



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U TECNOLOGIA CARDIOPULMONAR



**CAMBIOS MORFO-FISIOLÓGICOS EN LA ACTIVIDAD
CARDÍACA DURANTE EL PERÍODO DE DESENTRENAMIENTO
EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO.**

Autores:

María A. Briceño CI: 24.882.281

Yesenia Martínez CI: 23.419.915

Isabel Navarro CI: 24.644.556

Tutora:

TSU. Grecia García.

Bárbula, Mayo 2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U TECNOLOGIA CARDIOPULMONAR



CONSTANCIA DE APROBACION

Quienes suscriben, **Profesora Julie Verzura, Profesora Mónica Mejía y Profesor Ángel Fernández**, hacemos constar que una vez obtenidas las evaluaciones del tutor, jurado evaluador del trabajo en presentación escrita y jurado de la presentación oral del trabajo final de grado, titulado **CAMBIOS MORFO-FISIOLÓGICO EN LA ACTIVIDAD CARDÍACA DURANTE EL PERÍODO DE DESENTRENAMIENTO EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO**, cuyos autores son los bachilleres: **María A. Briceño, Yesenia Martínez, Isabel Navarro**. Presentado como requisito para obtener el título de TSU. Tecnología Cardiopulmonar, el mismo se considerada APROBADO.

En Valencia a los 27 días del mes de mayo del año dos mil dieciséis.

Sello

Profesora: Julie Verzura.

Profesora: Mónica Mejía.

Profesor: Ángel Fernández.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U TECNOLOGIA CARDIOPULMONAR



La presente es con la finalidad de hacer constar que el Informe Monográfico titulado:

**CAMBIOS MORFO-FISIOLÓGICOS EN LA ACTIVIDAD
CARDÍACA DURANTE EL PERÍODO DE DESENTRENAMIENTO
EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO.**

Presentado por los bachilleres: María A. Briceño, Yesenia Martínez, Isabel Navarro.

Fue leído y se considera apto para su presentación desde el punto de vista de contenido y metodológico, por lo que tienen el derecho de hacer la presentación final de su **INFORME MONOGRÁFICO**. Sin más a que hacer referencia, se firma a petición de la parte interesada a los ____ días del mes de mayo del año 2016.

Nombre del tutor: Grecia García.

C.I: 11.357.537

Firma



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U TECNOLOGIA CARDIOPULMONAR



**CAMBIOS MORFO-FISIOLÓGICOS EN LA ACTIVIDAD
CARDÍACA DURANTE EL PERÍODO DE DESENTRENAMIENTO
EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO.**

Autores:

María A. Briceño

Yesenia Martínez

Isabel Navarro

Tutora:

TSU. Grecia García.

Resumen.

La práctica del deporte de alto rendimiento, produce adaptaciones en el aparato cardiovascular que se manifiestan a través de diversos cambios fisiológicos y morfológicos. Dado que estos cambios pueden ser diferentes según el deporte que se practique. Existen dos etapas fundamentales en el atleta de alto rendimiento, vida activa (entrenamiento) y en desentrenamiento. Cuando el atleta comienza a entrenar, se producen cambios en el sistema cardiovascular que se clasifican en hemodinámicos y remodelado cardíaco, debido al aumento crónico de las cargas y demanda del músculo cardíaco a las que va hacer sometido el deportista. Una vez que el atleta decide alejarse de su rutina deportiva, comienza el proceso de desentrenamiento mediante el cual el organismo del atleta, va a eliminar toda o gran parte de las cargas que ha ido adquiriendo en las etapas de entrenamiento desarrollado durante su vida como atleta. Así como el entrenamiento tiene un proceso de adaptación, el desentrenamiento también tiene un proceso de desadaptación cardíaca, en el que se ve afectado los cambios que se obtuvieron durante el entrenamiento. El desentrenamiento debe cumplir con los mismos principios del entrenamiento deportivo, pero adecuado a las condiciones dadas; es decir a una disminución paulatina de las cargas y no al aumento progresivo como en el entrenamiento deportivo. Como consecuencia de estos cambios experimentados en el atleta; son necesarios distintos equipos y pruebas que monitoreen el estado cardiovascular del deportista, para así poder estar al tanto de las diferentes alteraciones que pueden o no, presentarse en el atleta.

Palabras clave: entrenamiento, desentrenamiento, atleta, fisiológico, cavidades cardiacas, frecuencia, adaptación, deporte, alto rendimiento.

Líneas de investigación: Ciencias sociales aplicadas a la salud.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U TECNOLOGIA CARDIOPULMONAR



MORPHO-PHYSIOLOGICAL CHANGES IN HEART DURING DETRAINING PERIOD HIGH PERFORMANCE IN ATHLETES.

AUTHORS:

María A. Briceño

Yesenia Martínez

Isabel Navarro

Tutora:

TSU Grecia García.

Abstract.

The practice of high performance sport, produces adaptations in the cardiovascular system that are manifested through various physiological and morphological changes. Since these changes can be different depending on the sport you participate. There are two main stages in the high performance athlete, active life (training) and detraining. When the athlete begins training, changes in the cardiovascular system are classified in hemodynamics and cardiac remodeling due to chronic increased loads and demand of the heart muscle to whom it is submitted to the athlete. Once the athlete decided to leave their exercise routine, the process of deconditioning whereby the athlete's body, will eliminate all or most of the charges has acquired in stages of training developed during his life as an athlete begins. As training is a process of adaptation, detraining also has a heart maladjustment process, in which the changes were obtained during training is affected. Detraining must comply with the same principles of athletic training, but appropriate to the given conditions; ie a reduction in charges and not the progressive increase as in sports training. As a result of these changes experienced in the athlete; they are required different equipment and tests to monitor the cardiovascular status of the athlete, in order to be aware of the different alterations that may or may not occur in the athlete.

