

Correlación entre actividad física en la vida diaria y biomarcadores de estrés oxidativo y metabólicos en adultos mayores

Jordana Cordeiro Maluf*
Walter Sepúlveda-Loyola**
Renata Pires Tricanico Maciel***
Giovanna Carvalho*
Paulo Sérgio Pereira*
Vanessa Suziane Probst****

*Estudiante de último año de Fisioterapia. Grupo de Estudio de Envejecimiento. Universidad Estatal de Londrina. Londrina. Brasil.

**Kinesiólogo. M.Sc. y candidato a Doctor en Ciencias de la Rehabilitación. Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Rehabilitación. Universidad Estatal de Londrina y Universidad del Norte de Paraná. Grupo de Estudio de Envejecimiento. Londrina. Brasil.

***Fisioterapeuta y candidato a Máster en Ciencias de la Rehabilitación. Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Rehabilitación. Universidad Estatal de Londrina y Universidad del Norte de Paraná. Grupo de Estudio de Envejecimiento. Londrina. Brasil.

****Fisioterapeuta. M.Sc. y Doctor en Ciencias de la Rehabilitación. Departamento de Fisioterapia. Grupo de Estudio de Envejecimiento. Universidad Estatal de Londrina. Londrina. Brasil.

Correspondencia: Walter Sepúlveda-Loyola. Departamento de Fisioterapia. Universidad Estatal de Londrina. Av. Robert Koch, 60 – Vila Operária, 86038-350. Londrina – Paraná. Brazil. Teléfono: +55 43 33712490. Correo electrónico: walterkine2014@gmail.com

Resumen

Introducción: el envejecimiento se caracteriza por cambios fisiológicos, entre ellos un aumento del estrés oxidativo (EO), que es un factor de riesgo para el desarrollo de múltiples patologías. La actividad física en la vida diaria (AFVD) es un factor protector para la salud y podría estar asociado con una disminución del EO. **Objetivo:** analizar la correlación entre AFVD y los biomarcadores de EO en adultos mayores.

Materiales y Métodos: se incluyeron 35 adultos mayores (edad: 69 ± 7 años, hombres: 57%). La actividad física fue evaluada utilizando el acelerómetro triaxial DynaPort, que midió el tiempo en 6 actividades: Caminata rápida, acostado, sentado, de pie, en movimiento y caminata lenta, respectivamente. Fueron evaluados los siguientes biomarcadores de sangre periférica: Productos avanzados de oxidación de proteínas (AOPP), óxido nítrico (NOx), capacidad antioxidante total (TRAP), grupo de sulfhidrilo (SH) y enzima superóxido dismutasa (SOD). Además, el nivel glicémico, IMC y circunferencia abdominal. Los coeficientes de correlación de Pearson o Spearman fueron utilizados respectivamente, con $p < 0.05$ e IC: 95%. **Resultados:** SOD tuvo una correlación con tiempos de caminata rápida ($r = 0.6$) y de movimiento ($r = 0.6$). AOPP tuvo una correlación con los tiempos de caminata rápida ($r = -0.4$), caminata lenta ($r = -0.5$), de pie ($r = -0.4$), en movimiento ($r = -0.4$) y acostado ($r = 0.5$). El IMC tuvo una correlación con el tiempo en movimiento ($r = -0.4$). La glucosa fue correlacionada con el tiempo de caminata rápida ($r = -0.63$), de pie ($r = -0.5$), en movimiento ($r = -0.6$), caminata lenta ($r = -0.61$) y acostado ($r = 0.54$). **Conclusiones:** niveles aumentados de actividad física de la vida diaria están asociados con mayor capacidad antioxidante, menor estrés oxidativo, nivel glicémico e IMC. **MÉD.UIS.2020;33(1): 13-9.**

Palabras clave: Actividad motora. Estrés oxidativo. Envejecimiento. Envejecimiento saludable. Antioxidantes.

Correlation between physical activity in daily life and oxidative biomarkers and metabolic biomarkers in older adults

Abstract

Introduction: aging is characterized by physiological changes, including increased oxidative stress (OS), which is a risk factor for the development of multiple pathologies. Physical activity in daily life (PADL) is a protective factor for health and could be associated with a decrease in oxidative stress. **Objective:** to analyze the correlation of PADL and blood biomarkers of OS in older adults. **Materials**

