

Article

# Programación y Periodización del Entrenamiento en Pacientes Coronarios Dentro de un Programa de Rehabilitación Cardiovascular

Prof. Matías Santa María

*Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina.*

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue analizar, por un lado, las diferencias de la aptitud física y la calidad de vida entre pacientes cardíacos, considerando dos tipos de entrenamiento, periodizado (grupo intervención) y no periodizado (grupo control). Y por otro, poder analizar y comparar los resultados obtenidos en los test seleccionados para evaluar las distintas capacidades condicionales (cardiorespiratoria, fuerza, flexibilidad y composición corporal) pudiendo relacionarlos, por una parte, con ciertos criterios utilizados como indicadores de mejora en el pronóstico de mortalidad y morbilidad, como pueden ser: el aumento de la capacidad funcional, la reducción o eliminación de la isquemia cardíaca, mejora de la función endotelial, etc. Y por otra, dar cuenta de determinadas sinergias existentes entre las distintas capacidades evaluadas que pueden determinarse entre sí. Tratando con ello, de evidenciar y enfatizar las diferencias y beneficios sustanciales entre estas dos posibles maneras de entrenar y por ende, de rehabilitar a través del ejercicio físico a personas que hayan padecido alguna enfermedad cardiovascular. La investigación tuvo una duración de cinco meses y fue llevada a cabo con doce pacientes que poseían enfermedad coronaria ya diagnosticada y se encontraban en una situación clínica estable. La muestra estaba integrada por dos mujeres y diez varones de una edad promedio de  $65,7 \pm 7,3$  años que se encontraban dentro de un programa de prevención secundaria y tenían una antigüedad en el mismo sin interrupción de más de seis meses. Los grupos fueron constituidos de forma aleatoria quedando formados por un número de seis participantes cada uno, cinco varones y una mujer. Se realizaron dos evaluaciones, una al comenzar el estudio y otra al finalizar el mismo. En las dos instancias se evaluó, el consumo de oxígeno máximo ( $VO_2$  máx.) a través de una prueba ergométrica graduada (PEG) en cicloergómetro utilizando el protocolo de Astrand modificado, a su vez con los datos obtenidos de la misma se estimó el volumen sistólico (VS) y el pulso de oxígeno ( $PO_2$ ) utilizando las ecuaciones de Bhambhani y cols, 1994. También se evaluaron distintas manifestaciones de la fuerza tales como test de salto en plataforma magnética (Abalakov), el test de una repetición máxima (1RM) en el ejercicio de press sentado y el test de levantamiento de la silla durante 30 segundos. En flexibilidad se midieron los principales núcleos articulares por medio del test sit and reach, el test de alcance posterior de manos y el test de Thomas. También se registraron algunos datos básicos sobre la composición corporal como el peso, talla, índice de masa corporal (IMC), perímetro de cintura e índice cintura cadera. Por otra parte, se le entregaron dos cuestionarios de auto evaluación, el test de Velasco del Barrio y el Shor Form 36 (SF-36). Y por último, se han registrado valores hemodinámicos en reposo, como la frecuencia cardíaca (FC), la tensión arterial sistólica (TAS), la tensión arterial diastólica (TAD) y la tensión arterial media (TAM). **Conclusión** Se observaron mejoras en ambos grupos. Por un lado, se evidenció una mayor significancia estadística a favor del grupo intervención en algunas de las evaluaciones, tales como: Abalakov, 1 RM press sentado, sit and reach y Velasco del Barrio. Pero por otro, en los dos grupos hubo mejoras significativas en relación al  $VO_2$  pico y al test de fuerza levantamiento de la silla durante 30 segundos. En resumen, si bien ambos grupos mejoraron en comparación de su estado inicial, las mejoras más notables se evidenciaron en el grupo que se le programó el entrenamiento, pudiendo demostrar las diferencias entre los beneficios de un estímulo correctamente:

programado, dosificado, periodizado y planificado con criterio metodológico utilizando y/o alternando los componentes de la carga externa en base a fundamentos y evidencias científicas, que otro librado al azar. Dejando de esta manera a la luz la necesidad de contar con profesionales idóneos en esta disciplina, que estén especializados en el área de la programación y evaluación del ejercicio.

**Palabras Clave:** Rehabilitación cardiaca, Componentes de la carga, programación del entrenamiento, macrociclo integrado

## INTRODUCCION

---

La enfermedad coronaria es una de las principales causas de muerte a nivel mundial en occidente. Según reporte de la OMS (2008), se calcula que en el 2005 murieron por esta causa 17,5 millones de personas, lo cual representa un 30% de todas las muertes registradas en el mundo, dentro de las cuales, 7,6 millones se debieron a la cardiopatía coronaria. (Soto, 2011).

La aterosclerosis coronaria comienza con el estado disfuncional del endotelio y una posterior acumulación localizada de sustancias tales como: lípidos, calcio y tejido fibroso dentro de las arterias coronarias, que progresivamente estrechan el lumen del vaso, produciendo un déficit en el músculo miocardio entre la demanda de oxígeno y el aporte, lo que se conoce con el nombre de isquemia, pudiéndose manifestar de diversas formas: angina de pecho o síndrome coronarios agudos. (Sosa Rodríguez y Rey Blas; Franklin, B. y col.).

Se ha evidenciado científicamente que los programas de rehabilitación cardiovascular han demostrado ser una terapéutica eficaz y segura provocando una reducción del 20 al 40% en la morbi-mortalidad total. (Quiñones Aguilar y Izquierdo Miranda).

En las últimas décadas, la rehabilitación del paciente portador de alguna patología cardíaca ha cambiado rotundamente. El ejercicio físico que anteriormente se prohibía después de un evento agudo, hoy es junto con la modificación de los factores de riesgo, la educación sanitaria y la ayuda psico- social, uno de los pilares fundamentales de la rehabilitación cardíaca. (Sanagua; Acosta; Rasmussen). Los efectos perjudiciales del reposo prolongado en cama (ver tabla nº1) han impulsado la realización de ejercicio físico apenas después de un evento cardíaco agudo.

	Alteraciones	Actuación de fisioterapia
Sistema cardiovascular	Incremento de la FC ( $\pm$ 0,5 lpm/día), tanto en reposo como en actividad, menor tolerancia al ejercicio y umbral de angina más bajo Descenso del volumen sistólico ( $\pm$ 15% en 2 semanas) Disminución de la volemia, del tono vascular y del retorno venoso <ul style="list-style-type: none"> <li>estancamiento de sangre en los miembros inferiores, debido a fenómenos tromboembólicos</li> <li>descenso de la presión arterial, debido a hipotensión ortostática</li> </ul>	Movilización temprana Incorporación progresiva Deambulación precoz Ejercicios isométricos de los miembros inferiores
Sistema respiratorio	Disminución de los volúmenes pulmonares por debilidad muscular y restricciones posturales Aumento de la frecuencia respiratoria Tos ineficaz por debilidad abdominal y cilios hipofuncionantes Acúmulo de secreciones	Movilización temprana Ventilación dirigida Reeducación de la tos Incentivadores
Sistema musculoesquelético	Atrofia muscular ( $\pm$ 3%/día, sobre todo de los músculos antigravitatorios) Mayor fatigabilidad Acortamientos y contracturas Mayor rigidez articular Osteopenia (mayor en huesos que soportan carga)	Movilización temprana Ejercicios isométricos Estiramientos Carga progresiva Deambulación precoz
Sistema metabólico-digestivo	Menor tolerancia a la glucosa Anorexia Estreñimiento debido al alargamiento del tiempo de tránsito e hipomotilidad intestinal	Movilización temprana
Sistema genitourinario	Diuresis Formación de cálculos	Movilización temprana
Sistema nervioso	Neuropatías por compresión Descoordinación y pérdidas de equilibrio	Movilización temprana Cambios posturales Incorporación progresiva
Aspecto psicológico	Deprivación sensorial debido a descenso del lapso atencional y del estado de alerta Propensión a la depresión y la ansiedad Patrón del sueño alterado Descenso del umbral de dolor	Inicio de la intervención educativa

FC: frecuencia cardíaca; lpm: latidos por minuto.

**Tabla 1.** Efectos del reposo prolongado sobre los distintos sistemas. Adaptado de Naclerio, 2011.

Por lo tanto, en los últimos años se ha investigado de sobre manera los efectos directos e indirectos que produce el ejercicio físico sostenido en el tiempo en aquellos pacientes portadores de alguna enfermedad cardiovascular. (Gómez Monroy, A.)

Efectos indirectos:

- Disminuir la morbilidad y la mortalidad de causa cardiovascular.
- Disminuir el porcentaje de tejido adiposo, aumentando el tejido magro.
- Mejorar el perfil lipídico.
- Mejorar el estado de depresión, angustia y ansiedad.
- Facilitar el retorno laboral.
- Mejorar la calidad de vida.
- Otros.

Efectos directos:

- Mejorar y/o revertir el estado de disfunción endotelial.
- Estabilizar, enlentecer y/o revertir el proceso arteroscleroso.
- Estimular la normalización de la función de las células madre de la medula ósea.
- Promover la angiogénesis y la arteriogénesis.
- Mejorar la capacidad funcional.

- Otros.

La mayoría de estos beneficios, anteriormente mencionados se pueden lograr en una acción conjunta con los otros pilares de la rehabilitación: educación y control. En caso de faltar cualquiera de ellos no estaríamos hablando de rehabilitación cardiovascular (RHCV) sino de una práctica que lejos estaría de conseguir los mismos beneficios, exponiendo al paciente a un riesgo aun mayor.

Pese a las evidencias científicas que respaldan a la RHCV y los beneficios que se obtienen a través del ejercicio físico en los pacientes que se encuentran dentro de estos programas, la gran mayoría de investigaciones se ha encargado de recomendar sobre que tipo y modo de ejercicio se debe realizar, la intensidad, el volumen, la duración y la frecuencia que hay que trabajar, el método a utilizar, etc. Pero poco se ha investigado sobre la periodización, planificación y programación del entrenamiento y sus efectos sobre aquellas personas que padecen alguna patología cardiovascular.

Es sabido en la actualidad, que los programas de ejercicio físico correctamente programados y periodizados producen mayores beneficios en el desarrollo de los componentes de la aptitud física que los entrenamientos no-periodizados, esto se debe a una adecuada utilización de los principios del entrenamiento y a una correcta progresión y articulación de los componentes de la carga basada en los procesos de adaptación biológica del organismo y psicosociales del sujeto.

Los fenómenos de adaptación se fundamentan en la reacción del aparato genético celular de los órganos que componen los sistemas funcionales afectados por la carga, con el fin de conseguir un estado de equilibrio entre los procesos de degradación inducidos por dicha carga y los procesos de regeneración. (Oca Gaia y Navarro Valdivieso).