Keywords: training, detraining, athlete, physiological, cardiac cavities, frequency, adaptation, sport, high performance.

Research areas: social sciences applied for health

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que los atletas de alto rendimiento de distintos países del mundo están sometidos a diferentes cambios fisiológicos y morfológicos a nivel cardiovascular, a través de la práctica sistémica de diferentes disciplinas deportivas; obteniendo una mejor capacidad funcional y calidad deportiva, mediante un proceso de adaptación donde se observaron cambios significativos en el corazón: volumen sanguíneo, gasto cardíaco, frecuencia cardíaca y aumento en el volumen de las cavidades cardíacas. De este modo, cuando el atleta deja su rutina deportiva todos estos cambios fisiológicos experimentados pueden cambiar su sistema cardiovascular una vez que deja su actividad deportiva (1).

Cuando el atleta comienza a entrenar, lleva un proceso de adaptación a las cargas del entrenamiento. En este proceso, el sistema cardiovascular asimila dichos cambios fisiológicos. Se plantea la necesidad de describir dos etapas del deportista (vida activa y en desentrenamiento), reconociendo que ambas etapas producen cambios fisiológicos en la actividad cardíaca del atleta. Se trata de determinar la consecuencia que provoca el retirarse de la vida deportiva, en esta problemática se plantea la siguiente interrogante: ¿estos cambios fisiológicos en la actividad cardíaca pueden interferir en la salud del ex atleta?

El desentrenamiento puede traer repercusiones negativas en el cuerpo del ex atleta ya que los cambios fisiológicos que se producen durante el entrenamiento tienen que revertirse en la desadaptación física (2), causa que se explicará en el desarrollo de este tema.

Después de lo mencionado previamente se plantea el siguiente objetivo general: Indagar los cambios morfo-fisiológicos en la actividad cardíaca del atleta de alto rendimiento en su desentrenamiento. Para lograr dicho objetivo se establecen los siguientes objetivos específicos: Describir los cambios morfo-fisiológicos que se producen en la actividad cardíaca en los atletas cuando se encuentran activos deportivamente, Identificar los cambios de la actividad

cardíaca morfo-fisiológica en el atleta una vez que deja su rutina deportiva, Determinar las pruebas y equipos especializados que monitorean la actividad cardíaca durante o después de la práctica deportiva. El objetivo principal de la investigación lleva como fin demostrar los cambios en el proceso morfo-fisiológico del corazón durante el ejercicio físico en los atletas de alto rendimiento activos y cuando abandonan su vida deportiva, aconteciendo diversos cambios cardiovasculares fisiológicos afectando notablemente al deportista.

De esta manera es importante destacar que a diferentes poblaciones de la comunidad, tanto deportiva como en general, los atletas que deciden dejar su práctica deportiva, tienen que ir reduciendo progresivamente sus cargas de entrenamiento para así, evitar bruscos cambios en la fisiología cardiovascular.

Seguidamente otra razón que justifica la investigación es porque representa un aporte teórico en el ámbito académico de la medicina. Además puede servir como sustento para investigaciones posteriores.

Por último, se considera que la ejecución de esta investigación es de vital importancia ya que al establecer dichos cambios fisiológicos y morfológicos en el corazón del atleta de alto rendimiento, ayuda a nutrir el conocimiento de los atletas y población en general.

Cabe destacar que por medio de fuentes primarias y secundarias, sustentada a través de entrevistas a un personal deportivo (Profesora de educación física ex atleta de alto rendimiento y Médico deportivo) ayudo a complementar dicha información, al igual que fuentes electrónicas, revistas y buscadores en internet.

CAMBIOS MORFO-FISIOLÓGICOS QUE SE PRODUCEN EN LA ACTIVIDAD CARDÍACA EN LOS ATLETAS CUANDO SE ENCUENTRAN ACTIVOS DEPORTIVAMENTE.

La práctica de deportes de alto rendimiento produce adaptaciones en el aparato cardiovascular que se manifiestan a través de diversos cambios fisiológicos y morfológicos. Dado que estos cambios pueden ser diferentes según el deporte que se practique. Es importante conocer el tipo y la intensidad del ejercicio físico involucrado ya que a partir de esto se producen los cambios en el corazón, existen mecanismos fisiológicos de producción de energía con respecto al tipo de movimiento y se puede clasificar como ejercicio dinámicos y ejercicios estáticos, con tipos de ejercicios aeróbicos y anaeróbicos, no nos centraremos en estos puntos, pero es importante mencionarlos.

El entrenamiento, es la forma fundamental de preparación del deportista basada en el ejercicio sistemático, organizado y estructurado pedagógicamente. El ejercicio físico continuado induce una serie de adaptaciones fisiológicas, morfológicas y funcionales sobre el sistema cardiovascular, que pueden variar según la influencia de varios factores tanto constitucionales (superficie corporal, sexo, edad, y factores genéticos) como externos (intensidad, duración, y tipo de ejercicio). En el ejercicio con predominio de contracciones musculares de tipo dinámico y una demanda energética de tipo aeróbico (carrera de resistencia, natación, ciclismo, etc.) el sistema cardiovascular debe mantener un gasto cardíaco (GC) elevado durante un tiempo prolongado, que va desde varios minutos hasta horas. Estos ejercicios de resistencia, es el que induce las adaptaciones morfológicas y funcionales más relevantes sobre el corazón y el sistema circulatorio. Estas adaptaciones irán encaminadas a aumentar su capacidad de transportar O₂ a la musculatura, a través de un aumento del gasto cardíaco (adaptación central), como de la capacidad del lecho vascular para acoger la mayor cantidad de sangre circulante (adaptación periférica). (3)

Es importante aclarar que el atleta de alto rendimiento, es aquel que tiene talento y destreza en la disciplina que practica, dedicación diaria a la práctica

deportiva siendo su principal actividad, representando a su país en competencia internacionales y obteniendo resultados a nivel nacional e internacional. Sometido a un programa de entrenamiento en lo físico, técnico, táctico, psicológico y nutricional de carácter personal (4). Esto es lo que hace diferencia entre un deportista élite y un deportista formativo y recreativo ya que ellos no se someten a un programa de entrenamiento estricto como el de un atleta élite; para ellos es un actividad secundaria, momentánea, de prácticas esporádicas.

