

Journal of Exercise Physiology online

Los Sujetos Hipertensos de Edad Avanzada Tienen un Mejor Perfil de Respuestas Cardiovasculares y Renales Durante el Ejercicio Realizado en el Agua

Samuel G. Gomes, Luis G. Silva, Tássia M. Santos, Nádia L. Totou, Perciliany M. Souza, Kelerson M.C. Pinto, Daniel B. Coelho y Lenice K. Becker

Centro Deportivo, Universidad Federal de Ouro Preto, Brasil

RESUMEN

Gomes SG, Silva LG, Santos TM, Totou NL, Souza PM, Pinto KMC, Coelho DB, Becker LK. Los Sujetos Hipertensos de Edad Avanzada Tienen un Mejor Perfil de Respuestas Cardiovasculares y Renales Durante el Ejercicio Realizado en el Agua. JEPonline 2016;19(4):21-31. El propósito de este estudio fue evaluar la respuesta cardiovascular y renal en sujetos hipertensos de edad avanzada durante el ejercicio en suelo (ES) y el ejercicio en agua (EA). Dieciocho mujeres fueron sometidas a una sesión de inmersión durante el reposo (IR) y 2 sesiones de ES y EA. La presión arterial de los sujetos (PA), la frecuencia cardíaca (FC), las muestras de orina, y el índice de baroreflejo se midieron antes y después de cada sesión. La sesión de IR provocó bradicardia y un aumento de la producción de orina. Comparada con la sesión de ES (52 ± 5 latidos \cdot min $^{-1}$; $P = 0.03$), la sesión de EA durante la inmersión produjo un menor aumento de la FC (46 ± 6 latidos \cdot min $^{-1}$). Además, el rango de presión arterial diastólica durante la sesión de ES fue negativo en relación con la sesión de EA (EA, $-4 \pm 3,5$ mmHg vs. ES, 5 ± 2 mmHg; $P = 0.04$). Los resultados indican que las respuestas cardiovasculares y renales de los sujetos hipertensos de edad avanzada son diferentes en reposo a lo que son durante el ejercicio.

Palabras Clave: Hipertensión, Cardiovascular, Renal, Ejercicio realizado en el Agua

INTRODUCCIÓN

Estadísticas recientes muestran que la hipertensión es la enfermedad más prevalente en el mundo, pero existe una posibilidad de cambiar esto (21). Las guías de ejercicio para la hipertensión realizadas por varias organizaciones profesionales y comités muestran que el entrenamiento de ejercicio aeróbico reduce la presión arterial (PA) de 1 a 5 mmHg en individuos con hipertensión. La actividad física aeróbica moderada a vigorosa durante al menos 12 semanas, 3 a 4 sesiones \cdot sem $^{-1}$ durante 40 minutos por sesión es el programa más efectivo (24). Aunque estas guías son una piedra angular para la prevención y el tratamiento de la hipertensión, todavía existen ciertas cuestiones en la bibliografía sobre el ejercicio y la reducción de la PA que necesitan ser mejor comprendidos. Esto incluye, en particular, el análisis de los

programas de ejercicios más personalizados con el fin de maximizar la eficacia del ejercicio regular como una terapia anti-hipertensiva (24).

Aunque en general se reconoce que el ejercicio de suelo y los programas de ejercicios en agua son generalmente aceptables y eficaces en el tratamiento de la hipertensión, algunos pacientes hipertensos de edad avanzada tienen limitación de movimiento debido a la osteoartritis de rodilla (2, 10, 15). Por lo tanto, la rigidez, hinchazón y el dolor hacen que sea difícil para estos pacientes participar en el ejercicio de suelo. Es por ello que el ejercicio durante la inmersión es una gran alternativa, sobre todo porque se ha demostrado que el consumo máximo de oxígeno y la frecuencia cardíaca (FC) son más bajas durante la carrera en agua en comparación con un protocolo de cinta estándar (31).