Con el fin de empezar a indagar sobre este tema en pacientes coronarios, el objetivo del presente estudio fue analizar las diferencias de la aptitud física y la calidad de vida considerando dos tipos de entrenamiento, uno periodizado (grupo intervención) y otro no periodizado (grupo control).

### **Marco Teórico Conceptual**

La correcta organización de las cargas del entrenamiento deportivo en los deportistas potencian los beneficios en el desarrollo de sus capacidades condicionales, en pos de generar nuevas adaptaciones que mejoren su rendimiento.

Las adaptaciones a un rango mayor de funcionamiento homeostático consiste metodológicamente en la correcta administración de las cargas, teniendo en cuenta la ley de Arnoldt Schultz: donde los diferentes sistemas orgánico-funcionales poseen distintos umbrales, por lo tanto los estímulos aplicados pueden ser: 1-insuficientes, no provocan adaptación alguna, 2- que las cargas apenas estimulen sirviendo como para un periodo de recuperación, 3- óptima producen efectos agudos y crónicos del entrenamiento y 4- estímulos excesivos sobresolicitan o provocan fatiga aguda o crónica. (Alarcón, N. 2000; Casas, A. 2006). Esta ley se basa en la manera que reacciona el cuerpo humano ante un estrés, descrita en el año 1956 por el biólogo y endocrinólogo canadiense Hans, Selye que denomino con el nombre de Síndrome de Adaptación General (SAG). El autor señaló tres fases en respuesta a un estrés, 1º fase de alarma donde se produce una desequilibrio en el medio interno ante la aplicación de un estímulo pudiendo durar horas, días o semanas. La 2º fase de resistencia donde el organismo se adapta a dicho estímulo y vuelve a su funcionamiento normal, produciéndose en esta fase nuevas adaptaciones bioquímicas, estructurales denominas supercompensación aumentado el rendimiento del organismo y por ultimo, si el estrés persiste en el tiempo sin respetar periodos de recuperación se alcanzaría la 3º fase de agotamiento produciendo todos los síntomas de sobreentrenamiento (fatiga, dolor, mayor probabilidad de lesión, etc.).

Por lo tanto como sostienen Oca Gaia y Navarro Valdivielso, la mejora de la capacidad de rendimiento deportivo está condicionada por los procesos de adaptación biológica del organismo del deportista, como respuesta a la carga de entrenamiento.

Es de vital importancia comprender y conocer que la correcta utilización y aplicación de las cargas a través de la programación del ejercicio supeditadas a los principios del entrenamiento deportivo que se basan fundamentalmente en tres leyes a saber: biológica, pedagógica y afectivo-motivacionales, son las que van a determinar los alcances, efectos y en definitiva, los logros deportivos.

La Planificación es una anticipación mental o escrita de una actividad que se piensa realizar (Tudor Bompa); en nuestro caso un proyecto del contenido de las formas y condiciones del entrenamiento. Proyecto Mental y escrito que está pensado antes que comience el entrenamiento, pero que inexorablemente se plasmará, siempre con modificaciones, cuando se concrete.

Parafraseando a Alarcón, es innegable la importancia de la planificación pero quiero insistir que el plan no puede confundirse con los fenómenos planificados. El plan no entrena, lo hacen los estímulos realizados, y las leyes de adaptación que los regulan y los determinan.

La programación constituida por periodos regidos por leyes objetivas, singulares y específicas han de observarse permanentemente mediante ese control de gestión que se materializa en la evaluación, este es el momento donde dichas leyes se verifican, se cuantifican, se califican y entonces se reajusten las cargas que se administran, encontrándose allí la razón de ser de la periodización.

Uno de los principales científicos contemporáneos que ha investigado sobre la periodización del entrenamiento deportivo fue el soviético Matveyev, su teoría se basaba en un sistema analítico-sintético en contra posición a la teoría clásica. El autor plantea distintas estructuras jerárquicas a tener en cuenta a la hora de planificar el entrenamiento:

- La estructura plurianual: esta compuesta por varias temporadas de entrenamiento.
- La temporada: comprende uno o varios macrociclos.
- Un macrociclo: lo comprenden varios mesociclos.
- Un mesociclo esta compuesto por varios microciclos.
- Un microciclo esta compuesto por varias sesiones.
- La sesión es la unidad más simple del entrenamiento.

Tomando características de ambas teorías (clásica y contemporánea) surge otro modelo denominado de macrociclo integrado, el cuál incluyó por un lado, la nueva distribución de las cargas durante la temporada propuesta por Tschien (1984) basada en la experiencia de un elevado volumen de entrenamiento acompañado de una elevada intensidad durante el ciclo. Y por otro, la teoría tradicional del trabajo acentuado respetando las dinámicas de carga en cuanto a su carácter general y especial como una unidad interdependiente.

Este modelo, agrupa los contenidos y medios de entrenamiento en un corto espacio de tiempo con aplicación de estos en forma de carga acentuada, encontrándose compuesto por tres fases de distinta duración (1 a 5 mesociclos) dependiendo de la orientación funcional pretendida. La primera fase denominada general: predomina la atención al volumen, acentuándose el entrenamiento en el desarrollo de las capacidades básicas de la especialidad. La segunda fase específica: el énfasis se centra en la intensidad del entrenamiento dominando el desarrollo de las capacidades específicas del deporte. Y por último, la tercera fase llamada de mantenimiento: se caracteriza por disminuir el volumen y la intensidad del entrenamiento con el objetivo principal de producir la supercompensación.

Luego de la conformación del macrociclo, vienen las estructuras medias del proceso de entrenamiento denominadas mesociclos, que integran el macrociclo que a su vez están formadas por microciclos. Los mesociclos tienen una duración de 3 a 6 semanas y pueden ser trazados en base a sus objetivos o numéricamente, y esencialmente, dentro de él, la dinámica de las cargas se plantea en un juego ondulante constante, donde se debe observar que ante un aumento de la carga fisiológico-orgánica, haya una disminución de la exigencia técnico-coordinativa y viceversa. (Alarcón, 2000).

Dentro de sus características, las más relevantes serían:

- Reúne los microciclos con similares direcciones de entrenamiento y objetivos simultáneos de preparación.
- Emplean microciclos de diferentes tipos y cargas de trabajo para obtener el estímulo pretendido de entrenamiento acumulado dentro del mesociclo.
- Es una unidad relativamente completa de entrenamiento que produce una ganancia notable de preparación.

Existen varias clasificaciones y tipos de mesociclos según la teoría que se adhiera. En estas breves líneas desarrollaré la utilizada en el trabajo, basada en un concepto alternativo que surgió de la experiencia de los equipos nacionales de la URSS de Kayak y Canoa, su esencia radica en su periodicidad y permutación de la orientación preferencial del entrenamiento, que se logra alternando 3 tipos de mesociclos. Dentro de los que se encuentran: de **acumulación**: utilizado con el fin de aumentar la aptitud física del deportista y asentar las bases para lo que viene. De **transformación**: con lo obtenido en la etapa anterior se especifica el entrenamiento. Y de **realización**: donde se evidencian todas las mejoras obtenidas en la aptitud física del mesociclo de acumulación y transformación.

Por otro lado, se encuentran los microciclos que son estructuras más pequeña, cuya duración oscila entre 3-4 días hasta 10-15 días, pero que tradicionalmente, por organización dura una semana. La calidad y cantidad de contenidos que la componen, le dan su tendencia haciendo que tomen el nombre de microciclo de impacto, de choque, de carga, etc.

Su dinámica o forma de intercalarlos en la mesoestructura, esta supeditada por los siguientes factores:

- condiciones climáticas.
- calendario de competencia.
- fases de la forma deportiva.
- nivel de formación general y especial.
- carácter continuo del proceso de entrenamiento.
- densidad de los estímulos (relación carga-recuperación).
- progresividad de las cargas.

- variación ondulante de las cargas.
- y el carácter cíclico y biorrítmico del entrenamiento.

Se encuentran una gran cantidad de estas pequeñas estructuras, que oscila de 2 a 11 tipos diferentes, en este apartado caracterizaré brevemente a las más importantes:

**Micro-ciclo de Ajuste:** carga total de trabajo de nivel medio, con disminución de la intensidad con un grado de dificultad técnica media. Duración de 4 a 7 días.

**Micro-ciclo de Carga:** carga total de trabajo de carga importante. Duración 1 semana.

**Micro-ciclo de Impacto:** carga total de trabajo de nivel grande y extremo, la magnitud de la carga se ajusta a los límites extremos. Duración 1 semana.

**Micro-ciclo de Activación:** carga total de trabajo de nivel bajo y medio, bajo volumen de entrenamiento, intensidad de entrenamiento elevada. Duración de 3 a 7 días.

**Micro-ciclo de Competitivo:** todos los programas de competición, sesiones suplementarias y procedimientos de recuperación. Duración de 3 a 9 días.

**Micro-ciclo de Recuperación:** carga total de trabajo de nivel bajo, volumen e intensidad de entrenamientos bajos, uso de medios variados de recuperación. Duración de 3 a 7 días.

Por último, la sesión es la estructura más pequeña de una programación y se subdivide en parte Inicial, Principal y Final. La parte inicial comprende el planteo de objetivos generales y particulares a todos y cada uno de los integrantes del plantel, la movilidad y el acondicionamiento previo. La parte principal se ordena priorizando según los casos, los contenidos motrices-coordinativos o los fisiológico-orgánicos, en coherente dependencia de la programación e integración de los microciclos. Y la parte final, debe garantizar los trabajos regenerativos, los trabajos de estiramiento, en conclusión volver al estado de reposo.

## METODO

---

El estudio tuvo una duración de 5 meses donde los participantes tuvieron 3 estímulos semanales, día por medio de una hora de duración. Tanto las evaluaciones como el entrenamiento fueron llevadas a cabo en el instituto de rehabilitación cardiovascular integral, ubicado geográficamente en la ciudad de La Plata capital de la provincia de Buenos Aires, respetando los días y horarios, que los pacientes venían cumpliendo antes de participar en el presente estudio.

Se propuso dos instancias de evaluación, una al comienzo (diagnostica) y otra al finalizar (final).

El primer día, se les entregó los cuestionarios de Salud Short Form 36 (SF-36) y el de Velasco del Barrio, de forma auto-administrada por los pacientes, contestándolos en su domicilio y entregándolos en la siguiente clase.

