

Diferencia entre el RPE y la FC para cuantificar la carga de entrenamiento y su relación con la mejora en la condición física en personas mayores.

Trabajo Final de Máster



Máster en Rendimiento Deportivo y Salud

Curso 2018-2019

Alumno: Álvaro Serra Vicente

Tutor académico: Diego Pastor Campos

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
MÉTODO	8
PARTICIPANTES.....	8
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	8
INSTRUMENTOS DE MEDIDA	9
CÁLCULO DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO.....	9
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	10
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10



INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso complejo en el cual intervienen factores ambientales (producidos por el estilo de vida y enfermedades) y genéticos (Masoro, 1995). Con el transcurso de los años se va produciendo un deterioro (independientemente a las posibles patologías) tanto estructural como funcional en numerosos sistemas fisiológicos (Masoro, 1995), como podrían ser, por ejemplo, reducciones considerables en la capacidad aeróbica (VO₂max) y en el sistema musculoesquelético (Holloszy & Kohrt, 1995). Este deterioro puede producir severos cambios en las actividades del día a día y en la independencia física del anciano suponiendo así que los ancianos deben esforzarse mucho más que los jóvenes para la realización de una misma actividad (Chodzko-Zajko et al., 2009). Por supuesto, también se dan cambios en la composición corporal: aumenta el porcentaje de masa grasa (principalmente visceral) y se reduce el de masa muscular, aumentando de esta manera el riesgo de sufrir enfermedades metabólicas y cardiovasculares (Racette, Evans, Weiss, Hagberg & Holloszy, 2006; Singh, 2004).

Con el aumento de la edad los niveles de actividad física tienden a disminuir tanto en volumen (DiPietro, Williamson, Caspersen, & Eaker, 1993) como en intensidad (Rafferty, Reeves, McGee, & Pivarnik, 2002). Otra de las consecuencias del envejecimiento es el aumento del riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, cáncer, obesidad y diabetes de tipo 2, así como procesos de deterioro musculoesquelético como la osteoporosis, la sarcopenia y la artritis (Lakatta & Levy, 2003; Ostchega et al., 2000; Paterson & Stathokostas, 2001; Shephard, 1997; Singh, 2004). El envejecimiento también trae consigo un declive cognitivo, pues con la edad se pierde volumen cerebral, viéndose afectada tanto la materia blanca (Penke et al., 2010), como la materia gris (Erickson, Leckie, & Weinstein, 2014) y se incrementa el riesgo de sufrir deterioro en la memoria de trabajo y en la capacidad para comprender y manipular conscientemente la información (Bherer, Erickson, & Liu-Ambrose, 2013). La inhibición, una de las funciones cerebrales más importante para conseguir una adecuada concentración, también se ve afectada, lo que provoca que los ancianos se distraigan en materias que carecen de importancia (Bherer et al., 2013).

Sin embargo, se ha visto cómo la práctica de actividad física puede llegar a producir una serie de beneficios y mejoras que reducen los efectos de los factores secundarios dentro de la población anciana, además de aumentar la esperanza de vida y

el bienestar general (Chodzko-Zajko et al., 2009). Los ancianos activos normalmente tienen una mejor capacidad física debido a las diferentes adaptaciones producidas por la actividad física en el organismo (McPhee et al., 2016). Las personas que poseen altos niveles de condición física tienen un menor riesgo de mortalidad (Feldman et al., 2015), incluso aquellos que empezaron a practicar actividad física a una avanzada edad pueden conseguir grandes logros en su salud (Hamer, Lavoie, & Bacon, 2014). El ejercicio físico puede producir, en ancianos sedentarios, un reacondicionamiento en la funcionalidad de la fuerza muscular (Klitgaard et al., 1990) y la capacidad aeróbica (Huang, Shi, Davis-Brezette, & Osness, 2005).

Por un lado, la actividad física sirve también para reducir considerablemente el riesgo de sufrir patologías, tales como las patologías cardiovasculares, hipertensión, osteoporosis, diabetes de tipo 2, obesidad, cáncer de colon y de mama, ansiedad y depresión (Chodzko-Zajko et al., 2009). También podría mejorar la capacidad cognitiva de las personas que la practican (Weuve et al., 2004) y reducir el riesgo de sufrir Alzheimer (Brini et al., 2018). El equilibrio y la coordinación también puede sufrir mejoras, reduciendo de esta manera el riesgo de sufrir caídas (Franco, Pereira, & Ferreira, 2014).

