

Efectos del ciclismo en la composición corporal e indicadores de riesgo metabólico

Effects of cycling on Body Composition and Metabolic Risk Indicators

Joel Alberto Vargas Hernández^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-7404-3132>

Hugo Mendieta Zerón¹ <https://orcid.org/0000-0003-3492-8950>

Araceli Consuelo Hinojosa Juárez¹ <https://orcid.org/0000-0002-9100-9259>

Katia Da Boit Martinello² <https://orcid.org/0000-0002-3360-9213>

Arturo González Santana¹ <https://orcid.org/0000-0003-1713-0170>

¹Facultad de Medicina. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

²Universidad de la Costa. Barranquilla, Colombia.

* Autor para la correspondencia: javargash@uaemex.mx

RESUMEN

Introducción: El ciclismo es una actividad física que se practica de forma recreativa y como actividad laboral, en base a esto los beneficios en la salud varían. Sus efectos pueden extenderse en la regulación de la expresión de citocinas proinflamatorias en la obesidad; sin embargo, se deben estudiar detalles en los indicadores clínicos asociados a otras enfermedades crónico-degenerativas.

Objetivo: Identificar los cambios en los parámetros clínicos que sirven como indicadores de riesgo metabólico en personas que realizan ciclismo como ejercicio habitual y como actividad laboral.

Métodos: Se realizó una investigación de diseño transversal, descriptivo en el Estado de México, México. Se formaron 3 grupos de 16 participantes provenientes de Toluca y municipios aledaños. Se realizaron mediciones de composición corporal y análisis bioquímicos para identificar las diferencias entre los grupos a través de la prueba t- *student* y el análisis de varianza ANOVA.

Resultados: Los análisis estadísticos reportaron diferencias significativas en las concentraciones de lipoproteínas de alta densidad y triglicéridos. Para el grupo de los conductores de bicitaxi fue más favorable, se detalla como el tiempo de la actividad ayuda a mantener los parámetros de composición corporal como el porcentaje del tejido muscular y adiposo.

Conclusiones: Los beneficios del ciclismo se presentaron con diferentes grados de eficiencia de acuerdo con la modalidad en la que se practican. Las variables no cambian de forma significativa en ningún grupo, pueden ser dependientes de otras variables como la alimentación.

Palabras clave: actividad física; salud laboral; composición corporal; estado nutricional; enfermedades metabólicas.

ABSTRACT

Introduction: Cycling is a physical activity, which is practiced recreationally and as a work activity. Its effects may extend to the regulation of the expression of proinflammatory cytokines in obesity; however, details should be studied in the clinical indicators associated with other chronic-degenerative diseases.

Objective: To identify changes in clinical parameters that serve as indicators of metabolic risk in people who perform cycling as a regular exercise and as a work activity.

Methods: A cross-sectional and descriptive design research was carried out in the State of Mexico, Mexico. Three groups of 16 participants were formed from Toluca and surrounding municipalities. Body composition measurements and biochemical analyzes were performed to identify differences between groups through Student's t test and ANOVA analysis of variance.

Results: Statistical analyzes reported significant differences in HDL and triglyceride concentrations. For the group of pedicab drivers it was more favorable, it is detailed how the time of the activity helps to maintain body composition parameters such as the percentage of muscle and adipose tissue.

Conclusions: The benefits of cycling were presented with different degrees of efficiency according to the modality in which they are practiced. The variables do not change significantly in any group and may be dependent on other variables such as diet.

Keywords: physical activity; occupational health; body composition; nutritional condition; metabolic diseases.

Recibido: 07/02/2023

Aceptado: 03/10/2023

Introducción

El ciclismo es una actividad física que de forma general se le considera de intensidad moderada (8,0 MET),^(1,2) sin embargo se puede practicar en diversos contextos que generan variaciones en la intensidad, el tiempo y la frecuencia con la que se realiza.

Entre los principales beneficios reportados a nivel global se incluyen las mejoras en el peso corporal total, que se pueden extender hasta la regulación de la expresión de ciertas adipocinas;⁽³⁾ sin embargo, es esencial evaluar los parámetros de la composición corporal como lo son: el porcentaje del tejido adiposo y el tejido muscular, estas se pueden determinar mediante las técnicas antropométricas y los instrumentos de impedancia bioeléctrica que, por su precisión y practicidad se usan habitualmente en contextos tanto clínicos como de investigación.

