



Cambios en el somatotipo relacionados al entrenamiento militar básico en cadetes mexicanos

Changes in somatotype due to basic military training exercise in mexican cadets

Manuel Alejandro Rodríguez-Guiza,* Catalina Martínez-Campos†

* Mayor Médico Cirujano. Hospital Militar Regional, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

† Coronel Médico Cirujano. Escuela Militar de Medicina, Centro Militar de Ciencias de la Salud, Ciudad de México.

Escuela Militar de Medicina, Centro Militar de Ciencias de la Salud, Ciudad de México.

RESUMEN

Introducción: Los programas de ejercicio en las fuerzas armadas constituyen un tema fundamental de la capacitación militar. Sin embargo, los métodos para evaluar el efecto de una intervención de ejercicio en la morfología del cuerpo son heterogéneos, con validaciones irregulares. En este estudio, consideramos al somatotipo para evaluar los efectos del entrenamiento militar básico sobre la composición corporal en cadetes mexicanos. **Material y métodos:** Se midió el somatotipo de todos los cadetes ($n = 70$) de ingreso a la Escuela Militar de Medicina de México en 2008 (hombres $n = 31$, mujeres $n = 39$), antes y después del entrenamiento militar básico, con dos meses en longitud. **Resultados:** Se encontró que en la intervención de entrenamiento en hombres, hubo aumento de la mesomorfia ($p < 0.005$) y la disminución de la endomorfia ($p < 0.05$), sin un cambio estadísticamente significativo en la ectomorfia. El entrenamiento no produjo ningún cambio estadísticamente significativo en el somatotipo de las mujeres. **Conclusiones:** Nuestros resultados sugieren que el uso del somatotipo para evaluar los cambios en la composición corporal relacionadas al entrenamiento es un método confiable. Discutimos la manera en que el entrenamiento físico militar afecta a los cadetes mexicanos de una manera dependiente del sexo.

Palabras clave: Somatotipo, ejercicio, cadetes, entrenamiento militar.

ABSTRACT

Introduction: Armed Forces exercise programs constitute a fundamental issue of military training. However, methods to evaluate the effect of an exercise intervention on body morphology are heterogeneous with irregular validations. In this study we considered the somatotype body parameters to evaluate the effects on body composition of the basic military training in Mexican cadets. **Material and methods:** The somatotype of all cadets ($n = 70$) of new entry to Military School of Medicine of Mexico in 2008 was measured (men $n = 31$, women $n = 39$), before and after the Basic Military Training, with two months in length. **Results:** We found that training intervention in men, increased mesomorphy ($p < 0.005$) and decreased endomorphy ($p < 0.05$), with no statistically significant change in ectomorphy. The training did not yield any statistically significant change in the women somatotype parameters. **Conclusions:** Our results suggested that the use of somatotype parameters to evaluate changes in body measures due to training intervention is a reliable method. We discuss how the military physical training affects mexican cadets in a sex dependent manner.

Keywords: Somatotype, exercise, cadets, military training.

Introducción

La aptitud física se considera un aspecto fundamental en todos los protocolos de control militar, independientemente del país,¹⁻³ y México no es una excepción, como se

puede ver en los diversos programas diseñados a este respecto⁴ a lo largo del tiempo, varios métodos se han desarrollado para evaluar la aptitud física del entrenamiento militar,⁵⁻⁷ aunque muchos de estos métodos tienen múltiples deficiencias en la objetividad de la evaluación.

El somatotipo de Heath y Carter consiste en un modelo de representación tridimensional de la composición corporal.⁸ El primer módulo representa la mesomorfia, que explica los parámetros de la musculatura. El segundo representa la endomorfia, que explica la adiposidad. Finalmente, el último módulo representa ectomorfia, explicando linealidad y proporcionalidad. Los valores relacionados con el módulo se obtienen a través de protocolos de antropometría estandarizados, que incluyen la medición de pliegues de la piel, diámetros, longitudes y circunferencias, así como el peso y la altura.^{8,9} Juntos, todos estos parámetros, a través de ecuaciones estandarizadas y validadas en varias poblaciones,¹⁰ proporcionan un sistema dimensional que permite representar gráficamente la condición física del sujeto o una muestra con respecto a un estándar, pero también con respecto a sí mismo en otro momento. El somatotipo se ha utilizado ampliamente para la evaluación global de la condición física, para compararlo con una condición ideal y para evaluar la composición corporal relacionada con la salud,¹¹⁻¹⁵ así como los resultados de los programas deportivos y el acondicionamiento físico.¹⁶⁻¹⁸

