

Factores determinantes de la limitación física funcional en pacientes revascularizados por síndrome coronario agudo

Laura C. Dávila Landínez¹, Laura N Coral Vásquez¹, Aura N. Carrizales Sánchez¹, Andrés Mauricio Ariza¹, Hedilberto Duarte Hernández², Hugo C.D de Souza³, Stella V. Philbois³, Juan C. Sánchez Delgado^{1,3,4}

¹Universidad Santo Tomás. Seccional Bucaramanga. Colombia. ²Instituto del Corazón de Bucaramanga. Colombia. ³Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Ribeirão Preto SP. Brasil. ⁴Universidad de Santander. Bucaramanga. Colombia.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00079

Recibido: 06/09/2021
Aceptado: 03/02/2022

Resumen

Introducción: La capacidad física funcional se asocia de manera indirecta con la mortalidad, y frecuentemente se ve comprometida después de un evento cardiovascular, de ahí la importancia de considerar sus factores pronósticos durante el tratamiento en los pacientes cardiopatas.

Objetivo: Identificar los factores pronósticos de la limitación física funcional en pacientes revascularizados por Síndrome Coronario Agudo (SCA).

Material y método: Se realizó un análisis retrospectivo de 29 historias clínicas tomadas de pacientes sometidos a una prueba de esfuerzo (Protocolo Bruce o Bruce modificado) posterior a una revascularización miocárdica durante los meses de enero a diciembre del 2019. Para el análisis estadístico se realizó una regresión logística univariada y multivariada (*odds ratio*-OR), así como un análisis de regresión lineal simple entre las variables de interés.

Resultados: los pacientes analizados tenían una media de edad de $60 \pm 9,2$ años, y el 76% fueron hombres. La presencia de hipertensión arterial sistémica (HAS), menores valores de Frecuencia Cardíaca (FC) máxima ($\beta = 0,112$; CI: 0,074, 0,149; $p < 0,001$), altos valores de Presión Arterial Sistólica (PAS) ($\beta = -0,083$; CI 95%: -0,152, -0,014; $p < 0,020$), y un mayor número de factores de riesgo ($\beta = -1,580$; CI 95%: -2,456-0,868; $p < 0,001$), son considerados predictores de limitación física funcional (< 7 METs).

Conclusión: La presencia de HAS, un mayor número de factores de riesgo, así como altos niveles de PAS máxima y menores valores de FC máxima alcanzadas durante la prueba de esfuerzo, mostraron ser factores pronósticos de la limitación funcional en sujetos revascularizados por SCA.

Palabras clave:

Rehabilitación. Prueba de esfuerzo.
Isquemia miocárdica.

Determining factors of functional physical limitation in patients with myocardial revascularization by acute coronary syndrome

Summary

Introduction: Functional physical capacity is indirectly associated with mortality, and may be compromised after a cardiovascular event, hence the importance of considering its prognostic factors during treatment in heart disease patients.

Aim: To identify the prognostic factors of functional physical limitation in patients with myocardial revascularization for acute coronary syndrome.

Material and method: A retrospective analysis was carried out of 29 medical records taken from patients submitted to a stress test (Bruce, modified Bruce) after myocardial revascularization during the months of January to December 2019. For the statistical analysis, a univariate and multivariate logistic regression (Odds Ratio-OR) was performed, as well as a simple linear regression analysis between the variables of interest.

Results: the analyzed patients had a mean age of $60 \pm 9,2$ years, and 76% were men. The presence of systemic arterial hypertension (SAH), lower values of Maximum Heart Rate (HR) ($\beta = 0,112$; CI: 0,074, 0,149; $p < 0,001$), high values of Systolic Arterial Pressure (SBP) ($\beta = -0,083$; CI 95%: -0,152, -0,014; $p < 0,020$), and a greater number of risk factors ($\beta = -1,580$; CI 95%: -2,456-0,868; $p < 0,001$), are considered predictors of functional limitation (< 7 METs).

Conclusion: The presence of SAH, a greater number of risk factors, as well as high maximum SBP levels and lower maximum HR values reached during the stress test, were shown to be prognostic factors of functional limitation in subjects revascularized for ACS.