Se han descrito que las actividades físicas tienen un gasto semanal de más 42 a 62,9 MET por semana (incluido el ciclismo general) tienen efectos benéficos en la expresión de citocinas proinflamatorias que se relacionan con diversas enfermedades crónico-degenerativas.⁽⁴⁾

En el año 2020 en México, de 35 156 897 viviendas censadas el 21,25 % cuenta con al menos una bicicleta que se utiliza como medio de transporte, de estos datos 1 186 929 de esas

viviendas pertenecen al Estado de México⁽⁵⁾ y en el municipio de Xonacatlán se practica el ciclismo como actividad laboral a manera de transporte público, conocido como bicitaxi, que consiste en transportar a las personas dentro del municipio en distancias cortas.

Los conductores de este medio de transporte realizan una gran cantidad de actividad física que supondría diversos beneficios a su salud, sin embargo, por cuestiones de hábitos alimenticios estos beneficios se ven limitados.⁽⁶⁾

Los beneficios del ciclismo en variables clínicas de personas mexicanas no han sido completamente descritos y es de suma importancia estudiar a detalle los cambios que se generan a nivel de la composición corporal y de los marcadores bioquímicos para ayudar a promover la práctica de esta actividad como herramienta en la prevención de enfermedades crónico-degenerativas.

Se muestra como el ciclismo, al practicarse como actividad laboral de conducción de bicitaxi es una actividad con gastos energéticos por día y semana, mayores a los de las personas que inician la práctica del ciclismo y los efectos benéficos observados varían con base en lo mismo; por tanto, el grupo de conductores de bicitaxi presentan concentraciones de lipoproteína de alta densidad (HDL) significativamente mayores y de triglicéridos menores, en comparación con los grupos experimental y control.

Las concentraciones de colesterol y colesterol malo (LDL) se encontraron en los niveles normales para todos los participantes, a pesar de que no se reportaron diferencias significativas entre las concentraciones de glucosa se aprecian variaciones en la incidencia de hiperglucemia e hipertrigliceridemia por grupo.

Las medias de los parámetros de la composición corporal no presentaron diferencias significativas, sin embargo, al evaluar los datos con los puntos de corte correspondientes se observaron diferencias en el número de participantes con valores fuera de los rangos saludables.

Esta investigación tuvo el objetivo de identificar los cambios en los parámetros clínicos que sirven como indicadores de riesgo metabólico en las personas que realizan ciclismo como ejercicio habitual y como actividad laboral.

Métodos

Se realizó un estudio prospectivo, transversal, experimental no aleatorizado, en la Ciudad de Toluca, Estado de México. Se hizo una invitación abierta por las redes sociales y en los eventos públicos en el año 2021.

La población incluida fueron los usuarios de las bicicletas en el Estado de México, en el rango de edad de 18 a 65 años, de distintos géneros, se integraron tres grupos:

- _ A). Experimental (al menos 4 h de ciclismo como actividad física a la semana durante un mes).
- _ B). Control (voluntarios que no realizaron la actividad).
- _ C). Profesional (conductores de bicitaxi).

Inicialmente se realizó un cálculo muestral donde se aceptó un riesgo alfa de 0,05 y un riesgo beta de 0,2 para un análisis a dos colas, donde se precisaban 34 sujetos en cada grupo, se estimó una tasa de pérdidas de seguimiento del 20 %.

Debido a la pandemia de SARS-COV2 la estrategia de muestreo no se pudo concretar y se decidió proceder con un muestreo no probabilístico de selección a conveniencia, donde se integraron tres grupos de 16 personas. Un caso del grupo experimental se retiró de forma voluntaria del estudio, por lo que se consideraron 15 participantes para los análisis estadísticos de este grupo.

Análisis de composición corporal

El peso corporal (kg), el porcentaje de tejido adiposo y el porcentaje de tejido muscular se midieron en ayuno, sin objetos metálicos o electrónicos, sino con una báscula de impedancia bioeléctrica marca Benesta modelo BF470 con una precisión de 0,1 kg, la talla se midió en posición anatómica con un estadiómetro marca Seca modelo Seca 213 y se calculó el índice de masa corporal (IMC), $IMC = kg/m^2$.

Laboratorio

Tras un mes de las actividades planeadas se tomaron 10 mL de sangre venosa en ayuno, los cuales fueron posteriormente centrifugados a 3500 rpm durante 10 min para obtener el suero, el cual fue analizado con el método enzimático colorimétrico⁽⁷⁾ para obtener las concentraciones de glucosa, colesterol total, triglicéridos, HDL y LDL.

En los casos que no se pudo recolectar suficiente sangre se utilizó el equipo de fotometría de reflectancia SD Lípido Care®, se siguió el protocolo del fabricante para el análisis en suero con las tiras reactivas *Lipid Profile Test Strips* (número de catálogo: 02LS10C) y las tiras *Blood Glucose test Strips* (número de catálogo: 01GS50). En ambos casos se reportaron resultados en mg/dL para su posterior análisis clínico y estadístico.

