

Frecuencia cardiaca m1xima mediante 220 menos

Edad versus prueba de esfuerzo con protocolo de Bruce

Maximum heart rate by 220 less:
Age versus stress test with Bruce protocol



Javier Eliecer **Pereira RodrĪguez**
Lorena **Boada Morales**
Ivanna Maria **Ni1o Rios**
Yair Alberto **Ca1izares P3rez**
Juan Camilo **Quintero G3mez**



Rehabilitar
C3cuta I.P.S.

MCT Volumen 11 #1 Enero - Junio

Movimiento CientĪfico

ISSN-I: 2011-7197 | e-ISSN: 2463-2236

Publicaci3n Semestral

Title: Maximum heart rate by 220 less
Subtitle: Age versus stress test with Bruce protocol
Título: Frecuencia cardíaca máxima mediante 220 menos
Subtítulo: Edad versus prueba de esfuerzo con protocolo de Bruce
Author (s) / Autor (es):
Pereira Rodríguez; Boada Morales ; Niño Ríos ; Cañizares Pérez & Quintero Gómez
Keywords / Palabras Clave:
[en] heart rate; cardiology; stress test; exercise
[es] frecuencia cardíaca; cardiología; prueba de esfuerzo; ejercicio
Submitted: 2017-02-15
Accepted : 2017-02-26

Javier Eliecer **Pereira Rodríguez**, Pt sp
Bio:
Especialista en Rehabilitación Cardiopulmonar
Filiación:
Grupo de Investigación RehabilitarCI
Rehabilitar Cúcuta IPS
Ciudad:
Cúcuta [co]
e-mail:
jepr87@hotmail.com

Lorena **Boada Morales**, MSc MsCPT sp
Bio:
Especialista en Prescripción del ejercicio
Magíster en Ciencias de la Actividad Física
Filiación:
Grupo de Investigación RehabilitarCI
Rehabilitar Cúcuta IPS
Ciudad:
Cúcuta [co]

Ivanna Maria **Niño Ríos**, Pt

Filiación:
Grupo de Investigación RehabilitarCI
Rehabilitar Cúcuta IPS

Ciudad:
Cúcuta [co]

Yair Alberto **Cañizares Pérez**, Pt

Filiación:
Grupo De Investigación RehabilitarCI
Rehabilitar Cúcuta IPS

Ciudad:
Cúcuta [co]

Juan Camilo **Quintero Gómez**, Pt(c)

Ciudad:
Cúcuta [co]

Resumen

Introducción: la prescripción del ejercicio tiene como finalidad aumentar el nivel de actividad física en las personas. Un ejercicio programado según las características y Frecuencia cardíaca máxima (FCM) del paciente, tiene mejores resultados en diferentes parámetros relativos a la condición física. Para ello, existen más de 40 fórmulas; siendo muchas de ellas inadecuadas para la población latinoamericana, entre las más conocidas se encuentra 220-Edad y Tanaka. **Objetivo:** determinar las diferencias entre los resultados de las ecuaciones para FCM y una prueba de esfuerzo según el protocolo de Bruce. **Materiales y métodos:** estudio observacional, descriptivo y transversal con 300 participantes (181 mujeres y 119 hombres), de edad promedio de 26 ± 10 años. Para el desarrollo de esta investigación, se obtuvo antropometría, signos vitales, escala de Borg, cuestionario para factores de riesgo cardiovascular y realización de prueba de esfuerzo para comparar datos con la ecuación de 220-Edad. **Resultados:** la FCM por prueba de esfuerzo en los 300 participantes fue de $179,6 \pm 15$ latidos por minuto; en cuanto a la ecuación de 220-Edad y sus modificaciones de 210-Edad y 200-Edad se observó una sobreestimación hasta en 14 latidos por minuto de diferencia a la prueba de esfuerzo. **Conclusiones:** no se recomienda las ecuaciones evaluadas por su diferencia significativa respecto a la prueba de esfuerzo máxima; especialmente 220-Edad cuya diferencia de media estuvo por encima de 14 latidos por minutos ($p = 0,000$).