Key words:

Rehabilitation. Exercise test.
Myocardial ischemia.

Correspondencia: Juan Carlos Sánchez Delgado
E-mail: juansanchez@ustabuca.edu.co

Introducción

La prueba de esfuerzo en pacientes revascularizados por enfermedad coronaria ha sido usada principalmente con objetivos diagnósticos para determinar isquemias residuales, arritmias, síntomas y respuestas fisiológicas dinámicas antes de iniciar un programa de rehabilitación cardíaca. Aproximadamente el 30% de estos programas realizan prueba de esfuerzo, a pesar de considerarse el estándar de oro para iniciar la rehabilitación. El aumento de la edad y de las condiciones de multimorbilidad en la población revascularizada, hace parecer más relevante su uso para guiar la prescripción y la progresión de los tratamientos farmacológicos y de ejercicio físico que comúnmente reciben estos pacientes^{1,2}.

Dentro de la información comúnmente extraída al realizar una prueba de esfuerzo en este tipo de pacientes, están: la frecuencia cardíaca máxima y la carga máxima de trabajo determinada por la fatiga, la angina o por la evidencia electrocardiográfica de isquemia. Lo anterior, permite establecer intensidades de entrenamiento seguras para aumentar la capacidad física funcional^{3,4,1}. Esta capacidad o aptitud física es comúnmente reportada por medio de equivalentes metabólicos (METs), y ha mostrado ser un indicador pronóstico de sobrevida libre de eventos, mortalidad total y cardiovascular^{5,6}, su aumento se acompaña de influencias positivas sobre los sistemas vascular, cardíaco, hematológico, inmunológico y nervioso, además, es considerado un predictor más fuerte de mortalidad al ser comparado con el tabaquismo, la HAS, el colesterol alto, la diabetes *mellitus*, y otros predictores obtenidos en una prueba de esfuerzo como la depresión del segmento⁷.

Por todo lo anterior, el incremento de la capacidad física funcional debe ser considerado como un objetivo fundamental de tratamiento en los pacientes revascularizados⁷. Además, el reconocer factores influyentes de la capacidad física funcional podrían llevar a mejorar las estrategias de control de la enfermedad coronaria posterior a un proceso quirúrgico; por lo anterior el objetivo del presente estudio es identificar los factores pronósticos de la limitación funcional medida por medio de un test ergométrico en pacientes revascularizados por síndrome coronario agudo.

Material y método

Se realizó un estudio retrospectivo descriptivo transversal basado en la información derivada de veintinueve historias clínicas de pacientes sometidos a una prueba ergométrica después de haber recibido por primera vez un proceso de revascularización por síndrome coronario agudo (SCA) en el Instituto del Corazón de Bucaramanga (ICB) entre los meses de enero y diciembre del 2019. La información extraída fue: edad, sexo, talla, peso, tipo de SCA, tipo de revascularización, participación en programa de rehabilitación cardíaca, número de sesiones prescritas, número de sesiones realizadas, factores de riesgo cardiovascular y rehospitalizaciones posterior a la revascularización.

Las pruebas de esfuerzo seleccionadas tuvieron objetivo diagnóstico, por lo tanto, los pacientes suspendieron el tratamiento farmacológico para su realización; solo fueron seleccionadas aquellas en las que no hubiese cambios electrocardiográficos compatibles con

isquemia o trastornos de ritmo, y en las cuales la razón de suspensión fuese la fatiga. Las variables analizadas fueron: tipo de protocolo (Bruce estándar y Bruce modificado), FC basal, FC máxima alcanzada durante el test de esfuerzo, PAS basal, PAS máxima alcanzada durante la prueba de esfuerzo, Presión Arterial Diastólica (PAD), PAD máxima alcanzada durante el esfuerzo, consumo de oxígeno máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$) obtenido por medición indirecta, METs, y presencia de limitación funcional " <7 METs de tolerancia al ejercicio"^{8,9}.