Durante el entrenamiento se producen cambios hemodinámicos en el VS, FC y GC, también en el remodelado cardíaco donde la relación grosor/volumen conlleva a una hipertrofia excéntrica. Estos cambios aparecen en reposo, durante el ejercicio y en recuperación.

Cambios Hemodinámicos:

El Aumento del volumen sistólico, hecho comprobado que los índices de contractilidad o función sistólica sean normales en los deportistas y similares a las personas no entrenadas, parece indicar que el mayor volumen sistólico (VS) del corazón entrenado en reposo es de (120-130 mL contra 70-80 mL en personas no entrenadas), esto es debido a un aumento en el volumen telediastólico (5). Si nos fijamos en los valores correspondientes del GC de atletas en reposo hay una similitud al de los sujetos que no lo son (5 L/min). Las adaptaciones en el corazón del deportista pueden parecer poco significativas en reposo, pero durante el ejercicio es cuando se aprecia estos cambios. A intensidades máximas, los deportistas de alto nivel pueden llegar a doblar los valores del GC, hasta 8 veces más que el de una persona no entrenada, (hasta alcanzar los 40 L/min). Estos valores de GC máximo son debidos a un (VS) muy elevado (hasta 170-180 mL). El aumento fisiológico del (VS) durante el ejercicio, se evidencia más en el corazón entrenado a intensidades moderadas del ejercicio; esto se debe al mayor retorno venoso y mejor llenado ventricular, que se manifiestan en un mayor volumen telediastólico sin modificación apreciable de la fracción de eyección (FE). La mayoría de estudios sobre función diastólica parecen evidenciar una mejora en la distensibilidad miocárdica del deportista de fondo, que se traduce en un

aumento del volumen de llenado ventricular protodiastólico y una reducción en el volumen aportado por la contracción auricular. Dicho aumento, ya manifiesto en reposo, se hace aún más patente durante el ejercicio, y supone un intento de asegurar un llenado ventricular adecuado ante el acortamiento fisiológico que experimenta la diástole con el incremento de la (FC).(5)

La frecuencia cardiaca, en sujetos entrenados presente en reposo es sensiblemente inferior a las personas no entrenadas, como adaptación al entrenamiento. Esta bradicardia refleja el aumento del VS propio de los sujetos entrenados, al necesitar el mismo GC que es la combinación del (VS.FC). (6)

Aunque la respuesta de la frecuencia cardiaca es siempre proporcional a la intensidad del ejercicio, los sujetos entrenados muestran una frecuencia submaxima y en reposo es sensiblemente inferior a las personas no entrenadas. Esta bradicardia reflejada en los atletas permite que a cualquier intensidad los deportistas dispongan de más tiempo de llenado diastólico y vaciado sistólico (y, por consiguiente, de un mayor VS) en cualquier rango de intensidad, en comparación con las personas no entrenadas.

Aumento en el Gasto Cardíaco (GC). Como consecuencia del incremento del (VS) a una intensidad máxima y debido a que la (FC) máxima no varía en función del entrenamiento (depende fundamentalmente de la edad), los sujetos entrenados en resistencia presentaron un gasto cardíaco máximo más elevado (30-35, incluso 40 L/min) que las personas no entrenadas (20-25 L/min). El aumento en el (GCmax) ayuda a la capacidad de transporte de O_2 al músculo esquelético que es el principal responsable del incremento en el VO_2 max. Es importante señalar que el entrenamiento eleva la capacidad de extracción de oxígeno de la sangre, aunque su contribución al incremento VO_2 max es menor. En este sentido, se estima que un 70-85% del VO_2 max está limitado por el GCmax. En 1968 Saltin et al, Describió la importancia del entrenamiento en el incremento del GCmax y efecto que tiene en el incremento del VO_2 max. En su estructura, compararon el VO_2 max, GCmax y la diferencia arteriovenosa de oxígeno máxima ($Da-VO_2$ o capacidad de extracción de O_2 de la sangre) en sujetos sedentario; 1) condiciones normales, 2) tras 20 días de reposo en cama y 3) tras 50 días de entrenamiento aeróbico. Aunque hubo incrementos en la

(Da-v tras el entrenamiento, al comparar los estados de acondicionamiento (tras 50 días de entrenamiento) con los estados de desacondicionamiento (tras 20 días de reposo en cama), se observó que el aumento del $VO_2\text{max}$ se debe sobre todo al incremento del $GC\text{max}$ (provocado por el entrenamiento) de los sujetos.

Esta contribución del incremento del $GC\text{max}$ al aumento del $VO_2\text{max}$, en comparación con el crecimiento de la (Da-v) se ha descrito en estudios que muestran que el incremento del $VO_2\text{max}$ tras un periodo de entrenamiento, se debe al crecimiento del 8% de $GC\text{max}$, frente al aumento de solo el 3,6% de la (Da-v). (6).

