

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20233810

· 论 著 ·

## 医用防护口罩适合性与头面部尺寸关系的研究

贾会学, 姚 希, 胡美华, 张冰丽, 路简羽, 李六亿

(北京大学第一医院感染管理-疾病预防控制处, 北京 100034)

**[摘要]** **目的** 比较拱形、折叠形医用防护口罩的适合性检验通过率, 探索头面部尺寸与口罩适合性检验的关系。**方法** 选取北京市 6 所医院的 320 名医务人员, 使用直角规、弯脚规、皮尺进行头面部尺寸测量, 采用 TSI 公司 8038/8048 型口罩适合性测试仪, 对某品牌的拱形、折叠形医用防护口罩进行定量适合性检验。**结果** 320 名受试者拱形、折叠形口罩的适合性检验通过率分别为 44.38%、84.06%, 差异有统计学意义( $\chi^2 = 103.765, P < 0.001$ )。影响因素分析显示, 形态面长对口罩适合性检验结果有影响, 形态面长较长的人群佩戴拱形口罩的适合性较好, 而形态面长较短的人群佩戴折叠性口罩的适合性较好。聚类分析显示, 拱形口罩在较大脸型人群中的适合性高于较小脸型人群, 而折叠形口罩在较小脸型人群中的适合性高于较大脸型人群。**结论** 拱形、折叠形医用防护口罩的适合性存在差异, 形态面长、佩戴者脸型是影响口罩适合性的重要因素, 研究结果可为口罩生产企业提供产品设计的参考依据, 为医务人员选择适合的口罩提供指导。

**[关键词]** 医务人员; 医用防护口罩; 适合性检验; 头面部尺寸

**[中图分类号]** R197.323.4

## Relationship between the fitness of medical protective mask and facial dimension

JIA Hui-xue, YAO Xi, HU Mei-hua, ZHANG Bing-li, LU Jian-yu, LI Liu-yi (Department of Infection Management-Disease Prevention and Control, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China)

**[Abstract]** **Objective** To compare the pass rate of fitness test for arch-shaped and fold-shaped medical protective masks, and explore the relationship between facial dimension and the fitness test of mask. **Methods** 320 health care workers from 6 hospitals in Beijing were selected. The facial dimensions were measured by right angle gauge, bending angle gauge, and leather ruler. Quantitative fitness test of a brand of arch-shaped and fold-shaped medical protective masks was conducted by TSI 8038/8048 mask fitness test instrument. **Results** The pass rates of fitness tests for arch-shaped and fold-shaped masks of 320 subjects were 44.38% and 84.06%, respectively, with statistically significant differences ( $\chi^2 = 103.765, P < 0.001$ ). Analysis of influencing factors showed that morphological facial length had an impact on the fitness test result of masks. People with long morphological facial length fit better in arch-shaped masks, and people with short morphological facial length fit better in fold-shaped masks. Cluster analysis showed that arch-shaped masks fit large face better than small face, while fold-shaped masks fit small face better than large face. **Conclusion** There are difference in the fitness of arch-shaped and fold-shaped medical protective masks. The morphological facial length and the shape of the user's face are important factors influencing the fitness of masks. The results of this study can provide references to product design for mask manufacturers and guidance for health care workers in the selection of suitable masks.

**[Key words]** health care worker; medical protective mask; fitness test; facial dimension

[收稿日期] 2023-07-10

[基金项目] 首都卫生发展科研专项公共卫生项目-医疗机构呼吸道防护体系评价方法的构建及应用(首发 2021-1G-4071)

