

“Variabilidad de la frecuencia cardiaca en jóvenes con obesidad”

Clave de registro: CIN2017A10068

Preparatoria Ángela Segovia de Serrano (6833)

Autores:

Valeria Amayranie Díaz Camacho

Manuel Pérez Rodríguez

José Aldevarán Torres Zavala

Asesores:

Dra. Esperanza García Reyes

M. en C. Luis Martín Lara Melo

Área de conocimiento:

Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud

Disciplina:

Ciencias de la salud

Tipo de investigación:

Experimental

San Pedro Barrientos, Tlalnepantla Estado de México

Febrero 2017

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
INTRODUCCION.....	6
FUNDAMENTACION TEORICA.....	7
METODOLOGIA DE INVESTIGACION.....	13
RESULTADOS.....	15
CONCLUSIONES.....	16
APARATO CRÍTICO.....	17
ANEXOS.....	19

Resumen Ejecutivo

La Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (V.F.C.) nos permite medir la valoración del Sistema Nervioso Autónomo a través de la actividad cardíaca. Es por esto que este proyecto se enfocó en la VFC de jóvenes con obesidad. Se dice que la epidemia de personas con obesidad aumento con frecuencia en los países en vías de desarrollo, los cuales enfrentan un doble reto debido a los problemas de desnutrición; un ejemplo muy claro es la epidemiología de la obesidad en México, que ha crecido descontroladamente ya que casi más de 4 millones de niños y adolescentes tienen sobrepeso u obesidad. Esta fue una de las razones por la que decidimos investigar más a fondo esta problemática, en donde surgió nuestro **Planteamiento del Problema** el cual consiste en investigar si ¿Existe una disminución en la variabilidad de la frecuencia cardíaca en jóvenes con sobrepeso u obesidad de 16 a 20 años?

Hoy en día afortunadamente se ha creado evidencia que sugiere la adición de sistemas para la medir la variabilidad de la frecuencia cardíaca, a los dispositivos re-sincronizadores o de estimulación ventricular que pueden ayudar para medir la V.F.C en los enfermos y en personas normopeso u obesidad, ya que evalúa su estado con mayor objetividad y permite así tomar decisiones terapéuticas más precisas, y por esta razón nuestro **Objetivo General** consiste en Medir la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en jóvenes de 16 a 20 años con sobrepeso u obesidad.

Por ello se puede afirmar que las personas con obesidad tienen en general una frecuencia cardíaca más rápida y una disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Debido a las anormalidades en el balance simpático-vagal que se registran en sujetos con obesidad, se ha determinado que se pueden considerar como factores relacionados con el aumento del riesgo de muerte súbita.

Es por esto que la obesidad es una enfermedad crónica multifactorial caracterizada por un balance positivo de energía que ocasiona un aumento en los depósitos de grasa corporal y ganancia de peso; la cual puede presentar una disfunción cardiovascular autónoma y un aumento de la leptina, la resistencia a la insulina, el estrés oxidativo y la inflamación.

Tomando en cuenta esto, clasificamos a los jóvenes con normopeso y obesidad de acuerdo con el Índice de Masa Corporal según la OMS, para poder demostrar que la VFC puede estar disminuida en los obesos ante esta problemática de la obesidad que existe actualmente en muchos jóvenes.

Pero al parecer el **resultado** de nuestro proyecto no fue el esperado ya que encontramos mayor variabilidad de la frecuencia cardiaca en los jóvenes con obesidad y menor frecuencia cardiaca en los jóvenes obesos.

En base a estos datos creemos que existen factores que influyen en nuestros resultados como la actividad física, el estrés, el fumar etc., los cuales no contemplamos desde un inicio para la experimentación.

Por lo que nuestra **conclusión** fue que el propósito de este proyecto fue poder encontrar una diferencia significativa en la VFC que nos pudiera ayudar en un futuro a crear conciencia en jóvenes con este problema de obesidad, pues se dice que una disminución en la VFC predice mortalidad cardíaca, tanto en pacientes con infarto de miocardio como en sano.

