

Efecto del ejercicio máximo y submáximo sobre excreción de albúmina en adultos mayores

Effect of maximal and submaximal exercise on albumin excretion in older adults

*Marina Trejo Trejo, **Francisco Cisneros José Díaz Cisneros, **Carlos Kornhauser Araujo, **Maciste Habacuc Macías Cervantes, **Magdalena Najera Garcidueñas, *Raquel Citalli Arce Guridi, *Heriberto Antonio Pineda Espejel
*Universidad autónoma de Baja California (México), **Universidad de Guanajuato (México)

Resumen. Introducción: En jóvenes y adultos la microalbuminuria podría ser inducida por ejercicio físico extenuante. Los efectos del ejercicio máximo y submáximo sobre microalbuminuria en adultos mayores (≥ 65 años) no son bien conocidos. Objetivo: Evaluar el efecto de diferentes intensidades de ejercicio agudo sobre la microalbuminuria. Métodos: 20 sujetos sanos, 13 hombres y 7 mujeres (69 ± 4 años). Realizaron 3 pruebas de ejercicio físico con una semana de diferencia: MAXCAP-B, SUBMAX-B 80% y SUBMAX-B 60%. Se recolectaron muestras de orina antes, inmediatamente después, una hora y 24 horas después del ejercicio para determinar la microalbuminuria (20 - 200 mg/l). Resultados: Solo se observó una microalbuminuria significativamente más elevada inmediatamente después en MAXCAP-B ($19,0 \text{ mg/l} \pm 10,7$) y 1 hora postejercicio ($18,6 \pm 9,4 \text{ mg/l}$) ($p < 0,05$). A las 24 horas después de las pruebas de ejercicio físico no existió microalbuminuria ($p > 0,05$). Conclusión La intensidad elevada del ejercicio favorece la aparición de microalbuminuria en los adultos mayores aparentemente sanos, esta respuesta es moderada y transitoria, y debe considerarse en los programas de ejercicio. No existió microalbuminuria persistente a las 24 horas posterior a la práctica de ejercicio físico máximo y submáximo, lo cual indica que en adultos mayores aparentemente sanos el efecto solo es agudo y transitorio. Este estudio soporta que el ejercicio submáximo y máximo (80% y 60%) no tiene impacto desfavorable sobre la función renal en adultos mayores aparentemente sanos. Se deben realizar estudios para medir las respuestas renales al ejercicio agudo en pacientes con enfermedades crónicas degenerativas.

Palabras Clave: microalbuminuria, prueba submáxima ejercicio, albuminuria, adulto mayor.

Summary. Introduction: Microalbuminuria could be induced by strenuous exercise in young and adults. The effects of maximum and submaximal exercise on microalbuminuria in elderly (≥ 65 years) are not well known. Purpose: To evaluate the effect of different intensities of acute exercise on microalbuminuria. Methods: 20 healthy subjects, 13 men and 7 women (69 ± 4 years). They performed 3 exercise tests a week apart: MAXCAP-B, SUBMAX-B 80% and 60%. Urine samples were collected before, immediately after, one hour and 24 hours after exercise to determine microalbuminuria (20-200 mg/l). Results: microalbuminuria was observed immediately after in MAXCAP-B ($19,0 \text{ mg/l} \pm 10,7$) and 1 hour post-exercise ($18,6 \pm 9,4 \text{ mg/l}$) ($p < 0,05$). After 24 hours of exercise, any testing did not show microalbuminuria ($p > 0,05$). Conclusion: The High intensity of exercise favor the appearance of microalbuminuria in apparently healthy older adults, this response is moderate and transient. There was no persistent microalbuminuria at 24 hours following the practice of maximum and submaximal exercise. The maximum and submaximal exercise in apparently healthy older adults. This study supports that in performing submaximal exercise maximum (80% and 60%) on renal function in healthy elderly has no adverse impact. Studies should be conducted to measure renal responses to acute exercise in patients with chronic degenerative diseases.

