



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Enfermería
Licenciatura en Fisioterapia

RELACIÓN ENTRE LA FUERZA MUSCULAR Y EL PORCENTAJE DE
LA MASA GRASA EN PACIENTES CON ENFERMEDAD
CARDIOVASCULAR QUE ACUDEN A UN PROGRAMA DE
REHABILITACIÓN CARDÍACA

TESIS

Que como parte de los requisitos
para obtener el título de la
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA

Presenta:

Cathy Denice Juárez Romero

Dirigido por:

Director(es) especialista(s):

Lic. Ft. María Dolores Rius Suárez

Lic. Ft. María Esther Franco Ojeda

Co-director metodológico:

Lic. Ft. Verónica Hernández Valle

Querétaro, Qro. a 3 de febrero del 2021



Santiago de Querétaro 3 de febrero de 2021.

Patrimonio de la Humanidad.

H. Comité de Titulación

De la Facultad de Enfermería

Universidad Autónoma de Querétaro

Por este conducto, nos permitimos aprobar el trabajo “RELACIÓN ENTRE LA FUERZA MUSCULAR Y EL PORCENTAJE DE LA MASA GRASA EN PACIENTES CON ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR QUE ACUDEN A UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDÍACA” Elaborado por Cathy Denice Juárez Romero pasante de la carrera de Fisioterapia, que reúnen los requisitos de un trabajo de Tesis Individual como modalidad de titulación. Sin más por el momento, se extiende el presente dictamen para los fines que el comité considere pertinente.

Atentamente

“Educo en la Verdad y en el Honor”

| | | |
|--|--|---|
|  M.I.M Verónica Hernández Valle Director de Tesis |  M.IM. María Eustolia Pedroza Vargas Secretario |  M.C. Ángel Salvador Xequé Morales Vocal |
|  M.en FD. Miguel Ángel Pírez Lindoro Suplente | |  LFt. Mayra Patricia González Hernández Suplente |



Resumen

Introducción: Las enfermedades cardiovasculares (ECV), de origen multifactorial, son la primera causa de mortalidad en el mundo. Los pacientes con ECV limitan sus actividades diarias por falta de actividad física, favoreciendo el sedentarismo, la debilidad muscular y aumento de grasa corporal. Los programas de rehabilitación cardíaca (PRHC) controlan y modifican estos factores de riesgo. **Objetivo general:** Integrar información transdisciplinaria, y poder establecer una posible relación entre la fuerza muscular y el porcentaje de masa grasa (MG) en pacientes con ECV. **Objetivos específicos:** Conocer el porcentaje (%) de MG de los pacientes que asisten a un PRHC mediante la valoración nutricional inicial; conocer valores de fuerza muscular por grupo muscular de la valoración de repetición máxima (RM) inicial en los pacientes que asisten al PRHC. **Material y métodos:** Se analizó una base de datos de un grupo de pacientes, con datos obtenidos en la valoración de fuerza muscular por RM, valores porcentuales de masa grasa (MG) y masa magra (MM). Es un estudio de tipo observacional, transversal analítico, retrospectivo y retrolectivo. **Criterios de inclusión:** Pacientes del PRHC con valoración de RM, MG y MM en la valoración nutricional. **Exclusión:** Suspensión de RM. **Eliminación:** Expedientes con datos incompletos. **Método:** Datos obtenidos en expedientes clínicos y base de datos. **Procesamiento de la información y análisis estadístico:** Los datos se registraron en una hoja electrónica de Excel (v.2018). En el análisis estadístico se realizó una correlación de Pearson, utilizando el programa estadístico SPSS v.19. **Resultados:** Se analizaron 54 pacientes, 46 (85%) masculino, de 59.9 años (min. 42, máx. 85), el 94% con cardiopatía isquémica. El 68.5% de los pacientes presentan niveles elevados de MG, 70.4% se encuentran por debajo de niveles promedio de MM, medidos por bioimpedancia. Encontramos una buena correlación entre la MG y RM: isquiotibiales (0.495), cuádriceps (0.405), glúteo mayor (0.435), psoas (0.416), bíceps (0.422), tríceps (0.546) y romboides (0.425). La correlación entre MG y el perímetro abdominal fue de 0.683, todos estadísticamente significativos ($p < 0.05$). **Conclusiones:** Los pacientes que ingresan a un PRHC presentan niveles bajos de MM y niveles altos de MG. A mayor masa grasa, menor carga de peso.

(Palabras clave: masa magra, masa grasa, repetición máxima, fuerza)



Summary

Introduction: Cardiovascular diseases (CVD) have multifactorial origin, and leads mortality cause all around the world. Patients with CVD restrict their activities of daily living due to lack of physical activity, weakening muscles and increasing body fat. Cardiac rehabilitation programs (CRP) control and modify these risk factors. **General objective:** Integrate transdisciplinary information, to identify a possible relationship between muscle strength and fat mass (FM) percentage in patients with CVD. **Specific objectives:** To know CRP patients FM percentage (%) through the first nutritional assessment; to know muscle strength values by a maximal repetition (RM) muscle group assessment in patients attending the CRP. **Material and methods:** A database was analyzed obtaining information from the muscle strength assessment by RM, and the FM percentage values and lean mass (LM). It is an observational, analytical cross-sectional, retrospective and retrolective study. **Inclusion criteria:** CRP patients with RM assessment and FM and LM in the nutritional assessment. **Exclusion:** RM suspension. **Elimination:** Files with incomplete data. **Method:** Data obtained from clinical records and databases. **Information processing and statistical analysis:** The data was registrated in an electronic Excel sheet (v. 2018). In the statistical analysis, a Pearson correlation was performed, using the statistical program SPSS v.19. **Results:** 54 patients were analyzed, 46 (85%) male, 59.9 years old (min. 42, max. 85), 94% with ischemic heart disease. 68.5% of the patients present elevated levels of FM, 70.4% are below the average levels of LM, measured by bioimpedance. We found a good correlation between FM and RM: hamstrings (0.495), quadriceps (0.405), gluteus maximus (0.435), psoas (0.416), biceps (0.422), triceps (0.546) and rhomboids (0.425). The correlation between FM and abdominal girth was 0.683, all statistically significant ($p < 0.05$). **Conclusions:** Patients who enter a CRP have low levels of LM and high levels of FM. The higher the fat mass, the less weight load.

(**Keywords:** lean mass, fat mass, maximum repetition, strength)



Dedicatorias

A mi familia, amigos y maestros, quienes fueron los pilares para que lograra culminar esta tesis y la Licenciatura en Fisioterapia.

¡Gracias infinitas!

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ



Agradecimientos

A mi familia que me dio la oportunidad de realizar mi servicio social en la Ciudad de México. A ellos que siempre me han brindado su amor y apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida y más aún en esta travesía llamada Fisioterapia.

Al equipo de rehabilitación cardíaca del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, médicos, fisioterapeutas, enfermeras, nutriólogas, residentes, pasantes, que fueron mis guías, amigos y sobre todo maestros en incontables veces durante mi año de servicio.

A la “Universidad Autónoma de Querétaro”, a la Facultad de Enfermería, a la Licenciatura en Fisioterapia y sus docentes que me enseñaron tanto y me vieron crecer a lo largo de la carrera como persona, estudiante, practicante y me mostraron el camino para comenzar como profesionalista.

A mis amigos más cercanos de toda la vida y aquellos que llegaron a los que ahora puedo llamar colegas que nunca me dejaron caer en los momentos complicados y siempre me impulsaron a seguir.

A las personas que conocí al ser foránea, las cuales siempre me brindaron una mano amiga y me hicieron sentir como en familia, y quienes ahora puedo decir que forman parte de mi familia por elección.



Índice

| Contenido | Página |
|---|---------------|
| Resumen | i |
| Summary | ii |
| Dedicatorias | iii |
| Agradecimientos | iv |
| Índice | v |
| Índice de ilustraciones | x |
| Índice de tablas | xi |
| Índice de gráficas | xii |
| Abreviaturas y siglas | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| Planteamiento del problema | 3 |
| Justificación | 5 |
| II. ANTECEDENTES | 7 |
| II.A Evolución histórica | 7 |
| III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 9 |
| III.A Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) | 9 |
| III.B Indicaciones y contraindicaciones | 10 |
| III.C Equipo multi, inter y transdisciplinario | 10 |
| III.D Fases de un Programa de Rehabilitación Cardíaca | 15 |
| D.1 Fase I | 15 |
| D.2 Fase II | 16 |
| D.2.1 Programas de entrenamiento físico | 16 |
| D.2.2 Prescripción y supervisión del programa de entrenamiento físico | 17 |
| D.2.3 Factores de dosificación del entrenamiento | 18 |



| | |
|--|----|
| 2.3.1 Intensidad | 18 |
| 2.3.2 Duración | 19 |
| 2.3.3 Frecuencia | 19 |
| 2.3.4 Tipo de actividad | 20 |
| 2.3.5 Progresividad | 20 |
| 2.3.6 Mantenimiento | 20 |
| 2.3.7 Adhesión al programa | 20 |
| D.2.4 Parámetros a tener en cuenta durante el entrenamiento con pacientes cardíacos | 21 |
| 2.4.1 Respuesta de la frecuencia cardíaca (FC) | 21 |
| 2.4.2 Respuesta de la tensión arterial (TA) | 21 |
| 2.4.3 Percepción del esfuerzo (Escala de Borg) | 22 |
| 2.4.4 Termorregulación del paciente | 24 |
| 2.4.5 Respuesta ante el ejercicio contra resistencia | 25 |
| D.3 Fase III | 25 |
| D.3.1 Valoraciones | 25 |
| D.3.2 Valoraciones fisioterapéuticas | 26 |
| 3.2.1 Valoración postural | 26 |
| 3.2.2 Valoración de riesgo de caídas | 26 |
| 3.2.3 Valoración de cualidades físicas | 27 |
| 3.2.4 Valoración de fuerza por repetición máxima | 30 |
| Procedimiento de valoración por repetición máxima | 31 |
| Consideraciones especiales | 33 |
| Principios del entrenamiento de fuerza | 34 |
| <input type="checkbox"/> Principios que garantizan la iniciación del mecanismo adaptativo | 34 |
| <i>Principio de sobrecarga o del estímulo eficaz de la carga</i> | 34 |



| | |
|---|----|
| Principio de progresión de la carga | 35 |
| <input type="checkbox"/> Principios que garantizan la adaptación | 36 |
| Principios de relación óptima entre carga y recuperación: fenómeno de supercompensación. Teoría de la capacidad de fatiga. | 36 |
| Principio de repetición y continuidad | 38 |
| Principio de especificidad | 39 |
| D.3.3 Valoración nutricional | 40 |
| 3.3.1 Antropometría | 40 |
| 3.3.2 Peso y talla | 40 |
| 3.3.3 Índice de masa corporal | 41 |
| 3.3.4 Índice antropométrico | 42 |
| 3.3.5 Circunferencia de cintura | 42 |
| 3.3.6 Modelos de composición corporal | 43 |
| Tejido magro o masa libre de grasa | 44 |
| Compartimento graso | 44 |
| Masa grasa total | 45 |
| 3.3.7 Bioimpedancia eléctrica | 45 |
| 3.3.8 Dieta correcta | 47 |
| Plato del buen comer | 47 |
| Jarra del buen beber | 48 |
| 3.3.9 Factores de riesgo asociados con enfermedad cardiovascular | 49 |
| Tabaquismo | 49 |
| Hipertensión arterial | 50 |
| <input type="checkbox"/> Daño vascular: arteriosclerosis y aterosclerosis | 51 |
| Dislipidemia | 52 |
| Diabetes mellitus | 52 |



| | |
|---|-----------|
| Obesidad | 53 |
| Sedentarismo | 54 |
| Sarcopenia | 54 |
| IV. HIPÓTESIS | 56 |
| IV.A Hipótesis de trabajo | 56 |
| IV.B Hipótesis alternas | 56 |
| IV.C Hipótesis nulas | 56 |
| V. OBJETIVOS | 57 |
| V.A Objetivo general | 57 |
| V.B Objetivos específicos | 57 |
| VI. MATERIAL Y MÉTODOS | 58 |
| VI.A Tipo de investigación | 58 |
| VI.B Población o unidad de análisis | 58 |
| VI.C Muestra y tipo de muestra | 59 |
| C.1 Criterios de selección | 59 |
| C.2 Variables estudiadas | 60 |
| VI.D Técnicas e instrumentos | 61 |
| VI.E Procedimientos | 65 |
| E.1 Valoración de fuerza muscular por repetición máxima | 65 |
| E.2 Entrenamiento de fuerza muscular por repetición máxima | 66 |
| E.3 Valoración nutricional | 69 |
| VI.E.4 Análisis estadístico | 70 |
| VI.E.5 Consideraciones éticas | 70 |
| VII. RESULTADOS | 72 |
| VIII. DISCUSIÓN | 77 |
| IX. CONCLUSIONES | 81 |



| | |
|----------------------------------|-----------|
| X. PROPUESTAS | 82 |
| XI. BIBLIOGRAFÍA | 83 |
| XII. ANEXOS | 92 |
| XII.A Galería fotográfica | 92 |

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ



Índice de ilustraciones

| Contenido | Página |
|--|--------|
| Ilustración 1 Escala de Borg. | 23 |
| Ilustración 2 Ecuaciones del método indirecto para calcular la repetición máxima (RM). | 31 |
| Ilustración 3 Curva de evolución del rendimiento del modelo de supercompensación. | 37 |
| Ilustración 4 Modelo multicompartimental o de los 5 niveles de composición corporal. | 43 |
| Ilustración 5 El plato del buen comer. | 48 |
| Ilustración 6 La jarra del buen beber. | 49 |
| Ilustración 7 Clasificación de la HTA según la medición de la TA por la AHA. | 51 |
| Ilustración 8 Valoración de RM de miembro inferior. | 92 |
| Ilustración 9 Sesión de RM de miembro inferior. | 92 |
| Ilustración 10 Valoración nutricional. Medición de peso (kg). | 93 |
| Ilustración 11 Valoración nutricional. Medición de masa grasa (MG). | 93 |
| Ilustración 12 Valoración nutricional. Medición de masa magra (MM). | 94 |
| Ilustración 13 Valoración nutricional. Medición perímetro abdominal (PA). | 94 |



Índice de tablas

| Contenido | Página |
|--|--------|
| Tabla 1 Escrutinio pre-ejercicio en el área de rehabilitación cardíaca del INCICH. | 12 |
| Tabla 2 Relación de porcentaje de 1 RM y número de repeticiones correspondientes. | 32 |
| Tabla 3 Clasificación IMC según la OMS. | 41 |
| Tabla 4 Clasificación IMC adecuado según la edad (NCR, 1989). | 41 |
| Tabla 5 Nivel de riesgo según RCC en hombres y mujeres. | 42 |
| Tabla 6 Cuadro de variables. | 60 |
| Tabla 7 Valoración inicial de fuerza por resistencia máxima (RM). | 63 |
| Tabla 8 Sesión de entrenamiento de fuerza por repetición máxima (RM). | 67 |
| Tabla 9 Variables demográficas. | 72 |
| Tabla 10 Resultados de valoración de RM de miembros superiores. | 74 |
| Tabla 11 Resultados de valoración de RM de miembros inferiores. | 74 |



Índice de gráficas

| Contenido | Página |
|--|---------------|
| Gráfica 1 Porcentaje de masa grasa (MG). | 73 |
| Gráfica 2 Porcentaje de masa magra (MM). | 73 |
| Gráfica 3 Correlación más significativa: tríceps. | 75 |
| Gráfica 4 Correlación fuerte entre masa grasa y perímetro abdominal. | 75 |

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ



Abreviaturas y siglas

- Asociación Americana de Rehabilitación Cardiovascular y Pulmonar (AACVPR)
- Colegio Americano de Cardiología (ACC)
- Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM)
- Grupo de Trabajo sobre Sarcopenia en Personas de Edad Avanzada (EWGSOP)
- Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” (INCICH)
- Organización Mundial de la Salud (OMS)
- Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRHC)
- Adenosín trifosfato (ATP)
- Agua corporal total (ACT)
- Bioimpedancia eléctrica (BIA)
- Carboxihemoglobina (COHb)
- Cardiopatía Isquémica (CI)
- Centímetros (cm)
- Colesterol HDL (C-HDL)
- Colesterol LDL (C-LDL)
- Consumo de Oxígeno (VO₂)
- Consumo Miocárdico de Oxígeno (MVO²)
- Desfibriladores Automáticos Implantables (DAI)
- Doble Producto (DP)
- Doble Producto diana (DPd)
- Desviación Estándar (DE)
- Enfermedades Cardiovasculares (ECV)
- Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)
- Frecuencia Cardíaca (FC)
- Frecuencia Cardíaca diana (FCd)
- Frecuencia Cardíaca máxima (FCmáx)
- Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo (FEVI)
- Impedancia Bioeléctrica (AIB)
- Índice de Masa Corporal (IMC)
- Insuficiencia Cardíaca (IC)



- Kilogramos (kg)
- Lipoproteínas de alta densidad (HDL)
- Lipoproteínas de baja densidad (LDL)
- Marcapasos (MP)
- Masa Grasa (MG)
- Masa Libre de Grasa (MLG)
- Masa Magra (MM)
- Metabolismo Basal (MB)
- Perímetro Abdominal (PA)
- Prueba de Ejercicio con Análisis de Gases Espirados (PEAGE)
- Relación circunferencia de cintura/ circunferencia de cadera (RCC)
- Repetición Máxima (RM)
- 1 Repetición Máxima (1RM)
- Rango de Movimiento Articular (ROM)
- Sistema Nervioso Central (SNC)
- Tensión Arterial (TA)

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ



I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las enfermedades cardiovasculares (ECV), son la primera causa de mortalidad en el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cardiopatía isquémica y el accidente cerebrovascular ocasionaron 15,2 millones de defunciones en 2016 y han sido las principales causas de mortalidad durante los últimos 15 años. Las ECV tienen un origen multifactorial y destacan, por su importancia, los factores de riesgo cardiovascular, divididos en no modificables como la edad y el sexo y modificables como el tabaquismo, la hipertensión arterial, la dislipidemia, la diabetes mellitus, la obesidad y el sedentarismo. (WHO., 1964).

Los tratamientos para las ECV consisten en primer lugar en la atención y/o la intervención quirúrgica en la fase aguda y en segundo lugar en las medidas de prevención secundaria como el tratamiento farmacológico y la rehabilitación cardíaca (WHO., 1964).