Abstract

Background: The exercise prescription is to increase the level of physical activity in people. An exercise scheduled according to patient characteristics and heart maximal beat (FCM) has better results in different parameters relating to the physical condition. To this end, there are more than 40 formulas; and many of them unsuitable for the Latin American population. Among the best known is 220-Age and Tanaka. **Objective:** to determine the differences between the results of the equations for the MHR and a stress test according to the Bruce protocol. **Methods and materials:** Observational, descriptive and cross-sectional study with 300 participants (181 women and 119 men), mean age of 26 ± 10 years. For the development of this research, anthropometry, vital signs, Borg scale, questionnaire for cardiovascular risk factors and implementing stress test it was obtained to compare data with 220 - age and 210 - age equation. **Results:** The FCM stress test in the 300 participants was 179.6 ± 15 beats per minute; regarding the equation of 220-Age and modifications of 210-and 200-Age overestimation it was observed up to 14 beats per minute apart to the stress test. **Conclusions:** The equations evaluated show significant difference respect to maximal exercise testing and it's not recommended; especially 220-Age whose mean difference was above 14 beats per minute ($p = 0.000$).

Citar como:

Pereira Rodríguez, Boada Morales, Niño Ríos, Cañizares Pérez, & Quintero Gómez (2017). Frecuencia cardíaca máxima mediante 220 menos: Edad versus prueba de esfuerzo con protocolo de Bruce. *Movimiento Científico* ISSN-L: 2011-7197 Vol.11 (1) págs: 15-22

Frecuencia Cardiaca Máxima Mediante 220 Menos

Edad versus prueba de esfuerzo con protocolo de Bruce

Maximum heart rate by 220 less: Age versus stress test with Bruce protocol

Javier Eliecer **Pereira Rodríguez**

Lorena **Boada Morales**

Ivanna Maria **Niño Rios**

Yair Alberto **Cañizares Pérez**

Juan Camilo **Quintero Gómez**

El ejercicio físico se considera como un tipo específico de actividad física que se realiza de forma planeada, estructurada, repetitiva y sistemática que tiene el objetivo de mejorar la condición física (Arias Vázquez, Balam De la Vega, Sulub Herrera, Carrillo-Rubio, & Ramírez Meléndez, 2013). El ejercicio es importante por los efectos positivos que causan sobre la salud, lo que incrementa la capacidad funcional, cardiopulmonar y los años de vida; y mejora la calidad de vida de las personas. (Gómez, Monteiro, Cossio Bolaños, Fama Cortez, & Zanesco, 2010). Por lo tanto, es de vital importancia la promoción de estilos de vida saludable, acompañados de una práctica frecuente de ejercicio; donde este, sea realizado de forma estructurada y personalizada según las necesidades de cada individuo y poder así, obtener todos los beneficios que aporta el ejercicio físico. (Subirats Bayegoa, Subirats Vilab, & Soteras Martínez, 2012). De ahí la importancia de ejecutar una adecuada prescripción clínica del ejercicio, la cual se define como un proceso sistemático, ordenado y basado en la mejor evidencia disponible que involucra conocimiento y análisis de la situación de salud por parte del personal; con el fin de obtener los mayores beneficios con los menores riesgos. (Pinzon Rios, 2014; Abellan Alemán, y otros, 2010)

Frecuencia Cardíaca Máxima Mediante 220 Menos

Edad versus prueba de esfuerzo con protocolo de Bruce

Actualmente, se presentan diferentes formas de realizar la prescripción del ejercicio, una de las más utilizadas es la Frecuencia Cardíaca Máxima (**FCM**), que es considerada como un parámetro básico para determinar el esfuerzo e intensidad del ejercicio. (Bouzas Marins, Ottoline Marins, & Delgado Fernández, 2010). Asimismo, se considera una variable cardiovascular que ofrece una serie de informaciones tanto a la hora de evaluar una prueba física como de prescribir un entrenamiento. La **FCM** puede ser obtenida de manera directa, generalmente por medio de protocolos progresivos de esfuerzo máximo, o puede ser hecha indirectamente, con la ayuda de ecuaciones predictivas que constituyen una manera de bajo costo y fácil aplicación. (Scolfaro, Bouzas Marins, & Regazzi, 1998)

Cuando hablamos de la manera directa para medir la FCM, nos referimos a una prueba de esfuerzo que se realiza sobre un tapiz rodante (Banda sin fin), donde progresivamente se incrementa la inclinación y velocidad, hasta que el participante llegue a su esfuerzo máximo y por ende, su frecuencia máxima. Actualmente, existen diferentes pruebas y protocolos para este fin; uno de los más usados a nivel mundial y en la presente investigación es el protocolo de Bruce. Este protocolo, consistente en aplicar una prueba de esfuerzo en una banda sin fin iniciando a una velocidad de 2.7Km/h con una inclinación del 10%, con incrementos de la inclinación de 2% cada 3 minutos. Así mismo se aplican aumentos progresivos de la velocidad en el mismo tiempo. (De La Vega, Almeida, Ruiz, Miranda, & Del Valle, 2011). Los resultados de esta prueba surgen de analizar la capacidad funcional, evolución de la frecuencia cardíaca y la presión arterial durante el esfuerzo, además, de los signos, síntomas y las alteraciones del ritmo cardíaco durante el test (Creighton, y otros, 2016; Sociedad Argentina de Cardiología, 2010). El test finaliza cuando el sujeto: Se encuentra exhausto, hemodinámicamente inestable o no desea continuar con la prueba. También, se puede detener cuando se presentan alteraciones electrocardiográficas o el participante refiere disnea y/o fatiga severa. (De La Vega, Almeida, Ruiz, Miranda, & Del Valle, 2011)