Actividad física

Los participantes del grupo experimental realizaron ciclismo durante un mes, cumplieron con un mínimo de 4 h a la semana, distribuidas de la forma que se ajustaba a sus actividades cotidianas particulares y se ajustó a las restricciones que implicaban las indicaciones de semáforo amarillo y anaranjado de la pandemia de SARS-COV2 en México.⁽⁸⁾

Adicionalmente se solicitó que registraran tiempo de actividad por día en minutos para confirmar que cumplían con el tiempo solicitado y estimar el promedio semanal y mensual de actividad.

El grupo profesional realizó sus actividades de forma habitual y reportó el número de viajes por día y el tiempo promedio de cada viaje. El análisis de MET se realizó con la calculadora en línea *Easymets*⁽⁹⁾ basada en el compendio de actividades físicas en su última actualización en el año 2011⁽²⁾ y se calcularon los MET corregidos por la tasa metabólica estimada por la fórmula de Harris-Benedict para evitar errores en la clasificación de la intensidad de la actividad.^(10,11)

Asignando como actividad para el grupo experimental “ciclismo general” en la modalidad y se colocó el tiempo que registraron los participantes para la duración. Para el grupo control se asignó como actividad “inactividad: sentado en silencio con algunos movimientos generales moviendo las manos” y un tiempo promedio de 60 min para la duración.

En cuanto a los análisis estadísticos las variables cuantitativas se representaron por medidas de tendencia central y la normalidad de su distribución se calculó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, de acuerdo con el resultado se compararon las medias de los grupos con la prueba T de *Student* y ANOVA.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa *Statistical Package Social Science (Spss)* versión 23 (IBM, USA) y las hojas de cálculo Excel (Microsoft, USA).

Consideraciones éticas

La investigación se llevó a cabo bajo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki⁽¹²⁾ del año 2013, para el desarrollo de investigaciones en los seres humanos. El proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética y de Investigación del Centro de Investigación en Ciencias Médicas (CICMED) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), quedando registrado con el número 2012/05.

Los procedimientos requeridos para la investigación no generaron costos para los participantes y los riesgos se limitaron a los propios del ciclismo. Se tomó por escrito el consentimiento informado a partir de recibir detalles del proyecto y de las implicaciones de su participación.

Resultados

Composición corporal de los participantes

Después de realizar el análisis de diferencias de medias de IMC, el porcentaje del tejido muscular y adiposo, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos (fig.1).

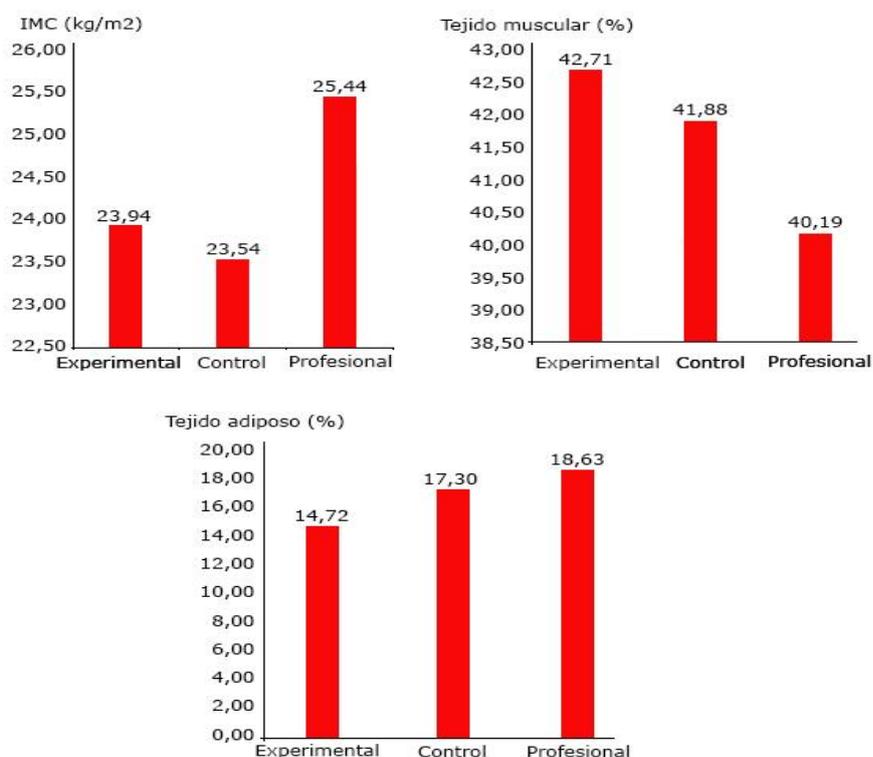


Fig. 1- Análisis de diferencias de medias del índice de masa corporal.