El SF-36 es un cuestionario de salud que fue diseñado en el instituto de Salud del Centro Médico de Nueva Inglaterra, de Boston Massachusetts, cuyos autores fueron Ware y Sherborne (Pretto Soto). Este test, es un instrumento que se diseñó como indicador genérico de nivel de salud para usarse en evaluaciones poblacionales y de políticas de salud. Se puede usar en conjunto con instrumentos específicos para medir resultados en práctica clínica o de investigación, (Yentzen, G). Consta de 36 preguntas las cuales miden ocho dimensiones con las que se detectan estados positivos como negativos de la salud física y el estado emocional.

La Tabla 2 resume la descripción de las ocho dimensiones de la salud que contempla el cuestionario.

DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>Función física (FF)</b>	<i>Grado en el que la falta de salud limita las actividades físicas de la vida diaria, como el cuidado personal, caminar, subir escaleras, coger o transportar cargas, y realizar esfuerzos moderados e intensos.</i>
<b>Rol físico (RF)</b>	<i>Grado en el que la falta de salud interfiere en el trabajo y otras actividades diarias, produciendo como consecuencia un rendimiento menor del deseado, o limitando el tipo de actividades que se puede realizar o la dificultad de las mismas.</i>
<b>Dolor corporal (DC)</b>	<i>Medida de la intensidad del dolor padecido y su efecto en el trabajo habitual y en las actividades del hogar.</i>
<b>Salud general (SG)</b>	<i>Valoración personal del estado de salud, que incluye la situación actual y las perspectivas futuras y la resistencia a enfermar.</i>
<b>Vitalidad (V)</b>	<i>Sentimiento de energía y vitalidad, frente al de cansancio y desánimo.</i>
<b>Función social (FS)</b>	<i>Grado en el que los problemas físicos o emocionales derivados de la falta de salud interfieren en la vida social habitual.</i>
<b>Rol emocional (RE)</b>	<i>Grado en el que los problemas emocionales afectan al trabajo y otras actividades diarias, considerando la reducción del tiempo dedicado, disminución del rendimiento y del esmero en el trabajo.</i>
<b>Salud mental (SM)</b>	<i>Valoración de la salud mental general, considerando la depresión, ansiedad, autocontrol, y bienestar general.</i>

**Tabla 2.** Dimensiones de salud contemplados en el cuestionario SF-36 (Adaptado por Pretto, Soto Tomado de Molinero, 1998)

La escala de puntuación en cada dimensión es de 0 a 100, donde 0 es el peor puntaje y 100 es el mejor estado de salud.

El cuestionario español de calidad de vida de Velasco y col. (1993), que fue desarrollado e ideado para pacientes pos-infarto agudo de miocardio. Consta de 40 preguntas agrupada en 9 variables: Salud (8 items); sueño/ descanso (3 items); comportamiento emocional (3 items); proyectos de futuro (3 items); movilidad (5 items); relaciones de sociales (7 items); comportamiento de alerta (3 items); comunicación (3 items) y ocio/ trabajo (5 items). Cada pregunta tiene 6 opciones de respuesta en una escala de Lick que va de 5 puntos "siempre" a 0 puntos "nunca". Se suma la totalidad de los puntos de cada pregunta y se concluye a menor puntuación mejor calidad de vida y a la inversa, mayor puntuación peor calidad de vida.

Luego se midió los valores hemodinámicos en reposo, presión sanguínea sistólica, diastólica y media y la frecuencia cardiaca. Se utilizaron métodos indirectos tales como esfigomanometría y saturómetro portátil, siguiendo las recomendaciones del ACSM, (2000) basadas en los documentos del American Society of Hypertension (1992). El participante se sentaba en una silla ubicada en un lugar calido durante 5 minutos, con la espalda apoyada y el brazo elevado a la altura del corazón. Se utilizo un manómetro aneroides (Tayco), se realizo una única medición sobre el brazo derecho. Al finalizar se le colocaba el saturómetro (Heal force) en el dedo índice y se registraban la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno en sangre.

A continuación se realizaron las mediciones antropométricas, Peso corporal, los sujetos se pesaron en ropa interior, utilizando la balanza de bascula (Cam), talla, perímetro de cintura, perímetro de cadera usando una cinta métrica metálica antropométrica (Roscraft) y tomando como criterio las técnicas de la Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).

Una vez finalizado, los pacientes realizaron la prueba ergométrica graduada (PEG) en un cicloergómetro magnético (Cateye), utilizando la prueba de esfuerzo progresivo máxima y continua de Astrand modificado (ver tabla 3), recomendado por el último consenso de ergometría realizado en el año 2010 por la Sociedad Argentina de Cardiología (SAC), como así también se tomaron todas las normas de seguridad para la población evaluada.

Se coloco el asiento a la altura de la cresta iliaca de cada evaluado para que la rodilla quede flexionada (alrededor de 5°) e indicándole que apoye la región metatarsiana del pie, optimizando con ello la eficacia y eficiencia del pedaleo. Una vez sentado en el cicloergómetro con el torso desnudo se preparo la piel para la posterior colocación de los electrodos para registrar el trazado eléctrico del corazón a través de un electrocardiógrafo de derivaciones bipolares, luego se coloco en el brazo derecho de los pacientes el esfigmomanómetro.

El paciente comenzaba el test (etapa I) tratando de mantener la cadencia de pedaleo en 50 r.p.m con una carga inicial de 25 watts, al finalizar las distintas etapas de una duración de 3 minutos cada una, se registraban la FC, la TA y la percepción subjetiva del esfuerzo (Borg) la cual los participantes ya estaban familiarizados y la manejaban hacia mas de un

año.

Etapas	Minutos	Carga (watts)	KGM
I	3:00	25	150
II	6:00	50	300
III	9:00	75	450
IV	12:00	100	600
V	15:00	125	750
VI	18:00	150	900
VII	21:00	175	1050
VIII	24:00	200	1200

*Tabla 3. Astrand, modificado*

La prueba continuaba hasta que el participante se agote o no pueda mantener la velocidad de pedaleo (50 rpm) o bien el medico especializado que llevo adelante la evaluación considere motivo de detención. Cada PEG fue informada por el evaluador, contemplando los siguientes datos: si la prueba fue suficiente o insuficiente, máxima o submáxima; respuesta y valores de la TA; respuesta y valores de la FC, el doble producto alcanzado, consumo de oxígeno, anomalías en el registro electrocardiográfico, motivo de detención.

Una vez finalizada la prueba se utilizo la ecuación metabólica del ACSM para estimar el  $VO_2$  máx.

$$VO_2 = (\text{potencia}^*/\text{masa corporal} \times 1,8) + (3,5 \text{ ml/kg/min}) + (3,5 \text{ ml/kg/min})$$

\* Potencia se expresa en Kgm.min

En el segundo día de evaluación (48 hs. después), los pacientes realizaron un acondicionamiento previo de 15 minutos aproximadamente y luego fueron evaluados en la plataforma de salto (Axon Jump), efectuando 3 saltos consecutivos utilizando la técnica del Abalakov (fig 1) con una pausa completa de 2 a 3 minutos entre los distintos intentos, computando el mejor de los tres. El sujeto se colocaba inicialmente de pie arriba de la plataforma con los brazos sueltos al costado del cuerpo, en el momento de darle la indicación realizaba un semiflexión de rodilla y a continuación una extensión (contramovimiento) para empujarse hacia arriba utilizando en el mismo momento el impulso de los brazos para tomar mayor altura.

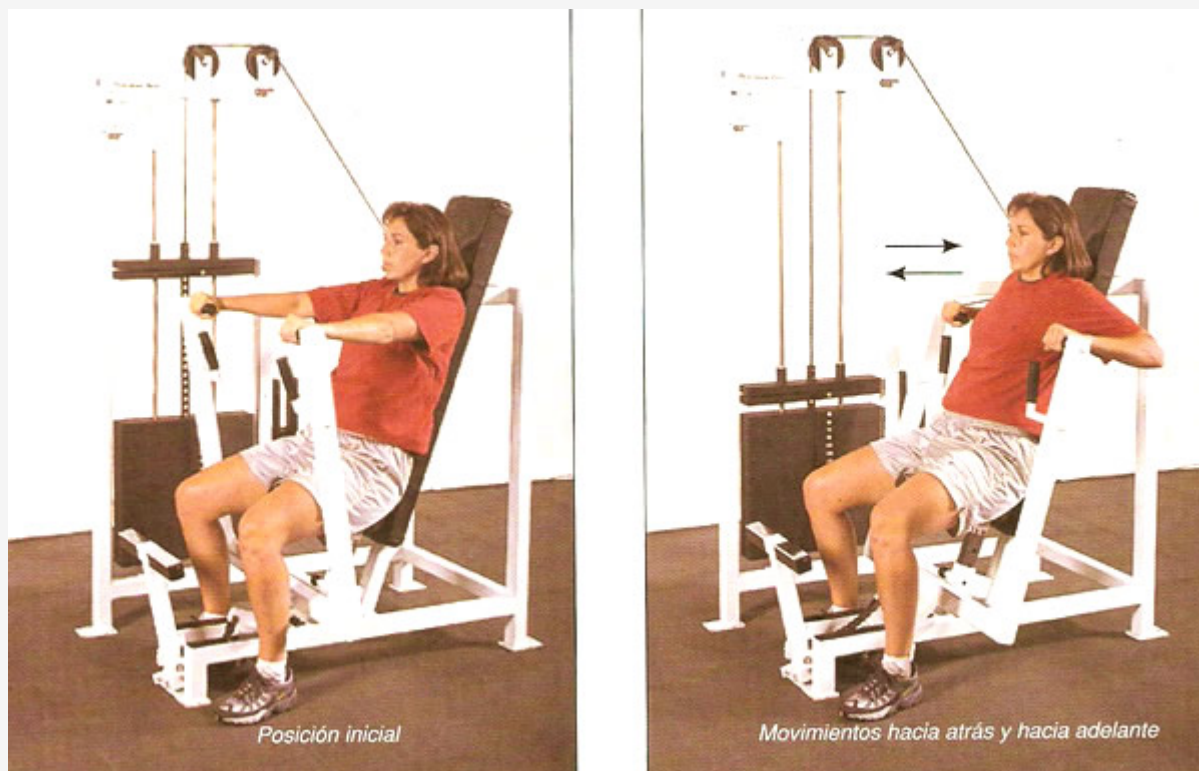




**Figura 1.** Salto Abalakov

Una vez finalizado, se les tomó el test de fuerza máxima (1RM) en el ejercicio de press máquina vertical (fig. 2), en la multifunción. Donde los evaluados debían sentarse en el banco del equipo el cual posee un respaldo, indicándoles que mantengan la espalda bien apoyada, evitando por un lado algún inconveniente en la columna lumbar, pero por otro, quitaba cualquier posibilidad de poder ayudarse con el impulso del tronco adoptando la posición de 5 puntos de contacto corporales (los dos pies en el piso, región lumbar, dorsal y cabeza en el respaldo). Una vez ubicado debían tomar de los manillares que se encontraban por delante a la altura de los pezones y de esa posición inicial debían empujar de los manillares alejándolos de pecho hasta lograr la extensión completa de los codos, con ello traccionar a través de un sistema de poleas el peso colocado en la parte posterior.