and Method: 35 older adults were included (age: 69 ± 7 years, men: 57%). PADL was objectively evaluated using the DynaPort triaxial accelerometer, which measured the time in 6 different activities: Fast walking, lying, sitting, standing, moving and slow walking, respectively. The following biomarkers from peripheral blood were measured: advanced protein oxidation products (AOPP), nitric oxide (NOx), total antioxidant potential (TRAP), sulfhydryl group (SH) and superoxide enzyme dismutase (SOD). Blood glucose level, BMI and abdominal girth also were considered. The Pearson or Spearman correlation coefficients were used respectively, with $p < 0.05$ and 95% CI. **Results:** SOD had a correlation with fast walking ($r = 0.6$) and moving time ($r = 0.6$). AOPP had a correlation with fast walking ($r = -0.4$), slow walking ($r = -0.5$), standing ($r = -0.4$), moving ($r = -0.4$) and the lying time ($r = 0.5$). BMI had a correlation with moving time ($r = -0.4$). Glucose had a correlation with fast walking ($r = 0.63$), standing ($r = -0.5$), moving ($r = -0.6$), slow walking ($r = -0.61$) and lying time ($r = 0.54$). **Conclusions:** increased levels of physical activity in daily life are significantly associated with greater antioxidant capacity, lower oxidative stress, glucose and BMI. MÉD.UIS.2020;33(1): 13-9.

Keywords: Exercise. Oxidative stress. Aging. Healthy aging. Antioxidants.

¿Cómo citar este artículo?: Maluf JC, Sepúlveda-Loyola W, Maciel RPT, Carvalho G, Pereira PS, Probst VS. Correlación entre actividad física en la vida diaria y biomarcadores de estrés oxidativo y metabólicos en adultos mayores. MÉD.UIS.2020;33(1): 13-9. doi: 10.18273/revmed.v33n1-2020002

Introducción

El proceso de envejecimiento se caracteriza por cambios psicológicos y físicos asociados a factores sociales y biológicos¹. A nivel biológico, el envejecimiento es influenciado por diversos daños celulares a lo largo del tiempo². Esto conduce a una disminución gradual de la capacidad física, un riesgo creciente de enfermedad y, en última instancia, de muerte³.

Dentro de los factores biológicos relacionados al envejecimiento, tenemos el aumento de los radicales libres, los cuales actúan como mediadores para la transferencia de electrones en las diversas reacciones bioquímicas. Su producción, en proporciones adecuadas, permite la generación de energía y la participación de mecanismos de defensa. Sin embargo, la producción excesiva puede provocar daños oxidativos en diferentes tejidos^{3,4,5}. Este aumento de especies reactivas de oxígeno está regulado por enzimas antioxidantes, y el desequilibrio de este mecanismo puede generar el Estrés Oxidativo (EO)³, el cual se define como el desequilibrio entre la generación de compuestos oxidantes y la acción de los sistemas de defensa antioxidante, cuyo objetivo es limitar la aparición de daño celular^{4,5}. Este desequilibrio es el resultado de una mayor generación de estos compuestos oxidantes y una menor capacidad antioxidante^{4,5}.

Se considera que el EO es la causa de diferentes enfermedades crónicas relacionadas a inflamación sistémica como enfermedades respiratorias⁶, músculo esqueléticas⁷, metabólicas⁸, cáncer⁹, etc. Aumentos

en la oxidación de proteínas en la sangre incrementa en un 5% la prevalencia del síndrome metabólico en personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica¹⁰, estas asociaciones han sido observadas de forma similar en individuos saludables¹¹. El EO tiene un impacto sistémico, este puede comenzar en un órgano o tejido, y luego, por medio del torrente sanguíneo, los compuestos oxidativos pueden generar daño en diferentes estructuras musculares y neurales, produciendo sarcopenia¹² y fragilidad^{13,14}, que son causantes de discapacidad y mortalidad en adultos mayores¹⁵. Del mismo modo, aumentos en el Índice de Masa Corporal (IMC), circunferencia abdominal, consumo de alcohol, tabaquismo y trastornos alimenticios^{16,17}, generados por estilos de vida no saludable, pueden incrementar el EO. Por ello, el estudio de estrategias de intervención que puedan disminuir o controlar el aumento del EO es fundamental para la salud.

Cambios en el estilo de vida con una práctica adecuada de la Actividad Física de la Vida Diaria (AFVD) contribuyen a controlar los niveles de EO en las personas¹⁸. La actividad física que realiza un adulto mayor podría tener un impacto biológico en el control del EO, teniendo en consideración estudios que han reportado aumentos en los niveles de antioxidantes en individuos físicamente activos^{18,19}. La mayoría de las investigaciones en este campo han reportado que el ejercicio físico se correlaciona con aumentos de la capacidad antioxidante^{20,21}. Sin embargo, hay poca evidencia en la literatura respecto a las asociaciones entre el tiempo realizando AFVD con los niveles sanguíneos de biomarcadores de EO en la población adulta mayor.