Es importante destacar que de acuerdo con los criterios de evaluación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para IMC el grupo profesional presentó el mayor porcentaje de sobrepeso y obesidad (56,3 %), seguido del grupo experimental (40 %) y el grupo de control tuvo el menor porcentaje (31,3 %).

La alta presencia del sobrepeso y la obesidad en el grupo profesional se confirma con los datos del porcentaje del tejido adiposo y se observa que el grupo experimental no se presentaron casos con estos trastornos metabólicos, mientras que el grupo control solo se reportó 6,3 % de sobrepeso y sin casos de obesidad. En los porcentajes de tejido muscular se observó que el 73,3 % del grupo experimental logró parámetros por encima del rango de referencia que va de 36 a 40 %, mientras que del grupo control y del grupo profesional el 62,5 y 43,8 % logran resultados similares respectivamente (tabla 1).

Tabla 1- Análisis de frecuencia y porcentajes del IMC y composición corporal

VARIABLES	GRUPO	CATEGORÍA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Índice de masa corporal	Experimental	Bajo peso	2	13,3
		Normal	7	46,7
		Sobrepeso	5	33,3
		Obesidad I	1	6,7
	Control	Bajo peso	1	6,3
		Normal	10	62,5
		Sobrepeso	4	25,0
		Obesidad I	1	6,3
	Profesional	Normal	7	43,8
		Sobrepeso	6	37,5
		Obesidad I	3	18,8
	% Tejido adiposo	Experimental	Bajo recomendable	5
Normal			10	66,7
Control		Bajo recomendable	8	50,0
		Normal	7	43,8
		Sobrepeso	1	6,3
Profesional		Normal	10	62,5
		Sobrepeso	4	25,0
		Obesidad I	2	12,5
% Tejido muscular	Experimental	Normal	4	26,7
		Sobre el promedio	11	73,3
		Control	Normal	6
	Profesional	Sobre el promedio	10	62,5
		Normal	9	56,3
		Sobre el promedio	7	43,8

Parámetros bioquímicos de los participantes

Se encontraron diferencias significativas en la media de la concentración de triglicéridos del grupo profesional, quienes presentaron la media más baja y el grupo experimental presentó la media más alta, la cual no fue significativamente diferente de la media del grupo control. También se identificaron diferencias significativas de la media de HDL donde el grupo profesional presentó la media más alta, seguido del grupo experimental y el grupo control presentó la media más baja, aunque estas últimas no fueron significativamente diferentes. Las concentraciones de glucosa, colesterol total y LDL no fueron significativamente diferentes entre los grupos (fig. 2).

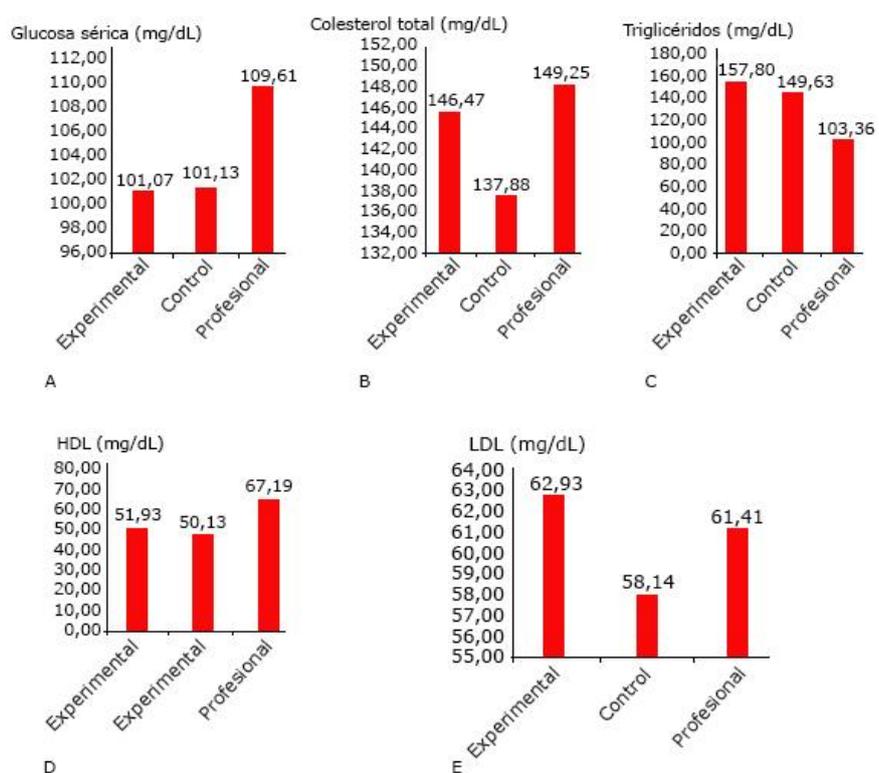


Fig. 2- Diferencias bioquímicas.