Keywords: microalbuminuria, submaximal test, exercise, albuminuria, elderly.

Introducción

La excreción de albúmina entre 20 y 200 mg/min en una muestra de orina se conoce como microalbuminuria (MA) (Abdelhafiz, Ahmed, & El Nahas, 2011). Originalmente fue propuesta como marcador de enfermedad renal en pacientes con diabetes, y posteriormente se ha demostrado que es un importante factor de riesgo de enfermedad renal y cardiovascular (CVD) (Buckalew & Freedman, 2011; Robinson, Fisher, Forman, & Curhan, 2010). Los cambios en la excreción urinaria de albúmina pueden reflejar anomalías microvasculares activadas por diferentes procesos hemodinámicos, metabólicos e inflamatorios (Abdelhafiz, et al., 2011).

La práctica de ejercicio físico tiene efectos benéficos para los adultos mayores (Oliveira, Santa-Marinha, Leao, Monteiro, Bento, Santos & Rito, 2017; González & Froment, 2018; Pereira, Fernandez, Cruz & Santiesteban, 2018), sin embargo puede provocar microalbuminuria, la cual se explica por un aumento de la permeabilidad de la membrana capilar glomerular como resultado del incremento en la presión de filtración. El ejercicio físico ha sido señalado como un factor capaz de provocar microalbuminuria sobre todo en patologías relacionadas con enfermedad vascular (Abdelhafiz, et al., 2011; Saeed, Pavan Kumar Devaki, Mahendrakar, & Holley, 2012). Aun cuando los efectos positivos de la práctica del ejercicio físico sobre la salud humana y el retraso en el envejecimiento son evidentes, la práctica del ejercicio puede causar modificaciones en la función renal, tales como, reducción en la circulación renal y filtración glomerular en condiciones normales (Farquhar & Kenney, 1999; Heathcote, Wilson, Quest, & Wilson, 2009; Poortmans & Ouchinsky, 2006; Shavandi, Samiei, Afshar, Saremi, & Sheikhhoseini, 2012). El ejercicio agudo incrementa la demanda de flujo sanguíneo

muscular en las arterias y arteriolas sistémicas con un incremento en el pasaje transmembranoso de albúmina. Al respecto, Kramer et al. (1988), demostraron un incremento en la excreción de albúmina durante el ejercicio máximo y submáximo en adultos sanos. En sujetos sanos, la microalbuminuria se relaciona más con la intensidad del ejercicio y la producción de lactato que con la duración del ejercicio (Kornhauser, Malacara, Macías-Cervantes, & Rivera Cisneros, 2012). Se ha reportado que el efecto del ejercicio sobre la excreción de albúmina depende de la intensidad del ejercicio de manera transitoria, disminuyendo 1 hora después y retornando a niveles basales dentro de las 24 h post ejercicio en adultos jóvenes (Heathcote, et al., 2009; Kramer et al., 1988), por otro lado, Robertshaw et al. sugieren que los efectos del ejercicio prolongado pueden durar hasta 4 días (Robertshaw, Cheung, Fairly, & Swaminathan, 1993). Shavandi et al. (2012) señalan diferentes mecanismos fisiológicos de la excreción de albúmina en relación con el tipo de ejercicio encontrando que una intensidad elevada y corta duración pueden incrementar la excreción de albuminuria por un aumento de la presión hidrostática glomerular. En cambio, un ejercicio de moderada intensidad y larga duración incrementa la albuminuria debido especialmente a la disminución de la reabsorción tubular de proteínas (Shavandi, et al., 2012).

Hawkins et al (2011) señalan que aunque la actividad física moderada o severa muestra una relación con muchas condiciones crónicas, es importante examinar las actividades de baja intensidad y su relación con la función renal. Touchberry et al. (2004) señalan que es necesario realizar estudios para establecer relaciones temporales e incluir recomendaciones para la práctica de ejercicio de baja intensidad. Poortmans et al. (2006) sugieren que el estrés biológico repetitivo producido por el ejercicio, puede resultar en un daño acumulativo en el adulto mayor si este 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 submáximo en adulto mayor.

