

Utilidad de la antropometría facial en la selección de tallas de respiradores: Estudio piloto en trabajadores peruanos de construcción civil

Utility of facial anthropometry in selecting respirator size: a pilot study in civil construction workers

Pierina Calderón-Alegre^{1,2,a}, Christian R. Mejía^{3,b}, Raúl Gomero-Cuadra^{1,c}

RESUMEN

Las dimensiones antropométricas faciales son usadas para predecir la talla del respirador de trabajadores expuestos a agentes químicos inhalatorios; sin embargo, la característica multirracial de la población peruana no ha sido evaluada respecto a las tallas de los respiradores en el mercado. **Objetivo:** Determinar si el uso de las dimensiones antropométricas faciales es útil para determinar la talla de los respiradores de media cara, en un grupo de trabajadores peruanos de construcción civil. **Material y métodos:** Estudio piloto, transversal, analítico, realizado en 117 trabajadores en quienes se utilizó la longitud de la cara y la anchura de la boca, para determinar la talla del respirador de media cara de tres marcas y su verificación con pruebas de ajuste. Se consideró los parámetros faciales porque son puntos sensibles de fuga de aire para las pruebas de ajuste. **Resultados:** La media de la longitud de la cara en $12,2 \pm 0,6$ cm y la media del ancho de la boca fue de $5,3 \pm 0,6$ cm. Luego se hicieron las pruebas de ajuste, se observó que pasó satisfactoriamente la marca A, mientras que en las marcas B y C se obtuvo dificultad para el ajuste en varias variables. **Conclusión:** Las dimensiones antropométricas faciales pueden ser usadas para la selección de la talla del respirador, sin embargo, deberá considerarse la marca del respirador.

PALABRAS CLAVE: Antropometría, cara, respirador, dispositivos de protección respiratoria. (Fuente: DeCS BIREME)

SUMMARY

Facial anthropometric features are used to predict the size of respirators in workers exposed to inhalatory chemical products. However, the multiracial features of the Peruvian population has not been taken into account in this process. **Objective:** to determine whether the use of facial anthropometric measurements is useful to select the size of half-face respirators in civil construction workers. **Methods:** A cross-sectional study was conducted in 117 workers in whom the length of the face and widening of the mouth was used to determine the size of three half-face respirators. **Results:** Mean length of face was 12.2 ± 0.6 cm and mean of mouth widening was 5.3 ± 0.6 cm. After performing adjustment, only brand A passed the evaluation, the B and C brands had difficulties in adjusting to several variables. **Conclusion:** Facial anthropometric features can be used to select the size of respirators.

KEYWORDS: Anthropometry, face, masks, respirator, respiratory protection devices. (Source: BIREME).

- 1 Sociedad de Medicina Ocupacional y Medio Ambiente. Lima, Perú.
- 2 Escuela de Medicina Humana, Universidad Privada de Tacna, Perú.
- 3 Escuela de Medicina Humana, Universidad Continental. Huancayo, Perú.
- a Médico, egresada de la Maestría en Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
- b Médico magíster en Salud Ocupacional y Medio Ambiente e Investigación.
- c Médico especialista en Medicina Ocupacional y Medio Ambiente.

INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH

INTRODUCCIÓN

A nivel global la utilización de agentes químicos se ha extendido a todas las actividades económicas, incluido el rubro de la construcción civil. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) reporta que se utilizan distintos tipos de agentes químicos y que cada año se introducen 400 millones de toneladas en el mercado (1,2), además, menciona que, de los 2,2 millones de muertes debidas a enfermedades profesionales, algunas de ellas se relacionan directamente con la exposición a agentes químicos (3), haciendo necesaria la gestión de la protección respiratoria por los efectos que podrían generar en la salud de los usuarios.

El uso de respiradores es una medida de control ampliamente utilizada en las tareas relacionadas a la construcción civil para mitigar la exposición a los agentes químicos (4). Por ello, en la última década ha tomado importancia el estudio de los beneficios de la medición de las dimensiones antropométricas faciales para la elección de los respiradores (5), para lograr el adecuado ajuste. Éstas dimensiones antropométricas son variables entre la población latinoamericana, sin embargo, es necesario el conocimiento y medición de las mismas con el fin de conseguir un diseño y ajuste facial adecuado de los equipos de protección respiratoria (6).

