

## **Efectos de la rehabilitación cardíaca sobre la frecuencia cardíaca de recuperación como predictor de mortalidad**

### **Effects of cardiac rehabilitation on recovery heart rate as a predictor of mortality**

Gabriela Sandoval-Velásquez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Máster en Terapia Respiratoria y Cardíaca. Docente Universitaria. Quito – Ecuador. [gabrielasandovalfr@gmail.com](mailto:gabrielasandovalfr@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-5454-196X>

**Resumen:** La enfermedad cardíaca es una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial, además, representa grandes costes en salud, uno de los entes más recurrentes en cardiopatía la enfermedad arteriosclerótica e infarto agudo de miocardio. El presente ensayo aborda la rehabilitación cardíaca con su componente de entrenamiento físico posterior a la revascularización, la cual, tiene un efecto cardioprotector influyendo positivamente en los factores de riesgo cardíacos. La frecuencia cardíaca de recuperación (FCR), definida como la disminución de FC en el primer minuto posterior a la realización de ejercicio físico es un marcador poco utilizado y no está completamente definido el mecanismo por el cual disminuye el latido cardíaco, ni el instante en el cual es mayor el porcentaje para predecir supervivencia en los pacientes cardiopatas. La FCR nos podría brindar una mejor determinación sobre las aptitudes cardiovasculares y mortalidad de causa cardíaca y por todas las causas.

**Palabras clave:** Rehabilitación cardíaca, frecuencia cardíaca de recuperación, mortalidad.

**Abstract:** Heart disease is one of the main causes of mortality worldwide, in addition, it represents large health costs, one of the most recurrent entities in heart disease, arteriosclerotic disease and acute myocardial infarction. The present trial addresses cardiac rehabilitation with its post-revascularization physical training component, which has a cardioprotective effect positively influencing cardiac risk factors. The heart rate of recovery (FCR), defined as the decrease in HR in the first minute after physical exercise is a poorly used marker and the mechanism by which the heartbeat decreases, nor the instant in which is the highest percentage to predict survival in cardiac patients. The FCR could provide us with a better determination of cardiovascular aptitudes and cardiac cause mortality and for all causes.

**Keywords:** Cardiac rehabilitation, heart rate recovery, mortality.

### **Introducción**

La cardiopatía isquémica ha sido considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como la principal causa de mortalidad a nivel mundial durante los últimos 15 años, siendo la enfermedad de la arteria coronaria uno de los entes más comunes de las enfermedades cardíacas y una de sus consecuencias más frecuentemente es el infarto de miocardio (Noites et al., 2017).

Sin embargo, en los últimos años en Europa se ha evidenciado una reducción de la mortalidad por enfermedad coronaria (Hartley et al., 2016). Esta patología causa aproximadamente 1,8 millones de muertes anualmente, correspondiendo al 20% de todas las muertes en la región. Por un lado, la ocurrencia del Síndrome Coronario Agudo con elevación de ST (SCACEST) está decreciendo y, por otro, el Síndrome Coronario Agudo sin elevación de ST (SCASEST) va en aumento. En las tasas de incidencia recopiladas en Estados Unidos la ocurrencia del SCACEST disminuyó de 133/100.000 en 1999 a 50/100.000 en el 2008, mientras que el SCASEST permaneció constante o presentó una leve progresión.

No obstante, el SCACEST sigue siendo una de las causas más significativas de muerte de las mujeres, a pesar de que la enfermedad coronaria se desarrolla de promedio 7 a 10 años más tarde que en los hombres. En los varones menores de 60 años los síndromes coronarios agudos (SCA) son 3 o

4 veces más recurrentes, pero al pasar los 75 años la mayoría de los casos se presentan en mujeres, quienes presentan síntomas atípicos, razón por la cual, es imprescindible estar atentos para identificar el SCACEST en mujeres con síntomas de posible isquemia (Brieger et al., 2004; EUGenMed Cardiovascular Clinical Study Group et al., 2016)

El decrecimiento de estas cifras es debido gracias a los avances de los métodos diagnósticos, terapias farmacológicas e intervenciones de alta complejidad basadas en nueva tecnología para enfermedades cardiovasculares, lo que ha permitido que más hombres y mujeres sobrevivan a los eventos agudos, pero esto significa, una carga mayor en necesidades clínicas y condiciones crónicas.