Análisis estadístico

La información obtenida fue digitada en Excel, y se realizó análisis de los resultados a través de Stata 12.0. Las variables continuas fueron analizadas en medidas de tendencia central y de dispersión, las categóricas a través de frecuencias absolutas y relativas. Para estimar la influencia de los diferentes factores asociados con la limitación funcional de la población objeto de estudio, se realizó una regresión logística univariada y multivariada (*Odds Ratio*-OR). Adicionalmente, se desarrolló un análisis de correlación por medio del test de Pearson entre la tolerancia al esfuerzo en METs y las variables continuas de interés. Finalmente, se hizo un análisis de regresión lineal simple con aquellas variables que presentaron resultados significativos en la correlación. Se consideraron estadísticamente significativas aquellas asociaciones con $p < 0,05$.

Consideraciones éticas

Los autores declaran que los procedimientos se realizaron de acuerdo con los estándares éticos del comité de experimentación humana responsable, y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Se respetaron los principios éticos de confidencialidad, caridad, no disfunción, autonomía y justicia. Finalmente, esta investigación fue aprobada por el comité de ética de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga. (Concepto ético #01402020-1012032020)

Resultados

De la población analizada: la edad media fue de $60 \pm 9,2$ años, el 76% eran hombres, el factor de riesgo más prevalente fue la HAS presente, el 83% recibió intervención percutánea, el 86% realizó prueba de Bruce estándar y el 31% presentó limitación funcional (Tabla 1).

En el análisis univariado y multivariado, la limitación funcional se asoció con la presencia de hipertensión. Los hipertensos tienen 16 veces más probabilidades de presentar limitación funcional en comparación con aquellos en los que no se informó este diagnóstico (Tabla 2).

En la Tabla 3, se observa relación directa de la tolerancia al esfuerzo físico con la FCM; y relación indirecta entre esta misma variable con el número de factores de riesgo y la PAS. De acuerdo con el análisis de regresión lineal, un latido de FCM aumentado, podría incrementar los METs en 0,11 ($\beta = 0,112$; CI: 0,074, 0,149; $p < 0,001$); adicionalmente, por cada mmHg aumentado de PAS, los METs disminuyen 0,08 ($\beta = -0,083$; CI 95%: -0,152, -0,014; $p < 0,020$), y por cada unidad de factor de riesgo aumentado los METs disminuyen 1,5 ($\beta = -1,580$; CI 95%: -2,456-0,868; $p < 0,001$) (Figura 1).

Figura 1. Análisis de regresión lineal entre la capacidad física funcional, número de factores de riesgo cardiovascular, PAS y FCM.

