

Trejo Trejo, M.; Pineda Espejel, H.; Villalobos Molina, R.; Ramos Jiménez, A.; Vázquez Jiménez, J.G.; Machado Contreras, J.R.; Mejía-León, M.E.; Arrayales Millán, E. (2020) Acute Exercise Effect on Glomerular Filtration in the Elderly. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 20 (78) pp. 289-298
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista78/artejercicio1148.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista78/artejercicio1148.htm)

DOI: <http://doi.org/10.15366/rimcafd2020.78.007>

ORIGINAL

EFECTO DEL EJERCICIO AGUDO SOBRE LA FILTRACIÓN GLOMERULAR DE ADULTOS MAYORES

ACUTE EXERCISE EFFECT ON GLOMERULAR FILTRATION IN THE ELDERLY

Trejo Trejo, M.¹; Pineda Espejel, H.¹; Villalobos Molina, R.²; Ramos Jiménez, A.³; Vázquez Jiménez, J.G.¹; Machado Contreras, J.R.¹; Mejía-León, M.E.⁷ y Arrayales Millán, E.⁴

¹ Profesor de Tiempo completo, Facultad de Deportes, Universidad Autónoma de Baja California (México) marina.trejo@uabc.edu.mx, antonio.pineda@uabc.edu.mx, gustavo.vazquez@uabc.edu.mx, rene.machado@uabc.edu.mx, esther.mejia86@uabc.edu.mx

² Profesor de Carrera Titular C, Unidad de Biomedicina, Facultad de Estudios Superiores Iztacala y Facultad de Medicina U.N.A.M. (México) rafaelvillalobosmolina@gmail.com

³ Profesor investigador en el Departamento de Ciencias de la Salud del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (México) aramos@uacj.mx

⁴ Profesor, Facultad de Deportes, Universidad Autónoma de Baja California (México) earrayales@uabc.edu.mx

Clasificación UNESCO / UNESCO classification: 2411.06 Fisiología del ejercicio / Exercise physiology.

Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe classification: 6. Fisiología del ejercicio / Exercise physiology.

Recibido 22 de junio de 2018 **Received** June 22, 2018

Aceptado 1 de diciembre de 2018 **Accepted** December 1, 2018

RESUMEN

Introducción: Existe una disminución de la Filtración Glomerular (FG) en adultos mayores y la práctica del ejercicio puede causar cambios en la función renal. **Objetivo:** Evaluar el efecto de diferentes intensidades de ejercicio agudo sobre la filtración glomerular en adultos mayores. **Método:** 20 adultos mayores aparentemente sanos de $69,8 \pm 4$ años realizaron 3 pruebas de ejercicio físico: máxima y 2 sub-máximas (80% y 60%). Se colectaron muestras de sangre venosa para estimar la filtración glomerular por creatinina, antes y después del ejercicio. **Resultados:** Se observó una disminución significativa post-ejercicio en la filtración glomerular, estimada a partir de creatinina sérica en las pruebas máxima y sub-máxima a 80% ($p < 0,05$). **Conclusión:** El ejercicio físico agudo

máximo y sub-máximo al 80% de intensidad en adultos mayores aparentemente sanos, provoca una disminución de la filtración glomerular.

PALABRAS CLAVE: Filtración glomerular, ejercicio sub-máximo, ejercicio máximo, adulto mayor.

ABSTRACT

Introduction: There is a decrease in Glomerular Filtration Rate (GFR) in older adults and the exercise practice may lead to changes in renal function.

Purpose: To evaluate the effect of different intensities of acute exercise on elderly population GFR. **Methods:** 20 apparently healthy older adults ($69,8 \pm 4$ years) performed 3 exercise tests a week apart: one maximal and 2 submaximal (80% and 60%). Blood samples were collected to determine serum creatinine and to estimate GFR, before and after each exercise test. **Results:** A significant post-exercise decline in GFR, estimated from serum creatinine values, was observed in the maximal and submaximal 80% tests ($p < 0,05$).

Conclusion: Maximum and sub-maximum acute physical exercise at 80% intensity causes a decrease in glomerular filtration in apparently healthy older adults.

KEYWORDS: Glomerular filtration rate, submaximal test, exercise, maximal exercise, elderly.