Por tanto, solo los procedimientos intervencionistas y medicamentosos no son suficientes para brindar una adecuada calidad de vida y evitar discapacidades relacionadas al evento, sino que se hace cada vez más útil y necesaria la intervención de rehabilitación cardíaca, la cual, por definición es multidisciplinaria, pues abarca muchas aristas para el control de la patología como serían el control médico, control de peso y nutricional, soporte psicológico y la realización de un programa de ejercicios controlado y personalizado de acuerdo a las necesidades específicas de cada paciente (Piepoli et al., 2017).

Los objetivos del presente ensayo están dirigidos a revisar bibliografía actualizada y definir como la FCR puede ser utilizada en la práctica clínica para prevenir la mortalidad y mejorar la aptitud cardiovascular en pacientes que presentaron síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST (SCACEST) y en pacientes que presentaron síndrome coronario sin elevación del segmento ST(SCASEST), y si la aplicación de un programa de rehabilitación cardíaca puede ayudar a mejorar la FCR.

### **Rehabilitación Cardíaca**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la rehabilitación cardíaca es "el conjunto de actividades necesarias para devolver a los cardiópatas el máximo de posibilidades físicas y psíquicas que les permita ocupar, por sus propios medios, un lugar tan normal como les sea posible en la sociedad"(Josef Niebauer, 2017). En consecuencia, para poder brindar una atención integral y multifactorial se diseñaron los programas de rehabilitación cardíaca (PRC), dado que de esta manera se limitan los efectos fisiológicos y psicológicos de la enfermedad cardiovascular, se controlan los síntomas, y se disminuye la probabilidad de futuros eventos cardiovasculares. (Piepoli et al., 2017).

Específicamente el ejercicio físico controlado, es uno de los elementos esenciales de los PRC, siendo los efectos directos sobre los factores de riesgo cardiovascular: la mejoría en la función ventricular, disminución de la agregabilidad plaquetaria, desarrollo de la circulación colateral; de manera indirecta disminuye la presión arterial en reposo y durante niveles de esfuerzo submáximo, aumenta los niveles de colesterol HDL y disminuye los del colesterol LDL y triglicéridos (Maroto Montero, 2009). Otros aspectos positivos de los PRC, contribuye en el remodelado cardíaco, bienestar psicológico, menores niveles de estrés, depresión, ansiedad, los pacientes reportan mayor autoconfianza para volver a sus actividades cotidianas.

Las principales cualidades de los PRC son la seguridad y rentabilidad económica, por estas razones están indicados en la mayor parte de pacientes cardiópatas, tienen pocas contraindicaciones absolutas tales como: la miocardiopatía hipertrófica obstructiva grave, hipertensión pulmonar severa, aneurisma disecante de aorta, por lo tanto, es importante toda acción para continuar implementándolos en nuestros sistemas de salud en Latinoamérica. (Maroto Montero, 2009).

### **La Frecuencia Cardíaca de Recuperación**

La frecuencia cardíaca de recuperación (FCR), ha sido definida como la disminución de la frecuencia cardíaca (FC) durante el primer minuto después del ejercicio, a partir de la hipótesis desarrollada en el año 1992. En la actualidad se sabe que la mayor disminución ocurre a los 30 segundos después del ejercicio (McCrorry et al., 2016).

Del mismo modo, la FCR muestra la capacidad del sistema cardiovascular de poner en marcha nuevamente al sistema nervioso parasimpático después del ejercicio (Mahdavi Anari et al., 2015); el descenso rápido de la FC esta mediado por la actividad del sistema parasimpático y el descenso lento por la inhibición del sistema simpático (Cerdeira-Kohler & Henríquez-Olguín, 2014), es particularmente importante en los sobrevivientes a un infarto agudo de miocardio (IAM). En estos pacientes se encuentra una FCR disminuida, aparentemente las vías autonómicas están dañadas y por esta razón ellos tienen un descenso más lento (Peçanha, Silva-Júnior, & Forjaz, 2014). En atletas entrenados la FCR es muy rápida (Imai et al., 1994), mostrando la capacidad de sus sistemas cardíaco y nervioso para mantener el equilibrio (Borresen & Lambert, 2008)(Smolander et al., 2008)(Hai et al., 2010)(Mahdavi Anari et al., 2015).