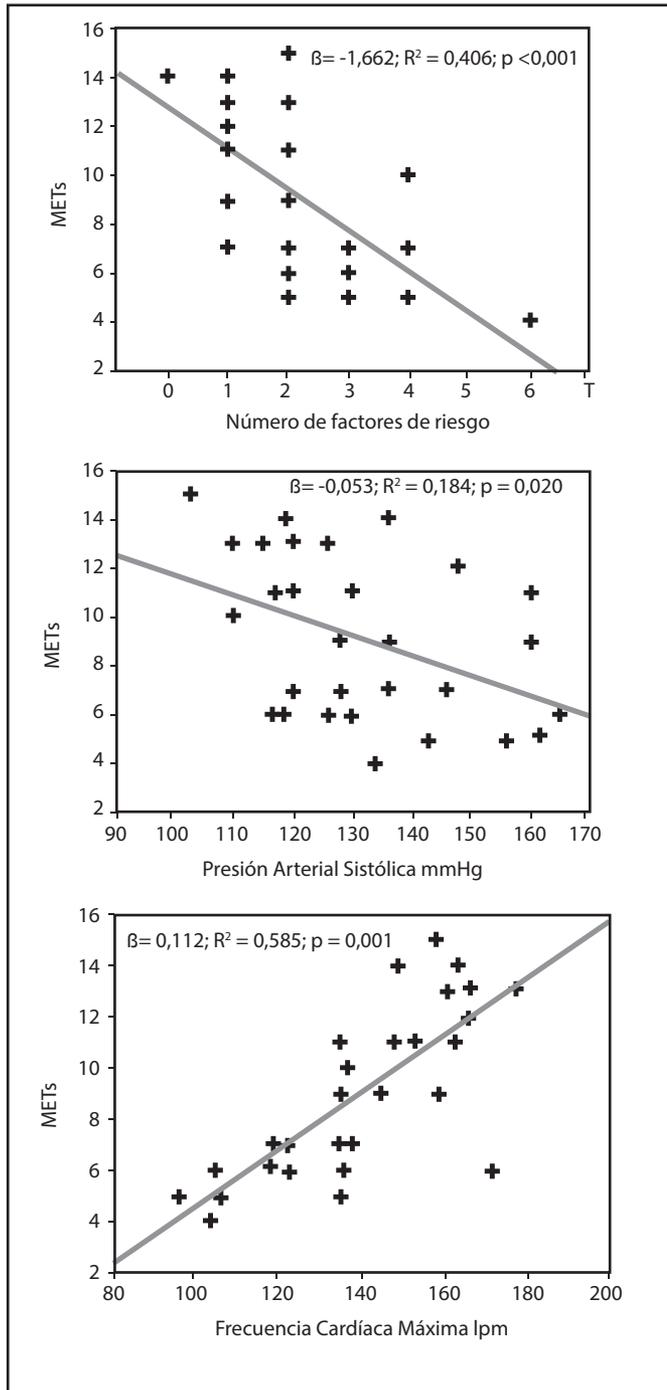


Tabla 1. Características generales de la población.

Variable	n=29	%	
Sexo (Hombre)	22	76	
Factores de riesgo	Obesidad	13	44
	HTA	14	48
	Diabetes	3	10
	Dislipidemia	10	34
	Tabaquismo	3	10
	Extabaquismo	12	41
	Familiares	1	3
Tipo de SCA	SCASEST	13	45
	SCACEST	6	21
Tipo de revascularización	Angina inestable	10	34
	Percutánea	24	83
Protocolo	Bypass	5	17
	Bruce Estándar	25	86
Participación en RC	Bruce Modificado	4	14
	Limitación funcional (<7 METs)	25	86
Rehospitalizados	Limitación funcional (<7 METs)	9	31
	Rehospitalizados	11	38
Variables			
Media			
±DE			
Edad (años)	60	9,2	
Talla (cm)	166	8,3	
Peso (Kg)	73	10	
IMC (Kg/m ²)	26	3	
Sesiones de rehabilitación	Prescritas	21	20
	Realizadas	16	12
Frecuencia cardíaca	Basal	67	7,3
	Máxima	141	23
	%FC Máxima	86	12
Presión arterial	PAS	132	17
	PAD	74	10
	PAS Máxima	161	19
	PAD Máxima	84	12
Capacidad física	METs	9	3
	VO _{2max}	32	12

HTA: Hipertensión arterial; FC: Frecuencia cardíaca; SCASEST: Síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST; SCACEST: Síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST; RC: Rehabilitación cardíaca; IMC: Índice de masa corporal; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; VO_{2max}: Consumo de oxígeno máximo.

La evidencia encontrada muestra una relación indirecta entre la capacidad funcional y los niveles de presión arterial en pacientes hipertensos y normotensos¹⁰⁻¹⁴. Tadic M, Ivanovic B. 2014 indican que los mecanismos de esta relación no son del todo claros, no obstante, se señalan algunas posibles razones como la presencia de disfunción endotelial, mitocondrial y el estrés oxidativo, las cuales pueden conducir a alteraciones importantes en los índices de transporte y absorción de oxígeno en los tejidos, afectando así la capacidad funcional¹⁵⁻¹⁸. Existen otros factores que podrían disminuir el nivel de tolerancia al esfuerzo en esta población, como el aumento de la presión de llenado del ventrículo izquierdo, que contribuye a la disfunción y dilatación de la aurícula iz-

Discusión

La presencia de HAS, de un mayor número de factores de riesgo, de altos niveles de PAS máxima y menores valores de FC máxima alcanzadas durante la prueba de esfuerzo, mostraron ser factores pronósticos de la limitación funcional en sujetos revascularizados por SCA.