Han pasado más de 40 años desde que la OMS realizara su primera publicación aconsejando el desarrollo de programas multidisciplinarios que incluyeran la práctica de ejercicio en forma habitual en el tratamiento de pacientes cardiopatas (WHO., 1964). Estos fueron desarrollados con el nombre de Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) y definidos por la OMS como sistemas terapéuticos que implementan el conjunto de medidas necesarias para asegurar a los cardiopatas una condición física, mental y social óptima que les permita ocupar por su propio medio un lugar tan normal como les sea posible en la sociedad (WHO., 1964). Y son considerados seguros y efectivos por las Sociedades Norteamericanas de Cardiología, American College of Cardiology (ACC) y American Heart Association (AHA) (Balady, 2007). En México, el primer PRHC registrado data del año 1944, en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCIH), inaugurado por el médico rehabilitador Nicandro Chávez Sánchez (Férez, 2008).

Hoy en día los PRHC se basan en la enseñanza y el consejo a los pacientes (Ilarraza H. Á., 2004), para esto resulta fundamental un trabajo coordinado de distintas especialidades como médicos, fisioterapeutas, nutriólogos y psicólogos, y sus actuaciones multidisciplinarias, interdisciplinarias y transdisciplinarias (Maroto, 2009).



El ejercicio físico es considerado una de las herramientas terapéuticas principales de los PRHC pues tiene diversos beneficios en el paciente con cardiopatía. Existen 2 tipos de ejercicio considerados en estos programas: el aeróbico y el anaeróbico. El ejercicio aeróbico es parte esencial de estos, pues está demostrado que mejora la capacidad funcional, aumentando el consumo de oxígeno, teniendo un efecto positivo en el pronóstico de ECV (Maroto, 2009). Además, evita la inactividad física, combatiendo el sedentarismo ya que un reposo prolongado conlleva a una pérdida de fuerza y masa muscular (Rey Rozas, 2014). Por su parte el ejercicio anaeróbico, trabaja cualidades físicas como fuerza, equilibrio, elasticidad y coordinación también importante en estos programas (Alemán, 2014). De manera específica, el entrenamiento contra resistencia además de incrementar la fuerza muscular también aumenta la capacidad funcional, la independencia y la calidad de vida, reduciendo una probable incapacidad física. La AHA ha elaborado recomendaciones señalando la utilidad y los beneficios de la prescripción de este en los PRHC, ya que además de producir beneficios para la salud tiene un impacto favorable en la estructura y función del sistema cardiovascular y en la modificación de factores de riesgo cardiovascular (Rivas Estany, 2011).

Además de la tolerancia al esfuerzo, un indicador simple para evaluar el riesgo cardiovascular y metabólico es la circunferencia o perímetro de cintura (Martínez, 2010), una medida antropométrica debido a que refleja la distribución de la grasa corporal y la adiposidad intraabdominal (Lahera, 2018). Un mayor perímetro abdominal se traduce en una cantidad excesiva de grasa y un mayor riesgo a padecer o a tener mayores complicaciones en enfermedades cardiovasculares (Aguilar Salinas, 2007). Es por esto que el ejercicio prescrito de acuerdo a la edad, a las condiciones físicas y de salud del paciente más una dieta adecuada y balanceada, actuarán en el control de factores de riesgo como: obesidad, sedentarismo, y control de enfermedades cardiovasculares como: dislipidemia, hipertensión arterial, diabetes mellitus, entre otras (Maroto, 2009). Considerando todo lo anterior, el presente estudio se desarrolla con un enfoque metodológico mixto pues utiliza la recolección de datos con y sin medición numérica como: fuerza muscular, porcentaje de masa magra y masa grasa, perímetro abdominal, edad, género y diagnóstico de los pacientes incluidos en el estudio. Todos considerados importantes para el objetivo principal del estudio, identificar una posible relación entre la fuerza muscular y el porcentaje de masa grasa en pacientes con enfermedad cardiovascular.



Planteamiento del problema

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en el mundo (OMS., 2018).

Existen diversos factores de riesgo asociados a las ECV como las dislipidemias, hipertensión arterial, diabetes mellitus, obesidad, sedentarismo entre otros (OMS., 2018).

Empíricamente se ha observado que el paciente con enfermedades cardiovasculares no cumple con las características de una dieta correcta ni realiza el ejercicio adecuado.

De ahí la importancia de realizar cambios permanentes en los hábitos alimenticios y el aumento de la actividad física según el estado cardiovascular del paciente. Según bibliografía, las personas que tienen un alto nivel de actividad física tienen una mortalidad 60% menor que las que son sedentarias y que por tanto tienen un bajo nivel de actividad física, lo mismo en hombres que en mujeres (Carrasco, 2018).

Además, la gran falta de actividad física sumado a las secuelas del reposo prolongado que los pacientes tienen en la etapa de hospitalización ocasiona que estos tengan un porcentaje bajo de masa magra y debilidad muscular (Rey Rozas, 2014).

La fuerza muscular se pierde más rápido que la masa muscular. Según estudios realizados por Kortebein y Paddon-Jones se pierde masa muscular y se reduce la producción de proteínas en pacientes ancianos después de 10 días y en jóvenes después de 28 días (Rey Rozas, 2014).

Hasta hace algún tiempo no estaba indicado someter a un paciente con alteraciones del perfil lipídico o cardíaco a un entrenamiento de fuerza, por todos los riesgos que supondría abordar con este tipo de entrenamiento a un paciente con un gran número de factores de riesgo. Actualmente esto ha cambiado y en base a diferentes estudios se sabe que los pacientes que son sometidos a un entrenamiento de fuerza bien dosificado e implementado los síntomas, la capacidad funcional y la masa muscular, entre otros mejoran (Rodríguez, 2020) (Ferraz, 2011).



En la actualidad se conoce que la inactividad física provoca trastornos en la salud de las personas, afectando sus dimensiones físicas, psíquica y social. Por lo que además del sedentarismo, se puede observar la incidencia de ciertos hábitos inadecuados para la salud en otros ámbitos de la vida cotidiana como la alimentación, caracterizada por un desequilibrio en la cantidad y variedad de los alimentos que componen la dieta (Kohl, 2012).

Parece existir una clara relación entre el nivel de inactividad física e ingesta calórica, siendo estos factores clave en la acumulación de tejido adiposo a nivel regional y total (González Jiménez, 2013) lo que se traduce en un mayor riesgo de padecer o tener complicaciones en enfermedades cardiovasculares y factores de riesgo asociados (Lahera, 2018) (Aguilar Salinas, 2007)

La OMS establece como causa fundamental del sobrepeso y la obesidad el aumento en la ingesta de alimentos hipercalóricos y el descenso en la actividad física por una forma de vida cada vez más sedentaria (Morales, 2016).

Mientras la masa grasa visceral está más asociada con el riesgo cardiovascular, la masa magra es también importante, debido a que es el sitio primario de captación de glucosa mediada por la insulina, factor determinante de la sensibilidad corporal a la hormona; las variaciones en la masa magra, inducidas por el ejercicio, la dieta o el crecimiento impactarán la resistencia a la insulina, la cual juega un papel fundamental en la etiología de la enfermedad cardiovascular (Martínez, 2010).

Por estas razones se considera importante profundizar en estos comportamientos de manera transdisciplinaria entre el equipo de rehabilitación cardíaca principalmente fisioterapia y nutrición, y analizar si existe una correlación entre la masa grasa y la fuerza muscular en pacientes con enfermedad cardiovascular que asisten al Programa de Rehabilitación Cardíaca en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

Por lo que se hace la siguiente pregunta:

¿Existe alguna correlación entre la fuerza muscular y el porcentaje de masa grasa en pacientes con enfermedad cardiovascular?



Justificación

Actualmente, la actuación del equipo transdisciplinario es fundamental ya que permite complementar paradigmas tanto en el aspecto teórico como en el práctico, permitiendo ampliar el cúmulo de conocimientos.

De ahí la iniciativa de realizar un estudio en conjunto con otras profesiones tales como fisioterapia y nutrición, dirigido a pacientes con enfermedad cardiovascular que acuden al Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” (INCICH).

De manera enfocada, los objetivos principales relacionados con la fisioterapia en la fase II en los que se basa el PRHC del INCICH y su intervención en el equipo transdisciplinario son: aumentar la capacidad funcional, la fuerza muscular, la coordinación, el equilibrio y la elasticidad mediante el entrenamiento físico (Maroto Montero, 2010), además de impactar en el comportamiento y estilo de vida del paciente y su familia, ya que es un periodo de vigilancia, atención individualizada, aprendizaje y consejo por parte del equipo interdisciplinario mediante charlas con mensajes claves acerca del control y modificación de factores de riesgo a través de temas relacionados con la toma de medicamentos, la alimentación y la salud mental. Por parte del equipo de fisioterapia las charlas son acerca de las fases, características y reglas de seguridad del ejercicio. Y un entrenamiento bien dosificado e implementado. (Rius Suárez, 2016).

Mientras que, en el aspecto nutricional, los objetivos en los que se guía su intervención son el mantener una dieta adecuada y balanceada, y el control de factores de riesgo relacionados con la alimentación (González Calvo, 2011).

En el presente estudio se darán a conocer los resultados de las correlaciones entre distintos parámetros fisioterapéuticos y nutricionales como lo son; porcentajes de masa magra, masa grasa, circunferencia de cintura o perímetro abdominal y repetición máxima.

Resulta pertinente realizar este estudio con la intención de conjuntar los conocimientos de ambas disciplinas para dar una mayor eficacia a la intervención en la rehabilitación cardíaca, en específico dentro de la fase II puesto que mediante la valoración de



fuerza muscular por repetición máxima (RM) por el equipo de fisioterapia y la valoración nutricional por el equipo de nutrición se obtendrán los parámetros mencionados.

Por consiguiente, al identificar una posible relación entre estos se obtendrá un conocimiento más amplio del estado corporal y físico del paciente que permita identificar factores de riesgo como la baja o falta actividad física y la acumulación excesiva de tejido graso.

Al identificar estos factores de riesgo se puede intervenir indicando al paciente la implementación de hábitos saludables como una dieta equilibrada y un programa de entrenamiento completo y adecuado a las características del paciente, lo que potenciaría los resultados de las intervenciones de ambas disciplinas evitando complicaciones asociadas a un gran número de enfermedades como diabetes, hipertensión, dislipidemias, entre otros, y permitiendo un equilibrio entre la fuerza muscular y la masa grasa, lo que se asocia a una mejor calidad de vida con menor riesgo de mortalidad.

Pues se debe tomar en cuenta que muchos de estos pacientes no han recibido o han tenido indicaciones insuficientes en cuanto a actividad física desde su egreso hospitalario, esto contribuye a que la masa magra continúe disminuyendo y la masa grasa tenga un probable aumento. Agregando que aquellos que iniciaron ejercicio físico lo habían realizado de manera insuficiente o errónea.

El presente estudio se desarrolló con la factibilidad y viabilidad adecuadas debido a que el área de rehabilitación cardíaca del INCICH cuenta con la infraestructura, el equipamiento, el personal de salud y las condiciones generales necesarias para el desarrollo e implementación de este y otros estudios realizados de manera constante.



II. ANTECEDENTES

II.A Evolución histórica

Anteriormente existieron diferentes épocas en las que el ejercicio físico comenzaba a utilizarse como parte de las indicaciones médicas en los pacientes con enfermedad cardiovascular.

El médico griego Asclepiades de Prusia (124 a.C. – 40 a.C.) fue el primero en desarrollar un programa de actividad física en las enfermedades vasculares, contradiciendo la idea de tratar estas patologías con reposo y drogas (Castiglioni, 1941).

En 1854 el médico William Stokes utilizó por primera vez la deambulación precoz e ideó programas de ejercicio físico para los pacientes que habían sufrido un episodio de infarto agudo de miocardio (Stokes, 1854).

En años posteriores ocurrió un retroceso con respecto a estas ideas, diversos autores como John Hilton en 1863, Eric J.B. en 1919 y Kenneth Mallory en 1939, aconsejaban reposo prolongado si se padecían enfermedades cardiovasculares con el fin de evitar complicaciones como aneurismas ventriculares, roturas cardíacas, necrosis aguda miocárdica, reinfartos, arritmias malignas y muerte súbita; por ello se les indicaba permanecer en cama durante 6 u 8 semanas, en sillón durante 6 meses y no se les permitía subir pequeños tramos de escalera en al menos 1 año, la vuelta a una actividad física y laboral ocurría únicamente de manera excepcional (Garrison, 1963) (Herrick, 1983) (Mallory, 1939).

Fue hasta la década de 1940 cuando médicos como Levine y Lown en Boston preconizaban el tratamiento en silla para la trombosis coronaria, en el cual se iniciaba la movilización al primer día del episodio agudo en periodos de 1 a 2 horas. Se consideraba que la posición sedente aumentaba el volumen periférico, disminuía el retorno venoso y como consecuencia el trabajo cardíaco, además se describía una mejoría en la sensación subjetiva de bienestar y en la reanudación de las actividades diarias habituales (Levine, 1952).

En 1944 Dock hace hincapié en el riesgo del reposo prolongado en cama ya que aumentaba las posibilidades de tromboembolismo, desmineralización ósea, pérdida de fuerza



muscular, trastornos gastrointestinales y urológicos, así como inestabilidad vasomotora (Dock, 1944). En este año se inauguró el Instituto Nacional de Cardiología, en la Ciudad de México y con él surgió el primer Servicio de Rehabilitación para pacientes con enfermedades cardiovasculares (Chávez, 1948).

A partir de esto fue definitivo el cambio de pensamiento y en la década de 1960 diversos boletines y publicaciones de la OMS aconsejaban el desarrollo de programas multidisciplinarios (WHO., 1964) que incluyeran la práctica habitual de ejercicio en el tratamiento de pacientes cardiopatas, estos fueron denominados Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) (WHO., 1968).

Por su parte las sociedades científicas europeas y norteamericanas como la American College of Cardiology (ACC) y la American Heart Association (AHA) han desarrollado y editado guías de prevención cardiovascular e insisten en la necesidad de la aplicación de estos programas en la práctica clínica habitual con pacientes cardiopatas, por ser considerados seguros y efectivos. Dichas guías han continuado actualizándose a través del tiempo (Graham, 2009).



III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

III.A Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRHC)

De manera más concreta los Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) según Feigenbaum et al en 1987 se definen como: “Programas a largo plazo que comprenden una evaluación médica, prescripción de ejercicio, modificación de factores de riesgo, educación y asesoría de los pacientes. Estos programas son diseñados para limitar los efectos dañinos tanto fisiológicos como psicológicos de las cardiopatías, reducir el riesgo de muerte súbita o reinfarto, controlar la sintomatología cardiovascular, estabilizar o revertir el proceso de aterosclerosis y mejorar el estado psicosocial y vocacional de los pacientes” (Feigenbaum, 1998).

En el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” (INCIH) fue registrado en 1944 el primer Servicio de Rehabilitación Cardíaca inaugurado por el médico rehabilitador Nicandro Chávez Sánchez. Siendo la cardiopatía reumática la principal área de investigación y asistencia en esa época (Férez, 2008).

Hoy en día es una de las principales cedes formadoras de médicos cardiólogos rehabilitadores brindando un curso de alta especialidad y cede formadora de licenciados con aval universitario de fisioterapia en rehabilitación cardíaca.

En los PRHC se pueden incluir desde niños pequeños (3 años de edad) hasta adultos mayores, tomando en cuenta la patología de base y las características de cada grupo etario para su adecuado entrenamiento (Ilarraza H. Á., 2004).

Estos programas están basados en la enseñanza y el consejo a los pacientes (Ilarraza H. Á., 2004), a través de un trabajo multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar de distintas especialidades, más la infraestructura necesaria que evitará el abandono de los programas a medio y largo plazo sin antes lograr mejorar el pronóstico y calidad de vida del paciente. El ejercicio físico dentro de estos programas debe respetar las indicaciones y contraindicaciones para así poder ser planificado apropiadamente con el fin de evitar complicaciones no deseadas (Maroto, 2009).



III.B Indicaciones y contraindicaciones

A través del tiempo, el estudio y la experiencia han ampliado las indicaciones para los PRHC incluyendo cardiopatías de larga evolución, arritmias auriculares o ventriculares, infarto medicamente estable, insuficiencia cardíaca, angina estable e inestable, estenosis aórticas significativas, disección aórtica, enfermedad arterial periférica, patologías controladas como diabetes mellitus, dislipidemia, hipertensión o hipotensión arterial controlada, angioplastia coronaria transluminal percutánea, cirugía valvular, trasplante cardíaco, portadores de marcapasos (MP) o desfibriladores automáticos implantables (DAI) (Maroto, 2009).

Éstas se han tomado en cuenta ya que el ejercicio conlleva diversos beneficios como el aumento de la tolerancia al esfuerzo haciendo modificaciones a nivel central y periférico. A nivel central ocurre un menor deterioro en la función ventricular. A nivel periférico mejora la función del endotelio arterial, aumenta la capilaridad muscular, el tamaño y número de mitocondrias. Otros efectos positivos son: el aumento del umbral de ejercicio para la aparición de signos o síntomas de enfermedad como angina de pecho por descenso de la frecuencia cardíaca, disminución de presión arterial sistólica en reposo y a niveles de esfuerzo submáximo y disminución de frecuencia del infradesnivel del segmento ST, descenso de disnea. Además, que a nivel psicológico disminuye el estrés, la depresión y la ansiedad (Maroto, 2009).

Se consideran contraindicaciones la miocardiopatía hipertrófica obstructiva grave, el aneurisma disecante de aorta trombosado, el síndrome de Marfan, aunque actualmente incluso en estos casos se podría aconsejar ejercicio aeróbico a bajos niveles de carga. Como contraindicaciones temporales se encuentran la existencia de patologías agudas a otros niveles (diabetes mal controlada, neumonías, tromboflebitis) o las descompensaciones cardiológicas (angina inestable, arritmias significativas, pericarditis) (Maroto, 2009).

III.C Equipo multi, inter y transdisciplinario

El trabajo en equipo forma parte de una condición importante de todo grupo de trabajo, donde el fin será alcanzar metas comunes buscando la innovación e integración de las funciones y actividades de las disciplinas y profesiones involucradas. Mencionado lo anterior, es necesario diferenciar entre equipos multidisciplinares, interdisciplinares y



transdisciplinarios.