Hasta ahora, los métodos de evaluación de la condición física en el medio militar consistían de forma predominante en pruebas prácticas con series de ejercicios, orientadas hacia la evaluación de la capacidad aeróbica, además de la fuerza muscular, como pruebas de longitud, abdominales, flexiones y estiramientos, lagartijas y carrera de obstáculos. Además, también evalúan tareas de combate como cargar equipos, manejar misiones y armamento. Algunos protocolos de investigación han utilizado el cicloergómetro para medir el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), la bioimpedancia electromagnética para la composición corporal y la hidrodensitometría, aunque no se utilizan de forma rutinaria.¹⁹

Dado que pocos estudios han empleado métodos objetivos para evaluar los cambios morfométricos relacionados con el entrenamiento físico, en este estudio evaluamos el somatotipo para evaluar los efectos del programa de ejercicios incluido en el entrenamiento militar básico de los cadetes, a fin de tener una evaluación objetiva de este programa. Nos enfocamos en describir los efectos del programa de ejercicios en: I) mesomorfia; II) endomorfia y III) ectomorfia, en hombres y mujeres cadetes mexicanos. Planteamos la hipótesis de que, tanto en hombres como en mujeres, la intervención con ejercicio: I) aumenta la mesomorfia; II) disminuye la endomorfia; y III) no afecta a la ectomorfia.

Material y métodos

Criterios de inclusión: todos los cadetes de nuevo ingreso a la Escuela Militar de Medicina de México en el año 2008. A todo cadete incluido en el estudio se le pidió autorización mediante formato de consentimiento informado. **Criterios de no inclusión:** cadetes que ya habían pertenecido al Ejército Mexicano antes de 2008. **Criterios de eliminación:** los cadetes se eliminaron del estudio si no completaron el curso de capacitación.

Se realizó antropometría de acuerdo con los protocolos de la Sociedad Internacional de Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés), utilizando un equipo certificado de cineantropometría ISAK.

Además, la sumatoria de pliegues cutáneos ($\sum \text{SF}$) fue obtenido para calcular la Endomorfia (En), Mesomorfia (Me) y Ectomorfia (Ec) con las ecuaciones de Heath y Carter respectivas. Las medidas de pliegues cutáneos se registraron tres veces y se consideró su valor promedio. Todas las mediciones fueron registradas por el mismo investigador, entrenado previamente para medir las mediciones de antropometría según los estándares ISAK.

Curso de entrenamiento militar. El programa de ejercicio consistió en un curso de ocho semanas (Curso de Adiestramiento Militar Básico Individual),²⁰ con un programa estandarizado de ejercicio físico diario con dos días de descanso por semana. La intervención diaria de ejercicio incluía programas de ejecución (un promedio de tres horas diarias); además, se complementó con series de ejercicios básicos como lagartijas, saltos coordinados, etcétera. La natación (sesiones de una hora) se practicó dos veces por semana. Todos los cadetes fueron alimentados con una estandarizada.

Análisis estadístico. Para evaluar las diferencias en los parámetros del somatotipo relacionadas al entrenamiento se elaboró un modelo de regresión lineal para cada parámetro, estratificado por género. La variable de respuesta fue el parámetro de somatotipo después del entrenamiento, mientras que las variables explicativas fueron todas las variables de somatotipo antes del entrenamiento. Los términos no significativos se eliminaron utilizando un procedimiento de eliminación hacia atrás basado en la prueba de razón de verosimilitud. Todos los análisis y las cifras se realizaron utilizando el programa R v.3.3.3.²¹

Resultados

Se incluyeron un total de 70 cadetes ($n = 31$ y 39 , hombres y mujeres, respectivamente) con una edad promedio de 18.5 ± 1 años.

Somatotipo preentrenamiento. Mostramos los resultados de los parámetros de los somatotipos por género, con valores antes del entrenamiento, después del entrenamiento y p-valor, como se indica a continuación:

Hombres: la intervención de entrenamiento incrementó la mesomorfia (3.82 ± 0.89 , 4.42 ± 0.77 ; $p = 0.006$), disminuyó la endomorfia (4.02 ± 1.02 , 3.45 ± 1.06 ; $p = 0.033$) y no cambió la ectomorfia (2.61 ± 0.88 , 2.61 ± 0.80 ; $p = 0.27$) (*Figura 1*).