El propósito del estudio fue determinar el efecto de diferentes intensidades de ejercicio físico sobre la excreción de albúmina en adultos mayores aparentemente sanos.

Material y Métodos

Participantes

El presente estudio fue un diseño experimental, longitudinal, prospectivo y comparativo en adultos mayores aparentemente sanos ($e > 65$ años de edad) de ambos sexos. Se estudiaron 20 sujetos, 13 hombres y 7 mujeres, de 65 años o más (69 ± 4), los cuales firmaron un consentimiento informado y se observaron estrictamente las recomendaciones del código de Helsinki y las aplicaciones normativas derivadas de la ley general de salud de México.

Procedimiento

Los participantes fueron citados en 3 sesiones en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio en el Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo de la Universidad de Guanajuato, para realizar las pruebas de ejercicio físico máximo (MAXCAP-B) y las 2 submáximas (SUBMAX-B 80% y SUBMAX-B 60%). En la primer sesión, con un ayuno de 10 horas, se tomó muestra sanguínea para determinar valores séricos de glucosa, creatinina, ácido úrico, colesterol y triglicéridos por espectrofotometría (SPIN 120, Girona Spain), así como historia clínica y un electrocardiograma en reposo (MORTARA x scribe 5, Wisconsin, USA). Para caracterizar a la muestra se tomaron medidas antropométricas de peso, estatura y pliegues cutáneos (tricipital, torácico, subescapular, pectoral, abdominal, muslo y pierna). Se determinó el IMC (kg/m^2) y la composición corporal (TANITA SC 331S, Arlington Heights, Illinois, USA). Se calculó el porcentaje de grasa corporal utilizando las fórmulas de Jackson y Pollock (1985) para ambos sexos. Se realizó una prueba de ejercicio físico máximo graduado (MAXCAP-B) con el protocolo modificado de Díaz et al. (1977) sobre un ergómetro de bicicleta (MONARK modelo 128 E, Vashbro, SU); la frecuencia de pedaleo fue de 50 rpm, comenzando con una carga de 0,5 Kp. (Kilopondio o Kp = la fuerza con la que la tierra atrae a una masa de un kilogramo) y aumentando la carga 0,5 kp. cada 2 minutos. Se consideraron los siguientes indicadores para término de la prueba: fatiga máxima, incapacidad para mantener la frecuencia de pedaleo de 50 rpm, 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 constantemente por un transmisor de frecuencia cardíaca (POLAR RS 400, Oulu, FIN); los cambios electrocardiográficos se registraron por medio de un electrocardiógrafo de 12 derivaciones (MORTARA x scribe 5, Wisconsin, USA). El consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2 \text{ MAX}$) se estimó a partir de fórmulas validadas por el American College of Sports Medicine (ACSM) (Storer, et. al., 1990).

Después de la realización de la prueba MAXCAP-B, y con una diferencia de una semana entre ellas, se efectuaron 2 pruebas de ejercicio submáximo (SUBMAX-B 80% y SUBMAX-B 60%) en ergómetro de bicicleta al 60% y 80% de la frecuencia cardíaca de reserva calculada a partir de la frecuencia cardíaca pico, la frecuencia cardíaca de reposo y la intensidad de 60% y 80%; la secuencia de la realización de las pruebas SUBMAX-B 60% y 80% se asignó aleatoriamente. Cada sujeto realizó un calentamiento de 5 minutos, y posteriormente pedaleó 20 minutos continuos a la frecuencia cardíaca designada (± 2 latidos) monitoreada continuamente por un transmisor de frecuencia cardíaca.

Treinta minutos antes, y durante los diez minutos posteriores a la realización de las 3 pruebas de ejercicio, los participantes ingerieron 250 ml. de solución isotónica con electrolitos y glucosa al 6%.

Se recolectó una muestra de orina antes de iniciar cada prueba de ejercicio, al término, 60 minutos y 24 horas postejercicio para determinar la presencia de microalbuminuria (mg/l) por técnica inmunoturbidimétrica (HemoCue® Albumin 201, Ängelholm Sweden).