Por otra parte, existe una medición indirecta de la FCM. Actualmente, existen más de 45 fórmulas para determinar la FCM según las características del participante. Dichas características, van desde solo la edad del individuo hasta, fórmulas que incluyen factores tales como: Sexo, condición de salud o parámetros antropométricos. (Bouzas Marins, Ottoline Marins, & Delgado Fernández, 2010). La ecuación más conocida y utilizada es la **220-Edad**, aunque para dicha ecuación se desconoce su autoría y procedencia (Andrade Machado & Denadai Benedito, 2011; Cruz Martínez, Rojas Valencia, Correa, & Correa Morales, 2014). Además, autores como Pereira da Silva y Cols. (2007), afirman que dicha fórmula es un error metodológico y clínico, por lo tanto, su uso es altamente cuestionado.

Dicho lo anterior, se resalta que el objetivo del presente estudio fue comparar los resultados de la fórmula 220-Edad frente a una prueba de esfuerzo con el protocolo de Bruce.

La investigación es considerada de riesgo bajo-moderado por la complejidad de la prueba de esfuerzo y la edad de algunos participantes. Estos debían ser mayores de 18 años, aparentemente sanos y quienes firmaron un consentimiento informado, avalado por el comité de ética de la institución bajo el número de radicado 0056-3.

Se excluyeron los participantes con dolor en miembros inferiores, disnea y/o fatiga mayor a 3, participantes con alteraciones cardiovasculares o antecedentes quirúrgicos de tipo cardiovascular o infarto agudo de miocardio. Como criterios de retiro se tuvieron en cuenta la inestabilidad hemodinámica durante la prueba y la manifestación de no querer continuar.

Para la recolección de datos sociodemográficos, antropométricos y fisiológicos se empleó un instrumento, el cual fue diligenciado mediante un interrogatorio al paciente. Se procedió primero a realizar las mediciones sociodemográficas (Género, edad, etnia, identificación de factores de riesgo, antecedentes personales, antecedentes familiares), fisiológicas (Tensión arterial, frecuencia cardíaca, saturación arterial de oxígeno) y antropométricas (Peso, talla, IMC) mediante una báscula digital **Tezzio TB-30037** previamente calibrada; En el procedimiento, se determinó el peso y la talla de los pacientes evaluados, colocando al paciente de pie, con la cabeza en plano de Frankfort y con los hombros relajados para evitar lordosis. Se obtuvo el puntaje Z (Z-score) para el **IMC (kg/m²)** a través de Excel, desarrollado con base en la referencia de la OMS. El puntaje Z del IMC permitió agrupar la muestra en infrapeso, normopeso, sobrepeso y obesidad.

La prueba de esfuerzo fue realizada en una banda sin fin con el protocolo de Bruce, los pacientes no podían ingerir bebidas alcohólicas, café, fumar ni consumir ningún tipo de droga o medicamento que pudiera interferir con la FCM. La disnea percibida y el esfuerzo se valoraron mediante la escala de Borg modificada. (Tabla 1 Escala de Borg para disnea y fatiga)

Tabla 1 Escala de Borg para disnea y fatiga

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nada	Muy, muy ligero	Muy ligero	Ligero	Moderado	Un poco fuerte	Fuerte		Muy fuerte		Extremadamente fuerte

Variación Horizontal de la modificada de la versión original por la American College of Cardiology (ACC)/American Heart Association (AHA). Circulation. 2002; 106: 1883-1892.

La frecuencia cardíaca se obtuvo mediante el sistema **Polar RS800CX Multisport**, mientras que la saturación arterial de oxígeno con un oxímetro de pulso portátil (**NellcorPuritan Bennett**); ambas mediciones fueron tomadas antes, durante y después de la prueba de esfuerzo. La presión arterial sistólica y diastólica fue tomada de manera manual al inicio, final y luego de **5** minutos de haber finalizado la prueba de esfuerzo.

