031936.05.00136304.
- [16] RODRÍGUEZ-ROISIN R, DRAKULOVIC M, RODRÍGUEZ D A, et al. Ventilation-perfusion imbalance and chronic obstructive pulmonary disease staging severity [J]. *J Appl Physiol* (1985), 2009, 106(6): 1902-1908. DOI: 10.1152/jappphysiol.00085.2009.
- [17] CHIN R C, GUENETTE J A, CHENG S C, et al. Does the respiratory system limit exercise in mild chronic obstructive pulmonary disease? [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013, 187(12): 1315-1323. DOI: 10.1164/rccm.201211-19700C.
- [18] ARCE S C, CHIODETTI F, DE VITO E L. Dead space volume in N95 masks [J]. *Arch Bronconeumol (Engl Ed)*, 2021, 57(6): 434. DOI: 10.1016/j.arbr.2020.11.016.
- [19] ROBERGE R J, COCA A, WILLIAMS W J, et al. Physiological impact of the N95 filtering facepiece respirator on healthcare workers [J]. *Respir Care*, 2010, 55(5): 569-577.
- [20] LEE H P, WANG D Y. Objective assessment of increase in breathing resistance of N95 respirators on human subjects [J]. *Ann Occup Hyg*, 2011, 55(8): 917-921. DOI: 10.1093/annhyg/mer065.
- [21] KAMPERT M, SINGH T, SAHOO D, et al. Effects of wearing an N95 respirator or cloth mask among adults at peak exercise: a randomized crossover trial [J]. *JAMA Network Open*, 2021, 4(6): e2115219. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.15219.
- [22] SCARANO A, INCHINGOLO F, LORUSSO F. Facial skin temperature and discomfort when wearing protective face masks: thermal infrared imaging evaluation and hands moving the mask [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(13): 4624. DOI: 10.3390/ijerph17134624.
- [23] HARBER P, SANTIAGO S, WU S, et al. Subjective response to respirator type: effect of disease status and gender [J]. *J Occup Environ Med*, 2010, 52(2): 150-154. DOI: 10.1097/JOM.0b013e3181cfef09.

- functional neuroimaging studies [J]. *Cereb Cortex*, 2009, 19 (12): 2767-2796. DOI: 10.1093/cercor/bhp055.
- [24] 方杰, 李之豪, 司丽, 等. 静息态 fMRI 观察终末期肾病患者前扣带回皮层功能连接改变及其与认知功能的关系 [J]. *中国医学影像技术*, 2022, 38 (1): 32-37. DOI: 10.13929/j.issn.1003-3289.2022.01.007.
- [25] WANG J J, XIE S M, GUO X, et al. Correspondent functional topography of the human left inferior parietal lobule at rest and under task revealed using resting-state fMRI and coactivation based parcellation [J]. *Hum Brain Mapp*, 2017, 38 (3): 1659-1675. DOI: 10.1002/hbm.23488.
- [26] WANDELL B A, DUMOULIN S O, BREWER A A. Visual field maps in human cortex [J]. *Neuron*, 2007, 56 (2): 366-383. DOI: 10.1016/j.neuron.2007.10.012.
- [27] 李周乐, 赵莲萍, 黄刚, 等. 基于静息态度中心度的 T2DM 共病抑郁脑功能研究 [J]. *磁共振成像*, 2022, 13 (2): 37-41. DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2022.02.008.
- [28] ZAFIRIS O, KIRCHEIS G, ROOD H A, et al. Neural mechanism underlying impaired visual judgement in the dysmetabolic brain: an fMRI study [J]. *Neuroimage*, 2004, 22 (2): 541-552. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2004.01.038.
- [29] THABUT D, KINUGAWA K, WEISS N. Diagnosis of minimal hepatic encephalopathy in patients with cirrhosis: should we bury psychometric tests? [J]. *Hepatology*, 2014, 59 (6): 2428. DOI: 10.1002/hep.26967.
- [30] LABENZ C, TOENGES G, SCHATTENBERG J M, et al. Outcome prediction of covert hepatic encephalopathy in liver cirrhosis: comparison of four testing strategies [J]. *Clin Transl Gastroenterol*, 2020, 11 (6): e00172. DOI: 10.14309/ctg.0000000000000172.
- [31] YAO T, TREUE S, KRISHNA B S. Saccade-synchronized rapid attention shifts in macaque visual cortical area MT [J]. *Nat Commun*, 2018, 9 (1): 958. DOI: 10.1038/s41467-018-03398-3.
- [32] QUIRK G J, GARCIA R, GONZÁLEZ-LIMA F. Prefrontal mechanisms in extinction of conditioned fear [J]. *Biol Psychiatry*, 2006, 60 (4): 337-343. DOI: 10.1016/j.biopsych.2006.03.010.
- [33] 杨旭宏, 黄雪莹, 刘文潇, 等. 轻型肝性脑病患者认知功能损害的局部一致性改变: 一项基于 fMRI 的研究 [J]. *磁共振成像*, 2022, 13 (5): 77-81, 88. DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2022.05.014.
- [34] ZHANG G Y, CHENG Y, SHEN W, et al. Brain regional homogeneity changes in cirrhotic patients with or without hepatic encephalopathy revealed by multi-frequency bands analysis based on resting-state functional MRI [J]. *Korean J Radiol*, 2018, 19 (3): 452-462. DOI: 10.3348/kjr.2018.19.3.452.
- (收稿日期: 2022-09-05; 修回日期: 2023-01-14)  
(本文编辑: 王世越)