Claro sugiriendo que para la próxima investigación de la V.F.C se haga con una muestra más grande que se valore tanto en simpático como el parasimpático, se hagan cuestionarios valorando los factores que pueden modificar V.F.C incluyendo a jóvenes con obesidad grado 1 ,2 y 3 para encontrar la diferencia reportada en la literatura.

Dejando en claro lo anterior nuestro **resumen** dice lo siguiente:

La Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca (V.F.C.) es uno de los parámetros no-invasivos más utilizados que permite la valoración del Sistema Nervioso Autónomo a través de la actividad cardiaca. El objetivo de esta investigación fue medir la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca de 20 jóvenes de 16 a 20 años de ambos sexos, se hicieron dos grupos, un control (normopeso) y el grupo en estudio sobrepeso. Clasificados de acuerdo con el Índice de Masa Corporal según la OMS, para poder demostrar que la VFC puede estar disminuida en los obesos ante esta problemática de la obesidad que existe actualmente en muchos jóvenes. Para esto se realizó un electrocardiograma durante 5 minutos en reposo y se midieron los intervalos R-R.

Los resultados encontrados en la frecuencia cardiaca en jóvenes de 16 a 20 años fueron para normopeso 84.64 ± 7.04 y para sobrepeso 77.85 ± 10.88 . La variabilidad de la frecuencia cardiaca fue para el normopeso 0.03 ± 0.007 y para el sobrepeso 0.04 ± 0.01 . Por lo que se concluye que la frecuencia cardiaca es menor en el sobrepeso y por lo tanto la variabilidad de la frecuencia cardiaca es mayor en los sobrepesos.

Summary

Heart Rate Variability (V.F.C.) is one of the most commonly used non-invasive parameters that allows the assessment of the Autonomic Nervous System through cardiac activity. The objective of this research was to measure the Heart Rate Variability of 20 young men between the ages of 16 and 20 female and male, 2 groups were formed a control (normoweight) and the group under study overweighted group. Classified according to the Body Mass Index according to the world wide health organization, in order to be able to demonstrate that the HRV may be diminished in obese people awordy to the problem of the obesity that currently exists in many young people. For this, an electrocardiogram was performed for 5 minutes at rest and the R-R intervals were measured. The results found in the heart rate in young people aged 16 to 20 years were for normoweight 84.64 ± 7.04 and for overweight 77.85 ± 10.88 . The variability of the heart rate was for normoweight 0.03 ± 0.007 and for overweight 0.04 ± 0.01 . Therefore, it is concluded that the heart rate is lower in overweight and therefore the variability of the heart rate is greater in overweight.

Introducción:

Hoy en día la epidemia de obesidad no se restringe a sociedades desarrolladas, su aumento es con frecuencia más rápido en los países en vías de desarrollo, los cuales enfrentan un doble reto debido a los problemas de desnutrición. Un ejemplo muy claro es la epidemiología de la obesidad que hay en México, pues esta ha crecido descontroladamente ya que casi más de 4 millones de niños y adolescentes tienen sobrepeso y obesidad. (<http://genesis.uag.mx>)

Parece ser que los adolescentes obesos tienen una mayor frecuencia cardiaca, una mayor tensión arterial y un menor control parasimpático sobre los ritmos del corazón. Es por esto que en nuestro proyecto decidimos investigar más a fondo esta problemática, en donde surgió nuestro **Planteamiento del Problema** el cual consiste en investigar si ¿Existe una disminución en la variabilidad de la frecuencia cardiaca en jóvenes con sobrepeso u obesidad de 16 a 20 años?

Afortunadamente Con el paso de los años se ha creado evidencia que sugiere la adición de sistemas para la evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca, a los dispositivos re-sincronizadores o de estimulación ventricular que pueden ayudar en el manejo de los enfermos, ya que evalúa su estado con mayor objetividad y permite así tomar decisiones terapéuticas más precisas.