Por otro lado, también es recomendable la práctica de ejercicio físico en ancianos que ya sufren todas las mencionadas patologías, por los beneficios que produce sobre ellas (Pollock et al., 2000; Pescatello et al., 2004; Sigal, Kenny, Wasserman, & Castaneda-Sceppa, 2004; Ryan, 2010; Going et al., 2003; Brosse, Sheets, Lett, & Blumenthal, 2002; Loh, Chew, & Quek, 2013; Leitzmann et al., 2015; Doody et al., 2001). Incluso podría ser eficaz para solventar molestias cotidianas o condiciones crónicas como el estreñimiento (Bharucha, Dorn, Lembo, & Pressman, 2013), la lumbalgia (Hagen, Hilde, Jamtvedt, & Winnem, 2002) o la fibromialgia (Busch, Schachter, Overend, Peloso, & Barber, 2008), además de estar directamente relacionada con un menor riesgo de sufrir disfunción eréctil (Bacon et al., 2003).

La fuerza muscular y la capacidad aeróbica han sido asociadas a una independencia funcional (Fukagawa & Schultz, 2011). A través del entrenamiento aeróbico de alta intensidad (Kohrt et al., 2004) y de fuerza (Kelley, 1998) se puede producir un aumento de masa mineral ósea en mujeres postmenopáusicas. El entrenamiento de fuerza juega un papel fundamental durante el envejecimiento, pues la pérdida de fuerza y la sarcopenia propia de la edad pueden ser paliadas a través de este

y produciéndose así mejoras en los niveles de fuerza y de potencia muscular (Ferri et al., 2003). El incremento de la capacidad de reclutar motoneuronas y las mejoras en la inhibición de la musculatura antagonista benefician a la calidad muscular (Häkkinen et al., 1998).

La práctica de actividad física aeróbica con una intensidad moderada, como recopilan Chodzko-Zajko et al., (2009), redujo la frecuencia cardíaca en reposo y en cualquier actividad submáxima (Huang et al., 2005; Hagberg et al., 1989), disminuyó las subidas de presión arterial durante ésta (Seals, Hagberg, Hurley, Ehsani, & Holloszy, 1984), produjo mejoras en la vasodilatación y en la captación muscular de oxígeno y, por último, favoreció la aparición de efectos cardioprotectores, reduciendo de factores de riesgo, como por ejemplo el aumento del HDL (Tanaka et al., 2000). También el entrenamiento de fuerza puede regular el colesterol, disminuyendo el LDL y aumentando el HDL (Joseph, Davey, Evans, & Campbell, 1999).

Los aumentos de grasa corporal, entre 1 y 2 kg. por año a partir de los 55 (Going, Williams, & Lohman, 1995), pueden ser controlados a través del entrenamiento aeróbico (Kay & Fiatarone Singh, 2006) y de fuerza (Bamman et al., 2003). En cuanto al metabolismo, el ejercicio aeróbico favorece el control del índice glucémico en reposo (Kirwan, Kohrt, Wojta, Bourey, & Holloszy, 1993) y el aumento de la flexibilidad metabólica, que facilita la movilización de la grasa como combustible en intensidades submáximas (Sial, Coggan, Hickner, & Klein, 2017). Mientras que el entrenamiento con cargas puede producir un aumento de la tasa metabólica basal y por consiguiente, una mayor movilización de ácidos grasos en reposo (Hunter, Wetzstein, Fields, Brown, & Bamman, 2000). Además de incrementar la testosterona y reducir los niveles de cortisol en reposo (Izquierdo et al., 2001).

La actividad física produce mejoras en la salud psicológica y en el bienestar general y está directamente relacionada con la calidad de vida (McAuley & Katula, 1998). El declive cognitivo puede ser reducido a través de la actividad física, pues se observa un menor declive en cuanto a la memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, funcionalidad mental y atención en aquellas personas que practican actividad física de forma regular (Bherer, Erickson, & Liu-Ambrose, 2013). Es por ello por lo que podemos concluir que el ejercicio físico puede provocar una serie de importantes beneficios tanto a nivel físico, como metabólico y psicológico.