También es evidente que la inmersión en agua templada produce cambios fisiológicos específicos en los sistemas hormonal, cardiovascular y renal. A modo de ejemplo, las alteraciones hemodinámicas primarias son: (a) disminución de la resistencia periférica total, PA y FC; y (b) aumento del volumen sistólico final y gasto cardíaco. En cuanto a los sistemas hormonales y renales, los cambios son: un aumento en la eliminación de orina (diuresis) y sodio en la orina (natriuresis), así también como un aumento en los niveles de péptidos natriuréticos atriales en la circulación. También hay una inhibición del sistema renina-angiotensina-aldosterona (12).

Yoo y sus colegas (35) indicaron que, aunque la caminata en la cinta bajo agua resultó en un aumento gradual de la presión arterial sistólica, diastólica, media y FC de pacientes con accidente cerebrovascular, los aumentos máximos medios fueron menores durante el ejercicio en agua que durante el ejercicio de suelo. Estos incrementos más pequeños pueden ser debido a la disminución de la resistencia periférica que se observa más durante el ejercicio en el agua que durante el ejercicio de suelo (9). Fabri y sus colegas (7) indican que el ejercicio en el agua puede ser normativo para los pacientes con hipertensión, obesidad, y/o enfermedades renales en las que se produce retención de agua y sodio. Nádia et al. (32) concluye que el ejercicio en agua mejora la sensibilidad refleja cardiopulmonar; y la natación dio lugar a una reducción más rápida de la PAS y una respuesta refleja más sensible a los estímulos de presión.

Dado que existen importantes diferencias fisiológicas entre el ejercicio en suelo y en agua, el propósito de este estudio fue evaluar las respuestas cardiovasculares y renales inducidas por inmersión durante el descanso y durante una sesión de ejercicio de suelo y una sesión de ejercicios en agua en sujetos hipertensos de edad avanzada.

MÉTODOS

Sujetos

Este estudio consistió en 18 mujeres mayores hipertensas (edad, 66.8 ± 3.5 años; IMC, $29,2 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$) que no estuviesen tomando betabloqueadores. Los sujetos estaban tomando captopril y furosemida combinado. Los procedimientos se realizaron de acuerdo con las guías para el uso ético de los individuos en la investigación científica, según lo declarado por el Comité de Ética el 10 de julio de 2009, protocolo 04/2009.

Procedimientos

Prueba de Ejercicio Cardiopulmonar en Suelo y Agua.

La capacidad aeróbica máxima fue determinada mediante dos pruebas submáximas progresivas: (a) la prueba Astrand (1980) que utiliza una bicicleta electromagnética (ERGOFIT®); y (b) la prueba Conconi (19) que utiliza una bicicleta acuática (Hydrocycle®). Ambas pruebas fueron realizadas de forma aleatoria y a intervalos de 48hs.

Protocolo 1

Respuestas durante Inmersión en Reposo (IR)

Cada sujeto comenzó con una sesión de IR sentándose 30 min fuera del agua. Luego, el sujeto permaneció en el agua a nivel de la apófisis xifoides durante 60 min a una temperatura de 30 ± 2 °C, seguido de otros 60 min de recuperación de la sesión en agua sentado. Se tomaron muestras de sangre, FC, PA y orina antes después de la inmersión y una hora después de ésta. Las muestras fueron tomadas en la mañana entre las 8:00 y 9:00 hs. Todos los sujetos vaciaron la vejiga al despertar. Tomaron un desayuno con una ingesta total de 200 ml. La FC y PA de cada sujeto se midieron mediante un monitor de frecuencia cardíaca (FC Pollar RS800) y un esfigmomanómetro (Heine Gamma G7 Aneroid), respectivamente. El volumen de orina se midió usando una pipeta graduada. El plasma y la osmolaridad urinaria se midieron mediante un osmómetro Osmette®. El plasma y los niveles urinarios de sodio y potasio se midieron mediante un espectrofotómetro de

llama Micronal B 462®.

Protocolo 2

Respuestas durante Ejercicio

Siete días posteriores a la sesión de IR, los sujetos realizaron 20 min de ejercicio en suelo (ES) y en agua (EA) al 85% de carga máxima determinada en las pruebas progresivas. Los EA se llevaron a cabo con el agua a nivel de la apófisis xifoides. La temperatura del agua era de 30 ± 2 °C. Se tomaron muestras de sangre, FC, PA y orina antes y después de la sesión de ejercicio.

Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca y Análisis de Sensibilidad Barorrefleja

La variabilidad de la frecuencia cardíaca y el índice de barorreflejo fueron evaluados durante la inmersión en reposo y después de las sesiones de ejercicios (EA y ES). Los registros de frecuencia cardíaca se obtuvieron utilizando un monitor de FC (RS800, Polar Electro Oy, Finlandia). Se ha informado que la validez de los registros del monitor de FC RS800 es similar al de los registros electrocardiográficos (33). Los registros de FC fueron filtrados de forma manual para excluir artefactos y fueron transferidos para el análisis de variabilidad de frecuencia cardíaca (VFC) utilizando software diseñado a medida (Kubios HRV v2.0, Universidad de Kuopio, Finlandia). Los parámetros de VFC examinados fueron: (a) potencia de frecuencia baja (FB) (0.04–0.15 Hz); (b) potencia de frecuencia alta (FA) (0.15–0.4Hz); y (c) la relación entre las bandas de baja y de alta frecuencia del análisis espectral de potencia.

La estimulación del reflejo barorreceptor se evaluó mediante intervalo RR utilizando la maniobra de Valsalva. Se les dieron a los sujetos instrucciones específicas y tiempo para practicar la maniobra. Por ejemplo, mientras descansaban en posición supina, cada sujeto expiró con la glotis cerrada dentro de una boquilla conectada a un manómetro aneroide para mantener una presión intra-oral espiratoria constante de 40 mmHg durante 20 segundos, según el protocolo estandarizado (4, 14, 17, 18). La unidad parasimpática durante la fase IV se cuantificó mediante el cálculo de la relación de Valsalva, según lo recomendado anteriormente (11). El índice de barorreflejo se determinó antes de la inmersión durante descanso, durante la inmersión en descanso, y después del EA y ES.

Análisis Estadísticos

Los datos se analizaron usando el programa Graph Pad Prism 6 y se expresaron como medias \pm error estándar. Se aplicó el test de normalización Shapiro-Wilk. Los análisis de datos de IR se realizaron mediante un análisis de varianza seguido por el post-test de Newman Keuls. Para los datos de los ejercicios (EA y ES) y pruebas cardiopulmonares, se utilizó la prueba *t* de comparación. El nivel de significancia se fijó en $P < 0.05$.

RESULTADOS

Test de Ejercicio Cardiopulmonar en Suelo y en Agua

El uso de pruebas progresivas en este estudio muestra que no existen diferencias de capacidad aeróbica en ES (15.09 ± 1.13 mL·kg⁻¹·min⁻¹) comparado con EA (10.86 ± 0.9 mL·kg⁻¹·min⁻¹).

Cambios Cardiovasculares durante Inmersión en Reposo (IR)

La sesión de IR dio lugar a una disminución significativa de la FC ($P = 0,048$) en comparación con la de pre-inmersión, la posterior a la inmersión, y la de 1 hora después de la inmersión. La figura 1A representa la bradicardia de los sujetos durante las IR en comparación con las de suelo. No hubo diferencia significativa de la PAS o PAD durante la inmersión (Figura 1B y C).