Se destaca en el estudio que ningún participante presentó niveles de colesterol o LDL fuera de los rangos de referencia. Después de evaluar las concentraciones de glucosa con los parámetros de referencia se identificó que el grupo control y el grupo profesional presentaron el mismo porcentaje de casos de hiperglucemia y el grupo experimental presentó el menor porcentaje. De forma congruente con las diferencias de medias, el grupo profesional presentó el menor porcentaje de casos de hipertrigliceridemia, mientras que en el grupo control y experimental existieron porcentajes mayores.

De la misma forma se corroboran los hallazgos de las diferencias en la concentración de HDL al observar que el grupo profesional tiene los niveles más altos, considerados óptimos y los grupos experimental y control presentaron porcentajes de niveles óptimos bajos, aunque generalmente estos grupos también mantienen niveles normales del parámetro (tabla 2).

Tabla 2- Análisis de frecuencia y porcentajes del perfil de lípidos

Variable	Grupo	Concentración	Frecuencia	Porcentaje
Glucosa sérica	Experimental	Normal	14	93,3
		Alta	1	6,7
	Control	Normal	12	75,0
		Alta	4	25,0
	Profesional	Normal	12	75,0
		Alta	4	25,0
Colesterol total	Experimental	Normal	15	100,0
	Control	Normal	16	100,0
	Profesional	Normal	16	100,0
HDL	Experimental	Bajo	2	13,3
		Normal	11	73,3
		Alto óptimo	2	13,3
	Control	Bajo	2	12,5
		Normal	13	81,3
		Alto óptimo	1	6,3
	Profesional	Bajo	1	6,3
		Normal	5	31,3
		Alto óptimo	10	62,5
LDL	Experimental	Normal	15	100,0
	Control	Normal	16	100,0
	Profesional	Normal	16	100,0
Triglicéridos	Experimental	Normal	9	60,0
		Alto	6	40,0
	Control	Normal	9	56,3
		Alto	7	43,8
	Profesional	Normal	15	93,8
		Alto	1	6,3

Análisis de la actividad física, tiempo y MET

Las medias de MET corregidos según la tasa metabólica en reposo y su equivalente en kilocalorías corregidas del grupo profesional fueron significativamente mayores a las de los grupos control y experimental, sin embargo, al ser un auto reporte se identificaron valores elevados que no resultaban congruentes con la realidad, se encontraron equivalentes de hasta 7000 kcal, por lo que se limitó a un máximo de 3500 kcal como valor válido y que llega a una equivalencia en tiempo de una jornada laboral de 8 h.

El tiempo de la actividad proporcionó resultados similares, se observó que el grupo profesional realizó actividad física por una cantidad de tiempo significativamente mayor a la del grupo experimental, el grupo control no se incluyó en el análisis ya que no realizó ciclismo y no reportaban la realización de otras actividades físicas programadas (fig. 3).

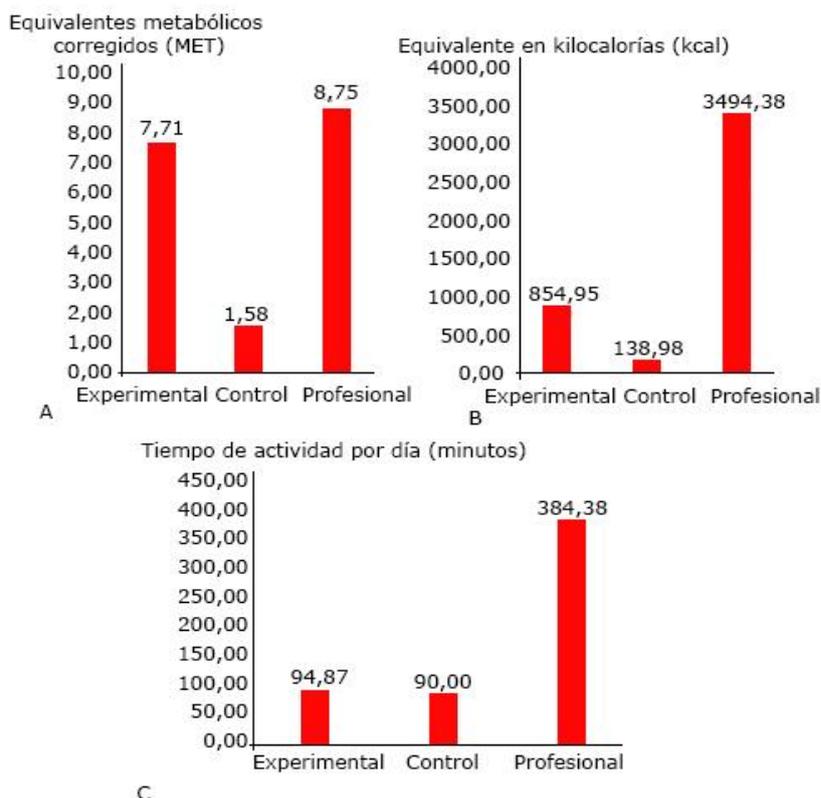


Fig. 3- Análisis de actividad: MET, kcal y tiempo.