Remodelado Cardíaco:

En el remodelado cardíaco se ve afectada la relación grosor/volumen en el cual hay un aumento de los capilares por miofibrilla por el aumento crónico de las cargas y demanda del musculo cardíaco, lo que conlleva a una hipertrofia excéntrica que depende de dos factores fundamentales, distensibilidad que es capacidad que tiene el ventrículo de expandirse durante la diástole y la capacitancia, que permite conocer el volumen total acumulado en una región vascular como consecuencia de un incremento de presión.(7)

En el atleta para mejorar la distensibilidad, habrá un aumento en la precarga para mejor llenado ventricular en el VFD y mayor fuerza de contracción para satisfacer los requerimientos de O_2 que requiere el músculo esquelético ante el esfuerzo del ejercicio. Esta relación de que a mayor precarga y mayor contractilidad se le conoce como la Ley de Frank-Starling parece ser (7).

El aumento en el volumen del corazón es con seguridad el fenómeno más determinante en el aumento del GC en el deportista de resistencia, agrandamiento armónico de todas las cavidades, mejora de la función cardiaca y correlación entre el grado de cardiomegalia y la capacidad funcional cardiovascular. Aun siendo escasos los estudios que han valorado las dimensiones de la aurícula izquierda (AI) en deportistas, la mayoría parecen indicar un aumento de tamaño que no llega a superar los límites de normalidad comúnmente aceptados. Tras varios estudios existentes, se encuentra un

incremento medio en el diámetro transverso de la (AI). En lo que al corazón derecho, se aprecia una tendencia a aumentar las dimensiones internas y el espesor de la pared libre del ventrículo derecho, que adopta una forma más redondeada y hace más evidente su trabeculación. En el aumento de tamaño del corazón derecho también participan la aurícula y la vena cava, y se produce de forma proporcional al de las cavidades izquierdas. La perfusión miocárdica en el corazón del deportista de fondo se ve además mejorada por la bradicardia que tanto en reposo como en ejercicio, prolonga la duración de la diástole que corresponde a la fase de mayor flujo coronario, sobre todo en las ramificaciones intramurales.

Durante el ejercicio, estas adaptaciones supondrán una clara facilitación del riego sanguíneo al músculo cardíaco. Para acoger la mayor cantidad de sangre posible enviada por el corazón, todo el árbol circulatorio debe contribuir a un aumento de la reserva vascular. Se ha podido demostrar como el calibre de las arterias y venas de gran y mediano calibre (arteria pulmonar, aorta y sus ramas principales, venas cava y suprahepáticas), es mayor en deportistas de especialidades de fondo. Diversas razones apoyan la hipótesis de que estas adaptaciones son debidas al mayor flujo sanguíneo circulante durante el ejercicio.

Con el aumento en las dimensiones del (VI) y los espesores parietales, se aprecia también un incremento en la masa miocárdica calculada a partir del grosor de las paredes y del (VI). Ocurre que al aumentar tanto el volumen como la masa del VI, la relación entre ambas apenas varía (8).

Otra teoría de sobrecarga hemodinámica que explica los mecanismos probables de la hipertrofia. Según esta, en ejercicios aeróbicos de carácter dinámico, el incremento del llenado en la precarga del corazón, producida por el aumento del retorno venoso que, los sujetos entrenados muestran (gracias a su mayor volumen sanguíneo) incrementa el tamaño de las cavidades, mientras que el incremento de presión en el corazón durante el ejercicio, provoca un aumento en el grosor de las paredes del miocardio. Estudios realizados en animales de experimentación sometidos a entrenamiento de tipo aeróbico, han podido demostrar un efecto de aumento del flujo sanguíneo coronario y de la permeabilidad capilar, secundaria tanto a una adaptación

estructural como del sistema de regulación neurohumoral y metabólica. El aumento de la densidad capilar (número de capilares por miofibrilla) es proporcional al engrosamiento de la pared miocárdica, y se trata de uno de los aspectos que diferencia la hipertrofia fisiológica de la patológica. (9)

Todos estos cambios morfo-fisiológicos que se produce en el sistema cardiovascular, lo cual es el resultado de un proceso de adaptación en el atleta de alto rendimiento, se puede afirmar que dichos cambios se deben a una serie de alteraciones cardiacas producidas por el ejercicio en el que se ve obligado a realizar el deportista de alto rendimiento para mantener su condición física en determinada disciplina o deporte en el cual se enfoca; sabiendo que el entrenamiento continuado donde se presentan las altas demandas por parte del ejercicio aeróbico es lo que provoca dichos cambios funcionales y morfológicos, haciendo que mejore la perfusión miocárdica por medio de la adaptaciones ya mencionadas.

CAMBIOS EN LA ACTIVIDAD CARDIACA MORFO-FISIOLÓGICA EN EL ATLETA UNA VEZ QUE DEJA SU RUTINA DEPORTIVA.

El desentrenamiento comienza a partir del retiro activo, mediante el cual el organismo del atleta va a eliminar toda o gran parte de esa carga que ha ido adquiriendo en las etapas del entrenamiento deportivo que ha desarrollado durante su vida como atleta. Esta eliminación puede ser total o parcial, en dependencia del régimen o modo de vida posterior que adquiera este individuo o ex atleta. El médico Deportivo, debe velar por la salud del atleta, durante y después de su práctica, en un trabajo conjunto con el entrenador (10), para evitar cambios bruscos en el sistema cardiovascular y que puedan desempeñar un plan de trabajo metodológico para la disminución de la cargas.

Los cambios en el desentrenamiento también lo podemos clasificar en hemodinámicos y remodelado cardíaco:

Cambios Hemodinámicos.