El término multidisciplinario se utiliza para hablar de una combinación de varias disciplinas en la búsqueda de un objetivo, no necesariamente trabajando de forma integrada o coordinada (International, 2005). El equipo multidisciplinario es aquel que está formado por un grupo de profesionales de diferentes disciplinas, donde uno de ellos es el responsable del trabajo que se lleva a cabo y a su vez requiere del aporte del resto de los profesionales para obtener el logro de los objetivos comunes (Hena Villa, 2017).

El término interdisciplinario comprende la interacción entre dos o más disciplinas diferentes, esto puede ir desde el compartir ideas hasta la integración total de conceptos, metodología, procedimientos, teorías, terminología, datos, organización de la investigación y entrenamiento (NSERC., 2004). Un equipo interdisciplinario aspira a un nivel más profundo de colaboración, en la cual quienes lo constituyen combinan su conocimiento mutuamente, siendo la responsabilidad de todos el completar los distintos niveles de los objetivos planeados (Bernard Bonnin, 1995).

El término transdisciplinario nos habla de una forma específica de interdisciplinariedad, dentro de este no existe un esfuerzo por el dominio de muchas disciplinas si no que su objetivo es abrir todas las disciplinas a que compartan y observen más allá de ellas (First, 1994). En un equipo transdisciplinario los límites entre y más allá de las disciplinas y el conocimiento trascienden, integrándose las perspectivas desde diferentes disciplinas científicas, así como desde fuentes no científicas (Flinterman, 2001).

Como se mencionó anteriormente estos programas están conformados por un equipo inter y transdisciplinario, el cual se encuentra integrado por médicos que brindan una correcta estratificación de riesgo, enfermeras, fisioterapeutas, nutriólogos y psicólogos que ofrecen una adecuada supervisión e intervención a cada paciente (Ilarraza H. Á., 2004).

En el momento del ingreso del paciente, el especialista y su equipo de trabajo deben establecer el riesgo cardiovascular, así como los parámetros de prescripción y seguridad del entrenamiento, así como los cuidados y precauciones de cada paciente (Ilarraza H. Á., 2004).



De tal forma que el médico con formación en cardiología y rehabilitación cardíaca, se encargará de conocer toda la historia clínica del paciente con enfermedad cardiovascular y de prescribir el ejercicio físico a partir de la realización de una prueba de ejercicio con análisis de gases espirados (PEAGE) también conocida como prueba de esfuerzo cardiopulmonar, estableciendo los parámetros de su entrenamiento (Ilarraza H. Á., 2004): intensidad a la que se debe efectuar el ejercicio debajo del nivel de isquemia, en caso de existir, sin sobrepasar el umbral anaeróbico, evitando la posible aparición de arritmias y respuestas tensionales de riesgo; todos estos de acuerdo a la cantidad de METs, frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno y tensión arterial alcanzados por el paciente durante la prueba (Maroto, 2009).

El equipo inter y transdisciplinario realiza otras actividades de importancia en la evaluación del estado de salud del paciente, su tratamiento según su condición y necesidades además de la supervisión de sus sesiones de entrenamiento, con el objetivo de que siempre se encuentre en condiciones aptas para realizarlo.

La supervisión de las sesiones de entrenamiento inicia desde la identificación de aquellos pacientes que son candidatos para realizar ejercicio, esto mediante un escrutinio pre-ejercicio (Tabla 1) donde a través de preguntas específicas que se le hacen al paciente, la toma tanto de signos vitales, como del peso y de los niveles de glucemia capilar orientan a identificar a aquellos que requieren revisión por parte del médico.

Tabla 1 Escrutinio pre-ejercicio en el área de rehabilitación cardíaca del INCICH.

| | |
|---------------------------------|---------------|
| Fecha: _____ | |
| ¿Se siente mal? | Sí () No () |
| ¿Olvidó tomar sus medicamentos? | Sí () No () |
| ¿Ha tenido fiebre? | Sí () No () |
| ¿Ha tenido diarrea? | Sí () No () |
| ¿Ha tenido dolor en el pecho? | Sí () No () |
| ¿Ha tenido resfriado? | Sí () No () |
| ¿Ha tenido tos? | Sí () No () |
| ¿Ha tenido moco nasal? | Sí () No () |
| ¿Ha tenido palpitaciones? | Sí () No () |



| | |
|--|-----------------|
| ¿Ha tenido falta de aire? | Sí () No () |
| ¿Se hinchan sus pies? | Sí () No () |
| ¿Ha tenido falta de aire? | Sí () No () |
| ¿Se hinchan sus pies? | Sí () No () |
| ¿Ha tenido mareos o desmayos? | Sí () No () |
| ¿Es usted diabético? | Sí () No () |
| ¿Es usted hipertenso? | Sí () No () |
| ¿Cuántas horas durmió? | Dormí ____ hrs. |
| ¿A qué hora desayunó? | A las ____ hrs. |
| FC: ____ lpm < 50 () > 100 () | |
| TA: __ / __ mmHg >90/60 () >140/90 () | |
| Temp: ____ °C >38 () | |
| Peso: ____ kg. Incremento >1kg en 3 días () | |
| Glucemia capilar: ____ mg/dl <60 mg/dl (), >200 mg/dl () | |
| Observaciones: _____ | |
| Firma del paciente: _____ Evaluó: _____ | |
| ACREDITA (SÍ) (NO) | |

Fuente: (Maroto Montero, 2010)

Durante las sesiones de entrenamiento ya sea aeróbico o anaeróbico (kinesioterapia: entrenamiento de cualidades físicas no aeróbicas), la supervisión se lleva a cabo por el equipo de enfermería y fisioterapia, siempre supervisados por un cardiólogo, utilizando telemetrías que transmiten un trazo electrocardiográfico registrando la frecuencia cardíaca a un monitor que recibe estos datos, saturómetro, baumanómetro y estetoscopio para toma de signos vitales y vigilancia de signos o síntomas en cada una de las fases del ejercicio y las indicaciones pertinentes para trabajar bajo parámetros de seguridad y suficiencia.

El equipo de enfermería además de dirigir y supervisar las sesiones de entrenamiento aeróbico (cicloergometría), se encarga de ser el filtro de los pacientes inicialmente en la prueba de esfuerzo con toma de electrocardiograma, presión arterial y un examen de agudeza visual y auditiva además de apoyar en la consulta de primera vez, posteriormente antes de cada



sesión de entrenamiento a partir de un escrutinio donde se detecta cualquier condición que pudiera alterar el estado de salud del paciente y le impida realizar su entrenamiento adecuadamente.

Al inicio y final del programa, se aplica por parte del personal de enfermería una evaluación de conocimientos generales acerca de rehabilitación cardíaca, los factores de riesgo cardiovascular y las reglas de seguridad a seguir durante el entrenamiento. El control y modificación de factores de riesgo se facilita a través de este equipo, pues se encargan de dar clases a pacientes y familiares acerca de las consecuencias de estos, contribuyendo al conocimiento dirigen otras enfocadas al tipo de medicamentos y procedimientos quirúrgicos más comunes.

El equipo de fisioterapia además de encargarse de supervisar y dirigir las sesiones de entrenamiento de ejercicio aeróbico (baile) y anaeróbico (sesiones de kinesioterapia: fuerza, elasticidad, equilibrio y coordinación), se encarga de evaluar el riesgo de caídas al inicio y final del programa, así como de valorar el estado de orientación y deterioro mental al inicio del programa. El fisioterapeuta también realiza una valoración de cualidades físicas, y para algunos pacientes una evaluación de fuerza más específica por repetición máxima al inicio del programa, ambas se describirán a profundidad posteriormente. Y para aquellos pacientes que cursan por 4 o más semanas dentro del programa todas las valoraciones mencionadas se repiten a su egreso. De igual forma ofrecen clases en grupo a los pacientes acerca de técnicas del ejercicio y percepción del esfuerzo, a partir de las cuales se realiza un examen de conocimientos al inicio y final del programa acerca del ejercicio, incluyendo sus fases, características, reglas de seguridad, precauciones, frecuencia, intensidad y esfuerzo (escala de Borg).

Por su parte, el equipo de nutrición tiene la labor de llevar a cabo una valoración inicial y final donde se recaban datos generales del paciente, una lista de los alimentos que suele consumir y/o consumió recientemente además de una toma de medidas y porcentajes, mencionados ampliamente en el apartado de valoraciones, todo en conjunto permitirá realizar un cálculo adecuado del tipo y cantidad de alimentos que debe consumir cada paciente de acuerdo a sus características y diagnóstico. Dicho equipo cuenta también con una importante participación en el control de factores de riesgo, brindando clases para pacientes y familiares



acerca de los grupos alimenticios, etiquetas y principales enfermedades ocasionadas por una alimentación inadecuada.

Los Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) con actuaciones a nivel psicológico han demostrado menor incidencia de estos trastornos (depresión, ansiedad y altos niveles de hostilidad), con aumento en la calidad de vida (Maroto, 2009). Es por esto que el equipo de psicología se encarga de entrevistar y aplicar una serie de cuestionarios a todos los pacientes que ingresan a este tipo de programas con el objetivo de detectar trastornos emocionales que se requieran trabajar a lo largo de este, mediante pláticas individuales y grupales con los pacientes y familiares, con estrategias como historias con moraleja, meditación y relajación.

III.D Fases de un Programa de Rehabilitación Cardíaca

Los momentos de actuación de los Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) contemplan tres fases; la fase I o intrahospitalaria, la fase II o de aprendizaje y finalmente la fase III o de refuerzo, las cuales se describen a continuación:

D.1 Fase I

Dirigida a pacientes hospitalizados en la Unidad Coronaria y Cuidados Intermedios u hospitalización que han sufrido cardiopatía coronaria, infarto del miocardio o que han sido sometidos a procedimientos como angioplastia coronaria transluminal percutánea, cirugía de revascularización coronaria, trasplante cardíaco y/o cirugía de corrección valvular, así como pacientes con alguna cardiopatía congénita. Para poder ingresar a esta fase los pacientes deben encontrarse estables desde los aspectos clínico, eléctrico y hemodinámico (Rius Suárez, 2016).

Los objetivos de esta fase son dos principalmente. El primero es prevenir el síndrome de reposo prolongado con cambios posturales, movilización temprana, ejercicios pasivos los primeros días y subsecuentemente activos de las distintas articulaciones en todos los sentidos, así como ejercicios para corrección del patrón respiratorio con aprendizaje de la respiración diafragmática, deambulacion limitada y supervisada, todo de acuerdo a cada una de las etapas del programa de esta fase (Maroto Montero, 2010).



El segundo objetivo es preparar al paciente para su alta hospitalaria y garantizar su capacidad para realizar actividades de la vida diaria, además de instruir y mantenerse en frecuente contacto con el paciente y sus familiares para la modificación de factores de riesgo cardiovascular, prevenir cuadros depresivos e instar al paciente a que continúe con la siguiente fase del programa (Rius Suárez, 2016).

Todo esto considerando que los criterios para finalizar una sesión de ejercicio para pacientes hospitalizados son similares o ligeramente más conservadores que aquellos para finalizar una prueba de ejercicio de baja intensidad (Maroto Montero, 2010).

D.2 Fase II

Esta fase puede comenzar en la tercera semana del episodio agudo, tiene como objetivo impactar en el comportamiento y estilo de vida del paciente y su familia ya que se les informa sobre el hecho indispensable de que las pautas de comportamiento que van a aprender las deben seguir por el resto de su vida (Maroto Montero, 2010).

Es un periodo de vigilancia, atención individualizada, aprendizaje y consejo por parte del equipo interdisciplinario (Rius Suárez, 2016), donde dos grandes pilares fundamentan su actuación: la enseñanza y el entrenamiento físico, siempre después de acreditar el escrutinio pre-ejercicio. Centrando la intervención de cada miembro del equipo en educación al paciente, mediante charlas con mensajes claves y evaluaciones del conocimiento adquirido.

D.2.1 Programas de entrenamiento físico

Los programas de entrenamiento físico se definen como la suma de todos los estímulos que recibe el organismo en un determinado período y su objetivo es incrementar la capacidad de rendimiento corporal mediante un mecanismo adaptativo (Alemán, 2014).

En el caso de los pacientes con cardiopatía, estos programas, brindan múltiples beneficios como el incremento de la capacidad funcional y las cualidades físicas no aeróbicas como fuerza, elasticidad muscular, equilibrio y coordinación neuromuscular (Alemán, 2014).



Los parámetros de entrenamiento que se deben prescribir de manera individualizada, varían dependiendo de muchos valores como la patología de base, la edad, y otras condiciones asociadas al ejercicio (Alemán, 2014).

D.2.2 Prescripción y supervisión del programa de entrenamiento físico

Los pacientes de fase II realizan diversas actividades del programa de entrenamiento físico en grupos de trabajo integrados de manera homogénea con base en su estratificación de riesgo y la tolerancia máxima al ejercicio en la prueba de esfuerzo. En general, se pueden dividir a los pacientes en 4 grupos de trabajo: grupo A (> 10 METs), B (7.1 a 10 METs), C (5.1 a 7 METs) y D (≤ 5 METs) (Ilarraza H. , 2011).

Para su entrenamiento, el cardiólogo con entrenamiento en rehabilitación cardíaca proporciona 2 parámetros de frecuencia cardíaca. El primero se correlaciona con la intensidad del ejercicio a la que el paciente debe trabajar, conocida como frecuencia cardíaca diana (FCd), para calcularla el especialista puede utilizar la prueba de esfuerzo y determinar la etapa en la que el paciente presentó una percepción regular en el esfuerzo (12 a 13 según la escala de Borg) e indicar la frecuencia cardíaca observada en dicha etapa como la FCd; si el cardiólogo no cuenta con esta o cree que no es fiable, puede prescribir la FCd con mediante la fórmula de Karvonen, generalmente a un 70% de la FC de reserva. El segundo se correlaciona con niveles de seguridad ($<85\%$) y suficiencia (40-60%) y se denomina como frecuencia cardíaca máxima (FCmáx) (Ilarraza H. , 2011).

Existe otro parámetro importante de entrenamiento llamado doble producto (DP), el cual se calcula multiplicando la presión arterial sistólica por la frecuencia cardíaca, es un indicador indirecto del consumo miocárdico de oxígeno (MVO^2) y es una buena variable cuando se requiere regular la intensidad del ejercicio. En general el DP máximo permitido durante una sesión de entrenamiento no debe exceder 2.5 veces el DP al inicio de la sesión de los ejercicios (Ilarraza H. , 2011).

Durante una sesión de entrenamiento aeróbico se debe alcanzar el $100 \pm 5\%$ de los parámetros de prescripción de FCd y DPd. Si se respeta esta prescripción, el paciente no sobrepasará el 85% de la FCmáx (niveles de seguridad) y el estímulo será suficiente mayor al 60% de ella (niveles de suficiencia). En cambio, cuando los pacientes realizan sesiones de



kinesioterapia, el objetivo es desarrollar las cualidades físicas, por lo que la mayoría trabaja por debajo de parámetros de prescripción (Ilarraza H. , 2011).

D.2.3 Factores de dosificación del entrenamiento

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), la Asociación Americana de Rehabilitación Cardiovascular y Pulmonar (AACVPR), y el Colegio Americano de Cardiología (ACC), establecieron criterios para el mejoramiento de la aptitud cardiorrespiratoria y muscular en pacientes cardiopatas que participan en programas de rehabilitación cardíaca (Subiela, 2008).

2.3.1 Intensidad

La intensidad refleja o la magnitud del esfuerzo requerido para realizar un ejercicio o actividad. También puede definirse como el porcentaje de la capacidad máxima de ejercicio que se impone en los entrenamientos, para generar los cambios que se persigue (Subiela, 2008).

El ejercicio físico a intensidades elevadas se asocia a mayor riesgo cardiovascular, lesiones músculo-esqueléticas y menor adherencia al entrenamiento. Por lo que los programas recomendados deben ser de moderada intensidad (Cordero, 2014).

Los ejercicios moderados producen beneficios en el paciente con cardiopatía mejorando su capacidad aeróbica sin aumentar el riesgo. En personas que se incorporan a un programa de rehabilitación cardíaca, después de haber sido convenientemente evaluadas, se les prescribe el ejercicio aeróbico entre el 40% - 60 % de su capacidad máxima durante las primeras tres o cuatro semanas; evitando dolores musculares propios después de un período de inactividad. Luego se va incrementando progresivamente, una vez logrados los niveles deseados u óptimos y tras la revisión adecuada de su evolución, hay que seguir ejercitándose para mantenerlos (Subiela, 2008).

Existen varias alternativas para controlar la dosificación del entrenamiento: la frecuencia cardíaca, el VO_2 alcanzado durante la prueba de esfuerzo y la escala de esfuerzo percibido (Borg) (Subiela, 2008).



Si se controla a través de la frecuencia cardíaca se entrenará según su prescripción (frecuencia cardíaca diana) y no deberá pasar el 85% de la frecuencia cardíaca máxima (Alemán, 2014). Por lo general este nivel se encuentra entre el 50 al 75% dependiendo de la aptitud física y la estratificación de riesgo realizada antes del ingreso del programa (López Jiménez, 2013).

El entrenamiento de fuerza se asocia a modificaciones en el miocardio que implican cambios positivos en la frecuencia cardíaca (FC) y volumen respiratorio. Según el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) con intensidades del 40-60% de una repetición máxima (1RM) se dan mayores aumentos de la respuesta de la FC que con intensidades mayores (ACSM., 2018).

2.3.2 Duración

Tiempo que se dedica en cada sesión de entrenamiento a la actividad continua. La duración de cada sesión varía entre 20 a 60 minutos (Subiela, 2008), se recomienda comenzar con 15 a 20 minutos y sucesivamente ir aumentando el tiempo hasta alcanzar 45 a 60 minutos, siendo la duración ideal del entrenamiento con todas las fases del ejercicio en un Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC). El incremento en el tiempo, así como en la intensidad del ejercicio debe ser progresivo, esta progresión varía de acuerdo a la estratificación de riesgo y el estado físico del paciente, por ejemplo, en personas mayores con limitaciones ortopédicas, se puede sacrificar intensidad a cambio del aumento de la duración (Alemán, 2014).

2.3.3 Frecuencia

Se refiere al número de veces que se practica el ejercicio por semana. El número mínimo de sesiones que produce efecto de entrenamiento es de dos veces a la semana. El ACSM, recomienda ejercitarse no menos de 3-5 veces a la semana, 5 veces por semana para ejercicio aeróbico y 3 veces para ejercicio de fuerza, coordinación, equilibrio y elasticidad (Subiela, 2008).