Enero - abril

Teniendo en cuenta que el aumento en el nivel de actividad física también genera efectos metabólicos y fisiológicos, disminuyendo los niveles de marcadores inflamatorios y de riesgo cardiovascular, es posible hipotetizar que las AFVD también influenciarían los niveles sanguíneos de marcadores de EO. Por esta razón, el objetivo del presente estudio fue determinar la asociación entre el tiempo realizando diferentes AFVD, medido con acelerómetro, y los biomarcadores oxidantes y antioxidantes en adultos mayores residentes de la ciudad de Londrina, Brasil, evaluados entre septiembre del año 2016 y junio del año 2018. Como análisis secundario, fueron analizadas las correlaciones entre el tiempo realizando diferentes AFVD y los niveles de glucosa, IMC y circunferencia abdominal, como marcadores metabólicos.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio transversal con una muestra de conveniencia compuesta por 35 personas mayores de la comunidad de la ciudad de Londrina, Paraná, Brasil, quienes participaron voluntariamente después de difundir el proyecto en la comunidad. La población utilizada para el análisis de este estudio es un grupo de adultos mayores que pertenece a un subgrupo de un proyecto de investigación aprobado por el Comité de Ética de Investigación de la Universidad Estatal de Londrina (UEL), Brasil (1'830 048). Mayor información sobre la población principal del proyecto puede encontrarse en la literatura¹⁰.

Lugar de estudio y población

Las evaluaciones y mediciones se realizaron en el Laboratorio del Centro de Post Graduación de la Universidad Estadual de Londrina. Fueron incluidos pacientes de ambos sexos, mayores de 60 años y autovalentes en las actividades de la vida diaria. Fueron excluidos aquellos sujetos que tenían enfermedades neurológicas, ortopédicas, respiratorias, cardiovasculares o psiquiátricas que limitasen la movilidad durante el día o la realización de las evaluaciones, individuos que utilizaban medicamentos antioxidantes o eran dependientes de alcohol. La recopilación y análisis de datos de laboratorio se realizó entre septiembre del año 2016 y junio del año 2018 en Londrina, Brasil. Todos los sujetos participaron voluntariamente, fueron

informados sobre el estudio y firmaron el formulario del consentimiento informado.

Evaluación de la actividad física de la vida diaria (AFVD)

La AFVD puede ser evaluada por dos medios principales: cuestionarios de AFVD autorelatados y acelerómetros¹⁹. En el presente estudio fue utilizado el acelerómetro triaxial DynaPort durante un período de una semana, considerando finales de semana. El acelerómetro fue colocado en la zona lumbar, sostenido por un cinturón que se regulaba al tamaño de cada individuo. Se le indicó a cada paciente usar el acelerómetro durante todo el día, con excepción del momento de tomar baño o de dormir. Este modelo, es un instrumento validado y altamente utilizado para la evaluación de AVFD²²; mide objetivamente la cantidad de tiempo, realizando diferentes AFVD, por lo que es denominado patrón de oro para evaluar la AFVD. El acelerómetro captó los movimientos y las posturas realizados por cada individuo durante el periodo de una semana, en los tres diferentes ejes x (longitudinal), y (mediolateral) y z (anterior-posterior). Para el análisis de esos ejes fue utilizado el software de reconocimiento logarítmico del acelerómetro triaxial DynaPort (MM 1.0.7.21). Este software expresa los resultados del análisis de los ejes en seis diferentes posturas o actividades: 1) caminar rápido, 2) caminar lento, 3) acostado, 4) sentado, 5) de pie, y 6) en movimiento²³. El tiempo fue calculado en minutos por día.

Evaluación de biomarcadores oxidantes, antioxidantes y variables metabólicas

Fueron extraídos 10 ml de sangre periférica en ayuno de 10 horas, de cada paciente, para después separar el suero y los glóbulos rojos para la mediciones de los biomarcadores oxidativos y antioxidantes de acuerdo con protocolos ya publicados¹⁰. Los marcadores oxidativos considerados fueron: productos avanzados de oxidación de proteínas (AOPP)²⁴ y metabolitos de óxido nítrico (NOx)²⁵. Los biomarcadores antioxidantes fueron: capacidad antioxidante total (TRAP)²⁶, niveles totales de grupo de sulfhidrilo (SH)²⁷ y enzima superóxido dismutasa (SOD)²⁸. Adicionalmente, fue evaluado el nivel glicémico, IMC y perímetro de cintura abdominal como variables metabólicas.

Análisis estadístico

Para la tabulación de datos, se utilizó el programa Microsoft Excel 2010, y para el análisis estadístico, se utilizó el software SPSS versión 20. La prueba de Shapiro-Wilk se utilizó para analizar la normalidad en la distribución de datos. Las correlaciones se analizaron con el coeficiente de correlación de Pearson o Spearman respectivamente. La significancia estadística adoptada para el estudio fue de $p < 0,05$. Finalmente, a pesar de que no hubo un cálculo inicial del tamaño muestral, se realizó un cálculo de potencia estadística y tamaño del efecto con el resultado de la mayor correlación, utilizando el software GPower 3,1 (Franz Faul, Universität Kiel, Germany).