Discusión

El presente estudio muestra las diferencias en los beneficios de los parámetros bioquímicos y de la composición corporal de acuerdo con la intensidad y el tiempo de la actividad de cada grupo.

Ha sido más notorio a nivel bioquímico en los participantes del grupo profesional que presentaron mejores niveles de triglicéridos y HDL, mientras que el grupo control y el experimental no presentaron diferencias significativas y clínicamente se valoraron de forma similar.

En todos los grupos se registraron concentraciones normales de colesterol y LDL.

En un estudio realizado por Valle y otros⁽¹³⁾ en el año 2009 reportaron que el uso de la bicicleta estática en modalidad de “*spinning*” en sesiones de 45 min 3 veces por semana durante 12 semanas, logró beneficios significativos en el perfil de lípidos donde se destacó el aumento de HDL y la disminución de la concentración sérica de triglicéridos que resulta congruente con lo encontrado en el presente estudio en los participantes que realizaron ciclismo a nivel profesional.

Sin embargo, también se realizó una restricción calórica de 1200 kcal lo cual generó un balance energético negativo que exacerbó los resultados y extendió sus beneficios a los parámetros antropométricos.

Verrusio y otros⁽¹⁴⁾ presentaron los beneficios del “*spinning*” en pacientes adultos que padecen de síndrome metabólico y también sugieren que los planes dietéticos especializados

logran mayores beneficios en estos pacientes cuando se combinan con la actividad física, y aquellos que solo tuvieron tratamiento dietético tardaron más tiempo en lograr beneficios considerables.

La intensidad y tiempo de la actividad son factores que intervienen directamente con las demás variables, a pesar de la gran cantidad de actividad física del grupo profesional, no se observaron todos los beneficios esperados, particularmente en composición corporal ya que se reportó una mayor incidencia de sobrepeso y obesidad en este grupo, posiblemente por cuestiones de hábitos alimenticios como ha sido reportado previamente, se atribuye estos problemas al consumo excesivo de alimentos industrializados, altos en hidratos de carbono.⁽⁶⁾ Estos hallazgos también son congruentes con este estudio, respecto a las concentraciones séricas de glucosa del grupo profesional que tienden a ser más altas y aunque estadísticamente no se observan diferencias de media, la importancia clínica se observa en las tablas de frecuencia que muestran el alto porcentaje de casos de hiperglucemia en este grupo.

En un metaanálisis realizado por *Chavarrias* y otros⁽¹⁵⁾ en el año 2019 se reportan los hallazgos de 9 estudios que no encontraron beneficios significativos sobre el peso corporal total y 4 estudios reportaron la reducción de IMC, principalmente relacionada a la dieta combinada con ciclismo en modalidad de “*spinning*”.

Respecto al porcentaje de tejido muscular, se observó un efecto positivo en el grupo experimental de participantes saludables que realizaron por primera vez ciclismo durante un mes y la mayoría (73,3 %) lograron niveles de masa muscular sobre el valor de referencia de 40 % del peso corporal.

En otro estudio realizado en pacientes sedentarios que padecían sobrepeso y obesidad también muestran el aumento del tejido muscular después de 12 semanas de ciclismo en modalidad “*spinning*” sin intervención dietética.⁽¹⁶⁾

Los participantes del grupo profesional del presente estudio mayoritariamente tienen porcentajes considerados como normales, por lo cual indica que el período de mayor ganancia de tejido muscular sucede en los primeros meses.

Se recomienda para futuros estudios valorar estos parámetros de forma longitudinal, deberá considerarse una intervención nutricional que puede ir desde una simple orientación, hasta la implementación de planes nutricionales acordes a las necesidades de los participantes.

El estudio realizado por *Valle* y otros,⁽¹³⁾ previamente mencionado reportó que la intervención dietética por sí sola, generó una pérdida de tejido muscular significativa, por lo tanto resalta nuevamente la importancia de la actividad física para favorecer el desarrollo del tejido muscular y evitar su pérdida durante un tratamiento para el control de peso.