Tabla 2. Factores asociados a la limitación funcional de pacientes revascularizados por SCA.

Variable	OR (95%IC)	Valor p	AOR (95% IC)	Valor p
Obesidad	3,7 (0,704; 19,58)	0,122		
HTA	18 (1,893; 184,0)	0,012	16 (1,010-275,0)	0,049
DM	1,12 (0,088; 14,27)	0,132		
Dislipidemia	1,86 (0,367; 9,487)	0,452		
Tabaquismo	1,12 (0,088; 14,27)	0,928		
Extabaquismo	0,10 (0,010; 0,977)	0,048	0,06 (0,003-1,292)	0,704
Participación en RC	0,38 (0,045; 3,323)	0,338		
Rehospitalización	0,34 (0,057; 2,115)	0,252		

OR: Odds Ratio; ORA: Odds Ratio Ajustado por sexo, obesidad y diabetes mellitus.

Tabla 3. Correlación entre el número de sesiones de rehabilitación cardíaca, nivel de tolerancia al esfuerzo y variables de interés.

Variable	METs r	p
Edad	-0,24	0,198
IMC	-0,36	0,050
Número de factores de riesgo	-0,63	0,002
FCB	0,03	0,873
FC Máxima	0,76	<0,001
PAS	-0,42	0,020
PAD	-0,01	0,878
PAS Máxima	-0,32	0,089
PAD Máxima	-0,34	0,237

NCRS: number of cardiac rehab sessions; IMC: Índice de Masa Corporal; FCB: Frecuencia cardíaca basal; PAS: Presión Arterial Sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; * p <0,05 Spearman test.

quiera que en consecuencia deteriora la fase diastólica del ventrículo izquierdo disminuyendo el gasto cardíaco durante el esfuerzo físico^{16,19,20}.

El valor pronóstico que mostró la FC máxima puede ser justificado teniendo en cuenta que ésta determina aproximadamente un 30% del gasto cardíaco máximo, influyendo así en la cinética del consumo de oxígeno, variable que define la capacidad física funcional²¹. Además, se sabe que, en los sujetos aparentemente saludables, el VO₂ aumenta 7,7 veces durante el ejercicio de intensidad máxima, lo anterior, se consigue gracias a un incremento de: 2,5 veces la FC, 2,5 veces la diferencia arteriovenosa de oxígeno y 1,4 veces el volumen sistólico, siendo lo anterior, una de las razones por las cuales la FC es considerada uno de los factores que más contribuye a mantener la capacidad física funcional^{22,23}.

El aumento de la FC máxima está condicionado principalmente por la expresión y el funcionamiento de los receptores adrenérgicos y por la eficacia del acoplamiento excitación contracción; factores que comúnmente se ven atenuados por el envejecimiento y el grado de lesión provocado por la enfermedad coronaria, no obstante, esta reducción progresiva o alteración de la respuesta del corazón a la estimulación adrenérgica parece no ser tan significativa en quienes poseen una mejor condición física^{21,24-26}.

Existen otros factores propios de la enfermedad coronaria y algunos considerados efectos adversos de la anestesia o cirugía de revascularización, como la dilatación del ventrículo izquierdo y el daño del nódulo sinoatrial que podrían influir en el comportamiento cronotrópico y en las funciones autonómicas cardiovasculares^{27,28}. Si bien la FC máxima es fundamental para la adaptación del gasto cardíaco a las necesidades metabólicas, su papel como biomarcador o posible factor independiente de riesgo modificable, así como su objetivo clínico o terapéutico en pacientes revascularizados no es claro. Es por lo anterior, que algunos estudios enfatizan en la importancia de analizar su comportamiento, el cual podría pronosticar fuertemente la evolución de este tipo de pacientes^{27,21}.