[作者简介] 贾会学(1981-), 女(汉族), 河北省衡水市人, 副研究员, 主要从事医院感染的监测、控制与管理及研究。

[通信作者] 李六亿 E-mail: lucyliuyi@263.net

实施有效的呼吸道防护是预防呼吸道传染病的重要措施,医用防护口罩已成为降低医务人员呼吸道传染病暴露风险的重要防护用品。研究<sup>[1-2]</sup>表明,佩戴口罩可以有效预防流感、严重急性呼吸综合征(SARS)和新型冠状病毒肺炎(COVID-19)等呼吸道疾病病毒的传播,并降低医务人员的感染风险。医务人员佩戴医用防护口罩时,口罩与头面部之间必须紧密贴合,即具有良好的适合性,才能保证吸入的空气都经过口罩的过滤而不会从周围透漏,从而达到有效的呼吸道防护。适合性检验能够评估口罩的适合性,并帮助医务人员选择适合自己脸型 of 的口罩。口罩适合性的影响因素主要来源于两方面,一是口罩的形状、尺寸等特性,二是佩戴者的自身特征,其中头面部尺寸已被证实是影响口罩适合性的重要因素<sup>[3]</sup>。目前我国在医用防护口罩适合性检验方面仅开展了零星的研究工作,且缺乏头面部尺寸测量与定量适合性检验关系的研究。本研究采用定量适合性检验客观地评估医用防护口罩的适合性,通过探讨形态面长、面宽、鼻宽、鼻深、两下颌角间距、耳屏点间颌下弧长共六项头面部尺寸与适合性检验的关系,为口罩生产企业提供产品设计的参考依据,为医务人员选择适合的口罩,以及提高防护水平提供指导。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 本研究为多中心研究,选取北京市 6 所医院不同岗位、不同类别的工作人员参与研究。人员岗位按照呼吸道传染病暴露风险分级后,在高风险(发热门诊、核酸采样点、医院感染管理部门)、中风险(急诊、呼吸科)、低风险(普通病区)岗位分别抽取 50%、30%、20% 的工作人员;人员类别覆盖医、护、技、工勤,抽取比率分别为 40%、40%、10%、10%。

**1.2 医用防护口罩** 选取市面上常见的某品牌两种不同形状的医用防护口罩,拱形口罩尺寸为 136 mm × 126 mm × 55 mm,折叠形口罩尺寸为 160 mm × 108 mm,过滤效率等级均为 1 级,经核验两款口罩均符合我国《医用防护口罩技术要求(GB 19083—2010)》。

**1.3 适合性检验** 使用美国 TSI 公司 8038/8048 型口罩适合性测试仪进行定量适合性检验。受试者在进行适合性检验前必须接受医用防护口罩佩戴和适合性检验相关的培训,24 h 内剃除影响口罩密合性的毛发,移除影响口罩密合性的面部饰品。

定量适合性检验要求受试者佩戴医用防护口罩后完成以下动作:①正常呼吸;②深呼吸;③左右转头;④仰头-低头;⑤大声缓慢说话;⑥正常呼吸,每个动作持续 1 min。使用仪器测量进行规定动作时口罩的泄露程度,并对 6 个单次动作的适合因数进行计算,从而得出总适合因数(fit factor, FF),当  $FF \geq 100$  时表示适合性检验通过,否则为不通过。

**1.4 头面部尺寸测量** 测量方法参考《用于技术设计的人体测量基础项目(GB/T 5703—2010)》及《人体测量术语(GB 3975—83)》,测量工具包括直角规、弯脚规、皮尺等。本研究对以下 6 项头面部尺寸进行测量:①形态面长,鼻梁点与颌下点之间的距离,被测者自然闭嘴,使用直角规测量;②鼻宽,左右鼻翼点之间的直线距离,使用直角规测量;③鼻深,鼻下点至鼻尖点的直线距离,使用直角规测量;④面宽,左右颧点之间的直线距离,被测者自然闭嘴,使用弯角规测量;⑤两下颌角间宽,左右下颌角点之间的直线距离,使用弯脚规测量;⑥耳屏点间颌下弧长,从一侧耳屏点经紧接喉结节上缘的颌下至另一侧耳屏点的弧长,使用皮尺测量。见图 1。