INTRODUCCIÓN

La filtración glomerular (FG) es considerada el parámetro que refleja mejor la función y salud global renal (Stevens & Levey, 2009), y puede estimarse a partir de la medición de la concentración de creatinina sérica utilizando ecuaciones que se han venido desarrollando desde hace 30 años, que incluyen como estimadores la edad, el género y el tamaño corporal (Cirillo, 2010). Una de las ecuaciones más frecuentemente utilizada es la ecuación simplificada para predecir filtración glomerular a partir de la creatinina en suero: $FG = 186 \times (Cr/88.4)^{1.154} \times age^{-0.203} \times 0.742$ si es mujer (Levey et al, 2000).

En los adultos mayores, se presenta una disminución de la filtración glomerular y del coeficiente de ultrafiltración con incremento de la presión capilar glomerular y alteración de la sensibilidad a sustancias vasoconstrictoras y vasodilatadoras, reduciéndose la capacidad auto-reguladora y la reserva funcional renal (Young, 1997). La disminución en la filtración glomerular es más acentuada en varones que en mujeres (Xin, Dinesh, Dinesh, Ramesh y Nostratola, 2008; Pannarale, Carbone, Del Mastro, Gallo, Gattullo y Natalicchio, 2009), y disminuye aproximadamente en dos terceras partes a los 70 años (Poortmans y Ouchinsky, 2006). Aunque la función renal se disminuye con la edad, esta se encuentra suficientemente preservada, siempre y cuando la homeostasis no se vea desafiada por condiciones extremas como el ejercicio de alta intensidad (Anderson et al, 2011).

Aun cuando los efectos positivos de la práctica de ejercicio sobre la salud humana y retraso en el envejecimiento son evidentes (Aparicio García-Molina, Carbonell-Baeza y Delgado-Fernández, 2010; Gálvez González, Caracul Tubío y Jaenes Sánchez, 2011; Lera-López, Garrues, Ollo-López, Sánchez, Cabasés y Santos, 2017; Hall López, Ochoa, Alarcón. Moncada, Garcia & Martin Dantas, 2017). La práctica de ejercicio extenuante puede causar modificaciones en la función renal, tales como, reducción en la circulación renal y filtración glomerular (Poortmans & Ouchinsky, 2006), y presencia de microalbuminuria (Robinson, Fisher, Forman & Curhan, 2010; Trejo et al., 2018). Lo anterior debido a que el ejercicio extenuante aumenta la perfusión a los músculos activos, mientras que a los demás órganos, como los riñones, puede disminuir hasta un 25% de los niveles de reposo (Poortmans, 1984; Poortmans & Vanderstraeten, 1994).

Se ha desarrollado la hipótesis de que la disminución del flujo sanguíneo hacia el sistema renal y la disminución en el volumen plasmático circulatorio pueden atenuar la función renal e inducir un estrés renal isquémico, incluso una lesión renal "temporal" (Bonventre, 1988; Lippi, Schena, Salvagno, Tarperi, Montagnana, Gelati, & Guidi, 2008). Además, algunos estudios sugieren que la deshidratación inducida por el ejercicio, el estrés por calor, la inflamación y el estrés oxidativo también pueden influir en la función renal e inducir estrés renal (Otani, Kaya, & Tsujita, 2013; Hewing et al, 2015).

Farquhar & Kenney (1999) mostraron que la filtración glomerular en adultos mayores de 64 años disminuye después de realizar una hora de ejercicio físico a intensidad moderada (57% del VO_{2max}). Hawkins, Sevick, Richardson, Fried, Arena, & Kriska, A. M. (2011), señalan que aunque la actividad física sistemática, moderada o severa, afectan positivamente la salud, es importante examinar su relación con la función renal. Touchberry, Ernsting, Haff, & Kilgore (2004), señalan que es necesario realizar estudios para establecer los mecanismos que modifican la función renal por la práctica de ejercicio ya que encontraron una disminución de la filtración glomerular en deportistas de elite y este efecto se puede presentar en diferentes poblaciones. Por otro lado, Poortmans & Ouchinsky (2006), al estudiar adultos mayores, sugieren que el estrés biológico producido por el ejercicio repetitivo puede resultar en daño acumulativo sobre la filtración glomerular, si el ejercicio no es regulado adecuadamente.