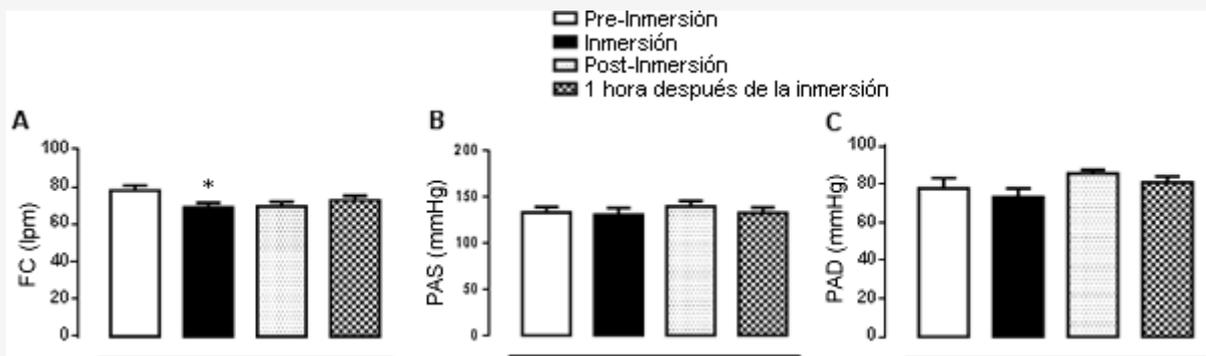


Figura 1. Frecuencia cardíaca, Presión Arterial Sistólica y Diastólica durante la Pre-Immersion, Inmersión, Post-Immersion, y 1 hora después de la Inmersión. * $P < 0.048$ significativamente diferente de Pre-Immersion, Pos-Immersion, y 1 hora después de la Inmersión.

Cambios Renales durante Inmersión en Reposo (IR)

Comparada con la pre-inmersión, la respuesta urinaria a la inmersión muestra un aumento significativo en la producción de orina, pero no hubo ninguna diferencia significativa 1 hora después del período de inmersión (Tabla 1). La concentración urinaria de sodio, potasio, y la osmolaridad fueron menores después de la inmersión y 1 hora después de la inmersión en comparación con la pre-inmersión (Tabla 1). La consiguiente disminución de la osmolaridad de la orina y el mayor volumen de orina resultaron en depuración de agua libre positiva después de la inmersión y 1 hora después de la inmersión (Tabla 1), lo que indica que la inmersión produjo orina diluida con eliminación de agua libre.

Tabla 1. Parámetros de Orina Pre y Post - Inmersión, y 1 Hora después de Inmersión durante Reposo

	Pre-Inmersión	Inmersión	1 Hora Después Inmersión
Volumen urinario (mL)	141 ± 35	292 ± 34†	250 ± 21
Sodio (mEq)	126 ± 18*	54 ± 6	47 ± 9
Potasio (mEq)	25 ± 6*	17 ± 7	20 ± 7.4
Osmolaridad (Osm·L⁻¹)	341 ± 52 #	167 ± 35	130 ± 26
Depuración de agua libre (mL)	-190 ± 48**	65 ± 60	56 ± 23
Osmolaridad (Osm·L⁻¹)	341 ± 52 #	167 ± 35	130 ± 26
Depuración de agua libre (mL)	-190 ± 48**	65 ± 60	56 ± 23

† $P < 0.009$ comparada/o con Pre-inmersión, * $P < 0.004$ comparada/o con Inmersión y 1 hora después de la Inmersión, # $P < 0.001$ comparada/o con Inmersión y 1 hora después de la Inmersión, ** $P < 0.0005$ comparado con inmersión y 1 hora después de la Inmersión

Respuestas Renales en Suelo y durante Ejercicios en Agua

Los sujetos tuvieron una mayor producción de orina después del ejercicio en agua. Al ser comparado con el ejercicio en suelo, el volumen urinario fue EA (4.3 ± 1 ml) y ES (7 ± 1.6 ml) $P = 0.02$. No hubo diferencias entre EA y ES con respecto a la eliminación de solutos.

Respuestas Cardiovasculares en Suelo y durante Ejercicios en Agua.

El aumento de la FC de los sujetos durante el ejercicio en la sesión de agua (EA, 46 ± 6 latidos·min⁻¹) fue menor en comparación con el aumento de la FC durante la sesión de ES (52 ± 5 latidos·min⁻¹). (Figura 2A, $P < 0.04$). La PA de los sujetos se incrementó en respuesta al ejercicio, pero no fue significativamente diferente a la PAS del ES (Figura 2B). La respuesta de la PAD fue negativa (es decir, disminuyó) en la sesión de agua (EA, -4 ± 3.5 mmHg) en comparación con la sesión ES (5 ± 2 mmHg, $P = 0,04$) (Figura 2C).