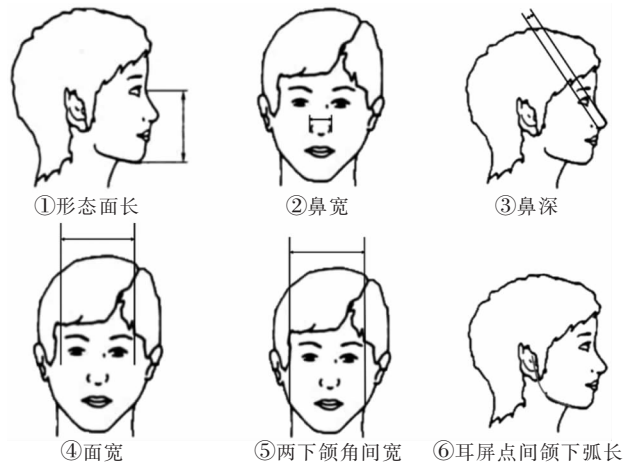


图 1 头面部尺寸测量示意图

Figure 1 Facial dimension measurement diagram

**1.5 质量控制** 本研究使用的同种型号口罩均来自同一批次,参与适合性检验与头面部尺寸测量的人员均进行统一培训。要求测试人员可以正确使用口罩适合性测试仪,快速、准确识别头面重要标志点并完成头面部尺寸的测量。研究现场由质控员进行全程质控。

**1.6 统计方法** 应用 Epidata 3.0 进行数据录入和 SPSS 20.0 进行数据分析,均数的比较采用  $t$  检验,率的比较采用  $\chi^2$  检验,适合性检验影响因素分析采

用 logistic 逐步回归分析,入选标准为 0.05,剔除标准为 0.1,聚类分析采用 K-Means 聚类进行样本聚类。 $P \leq 0.05$  表示差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 受试者一般情况 本次研究共有 320 名受试者,其中男性 106 名,女性 214 名,平均年龄(39.81 ± 10.36)岁,平均身高(166.36 ± 7.94)cm,平均体重(66.28 ± 13.92)kg。

2.2 适合性检验结果 320 名受试者均完成两种口罩的适合性检验,拱形口罩的通过率为 44.38% (142 名),折叠形口罩的通过率为 84.06% (269 名),两种口罩适合性检验结果比较,差异具有统计学意义( $\chi^2 = 103.765, P < 0.001$ )。见表 1。

表 1 不同形状口罩的适合性检验结果

Table 1 Fitness test results of masks of different shapes

拱形口罩	折叠形口罩		
	通过	未通过	合计
通过	129	13	142
未通过	140	38	178
合计	269	52	320

2.3 不同年龄、性别医务人员口罩适合性检验 拱形口罩男性通过率为 52.83%,高于女性的 40.19% ( $\chi^2 = 4.591, P = 0.032$ ),折叠形口罩女性通过率为 86.92%,高于男性的 78.30% ( $\chi^2 = 3.926, P = 0.048$ );不同形状口罩不同年龄组通过率比较,差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。见表 2。

2.4 受试者的不同头面部位尺寸 受试者不同头面部尺寸的基本分布见表 3。

表 4 适合性检验通过与未通过组受试者不同头面部位尺寸比较(cm)

Table 4 Comparison of the dimensions of subjects' different facial sites between the fitness passed and unpassed group