Resultados

La edad media de la muestra evaluada fue de 69 años, 57% de sexo masculino y un IMC general de 28,48 Kg / m², como se describe en la Tabla 1. Los pacientes fueron monitoreados por una media de 16 horas por día (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Características de la muestra

| VARIABLES | N = 35 | IC 95% |
|---|---------------|----------------|
| Edad (años) | 69 ± 6 | 67 - 72 |
| Hombres n (%) | 20 (57%) | |
| IMC (Kg/m ²) | 28,5 ± 5,3 | 26,2 – 30,7 |
| Circunferencia abdominal (cm) | 99,4 ± 10,8 | 94,8 – 103,9 |
| Biomarcadores Sanguíneos | | |
| Glucosa (mg/dL) | 119,1 ± 43,9 | 100,5 – 137,6 |
| AOPP (μmoles/L) | 115,9 ± 68 | 87,2 – 144,7 |
| NOX (μM) | 9,78 ± 7,5 | 6,6 – 12,9 |
| TRAP (μM Trolox) | 965,5 ± 144,8 | 904,4 – 1026,7 |
| SH (μM/mg proteína) | 317,8 ± 44,2 | 299,1 – 336,5 |
| SOD (U/mg Hb) | 35,2 ± 12,7 | 29,8 – 40,6 |
| Actividad Física de la Vida Diaria | | |
| Caminata rápida (min) | 131,2 ± 59,3 | 106,1 – 156,2 |
| Acostado (min) | 129,8 ± 101,5 | 89,9 – 172,7 |
| Sentado (min) | 369,4 ± 107,2 | 324,2 – 208,4 |
| En pie (min) | 179,3 ± 68,9 | 150,1 – 208,4 |
| En movimiento (min) | 105,1 ± 51,4 | 83,4 – 126,8 |
| Caminata lenta (min) | 29,1 ± 10,5 | 21,7 – 30,5 |

Los datos son presentados en media ± desviación estándar. AOPP: Productos avanzados de oxidación de proteínas. IMC: Índice de masa corporal. IC 95%: Intervalo de confianza del 95%. NOx: Metabolitos de óxido nítrico. SH: Niveles totales de grupo de sulfhidrilo. SOD: Enzima superóxido dismutasa. TRAP: Capacidad antioxidante total. Fuente: autores.

En el análisis de correlaciones entre las variables (Ver Tabla 2), se encontró una correlación positiva entre el tiempo de caminata rápida con SOD ($r = 0,55$; $p = 0,004$) y negativamente con AOPP ($r = -0,41$; $p < 0,03$). El tiempo acostado se correlacionó positivamente con AOPP ($r = 0,54$; $p < 0,04$). El tiempo de pie se correlacionó negativamente con AOPP ($r = -0,42$; $p < 0,03$). El tiempo en movimiento se correlacionó positivamente con SOD ($r = 0,56$; $p = 0,003$) y negativamente con AOPP ($r = -0,39$; $p < 0,04$). El tiempo de caminata lenta se correlacionó negativamente con AOPP y SH ($r = -0,51$ y $r = -0,4$; $p < 0,04$). (Ver Tabla 2).

Adicionalmente, las variables metabólicas también presentaron correlaciones con el tiempo realizando AFVD. Referente al IMC, hubo una correlación negativa solo con el tiempo en movimiento ($r = -0,41$; $p = 0,034$). Los niveles de glucosa en sangre fueron correlacionados negativamente con el tiempo de caminata rápida, de pie, moverse y caminar lentamente ($-r = 0,63$; $r = -0,5$; $r = -0,6$; $r = -0,61$; $p = 0,001$) y positivamente con el tiempo acostado ($r = 0,54$; $p = 0,005$).

Discusión

En este estudio, se observó que la realización de actividades de la vida diaria que generan un gasto energético mayor, como caminata rápida y lenta, está correlacionado con mayores niveles antioxidantes, bajos niveles de estrés oxidativo, de glucosa sanguínea y de IMC en adultos mayores. Estas correlaciones señalan que la práctica de actividad física tiene un efecto protector para la salud y prevención de enfermedades crónicas¹⁰ y síndromes geriátricos^{12,29}. En contraposición, las actividades de la vida diaria que requieren un gasto energético menor como pasar tiempo acostado, estaría correlacionado con mayores niveles de oxidación proteica y de glucosa sanguínea.

Los hallazgos muestran que existe una relación negativa entre el nivel de actividad física y el estrés oxidativo, lo cual viene a reforzar estudios publicados por Accattato et al. 2017 y Carraro et al. 2018^{20,21}. Por otro lado, la actividad física estaría correlacionada negativamente con los niveles de glucosa sanguínea e IMC, lo que está en concordancia con otros estudios que señalan el efecto protector de la actividad física en la prevención de enfermedades metabólicas, reduciendo el peso y la glicemia sanguínea^{30,31}. De este modo, personas que practican más actividad física o ejercicio regular tienen una mayor capacidad antioxidante y menor riesgo metabólico^{20,32,33}.