2.3.4 Tipo de actividad

Se consideran adecuadas todas las actividades que reúnan las siguientes características: que involucren la participación de grandes grupos musculares, que el paciente tenga una explicación previa a su ejecución, que sea de realización sencilla y adecuada evitando el riesgo de lesiones, mantener un ambiente agradable logrando que la actividad sea placentera y satisfactoria, que sea de bajo impacto y de carácter continuo (Subiela, 2008).

Los ejercicios de tipo aeróbico en combinación con los ejercicios de fortalecimiento muscular actualmente son implementados de forma segura para los pacientes cardíacos y en conjunto ayudan, al paciente a recuperar la confianza para realizar actividades de la vida diaria (Alemán, 2014).

2.3.5 Progresividad

La progresión es la forma en que la persona debe aumentar la sobrecarga con el fin de promover la mejora continua de su condición física (sobrecarga progresiva) (Aznar Laín, 2009).

Esta puede consistir en aumentar cualquiera de los componentes del ejercicio. La tasa de progresión recomendada en un programa de ejercicios depende del estado de salud del individuo, respuesta al entrenamiento y objetivos propuestos. Debe hacerse gradualmente y de forma monitoreada para minimizar riesgos de dolor, lesiones, fatiga excesiva y el riesgo a largo plazo de sobre entrenamiento; en caso de presentarse algún efecto adverso se deben hacer ajustes para que sea bien tolerado (ACSM., 2018).

2.3.6 Mantenimiento

Los efectos del entrenamiento son transitorios y reversibles. El cuerpo se adapta a los niveles habituales de ejercitación y estimulación física (Subiela, 2008).

2.3.7 Adhesión al programa

Todos estos factores que se han descrito hay que acoplarlos al “factor de adhesión al programa”; si esta falla, es poco lo que se puede lograr. El paciente debe identificarse con la



actividad y sentir que el programa constituye un medio para mejorar su estado de salud (Subiela, 2008).

D.2.4 Parámetros a tener en cuenta durante el entrenamiento con pacientes cardíacos

2.4.1 Respuesta de la frecuencia cardíaca (FC)

El ejercicio dinámico incrementa la frecuencia cardíaca en mayor proporción que el ejercicio de fuerza muscular. Existen otros factores que influyen en ella como la posición corporal, las condiciones psicológicas (estados de ansiedad o estrés), el medio ambiente y el estado de salud (Subiela, 2008).

El principal mecanismo por el cual se incrementa el gasto cardíaco durante el ejercicio en respuesta a las demandas del músculo esquelético, es el aumento de la frecuencia cardíaca en consecuencia a la disminución del tono parasimpático y aumento del tono simpático además del incremento de catecolaminas circulantes (Subiela, 2008).

Para evaluar la respuesta ante el ejercicio, la frecuencia cardíaca se registra antes, durante y después del ejercicio. Después del ejercicio, el tono parasimpático se restaura y la frecuencia cardíaca va recuperándose, si esta recuperación es anormal (<12 lpm) aumenta el riesgo de mortalidad.

El rápido incremento de la frecuencia cardíaca durante un ejercicio submáximo o durante la recuperación, puede suceder debido a deficiencias cardiovasculares que presenta paciente. Respuesta frecuente después de un infarto o cirugía de arterias coronarias. Por otro lado, su escaso aumento durante el ejercicio submáximo puede deberse al consumo de fármacos como los beta-bloqueadores (Jolly, 2011).

2.4.2 Respuesta de la tensión arterial (TA)

Tanto en el ejercicio aeróbico como de resistencia, la tensión arterial dependerá de la intensidad del estímulo. La tensión sistólica se incrementa junto con la carga de trabajo y las mayores cifras se registran durante el máximo esfuerzo, mientras que la diastólica puede mantenerse igual o incluso disminuir. Sí el ejercicio es de gran intensidad, se puede elevar de



manera brusca tanto la presión sistólica como la diastólica. Luego del ejercicio máximo, la tensión arterial puede descender alcanzando nuevamente los valores de reposo en aproximadamente 6 minutos (Del Valle Soto, 2015).

Pueden existir anomalías en la presión arterial durante el ejercicio que ocasionan consecuencias adversas. En el caso de la tensión sistólica, se ha demostrado que la respuesta plana puede influir en que se presente fibrilación ventricular post esfuerzo y la hipotensión inducida por el ejercicio tiene mal pronóstico en enfermedades cardiovasculares. En cuanto a la diastólica su incremento se puede asociar con presencia de enfermedad arterial coronaria (Álvarez Aguilar, 2015).

2.4.3 Percepción del esfuerzo (Escala de Borg)

La Escala de Borg es un método científicamente aceptado para controlar de manera subjetiva la intensidad del ejercicio según el esfuerzo percibido por el paciente durante el ejercicio (Fajardo, 2009).

Durante las distintas modificaciones de esta escala, se hizo posible establecer relaciones lineales entre el aumento de la carga de trabajo, el aumento del consumo de oxígeno y la frecuencia cardíaca, que fueron relacionados con los valores de la escala de percepción del esfuerzo, tomando el número 6 como punto de inicio debido a que la frecuencia cardíaca en reposo de un adulto sano es cercana a 60 latidos por minuto. Dando como resultado las siguientes divisiones: ligero (60 - 110 lpm), regular (120 – 130 lpm) y pesado (140 – 200 lpm) (Borg, 1962).

Al adquirir su forma definitiva, se obtuvo una escala del 6 al 20 que contenía incrementos de una unidad e indicadores verbales en todos los grados impares, la cual fue traducida y adecuada para la población mexicana (Fajardo, 2009) (Ilustración 1).

Ilustración 1 Escala de Borg.



Fuente: (Fajardo, 2009)

Al aplicar la escala se debe explicar al sujeto el propósito de la misma, de manera que se entienda lo que se espera de ella graduando su propia percepción como un fenómeno subjetivo de acuerdo a su sentir interno y no pensando cual sería el indicado según la carga que se le está aplicando o según lo que otras personas pensarían o dirían en su situación (Fajardo, 2009).

Explicado lo anterior, por lo común en la fase principal del ejercicio o cuando se incrementa la carga de trabajo después de esperar 30 segundos, se debe hacer la siguiente pregunta: ¿Cómo siente el esfuerzo? dando a elegir entre las 3 categorías principales (ligero, regular o pesado). A continuación, el sujeto debe seleccionar la subcategoría muy muy ligero/pesado o muy ligero/pesado y al último asignar un número de la escala de esfuerzo (Borg, 1962).

Para evitar dificultad al elegir, se le explica al sujeto que pesado se refiere a un esfuerzo máximo y seleccionar el nivel más alto significa ya no poder más con el esfuerzo. Ligero indica un esfuerzo mínimo y seleccionar el nivel más bajo se entiende como si no estuviera haciendo nada (Borg, 1962).

Se recomienda trabajar entre los valores de la categoría regular (12 a 13) considerados de intensidad moderada y que correlacionan con el 60% al 75% del $VO_2\text{max}$ del



paciente. En caso de no lograr llevar a estos valores por parte del sujeto se consideraría evaluar si se requiere bajar o incrementar la carga dependiendo de los objetivos del entrenamiento (Subiela, 2008).

2.4.4 Termorregulación del paciente

En una sesión de entrenamiento físico, la seguridad del paciente es primordial. El tipo de entrenamiento y las características en las que este se desenvuelve pueden incrementar la temperatura corporal significativamente (Maughan, 1999).

Durante el entrenamiento físico, los músculos generan una gran cantidad de calor que debe disiparse hacia el ambiente o de lo contrario ocurre un aumento en la temperatura central del cuerpo. Esta producción de calor por los músculos es proporcional a la intensidad de trabajo (Maughan, 1999).

Este incremento en la temperatura corporal también puede deberse a la exposición a ambientes hipertérmicos en donde la resistencia vascular normalmente decrece debido a la vasodilatación cutánea correspondiente esto para lograr mantener la presión, el gasto cardíaco, entre otros (Maughan, 1999).

En sujetos sanos el incremento de gasto cardíaco en un ambiente caluroso puede llegar hasta 12 l/min, pero en personas con enfermedades cardíacas como insuficiencia cardíaca o enfermedad coronaria un gasto cardíaco de 8 a 12 l/min puede no ser tan factible, pues durante un stress calórico el paciente no podrá mantener una adecuada termorregulación incrementando el riesgo de padecer una lesión por golpe de calor o hasta la muerte (Maughan, 1999).

Una respuesta fisiológica que intenta controlar el aumento excesivo de la temperatura central es la sudoración. Pero si esta pérdida de líquido no se compensa con una ingesta de líquidos puede ocasionar un deterioro en la regulación de la temperatura, el rendimiento y posiblemente en la salud al no lograr mantener el mismo gasto cardíaco, por lo que se debe de evitar llegar a un estado de hipohidratación, esto sin dejar de considerar el estado de salud de aquellos pacientes que tienen cierta restricción de líquidos ya que ellos no podrán pasar la cantidad de líquidos que el médico indicó (Maughan, 1999).



2.4.5 Respuesta ante el ejercicio contra resistencia

El ejercicio contra resistencia anteriormente había sido excluido de los programas de rehabilitación en pacientes con afecciones cardíacas como la insuficiencia cardíaca, debido al temor de un empeoramiento en la función del ventrículo izquierdo y a un potencial efecto adverso en la remodelación de este ventrículo, relacionado con el aumento de la poscarga que este tipo de ejercicio produce. Considerando la intensidad moderada con la que estos pacientes suelen realizar los ejercicios, las respuestas hemodinámicas no exceden los niveles alcanzados durante una prueba de esfuerzo habitual, por lo tanto, no se han demostrado efectos adversos del ejercicio de resistencia en la remodelación ventricular izquierda mientras se respeten los parámetros prescritos. Teniendo en cuenta todo esto, se comenzó a incorporar el ejercicio contra resistencia a estos programas (Rivas Estany, 2011).

D.3 Fase III

Es una etapa de mantenimiento, en la cual los pacientes asisten una o dos veces al año al centro de rehabilitación cardíaca para reforzar lo aprendido, pues se repasan los conceptos, además de supervisar el comportamiento durante la sesión de entrenamiento, vigilando la tensión arterial, frecuencia cardíaca, percepción del esfuerzo, doble producto y trazo electrocardiográfico, manteniendo el entrenamiento dentro de los parámetros de prescripción, seguridad y suficiencia, haciendo las modificaciones pertinentes según requiera el paciente (Rius Suárez, 2016).

D.3.1 Valoraciones

En el ingreso al programa de rehabilitación cardíaca, los miembros del equipo de profesionales de salud realizan una serie de valoraciones al paciente con el fin de contar con parámetros de referencia que le ayuden a establecer el programa a seguir y los objetivos a lograr. Una vez que termina el programa de rehabilitación cardíaca, las valoraciones se repiten para determinar el progreso del paciente en cada uno de los objetivos propuestos (Rius Suárez, 2016).



Este apartado se centrará principalmente en las valoraciones realizadas por el equipo de fisioterapia y nutrición. En el caso del equipo de fisioterapia particularmente la evaluación de fuerza por repetición máxima y en el equipo de nutrición las mediciones tomadas.

D.3.2 Valoraciones fisioterapéuticas

3.2.1 Valoración postural

Dentro de las valoraciones que se realizan se encuentra una enfocada a observar la postura en diferentes planos (frontal: antero-posterior, sagital: latero-lateral y transversal: céfalo-caudal) detectando alteraciones en distintos segmentos como: cabeza-cuello, cintura escapular, columna, cadera, rodillas y pies.

En caso de presentar alguna lesión aguda o crónica se derivará con los especialistas para valoración, los cuales interrogarán acerca de la localización, posible mecanismo de lesión, tiempo de evolución, en caso de dolor se preguntará acerca de sus características (tipo, frecuencia e intensidad). Además de recibir un seguimiento por parte del área de fisioterapia ya que las alteraciones músculo esqueléticas y el dolor pueden limitar el entrenamiento físico o modificar las condiciones en las que se llevará a cabo.

3.2.2 Valoración de riesgo de caídas

En los pacientes del Programa de Rehabilitación Cardíaca la valoración del riesgo de caídas resulta importante, debido a los factores de riesgo que presentan, los medicamentos que ingieren y el ejercicio físico al que serán sometidos. Además, la evaluación y detección del riesgo de caídas ayuda a identificar posibles problemas de equilibrio y movilidad (Rius Suárez, 2016).

Para realizar esta evaluación existen diversas escalas que aportan información confiable requiriendo poco o ningún equipamiento y que son fáciles y rápidos de aplicar, como es el caso de la escala de Tinetti. Esta escala valora las características, procesos de la marcha, el equilibrio tanto estático como dinámico, además, aunque no forma parte de esta escala se indagan las circunstancias que pueden alterar la marcha como caídas y/o lesiones previas, déficits sensoriales y estado mental (Rius Suárez, 2016).



3.2.3 Valoración de cualidades físicas

Se realiza una valoración de cualidades físicas, definidas según Torres, J. como: “Aquellas predisposiciones fisiológicas innatas en el individuo, factibles de medida y mejora, que permiten el movimiento y el tono muscular. Son por lo tanto aquellas que en el entrenamiento y el aprendizaje van a influir de manera decisiva, mejorando las condiciones heredadas en todo su potencial” (Villa, 2011).

Estas pruebas incluyen la valoración de las siguientes cualidades con los respectivos ítems:

Equilibrio, en el que se evalúa (Cervantes Guzmán, 2018) (Rius Suárez, 2016):

- Caminata en tándem adelante: la cual consta en caminar con un pie delante de otro siguiendo una línea recta y tocando con la puntera de un pie el talón.
- Caminata en tándem atrás: la cual consta en caminar hacia atrás con pie siguiendo una línea recta y tocando con la puntera de un pie el talón.
- Equilibrio unipodal derecho: se registra la duración máxima del equilibrio mientras el sujeto se mantiene sobre el pie derecho, sin ningún apoyo y sin tocar el piso, pidiendo al paciente se mantenga 10 segundos con el pie izquierdo al frente, 10 segundos a los lados y 10 segundos hacia atrás.
- Equilibrio unipodal izquierdo: se registra la duración máxima del equilibrio mientras el sujeto se mantiene sobre el pie izquierdo, sin ningún apoyo y sin tocar el piso, pidiendo al paciente se mantenga 10 segundos con el pie derecho al frente, 10 segundos a los lados y 10 segundos hacia atrás.
- Caminata lateral con cruce de pie de lado derecho y de lado izquierdo: se pide al paciente, camine de manera lateral abriendo primero la pierna derecha y cruzando la izquierda por delante para volver a abrir la derecha. Esta se repite hacia el lado izquierdo.

Coordinación, donde se valora (Le Bouch, 1997) (Rius Suárez, 2016):

- Uso de brazos ipsilateral: se pide al paciente que la mano derecha toque el hombro derecho y la mano izquierda toque el hombro izquierdo.



- Uso de brazos contralateral: se pide al paciente que la mano derecha toque el hombro izquierdo y la mano izquierda toque el hombro derecho.
- Uso de brazo con pierna contraria: en esta prueba, se pide al paciente que, flexionando el codo derecho, lo lleve a su pierna izquierda, la cual debe flexionarse en cadera y rodilla. Este ejercicio se realiza de manera alternada y contralateral.
- Cruce de línea media: se pide al paciente que pase el balón por línea media y debajo de la pierna con la mano contralateral, alternando en forma continua.
- Pase de balón por detrás de la espalda: donde se pide al paciente pasar el balón con dos manos por el lado derecho y recibirlo por el izquierdo.

Las pruebas anteriores se califican de 0 a 2 puntos. Calificando como 0 si no se logra completar la prueba, 1 si tiene algunos errores, 2 si lo realiza correctamente.

Elasticidad, evaluando arcos de movimiento mediante goniometría y pruebas específicas, guiándose de los valores de referencia dentro de las cuales se valoran (Kendall, 2000) (Rius Suárez, 2016):

- Hombro (flexión y extensión)
- Rodilla (flexión)
- Prueba de Thomas: la cual, valora el grado de flexibilidad-acortamiento de la musculatura flexora de la cadera. El paciente se encuentra en decúbito supino y se le pide que abarque con ambas manos la rodilla contralateral a lado que se va a evaluar y que la lleve hacia el tronco en flexión máxima de cadera. En caso de contractura en flexión, la ejecución de la maniobra produce flexión de la cadera y la extensión de la rodilla contralaterales, incrementándose la distancia entre el hueco poplíteo y la camilla (Bueno, 2007).
- Prueba de Sit and Reach: prueba sencilla y rápida que valora la flexibilidad de la musculatura isquiosural y lumbar, la cual consiste en la medición de la distancia existente entre la punta de los dedos de la mano y el suelo o la tangente a la planta de los pies al realizar la máxima flexión del tronco activa con rodillas extendidas, se realiza en sedestación en el suelo y con el equipamiento necesario (cajón de medición) (Ayala, 2012).



Un concepto que va de la mano con la elasticidad es la flexibilidad, definida como la capacidad de mover una articulación a través de su ROM completo, que si se desarrolla de la manera adecuada puede prevenir lesiones. Esta depende de una serie de variables específicas, incluida la distensibilidad de la tapa de la articulación, calentamiento adecuado y la viscosidad del músculo (ACSM., 2018).

Fuerza muscular:

Evaluada para todos los pacientes mediante la escala de Daniels y Lovett (Rius Suárez, 2016) en la que se obtiene un valor de 0 a 5 de acuerdo al nivel de contracción (nula, visible, palpable), movimiento en toda su amplitud (con o sin gravedad), resistencia (nula o con moderada/máxima) de miembros superiores e inferiores (ACSM., 2018):

- Hombro (flexión, extensión, abducción y aducción)
- Codo (flexión y extensión)
- Cadera (flexión, extensión; abducción y aducción)
- Rodilla (flexión y extensión)

El Colegio Americano de Medicina del Deporte fusionó los términos fuerza muscular, resistencia y potencia en una categoría denominada aptitud muscular y la ha incluido como una parte integral de la aptitud física total relacionada con la salud, la cantidad y la calidad del ejercicio para desarrollar y mantener la condición física (ACSM., 2018).