La mayoría de estudios midieron el minuto 1 y 2 posterior al ejercicio, porque durante este tiempo se produce la mayor pendiente de disminución de la FC (Elshazly, Khorshid, Hanna, & Ali, 2018). El pico de la acción vagal (parasimpática) ocurre durante los primeros 30 segundos, mientras que la recuperación al minuto 2 esta mediada por el sistema simpático, además se encuentran niveles plasmáticos constantes de norepinefrina posterior al primer minuto de ejercicio (Myers, Tan, Abella, Aleti, & Froelicher, 2007).

Van de Vegte, Van Der Harst, & Verweij (2018), desarrollaron un estudio en el cual, incluyeron 40.727 participantes seleccionados de edad media 56 años, sin enfermedad cardiovascular, los evaluaron durante los siguientes 6 años, de ellos, fallecieron 536. En comparación con los participantes sobrevivientes, los fallecidos eran mayores, y en su mayoría hombres con IMC incrementado, presión sistólica alta y otras comorbilidades. En el modelo multivariado la FCR se mantuvo como un potente predictor de mortalidad de causa cardíaca y para todas las causas.

Asimismo, lograron determinar la relación de la FCR y la mortalidad mediante el análisis de cada 10 segundos durante el primer minuto después del cese del ejercicio, describieron que la mayor relación con la mortalidad esta durante los 10 primeros segundos, al parecer está directamente influido por los cambios en la actividad de los barorreceptores arteriales, los cuales, inician la reactivación del sistema parasimpático y por ende el descenso del FC. Además, mencionan en su análisis de sensibilidad, la relación de la frecuencia cardíaca máxima y la FCR como el reflejo del equilibrio autonómico y por ende de la mortalidad.

En otro estudio donde incluyeron a 2428 sujetos a quienes le realizaron escaneos de perfusión nuclear durante el ejercicio; en el análisis univariado se encontró que el declive en la FCR de  $\leq 12$  lpm al minuto 1 después del ejercicio máximo se asoció con un riesgo relativo de 4.0 de muerte por cualquier causa durante un período de 6 años posteriores a la prueba (C. R. Cole, Blackstone, Pashkow, Snader, & Lauer, 1999)(Jolly, Brennan, & Cho, 2011). Consecutivamente realizaron comparaciones por edad, sexo, el uso o no de medicamentos, factores de riesgo cardíacos estándar, la FC en reposo, el cambio en la frecuencia cardíaca máxima durante el ejercicio y METS logrados. El valor bajo de FCR siguió siendo predictivo de muerte cuando es  $\leq 12$  lpm.

Cabe agregar que, en otra investigación realizaron pruebas de esfuerzo en participantes asintomáticos y pararon al 85% y 90% de la FC máxima, midieron FCR a los 2 minutos posterior al ejercicio, los pacientes que tuvieron una FCR baja presentaron un riesgo de mortalidad del 10% en comparación con los pacientes que tenían un valor normal y presentaron un riesgo de mortalidad del 4% en los próximos 12 años. Al hacer pruebas comparativas con los factores de riesgo cardíacos estándar, la condición física y las FC en reposo y ejercicio, la FCR anormal siguió siendo predictiva de mortalidad. Una siguiente investigación de los mismos autores, se efectuó en pacientes a los que se les realizó pruebas de esfuerzo en tapiz rodante y demostraron de nuevo que la FCR era el predictor preponderante para mortalidad de todas las causas.

La reducción de la FCR durante el primer minuto post ejercicio (submáximo o máximo)  $\leq 12$  lpm si el retorno al reposo es activo o  $\leq 18$  lpm si la recuperación es pasiva en posición supina, representa un pronóstico desfavorable para el riesgo relativo de enfermedad cardiovascular y mortalidad por

todas las causas, también se ha demostrado su relación con los índices de aptitud cardiovascular. (Freeman, Dewey, Hadley, Myers, & Froelicher, 2006).

Freeman y colaboradores en su investigación, definen como el valor de referencia de FCR a los 2 minutos  $\leq 22$  lpm asociándolo con mortalidad por todas las causas en el análisis univariado y multivariado (Christopher R. Cole, Foody, Blackstone, & Lauer, 2000; Freeman et al., 2006; Dimkpa, 2009).