Tomando en cuenta que ya existen aparatos para la evaluación de la VFC, es que nuestro **Objetivo General** consiste en Medir la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca jóvenes de 16 a 20 años con sobrepeso u obesidad; del cual se derivan **objetivos específicos** los cuales son:

- Pesar y medir a jóvenes con sobrepeso y obesidad
- Sacar el índice de Quetelet en jóvenes para clasificarlos en sobrepeso – obeso.
- Medir los intervalos R-R en jóvenes obesos durante 5 minutos.
- Conocer la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca a través de la desviación estándar de los intervalos R-R

Fundamentación Teórica:

La problemática de la obesidad, es la causa principal de mortalidad cardiovascular en el mundo y está asociado con otros problemas de salud. En base a esto hemos encontrado algunos estudios que han observado en adolescentes obesos un ratio baja-alta frecuencia significativamente elevado y una medida de la actividad del sistema nervioso parasimpático. (López Jiménez y Cortes Bemoderi, 2011, p. 140)

De acuerdo con lo que investigamos, desarrollamos nuestra **Hipótesis** la cual afirma que los pacientes con obesidad tienen una frecuencia cardiaca mayor por incrementar el gasto cardiaco. La frecuencia cardiaca es inversamente proporcional a la variabilidad de la frecuencia cardiaca; entonces los jóvenes con sobrepeso u obesidad tendrán una mayor frecuencia cardiaca y una menor variabilidad de la frecuencia cardiaca.

Por ello es importante mencionar todo este proceso para definir la Frecuencia Cardiaca (FC), empezando con la fisiología del ciclo cardiaco, que es cuando en un latido normal las dos aurículas se contraen, en tanto que los dos ventrículos se relajan; entonces cuando los dos ventrículos se contraen las dos aurículas se relajan.

Un ciclo cardiaco o un latido completo, consiste de una sístole y diástole de ambas aurículas, además de la sístole y diástole de ambos ventrículos (El termino sístole se refiere a la fase de contracción y diástole a la fase de relajación). También es importante mencionar el Gasto cardiaco que es el volumen de sangre que bombea por minuto cada ventrículo. (Stuart Ira Fox. 2003, p. 394)

La Frecuencia Cardiaca es el número de contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo, esta se mide en condiciones bien determinadas (ya sea de reposo o actividad). Cabe mencionar que la FC promedio en reposo es de 70 latidos por minuto. Es por esto que cuando hay una persona sana, en reposo, los latidos se van produciendo con una frecuencia variable, es decir, el tiempo entre dos latidos va variando latido a latido.

La frecuencia cardiaca en sujetos sanos varía continuamente debido a efectos del ciclo respiratorio, los cambios de posición y de actividad, el sueño, etc. Cuando hay procesos anormales que alteran el balance autonómico, esa variabilidad se ve alterada. (Gerard J. Tortora, 1993, p.727)

La relación entre la FC y la VFC respecto a la intensidad y la carga de trabajo es inversamente proporcional; es decir, cuanto más aumentan la FC y la carga de trabajo, más disminuye la VFC (esta disminución es especialmente pronunciada en los primeros momentos del esfuerzo físico).

El análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca se realiza con base en la duración de los ciclos cardíacos y usando diferentes aproximaciones al método estadístico de la varianza. Los más conocidos son los siguientes:

- SDNN: desviación estándar de los intervalos RR.
- SDANN: desviación estándar del promedio de la duración de los intervalos RR en ciclos de cinco minutos.
- RMSSD: raíz del promedio al cuadrado de las desviaciones estándar de las diferencias entre ciclos sucesivos.
- pNN50: porcentaje de intervalos que difieren por más de 50 ms del intervalo precedente

Por lo que la VFC (también llamada Variación de la Frecuencia Cardíaca (VFC)- que en sus siglas en inglés significa HRV, *Heart Rate Variability*), se define como la variación de la frecuencia del latido cardíaco durante un intervalo de tiempo definido con anterioridad (nunca superior a 24 horas) en un análisis de periodos circadianos consecutivos.

Esto quiere decir que la VFC es el resultado de las interacciones entre el Sistema nervioso autónomo (SNA) y el sistema cardiovascular.