En el Perú no contamos con regulaciones ni guías para la selección de los respiradores, al igual que en otros países de Latinoamérica. Algunas organizaciones utilizan pruebas de ajuste cualitativas y cuantitativas, como lo recomienda la Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (6). En EEUU, el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) recomienda la realización de pruebas de ajuste para garantizar la protección que ofrece el respirador al usuario y con ello no afectar su eficacia (7). Las múltiples marcas de respiradores que existen en el mercado peruano cumplen con estándares de certificación, no obstante, la incipiente literatura científica sugiere que la elección de los mismos también puede considerar la medición de la antropometría facial de los usuarios (8).

Luego de revisar información publicada sobre la utilidad de la antropometría facial para la selección de los respiradores, no encontramos estudios en poblaciones latinoamericanas y son escasas a nivel mundial.

El objetivo del trabajo fue determinar si el uso de las dimensiones antropométricas faciales es útil para determinar la talla de los respiradores de media cara, de un grupo de trabajadores peruanos de construcción civil.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio piloto, observacional de tipo transversal, analítico. La población estudiada fue de 117 trabajadores peruanos de construcción civil en el año 2016, ubicados en La Libertad (34 m.s.n.m), región Norte del Perú.

Se incluyeron a los trabajadores que requirieron el uso de respiradores de media cara, de silicona, y que completaron una prueba de ajuste cualitativa. La información fue obtenida de los registros de los exámenes *médicos* ocupacionales.

No se incluyeron en el estudio, a los trabajadores que tuvieron contraindicación médica para el uso de respirador, como uso de barba, bigote o patillas.

Luego, se seleccionó la talla del mismo utilizando las medidas antropométricas faciales establecidas en la norma UNE-EN ISO 7250-134 “Dimensiones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico” (9). Las medidas antropométricas faciales consideradas fueron: Longitud de la cara (distancia entre nasión y el mentón) y la anchura de la boca según la tabla 1 y su relación esperada con las tallas se pueden observar en la tabla 2.

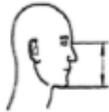
Para el estudio seleccionamos las tres principales marcas utilizadas en el mercado peruano, las cuales fueron probadas por cada trabajador. Para el estudio se nominaron a las marcas como A, B y C.

Los resultados de la prueba cualitativa de ajuste fueron considerados “satisfactorio” cuando no se halló fugas en la pruebas de sellado y “no satisfactorio” cuando se presentaron fugas de aire en la prueba, de acuerdo al manual del equipo Qualitative Fit Test Apparatus FT-10 (Sweet) and FT-30 (Bitter) (10). El estudio fue abierto, es decir, los trabajadores conocían las marcas al momento de la evaluación.

Se elaboró una base de datos con la información de los trabajadores que incluyó edad, sexo, lugar de nacimiento, lugar de procedencia, medidas de antropometría facial, marca del respirador y los resultados de las pruebas de ajuste. Para la recolección

INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH

Tabla 1. Medidas antropométricas faciales.

Longitud de la cara	Distancia en el plano sagital medial medio entre el nasión y el mentón. La persona mantiene la boca cerrada y la cabeza orientada según el plano de Frankfurt.	
Anchura de la boca	Distancia en línea recta entre los puntos de referencia cheilión derecho e izquierdo, situados en las esquinas de la boca, con la boca cerrada y los músculos faciales relajados	

Fuente: UNE-EN ISO 7250-134 “Dimensiones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico” (9).

Tabla 2. Talla de respiradores según medidas antropométricas faciales.

Talla de respirador	Anchura de la boca	Longitud de la cara
Pequeña (S)	3,5 cm – 4,5 cm	9 cm – 11,5 cm
Mediana (M)	4,5 cm - 6 cm	11,5 cm – 12,5 cm
Grande (L)	6 cm – más	12,5 cm – más

Fuente: UNE-EN ISO 7250-134 “Dimensiones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico” (9).

de datos se usó el programa Microsoft Excel para Windows 2007. Se utilizó el programa estadístico STATA versión 11,1.

Se utilizó estadística descriptiva, para las variables cuantitativas se determinaron medidas de tendencia central (media o mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar o rango intercuartílico), según la distribución de los valores. Para las variables cualitativas se utilizaron frecuencias y porcentajes. Para la estadística inferencial se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$. El análisis multivariado fue realizado con modelos lineales generalizados.

No se consideró necesario la aprobación de un Comité de Ética debido a que la organización empleadora realizaba rutinariamente este tipo de evaluación a los trabajadores usuarios de respiradores, considerando la inocuidad y beneficios del proceso y siguiendo estándares internacionales de seguridad y salud.