(上接第 3032 页)

- [24] REBMANN T, CARRICO R, WANG J. Physiologic and other effects and compliance with long-term respirator use among medical intensive care unit nurses [J]. *Am J Infect Control*, 2013, 41 (12): 1218-1223. DOI: 10.1016/j.ajic.2013.02.017.
- [25] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组, 中国医师协会呼吸医师分会慢性阻塞性肺疾病工作委员会. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南 (2021 年修订版) [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2021, 44 (3): 170-205. DOI: 10.3760/cma.j.cn112147-20210109-00031.
- [26] EPSTEIN D, KORYTNY A, ISENBERG Y, et al. Return to training in the COVID-19 era: the physiological effects of face masks during exercise [J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2021, 31 (1): 70-75. DOI: 10.1111/sms.13832.
- [27] KIM J H, BENSON S M, ROBERGE R J. Pulmonary and heart rate responses to wearing N95 filtering facepiece respirators [J]. *Am J Infect Control*, 2013, 41 (1): 24-27. DOI: 10.1016/j.ajic.2012.02.037.
- [28] KYUNG S Y, KIM Y, HWANG H, et al. Risks of N95 face mask use in subjects with COPD [J]. *Respir Care*, 2020, 65 (5): 658-664. DOI: 10.4187/respcare.06713.
- [29] SAMANNAN R, HOLT G, CALDERON-CANDELARIO R, et al. Effect of face masks on gas exchange in healthy persons and patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2021, 18 (3): 541-544. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202007-812RL.
- [30] 陈新, 李寅环, 许睿, 等. 呼气末二氧化碳分压水平对慢性阻塞性肺疾病患者中枢驱动和呼吸应答的影响 [J]. *中华神经医学杂志*, 2008, 7 (8): 841-845. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-8925.2008.08.025.
- [31] HIRAI K, TANAKA A, SATO H, et al. Effect of surgical mask on exercise capacity in COPD: a randomised crossover trial [J]. *Eur Respir J*, 2021, 58 (4): 2102041. DOI: 10.1183/13993003.02041-2021.
- [32] FDA. General N95 Respirator Precautions [DB/OL]. (2022-08-26) [2022-09-29]. <https://www.fda.gov/medical-devices/personal-protective-equipment-infection-control/n95-respirators-surgical-masks-face-masks-and-barrier-face-coverings#s5>.
- [33] ANNE T B. Caution urged on use of N95 respirator masks [DB/OL]. (2018-11-17) [2022-09-29]. <https://www.davisenterprise.com/local-news/caution-urged-on-use-of-n95-respirator-masks/>.
- [34] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组, 中国医师协会呼吸医师分会慢性阻塞性肺疾病工作委员会. 新型冠状病毒肺炎疫情期间慢性阻塞性肺疾病医疗和防范须知 [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2020, 43 (5): 421-426. DOI: 10.3760/cma.j.cn112147-20200227-00201.
- [35] LIM E C, SEET R C, LEE K H, et al. Headaches and the N95 face-mask amongst healthcare providers [J]. *Acta Neurol Scand*, 2006, 113 (3): 199-202. DOI: 10.1111/j.1600-0404.2005.00560.x.
- (收稿日期: 2022-10-02; 修回日期: 2023-02-02)  
(本文编辑: 毛亚敏)