El SNA está conformado por los siguientes sistemas:

- **El Sistema Nervioso Parasimpático (SNP):**

Se encarga de realizar una rápida disminución de la frecuencia cardiaca por impulsos eléctricos vágales de alta frecuencia. Este proceso viene dado por la liberación de acetilcolina por parte del nervio vago. Algunos de sus efectos son la contracción pupilar, la disminución de la FC y de la contractilidad cardiaca, el aumento de la motilidad y de la secreción del tracto gastrointestinal, el aumento de la secreción de insulina, el aumento de la secreción bronquial y la relajación de los esfínteres vesical y anal entre otras funciones.

- **El Sistema Nervioso Simpático (SNS):**

Este se encarga de aumentar la FC mediante impulsos lentos de baja frecuencia. La respuesta es más lenta que la del SNP (necesita 20-30 latidos para producirse). Este proceso está basado en la liberación de adrenalina y de noradrenalina. (Hershel Raff y Michael Levitzky,2011, p.216-224)

Por ello se estima que un alto porcentaje de grasa corporal puede estar asociado con una baja modulación simpática de la FC en adolescentes/jóvenes. Por tanto, una disminución de la VFC, mediada por el SNP, podría explicar en parte la mortalidad y morbilidad asociadas con la obesidad.

Hay muchos estudios sobre variabilidad, pero hubo el estudio de Framingham, en el que observó que una baja variabilidad de la frecuencia estaba asociada con una alta probabilidad de sufrir eventos cardíacos, incluso en pacientes sanos y sin historia de enfermedad cardiovascular; en otro reporte de Framingham se encontró también que la mortalidad por todas las causas era mayor en sujetos con variabilidad baja. (<http://www.apunts.org>)

En definitiva, se puede afirmar que los sujetos con obesidad tienen en general una frecuencia cardíaca más rápida y una disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Debido a las anomalías en el balance simpático-vagal que se registran en sujetos obesos, se ha determinado que se pueden considerar como factores relacionados con el aumento del riesgo de muerte súbita.

Es por esto que la obesidad es una enfermedad crónica multifactorial caracterizada por un balance positivo de energía que ocasiona un aumento en los depósitos de grasa corporal y ganancia de peso; la cual puede presentar una disfunción cardiovascular autónoma y un aumento de la leptina, la resistencia a la insulina, el estrés oxidativo y la inflamación.

Se dice que algunos factores que protegen del sobrepeso y la obesidad son la práctica regular de actividad física, la ingestión de alimentos con baja densidad energética (frutas y verduras) y la lactancia materna. Con evidencia menos contundente pero que deben considerarse como factores de riesgo probables, se encuentran los desproporcionados tamaños de las porciones, los alimentos con alto índice glucémico y la ingesta frecuente de alimentos entre comidas. (López Jiménez y Cortes Bemoderi, 2011, p. 143-147)

En niños y adolescentes, los perfiles más favorables de VFC se asocian con más actividad física moderada-vigorosa, con mejor condición física cardiovascular y con menos adiposidad visceral y subcutánea. Por ello la mejora de la modulación cardíaca autónoma puede ser una vía a través de la cual la actividad física, la condición física y la delgadez contribuyen a la salud cardiovascular desde edades tempranas. Esto quiere decir que el porcentaje de grasa corporal se correlaciona negativamente con el cociente baja frecuencia/alta frecuencia (LF/HF) durante la respiración no controlada pero no durante la respiración rítmica. (Rodas, G., Pedret, C., Ramos, J. & Capdevila. 2008, p. 124)

En relación con el sexo masculino y femenino, señalan que la modulación autónoma cardíaca determinada por la VFC es significativamente más baja en mujeres sanas que en hombres sanos.

Esto puede ser debido a una actividad simpática más baja en las mujeres, lo que puede protegerlas contra arritmias y contra el desarrollo de enfermedades coronarias del corazón.

Se dice que cuando las mujeres son jóvenes tienen una modulación Parasimpática más alta y una modulación simpática más baja que los hombres, pero las diferencias van desapareciendo a lo largo de la vida. Esto puede ser debido al rol de los estrógenos, y podría ayudar a explicar la protección contra la enfermedad cardiovascular en las mujeres más jóvenes y la pérdida de esta protección tras la menopausia. Por lo que se llegó a la conclusión que los chicos tienen una menor frecuencia cardíaca que las chicas. (www.archivosdemedicinadeldeporte.com)

Por otro lado, la medición de la variabilidad de la frecuencia es un método diagnóstico que permite tener una impresión sobre el funcionamiento del sistema nervioso autónomo.