Si bien el ejercicio ayuda a preservar y mejorar la salud renal, es necesario precisar la intensidad y duración del ejercicio en el cual el posible daño renal es menor o nulo. Pocos estudios se han llevado a cabo para determinar el efecto del ejercicio agudo máximo y sub-máximo sobre la función renal en el adulto mayor. Por lo anterior, el propósito del estudio fue determinar el efecto de diferentes intensidades de ejercicio físico sobre la filtración glomerular en adultos mayores aparentemente sanos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra de estudio

El presente estudio tuvo un diseño cuasi-experimental, longitudinal, prospectivo y comparativo. Participaron de manera voluntaria 20 adultos ≥ 65 años, a quienes previo a los estudios se les explicaron los procedimientos protocolarios y firmaron la carta de consentimiento informado. Los criterios de inclusión fueron: ser sedentarios, poder realizar ejercicio físico y estar sano, esto último de acuerdo con estudios clínicos y de laboratorio valorados por un médico del deporte. El estudio se realizó bajo las normas de la ley general de salud para investigación de México y el código de Helsinki.

Diseño experimental

Se diseñaron cuatro sesiones, la primera para categorizar la muestra y conocer el estado de salud de los participantes, por lo cual se realizaron pruebas de química sanguínea, biometría hemática (SPIN 120, Girona Spain), historia clínica, y electrocardiografía en reposo (Mortara x scribe 5, WI, USA). Asimismo, se registró el peso (Tanita SC 331S, Arlington Heights, IL, USA), estatura (SECA 213, Hamburgo, Alemania) y se calculó el índice masa corporal (IMC, kg/m^2) y el porcentaje de grasa corporal (Tanita SC 331S, Arlington Heights, IL, USA). Durante las siguientes tres sesiones se realizaron tres pruebas de ejercicio físico: una primera prueba a intensidad máxima con incrementos graduados y dos submáximas al 80% y 60% de la frecuencia cardíaca (FC) de reserva encontrada durante la prueba a intensidad máxima:

$[(FC_{\text{max/pico}}^a - FC_{\text{reposo}}) \% \text{ intensidad designada} + FC_{\text{reposo}}$ (American College of Sports Medicine, 2018). La secuencia de las pruebas submáximas se asignó aleatoriamente y con una diferencia de una semana entre ellas.

Pruebas de Ejercicio Físico

Todas las pruebas de ejercicio se realizaron en cicloergómetro (Monark modelo 128 E, Vasbro, SW) y la frecuencia de pedaleo se estableció a 50 rpm. La prueba de ejercicio incremental inició con una carga de 0,5 Kp (kilopondios), aumentando la carga 0,5 kp cada 2 minutos. Se consideraron los siguientes parámetros como indicadores de prueba máxima: incapacidad para mantener la frecuencia de pedaleo de 50 rpm durante los últimos 15 segundos y frecuencia cardíaca mayor o igual al 90% de la frecuencia cardíaca predicha para su edad, de acuerdo con la fórmula de Karvonen (Karvonen, Kentala, & Mustala, 1957). La frecuencia cardíaca fue monitoreada por un transmisor de frecuencia cardíaca (Polar RS 400, Oulu, Finlandia) y el registro electrocardiográfico con un electrocardiógrafo de 12 derivaciones (Mortara x scribe 5). El consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{Max}}$) se estimó por la fórmula, validada por el Colegio Americano de Medicina del Deporte: $Y = 10.51(W) + 6.35 (\text{kg}) - 10.49(\text{yr}) + 519.3 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$; $R = 0.939$, $\text{SEE} = 212 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$.

Females: $Y = 9.39 (W) + 7.7 (kg) - 5.88 (yr) + 136.7 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$; $R = 0.932$, $SEE = 147 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ (Storer, Davis, & Caiozzo, 1990). Las pruebas de ejercicio submáximo consistieron en pedalear durante 20 minutos continuos registrándose continuamente la FC.

Estimación de la Filtración Glomerular

Para determinar los niveles séricos de creatinina y estimar la FG, inmediatamente antes y después de cada una de las pruebas de ejercicio físico se recolectaron muestras de sangre de la vena antecubital.