Mujeres: la intervención de entrenamiento no produjo un cambio estadísticamente significativo en ningún parámetro del somatotipo (mesomorfia 3.62 ± 1.05 , 3.81 ± 1.02 ; $p = 0.43$); endomorfia 4.66 ± 0.92 , 4.41 ± 0.95 , $p = 0.26$; y ectomorfia 2.24 ± 1.06 , 1.98 ± 0.91 , $p = 0.27$) (*Figura 2*).

Discusión

Este es el primer intento de medir los cambios del somatotipo relacionados con el entrenamiento militar en cadetes mexicanos, además de describir clara-

mente las diferencias en los resultados por género. Nuestros resultados no apoyaron todas nuestras predicciones originalmente, habíamos predicho que todos los parámetros del somatotipo cambiarían después de la intervención del entrenamiento físico. No observamos tal cambio en el somatotipo de las mujeres. Primero enfocaremos esta discusión en las implicaciones para la salud de la intervención del entrenamiento físico en hombres y mujeres cadetes. Finalmente, analizaremos los beneficios del uso del somatotipo para la evaluación de los resultados del ejercicio.

Efectos del entrenamiento en el somatotipo de hombres (Tabla 1)

De acuerdo con los resultados obtenidos en nuestra muestra, los hombres mostraron un aumento significativo en la mesomorfia, disminución en la endomorfia y ningún cambio en la ectomorfia como se predijo inicialmente, lo que es compatible con lo que se ha informado en la literatura existente. Todos los estudios en el área han mostrado cambios similares, ya sea en

Tabla 1: Modelos de regresión lineal final, contruidos para probar los efectos de la intervención de entrenamiento militar inicial en el somatotipo en hombres cadetes mexicanos.

Variable de respuesta	AIC	Variables explicatorias (preentrenamiento)	Coefficientes	t-valor	Error estándar residual	R-cuadrado ajustado
Endomorfia						
Modelo 1	-6.74	Ectomorfia	-0.1343	-0.521	0.8447	0.3755
		Mesomorfia	-0.2225	-1.044		
		Endomorfia	0.6420	3.440***		
Modelo 2	-9.51	Endomorfia	0.6723	4.537***	0.8314	0.395
Ectomorfia						
Modelo 1	-6.74	Ectomorfia	-0.1343	-0.521	0.844	0.3755
		Mesomorfia	-0.2225	-1.044		
		Endomorfia	0.6420	3.440***		
Modelo 2	-9.51	Endomorfia	0.6723	4.537***	0.8314	0.395
Mesomorfia						
Modelo 1	30.72	Ectomorfia	-0.5142	-2.938**	0.5738	0.4473
		Mesomorfia	0.5128	4.048***		
		Endomorfia	-0.1953	-1.528		

* $p = 0.05$; ** $p = 0.01$; *** $p < 0.001$.

Los términos no significativos se eliminaron utilizando un procedimiento de eliminación hacia atrás basado en la prueba de razón de verosimilitud.

Tabla 2: Modelos de regresión lineal final, contruidos para probar los efectos de la intervención de entrenamiento militar inicial en somatotipo en mujeres cadetes mexicanas.

Variable de respuesta	AIC	Variables explicatorias (preentrenamiento)	Coefficientes	t-valor	Error estándar residual	R-cuadrado ajustado
Endomorfia						
Modelo 1	-2.31	Ectomorfia	-0.134	-0.251	0.9192	0.08206
		Mesomorfia	-0.2225	0.659		
		Endomorfia	0.6420	1.035		
Modelo 2	-9.51	Endomorfia	0.3701	2.239	0.9087	0.1029
Ectomorfia						
Modelo 1	-59.19	Ectomorfia	0.76299	6.456***	0.4172	0.7891
		Mesomorfia	-0.05024	-0.493		
		Endomorfia	0.05812	0.565		
Modelo 2	-62.56	Ectomorfia	0.76623	11.800***	0.4083	0.798
Mesomorfia						
Modelo 1	-43.55	Ectomorfia	-0.4952	-3.372***	0.5184	0.7436
		Mesomorfia	0.5128	4.048***		
		Endomorfia	-0.1953	-1.528		

* p = 0.05; ** p = 0.01; *** p = 0.001.