Análisis Estadístico

Los resultados se presentan en media y desviación estándar (media

y DS). Para determinar el impacto de las diferentes intensidades de ejercicio se aplicó ANOVA de 2 vías. Se consideró como valor significativo $p < 0.05$.

Resultados

La Tabla 1 muestra las características clínicas de los pacientes (7 mujeres y 13 hombres). El IMC fue de $26,8 \pm 3,5$ y los niveles de glucosa sérica se encuentran ligeramente por encima de los límites recomendados ($102,4 \pm 18,2 \text{ mg}/\text{dl}$). La concentración sérica de colesterol total ($182,3 \pm 33,8 \text{ mg}/\text{dl}$), triglicéridos ($126,0 \pm 47,4 \text{ mg}/\text{dl}$), ácido úrico ($4,7 \pm 1,1 \text{ mg}/\text{dl}$), creatinina ($0,96 \pm 0,27 \text{ mg}/\text{dl}$), Hb ($14,51 \pm 0,98 \text{ g}/\text{dl}$) y Hct ($44,18 \pm 3,50 \%$) se encuentran dentro de rangos recomendados. Los participantes tuvieron una capacidad funcional buena de acuerdo al $\text{VO}_{2\text{max}}$ obtenido ($28,1 \pm 7,5 \text{ ml}/\text{kg}/\text{min}$). La frecuencia cardíaca máxima observada fue de $148 \pm 12 \text{ lat}/\text{min}$ que representó el 98.5% de la frecuencia cardíaca calculada para cada uno de los sujetos.

Tabla 1. Características generales, antropométricas, composición corporal e indicadores bioquímicos y de ejercicio físico de los participantes $n = 20$ (13 hombres/ 7 mujeres) ($X \pm DS$)

Variable	$X \pm DS$
Edad (años)	$69,8 \pm 4,9$
Peso (kg)	$70,6 \pm 11,7$
Talla (cm)	$162,3 \pm 9,09$
IMC	$26,8 \pm 3,5$
% Grasa	$24,6 \pm 6,2$
Glucosa (mg/dl)	$102,4 \pm 18,2$
Colesterol (mg/dl)	$182,3 \pm 33,8$
Triglicéridos (mg/dl)	$126,0 \pm 47,4$
Ácido Úrico (mg/dl)	$4,7 \pm 1,1$
Creatinina (mg/dl)	$0,96 \pm 0,27$
$\text{Vo}_2 \text{ max}$ ($\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$)	$28,1 \pm 7,5$
FC_{max} O (lat/min)	148 ± 12

Antes de las pruebas de ejercicio físico la excreción urinaria de albúmina fue para MAXCAP-B de $7,6 \pm 2,7 \text{ mg}/\text{l}$; para SUBMAX-B 80% fue de $8,7 \pm 2,01 \text{ mg}/\text{l}$; y en la prueba de ejercicio físico SUBMAX-B 60% de $8,9 \pm 3,0 \text{ mg}/\text{l}$. El ANOVA de 2 vías mostró cambios estadísticamente significativos ($p < 0,05$) en la microalbuminuria solo en MAXCAP-B postejercicio ($19,0 \pm 10,7 \text{ mg}/\text{l}$) y 1 hora post ejercicio ($18,6 \pm 9,4 \text{ mg}/\text{l}$) ($p < 0,05$). Después de la realización de la prueba de ejercicio físico SUBMAX-B 60% y 80% no se presentaron cambios estadísticamente significativos en la presencia de microalbuminuria (Figura 1).