RESULTADOS

La población estudiada estuvo conformada por 117 trabajadores de sexo masculino, usuarios de respiradores de media cara, la edad media fue $40,1 \pm 11,0$ años; las características demográficas están descritas en la tabla 3.

La longitud de la cara de los trabajadores evaluados fue $12,2 \pm 0,6$ cm (rango entre 9,0 – 13,0 cm) y el ancho de la boca $5,3 \pm 0,55$ cm (rango de 3,6 – 6,0 cm). Tres (2,6%) trabajadores requirieron respirador

de talla pequeña, 73 (62,4%) talla mediana y 41 (35%) talla grande.

El ajuste satisfactorio según la marca del respirador fue: en talla S 100,0% en la marca A, 66,7% en la marca C y 33,3% en la marca B; para la talla M 94,5% en la marca A, 65,8% en la marca C y 31,5% en la marca B, y para la talla L, 90,2% en la marca A, 56,1% en la marca C y 19,5% en la marca B.

Tabla 3. Características socio-laborales de los trabajadores evaluados.

Variable	Frecuencia	%
Puesto		
Operario	81	69,8
Oficial	31	26,7
Capataz	4	3,5
Área de trabajo		
Producción	106	91,4
Equipos	10	8,6
Ciudad de Nacimiento		
La Libertad	82	70,1
Lima	14	12,0
Otra	21	17,9
Ciudad de residencia		
La Libertad	97	82,9
Lima	6	5,1
Otra	14	12,0

Tabla 4. Análisis multivariado de las variables asociadas a tener una prueba satisfactoria en las pruebas de los respiradores de media cara.

Variable	Valor p de la asociación de variables según el tener una prueba satisfactoria según la marca		
	A	B	C
Edad (años)	0,347	0,386	0,035
Talla grande (respirador)	0,597	0,236	0,532
Es capataz u oficial	0,675	0,851	0,017
Ancho de la boca (cm)	0,726	0,009	0,155
Longitud de la cara (cm)	0,483	0,012	0,087
Tipo de respirador			
Con cartucho	C.C.	C.C.	C.C.
Con filtro	0,08	<0,001	0,038
Mixto	0,488	<0,001	0,313
Lugar de nacimiento			
Otra ciudad	C.C.	C.C.	C.C.
Trujillo	0,358	0,564	0,683
Lima	0,071	0,033	0,498

El análisis de regresión de los modelos lineales entre las variables evaluadas y los resultados de las pruebas de ajuste cualitativo se puede apreciar en la tabla 4.

DISCUSIÓN

El uso de respiradores genera la necesidad de realizar pruebas de ajuste para corroborar el adecuado sellado de los bordes del respirador con respecto a la antropometría facial del usuario. Actualmente el *gold estandar* para evaluar el sellado, son las pruebas de ajuste cualitativas y, sobretodo las cuantitativas (4,5); que tienen como limitante el costo del equipo y el tiempo de cada prueba versus el número de evaluados; por eso consideramos que la medición de parámetros antropométricos faciales del trabajador peruano podría aportar a la medicina ocupacional. En el Perú, y en la mayoría de países de Latinoamérica, no son frecuentes los estudios antropométricos faciales en Salud Ocupacional (11,12); sin embargo, algunos estudios realizados en el área de la Medicina Estética y la Ingeniería, proponen metodologías para obtener los rasgos antropométricos faciales (13-15).

Aún no tenemos un estándar de antropometría en nuestro país, por ello, nuestro estudio referenció las normas UNE (9), publicadas en España, que nos orientó la forma de realizar las mediciones. En un estudio realizado en los Estados Unidos, se evidenció que

existen diferencias antropométricas entre las diversas etnias (16). En nuestra investigación, encontramos similitud en la longitud de la cara y la anchura de la boca entre varones mestizos provenientes de la Costa y Sierra central; pero es necesario profundizar estudios que incluyan otros aspectos como el grupo etario, el género, el estado nutricional y las etnias, entre otros.

En estudios similares realizados en población coreana (17,18) y norteamericana (19-21) también usaron dimensiones antropométricas de cabeza y rostro para evaluar la talla del respirador y el ajuste de los respiradores (17,22), en ambos casos, la medición de la longitud de la cara y la anchura de la boca fueron los parámetros usados, como en nuestro estudio. Para la población coreana fue importante la medición de la protrusión de la nariz para garantizar una prueba de ajuste satisfactoria (17), resaltando la importancia de considerar puntos de medida adecuadas del rostro para poder garantizar la elección de un equipo de protección respiratoria adecuada que satisfaga las pruebas de ajuste y la morfología del rostro en forma individualizada. Otros estudios mencionan que, al realizar las pruebas de ajuste, los puntos de fuga de aire más evidenciables correspondían a la zona de la nariz y la barbilla (8,16).