La capacidad física funcional es considerada un factor pronóstico de la carga de enfermedad de los pacientes con enfermedad coronaria. Específicamente, los altos niveles de esta capacidad se asocian con la atenuación de los factores de riesgo, de nuevos eventos coronarios, de la mortalidad total y cardiovascular^{4,5,29-32}. Lo anterior, está en consonancia con lo evidenciado en el presente estudio, donde el número de factores de riesgo cardiovascular y especialmente la presencia de HAS fueron considerados predictores de la limitación funcional en sujetos sometidos a una prueba de esfuerzo después de haber recibido por primera vez un proceso de revascularización por síndrome coronario agudo (SCA). La literatura encontrada sugiere incluir la capacidad cardiorrespiratoria dentro de los procesos de estratificación del riesgo en los pacientes con enfermedad cardiovascular, lo cual mejoraría sustancialmente la precisión de este proceso⁷; lo anterior, teniendo en cuenta que esta variable ha mostrado ser un predictor más fuerte al ser comparado con los factores de riesgo tradicionales o los obtenidos en la prueba de esfuerzo como la depresión del segmento ST, los síntomas, y las respuestas hemodinámicas^{7,33,34}.

Dentro de las limitaciones encontradas están: la naturaleza del estudio, que no permite controlar el resultado de las evaluaciones, dependiendo así del registro reportado en las historias clínicas; el tamaño de la muestra que pudo haber sido insuficiente para detectar cualquier otra asociación significativa; la obtención de la capacidad física por métodos indirectos, los cuales pueden carecer de exactitud, teniendo en cuenta que los modelos predictivos son más susceptibles a los factores de confusión. Además, es posible que los resultados analizados estén

influenciados por el efecto techo, presente cuando se usa la FC como un determinante de la suspensión de la prueba de esfuerzo, y del efecto de aprendizaje, cuando el paciente no tiene la posibilidad de familiarizarse con el uso de la banda sin fin antes de comenzar la prueba³⁵.

Conclusiones

Nuestro trabajo refuerza la importancia de un manejo adecuado de las comorbilidades y principalmente la HAS para mejorar la capacidad funcional en estos individuos. El aumento de la FC máxima y de la atenuación de PAS son factores determinantes del aumento de la tolerancia al esfuerzo físico en pacientes revascularizados.