La fuerza muscular se refiere a la capacidad del músculo para ejercer una fuerza máxima en una ocasión, la resistencia muscular es la capacidad del músculo para continuar realizando esfuerzos o repeticiones sucesivas contra una carga submáxima, y la potencia muscular es la capacidad del músculo y sus fibras para contraerse y generar la fuerza necesaria para realizar un trabajo en relación al tiempo, se trata de una relación fuerza-velocidad, por lo tanto un músculo será más potente cuanto menor sea el tiempo que haya empleado para realizar un trabajo (ACSM., 2018) (Carrere, 2010).

La fuerza muscular puede mejorar o mantener las siguientes características físicas importantes relacionadas con la salud: masa ósea (densidad mineral, contenido y resistencia



ósea), que está relacionada con la osteoporosis y la masa muscular (número, tamaño y densidad de mitocondrias), que está relacionada con la sarcopenia (ACSM., 2018).

Las pruebas de aptitud física de la fuerza muscular y la resistencia muscular antes de comenzar el entrenamiento físico y como parte de una evaluación de salud pueden proporcionar información valiosa sobre el nivel de aptitud física inicial del paciente. La información obtenida durante las evaluaciones iniciales de aptitud muscular también puede servir como base para diseñar programas de entrenamiento de ejercicio individualizados y promover la adherencia al ejercicio a largo plazo (ACSM., 2018).

3.2.4 Valoración de fuerza por repetición máxima

Dentro de las valoraciones llevadas a cabo por parte del equipo de fisioterapia se encuentra aquella que se enfoca en valorar la fuerza muscular por medio de la repetición máxima (RM), considerada de suma importancia en esta tesis, la cual únicamente es realizada a aquellos pacientes que pueden ser valorados por este medio de acuerdo a las características de su patología y de su estado de salud actual, y siguiendo un protocolo establecido.

El término de repetición máxima se introdujo por primera vez por Thomas L. Delorme a mediados de la década de 1940 (Delorme, 1948).

Se define como la mayor cantidad de peso que pueda levantar una persona con técnica adecuada una sola vez (Baechle, 2007). Esta valoración, ha sido el estándar para la evaluación de la fuerza dinámica, siendo un indicador confiable de la fuerza del músculo (ACSM., 2018).

En el programa de entrenamiento de fuerza por RM se excluirán aquellos pacientes con: angina inestable, hipertensión arterial no controlada, arritmias no controladas, insuficiencia cardíaca descompensada, estenosis aórtica grave, cardiomiopatía hipertrófica o problemas osteoarticulares que impidan el tipo de ejercicio. Se debe suspender si el paciente siente algún malestar precordial como mareos, taquipnea, angina o si aparecen signos o síntomas que indiquen isquemia, arritmias o respuestas hemodinámicas anormales (Hernández González, 2008).



Procedimiento de valoración por repetición máxima

Esta valoración se realiza con el fin de proporcionar a cada paciente el peso adecuado según su tolerancia. Para calcular la repetición máxima (RM) existen dos métodos:

Método directo: permite conocer la máxima fuerza del paciente de la manera más sencilla: se realizan levantamientos y se va incrementando el peso en kilogramos a la carga hasta comprobar que no se puede mover la barra o realizar de manera correcta la técnica (Delorme, 1948).

Método indirecto: en este se determina el valor estimado de RM a través de ecuaciones de predicción o tabulaciones validadas (Ilustración 2), resulta menos fiable que el anterior si se usan altas repeticiones. Se calcula en función del peso levantado y el número de veces, consiguiendo aproximar la repetición máxima (Delorme, 1948).

Ilustración 2 Ecuaciones del método indirecto para calcular la repetición máxima (RM).

| Autor(es) | Ecuación (1RM es el resultado a averiguar) |
|---------------------------------|---|
| Epley (1985), Weiday (1988)* | 1RM= Peso levantado test · (1+(0,033 · Nº reps hasta fallo)) Bastante precisa cuando: 10 < Nº reps hasta fallo < 15 |
| Lander (1985)* | 1RM= $\frac{100 \cdot \text{Peso levantado test}}{101,3 - (2,67123 \cdot \text{Nº reps hasta fallo})}$ |
| O'Connor et al. (1989) | 1RM= 100 · Peso levantado test · (1+0,025 · Nº reps hasta fallo) |
| Lombardi (1989) | 1RM= Peso levantado test · (Nº reps hasta fallo) ^{0,18} |
| Magnew et al. (1992) | 1RM= $\frac{100 \cdot \text{Peso levantado test}}{52,2 + 41,9 \cdot e^{-0,055 \cdot \text{Nº reps hasta fallo}}}$ |
| Brzycki (1993)* | 1RM= $\frac{\text{Peso levantado test}}{1,0278 - (0,0278 \cdot \text{Nº reps hasta fallo})}$ La más precisa cuando Nº reps hasta fallo s. 10 |
| Wathan (1994) | 1RM= $\frac{100 \cdot \text{Peso levantado test}}{48,8 + 53,8 \cdot e^{-0,075 \cdot \text{Nº reps hasta fallo}}}$ |
| LeSuer et cols. (1997) | 1RM= 100 · Peso levantado test · (48,8+53,8 · e ^{-0,075 · Nº reps hasta fallo}) |

Fuente: (Hernández González, 2008)

El método seleccionado es el directo. Se comienza seleccionando un peso inicial en kilogramos, que esté dentro de la capacidad percibida por el paciente considerando la edad del paciente, diagnóstico, sexo, peso corporal y tono muscular del músculo que será evaluado (Villa, 2011) (ACSM., 2018).



Para que el individuo alcance el valor de su RM, Sparling y col. sugieren seleccionar un peso liviano y aumentarlo progresiva y rápidamente las menos veces posibles (Sparling, 1990), para determinar cuál es la carga máxima que puede levantar en 3 oportunidades por movimiento, evaluando cada grupo muscular bilateralmente. Se evaluarán grupos musculares como: bíceps, tríceps, romboides, cuádriceps, isquiotibiales, glúteo mayor, abductores y aductores de cadera.

Como se había mencionado anteriormente todas las repeticiones deben realizarse a la misma velocidad de movimiento y mismo arco de movimiento. A menor velocidad significa un peso más cercano al máximo, por esto resulta de suma importancia vigilar la técnica con la que se trabaja (Delorme, 1948).

Se debe evitar la fatiga. En caso de que exista, los descansos deben de ser no menores a 3 minutos para dar tiempo a la resíntesis completa de ATP (Delorme, 1948).

De igual forma el paciente no debe percibir dolor o realizar compensaciones de otros segmentos musculares (ACSM., 2018).

Se estima que el peso levantado en las 3 repeticiones equivale al 93% de la máxima contracción voluntaria según la ACSM, en el caso de los pacientes con enfermedades cardiovasculares lo que se busca es no llevarlos al 100% y así evitar complicaciones (ACSM., 2018). Por lo que empleando esta cuantificación se debe realizar una conversión para calcular el 100% determinando el valor de 1RM, así puede ajustarse la intensidad y establecerse el régimen más conveniente de entrenamiento de acuerdo al objetivo (Delorme, 1948). En la (Tabla 2) se muestra cómo se determina el porcentaje trabajado según el número de repeticiones, que permite realizar el cálculo mencionado en el párrafo anterior.

Tabla 2 Relación de porcentaje de 1 RM y número de repeticiones correspondientes.

| %1RM | Número máximo de repeticiones |
|------|-------------------------------|
| 100 | 1 |
| 95 | 2 |
| 93 | 3 |
| 90 | 4 |



| | |
|----|----|
| 87 | 5 |
| 85 | 6 |
| 83 | 7 |
| 80 | 8 |
| 77 | 9 |
| 75 | 10 |
| 70 | 11 |
| 67 | 12 |
| 65 | 15 |

Fuente: (Baechle, 2007)

Posteriormente, de acuerdo al protocolo que se determine se prescribirá el peso para miembros superiores y miembros inferiores para el trabajo de estos.

De acuerdo a la bibliografía, intensidades inferiores al 40-50% de una contracción máxima de un grupo muscular no provocan elevaciones desproporcionadas del doble producto siendo similares al obtenido con ejercicios dinámicos. Al contrario, a este porcentaje de esfuerzo se ha demostrado que ayuda a disminuir el doble producto para una misma carga de trabajo, consiguiendo una importante economía en el consumo miocárdico de oxígeno, con disminución de isquemia y mejora en la clínica de angina (ACSM., 2018).

Consideraciones especiales

Sobre cómo orientar la intensidad del programa de entrenamiento, debemos decir que debe de ser individualizado, incluyendo la instrucción y demostraciones de como colocar la carga, cuál es la mecánica corporal adecuada y cuál es el rango óptimo de extensión de los movimientos y el patrón de respiración. Ejercitar grandes grupos musculares antes que los pequeños. Sostener las barras con suavidad para evitar una respuesta excesiva de la presión arterial y poner énfasis en extender totalmente las extremidades (ACSM., 2018).

La intensidad del entrenamiento también debe fijarse de acuerdo al nivel de resistencia en la que el paciente puede realizar las repeticiones sin síntomas (ACSM., 2018).



La cantidad de estrés cardiovascular esperado depende de la magnitud de la resistencia, el tamaño de la masa muscular de trabajo y la duración de la contracción muscular y el periodo de descanso entre repeticiones (ACSM., 2018).

Cuidar la respiración, evitando la maniobra de Valsalva (no sostener la respiración), por lo que se le enseña al paciente a inhalar antes de realizar el movimiento y exhalar durante la fase de levantamiento de la carga (ACSM., 2018).

Principios del entrenamiento de fuerza

Para llevar a cabo un entrenamiento de fuerza en el que se realicen mecanismos de adaptación se necesita que el ejercicio sea suficiente y se aumente progresivamente, de esta manera se producirán estímulos necesarios para iniciar los cambios morfofuncionales. Para que estos cambios se vuelvan permanentes, es importante que exista una relación adecuada entre la carga y la recuperación, además de que se le dé continuidad al estímulo de manera planificada respetando los periodos de recuperación y así poder lograr un aumento en el rendimiento. El control de estos procesos de adaptación se logra teniendo en cuenta la individualidad de cada paciente y la alternancia de los diferentes elementos del entrenamiento (Roldán, 2009).

Por ello existe una serie de principios, los cuales reúnen todas las medidas para lograr el proceso de adaptación.

- **Principios que garantizan la iniciación del mecanismo adaptativo**

Principio de sobrecarga o del estímulo eficaz de la carga

Para que pueda producirse una reacción de adaptación, logrando un efecto en el entrenamiento, el estímulo de este debe superar un cierto umbral de esfuerzo (Roldán, 2009).

Dicho principio tiene su base biológica en la ley de los niveles de estímulos (Ley de Schultz-Arnoldt), esta parte considera que cada paciente tiene un umbral de esfuerzo determinado y un nivel máximo de tolerancia, la adaptación se producirá en función del nivel de estímulo que se aplique al organismo (Roldán, 2009).



El estímulo aplicado debe lograr desestabilizar el estado de homeostasis natural del organismo, ligado directamente a la condición física de cada individuo, determinada por sus capacidades físicas y su nivel de desarrollo (Roldán, 2009).

La condición necesaria para que se logre el fenómeno de adaptación es la superación de un umbral crítico de entrenamiento. Esto logrará generar un estrés sistémico que obligue al organismo a defenderse y preparar al cuerpo para posteriores esfuerzos similares, posibilitando cambios bioquímicos, metabólicos, fisiológicos y anatómicos (Roldán, 2009).

Este umbral deberá ser alterado mediante esfuerzos selectivos individualizados, conocidos como estímulos físicos y su aplicación continua, progresiva y consciente, conseguirá lograr el objetivo del entrenamiento (Roldán, 2009).

En la práctica, se ha señalado que una relación óptima entre volumen, intensidad, correcta distribución (en microciclos, mesociclos y macrociclos) y aumento de la carga como descansos, logrará producir una adaptación positiva. Por lo que se debe evitar una carga excesiva ya que antes de generar adaptaciones producirá lesiones que afectarán el rendimiento físico y que pueden provocar daños orgánicos o sistémicos y efectos psicológicos en el paciente (Roldán, 2009).

Principio de progresión de la carga

El aumento de la carga puede realizarse de dos formas: nomotónica, en la que la carga siempre aumenta no necesariamente en la misma magnitud. Y no-nomotónica, donde existe una fase de descarga después del aumento de la carga de entrenamiento (Roldán, 2009).

Siendo de mayor efectividad el entrenamiento no-nomotónico, ya que por lo general una sesión no es suficiente para originar cambios visibles en el organismo, sino que se necesita repetir varias veces el mismo estímulo antes de aumentar la carga. Después de aumentar la carga se necesita una fase de descarga que permite al organismo regenerarse, con el objetivo de acumular las reservas fisiológicas y psicológicas como base para nuevos incrementos de la carga (Roldán, 2009).

Por lo que, el aumento debe hacerse de forma gradual y cuidadosamente, considerando la complejidad del entrenamiento y las características físicas del paciente. Ya que si se



aumenta demasiado rápido el organismo no podrá adaptarse y tienen el riesgo a sufrir alguna lesión (Roldán, 2009).

Este principio se refiere también a que, si la carga de entrenamiento se mantiene igual por un tiempo, genera un nivel de adaptación y este mismo nivel de carga no generará ya ningún incremento del rendimiento. Explicado desde el principio de sobrecarga, ya aplicados una serie estímulos adecuados, el cuerpo genera adaptaciones de reservas energéticas, área transversal muscular, sincronismo de unidades motoras, procesos hormonales, entre otros, que hacen que estos estímulos invariables ya no sean suficientes para generar heterostasis (proceso contrario a homeostasis) (Roldán, 2009).

- **Principios que garantizan la adaptación**

Principios de relación óptima entre carga y recuperación: fenómeno de supercompensación. Teoría de la capacidad de fatiga.

La carga y la recuperación van unidas en el entrenamiento, el fundamento biológico de esto es el fenómeno de supercompensación (Roldán, 2009).

Esto significa que se necesita de un cierto tiempo de recuperación después de una carga eficaz en la sesión de entrenamiento, ya que durante esta hay pérdida gradual de las reservas energéticas que deben de recuperarse, todo esto con el fin de soportar nuevamente una carga parecida en la siguiente sesión, en condiciones favorables (Roldán, 2009). Ya que el organismo se encargará de generar mecanismos de protección, lo cual elevará el umbral de rendimiento del paciente y si la planificación sigue siendo adecuada, cada vez se logrará elevar más dicho nivel de homeostasis (Olbrecht, 2007).

El modelo de supercompensación cuenta con 4 pasos (Chirosa, 2002):

1. Ocurre después del entrenamiento o carga “estresante” y la subsecuente reacción del organismo a este tipo de estrés mediante fatiga o cansancio, generando una baja en el rendimiento.
2. Fase de recuperación: sesión de entrenamiento de menor intensidad (tiempos de descanso más largos entre series, menor velocidad de ejecución de los ejercicios, trabajar a frecuencias más bajas o de menor volumen de carga o repeticiones). Mediante una sesión de “descanso activo”. Como resultado de este

período de recuperación, los almacenes de energía y el estado de rendimiento retornarán a una línea de base (estado de homeostasis).

3. Fase de supercompensación: respuesta o adaptación que se genera por encima de la línea base puesto que el organismo está esencialmente rebotando desde un punto bajo a uno de mayor fatiga. Este efecto no sólo se trata de una respuesta fisiológica sino también de una respuesta tanto psicológica como técnica o mecánica.
4. Llamada pérdida del efecto de la supercompensación: Esta vendría a ser un resultado natural como causa de la aplicación de un nuevo estrés por parte del entrenamiento. A continuación, se presenta una curva acerca de la evolución de rendimiento después de un estímulo o carga, considerando el nivel de rendimiento físico (capacidad de esfuerzo) y el tiempo de recuperación, englobando el modelo de supercompensación (Ilustración 3).

Ilustración 3 Curva de evolución del rendimiento del modelo de supercompensación.



Fuente: (Chirosa, 2002)

Las diferencias de las curvas de supercompensación tienen que ver con la duración de varios procesos biológicos de regeneración o reposición que toman lugar durante la fase de recuperación. En el caso de los fosfatos, la creatina y la fosfocreatina, toman sólo poco segundos para retornar a sus niveles normales, pero en el caso de la recarga de los almacenes de glucógeno a nivel intramuscular podrían durar alrededor de las 24 horas. La producción de nuevas enzimas de característica proteica, podría tomar más tiempo, algunas veces varios días (Olbrecht, 2007).



Si el paciente se mantiene en un estado de supercompensación con recuperación adecuada y periodizando correctamente el nuevo estrés de manera individualizada, tendrá un mejor rendimiento y será capaz de manejar la misma carga de entrenamiento o una carga mayor con facilidad en las subsecuentes sesiones de entrenamiento (Chirosa, 2002).

De acuerdo a la teoría de la capacidad de fatiga, el tiempo de intervalos entre sesiones de entrenamiento consecutivas debe ser escogido para que todos los rastros negativos del entrenamiento anterior como la fatiga, aunque sea de mayor magnitud sea de corta duración y desaparezcan, pero las ganancias en las capacidades, aptitudes o habilidades, aunque sean de cambio lento permitan ganar o adquirir nuevas habilidades o mejores desempeños a un largo plazo, es decir persistan (Chirosa, 2002).

Principio de repetición y continuidad

Las adaptaciones requieren estímulos aplicados continuamente antes que los cambios generados a nivel funcional permanezcan estables a lo largo del tiempo (Roldán, 2009).

La adaptación definitiva se consigue cuando además del aumento de los sustratos energéticos también se producen cambios en otros sistemas funcionales, tales como el sistema enzimático y hormonal, pero principalmente el SNC como elemento director del rendimiento motriz (Roldán, 2009).

En el caso del metabolismo, la adaptación es relativamente rápida (2-3 semanas), los cambios morfológicos requieren más tiempo (4-6 semanas como mínimo), las estructuras directoras y reguladoras del SNC necesitan un tiempo prolongado de adaptación (meses) (Roldán, 2009).

En el entrenamiento debe evitarse en mayor medida descansos totales o libres de actividad, procurando siempre que las recuperaciones se hagan de forma activa. Ya que ante una falta de estímulos de carga regulares y a largo plazo, se producirá una desadaptación que llevará a un retroceso de los cambios funcionales y morfológicos. Como consecuencia, el sistema de dirección y regulación perderá su estabilidad (Roldán, 2009).

En resumen, para iniciar los mecanismos de adaptación necesitamos que el ejercicio sea suficiente, se aumente progresivamente y que sea variable para producir estímulos suficientes en el organismo que inicien cambios morfofuncionales (Roldán, 2009).