La promoción del uso de la bicicleta en “trabajos verdes” (*Green Jobs*) como los bicitaxi es un tema de gran interés en Europa por su viabilidad tanto ecológica como económica, el programa pan-Europeo de salud y ambiente (por sus siglas en inglés *THE PEP*) ha realizado investigación continua sobre el tema y se ha llegado a la conclusión de que aparte de generar beneficios a la salud y al ambiente, también es una buena oportunidad para generar empleos de fácil acceso para la población, por lo que se destaca la importancia de invertir en el desarrollo de más *Green Jobs* que se apoyen del uso de una bicicleta.^(17,18)

En México las actividades laborales como la conducción de bicitaxi no se encuentran legisladas, por lo que la población general no tiene muchas oportunidades de practicar

ciclismo como actividad laboral y se limita solo como una actividad recreativa, deportiva o un medio de transporte.

En los Estados Unidos se han reportado que después de la pandemia del SARS-CoV-2 el uso de la bicicleta como medio transporte aumentó considerablemente por parte de los ciudadanos de origen latinoamericano, esto principalmente asociado a factores económicos y sociales, lo cual genera el interés de mejorar las condiciones de las ciclovías.⁽¹⁹⁾

Autores como *Egiguren* y otros⁽²⁰⁾ realizaron proyecciones para el año 2050 en 17 países, incluyeron también a México sobre los posibles escenarios donde el ciclismo se vuelve un medio de transporte común, y se plantea que tiene el potencial de prevenir 205 424 casos de muerte prematura por año, si logran remplazar el 100 % de los viajes que actualmente se realizan en automóviles o en un escenario de sustitución más conservador con solo el 8 % se pueden prevenir hasta 18 589 casos, esto ha sido observado en los 17 países incluidos en el estudio.

Dichas proyecciones también se consideran como tasas de mortalidad en accidentes con bicicletas y se reportan que los casos fatales prevenidos superan a los relacionados con el ciclismo, proponen además, que a pesar de los riesgos inherentes de conducir una bicicleta en un ambiente urbano, este método de transporte es considerado seguro, y con un potencial de accidentalidad fatal mucho menor.

Se concluye en este estudio que los cambios en los parámetros clínicos que sirven como indicadores de riesgo metabólico en personas que realizan ciclismo como ejercicio habitual y como actividad laboral generan diferentes beneficios, dependiendo de la modalidad en la que se practica, de los cuales destacan los efectos en las concentraciones séricas de lípidos como los triglicéridos y HDL cuando el ciclismo se practica como actividad laboral de bicitaxi.

Los conductores de bicitaxi y quienes practican ciclismo como ejercicio programado también logran mantener parámetros de colesterol y LDL normales, así como mejoras en el porcentaje del tejido muscular, e incluso superan los valores de referencia, sin embargo, en las variables como la glucosa y el tejido adiposo no se reportan beneficios claros, lo cual es consistente con estudios previos en poblaciones similares de conductores de bicitaxi.

Por tanto, los beneficios del ciclismo en la salud son consistentes y se observa que pueden ser incluso mejores al apoyarse en un tratamiento dietético, por lo que se considera importante ahondar en los mecanismos moleculares que pudieran estar implicados en los cambios potenciales que tiene esta actividad, donde se pueden establecer guías de entrenamientos que permitan optimizar la forma en la que se practica esta actividad de acuerdo con las cualidades, las necesidades y las metas particulares de cada individuo.

Referencias bibliográficas

1. De Geus B, De Smet S, Nijs J, Meeusen R. Determining the intensity and energy expenditure during commuter cycling. *Br J Sports Med.* 2007;41(1):8-12. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.027615>.
2. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Tudor-Locke C, *et al.* 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(8):1575-81. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12>.