El principal vientre muscular involucrado al igual que en el ejercicio de press plano, es el pectoral mayor.



**Figura 2.** Press máquina vertical.

El procedimiento utilizado fue el siguiente: 1° entrada en calor, 2° preparación articular y fibrilar, 3° preparación neuromuscular específica, 4° máxima activación neuromuscular y 5° búsqueda del peso máximo, (adaptado por Casas, 2005. Ardi y Kraemer, 1997).

Por último, se evaluó el test de sentarse y pararse en la silla durante 30 segundos (fig. 3), este test está validado para personas mayores con el propósito de medir la fuerza resistencia de la musculatura del miembro inferior, prueba con una fiabilidad alta  $r = 0,86$  para hombre y  $r = 0,92$  para mujeres.

Se colocó una silla con respaldo de una altura de 43,2 cm. contra una pared, iniciaron la prueba de la posición de sentados con el tronco derecho y los brazos cruzados a la altura de la muñeca, apoyándolos contra el tórax y los pies separados ancho de hombros apoyados sobre el piso. El evaluado debía pararse y sentarse la mayor cantidad de veces durante treinta segundos medidos por un cronómetro (Seiko). Se computaban la totalidad de las repeticiones completas y si el paciente se encontraba en más de la mitad del recorrido cuando finalizaba el tiempo se consideraba como un levantamiento completo.



**Figura 3.** adaptado de Heyward, V.

Por último se realizaron los test de flexibilidad, el primero de ellos fue el de flexión del tronco (fig. 4) recomendado por ACSM (2006) para evaluar la flexibilidad lumbar e isquiosural. Los pacientes se colocaban sentados en el piso con las piernas extendidas y la planta de los pies apoyada y separadas un ancho de 15 cm. sobre el borde de un cajón el cual en la parte superior se encontraba una regla de 60 cm. Los participantes descalzos con la punta de los pies apuntado hacia arriba y la regla entre las piernas, con los brazos estirados y ambas manos paralelas posicionando la palma de la mano hacia abajo, debían flexionar el tronco tratando de llegar con la punta de los dedos lo mas lejos posible sobre la regla, sosteniendo la posición unos 2 segundos. Se realizaron 3 intentos contabilizando el mejor de ellos, todas las medidas que se encontraran de la planta del pie para el evaluado eran negativos y de la planta de los pies pero alejándose positivas.



**Figura 4 y 5.**

El segundo test fue el de alcance posterior de manos (fig. 5) (Rikli y Jones, 2001. adaptado por Heyward) recomendado para la franja heteraria en cuestión, mide la flexibilidad de los músculos peri articulares de la cintura escapular. El evaluado

de pie se le indicaba que con la mano que eligiera por sobre el hombro y hacia abajo por la espalda, colocara la palma de la mano hacia abajo y los dedos extendidos y la otra mano hacia arriba de la espalda con la palma de la mano y los dedos extendidos hacia arriba, tratando de tocarse ambas manos. Se media la distancia entre dedos mayores de cada mano, siendo cero el contacto, la superposición arroja valores positivos y la brecha negativos. Se realizaron dos intentos contabilizando el mejor, utilizando una regla plástica de 46 cm. para la medición.

Por ultimo, la prueba de Thomas donde se evalúa la flexibilidad del principal flexor del muslo, el psoas iliaco. Los pacientes se colocaban en decúbito dorsal sobre una camilla con los glúteos cerca del borde de la misma, se le pedía a los evaluados que realicen con una pierna una flexión máxima del muslo sobre la cadera (pudiendo ayudarse tomándose de la rodilla para poder acercarla al tronco), quedando la otra pierna extendida y suspendida en el aire, La incapacidad de mantener extendida la pierna libre y sin que se levantase sugiere un test positivo (acortamiento del psoas iliaco) de lo contrario resulta negativo.

## Sujetos

En el presente estudio participaron doce sujetos, 10 de sexo masculino y 2 femenino (tabla, 4), todos portadores de enfermedad coronaria diagnosticada y estando en un cuadro clínico estable. Los participantes ya estaban realizando un tratamiento de rehabilitación cardiovascular integral, 3 veces por semana durante los últimos seis meses antes del estudio, en el instituto Asistencia Cardiológica Integral, ubicado en la calle 60 n° 444, La Plata provincia de Buenos Aires.

Los criterios para la selección de la muestra fueron: a) que padezcan enfermedad arteroesclerótica en sus arterias coronarias, b) que estén clínicamente estables, c) que su estratificación de riesgo sea de baja a moderada, utilizando como referencias las tablas de *American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation* y por ultimo c) firma del consentimiento informado del protocolo de estudio.

Por otra parte, los criterios utilizados para la exclusión una vez comenzado el estudio fueron los siguientes: a) que su cuadro clínico se haya inestabilizado en el transcurso de la investigación, b) que el paciente decidiera abandonar por decisión personal, c) que alcanzara un 30% de inasistencia.

Los grupos fueron constituidos de manera aleatoria teniendo en cuenta de que al haber dos mujeres solamente participando en el estudio, no quedaran en el mismo grupo.

Grupo 1: (n: 6) 5 hombres + 1 mujer. Entrenamiento no periodizado.

Grupo 2: (n: 6) 5 hombres + 1 mujer. Entrenamiento periodizado.

En el desarrollo del estudio la muestra quedo reducida a diez personas debido al abandono de dos pacientes por problemas personales.

Variables	Grupo Intervención	Grupo Control
n	5	5
Edad (años)	63,4 +- 8,2	68 +- 6,1
Talla (cm.)	172 +- 0,06	173 +- 0,05
Peso (Kg.)	87,4 +- 10,7	81 +- 17
IMC	29,6 +- 2,06	26,9 +- 5,2
VO2 máx. (mets)	5,5 +- 0,6	5,2 +- 1,1

**Tabla 4.**

## Entrenamiento

Los dos grupos tuvieron un volumen total de entrenamiento aeróbico de 22 ½ hs., 15 ¾ hs. de fuerza y 6 ¾ hs. de flexibilidad. La sesión de ambos grupos duraba 1 hora reloj, en donde los primeros 15 minutos se realizaban los controles recomendados por las guías internacionales para esta disciplina (TA reposo; FC. reposo; doble producto reposo y frecuencia respiratoria), y una vez finalizado, se proseguía con el acondicionamiento previo. Esta primera parte denominada "inicial" fue la misma para los dos grupos a lo largo de todo el estudio.

El entrenamiento del grupo intervención, se programo, periodizo y planifico, utilizando el método de macro-ciclos



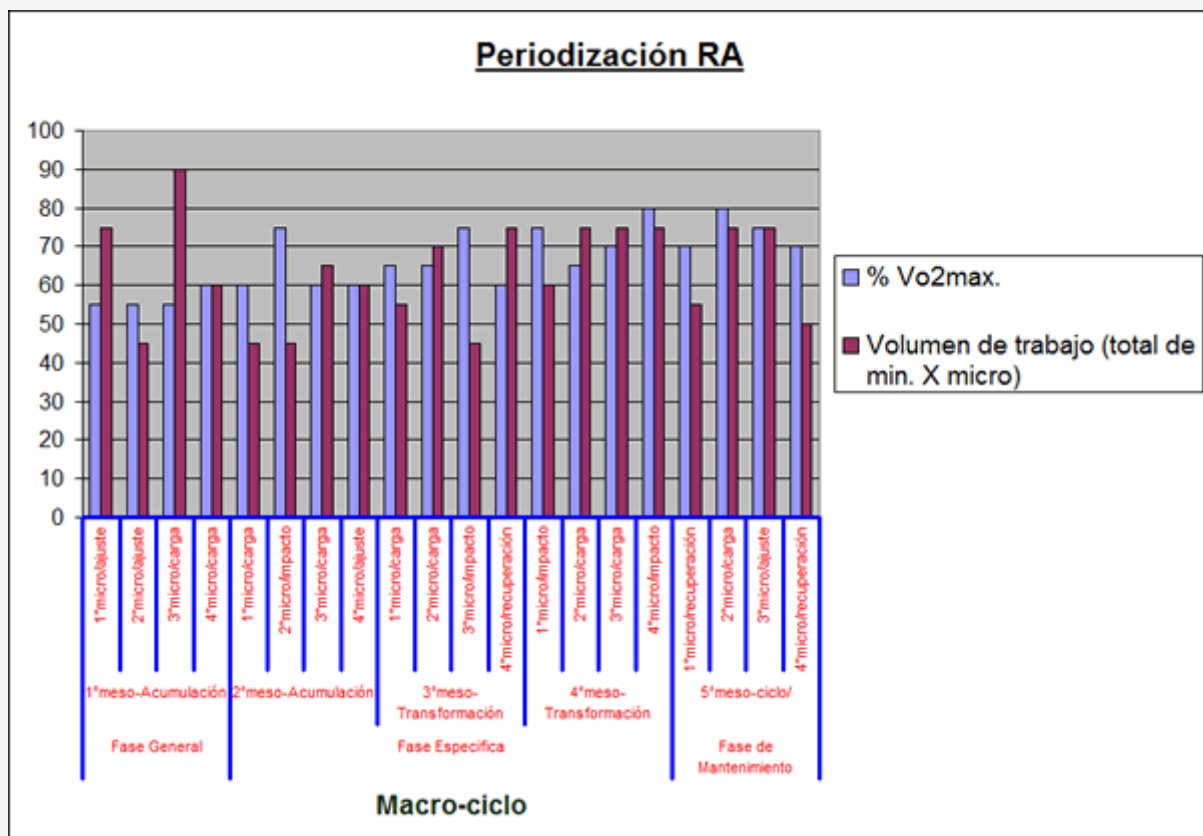
integrados anteriormente descrito (tabla, 5) tomando como punto de partida los valores de las evaluaciones diagnosticas.