A partir de las concentraciones de creatinina sérica (Cr) obtenida en las pruebas de ejercicio físico, se estimó la FG en $\text{mL}/\text{min} \times 1.73 \text{ m}^2$, utilizando la ecuación arriba mencionada pero ajustada a mg/dL de creatinina: $FG = 186 \times (Cr)^{-1.154} \times \text{age}^{-0.203} \times 0.742$ si es mujer (Gracia, Montañés, Bover, Cases, Deulofeu, Martín de Francisco & Orte 2006).

Análisis Estadístico

Para conocer el tipo de estadístico a utilizar se realizaron primeramente análisis descriptivos. La distribución de los datos se analizó por la Z de Kolmogorov-Smirnov. Una vez comprobada la distribución normal se realizaron los siguientes análisis paramétricos: ANOVA de dos vías para analizar las diferencias entre tiempos (basales y finales) y protocolos (tipos de ejercicio), y t de muestras relacionadas para comprobar las diferencias entre pares. Los resultados de la Tabla se reportan en medias \pm desviación estándar ($\bar{x} \pm DE$) y en la figura 1 en $\bar{x} \pm 95\%$ de intervalo de confianza. Se consideró como valor significativo una $p < 0,05$.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se describen las características de los participantes, donde se observan valores dentro de los rangos saludables de IMC y porcentaje de grasa para la edad.

Tabla 1. Características generales de los participantes, $n= 20$.

Variable	$\bar{x} \pm DE$
Edad (años)	69,8 \pm 4
Peso (kg)	70,6 \pm 11,7
Talla (cm)	162,3 \pm 9,1
IMC	26,8 \pm 3,5
% Grasa	24,6 \pm 6,2

Como se observa en la figura 1 la filtración glomerular no se vio afectada a la intensidad de ejercicio del 60%, solamente a la intensidad máxima y al 80%,

disminuyendo en promedio 8.3 ml/min/1.73 m² al final del ejercicio (de 76,7 ± 21,9 a 67,7 ± 19.2 ml/min ml/min/1.73 m² y de 76,6 ± 23,5 a 69,1 ± 16,8 ml/min ml/min/1.73 m², para el ejercicio máximo y al 80% respectivamente, *p* < 0,05). Entre protocolos de ejercicio, solo se observó diferencia significativa en los valores basales en el ejercicio al 60% respecto a los demás.

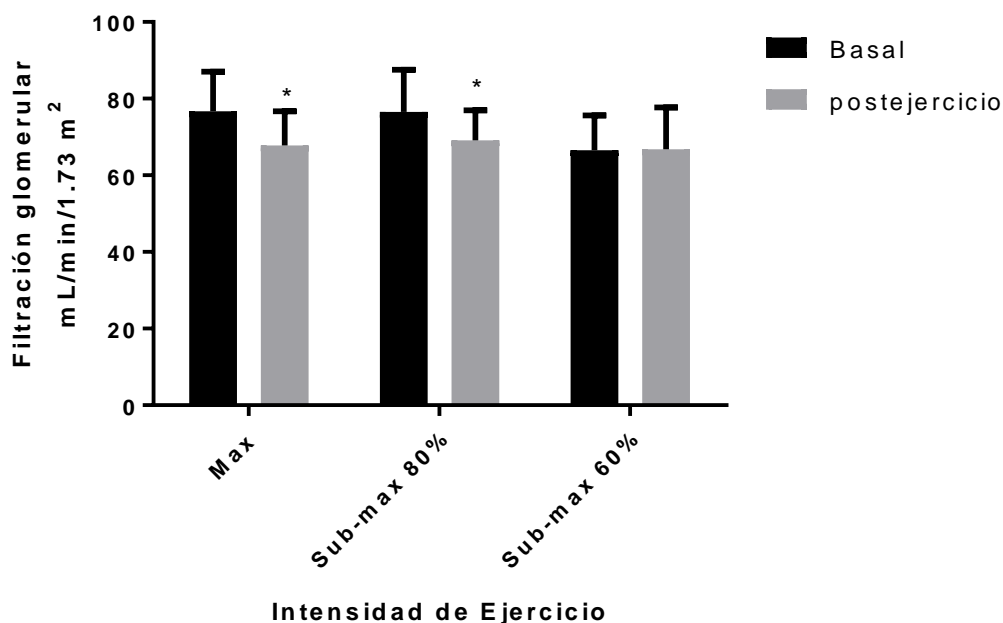


Figura 1. Filtración glomerular antes y después de las pruebas de ejercicio físico *n*= 20 (\bar{x} , \pm DE). ^a = diferencias estadísticas respecto al ejercicio máximo al 80%; * *p* < 0,05