Tabla 2: Correlación entre el tiempo realizando diferentes AFVD y los marcadores sanguíneos oxidativos, antioxidantes, glicemia e IMC.

| Variables | | Caminata rápida | Acostado | Sentado | De pie | En movimiento | Caminata lenta |
|--------------------------|---|-----------------|----------|---------|---------|---------------|----------------|
| AOPP | r | -0,41 | 0,54 | -0,11 | -0,42 | -0,39 | -0,51 |
| | p | 0,03** | 0,004* | 0,59 | 0,03** | 0,04** | 0,008** |
| NOX | r | -0,09 | 0,29 | -0,13 | -0,31 | -0,11 | 0,02 |
| | p | 0,67 | 0,14 | 0,14 | 0,12 | 0,60 | 0,93 |
| TRAP | r | -0,177 | 0,190 | 0,225 | -0,19 | -0,17 | -0,167 |
| | p | 0,387 | 0,352 | 0,270 | 0,353 | 0,414 | 0,414 |
| SH | r | -0,277 | 0,126 | 0,16 | -0,147 | -0,24 | -0,4 |
| | p | 0,17 | 0,54 | 0,43 | 0,47 | 0,24 | 0,045** |
| SOD | r | 0,55 | -0,175 | -0,002 | 0,31 | 0,56 | 0,36 |
| | p | 0,004* | 0,39 | 0,99 | 0,12 | 0,003* | 0,07 |
| Glucosa | r | -0,63 | 0,54 | -0,57 | -0,5 | -0,6 | -0,61 |
| | p | 0,001** | 0,005* | 0,79 | 0,001** | 0,001** | 0,001** |
| IMC | r | -0,21 | 0,23 | 0,02 | -0,33 | -0,16 | -0,41 |
| | p | 0,29 | 0,24 | 0,89 | 0,08 | 0,42 | 0,034** |
| Circunferencia abdominal | r | -0,24 | 0,34 | -0,05 | -0,31 | -0,203 | -0,39 |
| | p | 0,21 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,31 | 0,42 |

AOPP: Productos avanzados de oxidación de proteínas. IMC: índice de masa corporal. NOx: metabolitos de óxido nítrico. SH: niveles totales de grupo de sulfhidrilo. SOD: enzima superóxido dismutasa. TRAP: capacidad antioxidante total. * Correlación positiva significativa ($p < 0.05$). ** Correlación negativa significativa ($p < 0.05$).

Fuente: autores.

En este estudio se encontró que realizar caminata, independiente de la velocidad, estaría asociado con menores niveles del biomarcador AOPP, es un biomarcador de oxidación de proteínas, que ha sido asociado con la presencia de diversas comorbilidades crónicas como la diabetes, hipertensión o enfermedad pulmonar obstructiva crónica¹⁰. De acuerdo con los presentes resultados, el aumento de este marcador oxidativo se correlacionó con un mayor tiempo en inactividad. En este sentido, esta relación inversamente proporcional encontrada entre la oxidación de proteínas y la AFVD en los adultos mayores podría ser un factor biológico que ayudaría a comprender el papel de la AFVD en el mantenimiento del músculo y su relación con el EO³⁴. Debido a que AOPP está relacionado con la oxidación de proteínas, y el músculo es una gran fuente de proteínas del cuerpo, el EO genera daño oxidativo en las proteínas musculares, disminuyendo la masa y la función muscular, relacionándose con la presencia de sarcopenia y fragilidad^{3,13,35,36}.

Moraes *et al.* 2008 demostró que el ejercicio de intensidad moderada se correlaciona con la reducción del EO y aumento de la actividad antioxidante³⁷. Este aumento de la capacidad antioxidante fue observada por Fraile-Bermúdez *et al.* 2015, en las enzimas superóxido dismutasa y catalasa en adultos mayores de la comunidad¹⁹.

En este artículo se observó que la capacidad antioxidante estaba correlacionada positivamente con el tiempo caminando. Si bien, en este trabajo no se realizó una intervención con ejercicio físico, sin embargo, se logró demostrar que la distribución del tiempo realizando actividades de la vida diaria como estar de pie, caminando o pasar tiempo sentado, estaría relacionado con el equilibrio de biomarcadores de EO y con las variables metabólicas.