口罩类型		形态面长	鼻宽	鼻深	面宽	两下颌角间距	耳屏点间颌下弧长
拱形口罩	通过	11.52 ± 0.95	3.78 ± 0.34	1.92 ± 0.29	12.35 ± 1.18	11.97 ± 1.02	28.92 ± 2.36
	未通过	11.25 ± 0.84	3.70 ± 0.37	1.87 ± 0.26	12.25 ± 1.15	11.91 ± 1.26	28.62 ± 2.72
	<i>t</i>	2.694	1.937	1.659	0.767	0.469	1.022
	<i>P</i>	0.007	0.054	0.098	0.443	0.639	0.308
折叠形口罩	通过	11.32 ± 0.92	3.73 ± 0.36	1.90 ± 0.27	12.27 ± 1.16	11.88 ± 1.13	28.62 ± 2.50
	未通过	11.64 ± 0.81	3.77 ± 0.33	1.87 ± 0.28	12.42 ± 1.21	12.27 ± 1.26	29.43 ± 2.86
	<i>t</i>	-2.362	-0.866	0.590	-0.852	-2.242	-2.069
	<i>P</i>	0.019	0.387	0.556	0.395	0.026	0.039

表 2 不同年龄、性别医务人员口罩适合性检验通过情况

Table 2 Pass rates of mask fitness test for health care workers of different ages and genders

特征	拱形口罩			折叠形口罩			
	总数	通过	通过率(%)	总数	通过	通过率(%)	
性别	男	106	56	52.83	106	83	78.30
	女	214	86	40.19	214	186	86.92
年龄(岁)	<45	217	95	43.78	217	184	84.79
	≥45	103	47	45.63	103	85	82.52

表 3 受试者不同头面部位尺寸分布(cm)

Table 3 Distribution of the dimension of subjects' different facial sites (cm)

不同部位	均值	标准差	最小值	最大值	百分位		
					<i>P</i> <sub>5</sub>	<i>P</i> <sub>50</sub>	<i>P</i> <sub>95</sub>
形态面长	11.37	0.90	8.90	16.12	10.10	11.30	12.88
鼻宽	3.73	0.36	2.90	5.31	3.20	3.71	4.31
鼻深	1.89	0.27	1.05	2.80	1.41	1.90	2.35
面宽	12.29	1.16	8.46	17.90	10.46	12.30	14.12
两下颌角间距	11.94	1.16	8.90	15.90	10.21	11.90	14.07
耳屏点间颌下弧长	28.75	2.57	20.00	40.00	25.15	28.45	33.35

2.5 适合性检验通过与未通过组受试者不同头面部位尺寸比较 按照适合性检验结果,将受试者分成通过组与未通过组,结果显示,拱形口罩适合性检验通过者的形态面长大于未通过者,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ );折叠形口罩适合性检验通过者的形态面长、两下颌角间距、耳屏点间颌下弧长均小于未通过者,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。其余面部尺寸之间差异无统计学意义。见表 4。

使用 logistic 逐步回归分析法对头面部尺寸指标进行筛选,结果见表 5。对于拱形口罩,受试者形态面长较长者,适合性检验通过率较高;对于折叠形口罩,受试者形态面长较短者,适合性检验通过率较高。

表 5 头面部尺寸与适合性检验的 logistic 回归模型

Table 5 Logistic regression model for facial dimension and fitness test

口罩类型	头面部尺寸	$\beta$	$P$	OR	95%CI
拱形口罩	形态面长	0.344	0.009	1.410	1.091~1.823
折叠形口罩	形态面长	-0.375	0.021	0.687	0.500~0.945

表 6 聚类分析不同脸型的面部尺寸(cm)

Table 6 Cluster analysis on facial dimension of different facial shapes (cm)

脸型	形态面长	鼻宽	鼻深	面宽	两下颌角间距	耳屏点间颌下弧长
A 类( $n=143$ )	11.40±0.91	3.72±0.30	1.90±0.24	12.29±1.11	11.89±0.82	29.01±0.92
B 类( $n=67$ )	11.97±0.87	4.08±0.34	2.00±0.33	13.05±1.06	13.20±1.06	32.45±1.59
C 类( $n=110$ )	10.97±0.68	3.54±0.28	1.82±0.25	11.82±1.05	11.24±0.95	26.16±1.17

表 7 聚类分析不同脸型的不同口罩适合性检验通过情况

Table 7 Cluster analysis on the pass rates of fitness tests for different masks with different facial shapes