Durante el desentrenamiento los cambios hemodinámicos se ven afectados con la disminución del VS y un aumento de la FC, porque no hay la misma demanda de O₂ por parte de músculo esquelético y esto disminuye el volumen de sangre eyectado en cada latido y se compensa con un aumento en la FC para mantener el mismo GC en reposo.

La frecuencia cardíaca se eleva, lo que ocasiona que su tiempo de recuperación tras un ejercicio sea de hasta 25 minutos, en cambio que cuando está activo no supera los 5 min. El aumento de la frecuencia cardiaca en ejercicio a intensidades máxima y submáximas no es suficiente para contrarrestar la disminución del volumen de eyección sistólico, por lo que cae el gasto cardíaco máximo y submáximo, mientras que puede aumentar en reposo. (1-11)

Remodelado Cardíaco.

Debido a la disminución de la precarga y por ende del VFD en el desentrenamiento; el remodelado cardíaco se verá afectado por la disminución del grosor parietal del VI, ya que es directamente proporcional a la disminución

del volumen de sangre que el corazón tiene que bombear hacia la periferia; porque no tiene la misma demanda que cuando era un atleta de alto rendimiento. (12)

Las dimensiones cardiacas, incluidos los volúmenes ventriculares y los grosores de las paredes, disminuyen frecuentemente. Por su parte, la presión sanguínea y la resistencia periférica total aumentan, y la eficiencia ventilatoria normalmente disminuye tras periodos cortos de cese del entrenamiento (13).

La regresión de la hipertrofia parece ser completa en los antiguos deportistas que abandonan la actividad física por completo; parcial y más lenta en aquellos que mantienen cierto grado de actividad física. La velocidad de regresión de adaptaciones funcionales tales como la bradicardia, es más rápida que la de las adaptaciones morfológicas y los hallazgos electrocardiográficos (elevados voltajes, alteraciones de la repolarización, etc.).

Después de mencionar las adaptaciones obtenidas en el desentrenamiento durante los cambios hemodinámicos y en el remodelado cardíaco, lo recomendable es iniciar con un programa metodológico de desentrenamiento, que dependerá del tiempo en que se haya mantenido la persona como atleta, que consista en la disminución de las cargas adquiridas durante su vida como atleta activo y evitar el riesgo de padecer enfermedades asociadas a este cambio en su organismo. (14)

Existe una propuesta del programa de desentrenamiento que consta de 3 etapas:

Primera Etapa: Diagnóstico

Tiempo de Duración: 3 meses.

Objetivo: Evaluar el estado de salud inicial del atleta para iniciar el proceso de desentrenamiento.

Forma de ejecución: comenzar a disminuir las cargas de ejercicios en un 65% en una sola sesión de entrenamiento, tomando el 100% como el máximo porcentaje de un macrociclo de entrenamiento.

Se recomienda la primera consulta médica para conocer los antecedentes patológicos personales y familiares, así como identificar los posibles factores de riesgo que pueda presentar el atleta que estén o no, relacionados con la actividad deportiva que practicaba. Se valorarán exámenes complementarios y se interconsultarán con los especialistas afines de observar cómo se encuentra la salud del ex atleta.

Exámenes complementarios: hemograma completo, eritrosedimentación, glicemia, colesterol, triglicéridos, creatinina, heces, parcial de orina, radiografía de tórax, electrocardiograma. (14)

Segunda Etapa: Desarrollo

Tiempo de Duración: 3 meses

Objetivo: Desarrollar acciones de salud específicas e individualizadas que contribuyan a modificar estilos vida para continuar el proceso de desentrenamiento

Forma de ejecución: se continúa bajando las cargas de ejercicios a un 60 % en una sola sesión, se presenta una preparación psicológica y se realizará la evaluación psicosocial al igual que en la primera etapa. Comenzar tratamiento médico si presenta alguna patología diagnosticada después de los exámenes complementarios y de la evaluación clínica. Se indica repetir los exámenes luego de 3 meses. Trabajar en los cambios de estilo de vida: alimentarios, hábito de fumar, estrés, alcoholismo, entre otro, a través de charlas, audiencias, talleres en coordinación con las organizaciones de masas.

Se recomienda estimular la participación del atleta en las actividades deportivas de la comunidad y continuar la práctica de ejercicios físicos según los requerimientos de esta etapa. (14)

Tercera Etapa: Evaluación y Control.

Tiempo de duración: 6 meses

Objetivo: Evaluar la disminución de los efectos biológicos de las grandes cargas físicas a las que ha sido sometido el atleta durante un largo período de tiempo.

Forma de ejecución: se continuará disminuyendo las cargas de ejercicios de un 55-50 %, seguida de la preparación psicológica. Se interconsulta con el Médico Deportivo y si él lo refiere lo citara a un de Médico internista u otro especialista si fuera necesario según la evaluación de los exámenes complementarios, para valorar si existe alguna modificación de las condiciones con las que se inició el proceso de desentrenamiento, continuar la práctica de ejercicio físico en la comunidad. (14)

Constituye una necesidad de primer orden para mantener la integridad física de nuestros atletas retirados, por tal motivo se recomienda la realización del programa con una sistematicidad, que permita la disminución de las cargas paulatinamente y así mejorar su calidad de vida.