Uno de esos métodos que se ha hecho popular es el “índice triangular”; el proceso comienza con el filtrado de la señal y la creación de una serie de tiempo. A estos datos se le aplican métodos de varianza y luego la transformada rápida.

También uno de los instrumentos más utilizados en el ámbito médico para medir la calidad de vida en relación con la salud es el cuestionario SF (*The Short Form Health Survey*) y sus diferentes versiones, como el SF-36 o el SF-12. Se trata de una escala que permite obtener un perfil general del estado de salud percibida, aplicable tanto en población general como en grupos específicos de pacientes.

Se ha utilizado para valorar la calidad de vida, para comparar la carga de diversas enfermedades, para valorar la eficacia de diversos tratamientos o para valorar el estado individual de salud de los pacientes. (www.revistas.um.es)

Otro de ellos muy esencial para nuestra experimentación es el electrocardiograma, que consiste en un par de electrodos colocados en algunas extremidades del cuerpo (según las derivaciones que se necesiten) los cuales registraran un patrón repetido de variaciones de potencial.

Las ondas del electrocardiograma corresponden a los acontecimientos eléctricos del corazón de la siguiente manera: onda P (despolarización de las aurículas); onda QRS (despolarización de los ventrículos; y onda T (repolarización de los ventrículos).

Afortunadamente el uso de los computadores y el perfeccionamiento de software para análisis matemático y estadístico, han causado una explosión de posibilidades para el análisis de la variabilidad de la frecuencia y muchos de estos métodos se encuentran en etapa de pruebas clínicas. (Gerard J. Tortora, 1993, p.718)

Metodología De Investigación:

Esta investigación es de tipo Comparativo, Trasversal y Prospectivo.

La muestra consta de 20 jóvenes entre 16 a 20 años, de los cuales 10 son normopeso (grupo control) y 10 son con sobrepeso u obesidad (grupo en estudio), el estado nutricional (variable independiente) se valoró con el índice de la masa corporal y se clasificaran de acuerdo a los criterios de la OMS. La Variabilidad de la Frecuencia cardiaca (variable dependiente)

En de cubito supino mediante el equipo Biopac MP30 y el programa Acqknowledge 3.9.1, se monitorio la frecuencia cardiaca (FC) a través de un electrocardiograma bipolar en la derivación II durante 5 minutos.

Se cuantifico la FC y en el dominio del tiempo se obtuvieron los valores promedio del intervalo R-R y la desviación estándar (SDNN O VFC) del total de los intervalos R-R.

La presentación de los resultados se hizo a través de gráficas de barra simple.

Para determinar diferencias entre los grupos se utilizó la prueba T Student con un valor de $p < 0.05$.

Para poder realizar el electrocardiograma seguimos los siguientes pasos:

- 1) El electrocardiógrafo debe estar conectado a la computadora
- 2) Pedirle a cada joven que se quite los zapatos y se recueste en una camilla.
- 3) Con un algodón empapado de alcohol, limpiar la muñeca derecha y tobillos.
- 4) Tomar el cable conductor y conectarlo al electrocardiógrafo
- 5) Después se tomaran los cables conductores y se engancharan en cada uno de los electrodos previamente colocados con el siguiente orden: mano derecha (cable blanco) , tobillo derecho (cable negro) y tobillo izquierdo (cable rojo)

- 6) Pedirle al joven que se relaje lo más que pueda.
- 7) Calibrar el equipo hasta que el eje isoelectrico este normalizado.
- 8) Cuando se tenga equilibrada presionar la opción "Adquirir" y ahí empezara el registro.
- 9) Esperar hasta que el registro llegue a los 300 segundo
- 10) Para concluir el registro se guardara en la memoria para su posterior análisis
- 11) El análisis del registro se realizara con el programa AcqKnowledge
- 12) Copiar todos los números en una hoja de Excel y poner en su columna correspondiente FC y R-R.
- 13) Después sacar su promedio
- 14) Y por último la Desviación Estándar