Macro-ciclo Integrado				
Fase General	Fase Especifica			Fase Mantenimiento
1º meso-ciclo (acumulación)	2º meso-ciclo (acumulación)	3º meso-ciclo (transformación)	4º meso-ciclo (transformación)	5º meso-ciclo.
1º micro-ciclo (ajuste)	1º micro-ciclo (carga)	1º micro-ciclo (carga)	1º micro-ciclo (impacto)	1º micro-ciclo (recuperación)
2º micro-ciclo (ajuste)	2º micro-ciclo (impacto)	2º micro-ciclo (carga)	2º micro-ciclo (carga)	2º micro-ciclo (carga)
3º micro-ciclo (carga)	3º micro-ciclo (carga)	3º micro-ciclo (impacto)	3º micro-ciclo (carga)	3º micro-ciclo (ajuste)
4º micro-ciclo (carga)	4º micro-ciclo (ajuste)	4º micro-ciclo (recuperación)	4º micro-ciclo (impacto)	4º micro-ciclo (ajuste)

Tabla 5. Periodización del grupo Intervención.

La duración del macro-ciclo fue de cinco meses, las fases tenían distinta duraciones: *Fase General*: un mes, *Fase Especifica*: tres meses y por ultimo la *Fase de mantenimiento*: un mes. Todos los meso-ciclos duraban un mes y cada micro-ciclo tenía una duración de una semana, que a su vez estaban integrados por tres sesiones cada uno.

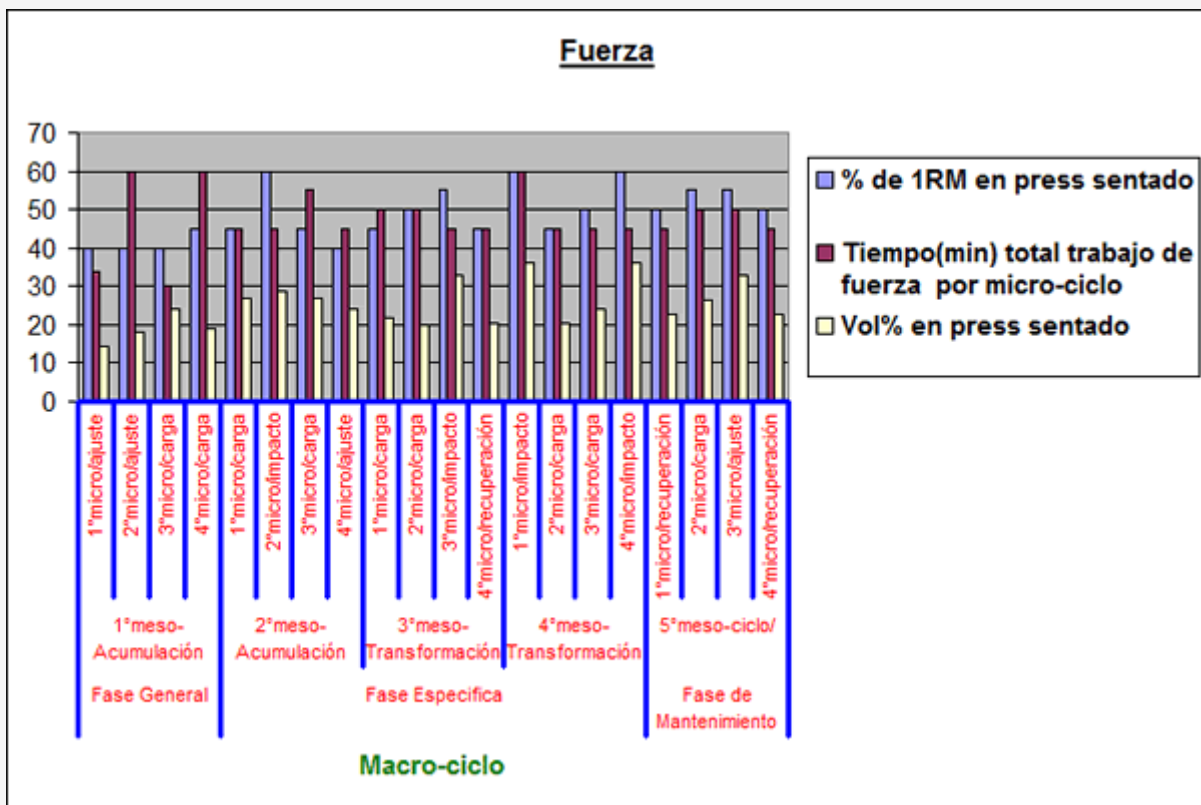
El grafico 1, muestra la periodización de las cargas del entrenamiento de la capacidad aeróbica a lo largo de todo el macro-ciclo, utilizando ejercicios aeróbicos tales como bicicleta estática, marcha y/o carrera en cinta deslizante y/o pista, elíptico y remo. Utilizando métodos continuos e intervalados.



**Grafico 1.** Periodización de resistencia aeróbica.

Para el entrenamiento de la fuerza, se han seleccionado tensiones dinámicas a través de medios gravitacionales, utilizando ejercicios de cadena cinética abierta y cerrada con acción de empuje y controlada, multi-articulares y mono-articulares. Utilizando de 3 a 5 series de 8 a 15 repeticiones con pausas de 1 minuto por ejercicio. En el grafico 2, se puede observar la periodización de las cargas del entrenamiento.

El ejercicio de press de maquina vertical y el de sentarse y pararse en la silla, que fueron parte de la batería de test, se realizaron en ambos grupos cada vez que se aplicaba un estimulo para el desarrollo de esta capacidad condicional dentro de un conjunto de ejercicios variables para evitar todo tipo de ventaja entre ambos grupos. Por otra parte, en ninguno de los dos grupos se realizaron ejercicios de tipo pliometricos, como tampoco se enseñó la técnica de salto utilizado en la evaluación (Abalakov), para evitar que el mejoramiento de la técnica tuviera implicancia en los resultados.



**Grafico 2.** Periodización de la fuerza.

Por último, para el entrenamiento de la flexibilidad, realizado al finalizar cada una de las sesiones como parte de la vuelta a la calma, se utilizó el método de insistencias pasivas, tomando como referencia las recomendaciones realizadas por el ACSM, 2010 efectuando una serie de ejercicios de estiramiento regularmente que estén dirigidos a los principales grupos musculares, principalmente estáticos. Mínimo de 2 a 3 sesiones semanales. Elongar la musculatura hasta llegar al máximo rango, sin producir sensación de disconformidad, mantener de 15 a 30 segundos, de 2 a 4 repeticiones por cada ejercicio de estiramiento. El grafico 3, muestra los volúmenes utilizados.

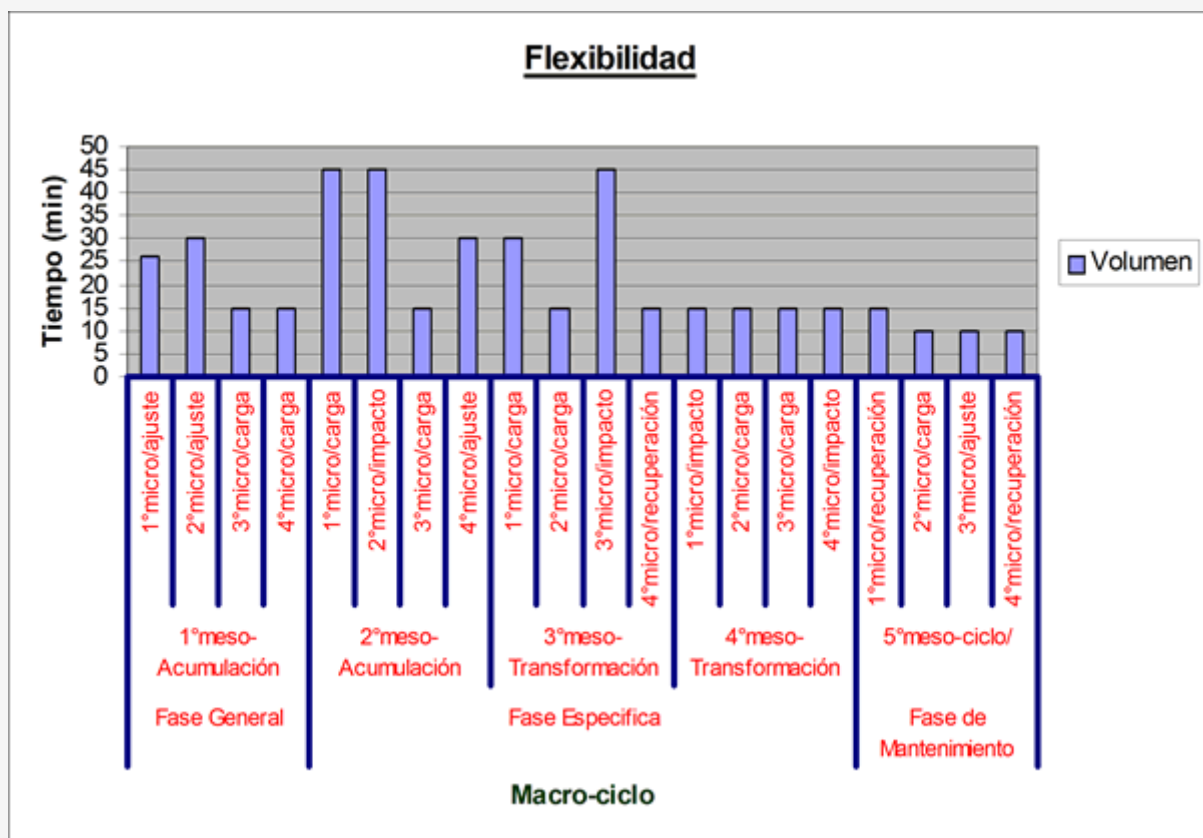


Grafico 3. Periodización de la flexibilidad.

Por otra parte, el entrenamiento del grupo control, también se modificó en relación al que venían realizando, aumentándole el volumen de trabajo en el componente aeróbico, donde anteriormente realizaba 15 minutos aproximadamente por sesión y luego en el estudio se aumentó a 22 minutos, con el fin de que no existieran diferencias entre los volúmenes de trabajo de ambos grupos. Dentro del entrenamiento aeróbico realizaron todo tipo de ejercicio anteriormente nombrado dentro del grupo de los denominados aeróbicos, tomando como indicadores de control la FC blanco (85% de la frecuencia cardiaca máxima o límite obtenida en la PEG) y la escala de percepción subjetiva del esfuerzo (escala de Borg, modificada), con el objetivo de realizar un ejercicio seguro y sin riesgo para los pacientes. Y también realizaron trabajos de fuerza durante 15 - 16 minutos solamente se les indicaba el ejercicio las series y repeticiones, finalizando con 6 - 7 minutos de trabajos de flexibilidad por sesión, cumpliendo con el volumen total asignado para cada capacidad condicional. A los pacientes del grupo control, solo se les indicaba el tipo de ejercicio a realizar y el volumen.