Por último, el control específico de los procesos de adaptación se da teniendo en cuenta la individualidad y la alternancia de los diferentes elementos del entrenamiento (Roldán, 2009).

Principio de especificidad

Los efectos del entrenamiento son específicos al tipo de estímulo que en el entrenamiento se utilice, es decir, específico al sistema de energía, grupo muscular y al tipo de movimiento de cada articulación (Roldán, 2009).

Este principio requiere de (Roldán, 2009):

1. Respetar la estructura del movimiento del ejercicio. Los ejercicios deben servir para desarrollar la capacidad funcional específica (capacidad contráctil, oxidativa y elástica) de la musculatura participante. Se debe también respetar la posición inicial, la forma de ejecución, la magnitud y velocidad de uso de la fuerza.
2. Favorecer el desarrollo de la capacidad funcional y motora específica. El carácter específico de la transformación morfo-funcional del organismo y del aparato motor está determinado por factores como: la posición (determina la condición anatómica del trabajo muscular), la amplitud del movimiento, el momento de acentuación, el ángulo de la articulación que permita realizar la máxima fuerza, el tipo de contracción muscular, la fuerza y la velocidad de contracción muscular. Todos estos determinados por la magnitud de la carga.
3. Emplear la organización de carga más conveniente: cargas uniformes o regulares y cargas concentradas.
4. Favorecer la interacción positiva de las cargas, lo cual se trata de emplear las cargas de entrenamiento en la sesión o en sesiones contiguas de modo que los efectos de las mismas se acumulen (efectos acumulativos).
5. Determinar la sucesión de cargas más convenientes. Lo cual se trata de la utilización prioritaria de determinadas cargas en el momento en que son objetivamente necesarias.

Si se desea potenciar una capacidad concreta de la condición física, es importante no descuidar otras capacidades complementarias para el desarrollo de la capacidad predominante a lo largo del proceso de entrenamiento (Roldán, 2009).



D.3.3 Valoración nutricional

Por parte del equipo de nutrición, dentro de la valoración inicial se recaban datos del paciente como género, edad, diagnóstico médico, indicadores bioquímicos y clínicos, tratamiento farmacológico, antecedentes personales patológicos y no patológicos, frecuencia de consumo de alimentos y un recordatorio de los alimentos que más consume; además se les realiza toma de peso, medición de estatura y perímetro abdominal, cálculo de índice de masa corporal (IMC), kilocalorías, hidratos de carbono, proteínas y lípidos, porcentaje de índice de masa grasa y masa magra, estos dos últimos a través de un aparato de medición de composición corporal por bioimpedancia marca OMRON modelo HBF-516B teniendo como resultado un diagnóstico nutricional.

A continuación, se describirán los conceptos de los datos y valores recabados durante la valoración inicial nutricional.

3.3.1 Antropometría

Técnica ampliamente utilizada para valorar la composición corporal, tiene como objetivo cuantificar los principales componentes del peso corporal e indirectamente valorar el estado nutricional mediante el empleo de medidas sencillas como: peso, talla, longitud de extremidades, perímetros o circunferencias corporales, medida de espesores de pliegues cutáneos, y a partir de ellas calcular diferentes índices que permiten estimar la masa libre de grasa y la grasa corporal. Dos de los índices más utilizados son el índice de masa corporal (IMC) y la relación circunferencia de cintura/ circunferencia de cadera (RCC) (Azcona, 2013).

3.3.2 Peso y talla

El peso es el resultado de una mezcla de diferentes tejidos en proporciones variables. Su evaluación debe tener en cuenta la talla, el tamaño de la estructura corporal y la proporción de masa muscular, grasa y hueso. Su variación puede ser el resultado de un cambio de grasa corporal reflejando de manera indirecta el ingreso energético (González Jiménez, 2013).

Para interpretar el peso y la talla se usan las tablas de referencia, específicas para cada grupo de población. El peso ideal debe ser aquel que dé lugar a una salud óptima y a un mínimo riesgo de enfermedades (Azcona, 2013).



3.3.3 Índice de masa corporal

Es un parámetro muy útil para evaluar la composición corporal, el cual lleva por fórmula: peso (kg) / talla² (m²). Es un índice de adiposidad y obesidad pues se relaciona directamente con el porcentaje de grasa corporal, también es un índice de riesgo de hipo e hipernutrición y por tanto en patologías relacionadas a enfermedades crónico-degenerativas (enfermedad cardiovascular, diabetes, etc.) (Azcona, 2013).

La Organización Mundial de la Salud, estableció una clasificación correlacionando los valores de dicho índice con diversas causas de morbimortalidad (González Jiménez, 2013)(Tabla 3 y Tabla 4).

Tabla 3 Clasificación IMC según la OMS.

| IMC | Clasificación de la OMS | Descripción popular |
|-------------|-------------------------|---------------------|
| < 18.5 | Bajo peso | Delgado |
| 18.5 – 24.9 | Normopeso | Aceptable |
| 25.0 – 29.9 | Sobrepeso | Sobrepeso |
| 30.0 – 34.9 | Obesidad grado I | Obesidad |
| 35.0 – 39.9 | Obesidad grado II | Obesidad |
| >40 | Obesidad grado II | Obesidad |

Fuente: (González Jiménez, 2013)

Tabla 4 Clasificación IMC adecuado según la edad (NCR, 1989).

| IMC según edad | |
|----------------|--|
| Edad | IMC [peso (kg) / talla ² (m)] |
| 19-24 | 19-24 |
| 25-34 | 20-25 |
| 35-44 | 21-26 |
| 45-54 | 22-27 |
| 55-65 | 23-28 |
| >65 | 24-29 |

Fuente: (Azcona, 2013)



3.3.4 Índice antropométrico

Valora la distribución de la grasa, es la relación de circunferencia de cintura sobre la circunferencia de cadera (RCC). Una cifra alta es generalmente más frecuente en hombres y una cifra baja es más característica en mujeres (Azcona, 2013).

Además, según la cifra que se obtenga se relaciona con el nivel de riesgo presente (Tabla 5).

Tabla 5 Nivel de riesgo según RCC en hombres y mujeres.

| Riesgo | RCC en hombres | RCC en mujeres |
|----------|----------------|----------------|
| Bajo | 0.83-0.88 | 0.72-0.75 |
| Moderado | 0.88-0.95 | 0.78-0.82 |
| Alto | 0.95-1.01 | >0.82 |
| Muy alto | >1.01 | |

Fuente: (Azcona, 2013)

3.3.5 Circunferencia de cintura

También llamado perímetro de cintura o abdominal. Se toma identificando el punto medio entre la costilla inferior y la cresta ilíaca anterosuperior, en personas con sobrepeso se debe medir en la parte más amplia del abdomen. Se considera una circunferencia abdominal saludable menor a 80 cm en mujeres y menor a 90 cm en hombres (SSA., 2012).

A diferencia del índice de masa corporal, la circunferencia de cintura refleja la distribución de la grasa corporal y la adiposidad intraabdominal. En la actualidad, ésta es una medición antropométrica que ha sido aceptada como un indicador simple para evaluar el riesgo cardiovascular y metabólico (Martínez, 2010).

De los valores más significativos, recabados durante la valoración nutricional para esta tesis son: el índice de masa grasa y el índice de masa magra, explicados a través de los modelos de composición corporal. Como se había mencionado anteriormente estos se obtienen por un aparato de medición de composición corporal a través de bioimpedancia eléctrica.

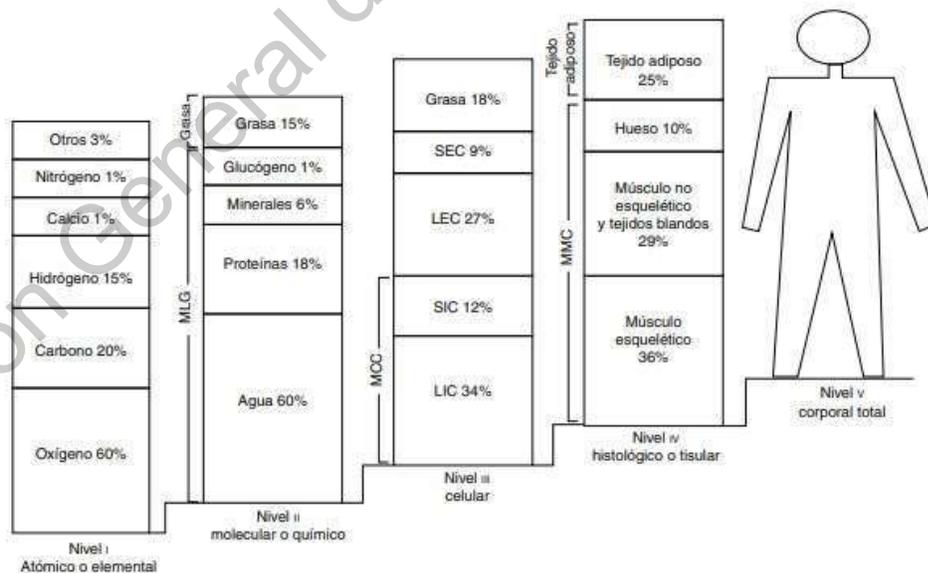
3.3.6 Modelos de composición corporal

Behnke propone un modelo de análisis de la composición corporal basado en la aplicación del principio de Arquímedes, en el cual el peso corporal estaba representado por 2 componentes fundamentales, la masa grasa y la masa libre de grasa (Behnke, 1942).

Keys y Brozek dividieron el organismo en 4 componentes básicos: masa grasa, masa ósea, agua y proteína (Keys, 1953).

Por su parte, Matiegka en 1921 desarrolla un modelo de fraccionamiento de la masa corporal llamado modelo de los 4 compartimentos o tetracompartimental, este contempla una composición basada en 4 componentes básicos: la masa grasa, la masa muscular, la masa ósea y la masa residual (Matiegka, 1921). A partir de los años 70 sufrirá modificaciones de acuerdo a las propuestas de Ross y Wilson (Ross, 1974), pasando por el modelo de 5 componentes de Drinkwater y Kerr, y su modificación por Berral et al. (Drinkwater, 1984) (Kerr, 1988) En el caso del último modelo o pentacompartimental (Ilustración 4), este centra su atención en torno a 5 componentes o niveles de estudio que varían de menor a mayor complejidad en su estructura y composición (Berral, 1992).

Ilustración 4 Modelo multicompartmental o de los 5 niveles de composición corporal.



LEC: líquidos extracelulares; LIC: líquidos intracelulares; MCC: LIC + SIC; masa celular corporal; MLG: masa libre de grasa; MMC: masa magra corporal; SEC: sólidos extracelulares; SIC: sólidos intracelulares.

Fuente: (González Jiménez, 2013)



Tejido magro o masa libre de grasa

Compone el 80% del organismo en el que quedan incluidos todos los componentes funcionales del organismo implicados en los procesos metabólicamente activos. Su contenido es muy heterogéneo e incluye: huesos, músculos, agua extracelular, tejido nervioso y todas las demás células que no son adipocitos o células grasas. La masa muscular o músculo esquelético (40% del peso total) es el componente más importante de la masa libre de grasa (50%) y es el reflejo del estado nutricional de la proteína. La masa ósea constituye un 14% del peso total y 18% de la masa libre de grasa (Azcona, 2013).

Compartimento grasa

También llamado tejido adiposo o grasa de almacenamiento (20%), formado por adipocitos. La grasa cuenta con un papel importante en el organismo como reserva y dentro del metabolismo hormonal. Se divide en dos grupos: grasa subcutánea (debajo de la piel) y grasa interna o visceral. Por su función en el organismo puede dividirse en: grasa esencial y de almacenamiento (Azcona, 2013).

La cantidad y el porcentaje de todos estos componentes son variables y depende de factores como edad, sexo, entre otros. La masa libre de grasa (MLG) es mayor en hombres y aumenta progresivamente con la edad hasta los 20 años, disminuyendo en la edad adulta, alcanzada la adolescencia las mujeres adquieren mayor cantidad de grasa corporal que los hombres y esta diferencia se mantiene en el adulto. La mujer tiene aproximadamente un 20-25% de grasa mientras que el hombre un 15% o menos. También existe una diferencia de distribución de la grasa entre hombres y mujeres, los hombres tienden a depositarla en las zonas centrales del organismo (abdomen y espalda), mientras que en las mujeres se encuentra en zonas periféricas (caderas y muslos), esta diferente distribución permite distinguir dos somatotipos: androide o en forma de manzana en caso de los hombres y el ginoide o en forma de pera en las mujeres. El primer tipo puede representar un mayor riesgo para desarrollar enfermedades crónico-degenerativas. La relación circunferencia de cintura / circunferencia de cadera (RCC) permite estimar el riesgo de enfermedad crónica relacionado con la distribución de la grasa corporal (Azcona, 2013).



Masa grasa total

El 83% del organismo se encuentra compuesto por tejido graso, del cual el 50% se halla ubicado subcutáneamente; la masa grasa total contiene un 3% de proteínas y un 13% de agua. La acumulación de grasa a nivel visceral aumenta acorde a la edad, los hombres tienden a desarrollar un mayor grado de panículo adiposo que las mujeres (González Jiménez, 2013).

3.3.7 Bioimpedancia eléctrica

El análisis de la composición corporal consiste en fraccionar la masa corporal total en sus distintos componentes, para ello se ha usado desde hace mucho tiempo el índice de masa corporal (IMC), y la circunferencia de cintura y cadera o pliegues de grasa subcutánea para evaluar el estado nutricional de las personas, ya que las medidas que intervienen son sencillas de tomar y son fáciles de calcular. Aunque estas técnicas son poco precisas en determinados casos, en particular para el diagnóstico clínico, ya que no distingue adiposidad de musculatura o de tejido esquelético (Quesada Leyva, 2016). La bioimpedancia eléctrica (BIA) cada vez ha sido más utilizada en la evaluación y monitoreo del estado nutricional, ya que permite medir los parámetros bioeléctricos en sistemas biológicos, debido a la estrecha relación de estos con los parámetros biológicos: agua corporal total (ACT), sus compartimentos (aguas intracelular, extracelular y del tercer espacio) y la composición corporal (masa libre de grasa (MLG); masa grasa (MG), índice de masa corporal (IMC) y metabolismo basal (MB) entre otros) (Quesada Leyva, 2016).

Como todos los métodos indirectos de estimación de la composición corporal, la BIA depende de algunas premisas relativas a las propiedades eléctricas del cuerpo, de su composición y estado de maduración, su nivel de hidratación, la edad, el sexo, la raza y la condición física. Se calcula mediante la simple ecuación basada en dos componentes ($MLG \text{ kg} = \text{peso total kg} - MG \text{ kg}$) (Alvero Cruz, 2011).

El Análisis por Impedancia Bioeléctrica (AIB) se fundamenta en el hecho de que el tejido magro contiene un alto nivel de agua y electrolitos, actuando como un conductor eléctrico y la grasa como aislante, asumiendo que el agua corporal total es una proporción fija de la masa libre de grasa (73%) (Martínez, 2010).

Los aparatos de impedancia eléctrica introducen generalmente en el cuerpo una corriente alterna de amperaje muy bajo (imperceptible), que discurre por el cuerpo, con el agua



como conductor y la resistencia que ofrece el fluido al paso de esa corriente es medida por el impedanciómetro (Alvero Cruz, 2011).

Los parámetros bioeléctricos que se estiman son: la resistencia eléctrica, la reactancia inductiva y la reactancia capacitiva (Quesada Leyva, 2016).

La resistencia en el cuerpo no es la misma que la de los conductores no biológicos. La reactancia está causada por la resistencia ofrecida por las membranas celulares, los tejidos de sostén y los tejidos no-iónicos que retardan el paso de la corriente. Los flujos eléctricos de corriente atraviesan de forma diferente tanto los líquidos extracelulares, como los intracelulares, y son dependientes de la frecuencia de la corriente (Alvero Cruz, 2011).

En conclusión, esta técnica permite analizar la hidratación del paciente y distinguir los tejidos corporales con mayor contenido de agua (músculos) y aquellos con bajo contenido de agua (tejido adiposo, pulmón y huesos) (Quesada Leyva, 2016).

Una vez que se ha obtenido el valor de la masa libre de grasa, la masa grasa se calcula a partir de la diferencia con el peso corporal total (Martínez, 2010).

Existen una serie de ventajas del análisis por impedancia bioeléctrica como lo son (Martínez, 2010):

- Diferencia la grasa y el tejido magro.
- Monitorea la composición de la pérdida de peso.
- Algunos modelos proporcionan un análisis segmentario.
- Simple y fácil de ejecutar.
- Equipo portátil.
- Riesgo muy bajo, técnica no invasiva
- Bajo costo (la inversión está en la adquisición del equipo) comparado con otros métodos de alta tecnología.
- Valor predictivo elevado (extensas validaciones).
- Excelente consistencia para mediciones repetidas.

Se recomienda antes de su utilización (Martínez, 2010):



- No haber ingerido alcohol 48 horas antes de la prueba.
- No haber realizado ejercicio intenso de 12 horas antes de la prueba.
- No haber comido ni bebido (especialmente productos con cafeína) 4 horas antes de la prueba.
- Haber orinado 30 minutos antes de la prueba.

3.3.8 Dieta correcta

Como se había mencionado con anterioridad dentro de la valoración inicial realizada por el equipo de nutrición, se cuestiona al paciente de la frecuencia de consumo de ciertos alimentos y líquidos, y se hace un recordatorio de los alimentos que más consume. Esto con el fin de evaluar cómo es su dieta diaria y que tanto se acerca, o que tanto se tiene que trabajar a lo largo de su Programa de Rehabilitación Cardíaca para llegar a una dieta correcta que cumpla con todas las características, las cuales se enuncian a continuación (SSA., 2012):

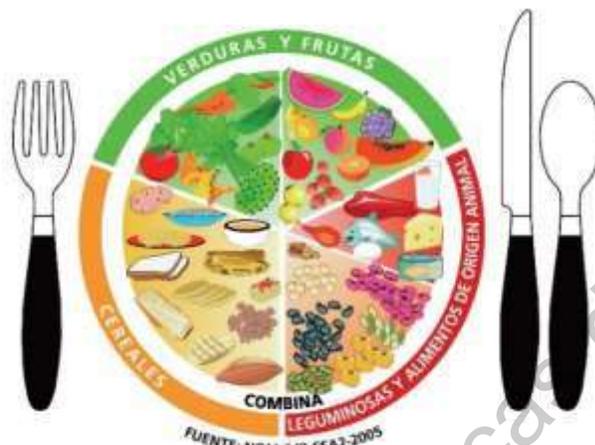
- a) Completa: que contenga todos los nutrimentos, se recomienda incluir en cada comida alimentos de los 3 grupos.
- b) Equilibrada: que los nutrimentos guarden las proporciones apropiadas entre sí.
- c) Inocua: que su consumo habitual no implique riesgos para la salud porque está exenta de microorganismos patógenos, toxinas, contaminantes, que se consuma con medida y que no aporte cantidades excesivas de ningún componente o nutrimento.
- d) Suficiente: que cubra las necesidades de todos los nutrimentos, de tal manera que el sujeto adulto tenga una buena nutrición y un peso saludable y en el caso de los niños o niñas, que crezcan y se desarrollen de manera correcta.
- e) Variada: que, de una comida a otra, incluya alimentos diferentes de cada grupo.
- f) Adecuada: que esté acorde con los gustos y la cultura de quien la consume y ajustada a sus recursos económicos, sin que ello signifique que se deban sacrificar sus otras características.