Los términos no significativos se eliminaron utilizando un procedimiento de eliminación hacia atrás basado en la prueba de razón de verosimilitud.

un contexto militar o no,^{6,7} pero la mayoría de ellos, mide variables para representar el rendimiento físico, como las lagartijas, correr, saltar o tirar, además de no contar con pruebas de seguimiento (Tabla 1).²²

Efectos del entrenamiento en el somatotipo de mujeres (Tabla 2)

Como se puede ver en los resultados, no se observó ningún cambio significativo en ninguno de los parámetros del somatotipo después del entrenamiento militar básico. Las diferencias en los resultados de las mujeres son multifactoriales y podrían explicarse parcialmente por las diferencias relacionadas con el género en la respuesta física al entrenamiento, debido al estímulo hormonal. Aunque no hay estudios previos que evalúen el entrenamiento militar con el modelo de somatotipo, los resultados son similares en la reducción de la adiposidad y el aumento de la musculatura;¹⁷ De hecho, Vaquero-Cristóbal y colaboradores¹⁶ habían reportado previamente la falta de significancia en los cambios mesomórficos en mujeres después de un entrenamiento de 16 semanas, con un pequeño cambio

en la endomorfia. Los factores fisiológicos asociados en este patrón de respuesta han sido ampliamente estudiados en la literatura de fisiología del deporte,¹⁶ además de que hay opiniones mixtas en este tema.

El entrenamiento militar en mujeres es un tema complejo, debido a las diferencias fisiológicas relacionadas con el sexo que probablemente dificulten los objetivos de entrenamiento y aumenten el riesgo de lesiones durante el curso de entrenamiento. El ejército británico reportó un mayor riesgo de exceptuación médica en las mujeres (RR = 1.65) en comparación con los hombres, pero con ocho veces más probabilidades en las mujeres de la *Royal Navy* (RR = 7.92) que en las pertenecientes a la *Royal Air Force*, por lo que debe tenerse cautela para separar las diferencias fisiológicas reales entre hombres y mujeres en el entrenamiento militar con facilidades relacionadas con el género y la percepción de los grupos sociales sobre la exceptuación médica por lesiones.¹⁷ Sin embargo, las mujeres en algunos estudios de entrenamiento físico han mostrado cambios en la composición corporal, disminuyendo la grasa corporal y aumentando la masa libre de grasa, aunque el periodo para obtener estos resultados suele ser

más largo que el requerido por los hombres,¹⁸ aunque hay estudios cuyos resultados son los opuestos, con mayor ganancia de masa libre de grasa después de 10 semanas de entrenamiento militar, pero es importante tener en cuenta que tal estudio evaluó los resultados de un entrenamiento de combate y no un programa de entrenamiento físico básico (Tabla 2).¹⁹

Importancia del somatotipo

La determinación de la aptitud física, incluso en una línea basal y un propósito comparativo es difícil y la composición corporal se ha utilizado en varios estudios para medirla; eso incluye al somatotipo, que ha demostrado su eficacia para mostrar cambios físicos relacionados con el medio ambiente en estudios con hermanos.²⁰

Por otro lado, la evaluación de la condición física en el contexto militar es muy compleja, debido a las características atípicas de la población objetivo, en las que las pruebas clásicas (como el IMC) no son precisas y es necesario emplear un método que considere la composición corporal (masa vs masa corporal sin grasa), mientras que la aptitud aeróbica se realiza adecuadamente con otras pruebas.²¹ Para lograr ese objetivo, el modelo somatotípico ha demostrado una buena capacidad para evaluar los cambios en la composición corporal en esta muestra del Curso de Entrenamiento Militar Básico, con costes muy bajos, técnica no invasiva, y medidas objetivas y confiables. Se ha validado también en la población militar con un nivel aceptable de correlación en los métodos del estándar de oro para medir la composición corporal.²²

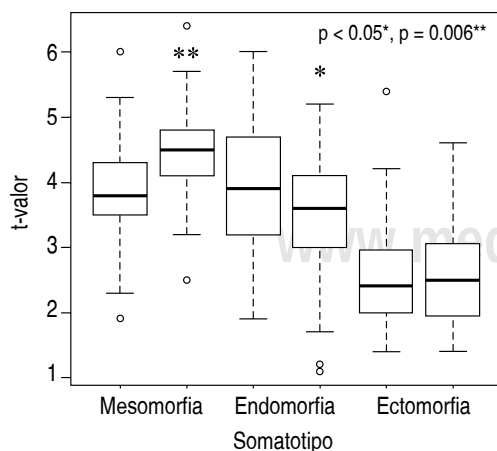


Figura 1: Somatotipo de cadetes masculinos. Diagramas de caja correspondientes al somatotipo antes y después del entrenamiento.