## RESULTADOS

Con los datos obtenidos de todos los tests, se trabajó con los promedios, desviaciones estándar y se calculó el valor de P a través de la prueba t de Student. Tomando como significativa una  $P < 0,05$ . Debido a que los dos grupos mostraron un progreso en su aptitud física se utilizó el valor de P para analizar los datos iniciales y finales de cada grupo, observando cuales de los progresos fue estadísticamente significativo.

Los valores arrojados por la PEG (grafico, 4), mostraron un aumento del 18,1% en el grupo intervención (GI)  $P = 0,04$ , sobre un 28,8% en el grupo control (GC)  $P = 0,002$ , finalizando el estudio con un promedio de  $VO_2$  máx. de  $6,5 (\pm) 1,5$  mets y  $6,7 (\pm) 1,1$  mets respectivamente, habiendo empezado con un promedio de  $5,5 (\pm) 0,6$  mets (GI) y  $5,2 (\pm) 1,2$  mets (GC). El volumen sistólico (VS) aumentó un 8,8% (GI) y 20,4% (GC), habiendo comenzado con  $112 (\pm) 15,7$  ml/lat. y  $98 (\pm) 39,5$  ml/lat. respectivamente. Y finalizando el mismo con un promedio de  $123 (\pm) 15,7$  ml/lat. (GI) y  $119 (\pm) 26,2$  ml/lat. (GC).

El pulso de  $O_2$  ( $PO_2$ ) mostró un aumento del 8% (GI) y 15,8% (GC), comenzando el estudio con un promedio de  $14,1 (\pm) 1,5$  ml/lat. y  $12,6 (\pm) 3,9$  ml/lat. respectivamente. Finalizando con  $15 (\pm) 1,5$  ml/lat. (GI) y  $14,6 (\pm) 2,5$  ml/lat. (GC).

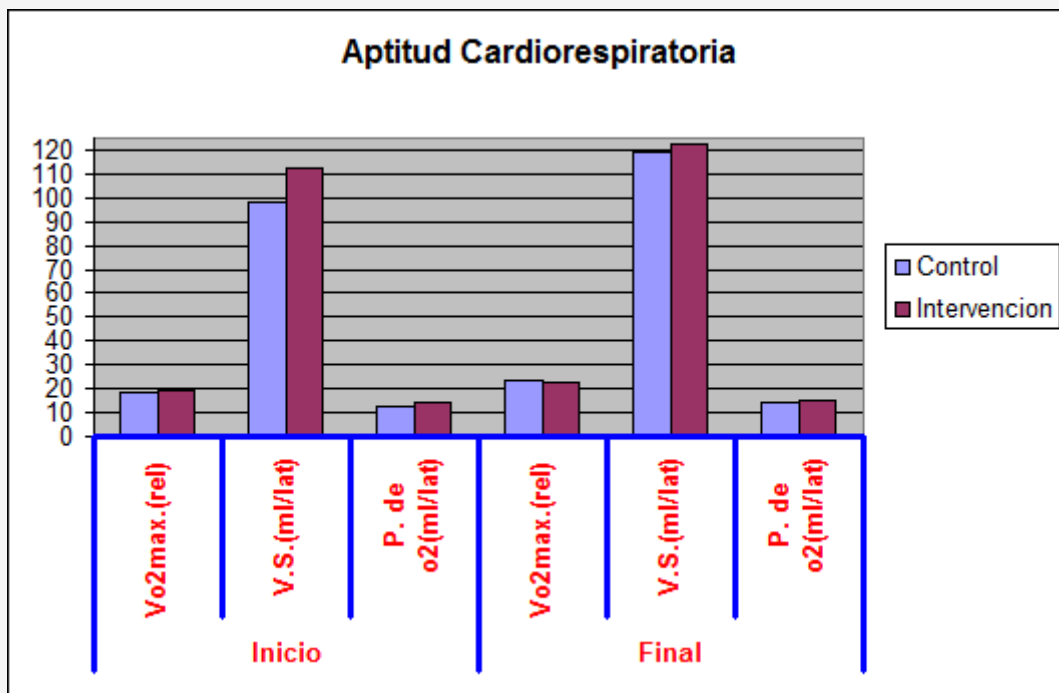
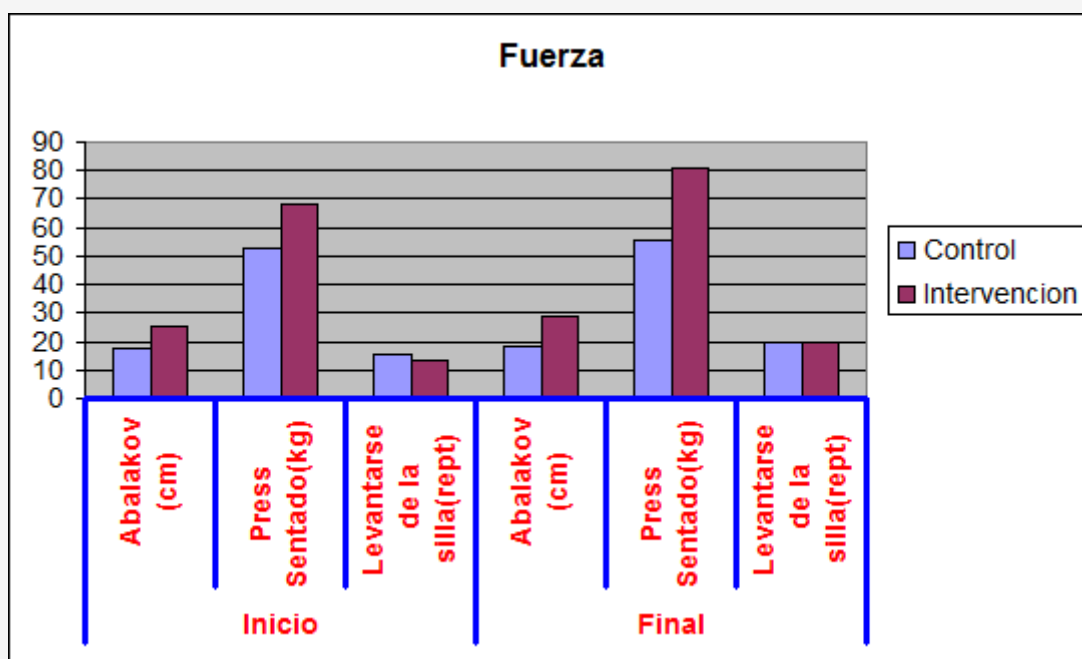


Grafico 4. Aptitud cardiorespiratoria

Con respecto a las distintas manifestaciones de la fuerza (grafico, 5), los datos fueron los siguientes: en Abalakov hubo una mejora del 15% (GI)  $P=0,01$ , sobre el 4,4% (GC)  $P=0,22$ . El promedio fue al comenzar de  $25 (\pm) 8,3$  cm. y  $17,8 (\pm) 3,2$  cm. respectivamente, terminando con un promedio de  $28,9 (\pm) 8,6$  cm. (GI) y  $18,6 (\pm) 1,8$  cm. (GC). En el test de 1RM se demostró una mejora del 18,8% (GI)  $P=0,004$ , sobre 4,1% (GC)  $P=0,23$ . Habiendo comenzado con un promedio de  $68 (\pm) 9,7$  kg. y  $53 (\pm) 18,6$  kg. respectivamente, y finalizando, con  $80,8 (\pm) 12,2$  kg. (GI) sobre  $55,2 (\pm) 22,5$  kg.

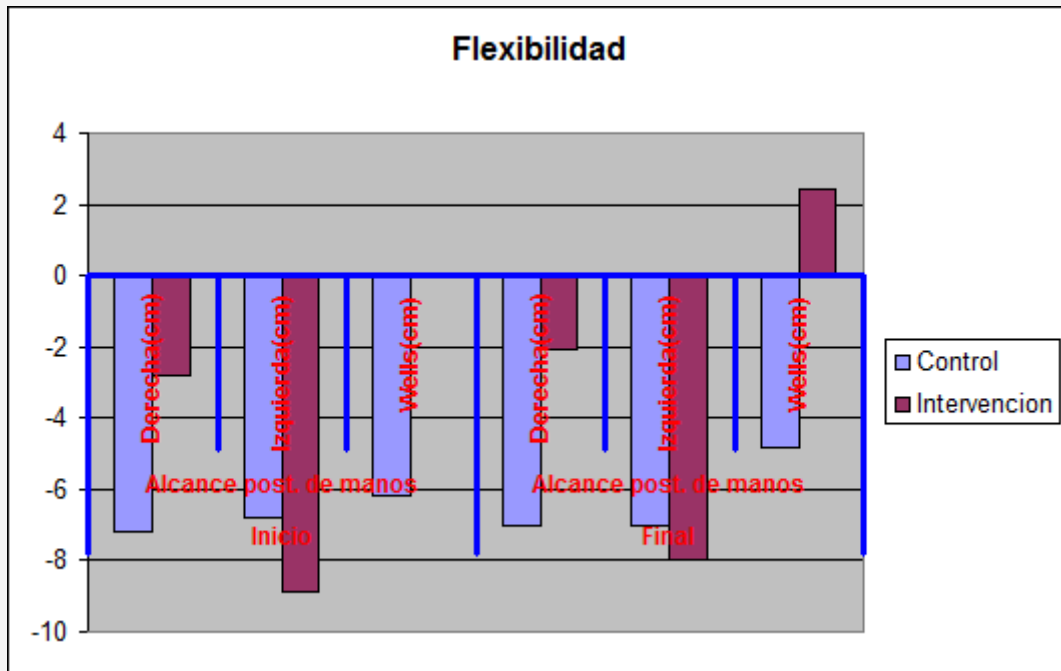
Por ultimo, en el test de levantamiento de la silla durante 30 seg. se evidencio una mejora del 42% (GI)  $P=0,01$  y del 27,2% (GC)  $P=0,003$ , comenzando con valores promedios de  $13,6 (\pm) 2,4$  y  $15,4 (\pm) 3$  repeticiones respectivamente, finalizando con  $19,4 (\pm) 4$  (GI) y  $19,6 (\pm) 3,3$  (GC).