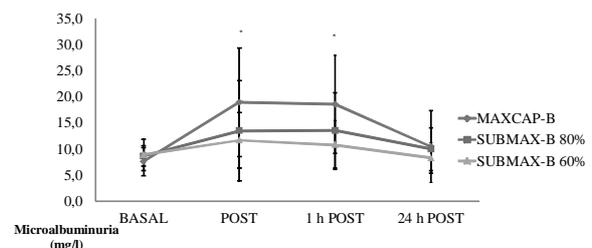


Figura 1. Presencia de microalbuminuria antes y después de las pruebas de ejercicio

Las concentraciones de excreción de albúmina regresaron a valores basales a las 24 horas después de la realización de todas las pruebas de ejercicio físico.

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que no existe microalbuminuria en los sujetos en condiciones basales.

Los resultados del estudio son acordes con los de Poortmans et al. (2006), quienes también en adultos mayores, encontraron una elevación significativa ($p < 0,05$) de la excreción de albúmina 30 minutos después de la realización de ejercicio físico máximo con respecto a la basal, aun cuando no describen el efecto inmediatamente postejercicio. Por su parte, Heathcote et al. (2009), mostraron también elevación en la excreción de albúmina en adultos jóvenes en orina colectada 15 minutos

postejercicio, la cual disminuyó a los valores normales en las siguientes 24 horas. A este respecto los resultados concuerdan con los de ambos estudios, aun cuando se piensa que este estudio muestra de manera más completa el efecto del ejercicio sobre la excreción de albúmina, ya que se determinaron las condiciones urinarias obtenidas inmediatamente después del ejercicio. La ausencia de microalbuminuria 24 horas después de la realización de las pruebas de ejercicio físico MAXCAP-B y SUBMAX-B 80% y 60% indica que la microalbuminuria no fue persistente.

Por otra parte, los estudios de Kramer et al. (1988), Poortmans & Labilloy, (1988) Bellinghieri, Savica, & Santoro (2008) y Komhauser et al. (2012), muestran que el efecto de ejercicio sobre la excreción de albúmina está más en relación con la intensidad del ejercicio que con la duración del mismo, lo cual concuerda con los resultados de este estudio que muestran el efecto de un ejercicio de máxima capacidad aerobia sobre la excreción de la albúmina. Al respecto, Allen (2005) menciona que el entrenamiento de alta intensidad y corta duración pueden incrementar la excreción de albúmina por mecanismos de alteración glomerular y tubular. En los pacientes del presente estudio la prueba de ejercicio físico SUBMAX-B 60% y 80%, con una duración de 20 minutos, no provocó mayor efecto sobre la excreción de albúmina, lo cual sugiere que en estos sujetos a estas intensidades y duración de ejercicio no tiene un efecto importante sobre la excreción de albúmina.

Aun cuando Clerico et al. (1990) encontraron microalbuminuria en deportistas entrenados a intensidades entre 60-90%, este estudio muestra resultados discordantes ya que no se presentó microalbuminuria después de la realización de ejercicio físico agudo en intensidades submáximas del 80% y 60%.

En condiciones normales, la albúmina es filtrada por los glomérulos y los túbulos proximales los cuales reabsorben activamente esta proteína (Tojo & Kinugasa, 2012), estas condiciones fisiológicas podrían estar alteradas en los adultos mayores. Sin embargo, la normalización de la excreción de albúmina 24 horas después del ejercicio de manera similar a lo encontrado en adultos jóvenes apoyaría la idea de que a pesar de que en los adultos mayores la intensidad del ejercicio físico puede ser un factor importante para determinar la excreción de albúmina, no tiene impacto fisiológico persistente.

Conclusión

La intensidad máxima de ejercicio favorece la aparición de microalbuminuria en los adultos mayores aparentemente sanos; esta respuesta es moderada y transitoria, y debe considerarse en los programas de ejercicio. No existió microalbuminuria persistente a las 24 horas posterior a la práctica de ejercicio físico máximo y submáximo, lo cual indica que en adultos mayores aparentemente sanos el efecto solo es agudo y transitorio. Se deben realizar estudios para medir las respuestas renales al ejercicio agudo en pacientes con enfermedades crónicas degenerativas.

Referencias

Abdelhafiz, A. H., Ahmed, S., & El Nahas, M. (2011). Microalbuminuria: marker or maker of cardiovascular disease. *Nephron Experimental Nephrology*, 119(Suppl. 1), e6-e10.