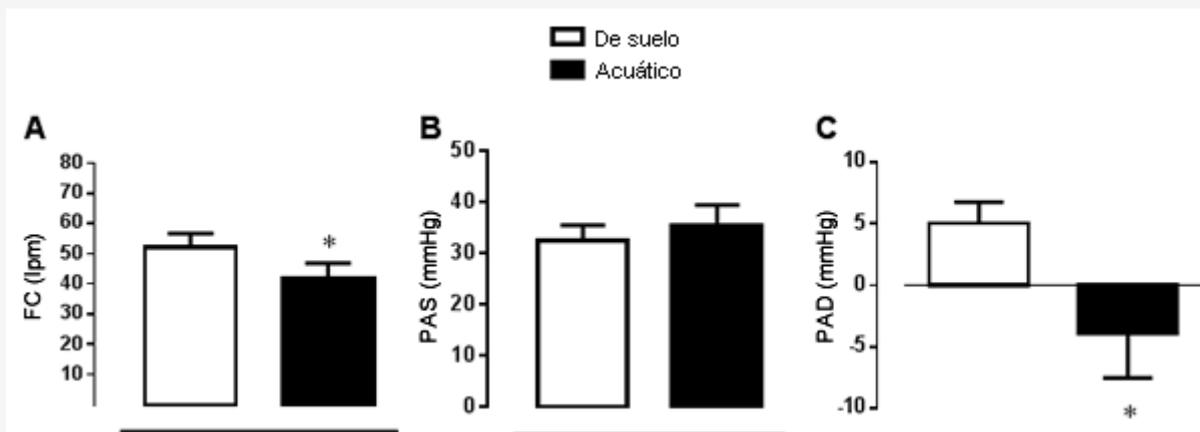


Figura 2. Frecuencia Cardíaca, Rango de Presión Arterial Sistólica y Diastólica en respuesta al Ejercicio en Suelo y al Ejercicio Acuático (water). * $P < 0.04$ en comparación con la del suelo.

Resultados de Barorreflejo y de Espectro

El análisis espectral muestra que no hubo diferencias en el balance de FB/FA entre los dos entornos de ejercicio (EA = 0.36 ± 0.07 Hz vs. ES = 0.28 ± 0.03 Hz). El índice de barorreflejo muestra una disminución significativamente mayor en IR (0.1 ± 0.04 %·seg⁻¹) comparado con el ejercicio en suelo (2.3 ± 0.5 %·seg⁻¹) ($P = 0.05$). Además, se observó el mismo comportamiento durante el ejercicio en agua (EA, 0.6 ± 0.1 %·seg⁻¹) comparado con el ejercicio en suelo (ES, 2.2 ± 0.5 %·seg⁻¹) ($P = 0.02$) (Figura 3).



Figura 3. Índice de Barorreflejo durante Reposo de Inmersión y después de Ejercicio en Suelo y en Agua. * $P < 0.05$ comparado con la Inmersión durante el reposo, # $P = 0.02$ comparado con el Ejercicio en Suelo.

DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue evaluar la respuesta cardiovascular y renal en sujetos hipertensos de edad avanzada durante el ejercicio en suelo (ES) y el ejercicio en agua (EA). Los resultados muestran diferencias importantes en la respuesta cardiovascular de los sujetos durante la inmersión y durante los ejercicios realizados en suelo y en el agua. La inmersión en reposo causó bradicardia y un cambio significativo en el índice de barorreflejo. Durante el ejercicio, el aumento de la FC de los sujetos fue menor en el agua y la PAD también se redujo durante el ejercicio en el agua. Además, la sensibilidad de barorreflejo fue más baja en la sesión de ejercicios en agua comparada con la sesión de ejercicio en suelo. Los resultados del análisis renal muestran diuresis significativa inducida por inmersión durante el reposo con depuración de agua positiva, y después del ejercicio en agua la diuresis fue mayor comparada con la sesión de ejercicio en suelo.

Inmersión en Reposo

Varios estudios (3, 13, 30, 31) indican que la FC disminuye durante la inmersión en agua de temperatura neutra. En sujetos con insuficiencia cardíaca, la respuesta bradicárdica se deteriora durante la inmersión (5). Este es el primer trabajo que muestra la respuesta de la frecuencia cardíaca de los sujetos hipertensos durante la inmersión y durante el ejercicio en agua. Los datos muestran que los adultos mayores hipertensos presentan una disminución de la FC durante la inmersión en reposo que se puede atribuir a la hipervolemia central, que estimula los receptores cardiopulmonares reduciendo la activación del nervio simpático (26, 29). La redistribución del flujo sanguíneo durante la inmersión promueve un control cardiovascular diferenciado ya sea en reposo o durante el ejercicio, además de valores más altos de gasto cardíaco y una disminución del volumen vascular periférico y de FC (23).