Ante los evidentes beneficios producidos por el entrenamiento de fuerza, así como por el entrenamiento aeróbico, la combinación de ambos resultaría más productiva que la práctica de tan solo uno de ellos y tanto a intensidades moderadas como intensas se puede reducir el riesgo de sufrir patologías cardiovasculares y metabólicas (Chodzko-Zajko et al., 2009). Las recomendaciones de actividad física mínima son de 150 minutos de moderada o 75 de vigorosa semanales, siendo la concurrencia de ambas lo idóneo (Piercy et al., 2018).

Uno de los métodos válidos para cuantificar la intensidad del entrenamiento es el uso de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) (Piercy et al., 2018). El RPE está basado en el entendimiento del propio estrés fisiológico del cuerpo para poder así regular la intensidad de determinada práctica física (Robinson, Robinson, Hume, & Hopkins, 2006). Por otro lado, también se puede utilizar el RPE global de la sesión para conocer la carga a la que se han sometido en la misma (Foster, Daines, Hector, Snyder, & Welsh, 1996). El RPE puede ser medido a través de una escala. La escala original cuenta con un rango de intensidades del 6 al 20 (Borg, 1982) Sin embargo también puede ser utilizada una escala del 0 al 10 (Foster et al., 2001), donde una puntuación de 5-6 se considere ligero y 7-8 vigoroso (Piercy et al., 2018). Ésta resulta válida tanto para el ejercicio aeróbico (Guidetti et al., 2011), como de fuerza (Morishita et al., 2019).

Por otro lado, podemos afirmar que la percepción subjetiva del esfuerzo tiene una correlación significativa con la frecuencia cardíaca (FC) (Zinoubi, Zbidi, Vandewalle, Chamari, & Driss, 2018; Martin & Andersen, 2000), ya que realmente, el origen de la primera se encuentra de la segunda (Borg, 1982). Sin embargo, se ha comprobado que la correlación entre el RPE y la FC se reduce cuando se trata de ejercicio físico de alta intensidad e intermitente (Little & Williams, 2007; Ozkan & Kin- Isler, 2007). También en personas inexpertas o con baja condición física el RPE pierde validez debido a que los participantes tienden infravalorar en la escala la intensidad de la práctica física (Carton & Rhodes, 1985; Muyor, 2013; Crawford, Drake, Carper, DeBlauw, & Heinrich, 2018).

Es por ello que, resultar necesario cuantificar de un modo más objetivo la intensidad del entrenamiento para evitar posibles riesgos (Muyor, 2013). La medición de la FC resulta útil para la regulación de la intensidad de la práctica física (Hopkins, 1991). La intensidad del entrenamiento puede medirse tanto a través de porcentajes de la FC máxima, como de la FC de reserva (Hopkins, 1991; Karvonen & Vuorimaa,

1988). Cabe mencionar que, a pesar de ser una herramienta útil, la FC sufre cambios diarios, ya que se ve influenciada por la fatiga, las condiciones ambientales, la duración del ejercicio, la hidratación, la altitud y la medicación, entre otras (Achten & Jeukendrup, 2003; Robinson et al., 2006). Podemos establecer, siguiendo los criterios de la ACSM (Pollock et al., 1998), que el ejercicio físico de intensidad moderada se situaría en torno al 64%-76% de la FC máxima (40%-59% de la FC de reserva), mientras que el ejercicio de intensidad vigorosa se situaría entre el 77%-95% de la FC máxima (60%-89% de la FC de reserva).

El impulso del entrenamiento (TRIMP, por sus siglas en inglés) es un método que suele usarse para controlar la carga y suele estar basado en la medición de la FC (Pyne & Martin, 2011). El TRIMP es un índice de esfuerzo físico basada en la duración del entrenamiento, la FC máxima y el porcentaje de esta durante el entrenamiento (Morton, Fitz-Clarke & Banister, 1990). Existen diferentes métodos para medir el TRIMP, siendo uno de ellos el eTRIMP, que establece 5 zonas de entrenamiento en las cuales se sitúan diferentes rangos de la FC máxima: zona 1 (50%-60% FC máxima), zona 2 (60%-70% FC máxima), zona 3 (70%-80% FC máxima), zona 4 (80%-90% FC máxima), zona 5 (90%-100% FC máxima) (Edwards, 1993). Para calcular el TRIMP es necesario multiplicar el tiempo de entrenamiento realizado en cada zona por sus respectivos coeficientes (1,2,3,4 y 5 respectivamente) y posteriormente sumar las cargas de cada zona entre sí (Edwards, 1993). Para reducir las limitaciones de este método cobra gran importancia no utilizar tan solo el TRIMP y combinarlo con la medición del RPE (Borresen & Ian Lambert, 2009).