Según la declaración de Helsinki esta investigación es de nulo a bajo riesgo

Resultados:

Una vez concluida nuestra experimentación nos dimos cuenta que el resultado de nuestro proyecto no fue el esperado ya que encontramos mayor variabilidad de la frecuencia cardiaca en los jóvenes con obesidad, pues la VFC en jóvenes de 16 a 20 años fue para el normopeso 0.03 ± 0.007 y para el obeso 0.04 ± 0.01 (como se puede mostrar en la gráfica no.4)

El índice de masa corporal en jóvenes de 16 a 20 años fue para el normopeso 22.66 ± 1.72 y para el obeso 27.14 ± 1.30 (como se puede ver en la gráfica no. 1), así como el intervalo RR en jóvenes de 16 a 20 años fue para el normopeso 0.71 ± 0.05 y para el obeso 0.78 ± 0.11 (como se puede mostrar en la gráfica no.3)

De igual manera la siguiente variable tampoco fue la esperada pues la frecuencia cardiaca en jóvenes de 16 a 20 años fue normopeso 84.64 ± 7.04 y para el obeso 77.85 ± 10.88 (como se puede ver en la gráfica no.2), cuando se supone que tenía que ser mayor en los jóvenes obesos por el gasto cardiaco.

En base a estos datos creemos que existen factores que influyen en nuestros resultados como: **La actividad física**. Capdevila y colaboradores (2008) demostró en jóvenes de 14 a 18 años que la actividad física de alto impacto incrementa la V.F.C en un 75% en comparación con los controles. **El estrés**. Lluís Capdevila Ortiz. (2008) en estados de estrés (burnout, fatiga, sobre entrenamiento, agotamiento o ansiedad) en la población general y, especialmente, en deportistas de alto rendimiento, el estrés genera un aumento en VFC. **El fumar**, Beatriz Martins Manzano (2011) demostró que los valores de la VFC, se observa una tendencia hacia valores menores de VFC entre los fumadores, y algunos otros factores.

Nosotros no interrogamos sobre dichos factores a los jóvenes de entre 16 a 20 años que se sometieron a esta prueba, quizá el resultado de que los normopeso tuvieran menos variabilidad que los obesos.

Conclusiones:

Después de una minuciosa investigación y experimentación, podemos concluir que el propósito de este proyecto fue poder encontrar una diferencia significativa en la VFC que nos pudiera ayudar en un futuro a crear conciencia en jóvenes con este problema de obesidad, pues se dice que una disminución en la VFC predice mortalidad cardíaca, tanto en pacientes con infarto de miocardio como en sano.

Una vez visto los resultados, nuestras conclusiones fueron las siguientes:

- La frecuencia cardíaca es mayor en los normopeso y menor en los obesos, pero estas diferencias no son estadísticamente significativas.
- El intervalo RR es menor en los normopeso y mayor en los sobrepesos estadísticamente significativos.
- La variabilidad de la frecuencia cardíaca es menor en los normopesos y mayor en los sobrepesos estadísticamente significativo.

Se pudo observar que no solamente los jóvenes obesos pueden tener una variabilidad de la frecuencia cardíaca, sino que tan bien los normopeso la pueden tener, esto quizás porque las personas obesas a las que sometimos al registro pudieron haber practicado más ejercicio para adelgazar que los normopeso, pues tal vez los normopeso se confían de su peso.

Lo anterior solo se puede tomar como una teoría pero por otro lado, también tendría mucho que ver que solamente medimos la V.F.C en reposo e indirectamente lo que medimos es la actividad del parasimpático (reposo) no medimos la actividad del simpático (ejercicio) tal vez si hubiéramos hecho ambas mediciones viéramos encontrado diferencias, los de obesidad hubieran tenido menor V.F.C en actividad física en comparación con los normopeso.

Incluso el tamaño de la muestra fue muy pequeña ($n=20$) por lo que pudo afectar también nuestros resultados, presentando una probabilidad de un margen de error más grande, que si hubiese sido una muestra más grande.