Con respecto a la PA, Park et al. (23) indica que la inmersión en reposo resulta en un aumento de la PAS en sujetos normotensos. Mourot et al. (20) informó sobre una disminución de la PA en sujetos sanos más jóvenes, lo cual es contrario a nuestros hallazgos que no observaban ningún cambio en la PAS o PAD durante la inmersión en reposo.

La Inmersión en reposo causó diuresis con un aumento en el flujo de orina después de la inmersión, esto fue observado por Nakamitsu et al. (22) y Rim et al. (27) en sujetos sanos. La diuresis fue acompañada por un cambio en la depuración de agua libre, y los resultados mostraron un soluto más bajo y osmolaridad en la orina después de la IR. Los cambios inducidos por la inmersión se pueden atribuir a la supresión de la hormona antidiurética, que también se observa durante la inmersión y, además, la inmersión en agua disminuye la actividad de renina en plasma (22). Estos cambios son inducidos por la estimulación del receptor de volumen cardíaco por medio de un aumento en el volumen sanguíneo intratorácico (6).

Respuesta al ejercicio

El aumento de la FC en los sujetos durante el EA fue menor en comparación con el ES. Los datos en la bibliografía mostraron que el ejercicio bajo el agua reduce el trabajo del sistema cardiovascular. Yoo et al. (35) observó en pacientes con accidente cerebrovascular que el aumento de la presión arterial y la FC al caminar sobre una cinta bajo el agua fue significativamente menor que cuando caminaron sobre una cinta de correr en suelo. Lim y sus colaboradores (16) reportaron el mismo comportamiento en sujetos jóvenes sanos. El cambio en la FC fue mayor en el grupo que caminaba en suelo vs el grupo que caminaba en agua (16).

En el presente estudio, no hubo diferencia en el aumento de la PAS durante EA y ES. Pero hubo una disminución de la PAD durante el ejercicio en agua. Como ha señalado Mourot et al. (20), el aumento del retorno venoso después de la inmersión en agua estimula los barorreceptores cardiopulmonares que pueden conducir a una disminución en el tono simpático y la resistencia vascular sistémica. La respuesta de la PA de los sujetos durante el ejercicio en agua y la caminata en suelo demostró que caminar en el agua produjo un mejor efecto. En concordancia, Rodríguez et al. (28) informó que el ejercicio en agua dio como resultado un mayor efecto hipotensor en sus jóvenes mujeres sanas vs la caminata a una intensidad similar en suelo (28).

La importancia del barorreflejo arterial durante el ejercicio es una función de varios factores. El aumento de la presión arterial provocado por la activación del reflejo presor del ejercicio, la estimulación de los receptores de barorreflejo, y el control de la presión arterial son una función de la respuesta cardiovascular de los sujetos al ejercicio (25). Nuestros resultados indican por primera vez las diferencias entre el índice de barorreflejo durante el ejercicio en suelo y durante ejercicios en agua. Nuestros resultados indican una disminución en el índice de barorreflejo durante la inmersión y durante el ejercicio en agua.

Las cargas intensas de los receptores cardiopulmonares en humanos y animales demuestran una disminución de la actividad barorrefleja (1, 8). La estimulación del reflejo cardiopulmonar durante la inmersión probablemente contribuye a

la respuesta barorrefleja durante la inmersión y durante el ejercicio en agua. Los datos del presente estudio indican que el ejercicio bajo el agua modula de manera diferente las respuestas cardiovasculares, la respuesta barorrefleja, y la función renal en los pacientes hipertensos de edad avanzada.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que las respuestas cardiovasculares y renales son diferentes tanto en reposo como durante el ejercicio en los sujetos hipertensos de edad avanzada. Estos hallazgos deberían ayudar a motivar a otros investigadores a desarrollar un programa de entrenamiento físico que contribuya a una mejor respuesta cardiovascular y renal durante el ejercicio en sujetos hipertensos

AGRADECIMIENTOS

Investigación apoyada por CNPq, INCT-Nanobiofar y Pronex CNPQ/FAPEMIG CCBB-APQ-04758-10 grants. También agradecemos a Runner Augusto Marson por ayudar con los análisis de barorreflejos.