Los objetivos de este trabajo son varios. En primer lugar, conocer, a través de la FC y, por consiguiente, de los TRIMP, la carga media de entrenamiento de personas mayores tras la realización de un programa de 10 semanas de actividad física grupal. Por otro lado, tratar de establecer una relación entre la frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva del esfuerzo. Para finalizar, buscamos establecer una relación entre la carga de entrenamiento y la mejora de la condición física.

MÉTODO

PARTICIPANTES

Veinticuatro personas, con edades comprendidas entre los 58 y 75 años y con una edad media de $65,7 \pm 4,3$ años, se sometieron, 2 veces por semana, durante 10 semanas a un programa de ejercicio físico. Los sujetos pertenecían al programa de actividad física para personas mayores de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Al comienzo del estudio practicaban ejercicio físico de forma regular, dentro del mismo programa. Fueron realizadas un total de 17 sesiones, con una asistencia media de $15,4 \pm 3,5$ sujetos por sesión. Los participantes asistieron a una media de $10,9 \pm 3,9$ sesiones. La duración aproximada de las sesiones fue de 60 minutos.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Los participantes asistieron a dos sesiones semanales de 60 minutos aproximadamente. En éstas se realizó ejercicio físico de carácter multicomponente con el objetivo de mejorar la resistencia aeróbica y la fuerza muscular. Los participantes realizaban un calentamiento de 10 minutos, donde se movilizaban las articulaciones en primer lugar y a continuación se realizaban pequeños juegos socioafectivos-cognitivos de intensidad creciente. La parte principal consistía en 40 minutos de práctica física, donde se llevaron a cabo sesiones de diferente intensidad (moderada o vigorosa) y tipo (clase dirigida o circuito). Dentro del tipo de sesión, en las clases dirigidas se realizaron coreografías con base musical, trabajo de estabilidad, ejercicios de fuerza y clases de step con bandas elásticas, además de la combinación entre sí, para una misma sesión. En los circuitos se ejecutaban ejercicios de fuerza, resistencia y agilidad combinados en la misma sesión. Para finalizar la sesión y volver a la calma, se realizan estiramientos estáticos.

La intensidad de las sesiones fue medida a través de la FC durante la sesión y a través del RPE, con la escala de Da Silva-Grigoletto et al. (2008) al finalizar la misma. Previamente a la intervención se calculó la FC máxima teórica de cada usuario a través de la ecuación de Tanaka, Monahan, & Seals (2001). Una vez conocida la FC máxima de cada participante, se obtienen unos rangos de la FC en los que deben situarse los sujetos dependiendo de si la sesión es de intensidad vigorosa o moderada. El porcentaje de FC máxima para las actividades de intensidad moderada es del 40%-60%, mientras que en las de intensidad vigorosa comprende un rango del 75%-90% (Norton, Norton,

& Sadgrove, 2010). Las sesiones fueron diseñadas para tratar de obtener dichas intensidades en los sujetos.

La batería Senior Fitness Test y el Test de la Milla fueron aplicados tanto antes de comenzar la intervención, como al finalizar la misma. Los registros de la FC se realizaron en cada una de las sesiones de entrenamiento.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Senior Fitness Test: la batería incluye test para medir la condición física y la independencia funcional de adultos mayores (Rikli & Jones, 1999). Cuenta con un total de 6 pruebas, además de la medición del índice de masa corporal (IMC). Dichas pruebas miden la fuerza de miembros inferiores (30-s chair stand), y superiores (arm curl), la flexibilidad de miembros inferiores (chair sit-and-reach) y superiores (back scratch), la resistencia aeróbica (6-min walk test) y por último el equilibrio dinámico y la agilidad (8-ft up-and-go). Las pruebas han sido realizadas en el orden recomendado por los autores. El IMC fue calculado tras medir la masa corporal y la altura. Gracias a los valores de referencias de esta batería podemos observar las puntuaciones mínimas que se deben obtener, dependiendo de la edad, para el mantenimiento de una independencia física (Rikli & Jones, 2013).