Allen, T. (2005). Exercise physiology: people and ideas. *British Journal of Sports Medicine*, 39(3), 182.

Bellinghieri, G., Savica, V., & Santoro, D. (2008). Renal alterations during exercise. *Journal of Renal Nutrition*, 18(1), 158-164.

Buckalew, V. M., & Freedman, B. I. (2011). Effects of race on albuminuria and risk of cardiovascular and kidney disease. *Expert review of cardiovascular therapy*, 9(2), 245-249.

Clerico, A., Giammattei, C., Cecchini, L., Lucchetti, A., Cruschelli, L., Penno, G., et al. (1990). Exercise-induced proteinuria in well-trained athletes. *Clinical chemistry*, 36(3), 562-564.

Diaz, F., Hagan, R., Wright, J., & Horvath, S. (1977). Maximal and submaximal exercise in different positions. *Medicine and science in*

sports, 10(3), 214-217.

Farquhar, W., & Kenney, W. (1999). Age and renal prostaglandin inhibition during exercise and heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 86(6), 1936-1943.

González, A. J. G., & Froment, F. (2018). *Beneficios de la actividad física sobre la autoestima y la calidad de vida de personas mayores*. *Retos*, 33(33), 3-9.

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.

Heathcote, K. L., Wilson, M. P., Quest, D. W., & Wilson, T. W. (2009). Prevalence and duration of exercise induced albuminuria in healthy people. *Clinical & Investigative Medicine*, 32(4), 261-265.

Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1985). Practical assessment of body composition. *The Physician and Sportsmedicine*, 13(5), 76-90.

Karvonen, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate: a longitudinal study. In *Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae* (Vol. 35, No. 3, p. 307).

Komhauser, C., Malacara, J.-M., Macías-Cervantes, M.-H., & Rivera Cisneros, A.-E. (2012). Effect of exercise intensity on albuminuria in adolescents with Type 1 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*, 29(1), 70-73.

Kramer, B. K., Kernz, M., Ress, K., Pfohl, M., Müller, G., Schmillig, R., et al. (1988). Influence of strenuous exercise on albumin excretion. *Clinical chemistry*, 34(12), 2516-2518.

Oliveira, R., Santa-Marinha, C., Leão, R., Monteiro, D., Bento, T., Santos Rocha, R., & Brito, J. P. (2017). Exercise training programs and detraining in older women. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(1).

Pereira, L. G., Fernandez, E. B., Cruz, M. G., & Santiesteban, J. R. G. (2018). *Programa de actividad física y su incidencia en la depresión y bienestar subjetivo de adultos mayores*. *Retos*, 33(33), 14-19.

Poortmans, J., & Labilloy, D. (1988). The influence of work intensity on postexercise proteinuria. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 57(2), 260-263.

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.

Robertshaw, M., Cheung, C., Fairly, I., & Swaminathan, R. (1993). Protein excretion after prolonged exercise. *Annals of Clinical Biochemistry: An international journal of biochemistry in medicine*, 30(1), 34-37.

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.

Saeed, F., Pavan Kumar Devaki, P. N., Mahendrakar, L., & Holley, J. L. (2012). Exercise-induced proteinuria? *Journal of Family Practice*, 61(1), 23.

Shavandi, N., Samiei, A., Afshar, R., Saremi, A., & Sheikhoseini, R. (2012). The effect of exercise on urinary gamma-glutamyltransferase and protein levels in elite female karate athletes. *Asian journal of sports medicine*, 3(1), 41.

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.

Tojo, A., & Kinugasa, S. (2012). Mechanisms of glomerular albumin filtration and tubular reabsorption. *International journal of nephrology*, 2012.

Touchberry, C. D., Ernstring, M., Haff, G., & Kilgore, J. L. (2004). Training alterations in elite cyclists may cause transient changes in glomerular filtration rate. *Journal of sports science & medicine*, 3(YISI 1), 28.