Dirección de correo: Lenice Kappes Becker, PhD, Centro Desportivo da UFOP
Morro do Cruzeiro, 35400000 - CEDUFOP - UFOP, Ouro Preto, MG, Brasil, Phone: 55 31 88976327, Email: lenice@cedufop.ufop.br

REFERENCIAS

1. Chapple MW, Hajduczuk G, Abboud FM. (1989). Peripheral central mechanisms of baroreflex resetting. *Clin Exp Pharmacol Physiol Suppl.* 1989;15:31-43.
2. Ciolac EG, Guimarães GV, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. (2008). Acute aerobic exercise reduces 24-h ambulatory blood pressure levels in long-term-treated hypertensive patients. *Clinics.* 2008;63:753-758.
3. Dixon RW, Faulkner JA. (1971). Cardiac outputs during maximum effort running and swimming. *J Appl Physiol.* 1971;30:653-656.
4. Eckberg DL, Kifle YT, Roberts VL. (1980). Phase relationship between normal human respiration and baroreflex responsiveness. *J Physiol.* 1980;304:489-502.
5. Epstein M, Saruta T. (1971). Effect of water immersion on renin-aldosterone and renal sodium handling in normal man. *J Appl Physiol.* 1971;31:368-374.
6. Epstein M. (1978). Renal effects of head-out water immersion in man: Implications for an understanding of volume homeostasis. *Physiol Rev.* 1978;58:529-581.
7. Fabri T, Machado K, Rezende R, Mercês L, Vieira M, Becker, LK. (2010). Aquatic and land exercise training affects renal function in rats under isosmotic volume expansion. *J Exer Physiol.* 2010;13:42-52.
8. Gauer OH, Henry JP, Behn C. (1970). The regulation of extracellular fluid volume. *Annu Rev Physiol.* 1970;32:547-595.
9. Gomes EA, Almeida GD, Silva FF, Becker LK. (2011). Cardiovascular effects produced by aquatic exercise in elderly normotensive and hypertensive subjects. *FIEP Bulletin On-line.* 2011;81:146-149.
10. Guimaraes GV, Ciolac EG, Carvalho VO, D'Avila VM, Bortolotto LA, Bocchi EA. (2010). Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. *Hypertension Res.* 2010;33:627-632.
11. Guimaraes GV, de Barros Cruz LG, Fernandes-Silva MM, Dorea EL, Bocchi EA. (2014). Heated water-based exercise training reduces 24-hour ambulatory blood pressure levels in resistant hypertensive patients: A randomized controlled trial (HEX trial). *Int J Cardiol.* 2014;172:434-441.
12. Hall JE, Guyton AC, Mizelle HL. (1990). Role of the renin-angiotensin system in control of sodium excretion and arterial pressure. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1990;591:48-62.
13. Holmer I, Stein EM, Saltin B, Ekblom B, Astrand PO. (1974). Hemodynamic and respiratory responses compared in swimming and running. *J Appl Physiol.* 1974;37:49-54.
14. Junqueira LF, Soares JD. (2002). Impaired autonomic control of heart interval changes to valsalva maneuver in chagas disease without overt manifestation. *Auton Neurosci.* 2002;97:59-67.
15. Lewis CL, Sahrman SA. (2006). Acetabular labral tears. *Phys Ther.* 2006;86:110-121.
16. Lim KI, Rhi SY. (2014). The effects of landed and aquatic treadmill walking at moderate intensity on heart rate, energy expenditure and catecholamine. *J Exerc Nutrition Biochem.* 2014;18:197-203.
17. Manço JC, Gallo L, Godoy RA, Fernandes RG, Amorim DS. (1969). Degeneration of the cardiac nerves in Chagas disease. *Further*