Test de la Milla: a través de esta prueba podemos estimar el VO₂máx de forma indirecta y, por lo tanto, de un modo más seguro y menos costoso que una prueba de esfuerzo. Se trata de caminar una milla (1600 metros) y cronometrar el tiempo tardado en recorrer dicha distancia y medir la FC al final de la prueba, para después, a través de fórmulas que tienen en cuenta la edad, el sexo y el peso, obtener el resultado (Kline et al., 1987). Durante toda la prueba se solicita al sujeto que se mantenga en una intensidad y FC estables.

Polar Team2 SW: se utilizó para monitorizar y registrar la FC de los sujetos durante las sesiones de entrenamiento. Con los datos obtenidos se calculó la carga de entrenamiento a posteriori.

CÁLCULO DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO

Para calcular la carga del entrenamiento se utilizó una modificación del eTRIMP de Edwards (1993) que establece 5 zonas de entrenamiento. En nuestro se estableció una zona extra por debajo de la primera zona (Zona 1: 50-60% FCmáx.), para cuantificar dicha intensidad, quedando por lo tanto 6 zonas distribuidas de las siguiente

manera: zona 0 (<50% FC máxima) zona 1 (50%-60% FC máxima), zona 2 (60%-70% FC máxima), zona 3 (70%-80% FC máxima), zona 4 (80%-90% FC máxima), zona 5 (90%-100% FC máxima) (Edwards, 1993). Para conocer la carga de entrenamiento (eTRIMP) Edwards (1993) proponía que se multiplicasen los segundos en cada zona durante el entrenamiento, por sus respectivos coeficientes (1,2,3,4 y 5 respectivamente), sumando la carga de cada zona entre sí para determinar la carga total de la sesión. En nuestro estudio, hemos realizado una ligera modificación de los coeficientes, pues la carga en zona 0, que en la versión eTRIMP no existe y los datos de dicha franja se desestiman, ha sido tomada en cuenta por nosotros, ya que los sujetos permanecían un tiempo considerable en dicha zona. Para ello, ha sido multiplicada por el coeficiente 1, mientras que la zona 1 ha sido multiplicada por el coeficiente 2 y así sucesivamente hasta llegar a la zona 5, multiplicada por el coeficiente 6. Uno de los motivos para incluir esta zona en la carga de entrenamiento y es la enorme cantidad de tiempo que los participantes pasaban en la misma, debido a las propias particularidades del entrenamiento. La carga total de entrenamiento durante la intervención se calculó sumando los datos eTRIMP-modificado de cada sesión. Para cuantificar la carga de entrenamiento a través del RPE de la sesión, se multiplicó el tiempo total de la misma por el propio RPE marcado en la escala de Da Silva-Grigoletto et al. (2008). Estos datos, por sesión, de cada sujeto, se suman entre sí para calcular la carga total de entrenamiento mediante el RPE.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de correlación de Pearson para evaluar la relación entre la zona media de entrenamiento, el tiempo en cada zona de entrenamiento y el RPE de la sesión. Nuevamente se realiza un análisis de correlación de Pearson para conocer la relación entre los cambios en la condición física, el tiempo en cada zona de entrenamiento, y las cargas totales de entrenamiento en eTRIMP-modificado y en RPE. Para comprobar la significación de las mejoras en la condición física se le realizaron, a las variables de la misma, pruebas T de muestras apareadas. El nivel de significación se estableció en $P < 0.05$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: Applications and limitations. *Sports Medicine*.
- Bacon, C. G., Mittleman, M. A., Kawachi, I., Giovannucci, E., Glasser, D. B., & Rimm, E. B. (2003). Sexual Function in Men Older Than 50 Years of Age: Results from