El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de los Estados Unidos de

INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH

Norteamérica, considera necesario la realización de pruebas de ajuste en los usuarios de respiradores de media cara, ya que contribuye a verificar la talla adecuada del respirador (15,23), sin embargo, éstas son poco conocidas y pueden volverse complejas por los costos asociados al equipo de medición. La incorporación de la medición de antropometría facial en la evaluación médico ocupacional, al iniciar el vínculo laboral, podría garantizar la selección de la talla del respirador (24). A diferencia de otros estudios, en nuestro estudio se obtuvo resultados variables de pruebas satisfactorias para las tres tallas y marcas de respiradores, a pesar que todas estaban certificadas, lo cual requiere una mayor indagación en siguientes estudios. La mayoría de estudios científicos revisados no ha comparado marcas de respiradores.

Los diferentes resultados de las pruebas de ajuste entre las marcas sugiere que existe la falta de acople al usuario y puntos de ajuste no adecuados al rostro, lo que diferencia la adaptabilidad de las marcas de respiradores de media cara a los trabajadores evaluados. Además, este hallazgo podría relacionarse con las características de fabricación y calidad del producto que le brinda un mejor ajuste y la aceptación por el usuario. También debemos considerar que las características faciales de los peruanos evaluados difieren de los normados para las marcas evaluadas, lo cual refuerza la necesidad de desarrollar estudios de antropometría facial.

La muestra de nuestro estudio representa una limitante para extrapolar los resultados a otras poblaciones, además, el conocimiento del trabajador sobre el respirador durante las pruebas de ajuste predispone a su uso, siendo necesario que siguientes estudios similares puedan considerar un diseño ciego o doble ciego en relación a la marca. Asimismo, deberá considerarse la variabilidad del ajuste del respirador relacionado con cambios en la anatomía facial en el tiempo de uso.

En conclusión, la utilización de la antropometría facial en los trabajadores evaluados puede ser útil para la determinación de la talla de respiradores, sin embargo, mayores estudios son necesarios teniendo en cuenta la marca del respirador.

Declaración de financiamiento y de conflictos de interés:

El estudio fue financiado por los autores. **PC:** proporcionó y validó la información bajo criterios de

confidencialidad y ética para realizar el estudio, siendo datos obtenidos de personal directo de la empresa donde laboraba.

Contribución de autoría:

RG: idea de investigación, diseño del estudio y redacción final; **PC:** elaboró la base de datos y redactó el primer borrador del manuscrito; **CM:** análisis estadístico. Todos los autores aprobaron la versión final para publicación.

Correspondencia:

Raúl Gomero Cuadra
Jr. Paseo de Aguas Mz D Lote 18, La Molina, Lima
Teléfono: (511) 3654310
Correo electrónico: Raul.gomero.c@gmail.com

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Internacional del Trabajo. Control de riesgos de accidentes mayores: Manual práctico. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo; 1990. (Citado el 11 de setiembre de 2018). Disponible en: https://www.ilo.org/safework/info/instr/WCMS_235688/lang-es/index.htm
2. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2013. (Citado el 13 de setiembre de 2018). Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_AQ.pdf
3. Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional. Información sobre los riesgos de los productos químicos. Ministerio de Trabajo de los EE.UU. Washington DC: Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional; 1989. (Citado el 14 de setiembre de 2018). Disponible en <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3117/osha3117.pdf>
4. Herrick R, Nelson T. Enciclopedia OIT. Higiene y Seguridad Laboral. Aspectos generales y principios de la protección personal. En: Organización Internacional del Trabajo. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo. (Citado el 7 de febrero de 2006). Disponible en: <https://higieneysseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/04/oit-enciclopedia-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo.pdf>
5. Mutua de accidentes de trabajo y enfermedades Profesionales de la Seguridad Social. Eficacia en la utilización de los equipos de protección