- studies. Circulation. 1969;40:879-885.*
18. Marin-Neto JA, Bromberg-Marin G, Pazin-Filho A, Simões MV, Maciel BC. (1998). Cardiac autonomic impairment and early myocardial damage involving the right ventricle are independent phenomena in Chagas' disease. *Int J Cardiol. 1998;65:261-269.*
 19. Martins JN, Bara Filho MG, Costa VP, Lima JRPD. (2007). Conconi test adapted to aquatic bicycle. *Bra J Sports Med. 2007;13:317-320.*
 20. Mourot L, Bouhaddi M, Gandelin E, Cappelle S, Dumoulin G, Wolf JP, Rouillon JD, Regnard J. (2008). Cardiovascular autonomic control during short-term thermoneutral and cool head-out immersion. *Aviat Space Environ Med. 2008;79:14-20.*
 21. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. (2016). Heart disease and stroke statistics-2016 update: A report from the American Heart Association. *Circulation. 2016;133:338-360.*
 22. Nakamitsu S, Sagawa S, Miki K, Wada F, Nagaya K, Keil LC, Drummer C, Gerzer R, Greenleaf JE, Hong SK. (1994). Effect of water temperature on diuresis-natriuresis: AVP, ANP, and urodilatin during immersion in men. *J Appl Physiol. 1994;77:1919-1925.*
 23. Park KS, Choi JK, Park YS. (1999). Cardiovascular regulation during water immersion. *Appl Human Sci. 1999;18:233-241.*
 24. Pescatello LS, MacDonald HV, Ash GI, Lamberti LM, Farquhar WB, Arena R, Johnson BT. (2015). Assessing the existing professional exercise recommendations for hypertension: A review and recommendations for future research priorities. *Mayo Clin Proc. 2015; 90:801-812.*
 25. Raven PB, Fadel PJ, Ogoh S. (2006). Arterial baroreflex resetting during exercise: A current perspective. *Exp Physiol. 2006;91:37-49.*
 26. Reilly T, Dowzer CN, Cable NT. (2003). The physiology of deep-water running. *J Sports Sci. 2003;21:959-972.*
 27. Rim H, Yun YM, Lee KM, Kwak JT, Ahn DW, Choi JK, Kim KR, Joh YD, Kim JY, Park YS. (1997). Effect of physical exercise on renal response to head-out water immersion. *Appl Human Sci. 1997;16:35-43.*
 28. Rodriguez D, Silva V, Prestes J, Rica RL, Serra AJ, Bocalini DS, Pontes FL Jr. (2011). Hypotensive response after water-walking and land-walking exercise sessions in healthy trained and untrained women. *Int J Gen Med. 2011;4:549-554.*
 29. San Juan Dertkigil M, Cecatti JG, Sarmo MA, Cavalcante SR, Marussi EF. (2007). Variation in the amniotic fluid following moderate physical activity in water during pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand. 2007;86:547-52.*
 30. Šrámek P, Šimečková M, Janský L, Šavlíková J, Vybíral S. (2000). Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *Eur J Appl Physiol. 2000;81:436-442.*
 31. Svendenhag J, Seger J. (1992). Running on land and in water: Comparative exercise physiology. *Med Sci Sports Exerc. 1992;24:1155-1160.*
 32. Totou NL, Sá RWM, Alzamora AC, Cardoso LM, Becker LK. (2015). Cardiopulmonary reflex and blood pressure response after swimming and treadmill exercise in hypertensive rats. *J Exer Physiol. 2015;18:86-95.*
 33. Wallen MB, Hasson D, Theorell T, Canlon B, Osika W. (2012). Possibilities and limitations of the polar RS800 in measuring heart rate variability at rest. *Eur J Appl Physiol. 2012; 112:1153-65.*
 34. Watenpugh DE, Pump B, Bie P, Norsk P. (2000). Does gender influence human cardiovascular and renal responses to water immersion? *J Appl Physiol. 2000;89: 621-628.*
 35. Yoo J, Lim KB, Lee HJ, Kwon YG. (2014). Cardiovascular response during submaximal underwater treadmill exercise in stroke patients. *Ann Rehabil Med. 2014;38:628-636.*