Se consideró como variable dependiente (o resultado) el valor de la FCM obtenida tras un esfuerzo máximo. Como variables independientes (o predictoras) fueron tomadas las diversas ecuaciones formuladas para calcular la FCM, a partir del **220-Edad**.

El diseño y desarrollo de la investigación fue realizada bajo las consideraciones éticas de la Declaración de Helsinki y la Resolución No. 008430 del Ministerio de Salud de Colombia.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal que cuantifico el riesgo cardiovascular, la frecuencia cardíaca máxima obtenida a través de una prueba de esfuerzo y ecuaciones teóricas en una población de **300** personas: **181** Mujeres y **119** Hombres, participantes con una edad promedio de **26±10** años, que asistieron a las instalaciones de **IPS Rehabilitar Cúcuta, ubicado en la ciudad de Cúcuta, Colombia**.

Análisis Estadístico

Para la descripción de las variables cuantitativas, fue necesario expresarlas como media aritmética y desviación estándar. Respecto a la comparación de la **FCM** entre las ecuaciones teóricas frente a la obtenida en la prueba de esfuerzo, se realizó mediante el **Análisis de la varianza de una vía (Anova)** para poder comparar las diferencias de género y edad en las distintas variables estudiadas, además de **pruebas post hoc**, mediante la **prueba de Tukey**, para ver las diferencias entre los distintos grupos de edad y antropometría. En todos los casos se estableció el nivel de significación en el **5% ($p < 0.05$)**; al igual que se correlacionaron las variables mediante la **R de Pearson**. Todos los datos fueron analizados con el software Stata. (Data Analysis and Statistical Software)

Resultados

Luego de analizar los datos obtenidos durante el trabajo de campo; el cual fue realizado con una muestra total de **300 (181 Mujeres y 119 Hombres)** participantes de la ciudad de Cúcuta, Colombia que asistieron a la **IPS Rehabilitar Cúcuta**. Dentro de las características sociodemográficas estudiadas se identificó una edad promedio para ambos géneros de **26±10** años; conformado por **60%** mujeres y el **40%** restante por hombres. En cuanto al nivel académico, el **58%** fueron universitarios, **26%** había cursado hasta secundaria, **9%** eran bachilleres, **6%** eran técnicos o tecnológicos y el **1%** había cursado solamente primaria.

Tabla 2 Caracterización de la población

Variable	Cant	Femenino	Masculino	Promedio
Muestra total				300
Edad	300	26.5 ± 10.3	26.15 ± 10.4	26 ± 10
Genero	300	181	119	100
Etnia				
Blanco	170	114	56	56.66
Mestizo	97	51	46	32.33
Afrocolombiano	33	16	17	11.00
Factores de Riesgo				
Tabaquismo	17	3 - 1.6%	14 - 11.7%	5.66
Exfumadores	28	11 - 6%	22 - 18.4%	9.33
Ingesta de alcohol	206	114 - 62.9%	92 - 77.3%	10.35
Hipertensión arterial	27	16 - 8.8%	11 - 9.2%	26.03
Diabetes Mellitus	15	11 - 6%	4 - 3.3%	5.00
Ingesta de alimentos grasos	279	169 - 93.3%	110 - 92%	93.00
Antecedentes familiares de Diabetes, HTA, IAM	91	49 - 27%	42 - 35.2%	30.33
Antropometría - IMC				
Infrapeso	12	6 - 3.3%	6 - 5%	4.00
Normopeso	167	109 - 60.2%	58 - 48.7%	55.66
Sobrepeso	88	47 - 25.9%	41 - 34.4%	29.33
Obesidad	33	19 - 10.5%	14 - 11.8%	11.00
Educación				
Primaria	3	1 - 0.55%	2 - 1.68%	1.00
Secundaria	75	45 - 24.86%	30 - 25.21%	25.00
Bachiller Graduado	27	13 - 7.18%	14 - 11.76%	9.00
Técnico	12	5 - 2.76%	7 - 5.88%	4.00
Tecnológico	7	5 - 2.76%	2 - 1.68%	2.33
Pregrado	164	105 - 58%	59 - 49.57%	54.66
Posgrado	12	7 - 3.86%	5 - 4.20%	4.00

Fuente: Elaboración propia.