Gran parte de los estudios en este campo son investigaciones que correlacionan los efectos del ejercicio con biomarcadores sanguíneos^{19-21,37}. En este sentido, es importante mencionar efectos contradictorios en relación al ejercicio y EO reportados por Kawamura *et al.* 2018³⁷, quienes señalan que los resultados dependen del tipo de ejercicio (aeróbico o resistencia), la intensidad³⁸ y las variables individuales de cada individuo, que podrían afectar los niveles de oxidantes y antioxidantes³⁷. A pesar de que hay estudios que señalan un efecto positivo del ejercicio para reducir el EO^{20,21}, todavía no hay claridad sobre los efectos del ejercicio y mucho menos de la actividad física³⁷. De este modo los resultados de este artículo son relevantes desde el punto de vista científico y clínico, pues refuerzan la importancia de la actividad física para el adulto mayor, como un factor que se asocia no solamente

con efectos físicos³⁹, emocionales o cognitivos⁴⁰, sino que también con cambios a nivel biológico en importantes biomarcadores sanguíneos, como los presentados en este estudio.

El tiempo en movimiento, de pie y en caminata fue correlacionado con bajos niveles de glicémicos, lo que destaca la importancia de mantener un buen nivel de AFVD para la prevención y tratamiento de enfermedades como la diabetes por medio del control de diferentes marcadores biológicos⁴¹. No obstante, se debe considerar que los efectos de la actividad física y el ejercicio dependen de otros factores como el estado nutricional y la composición corporal del individuo^{17,42}. En este sentido, la ingesta de alimentos antioxidantes contribuye a la defensa contra la oxidación, que podría mejorar la respuesta antioxidante de los individuos que realizan actividad física¹⁷. También, aquellos individuos que son obesos tiene una tendencia a aumentar la oxidación lipídica incrementando los radicales libres¹⁷. Por esta razón, evaluar el nivel nutricional, la dieta y la composición corporal de los individuos es relevante para el análisis de biomarcadores principalmente en adultos mayores⁴³, lo cual debería ser considerado en futuras investigaciones.

Como todos los estudios, este trabajo también cuenta con algunas limitaciones y fortalezas, que deben ser señaladas. Dentro de las limitaciones del estudio tenemos que el tamaño muestral fue pequeño y el diseño del estudio fue transversal, por lo que no es posible analizar causalidad de los resultados. Adicionalmente, no fue evaluado el estado nutricional y la dieta de los individuos, lo cual podría influenciar en los resultados en relación a los marcadores sanguíneos. Sin embargo, a pesar de esto, este estudio reportó correlaciones moderadas (r desde 0,39 hasta 0,63) entre las variables, con una alta potencia estadística (99%; $\alpha=0,05$) y un tamaño de efecto de 0,74, siendo utilizados diferentes biomarcadores sanguíneos, lo que fortalece los resultados y entrega una visión casi completa de la capacidad oxidativa/antioxidante del individuo. Adicionalmente, los estudios que relacionan la AFVD y el EO han medido la actividad física frecuentemente con cuestionarios^{18,24}. En este estudio el monitoreo de actividad física se realizó con el acelerómetro triaxial DynaPort durante una semana, que es un tiempo más que suficiente para evaluar la AFVD, utilizando un instrumento objetivo y directo que es un estándar de oro para medir la AFVD, a diferencia de otros estudios que utilizan métodos indirectos como cuestionarios,

que pueden ser menos exactos, ya que dependen de si el entrevistado comprende y recuerda la cantidad de tiempo realizando determinadas AFVD⁴⁴. Futuros estudios, deberán comparar diferentes clasificaciones de los niveles de actividad física, como sedentarios, activos y su impacto en estos u otros biomarcadores sanguíneos en adultos mayores, considerando el estado nutricional y la dieta, así como la diferencia entre hombre y mujeres.

Conclusión

Los datos presentados en este estudio sugieren que el tiempo realizando AFVD que requieren un gasto energético mayor estaría significativamente correlacionado con mayor capacidad antioxidante, menor EO, niveles glicémicos e IMC.

Financiamiento

El Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) de Brasil y la coordinación de perfeccionamiento personal a nivel superior de Brasil (CAPES). Financiamiento:470853/2014; CNPq/MS/ SCTIE/DECIT N.º34/2014.

Conflicto de intereses

Los autores no reportan ningún conflicto de interés.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Estatal de Londrina por la beca de iniciación científica y a los adultos mayores que participaron del proyecto. Además, le doy las gracias a mis orientadores Vanessa Suziane Probst, y Walter Sepúlveda Loyola, y a la fisioterapeuta Renata Tricanico Maciel por la oportunidad de participar de este proyecto de investigación.

Referencias bibliográficas

1. Carvalho Filho, Eurico Thomaz de; Papaléo Netto M. *Geriatría: Fundamentos, Clínica e Terapêutica*. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 2006.
2. Barja G. Relación entre el estrés oxidativo mitocondrial y la velocidad del envejecimiento. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2005;40(4):243-249.
3. Kregel KC, Zhang HJ. An integrated view of oxidative stress in aging: basic mechanisms, functional effects, and pathological considerations. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 292. 2007;292:18-36. doi:10.1152/ajpregu.00327.2006.
4. Najua Juma Ismail Esh Shami; Emília Addison Machado Moreira. Licopeno como agente antioxidante. *Rev Nutr*. 2004;17:227-236.