En base a esto sugerimos que la próxima investigación de la V.F.C se haga con una muestra más grande que se valore tanto en simpático como el parasimpático, se hagan cuestionarios valorando los factores que pueden modificar V.F.C incluyendo a jóvenes con obesidad grado 1 ,2 y 3 para encontrar la diferencia reportada en la literatura.

APARATO CRÍTICO

Bibliohemerográficas:

Hershel Raff, Michael Levitzky, (2011) Fisiología medica un enfoque por aparatos y sistemas. *Sección V Fisiología cardíaca* (pp.216-224) México: Mc Graw Hill

López-Jiménez, F. & Cortés-Bergoderi, M. (2011). Obesidad y corazón. *Revista Española de Cardiología*, 64(2), 140-149.

Gerard J. Tortora. (1993) Principios de anatomía y fisiología. *El sistema cardiovascular y el corazón* (pp.714-727). 6ta Edición México: Herla S.A de C.V.

Stuart Ira Fox. (2003) Fisiología Humana. *Corazón y circulación* (pp.391-401). 1era Edición en español. España: Mc Graw Hill.

Rodas, G., Pedret, C., Ramos, J. & Capdevila, L. (2008b). Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos II. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(124), 119-127.

MESOGRÁFICAS

Génesis. Epidemiología de la obesidad en México. Recuperado el 12 de octubre del 2016.<http://genesis.uag.mx/escholarum/vol4/epidemiologia.htm>

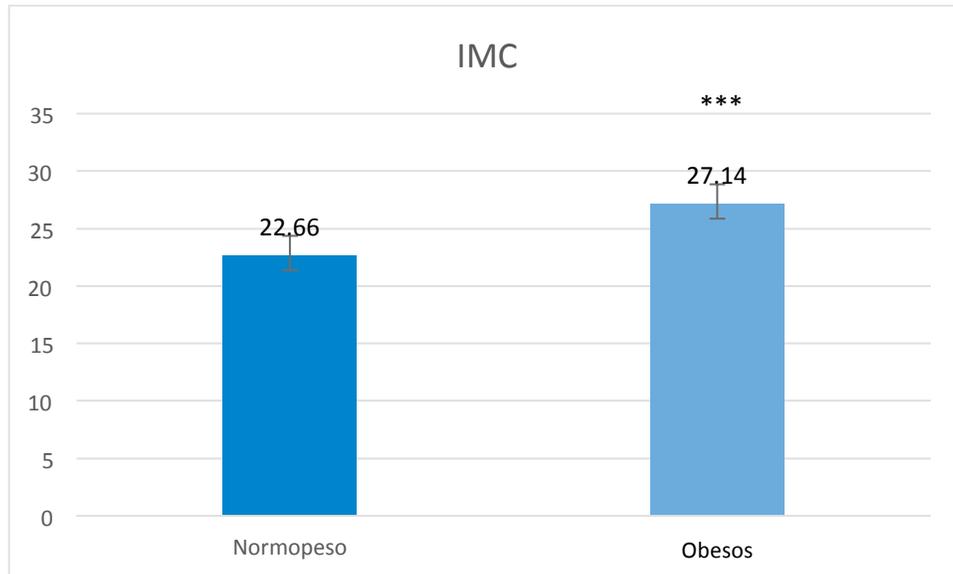
Apunts. Variabilidad-frecuencia-cardiaca-como-indicador. Recuperado el 27 de septiembre del 2016.<http://www.apunts.org/es/variabilidad-frecuencia-cardiaca-como-indicador/articulo/13125218/>

Archivos de medicina del deporte. Variabilidad de la frecuencia cardiaca: concepto, Medidas y relación con aspectos clínicos. Recuperado el 27 de septiembre del 2016.
[Www.archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/.../revision_variabilidad_119_124.pdf](http://www.archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/.../revision_variabilidad_119_124.pdf)