Si el atleta de alto rendimiento se retira bruscamente no realizando el programa de desentrenamiento ya sea por falta de conocimiento o por ignorar la existencia del mismo, puede traer una respuesta negativa a su organismo, produciendo una disminución de las necesidades calóricas que no va acompañada de la correspondiente reducción en la ingestión calórica. Como consecuencia tiende a producirse un aumento de los depósitos grasos, sobrepeso y obesidad en muchos casos, aterosclerosis, HTA, diabetes, entre otros, situación que como es sabido constituye un factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas. (14)

Según las estadísticas deportivas, los atletas de alto rendimiento abandonan su carrera deportiva a una edad promedio de 35 a 37 años, según estudios realizados en Chile y Brasil donde la investigación estuvo constituida por 55 atletas retirados de ambos sexos, de los cuales 30 eran chilenos con un promedio de edad de 37 años y 25 brasileños con un promedio de edad de 35 años, todos eran ex-atletas con un promedio de tiempo como atleta activo de 14 años. La estadista también arroja resultados de atletas que se retiraron bruscamente de un 56% y de un 43% de los que siguieron un programa de desentrenamiento. (15)

La necesidad de un desentrenamiento surge del llamado síndrome de descarga agudo como consecuencia de la interrupción abrupta de un entrenamiento de alto rendimiento en resistencia. (16)

El síndrome de descarga agudo se produce más a menudo en deportista de resistencia (ejercicios dinámicos y aeróbicos) que en deportista de fuerza (ejercicios estáticos y anaeróbicos) y depende de la tipología individual; en algunos deportistas aparece con gran intensidad y en otros no se observa la más mínima señal. (16)

Los trastornos funcionales que se presentan en este síndrome pueden ser bastante desagradables pero no constituyen un verdadero riesgo, pues no estamos ante un cuadro patológico, solamente que la patología sea congénita. El síndrome de descarga agudo puede comenzar entre 2 y 10 días después de la retirada de la carga de ejercicio; se indica un periodo entre 1 y 4 semanas después de la interrupción del entrenamiento y dura uno o varios meses. (16)

- Presión/punzadas en la zona del corazón.
- Extrasístoles.
- Vértigos/inestabilidad circulatoria.
- Cefalea.
- Trastorno del sueño.
- Trastorno digestivo.
- Inestabilidad emocional
- Estados de inquietud
- Trastornos de apetito.

Por tal motivo se les recomienda a los atletas de alto rendimiento seguir un programa de desentrenamiento.

LAS PRUEBAS Y EQUIPOS ESPECIALIZADOS QUE MONITOREAN LA ACTIVIDAD CARDÍACA DURANTE Y DESPUÉS LA PRÁCTICA DEPORTIVA.

El electrocardiograma (EKG o ECG) es una prueba diagnóstica que evalúa el ritmo y la función cardíaca a través de un registro de la actividad eléctrica del corazón. El corazón late porque se emiten señales eléctricas que nacen de la aurícula derecha (en una estructura llamada nodo sinusal) y se transmiten por unas vías específicas que se distribuyen por todo el corazón, dando lugar al latido cardíaco. Esta actividad eléctrica se puede recoger a través de unos electrodos que se pegan en la piel, concretamente en la parte anterior del pecho y en los brazos y piernas. Los impulsos eléctricos se registran en forma de líneas o curvas en un papel milimetrado, las cuales traducen la contracción o relajación tanto de las aurículas como de los ventrículos. Este registro en papel es lo que se llama electrocardiograma (17).

El electrocardiograma puede aportar información tanto para prevenir eventos cardíacos (Muerte Súbita y otras) como para diagnosticar cualquier alteración cardíaca que se presente en el atleta de alto rendimiento. (18)

Ergometría o Prueba de Esfuerzo sirve para determinar el estado de salud de un individuo; su potencial, su capacidad física, su nivel de entrenamiento y sus posibilidades de capacidad física frente a la competencia. Antes de realizar la prueba de esfuerzo se hace un reconocimiento previo para valorar:

- Enfermedades anteriores. Se hace un historial sobre ellas.
- Hábitos alimenticios. Consiste en una encuesta para valorar si tu tipo de alimentación es correcta.
- Exploración Física.
 - General.
 - Aparato locomotor.
 - Fuerza y Flexibilidad.

Se realiza valorando el nivel de adaptación cardiovascular al ejercicio del paciente o corredor. Una vez finalizadas estas pruebas previas, se hace la prueba de esfuerzo propiamente dicha sobre una cinta de correr. Esta cinta incrementa progresivamente la velocidad hasta que la resistencia del atleta llega al agotamiento. El esfuerzo se controla con una mascarilla que mide continuamente el oxígeno que inspira y el anhídrido carbónico que exhala. Se colocan una serie de electrodos en diferentes partes del cuerpo para registrar la actividad cardíaca y el pulso, realizándose un electrocardiograma continuo para analizar la función cardíaca. La adaptación al ejercicio se da por intercambio de oxígeno y anhídrido carbónico que medimos directamente, y el pulso que determina unos parámetros médicos: Los Umbrales.

La prueba se realiza para conocer el estado de salud y el nivel de entrenamiento, en ese mismo momento muestra cual pueda ser el limite físico del corredor que lo realiza y cuáles son las FC correctas para cada entrenamiento.

Está indicado para cualquier individuo desde el sedentario hasta quien practica deporte de cualquier edad y condición. A cada uno de ellos se le hará un reconocimiento con intensidades adaptadas a su nivel y con objetivos individualizados. Para los atletas que entrenan habitualmente siguiendo una planificación, la PE les indicara las FC a las cuales deben hacer las distintas fases de entrenamiento. Es decir, sabrán a que FC o pulso deben realizar sus ejercicios de larga o corta duración. También aporta información para llegar a prevenir enfermedades cardiovasculares, errores en el entrenamiento o en la práctica del ejercicio, incluso dolores musculares.