DISCUSIÓN

En el presente estudio los participantes mostraron una filtración glomerular (73.6 ± 6.3 ml/min/1.73 m²) menor que lo reportado para adultos jóvenes de ambos géneros (128.82 ± 29.28), debido propiamente al proceso fisiológico de envejecimiento (Xin, Dinesh, Xueqing, Ramesh, & Nostratola, 2008). Las 3 determinaciones de filtración glomerular antes de las pruebas de ejercicio físico máximo y sub-máximo tuvieron diferencias significativas, estos datos pudieran indicar que la estimación de la filtración glomerular por medio de la concentración sérica de creatinina en adultos mayores no es un instrumento adecuado y tiene un grado de variación, esto concuerda con el estudio publicado por Swedko et al. (2003) donde indican que la creatinina sérica es inadecuada para detectar falla renal en adultos mayores. En la actualidad se han propuesto marcadores nuevos para medir FG, como son la cistatina C (Ferguson & Waikar, 2012) que pudieran ser mejores estimadores de la filtración glomerular

La prueba de ejercicio físico máximo provocó reducción significativa en la filtración glomerular estimada por medio de creatinina sérica, la misma reducción se presentó posterior a la prueba sub-máxima al 80%, concordando con el estudio de Poortmans & Ouchinsky et al. (2006) donde observaron disminución del 12% en la filtración glomerular en adultos mayores en ejercicio extenuante agudo, lo cual pudiera indicar que los mecanismos fisiológicos de la filtración glomerular posiblemente operan de manera similar en estas dos intensidades en

ejercicio físico agudo en los adultos mayores. La prueba sub-máxima al 60% no influyó significativamente en la modificación de los niveles de la filtración glomerular.

En otro estudio realizado en ciclistas de ultramaratón se registró disminución de la filtración glomerular inmediatamente después del ejercicio (85 ± 19 ml/min) comparado con los valores basales (114 ± 27 ml/min) y retornando a estos dentro de las 24 horas después de la práctica del ejercicio (113 ± 28 ml/min) (Neumay, Pfister, Hoertnagl, Mitterbauer, Getzner, Ulmer, ... & Joannidis, 2003). En nuestro estudio solo se monitoreó el efecto agudo del ejercicio físico sobre la filtración glomerular, sin determinar si este efecto prevaleció a las 24 horas después de las pruebas de ejercicio.

Otros autores (Poortmans, Blommaert, Baptista, De Broe, & Nouwen, 1997; Poortmans & Ouchinsky 2006; Banfi, Del Fabbro, & Lippi, 2009) observan que tanto la intensidad como la duración del ejercicio influyen en la disminución de filtración glomerular. En este trabajo se corroboran dichos resultados, ya que el ejercicio agudo máximo y sub-máximo al 80% reflejaron cambios en la filtración glomerular, calculada por concentración de creatinina sérica, teniendo la última prueba una duración de 20 minutos, mientras que la duración de la prueba máxima tuvo un promedio de 11 minutos.

CONCLUSIÓN

Si bien hay disminución en la filtración glomerular, hubo bajo riesgo en los participantes, ya que esta no disminuyó, lo cual indica que el ejercicio de intensidad moderada durante 20 minutos y las pruebas de ejercicio máximo no repercuten en el funcionamiento renal en los adultos mayores aparentemente sanos.

Este estudio soporta que con el ejercicio físico agudo máximo y sub-máximo al 80% existe una disminución de en la filtración glomerular, mientras que a la intensidad de 60% no se altera esta y la respuesta fisiológica renal en adultos mayores sanos no es desfavorable.