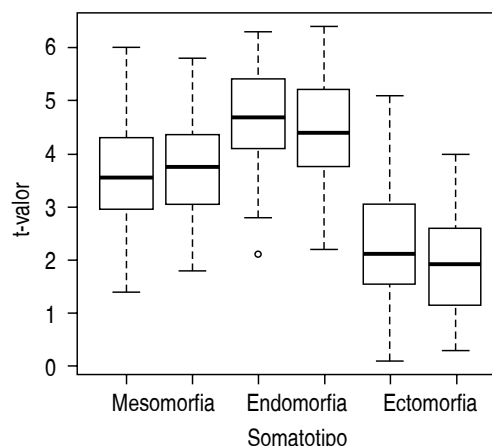


Figura 2: Somatotipo de cadetes femeninas. Diagramas de caja correspondientes al somatotipo antes y después del entrenamiento.

Además de la evaluación objetiva de los cambios, la masa corporal sin grasa y la grasa corporal representada por los parámetros del somatotipo son dos de los factores de predicción más fiables del desempeño en tareas militares;²³ en un estudio en competidores del certamen Ironman, el somatotipo mostró valor predictivo significativo para el rendimiento de los hombres, con una pobre correlación para las mujeres, aunque la muestra no fue proporcional (22%). Estos parámetros muestran propiedades para distinguir un rango de valores que, a pesar de encontrarse saludables, no son óptimos para ciertos deportes y establecen un nivel prototípico empírico basal. Además, los parámetros de composición corporal que están representados en un somatotipo, han mostrado un valor predictivo en la probabilidad de presentar una lesión relacionada con el entrenamiento.²⁵

Los modelos de regresión lineal mostraron un comportamiento similar en todos los grupos, lo que revela que la mesomorfia basal y la endomorfia predicen los resultados del entrenamiento en los cambios de la mesomorfia, lo cual no aplica en la endomorfia y la ectomorfia, donde sólo se encuentran los valores basales como predictivos para el cambio final de la misma variable; este hallazgo podría tenerse en cuenta para enfocarse en la detección de personal con una condición física deficiente mediante el somatotipo y el refuerzo de su programa de entrenamiento.

Conclusiones

En general, nuestros resultados mostraron que el entrenamiento militar actual mejora eficazmente la con-

dición física de los cadetes mexicanos; se recomienda una mayor investigación respecto al entrenamiento en las mujeres. La evaluación del somatotipo es un buen método para la evaluación de los resultados del ejercicio en el entrenamiento militar.