口罩类型	聚类脸型	适合性检验		通过率 (%)	$\chi^2$	$P$
		通过	不通过			
拱形口罩	A 类	71	72	49.65	3.865	0.145
	B 类	30	37	44.78		
	C 类	41	69	37.27		
折叠形口罩	A 类	130	13	90.91	12.865	0.002
	B 类	48	19	71.64		
	C 类	91	19	82.73		

### 3 讨论

3.1 不同形状口罩适合性检验的差异 适合性检验是检验呼吸器是否合适的金标准,许多国家都有定期开展适合性检验的建议或立法要求。美国职业安全与健康管理局(OSHA)及英国健康与安全执行委员会(HSE)等安全监管机构,要求工作人员在佩戴呼吸器之前必须进行适合性检验<sup>[4-6]</sup>。我国国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情联防联控机制综合组要求发热门诊及定点医院隔离病区医务人员必须通过适合性检验方可上岗<sup>[7]</sup>。医务人员可以通过适合

2.6 聚类分析 通过聚类分析将受试者头面部尺寸分为 3 种脸型,各类脸型的面部尺寸之间差异具有统计学意义。根据头面部尺寸大小的比较,A 类为适中脸型(143 名),B 类为较大脸型(67 名),C 类为较小脸型(110 名)。见表 6。

不同脸型的适合性检验通过率见表 7。拱形口罩在 A 类适中脸型中通过率最高,其次是 B 类较大脸型,C 类较小脸型中的通过率最低,但不同脸型间通过率差异无统计学意义。折叠形口罩在 A 类适中脸型中通过率最高,其次是 C 类较小脸型,B 类较大脸型的通过率最低,不同脸型间通过率比较,差异有统计学意义。

性检验评估医用防护口罩的形状和大小是否适合自身头面部尺寸,并以此为依据判断在正确使用医用防护口罩的前提下能否获得预期的呼吸道防护。

本研究对 320 名医务人员进行某品牌拱形、折叠形医用防护口罩的适合性检验,通过率分别为 44.38%、84.06%。由于设计形状的不同,同一受试者在佩戴不同口罩时适合性会存在差异,导致同品牌两种型号的口罩适合性检验通过率存在差异。折叠形口罩的适合性检验通过率高于拱形口罩,与国内外其他研究<sup>[8-10]</sup>结果一致,可能与拱形口罩含泡沫密封圈有关。相较于折叠形口罩,拱形口罩支撑性较强但可塑性难度较大,从而与面部贴合度较低,适合性通过率较低。本研究中有 38 名(11.88%)受试者佩戴两种医用防护口罩均未通过适合性检验,提示有限的医用防护口罩可能不足以充分保护所有的医务人员,医疗机构应提供多种形状、尺寸的口罩以满足不同人群的需求。

3.2 头面部尺寸与口罩适合性检验的关系 目前国际上呼吸防护用品设计、研发、认证依据,多数采用美国国家职业安全卫生研究所(NIOSH)要求洛斯阿拉莫斯国家实验室(LANL)开发的二元分栏,该分栏是基于 1967 年和 1968 年空军士兵及普通市民的面部尺寸和面宽数据提出。2003 年 NIOSH 基于 3 994 名普通市民的头面部尺寸数据更新了二元

分栏,并开发了包含 10 项头面部尺寸指标的主成分分栏<sup>[11]</sup>。为掌握我国人群的头面部尺寸数据,开发更符合我国人群的分栏,我国也开展了类似的研究,余丹等<sup>[12]</sup>以 3 000 名成年人的头面部尺寸数据为基础建立了头面部尺寸数据库,并提出了二元分栏和主成分分栏设计;杜利利等<sup>[13]</sup>对 20 项头面部指标进行聚类分析,筛选出形态面长、面宽、两下颌角间宽、唇长、鼻深为具有代表性的指标。人体头面部尺寸对口罩适应性影响因素是国内外研究的热点问题<sup>[14-15]</sup>,其中形态面长、面宽被认为是重要的影响因素<sup>[16]</sup>。研究发现,佩戴口罩时最容易发生泄漏的部位是鼻和下颌<sup>[17]</sup>。本研究在文献基础上,选择形态面长、面宽,与鼻部相关的鼻宽、鼻深,与下颌部相关的两下颌角间距、耳屏点间颌下弧长共六项指标,用于探讨头面部尺寸与口罩适合性检验的关系。