Las pruebas de esfuerzo analizadas tenían un objetivo diagnóstico, por lo cual se sugiere también sean utilizadas como herramienta para estratificar el riesgo del paciente basados en el uso no solo en los METs alcanzados, también en el comportamiento de variables hemodinámicas simples y relativamente fáciles de obtener como la FC máxima y la PAS, las cuales mostraron tener una relación con la tolerancia al esfuerzo físico, y podrían mostrar valores pronósticos de otras condiciones importantes a tener en cuenta durante el periodo pos-quirúrgico, como los niveles de sobrevida libre de eventos, mortalidad total y cardiovascular en pacientes revascularizados por SCA.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la facultad de Cultura Física Deporte y Recreación de la USTA Bucaramanga, y al Instituto del Corazón de Bucaramanga por su apoyo y acompañamiento en la realización de la presente investigación.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Mytinger M, Nelson RK, Zuhl M. Exercise prescription guidelines for cardiovascular disease patients in the absence of a baseline stress test. *J Cardiovasc Dev*. 2020; 7:15.
- Reeves GR, Gupta S, Forman DE. Evolving role of exercise testing in contemporary cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2016;36:309–19.
- Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013; 128:873–934.
- Harb SC, Bhat P, Cremer PC, Wu Y, Cremer LJ, Berger S, Cho L, et al. Prognostic value of functional capacity in different exercise protocols. *J Am Heart Assoc*. 2020; 9:e015986.
- Chu DJ, Al Rifai M, Virani SS, Brawner CA, Nasir K, Al-Mallah MH. The relationship between cardiorespiratory fitness, cardiovascular risk factors and atherosclerosis. *Atherosclerosis*. 2020; 304: 44–52.
- Martin BJ, Arena R, Haykowsky M, Hauer T, Austford LD, Knudtson M, et al. Cardiovascular fitness and mortality after contemporary cardiac rehabilitation. *Mayo Clin Proc*. 2013;88:455–63.
- Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Després JP, Franklin BA, et al. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2016;134:653–99.
- Goldman L, Hashimoto B, Cook EF, Loscalzo A. Comparative reproducibility and validity of systems for assessing cardiovascular functional class: advantages of a new specific activity scale. *Circulation*. 1981;64:1227–34.
- Redd D, Kuang J, Mohanty A, Bray BE, Zeng-Treitler Q. Regular expression-based learning for mets value extraction. *AMIA Jt Summits Transl Sci Proc*. 2016;2016:213–220.
- Faselis C, Doumas M, Kokkinos JP, Panagiotakos D, Kheirbek R, Sheriff H, et al. Exercise capacity and progression from prehypertension to hypertension. *Hypertension*. 2012; 60:333–8.
- Kokkinos P, Manolis A, Pittaras A, Panagiotakos D, Kheirbek R, Sheriff H, et al. Exercise capacity and mortality in hypertensive men with and without addition. *Hypertension*. 2009; 53:494–499.
- Kokkinos P, Myers J, Doumas M, Faselis C, Manolis A, Pittaras A, et al. Exercise capacity and all-cause mortality in prehypertensive men. *Am J Hypertens*. 2009;22:735–41.
- Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American college of sports medicine American college of sports medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:533–53.
- Kokkinos P, Pittaras A, Narayan P, Faselis C, Singh S, Manolis A. Exercise capacity and blood pressure associations with left ventricular mass in prehypertensive individuals. *Hypertension*. 2007;49:55–61.
- Zinckuk VV, Pronko TP, Lis MA. Blood oxygen transport and endothelial dysfunction in patients with arterial hypertension. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2004;24:205–11.
- Tadic M, Ivanovic B. Why is functional capacity decreased in hypertensive patients? From mechanisms to clinical studies. *Rev Med Cardiol*. 2014;15:447–55.
- Sarma S, Howden E, Carrick-Ranson G, Lawley J, Hearon C, Samels M, et al. Elevated exercise blood pressure in middle-aged women is associated with altered left ventricular and vascular stiffness. *J Appl Physiol*. 2020;128:1123–29.
- Zhang A, Jia Z, Wang N, Tidwell TJ, Yang T. Relative contributions of mitochondrial and naph oxidase to deoxycorticosterone acetate-salt hypertension in mice. *Kidney Int*. 2011;80:51–60.
- Thomas GD. Functional sympatholysis in hypertension. *Auton Neurosci*. 2015;188:64–8.
- Howlett LA, Lancaster MK. Reduced cardiac response to the adrenergic system is a key limiting factor for physical capacity in old age. *Exp Gerontol*. 2021;150:111339.
- Anjos-Andrade FD, Sousa AC, Barreto-Filho JA, Alves EO, Nascimento-Júnior, AC, de Santana NO, et al. Chronotropic incompetence and coronary artery disease. *Acta Cardiol*. 2010;65:631–8.
- Higginbotham MB, Morris KG, Williams RS, Coleman RE, Cobb FR. Physiologic basis for the age-related decline in aerobic work capacity. *Am J Cardiol*. 1986;57:1374–9.
- Higginbotham MB, Morris KG, Williams RS, McHale PA, Coleman RE, Cobb FR. Regulation of stroke volume during submaximal and maximal upright exercise in normal man. *Circ Res*. 1986;58:281–91.
- Gude NA, Broughton KM, Firouzi F, Sussman MA. Cardiac ageing: extrinsic and intrinsic factors in cellular renewal and senescence. *Nat Rev Cardiol*. 2018;15:523–42.
- Howlett LA, Lancaster MK. Reduced cardiac response to the adrenergic system is a key limiting factor for physical capacity in old age. *Exp Gerontol*. 2021;150:111339.
- Lauer MS, Francis GS, Okin PM, Pashkow FJ, Snader CE, Marwick TH. Impaired chronotropic response to exercise stress testing as a predictor of mortality. *JAMA*. 1999;281: 524–9.
- Abulimiti A, Nishitani-Yokoyama M, Shimada K, Kunimoto M, Matsubara T, Fujiwara K, et al. Prognostic impact of peak oxygen uptake and heart rate reserve in patients after off-pump coronary artery bypass grafting. *Clin Cardiol*. 2021;44: 580–7.
- Böhm M, Reil JC, Deedwania P, Kim JB, Borer JS. Resting heart rate: risk indicator and emerging risk factor in cardiovascular disease. *Am J Med*. 2015;128:219–28.
- Al-Mallah MH, Sakr S, Al-Qunaiet A. Cardiorespiratory fitness and cardiovascular disease prevention: an update. *Curr Atheroscler Rep*. 2018;20:1.
- Farrell SW, Finley CE, Barlow CE, Willis BL, DeFina LF, Haskell WL, et al. Moderate to high levels of cardiorespiratory fitness attenuate the effects of triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio on coronary heart disease mortality in men. *Mayo Clin Proc*. 2017; 92:1763–71.
- Hung RK, Al-Mallah MH, McEvoy JW, Whelton SP, Blumenthal RS, Nasir K, et al. Prognostic value of exercise capacity in patients with coronary artery disease: the fit -Henry Ford exercise - testing project. *Mayo Clin Proc*. 2014; 89:1644–54.
- Nichols S, Taylor C, Page R, Kallvikbacka-Bennett A, Nation F, Goodman T, et al. Correction to: Is cardiorespiratory fitness related to cardiometabolic health and all-cause mortality risk in patients with coronary heart disease? A CARE CR Study. *Sports Med Int Open*. 2019;5:5.
- Goraya TY, Jacobsen SJ, Pellikka PA, Miller TD, Khan A, Weston SA, et al. Prognostic value of treadmill exercise testing in elderly persons. *Ann Intern Med*. 2000;132:862–70.
- Myers J. New American Heart Association/American College of Cardiology guidelines on cardiovascular risk: when will fitness get the recognition it deserves?. *Mayo Clin Proc*. 2014; 89:722–6.
- Sartor F, Vernillo G, de Morree HM, Bonomi AG, La Torre A, Kubis HP, et al. Estimation of maximal oxygen uptake via submaximal exercise testing in sports, clinical, and home settings. *Sports Med*. 2013;43:865–73.