Los factores de riesgo identificados fueron: Hipertensión arterial, sobrepeso y/o obesidad, diabetes, tabaquismo, antecedentes familiares (Diabetes, Infarto agudo de Miocardio e Hipertensión), ingesta de alcohol y alimentos grasos. Una vez, analizados e interpretado los resultados se logró determinar que existe un mayor predominio de tabaquismo, ingesta de alcohol, sobrepeso y/o obesidad en los hombres que en las mujeres y que el **93%** de las mujeres ingieren varias veces al mes comidas rápidas. (Tabla 2 Caracterización de la población)

Respecto a los resultados de la prueba de esfuerzo en la población general fueron de **179.6 ± 15lpm¹**. Siendo de **178.49 ± 16.64** para el género masculino y **180.46 ± 14.10** en el género femenino. (Tabla 3 Resultados FCM obtenidos en prueba de esfuerzo)

Tabla 3 Resultados FCM obtenidos en prueba de esfuerzo

	Hombres	Mujeres
Muestra	119	181
Media	178.49lpm	180.46lpm
Dt	16.64	14.1
Valor máximo FCM*	210lpm	206lpm
Valor mínimo FCM	117lpm	133lpm

*FCM: Frecuencia cardiaca máxima, DT: Desviación estándar, lpm: Latidos por minuto
Fuente: Elaboración propia

A su vez, se determinó los valores obtenidos según el índice de masa corporal en los participantes, obteniendo **186.9 ± 14.2** (H: **185.9 ± 14.5** vs M: **188.8 ± 12.8**) para infrapeso, **180.4 ± 13.9** (H: **180.3 ± 14.0** vs M: **180.4 ± 13.9**) para normopeso, **179.3 ± 15.6** (H: **179.3 ± 15.6** vs M: **179.5 ± 15.8**) para sobrepeso y **174.3 ± 18.8** (H: **176.4 ± 17.8** vs M: **173.9 ± 19**) para los participantes con obesidad. (Tabla 4 Media aritmética y desviación estándar de la **FCM** según antropometría y edad)

Tabla 4 Media aritmética y desviación estándar de la FCM según antropometría y edad

IMC	Total (N=300)	Hombres (N=119)	Mujeres (n=181)
Infrapeso	186.9 ± 14.2 (n=12)	185.9 ± 14.5 (n=6)	188.8 ± 12.8 (n=6)
Normopeso	180.4 ± 13.9 (n=167)	180.3 ± 14.0 (n=58)	180.4 ± 13.9 (n=109)
Sobrepeso	179.3 ± 15.6 (n= 88)	179.3 ± 15.6 (n=41)	179.5 ± 15.8 (n=47)
Obesidad	174.3 ± 18.8 (n= 33)	176.4 ± 17.8 (n=14)	173.9 ± 19 (n=19)
Edad			
18 - 30 años	182.6 ± 13 (n=233)	182.6 ± 13.1 (n=97)	182.6 ± 13.1 (n=136)
31 - 40 años	176.1 ± 15 (n=27)	176.1 ± 15.8 (n=10)	176.3 ± 15.8 (n=17)
41 - 50 años	167.6 ± 17.2 (n=27)	169 ± 17.7 (n=7)	167.6 ± 17.2 (n=20)
Mayor a 50 años	159.6 ± 16 (n=13)	159.6 ± 16.8 (n=5)	163.6 ± 15 (n=8)

IMC: Índice de Masa Corporal
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se comparó los resultados obtenidos en la prueba de esfuerzo con las ecuaciones de **220-Edad** y **210-Edad**, encontrándose una diferencia de 14lpm frente a la fórmula **220-Edad** (Prueba esfuerzo: **179.6 ± 15** vs Formula: **193.6 ± 10.4**) y **4lpm** al comparar la prueba de esfuerzo con la fórmula **210-Edad** (**179.6 ± 15** vs **183.6 ± 10**). Además, se compararon los valores obtenidos según el índice de masa corporal y edad de los participantes frente a las formulas **220-Edad** y **210-Edad**. Demostrando que ha mayor edad la fórmula **220-Edad**, presenta mayor similitud a los resultados obtenidos por prueba de esfuerzo, al igual que a mayor **IMC** menor diferencia frente a la **FCM** obtenida a través de una prueba de esfuerzo con el protocolo de Bruce. (Tabla 5 siguiente).