**Grafico 5. Fuerza.**

Las mediciones realizadas en flexibilidad (grafico, 6), en relación al test de Wells, se obtuvieron mejoras del 24% (GI) P=0,03 y del 15% (GC) P=0,12. Iniciando el estudio con valores promedios de 0 (±) 4,4 cm. y de -6,2 (±) 13,4 cm. respectivamente, finalizando con 2,4 (±) 4 cm. (GI) y -4,8 (±) 15,4 cm. (GC). El test de alcance posterior de manos mostró un aumento de 33,3% del lado derecho y un 11% del lado izquierdo (GI) sobre un 2,8% del lado derecho y un -2,8% del lado izquierdo (GC). Los valores promedios al inicio fueron del lado derecho - 2,8 (±) 3,1 cm. y del izquierdo -8,9 (±) 5 cm. (GI) y de -7,2 (±) 19 cm. lado derecho y -6,8 (±) 13,2 cm. lado izquierdo (GC). Finalizando con -2,1 (±) 3,4 cm. lado derecho y -8 (±) 4,5 cm. lado izquierdo (GI) y -7 (±) 11,8 cm. lado derecho y -7 (±) 11,8 cm. lado izquierdo (GC).



**Grafico 6. Flexibilidad.**

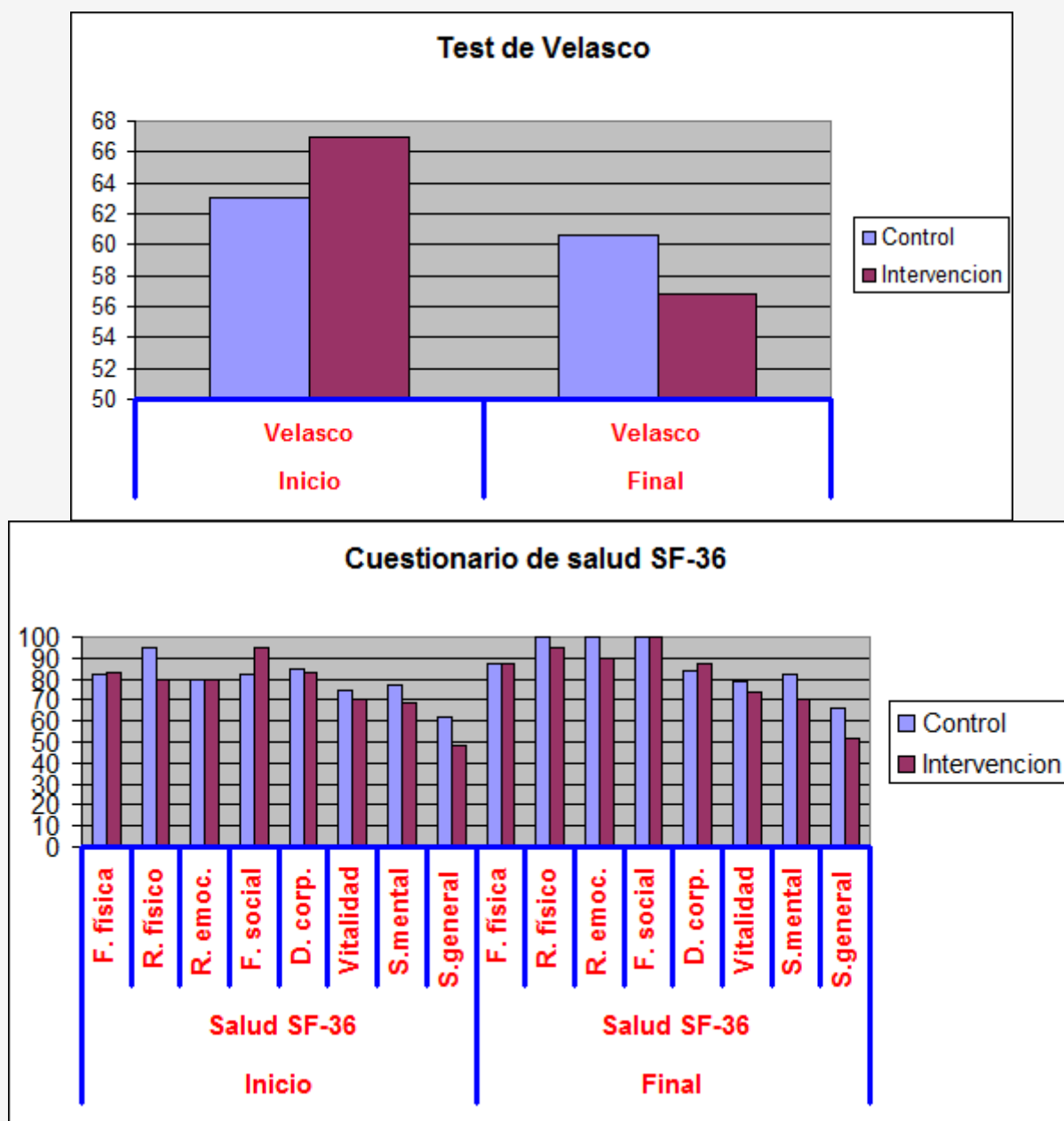
En relación a los datos obtenidos sobre la composición corporal y los valores hemodinámicos no hubo modificaciones significativas (tabla, 5).

Variables	Grupo Intervención (GI)		Grupo Control (GC)	
	Inicio	Final	Inicio	Final
TAD reposo (mmHg)	74 +- 5,5	79 +- 5,5	70	70 +- 7,1
TAM (mmHg)	91,2 +- 6,8	94,5 +- 5,6	85,8 +- 2,8	86,5 +- 8,5
FC reposo (Lat. por min.)	71,2 +- 9,2	67 +- 8,6	74 +- 10,6	69,6 +- 2,4
Peso corporal (KG.)	87,4 +- 10,8	87,1 +- 11,6	81 +- 17	81,2 +- 17,4
IMC (kg/m2)	29,6 +- 2	29,5 +- 2,5	27 +- 5,2	27 +- 5,2
P. cintura (cm.)	101,7 +- 9,2	101 +- 8,2	96 +- 17	95 +- 17

**Tabla 5. Variables hemodinámicas y composición corporal.**

Por ultimo, el test de calidad de vida de Velasco del Barrio (gráfico, 7) hubo una mejora del 15% (GI) P=0,008, sobre un 3,9% (GC) P=0,31. La puntuación promedio al comienzo del estudio fue de 67 (±) 12 pts. y 63 (±) 4 pts. Respectivamente,

finalizando con 56,8 (±) 8,8 pts. (GI) y 60,6 (±) 8,6 pts. (GC).



Gráficos 7. Tests de calidad de vida. Velasco del Barrio y SF-36.

### Consideraciones Finales

Si bien los datos obtenidos por las evaluaciones han demostrado una mejora en ambos grupos debido al cambio de entrenamiento que vivenciaron. Estas no fueron tan notorias ya que los pacientes hacia mas de seis meses que participaban de un programa de RHCV, tiempo en el cual, se logran los mayores beneficios de esta practica terapéutica. No obstante, se lograron mejoras considerables con una mayor significancia estadística en el grupo intervención que en el grupo control, permitiéndonos realizar algunas conclusiones:

En primer lugar, de las capacidades condicionales evaluadas, el GI ha tenido mejoras significativas en: la capacidad cardiorrespiratoria; fuerza en sus tres manifestaciones medidas (potencia muscular, fuerza máxima y fuerza resistencia) y por ultimo, en el test de sit and reach en flexibilidad. Sumando a esto, la mejora en uno de los cuestionarios específicos para esta patología que mide la calidad de vida como es el de Velasco del Barrio. En contra partida el GC, solo ha mejorado

significativamente en: la capacidad cardiorrespiratoria y en el test que cuantificaba la fuerza resistencia.

Estas diferencias a la luz de los resultados obtenidos, dan cuenta de los beneficios entre estas dos maneras totalmente diferentes de poder entrenar a una persona, que en este caso padece una patología, pero que de igual manera se debería hacer extensivo a todos los individuos que deseen participar en un programa de ejercicio físico en busca de obtener mejoras para la salud.

En segundo lugar, el aumento de la aptitud física debido a la mejora de cada uno de los componentes que la conforman, puede asociarse, como lo han demostrado varios estudios en las últimas décadas con un incremento de la capacidad funcional, reducción o eliminación de la isquemia cardiaca, desplazamiento del umbral isquémico, desaparición del dolor de pecho (angina pectoris), detención o regresión de la placa aterosclerótica, ateriogénesis, aumento de la circulación de las células progenitoras endoteliales, desarrollo de irrigación colateral, mejora en la función endotelial, etc. (Thompson, P. 2005; Hambrecht et al. 1993; Hambrecht et al. 1998; Hambrecht et al. 2000; Prior et al. 2004; Leufs et al. 2004; Rehman et al. 2004) y con ello una disminución del porcentaje de morbi-mortalidad y una mejora en la calidad de vida (Samia Mora et al. 2007; Kokkinos et al. 2010; Suaya et al. 2009; Myers et al. 2002; Thompson et al. 2003).

En último lugar, podríamos analizar la sinergia existente entre la mejora del  $\text{VO}_2$  con el aumento de la fuerza resistencia de los miembros inferiores que ambos grupos evidenciaron en la PEG y el test de sentarse y levantarse de la silla respectivamente. Partiendo del análisis de los protocolos más utilizados para evaluar el consumo de oxígeno de manera indirecta en pruebas de laboratorio (banda deslizante y cicloergómetro), y teniendo en cuenta que los dos tienen el mismo objetivo, habría que realizar una diferenciación entre ambos tomando en cuenta el estrés fisiológico que generan, tanto a nivel central como periférico. Donde los ergómetros como la banda deslizante se caracterizan por un gran componente dinámico y generando un estrés mayor a nivel central con valores más elevados de frecuencia cardiaca y tensión arterial, en contra posición de los test realizados en cicloergómetro que se caracterizan por valores relativamente inferiores en las mediciones tomadas a nivel central y con un gran componente isométrico en la musculatura de los miembros inferiores, siendo generalmente un motivo de detención de la prueba debido a los bajos niveles de fuerza de esta población. Con esta breve diferenciación, podemos pensar que el aumento del  $\text{VO}_2$  se debe a un aumento de los niveles de fuerza de los miembros inferiores más que a una mejora en los volúmenes cardíacos. Pudiendo dilucidar la importancia de tener unos buenos niveles de fuerza, no solamente para evitar accidentes como pueden ser caídas o generar mayor independencia, o evitar un estado catabólico con pérdida de proteínas contráctiles (sarcopenia) característico de esta franja heteraria, sino para mejorar su eficiencia mecánica que es uno de los determinantes de la capacidad cardiorrespiratoria.

A modo de cierre, cabe aclarar que con este humilde trabajo lejos estoy de intentar cerrar el tema en cuestión, por el contrario el poder abrir un debate que nos ayude a empezar a pensar y a investigar ¿qué tipo de entrenamiento programamos?; ¿cuál es el que obtiene mayores beneficios con esta población?, etc. pudiendo sentar un precedente para futuras investigaciones que arrojen resultados más significativos que permitan aconsejar y sugerir que la programación del ejercicio es tan importante como todos los aspectos, criterios y cuidados a tener en cuenta a la hora de entrenar a las personas que se encuentren participando de estos programas.