Plato del buen comer

Para llegar a cumplir con todas estas características, de igual forma se le debe de explicar a cada paciente, el plato del buen comer (Ilustración 5) el cual es una herramienta gráfica de orientación alimentaria dirigida a brindar a la población opciones prácticas y con

respaldo científico para la integración de una alimentación correcta que pueda adecuarse a sus necesidades y posibilidades (SSA., 2012).

Ilustración 5 El plato del buen comer.



Fuente: (SSA., 2005)

En conjunto a esto, se debe informar de la importancia de moderar la ingestión de alimentos con alto contenido de azúcares refinados, colesterol, ácidos grasos saturados, ácidos grasos trans, sodio y recomendar el uso preferente de aceites vegetales para la preparación de los alimentos. Recalcando los factores de riesgo relacionados con la dieta y asociados con la génesis de las enfermedades crónico degenerativas.

Jarra del buen beber

En complemento a la explicación del plato del buen comer, es necesario recalcar el consumo adecuado de agua, el cual debe ser de 6 a 8 vasos de agua simple, evitar el consumo de bebidas carbonatas, con edulcorantes artificiales y con altas cantidades de grasas o azúcares. Para un mejor entendimiento, esto se puede explicar en forma gráfica a través de la jarra del buen beber (ISSSTE., 2019) (Ilustración 6).

Ilustración 6 La jarra del buen beber.



Fuente: (ISSSTE., 2019)

3.3.9 Factores de riesgo asociados con enfermedad cardiovascular

En general, dentro del Programa de Rehabilitación Cardíaca y sus valoraciones, se deben identificar los factores de riesgo asociados con enfermedad cardiovascular presentes, con el objetivo de trabajar en ellos para lograr disminuirlos y así obtener un mejor pronóstico de vida para cada uno de los pacientes.

En los párrafos siguientes se describirán los factores de riesgo más frecuentes, dentro de estos se encuentran el tabaquismo, la hipertensión arterial, el daño vascular (arteriosclerosis y aterosclerosis), la dislipidemia, la diabetes mellitus, la obesidad, el sedentarismo, la sarcopenia y la presencia de antecedentes familiares de enfermedad cardiovascular, entre otros (Brites, 2012).

Tabaquismo

El consumo de tabaco es uno de los principales factores de riesgo de varias enfermedades crónicas, como el cáncer, las enfermedades pulmonares y las enfermedades cardiovasculares (OMS., 2019).

Se han determinado algunos factores que modifican la morbilidad por el tabaquismo, que son: número de cigarrillos al día, edad al iniciar el hábito, duración del hábito, tipo de tabaco y cigarrillos (Tapia Juayek, 2018).

Entre sus componentes se han identificado aproximadamente 55 agentes cancerígenos y diversos metales pesados, así como elementos radioactivos (Zinser, 2014).



Dentro de los componentes que pueden traer repercusiones en el ejercicio se encuentra la nicotina, la cual en el aparato respiratorio causa obstrucción de tabiques alveolares, fibrosis y engrosamiento de las paredes de arterias pulmonares. Otro componente es la hemoglobina que combinada con CO produce carboxihemoglobina (COHb), la cual disminuye el aporte de oxígeno a los tejidos produciendo cambios en reflejos neurológicos y como consecuencia altera los resultados de pruebas psicomotoras, produce cambios en la discriminación sensorial, fatiga, cefalea, mareo e irritabilidad (Zinser, 2014).

La enfermedad isquémica del corazón es la que se ha encontrado más relacionada con el tabaquismo, particularmente entre personas de 45 a 54 años de edad. Un infarto del miocardio y la arterioesclerosis aórtica y coronaria son más frecuentes en fumadores que en no fumadores (Zinser, 2014).

Entre los efectos que el tabaco tiene sobre el aparato cardiovascular están: taquicardia y vasoconstricción con elevación de la presión arterial e isquemia de territorios capilares, como consecuencia de la descarga de catecolaminas. Alteraciones electrocardiográficas, concretamente trastornos de repolarización en fumadores (Zinser, 2014).

Hipertensión arterial

Es una enfermedad que puede evolucionar sin manifestar ningún síntoma o ser estos leves, por lo que se le conoce también como “el asesino silencioso” (Fernández, 2007).

Tiene una alta prevalencia alrededor del mundo, en México aproximadamente el 30% de la población la padece (Guadalajara Boo, 2019).

Es un factor de riesgo muy importante para el desarrollo futuro de enfermedad vascular (enfermedad cerebrovascular, cardiopatía coronaria, insuficiencia cardíaca o renal) (Bescós, 2010).

Los factores de riesgo para desarrollar hipertensión arterial son: exceso de peso, falta de actividad física, consumo excesivo de sal más de 6 gr/día y alcohol, ingesta insuficiente de potasio, tabaquismo, estrés, presión arterial (140/90mmHg y en personas diabéticas 130/85 mmHg), colesterol mayor a 200 mg/dl, antecedentes familiares de hipertensión, tener más de 60 años de edad (Fernández, 2007).



En la mayoría de los casos, la hipertensión arterial se presenta por una causa desconocida, a esto se le denomina “hipertensión arterial esencial”, este tipo tiene un fuerte carácter hereditario. Y si esta tiene una causa directamente responsable del aumento de las cifras tensionales, se le denomina “hipertensión arterial secundaria” (Guadalajara Boo, 2019).

Existen distintas clasificaciones en las cuales se catalogan los límites para determinar la existencia de hipertensión arterial, siendo estos muy parecidos según las distintas sociedades e instituciones que los promulgan.

A continuación, en la (Ilustración 7) se presenta la clasificación de la hipertensión arterial (HTA) según la medición de tensión arterial (TA) por la American Heart Association (AHA) (Unger, 2020).

Ilustración 7 Clasificación de la HTA según la medición de la TA por la AHA.

| Categoría | Sistólica (mm Hg) | | Diastólica (mm Hg) |
|------------------|-------------------|-----|--------------------|
| PA Normal | <130 | y | <85 |
| PA Normal - Alta | 130–139 | y/o | 85–89 |
| HTA Grado 1 | 140–159 | y/o | 90–99 |
| HTA Grado 2 | ≥160 | y/o | ≥100 |

Fuente: (Unger, 2020)

- **Daño vascular: arteriosclerosis y aterosclerosis**

Se denomina arteriosclerosis al endurecimiento de las paredes arteriales especialmente en la aorta, esta puede ser una de las causas responsables de la hipertensión arterial principalmente en personas mayores de 60 años (Guadalajara Boo, 2019) (Lahoz, 2007).

La aterosclerosis es una enfermedad que afecta a las arterias y las obstruye en forma segmentaria por placas de ateroma, aunque puede tener una distribución generalizada, afectando diversos territorios. Además, la placa se puede romper lo que desencadenaría un coágulo de sangre (Guadalajara Boo, 2019) (Lahoz, 2007).

Dependiendo del tipo de aterosclerosis puede ocasionar diversos daños. La aterosclerosis coronaria es causa de angina de pecho y de infarto del miocardio; la aterosclerosis de los vasos carotídeos, vertebrales y cerebrales dan lugar a isquemia cerebral



transitoria o a trombosis cerebral; la aterosclerosis mesentérica da lugar a angina o trombosis mesentérica, la aterosclerosis ocluyente de miembros inferiores da lugar a claudicación intermitente por oclusión aguda de la circulación a estas extremidades (Guadalajara Boo, 2019) (Lahoz, 2007).

Dislipidemia

Conjunto de enfermedades resultantes de concentraciones anormales de colesterol, triglicéridos, C-HDL y C-LDL en sangre, que participan como factores de riesgo en la enfermedad cardiovascular. Se clasifican en primarias y secundarias, el primer grupo lo constituyen trastornos caracterizados por defectos en las enzimas, receptores o metabolitos que participan en la síntesis y eliminación de las lipoproteínas, la más frecuente es la hipercolesterolemia familiar, seguida por hiperlipidemia familiar combinada e hipertrigliceridemia familiar. El segundo grupo incluye alteraciones en los lípidos como consecuencia de otras enfermedades: diabetes mellitus, hipotiroidismo, síndrome nefrótico, uso de algunos fármacos (Arellano, 2011).

El diagnóstico precoz de las dislipemias y su clasificación certera permite implementar estrategias de prevención y/o tratamiento adecuadas a cada paciente. Para su diagnóstico es necesario medir los lípidos en sangre, los niveles de normalidad para colesterol total son menor de 200 mg/dl, triglicéridos menores de 150 mg/dl y C-HDL mayor de 40 mg/dl (NCEP., 2002).

Es importante resaltar que la asociación de dislipidemia con otros factores de riesgo cardiovascular, como diabetes, hipertensión, obesidad y tabaquismo, incrementan el riesgo de cardiopatía isquémica (OECD., 2015).

El control de la dislipidemia, sobre todo la elevación del colesterol LDL, es de relevancia para disminuir la presentación de enfermedades cardiovasculares (Piepoli, 2016).

Diabetes mellitus

En la actualidad, es considerada directamente un equivalente de enfermedad coronaria. Comprende a un grupo heterogéneo de enfermedades sistémicas, crónicas, de causa desconocida, con grados variables de predisposición hereditaria y la participación de diversos factores ambientales que afectan al metabolismo intermedio de los hidratos de carbono, proteínas y grasas que se asocian fisiopatológicamente con una deficiencia en la cantidad,



cronología de secreción y/o en la acción de la insulina. Estos defectos traen como consecuencia una elevación anormal de la glucemia después de cargas estándar de glucosa e incluso en ayunas conforme existe mayor descompensación de la secreción de insulina (Consentino, 2020).

Obesidad

El sobrepeso y la obesidad pueden definirse como una excesiva acumulación de grasa general o localizada en el cuerpo. Se considera que una persona presenta sobrepeso cuando su IMC está comprendido entre 25.0 y 29.9 kg/m² y obesidad si tiene un IMC >30 kg/m² (Azcona, 2013).

La cantidad de grasa corporal acumulada en exceso por un individuo se asocia a un gran número de enfermedades, las cuales son ocasionadas por modificaciones en la composición corporal que derivan en además de una acumulación de masa grasa en determinadas regiones, en disfunciones del tejido óseo, cambios en el metabolismo energético y basal, colapsos coronarios, distrofia ventricular e incremento del daño oxidativo en tejidos celulares, especialmente en el tejido muscular (González Jiménez, 2013).

Es posible que el factor determinante de la obesidad en nuestra sociedad actual tenga que ver con el estilo de vida en cuanto a los hábitos de comportamiento cotidianos, el tipo de dieta, el nivel de actividad física, los modelos de ocio y recreación, entre otros. Por lo que parece existir una clara relación intrínseca entre el nivel de inactividad física e ingesta calórica, siendo estos factores clave en la acumulación de tejido adiposo a nivel regional y total (González Jiménez, 2013).

Los individuos que acumulan grasa en el abdomen (obesidad central) exhiben concentraciones mayores de glucosa (resistencia a la insulina), triglicéridos y colesterol que no es HDL, además aumento de presión arterial (Azcona, 2013) (Aguilar Salinas, 2007).

La posibilidad de predecir complicaciones mediante el valor del perímetro de cintura se debe a que éste es uno de los mejores indicadores de la cantidad de grasa intraabdominal, un mayor perímetro se traduce en además de una cantidad excesiva de grasa en un mayor riesgo de padecer diabetes mellitus tipo 2, enfermedad cardiovascular, hipertensión arterial o dislipidemia (Lahera, 2018) (Aguilar Salinas, 2007).



Sedentarismo

Este se puede considerar como un gasto energético por debajo de lo requerido para considerarlo actividad física (Lavielle Sotomayor, 2014).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, una gran parte de la población mundial se encuentra en riesgo de padecer algún tipo de enfermedad crónica como resultado de una disminución del gasto de energía y por consecuencia un aumento progresivo en la grasa corporal, todo producto de comportamientos sedentarios y falta de actividad física (Lavielle Sotomayor, 2014).

Sarcopenia

Síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y la fuerza con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad (Rey Rozas, 2014).

Esta depende de múltiples variables y de ahí la complejidad de su diagnóstico, prevención y tratamiento. En el 2010 el Grupo de Trabajo sobre Sarcopenia en Personas de Edad Avanzada (EWGSOP) elaboró una definición y criterios diagnósticos: masa muscular baja, menor fuerza muscular y menor rendimiento físico (Rey Rozas, 2014).

Existen 4 estadios de la sarcopenia, el primero sólo disminuye la masa muscular, el segundo también afecta la fuerza o rendimiento físico, el tercero considerado como severo afecta los 3 criterios y el cuarto se encuentra relacionado con la actividad física (Rey Rozas, 2014).

La inactividad y el reposo prolongado conllevan a una pérdida de fuerza y masa muscular. La fuerza muscular se pierde más rápido que la masa muscular. Según estudios realizados por Kortebein y Paddon-Jones se pierde masa muscular y se reduce la producción de proteínas en pacientes ancianos después de 10 días y en jóvenes después de 28 días (Rey Rozas, 2014).

Algunas enfermedades pueden dar lugar a sarcopenia como las enfermedades renales, respiratorias, hepáticas, reumatológicas crónicas (artrosis, osteoporosis, osteopenia), infecciosas, cardíacas, neurodegenerativas, neuromusculares y endocrinas (disfunción tiroidea, resistencia a la insulina). Las enfermedades como la insuficiencia cardíaca o la



enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) provocan alteraciones en los músculos debido a diferentes causas, entre ellas se encuentran una mala alimentación, efecto inflamatorio directo y alteraciones en la función de las mitocondrias entre muchas otras. Además, ciertos fármacos provocan atrofia muscular (Rey Rozas, 2014).

Un estudio realizado en el 2012 señaló que el consumo de aminoácidos esenciales y vitamina D junto a ejercicios de resistencia produce efectos beneficiosos en el músculo (Rey Rozas, 2014).

En conclusión, en cuanto a la mención de los factores de riesgo asociados con enfermedad cardiovascular, se debe promover el ejercicio y los cambios en los hábitos en las personas de acuerdo a su edad y sus condiciones físicas y de salud. Fomentar la vigilancia del índice de masa corporal y del perímetro de la cintura en adultos, la vigilancia de las curvas de crecimiento y el índice de masa corporal en los niños y adolescentes para conocer el estado de nutrición en que se encuentran e incidir como prevención primaria en los familiares que se pueden ver beneficiados de dichos cambios (SSA., 2012).



IV. HIPÓTESIS

IV.A Hipótesis de trabajo

A mayor porcentaje de masa grasa (MG), menor será la carga de peso soportada.

A menor porcentaje de masa magra (MM), mayor debilidad muscular.

IV.B Hipótesis alternas

A mayor porcentaje de masa grasa (MG), mayor será la carga de peso soportada.

A menor porcentaje de masa magra (MM), menor debilidad muscular.

IV.C Hipótesis nulas

A menor porcentaje de masa grasa (MG), mayor será la carga de peso soportada.

A mayor porcentaje de masa magra (MM), menor debilidad muscular.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ



V. OBJETIVOS

V.A Objetivo general

Identificar una posible relación entre la fuerza muscular y el porcentaje de masa grasa (MG) en pacientes con enfermedad cardiovascular (ECV) mediante la integración de información transdisciplinaria.

V.B Objetivos específicos

Conocer el porcentaje (%) de masa grasa (MG) y perímetro abdominal de los pacientes que asisten al Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) mediante la primera valoración nutricional, el aparato de medición de composición corporal por bioimpedancia y la cinta antropométrica.

Conocer los valores de fuerza muscular por grupo muscular de los pacientes que asisten al Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) mediante la primera valoración de repetición máxima (RM).

Conocer los datos de edad, género y diagnóstico de los pacientes que asisten al Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) mediante la revisión del expediente de los datos recolectados al ingresar a este.



VI. MATERIAL Y MÉTODOS

VI.A Tipo de investigación

De acuerdo a los ejes de la investigación, se llevó a cabo un estudio:

Observacional, según la intervención del investigador, que en este caso no existe, pues los datos reflejan la evolución natural de los eventos.

Transversal analítico, transversal según la dirección del estudio, ya que se hizo la medición en una sola ocasión. Y analítico porque su objetivo es responder una pregunta que plantea la búsqueda de la asociación entre las características o los factores de exposición con la enfermedad además de estimar los factores de riesgo a los que se les llama factores asociados.

Retrospectivo, según el sentido del estudio. Ya que el inicio del estudio es posterior a los hechos estudiados, debido a que los datos se recogieron de los expedientes sobre las valoraciones ya realizadas.

Retrolectivo bidireccional, según la forma de recolectar los datos. Ya que los datos se recolectaron de los expedientes tanto de las valoraciones realizadas por parte del equipo de fisioterapia y de nutrición.

VI.B Población o unidad de análisis

Se analizó la posible existencia de una relación entre la fuerza muscular y el porcentaje de la masa grasa en pacientes con enfermedad cardiovascular pertenecientes al Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH).

Para dichos fines, se recabó y analizó los datos obtenidos de la valoración inicial de fuerza muscular por repetición máxima (RM), realizada por parte del equipo de fisioterapia de los principales grupos musculares de miembro superior (deltoides, bíceps, tríceps, romboides, pectoral) y de miembro inferior (cuádriceps, psoas ilíaco, glúteo mayor, glúteo medio e isquiotibiales). Y los valores porcentuales de masa grasa (MG), masa magra (MM) y perímetro abdominal (PA), obtenidos por el equipo de nutrición de la valoración nutricional inicial, por



medio del aparato de medición corporal por bioimpedancia y cinta antropométrica respectivamente.