本研究对比适合性检验通过者与不通过者的头面部尺寸差异,发现形态面长与适应性的关系较为明确,形态面长较长的人群佩戴拱形口罩的适合性较好,而形态面长较短的人群佩戴折叠性口罩的适合性较好。一项呼吸器与中国人头面部尺寸的研究发现,随着形态面长的增加,呼吸器的适合性也增加<sup>[18]</sup>;另一项研究发现形态面长与总适合因数呈负相关<sup>[17]</sup>。形态面长与口罩适合性的关系尚无定论,可能是测试口罩与受试者的不同所导致的。折叠性口罩适合性检验通过者的耳屏点间颌下弧长小于未通过者,与 Zhang 等<sup>[18]</sup>研究结果一致,随着耳屏点间颌下弧长缩短,呼吸器的适合性也增加;在设计呼吸器时应将耳屏点间颌下弧长作为一项重要指标纳入考虑因素<sup>[19]</sup>。本研究中折叠性口罩适合性检验通过者的两下颌角间距小于未通过者,而 Oestensstad 等<sup>[20]</sup>研究发现,两下颌角间距与口罩适合性有显著相关性,但在不同性别中呈现不同的相关方向。目前,国内关于两下颌角间距与口罩适合性的研究较少,该头面部尺寸对口罩适合性检验的影响还需要进一步研究探讨。

本研究根据受试者的头面部尺寸,将受试者分为适中脸型、较大脸型和较小脸型。拱形口罩和折叠形口罩,均在适中脸型人群中有很好的适合性;拱形口罩在较大脸型人群中的适合性高于较小脸型人群,而折叠形口罩在较小脸型人群中的适合性高于较大脸型人群。与本研究形态面长等头面部尺寸较大人群佩戴拱形口罩的适合性较好,而头面部尺寸较小人群佩戴折叠形口罩适合性较好的结论相符。在不同类型口罩的适合性研究中,一些研究者将适合性检验通过率的性别差异归因于男女面部特

征的差异,女性的头面部尺寸测量值大多小于男性,较小脸型的女性在折叠形口罩的通过率高于男性,而较大脸型的男性在拱形口罩的通过率高于女性<sup>[21-23]</sup>,本研究也得出类似的结果。

3.3 适合性检验影响因素研究的意义 (1)头面部尺寸是影响医用防护口罩适合性的重要因素,通过开展人体头面部尺寸的测量与适合性检验影响因素的研究,为医用防护口罩生产企业提供产品设计的数据支持和参考依据,生产企业可以结合形态面长、两下颌角间距、耳屏点间颌下弧长指标,改进医用防护口罩,提升适合性。(2)不同脸部特征人群对口罩的适合性存在较大差异,单一类型的口罩难以在不同人群中均达到较好的适合性,医用防护口罩生产企业可以结合我国人群的面部特征特点,开发设计不同型号、尺寸、规格的医用防护口罩,以满足不同人群的需求。(3)医疗机构在应对呼吸道传染病时应配备多种医用防护口罩供医务人员选择,在购置医用防护口罩之前,应在从事呼吸道传染病防控高风险人群中开展适合性检验,一方面可以使医务人员接受正确佩戴口罩的培训,另一方面可以帮助医务人员选择适合自己的医用防护口罩,从而提高医务人员呼吸道防护技能和防护效果。(4)医疗机构可结合适合性检验测试的数据,在面临新发、突发呼吸道传染病的紧急时刻,根据佩戴者的面部特征,快速选择能达到较好适合性的医用防护口罩,为医务人员提供有效的呼吸道防护,提高医疗机构呼吸道传染病的防控能力。