Los pulsómetros, son aparatos diseñados para poder llevarlos durante el ejercicio con el propósito de medir y registrar la frecuencia cardíaca en pulsaciones por minuto, ofreciendo al mismo tiempo información instantánea del nivel de trabajo. El estado del corazón (no olvidemos que también es un músculo) es la clave para la capacidad aeróbica, denominada entre muchas de sus aceptaciones como “fondo cardiovascular o fondo respiratorio”. Mientras muchos deportistas poseen un monitor cardíaco (pulsímetro), a menudo no se

explota todo su potencial que ofrecen estos aparatos. Otros corredores no poseen pulsómetros o incluso desconocen los beneficios del entrenamiento con estos. Tanto para la salud del individuo como la del corazón durante el ejercicio y la competición, el fondo aeróbico es el punto central prácticamente para todos los corredores. Los pulsómetros son los instrumentos asequibles más efectivos para encontrar y desarrollar el progreso en vías a aumentar el fondo aeróbico (19).

Medir la frecuencia del trabajo del corazón es el método más exacto para determinar que beneficio que deriva el entrenamiento (ese apartado lo desarrollamos más adelante). Otros métodos disponibles, tales como la dureza con la que el deportista respira, o la sensación de cansancio que una persona siente, pueden reflejar otros factores y dar datos confusos reales sobre la efectividad del trabajo.

Los distintos equipos y pruebas que están diseñados para ayudar a evaluar la salud del atleta, son de gran utilidad ya que por medio de ellos se puede saber cómo está la actividad cardíaca, conociendo los diferentes valores que pueden determinar cada uno de ellas, del mismo modo arroja importante información sobre la salud del atleta y monitorea que no tenga alguna cardiopatía de base que le pueda inducir algún otro problema durante el entrenamiento. Es necesario hacer este tipo de pruebas no solo para ayudar a mantener la salud del atleta sino para saber el nivel de rendimiento que está teniendo mientras participa en determinadas competencias para la cual es entrenado; y a la hora del retiro deportivo es necesario asegurarse que la persona no esté con una alteración cardiovascular importante que le pueda afectar más adelante. También estos tipos de prueba se les realizan a los ex atletas, para seguir con la monitorización cardíaca y prevenir cualquier riesgo que se pueda presentar después la inactividad deportiva.

CONCLUSIÓN

Al analizar e interpretar este tema se demuestra una gran serie de cambios de la morfología y fisiología cardiovascular del atleta de alto rendimiento que práctica un determinado deporte, en el cual se observa un aumento del gasto cardíaco (GC), aumento de la frecuencia cardíaca (FC) y un aumento del volumen sistólico (VS) durante el ejercicio, como los principales cambios fisiológicos más destacados y enfocados en este material ya previamente desarrollado; así como la hipertrofia excéntrica que es el cambio morfológico más resaltante en un deportista de alto rendimiento, esto ha sido estudiado por muchos especialistas competentes en el área cardiológica y deportiva. También se pudo concluir en que la mayoría de estos cambios son reversibles a la hora de desentrenar y así poder tener valores normales semejantes al de una persona no entrenada; aclarando que el tiempo de regresión de estos valores van a depender de la persona, el tiempo que duro como atleta de alto rendimiento y que tan sedentaria es al tener ese proceso de desadaptación una vez finalizada su carrera en el deporte; para tener en cuenta estos distintos procesos son necesarias las pruebas y equipos que sean capaces de monitorear el estado cardiovascular del paciente para así estar al tanto de las diferentes alteraciones que pueden o no presentarse en él.

Una vez mencionado y teniendo en cuenta el concepto de entrenamiento; se puede entender como un proceso de adaptación en el que el individuo o en este caso el atleta de alto rendimiento, recorre por una serie de cambios morfo-fisiológicos, en este caso, su sistema cardiovascular se ve alterado por una serie de eventos hemodinámicos que ocurren principalmente durante los minutos u horas de entrenamientos que tiene el deportista, la intensidad que este tenga y el tiempo de recuperación y descanso que se le permita tener a ese atleta durante o después de entrenar.

En cuanto al desentrenamiento o las desadaptaciones que este deportista pueda tener al dar por finalizada su vida en el deporte como atleta de alto rendimiento no han sido del todo estudiadas por los especialistas en el deporte en gran diversidad de regiones, por esto, es que se quiere destacar la importancia del desentrenamiento una vez que dicho deportista decide

abandonar su carrera deportiva o simplemente la abandona por alguna lesión, motivos familiares, motivos personales o incluso psicológicos. Esto es de vital importancia dado que también se debe monitorear la actividad cardíaca cuando el atleta se retira y así saber si pudo haber tenido alguna alteración que estuviera fuera de lo normal al marcharse del deporte; por la información debidamente investigada se puede conocer que hasta ahora no hay evidencia de que los ex atletas sufran de alguna patología cardíaca específica al dejar de una manera repentina su deporte y tampoco hay muchos cuerpos médicos que se encargue de llevar un seguimiento a los atletas en su desentrenamiento.

De igual manera, todo esto se puede saber por medio de las pruebas y equipos eficaces para el manejo y prevención de distintas enfermedades cardiovasculares en los deportistas mientras que están activos como atletas de alto rendimiento, así como cuando cesan dicha vida en el deporte, para hacer que prevalezca su salud y se mantenga un excelente rendimiento en el ámbito deportivo en el que quieran destacar como atletas. Todas estas pruebas evaluarán el estado del corazón desde diferentes puntos y valores en los cuales se quiera enfocar.

Se recomienda a los atletas de alto rendimiento, que si piensan dejar su práctica deportiva, comiencen con un programa metodológico de desentrenamiento, de manera que se pueden reducir estos cambios adaptativos que se produjeron durante el entrenamiento, para evitar un cambio brusco en el corazón, que pueda ser riesgoso a la salud del ex atleta.