1 lpm: Latidos por minuto

Frecuencia Cardíaca Máxima Mediante 220 Menos

Edad versus prueba de esfuerzo con protocolo de Bruce

Tabla 5 Diferencias de FCM entre ecuaciones y prueba de esfuerzo según edad e IMC

Fórmula	18-30 años 183.8 ± 12	Valor de p	31-40 años 176.4 ± 15	Valor de p	41-50 años 167.4 ± 12	Valor de p	> a 50 años 163.3 ± 13	Valor de p
220-Edad	198 ± 2.8 ⁽¹⁵⁾	0.000	185 ± 2.7 ⁽⁹⁾	0.003	174 ± 3.0 ⁽⁷⁾	0.056	166 ± 3.1 ⁽³⁾	0.423
210-Edad	188 ± 2.8 ⁽⁵⁾	0.000	175 ± 2.7 ⁽⁻¹⁾	0.807	164 ± 3.0 ⁽⁻³⁾	0.317	156 ± 3.1 ⁽⁷⁾	0.248

Fórmula	Infrapeso 182.5 ± 13	Valor de p	Normopeso 179.6 ± 15	Valor de p	Sobrepeso 179.7 ± 15	Valor de p	Obesidad 179.7 ± 15	Valor de p
220-Edad	197 ± 3.4 ⁽¹⁵⁾	0.846	195 ± 8.3 ⁽¹⁶⁾	0.000	190 ± 12.5 ⁽¹¹⁾	0.000	189 ± 11 ⁽¹⁰⁾	0.000
210-Edad	187 ± 3.4 ⁽⁵⁾	0.018	185 ± 8.3 ⁽⁶⁾	0.000	180 ± 12.5 ⁽⁴⁾	0.640	179 ± 11 ⁽⁴⁾	0.218

El valor entre paréntesis indica la diferencia entre la media aritmética de las formulas frente a la obtenida por prueba de esfuerzo.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Discusión

Según el estudio de: Bouzas Marins, Delgado Fernandez y Benito Peinado (2013), ellos comparan la precisión de las ecuaciones para estimar la FCM en cicloergómetro para jóvenes, sus hallazgos reportan que entre las 53 fórmulas de predicción de FCM evaluadas, solamente seis (6) fórmulas presentan una $p > 0.05$ en hombres, y solamente dos (2) ecuaciones en mujeres. (Robergs & Landwehr, 2002). Y años antes, los mismos Bouzas Marins y Delgado Fernandez (2007), habían demostrado en un estudio realizado en deportistas, donde evaluaron 47 ecuaciones de predicción, de estas solo 10 ecuaciones eran adecuadas para calcular la FCM en los hombres y 16 ecuaciones en las mujeres, al presentar un $p > 0.05$ (Bouzas Marins & Delgado Fernandez, 2007). Dichos resultados concluyen que las ecuaciones K y 210-Edad, sobrevaloran sistemáticamente la FCM, lo que es consistente con los hallazgos de esta investigación, donde la formula arrojó una diferencia de hasta 15lpm y 5lpm respectivamente.

La investigación de Hernández López, Sierra Galán y Pichel Pérez (2000), demostró que la FCM es dependiente de la edad y es mayor en hombres, en comparación con las mujeres, lo cual queda evidenciado en este estudio donde la FCM promedio en hombres fue de 210lpm, mientras que en mujeres fue de 206lpm.

Seres y Cols (2003), expusieron en su estudio que no existía diferencias en edad, sexo y talla entre ambos grupos y durante el esfuerzo, los sujetos obesos presentaron un consumo de oxígeno, frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica y ventilación por minuto significativamente más elevados que el grupo control, lo cual difiere con este estudio, donde las personas obesas registraron una FCM menor a las personas con normopeso. En cuanto a la investigación de (Miragaya & Federico Magri, 2016), se halló una sobreestimación por parte de las ecuaciones; pero la fórmula de Tanaka, resulta más precisa en los menores de 40 años y la fórmula de 220-Edad, en los mayores de 40 años, lo que es corroborado en este estudio, donde la estimación de la FCM en las personas mayores de 50 años mostro una diferencia de 3lpm. Por otro lado, González, Unzaga, Sánchez y Amaro (2014) en un estudio realizado para estimar la FCM en una población sana no-deportista determino que la fórmula de 220-Edad sobrestimo la FCM en los grupos de edades, desde 18 a 50 años.