本研究的局限性在于测试口罩仅选用某品牌两种不同形状的医用防护口罩,且受试者仅限于医疗机构的医务人员,研究结果在外推至全人群时支持力度有限,后续研究中可增加测试口罩种类和受试者数量,以进一步验证研究所得结果。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

#### [参考文献]

- [1] Liang MM, Gao L, Cheng C, et al. Efficacy of face mask in preventing respiratory virus transmission: a systematic review and Meta-analysis[J]. Travel Med Infect Dis, 2020, 36: 101751.
- [2] Li YN, Liang MM, Gao L, et al. Face masks to prevent transmission of COVID-19: a systematic review and Meta-analysis[J]. Am J Infect Control, 2021, 49(7): 900-906.
- [3] Zhuang ZQ, Coffey CC, Ann RB. The effect of subject chara-

- cteristics and respirator features on respirator fit[J]. *J Occup Environ Hyg*, 2005, 2(12): 641–649.
- [4] Centers for Disease Control and Prevention. TB respiratory protection in health-care settings fact sheet[EB/OL]. (2020–12–17)[2023–07–15]. <https://www.cdc.gov/tb/publications/factsheets/prevention/rphcs.htm>.
- [5] ISO. Respiratory protective devices-methods of test and test equipment – part 1: determination of inward leakage: ISO 16900–1: 2019[S]. Vernier, Geneva, Switzerland: ISO, 2019.
- [6] National Institute for Occupational Safety and Health. Total inward leakage test for half-mask air-purifying particulate respirators, procedure No. RCT-APR-STP-0068 [EB/OL]. (2007–01–31)[2023–07–15]. <https://www.cdc.gov/niosh/docket/archive/pdfs/NIOSH-036/0036–013107-test%20method.pdf>.
- [7] 国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情联防联控机制综合组. 关于印发医疗机构内新型冠状病毒感染预防与控制技术指南(第三版)的通知: 联防联控机制综发〔2021〕96号[EB/OL]. (2021–09–13)[2023–07–15]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/gzccwj/202109/c4082ed2db674c6eb369dd0ca58e6d30.shtml>. The Comprehensive Group of Joint Prevention and Control Mechanism of the State Council in Response to COVID-19. Technical guidelines on prevention and control of novel coronavirus infection in medical institutions (Third edition)[2021]96 [EB/OL]. (2021–09–13)[2023–07–15]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/gzccwj/202109/c4082ed2db674c6eb369dd0ca58e6d30.shtml>.
- [8] 纪晋文, 张震, 王慧雯, 等. 医用防护口罩的定性适合性检验效果比较[J]. *中华医院感染学杂志*, 2012, 22(24): 5469–5471. Ji JW, Zhang Z, Wang HW, et al. Qualitative fit test of medical protective masks: a comparative study[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2012, 22(24): 5469–5471.
- [9] 甄维, 刘宓, 张靖, 等. 适用于生物安全三级实验室的口罩的适合性影响因素[J]. *中华实验和临床病毒学杂志*, 2017, 31(2): 172–175. Zhen W, Liu M, Zhang J, et al. Factors affecting the fit of respirators in the biosafety level 3 laboratory [J]. *Chinese Journal of Experimental and Clinical Virology*, 2017, 31(2): 172–175.
- [10] Ciotti C, Pellissier G, Rabaud C, et al. Effectiveness of respirator masks for healthcare workers, in France[J]. *Med Mal Infect*, 2012, 42(6): 264–269.
- [11] Zhuang ZQ, Bradtmiller B, Shaffer RE. New respirator fit test panels representing the current U. S. civilian work force [J]. *J Occup Environ Hyg*, 2007, 4(9): 647–659.