Limitaciones del estudio

El bajo número de sujetos de la muestra en este trabajo es debida a la baja prevalencia de adulto mayor clínicamente sano ya que la mayor proporción de los individuos de este grupo etario no tienen las características fisiológicas de nuestro estudio, sino que presentan patologías que influyen en la función renal, como hipertensión, diabetes, padecimientos cardiovasculares e incluso enfermedad renal, lo cual nos obliga a que los estudios de las respuestas renales al ejercicio físico agudo se lleven a cabo en sujetos con este tipo de patologías.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College of Sports Medicine. (2018) ACSMs Guidelines for exercise testing and prescription, Tenth edition. *American College of Sports Medicine*. p150.
- Anderson, S., Eldadah, B., Halter, J. B., Hazzard, W. R., Himmelfarb, J., Horne, F. M., ... & Schmader, K. E. (2011). Acute kidney injury in older adults. *Journal of the American Society of Nephrology*, 22(1), 28-38. <https://doi.org/10.1681/ASN.2010090934>
- Aparicio García-Molina, V.A.; Carbonell-Baeza, A. & Delgado-Fernández, M. (2010). Beneficios de la actividad física en personas mayores. *Revista internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 10(40), 556-576.
- Banfi, G., Del Fabbro, M. & Lippi, G. (2009). Serum creatinine concentration and creatinine-based estimation of glomerular filtration rate in athletes. *Sports Medicine*, 39(4), 331-337. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939040-00005>
- Bonventre J. (1988). Mediators of ischemic renal injury. *Annual Review of Medicine*, 39:531–544. <https://doi.org/10.1146/annurev.me.39.020188.002531>
- Cirillo M. (2010). Evaluation of glomerular filtration rate and of albuminuria/proteinuria. *Journal of Nephrology*, 23(2), 125-132.
- Douville, P., Martel, A. R., Talbot, J., Desmeules, S., Langlois, S., & Agharazii, M. (2008). Impact of age on glomerular filtration estimates. *Nephrology Dialysis*. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfn473>
- Farquhar, W. B., & Kenney, W. L. (1999). Age and renal prostaglandin inhibition during exercise and heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 86(6), 1936-1943. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.86.6.1936>
- Ferguson, M. A. & Waikar, S. S. (2012). Established and emerging markers of kidney function. *Clinical chemistry*, 58(4), 680-689. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2011.167494>
- Gálvez González, J.; Caracuel Tubío, J.C. & Jaenes Sánchez, J.C. (2011). Práctica de Actividad física y velocidad de procesamiento cognitivo en mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 11(44), 803-816.
- Gracia S, Montañés R, Bover J, Cases A, Deulofeu R, Martín de Francisco A & Orte L. (2006). Documento de consenso: Recomendaciones sobre la utilización de ecuaciones para la estimación del filtrado glomerular en adultos. *Nefrología*. 26(6), 658-665.
- Gekle M. (2017). Kidney and aging: a narrative review. *Experimental Gerontology*, 87,153-155. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2016.03.013>
- Hall López, J.A., Ochoa Martínez, P.Y., Alarcón Meza, E.I., Moncada-Jiménez, J.A., Garcia Bertruy, O. & Martin Dantas, E.H. (2017). Programa de entrenamiento de hidrogimnasia sobre las capacidades físicas de adultas mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 17(66), 283-298. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2017.66.005>
- Hawkins, M. S., Sevick, M. A., Richardson, C. R., Fried, L. F., Arena, V. C., & Kriska, A. M. (2011). Association between physical activity and kidney function: National Health and Nutrition Examination Survey. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(8), 1457-1464. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31820c0130>