- respiratoria. Evaluación cuantitativa del ajuste facial en mascarillas autofiltrantes. Mutua de accidentes de trabajo y enfermedades Profesionales de la Seguridad Social; 2010. (Citado: el 5 de octubre de 2018). Disponible en: <https://prevencion.fremap.es/Documentos%20observatorio%20siniestralidad/Estudio%20eficacia%20equipos%20proteccion%20respiratoria.pdf>
6. Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional. Pruebas de ajuste de respiradores. Washington DC: Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional; 2000. (Citado el 04 de agosto de 2004). Disponible en: https://www.osha.gov/video/respiratory_protection/fittesting_sp_transcript.html.
 7. Instituto de Salud Pública de Chile. Proyecto de Cooperación Internacional en Salud Ocupacional OMS / OPS – entre National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) con el Ministerio de Salud y el Instituto de Salud. Guía de Selección y Control de Protección Respiratoria. Santiago: Ministerio de Salud, Instituto de Salud Pública de Chile; 2015. (Citado el 20 de setiembre de 2017) Disponible en: http://www.ispch.cl/salud_ocup/epp/epp/Guia%20Seleccion%20EPR.pdf
 8. Oestenstad R, Dillion K, Perkins L. Distribution of Faceseal Leak Sites on a Half-Mask Respirator and Their Association with Facial Dimensions. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1990; 51(5):285-290.
 9. Asociación Española de Normalización. Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias (ISO 7250-1:2008). Madrid: Asociación Española de Normalización; 2010.
 10. 3M Occupational Health and Environmental Safety Division. Qualitative Fit Test Apparatus FT-10 (Sweet) and FT-30 (Bitter) Instructions for Use. Minnessota: 3M Occupational Health and Environmental Safety Division; 2005.
 11. Organización Mundial de la Salud. Comité de Expertos. El Estado físico: uso e interpretación de la antropometría. I Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1995. (Citado el 12 de octubre de 2018). Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42132/WHO_TRS_854_spa.pdf;jsessionid=022247FAC650B41E1043AB079A00CDB9?squence=1
 12. Ramírez A. Antropometría del trabajador minero de la altura. *An Fac Med*. 2006; 67(4):298-309.
 13. Flórez M, Hernández I, Rossano G. Estructuración y estandarización de la Antropometría Facial en función de proporciones. *Int J Cosmet Med Sur*. 2004; 6(3):10-14.
 14. Prieto F. Antropometría facial a partir de múltiples vistas: una propuesta metodológica. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales; Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación; Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2008. (Citado el 12 de octubre de 2018). Disponible en: http://www.docentes.unal.edu.co/jbgomezmdocs/Trab_Promocion.pdf
 15. Shaffer R, Janssen L. Selecting models for a respiratory protection program: What can we learn from the scientific literature? *Am J of Infect Control*. 2015; 43(2):127-132.
 16. Zhuang Z, Landsittel D, Benson S, Roberge R, Shaffer R. Facial anthropometric differences among gender, ethnicity, and age groups. *Ann Occup Hyg*. 2010; 54(4):391-402.
 17. Lee W, Jeong J, Park J, et al. Analysis of the facial measurements of Korean Air Force pilots for oxygen mask design. *Ergonomics*. 2013; 56(9):1451-64.
 18. Hyunwook K, Don-Hee H, Young-Man R, Kangyoon K. Facial Anthropometric Dimensions of Koreans and their associations with fit of quarter-mask respirators. *Industrial Health*. 2003; 41(1):8-18.
 19. Skretvedt OT, Loschiavo JG. Effect of facial hair on the face seal of negative-pressure respirators. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1984; 45(1):63-66.
 20. Stobbe T, daRoza RA, Watkins MA. Facial hair and respirator fit: a review of the literature *Am Ind Hyg Assoc J*. 1988; 49(4):199-204.
 21. Zhuang Z, Bradtmiller B. Head-and-face anthropometric survey of U.S. respirator users. *J Occup Environ Hyg*. 2005; 2 (11):567-76.
 22. Oestenstad RK, Elliott LJ, Beasley TM. The effect of gender and respirator brand on the association of respirator fit with facial dimensions. *J Occup Environ Hyg*. 2007; 4(12):923-30.
 23. Clayton M, Vaughan N. Fit for purpose? The role of fit testing in respiratory protection. *Ann Occup Hyg*. 2005; 49 (7):545–548.
 24. Danyluk Q, Hon CY, Neudorf M, Yassi A, Bryce E, Janssen B, Astrakianakis. Health care workers and respiratory protection: is the user seal check a surrogate for respirator fit-testing? *J Occup Environ Hyg*. 2011; 8(5):267- 70.

Recibido: 25/01/2019
Aceptado: 20/06/2019