- [12] 余丹, Zhuang ZQ, 程文娟, 等. 中国成年人呼吸防护用品适合性检验新型头面分栏研究[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2009, 27(7): 400–404. Yu D, Zhuang ZQ, Cheng WJ, et al. Two new anthropometric panels of respirator fit test for Chinese adult workers[J]. *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases*, 2009, 27(7): 400–404.
- [13] 杜利利, 汪利民, Zhuang ZQ, 等. 中国成年人头面测量及分析[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2008, 26(5): 266–270. Du LL, Wang LM, Zhuang ZQ, et al. Measurement and analysis of human head-face dimensions[J]. *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases*, 2008, 26(5): 266–270.
- [14] Allison C, Tennant M, Xiang P, et al. Navigating the shifting sands of filtering facepiece respirator provision during the COVID-19 pandemic: a system response for maximising staff safety[J]. *BMJ Open Qual*, 2021, 10(3): e001163.
- [15] Regli A, Sommerfield A, von Ungern-Sternberg BS. The role of fit testing N95/FFP2/FFP3 masks: a narrative review[J]. *Anaesthesia*, 2021, 76(1): 91–100.
- [16] McMahon E, Wada K, Dufresne A. Implementing fit testing for N95 filtering facepiece respirators: practical information from a large cohort of hospital workers[J]. *Am J Infect Control*, 2008, 36(4): 298–300.
- [17] 张雪艳, 李玉珍, 贾宁助, 等. 颗粒物防护口罩适合因子的影响因素研究[J]. *中国安全科学学报*, 2015, 25(3): 121–125. Zhang XY, Li YZ, Jia NZ, et al. Research on factors affecting particulate respirator fit factor[J]. *China Safety Science Journal*, 2015, 25(3): 121–125.
- [18] Zhang XY, Jia N, Wang ZX. The relationship between the filtering facepiece respirator fit and the facial anthropometric dimensions among Chinese people[J]. *Ind Health*, 2020, 58(4): 318–324.
- [19] Han DH, Choi KL. Facial dimensions and predictors of fit for half-mask respirators in Koreans[J]. *AIHA J (Fairfax, Va)*, 2003, 64(6): 815–822.
- [20] Oestestad RK, Elliott LJ, Beasley TM. The effect of gender and respirator brand on the association of respirator fit with facial dimensions[J]. *J Occup Environ Hyg*, 2007, 4(12): 923–930.
- [21] Milosevic M, Kishore Biswas R, Innes L, et al. P2/N95 filtering facepiece respirators: Results of a large-scale quantitative mask fit testing program in Australian health care workers[J]. *Am J Infect Control*, 2022, 50(5): 509–515.
- [22] Chopra J, Abiakam N, Kim H, et al. The influence of gender and ethnicity on facemasks and respiratory protective equipment fit: a systematic review and Meta-analysis[J]. *BMJ Glob Health*, 2021, 6(11): e005537.
- [23] 刘冰, 王丽, 金雯, 等. 医务人员佩戴不同类型医用防护口罩的适合性检验[J]. *中国消毒学杂志*, 2022, 39(7): 530–533. Liu B, Wang L, Jin W, et al. Fitness test of medical staff wearing three types of medical protective masks[J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2022, 39(7): 530–533.

(本文编辑:左双燕)

**本文引用格式:**贾会学,姚希,胡美华,等. 医用防护口罩适合性与头面部尺寸关系的研究[J]. *中国感染控制杂志*, 2023, 22(8): 907–912. DOI: 10.12138/j.issn.1671–9638.20233810.

**Cite this article as:** JIA Hui-xue, YAO Xi, HU Mei-hua, et al. Relationship between the fitness of medical protective mask and facial dimension[J]. *Chin J Infect Control*, 2023, 22(8): 907–912. DOI: 10.12138/j.issn.1671–9638.20233810.