Enero - abril

- doi:10.1590
5. Ferreira A.L.A.; Matsubara L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. *Rev Assoc Med Bras.* 1997;61-68. doi:10.1590
 6. Rumora L, Rajković MG, Kopčinović LM, Pancirov D, Čepelak I GT. Paraoxonase 1 Activity in Patients with Chronic Obstructive. *COPD J Chronic Obstr Pulm Dis.* 2014;539-545. doi:10.3109/15412555.2014.898028
 7. J.-I. Y. Y.-C. H. Review of epidemiology, diagnosis, and treatment of osteosarcopenia in Korea. *J Bone Metab.* 2018;25(1):1-7. doi:10.11005/jbm.2018.25.1.1
 8. Fernandez-garcia JC. Inflammation, Oxidative Stress and Metabolic Syndrome : Dietary Modulation Inflammation , Oxidative Stress and Metabolic Syndrome: Dietary Modu-. 2013;(February 2016):906-919. doi:10.2174/15701611113116660175
 9. Barreiro E, Femoselle C, Mateu-Jimenez M, et al. Oxidative stress and inflammation in the normal airways and blood of patients with lung cancer and COPD. *Free Radic Biol Med.* 2013;65:859-871. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2013.08.006
 10. Sepúlveda Loyola WA, Vilaça Cavallari Machado F, Araújo de Castro L, et al. Is oxidative stress associated with disease severity, pulmonary function and metabolic syndrome in chronic obstructive pulmonary disease? *Rev Clin Esp.* June 2019. doi:10.1016/j.rce.2019.04.007
 11. Katarina Sebekova, Boor P, Valanchovicova M, et al. Association of metabolic syndrome risk factors with selected markers of oxidative status and microinflammation in healthy omnivores and vegetarians. *Mol Nutr Food Res.* 2006;50(9):858-868. doi:10.1002/mnfr.200500170
 12. Sepúlveda-loyola W, Sergio P, Probst S. Mecanismos fisiopatológicos de la sarcopenia en la EPOC. *Rev Chil Enferm Respir.* 2019;35(2):124-132.
 13. Powers SK, Morton AB, Ahn B, Smuder AJ. Redox control of skeletal muscle atrophy. *Free Radic Biol Med.* 2016;98:208-217. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2016.02.021
 14. A. F. V.M. C, F. P. W. M. Molecular and cellular mechanisms of skeletal muscle atrophy: An update. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2012;3(3):163-179. doi:10.1007/s13539-012-0074-6
 15. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2018;(1):1-16. doi:10.1093/ageing/afy169
 16. Moreira PL, Boas PJFV, Ferreira ALA. Association between oxidative stress and nutritional status in the elderly. *Rev Assoc Med Bras.* 2014;60(1):75-83.
 17. Tureck C, Locateli G, Corrêa VG, Koehnlein EA. Avaliação da ingestão de nutrientes antioxidantes pela população brasileira e sua relação com o estado nutricional. *Rev Bras Epidemiol.* 2017;20(1):30-42. doi:10.1590/1980-5497201700010003
 18. Radak Z, Zhao Z, Koltai E, Ohno H AM. Oxygen consumption and usage during physical exercise: the balance between oxidative stress and ROS-dependent adaptive signaling. *Antioxid Redox Signal.* 2013;18(10):1208-1246. doi:10.1089/ars.2011.4498
 19. Fraile-Bermúdez AB, Kortajarena M, Zarrazquin I, Maquibar A, Yanguas JJ, Sánchez-Fernández CE, Gil J, Irazusta A R-LF. Relationship between physical activity and markers of oxidative stress in independent community-living elderly individuals. *Exp Gerontol.* 2015;70:26-31. doi:10.1016/j.exger.2015.07.005
 20. Accattato F, Greco M, Pullano SA, et al. Effects of acute physical exercise on oxidative stress and inflammatory status in young , sedentary obese subjects. 2017:1-13.
 21. Carraro E, Schilir T, Biorci F, et al. Physical Activity , Lifestyle Factors and Oxidative Stress in Middle Age Healthy Subjects. *Int J Env Res Public Heal.* 2018;15:1-11. doi:10.3390/ijerph15061152
 22. Pitta F, Troosters T, Probst VS, Spruit MA, Decramer M, Gosselink R. Physical activity and hospitalization for exacerbation of COPD. *Chest.* 2006;129(3):536-544. doi:10.1378/chest.129.3.536
 23. Gommans LNM, Hageman D, Jansen I, et al. Minimal correlation between physical exercise capacity and daily activity in patients with intermittent claudication. *J Vasc Surg.* 2016;63(4):983-989. doi:10.1016/j.jvs.2015.10.060