- the Health Professionals Follow-up Study. *Annals of Internal Medicine*.
- Bamman, M. M., Hill, V. J., Adams, G. R., Haddad, F., Wetzstein, C. J., Gower, B. A., Hunter, G. R. (2003). Gender Differences in Resistance-Training-Induced Myofiber Hypertrophy Among Older Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*.
- Bharucha, A. E., Dorn, S. D., Lembo, A., & Pressman, A. (2013). American gastroenterological association medical position statement on constipation. *Gastroenterology*.
- Bherer, L., Erickson, K. I., & Liu-Ambrose, T. (2013). A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *Journal of Aging Research*.
- Borg, G., & G., B. (1982). Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. *International Journal Of Sports Medicine*.
- Borresen, J., & Ian Lambert, M. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*.
- Brini, S., Sohrabi, H. R., Peiffer, J. J., Karrasch, M., Hämäläinen, H., Martins, R. N., & Fairchild, T. J. (2018). Physical Activity in Preventing Alzheimer's Disease and Cognitive Decline: A Narrative Review. *Sports Medicine*.
- Brosse, A. L., Sheets, E. S., Lett, H. S., & Blumenthal, J. A. (2002). Exercise and the treatment of clinical depression in adults: Recent findings and future directions. *Sports Medicine*.
- Busch, A. J., Schachter, C. L., Overend, T. J., Peloso, P. M., & Barber, K. A. R. (2008). Exercise for fibromyalgia: A systematic review. *Journal of Rheumatology*.
- Carton, R. L., & Rhodes, E. C. (1985). A Critical Review of the Literature on Ratings Scales for Perceived Exertion. *Sports Medicine*.
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.

- Crawford, D., Drake, N., Carper, M., DeBlauw, J., & Heinrich, K. (2018). Validity, Reliability, and Application of the Session-RPE Method for Quantifying Training Loads during High Intensity Functional Training. *Sports*.
- Da Silva-Grigoletto, M., Viana-Montaner, B. H., Heredia, J. R., Mata, F., Peña, G., Brito, C. J., García-Manso, J. M. (2008). Validación de la escala de valoración subjetiva del esfuerzo OMNI-GSE para el control de la intensidad global en sesiones de objetivos múltiples en personas mayores. *Kronos*.
- DiPietro, L., Williamson, D. F., Caspersen, C. J., & Eaker, E. (1993). The descriptive epidemiology of selected physical activities and body weight among adults trying to lose weight: The Behavioral Risk Factor Surveillance System survey, 1989. *International Journal of Obesity*.
- Doody, R. S., Stevens, J. C., Beck, C., Dubinsky, R. M., Kaye, J. A., Gwyther, L., ... Cummings, J. L. (2001). Practice parameter: Management of dementia (an evidence-based review): Report of the quality standards subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*.
- Edwards, S. 1993. The heart rate monitor book, New York, Polar Electro Oy.
- Erickson, K., Leckie, R., & Weinstein, A. (2014). Physical activity, fitness, and gray matter volume. *Neurobiology of Aging*.
- Feldman, D. I., Al-Mallah, M. H., Keteyian, S. J., Brawner, C. A., Feldman, T., Blumenthal, R. S., & Blaha, M. J. (2015). No evidence of an upper threshold for mortality benefit at high levels of cardiorespiratory fitness. *Journal of the American College of Cardiology*.
- Ferri, A., Scaglioni, G., Pousson, M., Capodaglio, P., Van Hoecke, J., & Narici, M. V. (2003). Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. *Acta Physiologica Scandinavica*.
- Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C., & Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal*.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of*

Strength and Conditioning Research.

- Franco, M. R., Pereira, L. S. M., & Ferreira, P. H. (2014). Exercise interventions for preventing falls in older people living in the community. *British Journal of Sports Medicine*.
- Fukagawa, N. K., & Schultz, A. B. (2011). Muscle Function and Mobility Biomechanics in the Elderly: An Overview of Some Recent Research. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*.
- Going, S, Williams, D., & Lohman, T. (1995). Aging and body composition: biological changes and methodological issues. *Exerc Sport Sci Rev*.
- Going, Scott, Lohman, T., Houtkooper, L., Metcalfe, L., Flint-Wagner, H., Blew, R., ... Weber, J. (2003). Effects of exercise on bone mineral density in calcium-replete postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Osteoporosis International*.
- Guidetti, L., Sgadari, A., Buzzachera, C. F., Broccatelli, M., Utter, A. C., Goss, F. L., & Baldari, C. (2011). Validation of the OMNI-cycle scale of perceived exertion in the elderly. *Journal of Aging and Physical Activity*.
- Hagberg, J. M., Graves, J. E., Limacher, M., Woods, D. R., Leggett, S. H., Cononie, C., Gruber J.J. & Pollock, M. L. (1989). Cardiovascular responses of 70-to 79-yr-old men and women to exercise training. *Journal of applied physiology*, 66(6), 2589-2594.
- Hagen, K. B., Hilde, G., Jamtvedt, G., & Winnem, M. F. (2002). The Cochrane review of advice to stay active as a single treatment for low back pain and sciatica. *Spine*.
- Häkkinen, K., Newton, R. U., Gordon, S. E., McCormick, M., Volek, J. S., Nindl, B. C., Kraemer, W. J. (1998). Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*.
- Hamer, M., Lavoie, K. L., & Bacon, S. L. (2014). Taking up physical activity in later life and healthy ageing: The English longitudinal study of ageing. *British Journal of Sports Medicine*, 48(3), 239–243.