RECOMENDACIONES.

- Si el atleta de alto rendimiento decide dejar su carrera deportiva, se le recomienda seguir un programa metodológico de desentrenamiento.
- Visitar a su Médico con anterioridad para prevenir posibles complicaciones con el retiro deportivo y así él pueda brindarle la información correcta de cómo reducir las cargas de entrenamiento.
- El atleta debe trabajar juntamente con el Entrenador y el Médico deportivo para comenzar con el programa de desentrenamiento.
- Debe mantener una dieta balanceada a base de verduras, frutas, pescado, trigo, complementada con aceite de oliva y frutos secos.
- Realizar ejercicios físicos por lo menos 3 veces a la semana, para conservar su calidad de vida y evitar factores de riesgo como: HTA, Hiperglicemia, Dislipemia, aterosclerosis, obesidad, entre otros.
- Participar en jornadas deportivas en la comunidad, ya que ayudara a la buena salud psicosocial del ex atleta.
- No consumir alcohol, ni fumar, ni tomar bebidas psicotrópicas.
- Si retiro abruptamente por desconocimiento del programa de desentrenamiento y tiene algún malestar físico, visitar a su Médico deportivo o Especialista.
- Realizar cada tres meses exámenes de rutina para observar como progresa la salud del individuo.
- El ex atleta debe mantenerse activo aun después de dejar su carrera deportiva para prevenir el sedentarismo ya que representa un factor de riesgo.

REFERENCIAS.

1. Estrada L, Samuel García Castrejón. ¿Qué pasa cuando se deja de ser atleta? QUO, Noticias [internet], 2012 Nov 9. Disponible en: <http://quo.mx/noticias/2012/11/09/que-pasa-cuando-atleta-deja-de-serlo>.
2. Morley G, Devireddy C. Los deportistas de alto rendimiento y los males cardiacos. CNN México [internet], 2013 Jul 19. Disponible en: <http://mexico.cnn.com/salud/2012/03/20/por-que-los-atletas-sufren-infartos-cardiacos-o-cerebrales-en-la-cancha>.
3. Roberto M Peidro. El corazón del deportista, hallazgos clínicos, electrocardiográficos y ecocardiogramas. *Cardiología del deporte. Rev. Argentina Cardiol* 2003; 71: 126-137.
4. Sola V, Que significa ser un deportista de alto rendimiento [internet], 2015. Disponible en: <http://www.uss.cl/newsletter-uss/2015/06/30/que-significa-ser-un-deportista-de-alto-rendimiento>.
5. Serratosa L. Centro de Medicina del Deporte, CARICD, Consejo Superior de Deportes, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid, España.
6. Naderio F. *entrenamiento deportivo, fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes.* Editorial panamericana
7. Dyorkin D. cardinalli P, Best y Taylor, *Bases Fisiológicas de la práctica médica,* 14 edición, Editorial Panamericana.
8. Pérez Boraita A y Fernández Serratosa L. El corazón del deportista: hallazgos electrocardiográficos más frecuentes. *Sociedad Española de Cardiología* [internet], 1998 Mayo. *Rev. Esp Cardiol.* 1998; 51:356-68. - Vol. 51 Núm.5 Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es/el-corazon-del-deportista-hallazgos/articulo/279/>.
9. Lopez chicharro. J. Fernandez Vaquero A, *fisiología del ejercicio.* Editorial médica panamericana, 3era edición.
10. Mujika I. El desentrenamiento (o qué ocurre cuando dejamos de entrenar). *Iñigo Mujika physiology & training* [internet]. 2010 Abril 12. Disponible en: http://www.inigomujika.com/2010/04/el-desentrenamiento-o-que-ocurre-cuando-dejamos-de-entrenar/344#.VTaX0NJ_Oko.
11. American college of Sport medicina, *Manual de consulta para el control y prescripción del ejercicio,* Editorial paidotribo.

12. American college of Sport medicina, Manual de consulta para el control y prescripción del ejercicio, Editorial paidotribo.
13. Carderin R. Desentrenamiento de los atletas retirados. Monografía.com(internet).Disponible:<http://www.monografias.com/trabajos91/desentrenamiento-atletas-retirados/desentrenamiento-atletas-retirados4.shtml>
14. Florentino B, Mario G, Osvaldo G, Propuesta médica del programa de desentrenamiento deportivo en cuba, Rev. Cub. Med. Dep y Cul. Fis. 2004; Vol.1, Num.2
15. López R, López A, Congora C. Estudio preliminar de los efectos sobre algunos aspectos del nivel de salud en atletas retirados que no realizaron un proceso de desentrenamiento deportivo y el nivel de conocimiento de sus entrenadores: una comparación entre Chile y Brasil, Revista Digital - Buenos Aires - Año 12 - N° 112 - Septiembre de 2007, Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd112/desentrenamiento-deportivo.htm>
16. Weineck J, Entrenamiento Total, editorial paidotribo 2005.
17. Rivas P. Especialista en medicina interna (internet). Disponible en: <http://www.webconsultas.com/pruebas-medicas/electrocardiograma-7855>.
18. Debbag N. Cardiólogo Deportólogo (UBA)Club Atlético Atlanta. 2012 Febrero,Argentina(internet).Disponible:<http://www.soymaratonista.com/13138/el-ectrocardiograma-es-base-en-el-examen-de-un-deportista>.
- 19 Latorre Alcoy. E. Alto rendimiento, ciencia deportiva, entrenamiento y fitness (internet). 2002 – 2015. Disponible en: <http://altorendimiento.com/el-entrenamiento-con-pulsometro-o-monitor-de-cardio>.