Los ejercicios para ser denominados aeróbicos y que comprometan al sistema cardiovascular, deben ser rítmicos, de duración prolongada e involucrar a más de 1/6 de la masa muscular. Lo que equivale a la musculatura total de un miembro inferior. (ACSM, 2005).

## REFERENCIAS

1. Alarcón, Norberto (2000). La Periodización del Entrenamiento Deportivo. *PubliCE Standard*. 24/10/2000. *Pid*: 96
2. Alarcón, Norberto Periodización y Planificación del Entrenamiento Deportivo. *Síntesis Bibliográfica*. *PubliCE Standard*
3. American Collage of Sports Medicine (2000). Manual de consulta para el control y la prescripción de ejercicio. *Ed. Paidotribo*. Barcelona
4. American Collage of Sports Medicine (2005). Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. 2ª edición. *Ed. Paidotribo*. Barcelona
5. Caroline Cheng, PhD; Dennie Tempel, BSc; Rien van Haperen, BSc; Arjen van der Baan, BSc; Frank Grosveld, PhD; Mat J.A.P. Daemen, MD, PhD; Rob Krams, MD, PhD; Rini de Crom, PhD (2006). Atherosclerotic Lesion Size and Vulnerability Are Determined by Patterns of Fluid Shear Stress. *Circulation*. (113:2744-2753.)
6. Billat, V (2002). Fisiología y metodología del entrenamiento. De la teoría a la práctica. *Ed. Paidotribo*. Barcelona
7. Bompá, T (2006). Periodización del Entrenamiento Deportivo. *Ed. Paidotribo*
8. Suaya, J.; Stason, W.; Ades, P.; Normand, S. and Shepard, D. J. Am. Coll (2009). Cardiac Rehabilitation and Survival in older

9. Negroao, Carlos E., Pereira Barreto, Antonio C (2006). Cardiología do ejercicio: do atleta ao cardiopata. *Manole 2ª ed*
10. Casas, Adrián. Comp (2006). Fundamentos científicos y metodológicos del ejercicio en la prevención e intervención sobre las enfermedades cardiovasculares. *Ed. Universidad Católica de La Plata. La Plata*
11. Costill, David; Wilmore, Jack (2007). Fisiología del esfuerzo y del deporte. *Ed. Paidotribo. Barcelona*
12. Ebben, William P. Leigh, David H (2008). Efectos del Entrenamiento con Sobrecarga en Pacientes con Enfermedades Cardiovasculares. *PubliCE Standard. 22/08/2008. Pid: 1022*
13. Yusuf S, Hawken S, Oupoon S y col. case-control study (2004). Effect of potentially modifiable risk factors with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study). *Lancet*; 364: 937-52
14. Lina Badimón y José Martínez-González (2002). Endotelio en la protección vascular: nuevos conocimientos. *Rev Esp Cardiol*; 55(Supl 1):17-26
15. Dres. Pavy B, Iliou MC, Meurin P y col (2006). Entrenamiento físico supervisado Efectos del entrenamiento físico sobre la enfermedad cardiovascular. *Archives of Internal Medicine 166(21):2329-2334, Nov 2006*
16. Espinosa Caliani, Juan Salvador; Bravo Navas, José Carlos (2000). Rehabilitación cardíaca y atención primaria. *Ed. Panamericana. Madrid*
17. José A. Velasco (coordinador), Juan Cosín, José M. Maroto, Javier Muñoz, José A. Casanovas, Ignacio Plaza y Luis Tomás Abadal (2000). Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en prevención cardiovascular y rehabilitación cardíaca. *Rev Esp Cardiol*; 53: 1095-1120
18. Hambrecht, R. et al (1993). Various intensities of leisure time physical activity in patients on cardiorespiratory fitness and progresión of coronary atherosclerotic lesions. *JACC. Vol. 22 n°2; 468-77*
19. Hambrecht et al (1998). Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation. 98;2709-2715*
20. Hambrecht, R. et al (2000). Effect of exercise on coronary endotelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med. 342:454-60*
21. Heyward, V (2008). Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. 5ª edición. *Ed. Panamericana*
22. Heyward, V Evaluación y prescripción del ejercicio. *Ed. Paidotribo. Barcelona*
23. Jiménez Gutiérrez, A (2008). Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza: aplicación de nuevos métodos, recursos y tecnologías. *Ed INDE*
24. Joep Perk, Peter Mathes, Helmut Gohlke, Catherine Monpère, Irene Hellemans, Hannah McGee, Philippe Sellier, and Hugo Saner (2007). Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Ed. Springer-Verlag London Limited*
25. Kokkinos, P. et al (2010). Exercise capacity and mortality in alder men: a 20-year follow-up study. *Circulation*; 122;790-797
26. Leufs et al (2004). Physical training increase endothelial progenitor cells, inhibits neointima formation, and enhances angiogenesis. *Circulation 109:220-226*
27. Lopez Chicharro, J.; Fernandez Vaquero, A (2006). Fisiología del ejercicio. *Ed. Panamericana. Madrid. 3ª edición*
28. Maroto y De Pablo (2011). Rehabilitación Cardiovascular. *Ed. Médica Panamericana. Madrid. 1ª edición*
29. McArdle, W; Katch, F; Katch, V (2004). Fundamentos de fisiología del ejercicio. *Ed. McGraw- Hill. Interamericana. Madrid. 2ª edición*
30. Molinero L (2008). Cuestionario de Salud. Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión. *Liga Española para la lucha contra la Hipertensión Arterial*
31. Myers, J. et al (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N. Engl. J Med. Vol 346 N°11; 793-801*
32. Nacional Strength and Conditioning Association (2007). Principios del Entrenamiento de la Fuerza y del Acondicionamiento Físico. *Ed. Medica Panamericana*
33. Naclerio, F (2011). Entrenamiento Deportivo. Fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes. *Ed. Medica Panamericana*
34. Peidro, Roberto M.; Angelino, Arnaldo; Saglietti, Juan H (2006). Prevención y rehabilitación cardiovascular. Bases fisiológicas y guías prácticas. *Ed. Aventis. Buenos Aires. 2ª edición*
35. Petro Soto, Jorge Luis (2011). Beneficios de un Programa de Rehabilitación Cardíaca en la Capacidad Funcional y la Calidad de Vida Relacionada con la Salud en Pacientes con Cardiopatía Coronaria. *PubliCE Standard. 10/01/2011. Pid: 1314*
36. Howard D. Sesso, ScD; Ralph S. Paffenbarger, Jr, MD, DrPH; I-Min Lee, MBBS, ScD (2000). Physical Activity and Coronary Heart Disease in Men. The Harvard Alumni Health Study. *Circulation*; 102:975-980
37. Samia Mora, MD, MHS; Nancy Cook, ScD; Julie E. Buring, ScD; Paul M Ridker, MD, MPH; I-Min Lee, MBBS, ScD (2007). Physical Activity and Reduced Risk of Cardiovascular Events Potential Mediating Mechanisms. *Circulation*; 116:000-000
38. Carmen de Pablo y Zarzosa, Alberto Grima-Serrano, Emilio Luengo-Pérez y Pilar Mazón-Ramos (2007). Prevención cardiovascular y rehabilitación cardíaca. *Rev Esp Cardiol*; 60 (Supl 1):68-78
39. Prior et al (2004). What makes vessels grow wiht exercise training? . *J Appl Physiol. 97:1119-1128*
40. Salvador Espinosa Caliana, José C. Bravo Navasb, Juan J. Gómez-Doblaza, Ricardo Collantes Riverab, Belén González Jiménez, Matilde Martínez Laoc y Eduardo de Teresa Galvána (2004). Rehabilitación cardíaca postinfarto de miocardio en enfermos de bajo riesgo. Resultados de un programa de coordinación entre cardiología y atención primaria. *Rev Esp Cardiol*; 57(1):53-9
41. Barry A. Franklin, Kimberly Bonzheim, Seynour Gordon. Departamento de Medicina, División de Cardiología (Rehabilitación Cardíaca) Rehabilitación del paciente cardíaco en el siglo XXI: Cambiando paradigmas y percepciones. *William Beaumont Hospital, Royal Oak, Michigan, E.E.U.U*
42. Rehman et al (2004). Exercise acutely increases circulating endothelial progenitor cells and monocyte-/macrophage-derived angiogenic cells. *J.Am.Coll. Cardiol.43;2314-2318*
43. Samia Mora, and el (2007). Phisical activity and reduced risk of cardiovascular events. *Circulation*; 116:000-000
44. Sanagua, Jorge O.; Acosta, Guillermo E (2005). Cardiología del ejercicio. *Ed. Científica Universitaria. Catamarca*

45. Serra Grima, J Prescripción del ejercicio físico para la salud. *Ed. Paidotribo. Barcelona*
46. Sherhard R. J. & Anstrad P. O (2001). La resistencia en el deporte. *Ed. Paidotribo. Barcelona. 2º edición*
47. Suaya, J. et al (2009). Cardiac rehabilitation and survival in older coronary patients. *J. AM. Coll. Cardiol. 54;25-33*
48. Montserrat León-Latre, Pilar Mazón-Ramos, Esther Marcosc y Esteban García-Porrerod, en representación de la Sección de Cardiología Preventiva y Rehabilitación (2009). Temas de actualidad en prevención cardiovascular y rehabilitación cardiaca. *Rev Esp Cardiol; 62(Supl 1):4-13*
49. Thompson et al (2003). Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease. *Circulation. 107:3109-3116*
50. Thompson P (2005). Exercise Prescription and Proscription for Patients With Coronary Artery Disease. *Circulation, 112:2354-63*
51. Velasco, J.; Barrio, V.; Mestre, M.; Penas, C.; Ridocci, F (1993). Validación de un nuevo cuestionario para evaluar la calidad de vida en pacientes postinfarto. *Revista Española de Cardiología. 46: 552-558*
52. Verkhoshansky Y (2002). Teoría y metodología del entrenamiento deportivo. *Ed. Paidotribo*
53. Vilagut y col (2005). El cuestionario de salud SF 36 español: Una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gac Sanit 19(2):135-50*
54. Ware J.E (2000). SF-36 health survey update. *Spine, 25, 3130-9*
55. Zúniga M. & Carrillo-Jiménez G.T., Fos P. J., Gandek B. & Medina-Moreno M (1999). Evaluación del estado de salud con la Encuesta SF-36: resultados preliminares en México. *Salud pública Méx, 41 (2)*