 24. Witko-sarsat V, Friedlander M, Capeillere-blandin C, et al. Advanced oxidation protein products as a novel marker of oxidative stress in uremia. *Kidney int.* 1996;49:1304-1313. doi:10.1038/ki.1996.186
 25. Navarro-González JA, García-Benayas C, Arenas Joaquin. Semiautomated Measurement of Nitrate in Biological. *Clin Chem.* 1998;0022(3):679-681.
 26. Repetto M, Reides C, Gomez Carretero ML, Costa M, Griemberg G, Llesuy S. Oxidative stress in blood of HIV infected patients. *Clin Chim Acta.* 1996;255(2):107-117. doi:10.1016/0009-8981(96)06394-2
 27. Miao-Lin Hu. Measurement of protein thiol groups and glutathione in plasma,. *Methods Enzym.* 1994;233:380-385.
 28. Marklund S, Marklund G. Involvement of the Superoxide Anion Radical in the Autoxidation of Pyrogallol and a Convenient Assay for Superoxide Dismutase. *Eur J Biochem.* 1974;474:469-474.
 29. Meng SJ, Yu LJ. Oxidative stress, molecular inflammation and sarcopenia. *Int J Mol Sci.* 2010;11(4):1509-1526. doi:10.3390/ijms11041509
 30. Rossen J, Yngve A, Hagströmer M, et al. Physical activity promotion in the primary care setting in pre- and type 2 diabetes - the Sophia step study, an RCT. *BMC Public Health.* 2015;15(1):647. doi:10.1186/s12889-015-1941-9
 31. Mancilla R, Torres P, Schifferli I, Sapunar J. Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. 2014:34-39.
 32. Galle FA, D M, G. B. Modulación antioxidante y antiinflamatoria del ejercicio físico durante el envejecimiento. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2018;53:279-284. doi:10.1016/j.regg.2018.03.003
 33. Carraro E, Schilir T, Biorci F, et al. Physical Activity , Lifestyle Factors and Oxidative Stress in Middle Age Healthy Subjects. *Int J Env Res Public Heal.* 2018;15:1-11. doi:10.3390/ijerph15061152
 34. Soares AV, Marcelino E, Maia KC, Borges Junior NG. Relation between functional mobility and dynapenia in institutionalized frail elderly. *Einstein (São Paulo).* 2017;15(3):278-282. doi:10.1590/s1679-45082017ao3932
 35. McKee A, John E. Morley, Matsumoto AM. Sarcopenia: an endocrine disorder? *Endocr Pr.* 2017;23:1140-1149. doi:10.4158/EP171795.RA
 36. Liguori I, Russo G, Curcio F et al. Oxidative stress, aging, and diseases. *Clin Interv Aging.* 2018;Volume 13:757-772. doi:10.2147/CIA.S158513
 37. Kawamura T, Muraoka I. Exercise-Induced Oxidative Stress and the Effects of Antioxidant Intake from a Physiological Viewpoint. *Antioxidants.* 2018;7(119). doi:10.3390/antiox7090119
 38. Control D, Medicine S. The role of exercise prescription in chronic disease. *Br J Sport Med.* 2004;38:6-7. doi:10.1136/bjism.2003.010314
 39. Loyola WS, Camillo CA, Torres CV, Probst VS. Effects of an exercise model based on functional circuits in an older population with different levels of social participation. *Geriatr Gerontol Int.* 2017. doi:10.1111/ggi.13167
 40. da Silva EM, Sepúlveda-Loyola W, Martins da Silva J, Castilho dos Santos G, Pereira C. Comparación entre simple y doble tarea, capacidad cognitiva y equilibrio postural en adultos mayores que participan de 3 modalidades de ejercicio físico. *Fisioterapia.* 2019;(xx). doi:10.1016/j.ft.2019.10.002
 41. Moreno G, Mangione CM, Wang PC, et al. Physical activity, physical performance, and biological markers of health among sedentary older Latinos. *Curr Gerontol Geriatr Res.* 2014;2014:16-18. doi:10.1155/2014/535071
 42. García WS, Vargas PC. Efecto de intervenciones con ejercicio y/o suplementación sobre la masa muscular de personas mayores con sarcopenia: un meta-análisis. *PENSAR EN Mov Rev CIENCIAS DEL Ejerc Y LA SALUD.* 2019;17.
 43. Conzade R, Phu S, Vogrin S, et al. Changes in Nutritional Status and Musculoskeletal Health in a Geriatric Post-Fall Care Plan Setting. *Nutrients.* 2019;11:1-15.
 44. Benedetti TRB, Antunes PDC, Rodriguez-añez CR. Reproducibility and validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) in elderly men. *Rev Bras Med do Esporte.* 2007;13(1):9-13. doi:10.1590/S1517-86922007000100004