- Hewing, B., Schattke S., Spethmann S., Sanad W., Schroeckh S., Schimke I., et al. (2015). Cardiac and renal function in a large cohort of amateur marathon runners. *Cardiovascular Ultrasound*, 13:13. <https://doi.org/10.1186/s12947-015-0007-6>
- Karvonen, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinæ Experimentalis et Biologiæ Fenniae*, 35(3), 307.
- Lera-López, F., Garrues Irisarri, M.A., Olló-López, A., Sánchez Iriso, E., Cabasés Hita, J.M. & Sánchez Santos, J.M. (2017). Actividad física y salud autopercibida en personas mayores de 50 años. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y Deporte*, 17(67), 559-571. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2017.67.011>
- Levey, AS, Greene T, Kusek JW, et al. A simplified equation to predict glomerular filtration rate from serum creatinine. *J Am Soc Nephrol*, 2000, vol. 11pg. 155A
- Lippi G., Schena L., Salvagno C., Tarperi M., Montagnana M., Gelati M, Guidi GC. (2008). Acute variation of estimated glomerular filtration rate following a half-marathon run. *Internacional Journal of Sports Medicine*, 29, 948–951. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1038745>
- Neumayr, G., Pfister, R., Hoertnagl, H., Mitterbauer, G., Getzner, W., Ulmer, H., ... & Joannidis, M. (2003). The effect of marathon cycling on renal function. *International Journal of Sports Medicine*, 24(02), 131-137. <https://doi.org/10.1055/s-2003-38205>
- Nyengaard, J. & Bendtsen, T. (1992). Glomerular number and size in relation to age, kidney weight, and body surface in normal man. *The Anatomical Record*, 232(2), 194-201. <https://doi.org/10.1002/ar.1092320205>
- Otani, H., Kaya M., & Tsujita J. (2013). Effect of the volume of fluid ingested on urine concentrating ability during prolonged heavy exercise in a hot environment. *Journal of Sports Science Medicine*, 12,197–204.
- Pannarale, G., Carbone, R., Del Mastro, G., Gallo, C., Gattullo, V., Natalicchio, L. & Tedesco, A. (2009). The aging kidney: structural changes. *Journal of Nephrology*, 23, S37-40.
- Poortmans, J. R. (1984). Exercise and renal function. *Sports Medicine*, 1,125–153. <https://doi.org/10.2165/00007256-198401020-00003>
- Poortmans J. R. & Vanderstraeten J. (1994). Kidney function during exercise in healthy and diseased humans. *Sports Medicine*, 18, 419–437. <https://doi.org/10.2165/00007256-199418060-00006>
- Poortmans J. R., Blommaert E., Baptista M., De Broe M. E., & Nouwen E. J. (1997). Evidence of differential renal dysfunctions during exercise in men. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 76(1), 88-91. <https://doi.org/10.1007/s004210050217>
- Poortmans J. R., & Ouchinsky M. (2006). Glomerular filtration rate and albumin excretion after maximal exercise in aging sedentary and active men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(11), 1181-1185. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.11.1181>
- Robinson, E. S., Fisher, N. D., Forman, J. P., & Curhan, G. C. (2010). Physical activity and albuminuria. *American Journal of Epidemiology*, 171(5), 515-521. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp442>

- Stevens, L.A. & Levey, A.S. (2009) Measured GFR as a confirmatory test for estimated GFR. *Journal American Society Nephrology*, 20(11), 2305-2313. <https://doi.org/10.1681/ASN.2009020171>
- Storer, T. W., Davis, J. A., & Caiozzo, V. J. (1990). Accurate prediction of VO2max in cycle ergometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(5), 704-712. <https://doi.org/10.1249/00005768-199010000-00024>
- Suzuki, M. (2015). Physical exercise and renal function. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 4(1), 17-29. <https://doi.org/10.7600/jpfsm.4.17>
- Swedko, P.J., Clark, H.D., Paramsothy, K., & Akbari, A. (2003). Serum creatinine is an inadequate screening test for renal failure in elderly patients. *Archives of Internal Medicine*, 163, 356-360. <https://doi.org/10.1001/archinte.163.3.356>
- Touchberry Ch, Ernsting M, Haff G, Kilgore J. (2004). Training alterations in elite cyclists may cause transient changes in glomerular filtration rate. *Journal of Sport Science & Medicine*, 3, 28-36.
- Trejo M, Díaz F, Kornhauser C, Macias M, Najera M, Arce R, Pineda-Espejel H. (2018). Efecto del ejercicio máximo y submáximo sobre excreción de albúmina en adultos mayores, *RETOS*, 33, 238-240.
- Xin J, Dinesh R, Xueqing Y, Ramesh S, y Nostratola D. (2008). The aging kidney. *Kidney International*, 74, 710-720. <https://doi.org/10.1038/ki.2008.319>
- Young, A. (1997). Aging and physiological functions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological*, 352,1837-1843. <https://doi.org/10.1098/rstb.1997.0169>

Número de citas totales / Total references: 36 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 4 (11,1%)