A su vez, otras investigaciones han demostrado y recomiendan en sus estudios que la ecuación 220-Edad no debe utilizarse para calcular la FCM (Engels, Zhu, & Moffatt, 1998; Ricard, Léger, Massicotte, & FACSM, 1990; Robergs & Landwehr, 2002), debido a que podría llevar a graves errores a la hora de realizar la prescripción del ejercicio en pacientes cardiopatas o en personas sanas no-deportistas; sugerencia que es apoyada por los resultados presentados en esta investigación. Además, de los autores anteriormente mencionados, existen múltiples investigaciones alrededor del mundo que cuestionan la efectividad y precisión de las fórmulas para determinar FCM. (Cruz Martínez, Rojas Valencia, Correa, & Correa Morales, 2014; Gandola, Reeb, Nucci, & Aguiar Muñoz, 2005)

Conclusiones

Los resultados obtenidos, permitieron determinar una diferencia significativa en la fórmula de 220- edad hasta en 16lpm ($p < 0.05$), a diferencia de los participantes mayores de 50 años, donde no se encontró diferencia significativa ($p = 0.423$), todo lo contrario, en los resultados obtenidos mediante la fórmula 210-edad; que en la población de 18 a 30 años hubo una diferencia significativa ($p = 0.000$) y con respecto a la población mayor a 31 años no se evidencio diferencia alguna ($p > 0.05$). Por otra parte, al relacionar el IMC con la FCM obtenida a través de una prueba de esfuerzo y la fórmula 220-Edad, se logra concluir que dicha fórmula generó una diferencia en promedio de 10lpm a 16lpm en los participantes con sobrepeso y/u obesidad y normopeso respectivamente.

A su vez, podemos concluir que las formulas mencionadas, deben ser usadas con precaución y como último recurso en la práctica clínica. Según la presente investigación es recomendable el uso de las pruebas de esfuerzo con el protocolo de Bruce o Naughton según las características de nuestro paciente, para poder obtener una medición exacta sobre la FCM.

Agradecimientos

Especialmente al licenciado Juan Carlos Jiménez Vargas, las doctoras Juliana García Uribe y Paola Agredo por su apoyo y colaboración durante todo el proceso. A la empresa IPS Rehabilitar Cúcuta y su grupo de investigación RehabilitarCI.

Conflicto de Interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias

- Abellan Alemán, J., Sainz de Baranda Andujar, P., Ortín Ortín, E. J., Saucedo Rodrigo, P., Gómez Jara, P., & Leal Hernández, M. (2010). *Guía para la prescripción del ejercicio en pacientes con riesgo vascular* (1 ed., Vol. 1). (J. Abellan Alemán, P. Sainz de Baranda Andujar, & E. J. Ortín Ortín, Edits.) Murcia (es): Sociedad Española de Hipertensión; Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial; Sociedades Autonómicas de Hipertensión. Obtenido de <http://www.codem.es/guias/guia-para-prescripcion-de-ejercicio-fisico-en-pacientes-con-riesgo-cardiovascular>
- Andrade Machado, F., & Denadai Benedito, S. (2011). Validez de las ecuaciones predictivas de la frecuencia cardíaca máxima para niños y adolescentes. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 97(2), 136-140. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2011005000078>