Sin embargo, en el Meta-análisis de Qiu y colaboradores, definieron que la medición del minuto 1 no difiere del minuto 2 para predecir mortalidad, pero el minuto 2 es más sensible para predecir futuros eventos cardíacos, y la baja FCR es predictor de mortalidad independiente de los factores metabólicos convencionales (Qiu et al., 2017).

### **Asociación FCR con pronóstico de enfermedad cardíaca**

La capacidad de respuesta del sistema nervioso autónomo (SNA) para mantener la homeostasis que permite suplir los requerimientos metabólicos tanto en reposo como durante el ejercicio, puede proporcionar información importante sobre las adaptaciones funcionales que ocurren en el cuerpo, por esta razón es muy importante evaluar la interacción entre los sistemas cardiovascular y nervioso autónomo en patología cardíaca (Freeman et al., 2006; Borresen & Lambert, 2008).

Se ha postulado que la función del sistema nervioso autónomo juega un papel primordial en la regulación del sistema cardiovascular e influye de manera importante en el desarrollo de la cardiopatía isquémica (Mahdavi Anari et al., 2015), se ha encontrado desequilibrio del sistema autónomo hacia una preponderancia simpática (tonos simpáticos altos así como los tonos parasimpáticos bajos) y se asocian a un control ineficiente de la frecuencia cardíaca. Este patrón está presente en pacientes con síndrome coronario agudo (SCA) (Hai et al., 2010; La Rovere et al., 2001). Por otro lado también es un predictor de muerte prematura en personas asintomáticas cuando FCR es menor  $\leq 12$  lpm el minuto 1 (Savonen et al., 2011).

Los pacientes con síndrome coronario que no mejoran FCR ( $\leq 12$  lpm), luego de haber realizado un programa de rehabilitación cardíaca, tienen mayores probabilidades de arritmias malignas (Qiu et al., 2017), aumento de la presión arterial, remodelado cardíaco desfavorable, en consecuencia estarían en mayor probabilidad de mortalidad (Christopher R. Cole et al., 2000).

### **Reflexión-Argumentación**

La información más actual referente a la FCR como predictor de mortalidad nos abre un abanico de información muy útil desde el punto de vista clínico y en medicina preventiva, por ejemplo, Qiu en su metaanálisis habla de que la mortalidad aumenta por cada 10 lpm que disminuye por minuto la FCR además de proponer al minuto 2 como medidor sensible para posibles futuros eventos cardíacos.

El punto de corte en la mayoría de los estudios relacionados con la mortalidad es de  $\leq 12$  lpm en el primer minuto, pero, este valor está mediado principalmente por el descenso de la FC durante los 10 primeros segundos posteriores al cese del ejercicio, ya que durante este punto en el tiempo de recuperación podría reflejar mejor la reactivación del SNP. Además, se encuentra más claro el mecanismo por el cual ocurre la caída de la FC y es debido al cambio en los barorreceptores arteriales, proceso por el cual, se reactiva el sistema autonómico.

La FCR ha sido descrita como un importante predictor de mortalidad de causa cardíaca y por todas las causas, tanto en pacientes cardiopatas como en los pacientes asintomáticos sin cardiopatía, diabetes hipertensión o cáncer, además, de ser el reflejo de las aptitudes cardiovasculares.

En contraste, Morshedi-Meibodi, Larson, Levy, O'Donnell y Vasan, (2002) afirman que FCR no estaría relacionada con la mortalidad de causa cardíaca, pero si relacionan una rápida FCR con menor probabilidad de cardiopatías pero no estaría relacionada con mortalidad para todas las causas.

## Conclusiones

La medición de la FCR debería ser implementada en la práctica clínica regular y en los PRC por ser una medida efectiva, directa y sencilla, que aporta datos fundamentales para determinar la mejoría en la aptitud cardiovascular y supervivencia de los cardiopatas.

En individuos sanos una baja FCR también es un predictor de mortalidad temprana, por lo tanto, debería estar incluido en las evaluaciones rutinarias, para poder tomar medidas preventivas y evitar posibles futuros eventos cardiovasculares.

Las pruebas de esfuerzo en un futuro van a cambiar la manera de evaluar y reportar los resultados, al saber que los 10 primeros segundos de FCR son los más predictivos de mortalidad.