Espíritu **UCAM** Espíritu Universitario

Miguel Ángel López

Campeón del Mundo en 20 km. marcha (Pekín, 2015)
Estudiante y deportista de la UCAM



- **Actividad Física Terapéutica** ⁽²⁾
- **Alto Rendimiento Deportivo:**
 - Fuerza y Acondicionamiento Físico** ⁽²⁾
- **Performance Sport:**
 - Strength and Conditioning** ⁽¹⁾
- **Audiología** ⁽²⁾
- **Balneoterapia e Hidroterapia** ⁽¹⁾
- **Desarrollos Avanzados de Oncología Personalizada Multidisciplinar** ⁽¹⁾
- **Enfermería de Salud Laboral** ⁽²⁾
- **Enfermería de Urgencias, Emergencias y Cuidados Especiales** ⁽¹⁾
- **Fisioterapia en el Deporte** ⁽¹⁾
- **Geriatría y Gerontología:**
 - Atención a la dependencia** ⁽²⁾
- **Gestión y Planificación de Servicios Sanitarios** ⁽²⁾
- **Gestión Integral del Riesgo Cardiovascular** ⁽²⁾
- **Ingeniería Biomédica** ⁽¹⁾
- **Investigación en Ciencias Sociosanitarias** ⁽²⁾
- **Investigación en Educación Física y Salud** ⁽²⁾
- **Neuro-Rehabilitación** ⁽¹⁾
- **Nutrición Clínica** ⁽¹⁾
- **Nutrición y Seguridad Alimentaria** ⁽²⁾
- **Nutrición en la Actividad Física y Deporte** ⁽¹⁾
- **Osteopatía y Terapia Manual** ⁽²⁾
- **Patología Molecular Humana** ⁽²⁾
- **Psicología General Sanitaria** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Presencial ⁽²⁾ Semipresencial