- Holloszy, J. O., & Kohrt, W. M. (1995) Sect. 11. Chapt. 24: Exercise. Handbook of Physiology. Aging, 633-66.
- Hopkins, W. G. (1991). Quantification of Training in Competitive Sports: Methods and Applications. *Sports Medicine*.
- Huang, G., Shi, X., Davis-Brezette, J. A., & Osness, W. H. (2005). Resting heart rate changes after endurance training in older adults: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Hunter, G. R., Wetzstein, C. J., Fields, D. A., Brown, A., & Bamman, M. M. (2000). Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol*.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibañez, J., Garrues, M., Antón, A., Zúñiga, A., Gorostiaga, E. M. (2001). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*.
- Joseph, L. J. O., Davey, S. L., Evans, W. J., & Campbell, W. W. (1999). Differential effect of resistance training on the body composition and lipoprotein-lipid profile in older men and women. *Metabolism: Clinical and Experimental*.
- Karvonen, J., & Vuorimaa, T. (1988). Heart Rate and Exercise Intensity During Sports Activities: Practical Application. *Sports Medicine: An International Journal of Applied Medicine and Science in Sport and Exercise*.
- Kay, S. J., & Fiatarone Singh, M. A. (2006). The influence of physical activity on abdominal fat: A systematic review of the literature. *Obesity Reviews*.
- Kelley, G. A. (1998). Exercise and regional bone mineral density in postmenopausal women: A meta-analytic review of randomized trials. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*.
- Kirwan, J. P., Kohrt, W. M., Wojta, D. M., Bourey, R. E., & Holloszy, J. O. (1993). Endurance exercise training reduces glucose-stimulated insulin levels in 60- to 70-year-old men and women. *Journals of Gerontology*.
- Kline, G. M., Porcari, J. P., Hintermeister, R., Freedson, P. S., Ward, A., McCarron, R. F., Rippe, J. M. (1987). Estimation of VO₂max from a one-mile track walk,

- gender, age, and body weight. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Klitgaard, H., Mannoni, M., Schiaffino, S., Ausoni, S., Gorza, L., Laurent-Winter, C., Saltin, B. (1990). Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: A cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiologica Scandinavica*.
- Kohrt, W. M., Bloomfield, S. A., Little, K. D., Nelson, M. E., Yingling, V. R., & American College of Sports Medicine. (2004). American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Lakatta, E. G., & Levy, D. (2003). Arterial and cardiac aging: Major shareholders in cardiovascular disease enterprises: Part I: Aging arteries: A “set up” for vascular disease. *Circulation*.
- Leitzmann, M., Powers, H., Anderson, A. S., Scoccianti, C., Berrino, F., Boutron-Ruault, M.-C., Romieu, I. (2015). European Code against Cancer 4th Edition: Physical activity and cancer. *Cancer Epidemiology*.
- Little, T., & Williams, A. G. (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Loh, S. Y., Chew, S. L., & Quek, K. F. (2013). Physical activity engagement after breast cancer: Advancing the health of survivors. *Health*.
- Martin, D. T., & Andersen, M. B. (2000). Heart rate-perceived exertion relationship during training and taper. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
- Masoro, E. J. (1995). Handbook of Physiology: Section 11: Aging. An American Physiological Society Book.
- McAuley, E., & Katula, J. A. (1998). *Physical activity interventions in the elderly: Influence on physical health and psychological function. Annual Review of Gerontology and Geriatrics 18, 1998 : Focus on Interventions Research with Older Adults*.
- McPhee, J. S., French, D. P., Jackson, D., Nazroo, J., Pendleton, N., & Degens, H. (2016). Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty.

Biogerontology.