Para prevenir cardiopatías en la población en general, se podría incluir el valor y la interpretación de los 10 primeros segundos en los dispositivos utilizados para medir FC, como podómetros y prendas de vestir destinadas a este fin.

Los PRC están indicados para mejorar los niveles de actividad física en pacientes con SCACEST y SCASEST por su efecto cardioprotector, y podrían mejorar la FCR, a pesar de que se necesitan más estudios para definir en qué medida mejoraría, los efectos positivos de los PRC están bien establecidos, por tal razón, deberían ser implementados en nuestro sistema de salud, para poder aplicar esta herramienta a los cardiopatas y mejorar su supervivencia y calidad de vida.

## Referencias

- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Autonomic control of heart rate during and after exercise: Measurements and implications for monitoring training status. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(8), 633-646. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838080-00002>
- Brieger, D., Eagle, K. A., Goodman, S. G., Steg, P. G., Budaj, A., White, K., ... GRACE Investigators. (2004). Acute coronary syndromes without chest pain, an underdiagnosed and undertreated high-risk group: Insights from the Global Registry of Acute Coronary Events. *Chest*, 126(2), 461-469. <https://doi.org/10.1378/chest.126.2.461>
- Cerda-Kohler, H., & Henríquez-Olguín, C. (2014). Variabilidad del ritmo cardiaco y ejercicio físico. *Revista Horizonte Ciencias de la Actividad Física*, 5, 140-158. Recuperado de <http://revistahorizonte.ulagos.cl/index.php/horizonte/article/view/66>
- Cole, C. R., Blackstone, E. H., Pashkow, F. J., Snader, C. E., & Lauer, M. S. (1999). Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *The New England Journal of Medicine*, 341(18), 1351-1357. <https://doi.org/10.1056/NEJM199910283411804>
- Cole, Christopher R., Foody, J. M., Blackstone, E. H., & Lauer, M. S. (2000). Heart Rate Recovery after Submaximal Exercise Testing as a Predictor of Mortality in a Cardiovascularly Healthy Cohort. *Annals of Internal Medicine*, 132(7), 552. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-132-7-200004040-00007>
- Dimkpa, U. (2009). Post-exercise heart rate recovery: An index of cardiovascular fitness. *Journal of Exercise Physiology Online*, 12, 10-22. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/288394090\\_Post-exercise\\_heart\\_rate\\_recovery\\_An\\_index\\_of\\_cardiovascular\\_fitness](https://www.researchgate.net/publication/288394090_Post-exercise_heart_rate_recovery_An_index_of_cardiovascular_fitness)
- Elshazly, A., Khorshid, H., Hanna, H., & Ali, A. (2018). Effect of exercise training on heart rate recovery in patients post anterior myocardial infarction. *The Egyptian Heart Journal*, 70(4), 283-285. <https://doi.org/10.1016/j.ehj.2018.04.007>
- EUGenMed Cardiovascular Clinical Study Group, Regitz-Zagrosek, V., Oertelt-Prigione, S., Prescott, E., Franconi, F., Gerds, E., ... Stangl, V. (2016). Gender in cardiovascular diseases: Impact on clinical manifestations, management, and outcomes. *European Heart Journal*, 37(1), 24-34. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv598>
- Freeman, J. V., Dewey, F. E., Hadley, D. M., Myers, J., & Froelicher, V. F. (2006). Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Progress in*

Cardiovascular Diseases, 48(5), 342-362. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2005.11.003>