- Arias Vázquez, P. I., Balam De la Vega, V., Sulub Herrera, A., Carrillo-Rubio, J. A., & Ramírez Meléndez, A. (2013). Beneficios clínicos y prescripción del ejercicio en la prevención cardiovascular primaria: Revisión. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 25(2), 63-72. Obtenido de <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDARTICULO=47243>
- Bouzas Marins, J. C., & Delgado Fernandez, M. (2007). Empleo de ecuaciones para predecir la frecuencia cardíaca máxima en carrera para jóvenes deportistas. *Archivos de Medicina del Deporte*, XXIV(118), 112-120. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2320929&orden=267316&info=link>
- Bouzas Marins, J. C., Delgado Fernandez, M., & Benito Peinado, P. J. (2013). Precisión de las ecuaciones para estimar la frecuencia cardíaca máxima en cicloergómetro. *Archivos de Medicina del Deporte*, 30(1), 14-20. Obtenido de http://femede.es/documentos/OR_01_ecuaciones.pdf
- Bouzas Marins, J. C., Ottoline Marins, N. M., & Delgado Fernández, M. (2010). Aplicaciones de la frecuencia cardíaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apunts Medicina de L'esport*, Vol 45, 45(168), 251-258. Obtenido de <http://www.apunts.org/es/aplicaciones-frecuencia-cardiaca-maxima-evaluacion/articulo/13187350/>
- Creighton, S. E., Kovach, J., Danduran, M., Moker, A., Dixon, J., & Simpson, P. (2016). Normative values for pediatric patients undergoing the bruce protocol in the modern era. *Journal of the American College of Cardiology*, 67(13), 958. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(16\)30959-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(16)30959-7)
- Cruz Martínez, L. E., Rojas Valencia, J. T., C. M., & Correa Morales, J. C. (2014). Maximum Heart Rate during exercise: Reliability of the 220-age and Tanaka formulas in healthy young people at a moderate altitude. *Revista Facultad de Medicina*, 62(4), 579-585. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v62n4.44539>
- De La Vega, R., Almeida, M., Ruiz, R., Miranda, M., & Del Valle, S. (2011). Entrenamiento atencional aplicado en condiciones de fatiga en fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 11(42), 384-406. Obtenido de <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista42/artentrenamiento207.htm>
- Engels, H. J., Zhu, W., & Moffatt, R. J. (1998). An Empirical Evaluation of the Prediction of Maximal Heart Rate. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 89(1), 94-98. doi: <https://doi.org/10.1080/02701367.1998.10607673>
- Gandola, F., Reeb, P., Nucci, S., & Aguiar Muñoz, S. (2005). La ecuación "220-Edad" predice una frecuencia cardíaca máxima teórica desacertada.
- Gómez, R., Monteiro, H., Cossio Bolaños, M. A., Fama Cortez, D., & Zanesco, A. (2010). El ejercicio físico y su prescripción en pacientes con enfermedades crónicas degenerativas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 27(3), 379-386. Obtenido de https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1726-46342010000300011&script=sci_abstract
- González, M. E., Unzaga, E., Sánchez, A. F., & Amaro, J. R. (2014). Frecuencia cardíaca máxima y su determinación y estimación en población sana no deportista. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, 9.
- Hernández López, J. E., Sierra Galán, L. M., & Pichel Pérez, D. (2000). Frecuencia cardíaca máxima durante la prueba de esfuerzo en banda en 1853 sujetos sanos. Su relación con la edad y bajo las condiciones atmosféricas de la ciudad de México. *Archivos de Cardiología de México*, 70, 258-264. Obtenido de <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDARTICULO=4038>
- Miragaya, M. A., & Federico Magri, O. (2016). Ecuación más conveniente para predecir frecuencia cardíaca máxima esperada en esfuerzo. *Insuficiencia cardíaca*, 11(2), 56-61. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-38622016000200002
- Pereira da Silva, V. A., Bottaro, M., Justino, M. A., Maltez Ribeiro, M., Moreno Lima, R., & Jacó de Oliveira, R. (2007). Maximum heart rate in Brazilian elderly women: comparing measured and predicted values. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 88(3), 314-20. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2007000300010>
- Pinzon Rios, I. D. (2014). Rol del fisioterapeuta en la prescripción del ejercicio. *Archivos de Medicina*, 14(1), 129-143. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2738/273832164012.pdf>
- Ricard, R. M., Léger, L., Massicotte, D., & FACSM. (1990). Validity of the "220-age" formula to predict maximal heart rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22(2), S96. Obtenido de http://journals.lww.com/acsm-msse/Citation/1990/04000/575_VALIDITY_OF_THE_220_AGE_FORMULA_TO_PREDICT.574.aspx
- Robergs, R. A., & Landwehr, R. (2002). The surprising history of the "HRmax=220-age" equation. *Journal of Exercise Physiology online*, 5(2), 1-10. Obtenido de <https://eprints.qut.edu.au/96880/>
- Scolfaro, L., Bouzas Marins, J. C., & Regazzi, A. (1998). Estudo comparativo da frequência cardíaca máxima em três modalidades cíclicas. *Revista da APEF*, 13, 44-54.
- Serés, L., López Ayerbe, J., Coll, R., Rodríguez, O., Manresa, J. M., Marrugat, J., . . . Valle, V. (2003). Función cardiopulmonar y capacidad de ejercicio en pacientes con obesidad mórbida. *Revista Española de Cardiología*, 56(6), 594-600. doi: <http://dx.doi.org/10.1157/13048157>
- Sociedad Argentina de Cardiología. (2010). *Consenso Argentino de Pruebas Ergométricas*. Consejo de Ergometría Rehabilitación Cardiovascular y Cardiología del Deporte, Área de Normas y Consensos. Buenos Aires (ar): Sociedad Argentina de Cardiología. Obtenido de <https://www.sac.org.ar/wp-content/uploads/2016/06/consenso-argentino-de-prueba-ergometrica-version-completa.pdf>
- Subirats Bayegoa, E., Subirats Vilab, G., & Soteras Martínez, I. (2012). Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Médecina Clínica*, 138, 18-24. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2010.12.008>

Podemos concluir que las formulas mencionadas, **deben ser usadas con precaución** y como **último recurso** en la práctica clínica.

Según la presente investigación es recomendable el uso de las pruebas de esfuerzo con el protocolo de Bruce o Naughton según las características de nuestro paciente, para poder obtener una medición exacta sobre la FCM