- Morishita, S., Tsubaki, A., Nakamura, M., Nashimoto, S., Fu, J. B., & Onishi, H. (2019). Rating of perceived exertion on resistance training in elderly subjects. *Expert review of cardiovascular therapy*, 17(2), 135-142.
- Morton, R. H., Fitz-Clarke, J. R., & Banister, E. W. (1990). Modeling human performance in running. *Journal of applied physiology*, 69(3), 1171-1177.
- Muyor, J. M. (2013). Exercise intensity and validity of the ratings of perceived exertion (Borg and OMNI Scales) in an indoor cycling session. *Journal of Human Kinetics*.
- Norton, K., Norton, L., & Sadgrove, D. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*.
- Ostchega, Y., Harris, T. B., Hirsch, R., Parsons, V. L., Kington, R., & Katzoff, M. (2000). Reliability and prevalence of physical performance examination assessing mobility and balance in older persons in the US: Data from The Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of the American Geriatrics Society*.
- Ozkan, A., & Kin-Isler, A. (2007). The reliability and validity of regulating exercise intensity by ratings of perceived exertion in step dance sessions. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Paterson, D. H., & Stathokostas, L. (2001). Physical activity, fitness, and gender in relation to morbidity, survival, quality of life, and independence in older age. In *Gender, physical activity, and aging* (pp. 108-129). CRC Press.
- Penke, L., Maniega, S. M., Murray, C., Gow, A. J., Valdes Hernandez, M. C., Clayden, J. D., Deary, I. J. (2010). A General Factor of Brain White Matter Integrity Predicts Information Processing Speed in Healthy Older People. *Journal of Neuroscience*.
- Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., Ray, C. A., & American College of Sports Medicine. (2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison*.
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D.

- A., Olson, R. D. (2018). The physical activity guidelines for Americans. *JAMA - Journal of the American Medical Association*.
- Pollock, M. L., Franklin, B. A., Balady, G. J., Chaitman, B. L., Fleg, J. L., Fletcher, B., Bazzarre, T. (2000). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: Benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*.
- Pollock, Michael L., Gaesser, G. A., Butcher, J. D., Després, J. P., Dishman, R. K., Franklin, B. A., & Garber, C. E. (1998). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Pyne D. B., Martin D. T. Fatigue-Insights from individual and team sports. In: Marino FE, editor. Regulation of fatigue in exercise. New York: Nova Science; 2011. pp. 177–185.
- Racette, S. B., Evans, E. M., Weiss, E. P., Hagberg, J. M., & Holloszy, J. O. (2006). Abdominal adiposity is a stronger predictor of insulin resistance than fitness among 50–95 year olds. *Diabetes care*, 29(3), 673-678.
- Rafferty, A. P., Reeves, M. J., McGee, H. B., & Pivarnik, J. M. (2002). Physical activity patterns among walkers and compliance with public health recommendations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community- residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*.
- Rikli, Roberta E., & Jones, C. J. (2013). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist*.
- Robinson, D. M., Robinson, S. M., Hume, P. A., & Hopkins, W. G. (2006). Training intensity of elite male distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Ryan, A. S. (2010). Exercise in aging: Its important role in mortality, obesity and insulin resistance. *Aging Health*.
- Seals, D. R., Hagberg, J. M., Hurley, B. F., Ehsani, A. A., & Holloszy, J. O. (1984).

- Endurance training in older men and women: Cardiovascular responses to exercise. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*.
- Shephard, R. J. (1997). Aging, physical activity, and health. Human Kinetics Publishers.
- Sial, S., Coggan, A. R., Hickner, R. C., & Klein, S. (2017). Training-induced alterations in fat and carbohydrate metabolism during exercise in elderly subjects. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*.
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Wasserman, D. H., & Castaneda-Sceppa, C. (2004). Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*.
- Singh, M. A. F. (2004). Exercise and aging. *Clinics in geriatric medicine*, 20(2), 201-221.
- Tanaka, H., Dinunno, F. A., Monahan, K. D., Clevenger, C. M., DeSouza, C. A., & Seals, D. R. (2000). Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation*.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*.
- Weuve, J., Kang, J. H., Manson, J. A. E., Breteler, M. M. B., Ware, J. H., & Grodstein, F. (2004). Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *Journal of the American Medical Association*.
- Zinoubi, B., Zbidi, S., Vandewalle, H., Chamari, K., & Driss, T. (2018). Relationships between rating of perceived exertion, heart rate and blood lactate during continuous and alternated-intensity cycling exercises. *Biology of Sport*.