3. Vella CA, Allison MA, Cushman M, Jenny NS, Miles MP, Larsen B, *et al.* Physical Activity and Adiposity-related Inflammation: The MESA. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(5):915-21. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001179>.
4. Lee DH, Machado LF, Eluf-Neto J, Wu K, Tabung FK, Giovannucci EL. Association of type and intensity of physical activity with plasma biomarkers of inflammation and insulin response. *Int J Cancer.* 2019;145(2):360-9. DOI: <https://doi.org/10.1002/ijc.32111>.
5. INEGI. Consulta de: viviendas particulares habitadas por: entidad y municipio según: Disponibilidad de bicicleta que se utilice como medio de transporte. 2021 [acceso 17/04/2022]. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?proy=\(accessed September 13, 2021\)](https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?proy=(accessed September 13, 2021)).
6. Sanz LDB, Bravo MG, Peña ECG, Báez VAM. Risk Factors Associated to Obesity in Cycle-Taxi Drivers of Mexico City's Historic Downtown. *Revista Gerencia y Políticas de Salud.* 2020;19:1-13. DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps19.rfao>.
7. Chaves-Chavarría A, Vargas-Umaña M, Schosinsky-Neveermann K, Jiménez-Díaz M. Evaluación de un método enzimático colorimétrico para la cuantificación de colesterol sérico. *Rev Costarricense de Ciencias Médicas.* 1997 [acceso 17/04/2022];18(1):30-43. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-29481997000100003
8. Cortés-Alcalá R, Dyer-Leal D. Lineamientos para la estimación de riesgos del semáforo por regiones COVID-19. México: Secretaría de Salud. 2022 [acceso 17/04/2022]. Disponible en: <https://coronavirus.gob.mx/semaforo/>
9. Calculadoras – Easymets.app n.d. [acceso 17/04/2022]. Disponible en: <https://easymets.app/calculadoras/>
10. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1918;4(12):370-3. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.4.12.370>
11. Kozey S, Lyden K, Staudenmayer J, Freedson P. Errors in MET estimates of physical activities using 3.5 ml x kg(-1) x min(-1) as the baseline oxygen consumption. *J Phys Act Health.* 2010;7(4):508-16. DOI: <https://doi.org/10.1123/jpah.7.4.508>.
12. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical Research Involving Human Subjects. *JAMA.* 2013;310(20):1-95. DOI: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2013.281053>
13. Do Valle V, De Mello D, Fortes M, Dantas E. Effects of indoor cycling associated with diet on body composition and serum lipids. *Biomed Hum Kinet.* 2009;1:11-5. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10101-009-0004-z>.
14. Verrusio W, Andreozzi P, Renzi A, Martinez A, Longo G, Musumeci M, *et al.* Efficacy and safety of spinning exercise in middle-aged and older adults with metabolic syndrome: randomized control trial. *Ann Ist Super Sanita.* 2016;52(2):295-300. DOI: https://doi.org/10.4415/ANN_16_02_24.
15. Chavarrias M, Carlos-Vivas J, Collado-Mateo D, Pérez-Gómez J. Health Benefits of Indoor Cycling: A Systematic Review. *Medicina (Kaunas).* 2019;55(8):452. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina55080452>.

16. Bianco A, Bellafiore M, Battaglia G, Paoli A, Caramazza G, Farina F, *et al.* The effects of indoor cycling training in sedentary overweight women. *J Sports Med Phys Fitness*. 2010 [acceso 17/04/2022];50(2):159-65. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.gov/20585293/>
17. Scotini R, Skinner I, Racioppi F, Fusé V, Bertucci J de O, Tsutsumi R. Supporting Active Mobility and Green Jobs through the Promotion of Cycling. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(12):1603. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph14121603>.
18. United Nations Environment Programme. Riding Towards Green Economy: Cycling and Green Jobs - A Joint Report by UN Environment-WHO-UNECE. 2017 [acceso 17/04/2022]. Disponible en: <https://eedocs.unep.org/20.500.11822/25490>
19. Nguemeni Tiako MJ, Stokes DC. Who is Biking for? Urban Bikeshare Networks' Responses to the COVID-19 Pandemic, Disparities in Bikeshare Access, and a Way Forward. *Yale J Biol Med*. 2021;94(1):159-64. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33795993/>
20. Egiguren J, Nieuwenhuijsen MJ, Rojas-Rueda D. Premature Mortality of 2050 High Bike Use Scenarios in 17 Countries. *Environ Health Perspect*. 2021;129(2):127002. DOI: <https://doi.org/10.1289/EHP9073>.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Araceli Consuelo Hinojosa Juárez, Katia Da Boit Martinello, Arturo González Santana.

Curación de datos: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Arturo González Santana.

Análisis formal: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Arturo González Santana.

Adquisición de fondos: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Araceli Consuelo Hinojosa Juárez, Arturo González Santana.

Investigación: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Arturo González Santana.

Metodología: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Araceli Consuelo Hinojosa Juárez, Katia Da Boit Martinello, Arturo González Santana.

Administración del proyecto: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Araceli Consuelo Hinojosa Juárez, Katia Da Boit Martinello, Arturo González Santana.

Recursos: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Arturo González Santana.

Software: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Arturo González Santana.

Supervisión: Araceli Consuelo Hinojosa Juárez, Katia Da Boit Martinello.

Validación: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Katia Da Boit Martinello, Arturo González Santana.

Visualización: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Arturo González Santana.

Redacción del borrador original: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Arturo González Santana.

Redacción, revisión y edición: Joel Alberto Vargas Hernández, Hugo Mendieta Zerón, Araceli Consuelo Hinojosa Juárez, Katia Da Boit Martinello, Arturo González Santana.