REFERENCIAS

- Renn L. Krieger, Landsknecht und Soldat. Berlin: Aufbau-Verlag; 1979. p. 206.
- Harman EA, Gutekunst DJ, Frykman PN, Nindl BC, Alemany JA, Mello RP et al. Effects of two different eight-week training programs on military physical performance. *J Strength Cond Res.* 2008; 22 (2): 524-534.
- Williams AG. Effects of basic training in the British Army on regular and reserve army personnel. *J Strength Cond Res.* 2005; 19 (2): 254-259.
- Williamson DA, Bathalon GP, Sigrist LD, Allen HR, Friedl KE, Young AJ et al. Military services fitness database: development of a computerized physical fitness and weight management database for the U.S. Army. *Mil Med.* 2009; 174 (1): 1-8.
- Carter JEL, Heath BH. Somatotyping: development and applications. Cambridge; New York: Cambridge University Press; 1990. p. 503.
- Carter JE. The somatotypes of athletes—a review. *Hum Biol.* 1970;42(4):535-569.
- Olds T, Daniell N, Petkov J, David Stewart A. Somatotyping using 3D anthropometry: a cluster analysis. *J Sports Sci.* 2013; 31 (9): 936-944.
- Almeida AH, Santos SA, Castro PJ, Rizzo JA, Batista GR. Somatotype analysis of physically active individuals. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013; 53 (3): 268-273.
- Lizana PA, Olivares R, Berral FJ. Somatotype tendency in Chilean adolescents from Valparaíso: review from 1979 to 2011. *Nutr Hosp.* 2014; 31 (3): 1034-1043.
- Vaquero-Cristobal R, Alacid F, Esparza-Ros F, Muyor JM, Lopez-Minarro PA. The effects of 16-weeks pilates mat program on anthropometric variables and body composition in active adult women after a short detraining period. *Nutr Hosp.* 2015; 31 (4): 1738-1747.
- Godina E, Khomyakova I, Purundzhan A, Tretyak A, Zadorozhnaya L. Effect of physical training on body composition in Moscow adolescents. *J Physiol Anthropol.* 2007; 26 (2): 229-234.
- Wong PC, Chia MY, Tsou IY, Wansaicheong GK, Tan B, Wang JC et al. Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. *Ann Acad Med Singapore.* 2008; 37 (4): 286-293.
- Bartlett JL, Phillips J, Galarnau MR. A descriptive study of the U.S. Marine Corps fitness tests (2000-2012). *Mil Med.* 2015; 180 (5): 513-517.
- Crawley MJ. The R book. Chichester, West Sussex: Wiley; 2013.
- Haddock CK, Poston WS, Heinrich KM, Jahnke SA, Jitnarin N. The benefits of high-intensity functional training fitness programs for military personnel. *Mil Med.* 2016; 181 (11): e1508-e1514.
- Guyton AC, Hall JE. Textbook of medical physiology. 11th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2006. p. 1116.
- Geary KG, Irvine D, Croft AM. Does military service damage females? An analysis of medical discharge data in the British armed forces. *Occup Med (Lond).* 2002; 52 (2): 85-90.
- Vaquero-Cristobal R, Alacid F, Esparza-Ros F, Lopez-Plaza D, Muyor JM, Lopez-Minarro PA. The effects of a reformer Pilates program on body composition and morphological characteristics in active women after a detraining period. *Women Health.* 2016; 56 (7): 784-806.
- Margolis LM, Pasiakos SM, Karl JP, Rood JC, Cable SJ, Williams KW et al. Differential effects of military training on fat-free mass and plasma amino acid adaptations in men and women. *Nutrients.* 2012; 4 (12): 2035-2046.
- Pereira S, Katzmarzyk PT, Gomes TN, Souza M, Chaves RN, Santos FDK et al. Multilevel modelling of somatotype components: the Portuguese sibling study on growth, fitness, lifestyle and health. *Ann Hum Biol.* 2017; 44 (4): 316-324.
- Sargent C, Gebruers C, O'Mahony J. A review of the physiological and psychological health and wellbeing of naval service personnel and the modalities used for monitoring. *Mil Med Res.* 2017; 4: 1.
- Shakibae A, Faghihzadeh S, Alishiri GH, Ebrahimpour Z, Faradjadeh S, Sobhani V et al. How accurate are the anthropometry equations in Iranian military men in predicting body composition? *Asian J Sports Med.* 2015; 6 (4): e23206.
- Hydren JR, Borges AS, Sharp MA. Systematic review and meta-analysis of predictors of military task performance: maximal lift capacity. *J Strength Cond Res.* 2017; 31 (4): 1142-1164.
- Kandel M, Baeyens JP, Clarys P. Somatotype, training and performance in Ironman athletes. *Eur J Sport Sci.* 2014; 14 (4): 301-308.
- Zaletel P, Sekulic D, Zenic N, Esco MR, Sajber D, Kondric M. The association between body-built and injury occurrence in pre-professional ballet dancers - Separated analysis for the injured body-locations. *Int J Occup Med Environ Health.* 2017; 30 (1): 151-159.

Dirección para correspondencia:

Mayor Médico Cirujano Manuel Alejandro Rodríguez-Guiza
 Campo Mil. 31-B, Hospital Militar Regional,
 Blvd. Belisario Domínguez s/n, Col. Bienestar Social, Tuxtla
 Gutiérrez, Chiapas, C.P. 29070, Tel. 961 614-2831
 E-mail: dr.manuelguiza@gmail.com