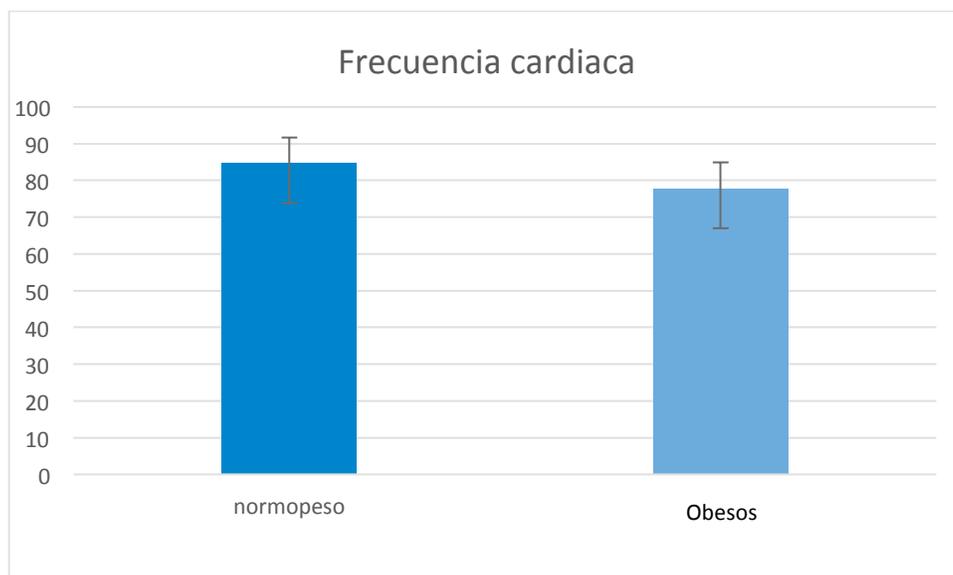
Revistas. Composición corporal y variabilidad de la frecuencia cardiaca: relaciones con edad, sexo, obesidad y actividad. Recuperado el 27 de Septiembre del 2016.
www.revistas.um.es/sportk/article/download/242921/184401

ANEXOS:

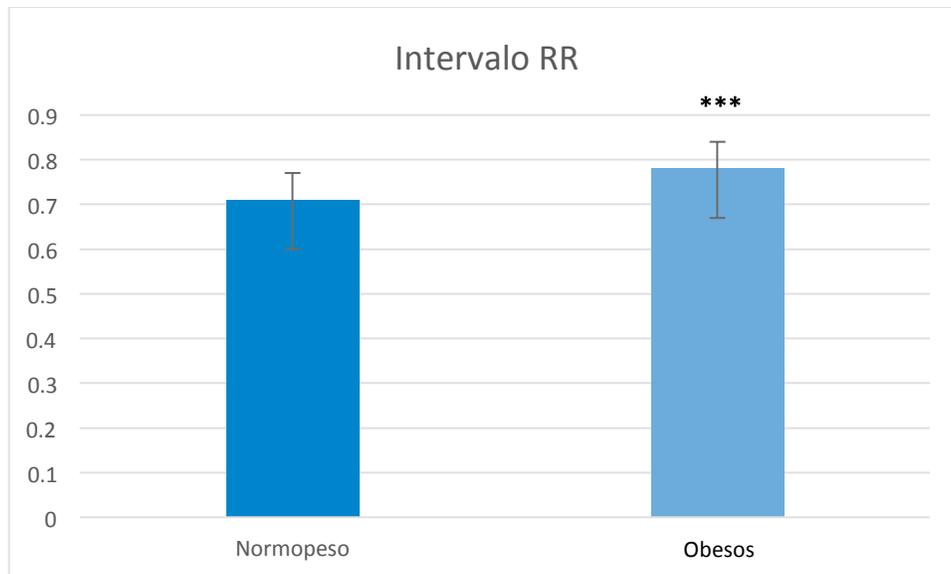
Gráfica no.1. Muestra el IMC en una muestra de 20 jóvenes de 16 a 20 años. *T Student* P=0.000006



Grafica no.2. Muestra la FC en una muestra de 20 jóvenes de 16 a 20 años *T Student* P=0.060742242



Grafica no.3. Muestra el intervalo RR En una muestra de 20 jóvenes de 16 a 20 años *T Student* P= 0.04446893



Grafica no.4. Muestra la variabilidad de la frecuencia cardiaca en una muestra de 20 jóvenes de 16 a 20 años *T Student* P= 0.048133657