- Hai, J.-J., Siu, C.-W., Ho, H.-H., Li, S.-W., Lee, S., & Tse, H.-F. (2010). Relationship between changes in heart rate recovery after cardiac rehabilitation on cardiovascular mortality in patients with myocardial infarction. *Heart Rhythm*, 7(7), 929-936. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2010.03.023>
- Hartley, A., Marshall, D. C., Saliccioli, J. D., Sikkil, M. B., Maruthappu, M., & Shalhoub, J. (2016). Trends in Mortality From Ischemic Heart Disease and Cerebrovascular Disease in Europe: 1980 to 2009. *Circulation*, 133(20), 1916-1926. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018931>
- Imai, K., Sato, H., Hori, M., Kusuoka, H., Ozaki, H., Yokoyama, H., ... Kamada, T. (1994). Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 24(6), 1529-1535. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(94\)90150-3](https://doi.org/10.1016/0735-1097(94)90150-3)
- Jolly, M. A., Brennan, D. M., & Cho, L. (2011). Impact of Exercise on Heart Rate Recovery. *Circulation*, 124(14), 1520-1526. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.005009>
- Josef Niebauer (Ed.). (2017). *Cardiac Rehabilitation Manual (Second)*. Springer.
- La Rovere, M. T., Pinna, G. D., Hohnloser, S. H., Marcus, F. I., Mortara, A., Nohara, R., ... ATRAMI Investigators. Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction. (2001). Baroreflex sensitivity and heart rate variability in the identification of patients at risk for life-threatening arrhythmias: Implications for clinical trials. *Circulation*, 103(16), 2072-2077. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.103.16.2072>
- Mahdavi Anari, L., Ghanbari-Firoozabadi, M., Ansari, Z., Emami, M., Vafaii Nasab, M., Nemaiande, M., ... Neishaboury, M. (2015). Effect of Cardiac Rehabilitation Program on Heart Rate Recovery in Coronary Heart Disease. *The Journal of Tehran University Heart Center*, 10(4), 176-181. PMID: PMC4791645
- Maroto Montero, J. M. (2009). *Rehabilitaci3n card3aca*. Madrid: Acci3n M3dica.
- McCrorry, C., Berkman, L. F., Nolan, H., O'Leary, N., Foley, M., & Kenny, R. A. (2016). Speed of Heart Rate Recovery in Response to Orthostatic Challenge. *Circulation Research*, 119(5), 666-675. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.308577>
- Morshedi-Meibodi, A., Larson, M. G., Levy, D., O'Donnell, C. J., & Vasan, R. S. (2002). Heart rate recovery after treadmill exercise testing and risk of cardiovascular disease events (The Framingham Heart Study). *The American Journal of Cardiology*, 90(8), 848-852. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(02\)02706-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(02)02706-6)
- Myers, J., Tan, S. Y., Abella, J., Aleti, V., & Froelicher, V. F. (2007). Comparison of the chronotropic response to exercise and heart rate recovery in predicting cardiovascular mortality. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation: Official Journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*, 14(2), 215-221. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e328088cb92>
- Noites, A., Freitas, C. P., Pinto, J., Melo, C., Vieira, ., Albuquerque, A., ... Bastos, J. M. (2017). Effects of a Phase IV Home-Based Cardiac Rehabilitation Program on Cardiorespiratory Fitness and Physical Activity. *Heart, Lung and Circulation*, 26(5), 455-462. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2016.08.004>
- Peanha, T., Silva-J3nior, N. D., & Forjaz, C. L. de M. (2014). Heart rate recovery: Autonomic determinants, methods of assessment and association with mortality and cardiovascular diseases. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(5), 327-339. <https://doi.org/10.1111/cpf.12102>
- Piepoli, M. F., Hoes, A. W., Brotons, C., Hobbs, R. F. D., Corra, U., & Task Force for the 2016 guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. (2017). Main messages for

primary care from the 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *The European Journal of General Practice*, 1-6. <https://doi.org/10.1080/13814788.2017.1398320>

- Qiu, S., Cai, X., Sun, Z., Li, L., Zuegel, M., Steinacker, J. M., & Schumann, U. (2017). Heart Rate Recovery and Risk of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Journal of the American Heart Association*, 6(5). <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.005505>
- Savonen, K. P., Kiviniemi, V., Laaksonen, D. E., Lakka, T. A., Laukkanen, J. A., Tuomainen, T.-P., & Rauramaa, R. (2011). Two-minute heart rate recovery after cycle ergometer exercise and all-cause mortality in middle-aged men: Heart rate recovery and mortality. *Journal of Internal Medicine*, 270(6), 589-596. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2011.02434.x>
- Smolander, J., Juuti, T., Kinnunen, M.-L., Laine, K., Louhevaara, V., Männikkö, K., & Rusko, H. (2008). A new heart rate variability-based method for the estimation of oxygen consumption without individual laboratory calibration: Application example on postal workers. *Applied Ergonomics*, 39(3), 325-331. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2007.09.001>