VI.C Muestra y tipo de muestra

Se analizaron los datos obtenidos de 54 pacientes de los cuales 46 son hombres y 8 son mujeres, con una edad media de 61 ± 11 y con enfermedad cardiovascular que asistieron al Programa de Rehabilitación Cardíaca en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, en su mayoría con diagnóstico de cardiopatía isquémica (94.4%) entre otros diagnósticos por los cuales cursan los pacientes son: insuficiencia cardíaca, miocardiopatías y valvulopatías.

De acuerdo al tipo estudio y las características seleccionadas para este, no se realizó un cálculo de muestra y se llevó a cabo un muestreo no probabilístico, considerando que sólo se eligieron a aquellos pacientes que contaban con los criterios y datos completos requeridos.

Dicho estudio se llevó a cabo durante el periodo de estadía de servicio social en el área de rehabilitación cardíaca del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, conjuntamente con el trabajo constante de investigación e intervención ya realizado por el equipo transdisciplinario en dicha área.

C.1 Criterios de selección

Se consideraron los siguientes criterios:

Inclusión:

Pacientes del Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) con valoración de repetición máxima (RM), y de masa grasa (MG) y de masa magra (MM) en la valoración nutricional.

Pacientes del Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) con medición de perímetro abdominal (PA) en la valoración nutricional.

Pacientes del Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) con datos completos de edad, género y diagnóstico en su expediente.



Pacientes del Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) que padecen cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca, miocardiopatías y valvulopatías controladas.

Exclusión:

Suspensión de repetición máxima (RM).

Eliminación:

Expedientes con datos incompletos.

C.2 Variables estudiadas

Las variables que se estudiaron son:

Variables independientes: masa grasa (MG), masa magra (MM), perímetro abdominal (PA), género, edad y diagnóstico.

Variable dependiente: fuerza muscular por repetición máxima (RM).

Organizadas en un cuadro de variables (Tabla 6), para su mejor explicación:

Tabla 6 Cuadro de variables.

| Variable | Tipo de variable | Definición conceptual | Escala de medición | Indicador | Fuente de obtención |
|---------------------------------|--------------------|--|--------------------|---|--|
| Variables independientes | | | | | |
| Masa grasa (MG) | Catagórica Ordinal | Porcentaje de peso corporal constituido por el tejido adiposo (Azcona, 2013). | Valor porcentual | Debajo del promedio Dentro del promedio Arriba del promedio | Aparato de medición de composición corporal por bioimpedancia marca OMRON modelo HBF-516B. |
| Masa magra (MM) | Catagórica Ordinal | Elemento de la composición corporal libre de grasa. La masa muscular es el componente más importante y en mayor porcentaje (Azcona, 2013). | Valor porcentual | Debajo del promedio Dentro del promedio Arriba del promedio | Aparato de medición de composición corporal por bioimpedancia marca OMRON modelo HBF-516B. |
| Perímetro abdominal (PA) | Númérica Continua | Medida que refleja la distribución de la grasa | Centímetros | Cm | Cinta antropométrica. |



| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---|------------------------|---|---|
| | | corporal y la adiposidad intraabdominal (Martínez, 2010). | | | |
| Género | Dicotómica | Grupo al que pertenecen los seres humanos de cada sexo, entendido este desde un punto de vista sociocultural en lugar de exclusivamente biológico (RAE, 2020) | Cuestionario | Hombre Mujer | Pregunta al paciente. |
| Edad | Númerica Continua | Tiempo que ha vivido una persona (RAE, 2020) | Cuestionario | Años | Pregunta al paciente. |
| Diagnóstico | Categórica Ordinal | Determinar el carácter de una enfermedad mediante el examen de sus signos (RAE, 2020) | Cuestionario | Cardiopatía isquémica (CI) Insuficiencia cardíaca (IC) Miocardiopatías Valvulopatías | Pregunta al paciente y evaluación médica. |
| Variable dependiente | | | | | |
| Fuerza muscular | Númerica Continua | Capacidad del músculo para ejercer una fuerza máxima en una ocasión (ACSM., 2018). | Repetición máxima (RM) | Kg | Valoración de fuerza muscular por repetición máxima (RM). |

VI.D Técnicas e instrumentos

Los datos fueron obtenidos a través de los expedientes clínicos, de las hojas de valoración inicial de fuerza muscular por repetición máxima (RM) y de la valoración por parte del equipo de nutrición, transcritos a una base de datos electrónica para su análisis.

En el área de rehabilitación cardíaca en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, la prescripción del ejercicio de kinesioterapia se realiza a partir de una valoración inicial, de las diferentes cualidades físicas como coordinación, equilibrio, elasticidad y fuerza muscular. La fuerza muscular fue valorada mediante la escala de Daniels y Lovett utilizadas de manera conjunta, mencionadas anteriormente en el apartado de valoración de cualidades físicas, y la valoración mediante repetición máxima, la cual se determinó tomando el máximo



peso posible con el cual se realizaron 3 repeticiones sin compensaciones y de manera correcta en cada grupo muscular de miembro superior e inferior.

Para la valoración de fuerza muscular por repetición máxima (RM), se utilizaron los siguientes recursos materiales descritos en el orden que fueron utilizados:

- Telemetrías modelos TEL-100, marca Mindray, con las que se registró el trazo electrocardiográfico y la frecuencia cardíaca durante la valoración.
- Bolsas de telemetrías, donde se colocó la telemetría para llevar correctamente la transmisión al monitor durante la valoración.
- Estetoscopio marca Littmann y baumanómetro marca Welch allyn, con los que se registró la tensión arterial a lo largo de la valoración.
- Polainas de 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 kg, para calcular el peso de repetición máxima de cada grupo muscular durante la valoración.
- Barras de 1.8 kg, para calcular el peso de repetición máxima de cada grupo muscular durante la valoración.
- Discos de pesas de 1.1, 1.2 hasta 2.5 kg, para calcular el peso de repetición máxima de cada grupo muscular durante la valoración.
- Mancuernas de 0.5 y 1.0 kg, para calcular el peso de repetición máxima de cada grupo muscular durante la valoración.
- Sillas, para la parte de la valoración en sedestación.
- Colchonetas, para la parte de la valoración en decúbito supino y decúbito prono.
- Hoja de registro (Tabla 7), instrumento validado por el departamento de Rehabilitación Cardíaca del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” con los movimientos estandarizados considerados como fundamentales del cuerpo humano y la musculatura principal que los realiza.
- Computadora con base de datos, donde se registraron todos los datos obtenidos de la valoración para determinar plan de entrenamiento y posteriormente imprimir la hoja de entrenamiento con los parámetros de prescripción.



Tabla 7 Valoración inicial de fuerza por resistencia máxima (RM).

| Músculo | Posición | Indicaciones | Peso inicial | FC inicial | TAS inicial | TAD inicial | DP inicial | Borg inicial |
|------------------------------|------------------|------------------------------|--------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| BASAL | | | | | | | | |
| Deltoides anterior derecho | Sedente | Flexión de hombro | | | | | | |
| Deltoides anterior izquierdo | Sedente | Flexión de hombro | | | | | | |
| Deltoides medio derecho | Sedente | Abducción de hombro | | | | | | |
| Deltoides medio izquierdo | Sedente | Abducción de hombro | | | | | | |
| Bíceps derecho | Sedente | Flexión de codo | | | | | | |
| Bíceps izquierdo | Sedente | Flexión de codo | | | | | | |
| Tríceps derecho | Sedente | Extender codo | | | | | | |
| Tríceps izquierdo | Sedente | Extender codo | | | | | | |
| Cuádriceps derecho | Sedente | Extensión de rodilla | | | | | | |
| Cuádriceps izquierdo | Sedente | Extensión de rodilla | | | | | | |
| Pectoral derecho | Decúbito supino | Puños hacia techo y aducción | | | | | | |
| Pectoral izquierdo | Decúbito supino | Puños hacia techo y aducción | | | | | | |
| Psoas derecho | Decúbito supino | Flexión de cadera | | | | | | |
| Psoas izquierdo | Decúbito supino | Flexión de cadera | | | | | | |
| Glúteo medio derecho | Decúbito lateral | Abrir pierna | | | | | | |
| | | | | | | | | |



| | | | | | | | | |
|---|------------------|---------------------|--|--|--|--|--|--|
| Glúteo medio izquierdo | Decúbito lateral | Abrir pierna | | | | | | |
| Aductores de cadera derecho | Decúbito lateral | Subir pierna | | | | | | |
| Aductores de cadera izquierdo | Decúbito lateral | Subir pierna | | | | | | |
| Romboides derecho | Decúbito prono | Juntar omóplatos | | | | | | |
| Romboides izquierdo | Decúbito prono | Juntar omóplatos | | | | | | |
| Isquiotibiales derecho | Decúbito prono | Flexión de rodilla | | | | | | |
| Isquiotibiales izquierdo | Decúbito prono | Flexión de rodilla | | | | | | |
| Glúteo mayor derecho | Decúbito prono | Extensión de cadera | | | | | | |
| Glúteo mayor izquierda | Decúbito prono | Extensión de cadera | | | | | | |
| ENFRIAMIENTO | | | | | | | | |
| <p>Secuencia de la valoración en cuanto a grupos musculares, posiciones e indicaciones de los movimientos a realizar. Momentos en que se toman los valores de frecuencia cardiaca, tensión arterial, esfuerzo (escala de Borg) y cálculo de doble producto, en cada cambio de posición.</p> | | | | | | | | |

Fuente: Formato del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH).

Parte importante del Programa de Rehabilitación Cardíaca en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", es el control de factores de riesgo cardiovascular, que se realiza por parte del equipo de nutrición, quienes en la valoración inicial nutricional registran variables como los porcentajes de masa grasa (MG) y masa magra (MM), obtenidos con un aparato de medición de composición corporal marca OMRON modelo HBF-516B, cuyo algoritmo se enfoca en el método de impedancia bioeléctrica aunado a los parámetros de altura, peso, edad y género, arrojando los resultados dentro de la clasificación; debajo del promedio, promedio y arriba del promedio.



Para la valoración nutricional, se utilizaron los siguientes recursos materiales:

- Aparato de medición de composición corporal por bioimpedancia marca OMRON modelo HBF-516B, el cual arrojó los valores porcentuales de masa magra y masa grasa.
- Cinta antropométrica flexible de fibra de vidrio, con el cual se midió el perímetro abdominal.

VI.E Procedimientos

E.1 Valoración de fuerza muscular por repetición máxima

Para realizar la valoración de fuerza muscular por repetición máxima (RM) para el posterior entrenamiento de fuerza, se siguió el siguiente método:

1. Seleccionar un peso inicial para cada paciente y para cada grupo muscular que será evaluado. Se debe tener en cuenta la edad del paciente, el diagnóstico, el género, peso corporal y tono muscular del músculo que será evaluado.
2. Seguir la secuencia de la hoja de valoración de RM, en cuanto a grupos musculares, posiciones, indicaciones de los movimientos a realizar, momentos en los que se toman los valores de frecuencia cardíaca, tensión arterial, percepción del esfuerzo según la escala de Borg y el cálculo del doble producto, en cada grupo muscular y cambio de posición, con el fin de registrar cualquier alteración. Además de respetar las 3 partes del ejercicio (calentamiento, fase principal y enfriamiento) (Tabla 7).
3. Realizar 3 repeticiones con el máximo peso posible para cada paciente sin llegar al agotamiento o a deformar la técnica de cada grupo muscular de miembro superior (deltoides, bíceps, tríceps, romboides, pectoral) y de miembro inferior (cuádriceps, psoas ilíaco, glúteo mayor, glúteo medio e isquiotibiales). En caso de detectar compensaciones, modificar el peso.
4. Anotar el resultado del peso máximo para cada plano muscular en hoja de registro.
5. Registrar los datos de la hoja en la base de datos de la computadora, donde se calculará el valor de la carga para el entrenamiento.



Considerando que las 3 repeticiones equivalen al 93% de la máxima contracción voluntaria y que en el caso de los pacientes con enfermedades cardiovasculares lo que se busca es no llevarlos al 100% y así evitar complicaciones.

Se realiza una conversión para calcular el 100% determinando el valor de 1RM para ajustar la intensidad para miembros superiores e inferiores. Calculando para el entrenamiento el valor de la carga al 45% para miembros superiores y al 55% para miembros inferiores.

Después de determinar la carga, esta debe ser aumentada de forma gradual y progresiva a lo largo del entrenamiento. Por lo que se incrementará los porcentajes prescritos un 5%, antes de aumentar la carga se realizan 2 sesiones, una de miembros superiores y otra de miembros inferiores, después se realiza una sesión de descanso activo, en los que se mantendrá el peso anterior antes de incrementarlo. Posteriormente se incrementará al 50% en miembros superiores y 60% en miembros inferiores y así sucesivamente.

E.2 Entrenamiento de fuerza muscular por repetición máxima

En el entrenamiento de fuerza se deben cumplir con ciertas reglas, explicaciones y mediciones, que permitirán un correcto desarrollo y un mejor control.

Antes de iniciar, el terapeuta debe cumplir con lo siguiente: tener la aprobación del médico especialista en rehabilitación cardíaca (Hernández González, 2008), explicar al paciente el procedimiento y material a utilizar, así como la enseñanza de la técnica correcta de respiración, las cuales serán respiraciones diafragmáticas entre cada serie de ejercicios.

El terapeuta debe hacer hincapié al paciente en mantener una postura correcta y alineada, llevar una constante cadencia con las repeticiones y tratar de lograr un arco completo de movimiento en cada repetición.

Durante la sesión de entrenamiento de fuerza, el paciente realizará una fase de calentamiento de los segmentos a trabajar, que permita una correcta activación del sistema cardiovascular y de la movilidad muscular para lograr el rango de movimiento adecuado, evitando posibles lesiones (Hernández González, 2008).

Posteriormente habrá una fase principal donde se trabajarán 10 repeticiones por segmento corporal.



Y finalizando con una fase de enfriamiento o vuelta a la calma mediante movimientos lentos, en dirección céfalo-caudal con el fin de regresar a los parámetros de frecuencia cardíaca y tensión arterial con los que se iniciaron, realizando el estiramiento de los grupos musculares que se trabajaron para disminuir la acumulación de ácido láctico (Hernández González, 2008).

Estas sesiones se realizarán 3 veces por semana y se alternarán miembros superiores con miembros inferiores (Tabla 8).

Tabla 8 Sesión de entrenamiento de fuerza por repetición máxima (RM).

| Nombre del paciente: | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|
| Fase/Posición | Segmento corporal | Movimiento | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Calentamiento | Toma de signos | | | | | | | |
| SEDENTE | Tobillo | Plantiflexión | | | | | | |
| SEDENTE | Tobillo | Dorsiflexión | | | | | | |
| SEDENTE | Rodilla derecha | Extensión | | | | | | |
| SEDENTE | Rodilla izquierda | Extensión | | | | | | |
| SEDENTE | Pecho derecho | Estiramiento | | | | | | |
| SEDENTE | Pecho izquierdo | Estiramiento | | | | | | |
| Fase principal | | | | | | | | |
| SEDENTE | Codo derecho | Flexión | | | | | | |
| SEDENTE | Codo izquierdo | Flexión | | | | | | |
| SEDENTE | Codo derecho | Extensión | | | | | | |
| SEDENTE | Codo izquierdo | Extensión | | | | | | |
| SEDENTE | Hombro derecho | Flexión + abd (45°) | | | | | | |



| | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| SEDENTE | Hombro izquierdo | Flexión + abd (45°) | | | | | | | |
| SEDENTE | Rodilla derecha | Extensión | | | | | | | |
| SEDENTE | Rodilla izquierda | Extensión | | | | | | | |
| Decúbito supino | Rodilla derecha | Flexión | | | | | | | |
| Decúbito supino | Rodilla izquierda | | | | | | | | |
| Decúbito lateral | Cadera derecha | Abducción | | | | | | | |
| Decúbito lateral | Cadera izquierda | Abducción | | | | | | | |
| Decúbito lateral | Cadera derecha | Aducción | | | | | | | |
| Decúbito lateral | Cadera izquierda | Aducción | | | | | | | |
| Decúbito prono | Cadera derecha | Extensión | | | | | | | |
| Decúbito prono | Cadera izquierda | Extensión | | | | | | | |
| Decúbito prono | Rodilla derecha | Flexión | | | | | | | |
| Decúbito prono | Rodilla izquierda | Flexión | | | | | | | |
| Fase principal | Escápulas | Aducción | | | | | | | |
| SEDENTE | Pecho | Aducción | | | | | | | |
| SEDENTE | Abdomen | Flexión anterior + Rotación | | | | | | | |
| | Rodilla + Cadera | Pararse | | | | | | | |
| | Rodilla + Cadera | Sentarse | | | | | | | |
| | De pie | Pararse de puntas | | | | | | | |
| | De pie | Abd cadera | | | | | | | |



| | | | | | | | | | |
|---|-------------------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Toma de signos | | | | | | | | | |
| Enfriamiento | Rodilla derecha | Extensión | | | | | | | |
| FC | Rodilla izquierda | Extensión | | | | | | | |
| TA | Pecho derecho | Estiramiento | | | | | | | |
| DP | Pecho izquierdo | Estiramiento | | | | | | | |
| | Miembro superior | Estiramiento 1 | | | | | | | |
| | Miembro superior | Estiramiento 2 | | | | | | | |
| | Miembro inferior | Estiramiento 1 | | | | | | | |
| | Miembro inferior | Estiramiento 2 | | | | | | | |
| | Tobillo | Plantiflexión | | | | | | | |
| | Tobillo | Dorsiflexión | | | | | | | |
| Toma de signos | | | | | | | | | |
| Secuencia de la sesión de entrenamiento de fuerza por RM, en cuanto a fase, posición, segmento corporal, movimiento y número de sesión. Momentos en que se toman los valores de frecuencia cardíaca, tensión arterial, esfuerzo (escala de Borg) y cálculo de doble producto, en cada cambio de posición. | | | | | | | | | |

Fuente: Formato del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH).

E.3 Valoración nutricional

En cuanto la valoración nutricional, se siguió el siguiente método:

1. Toma de valores porcentuales de masa magra y masa grasa, por medio del aparato de medición corporal por bioimpedancia.
2. Colocar la báscula en una superficie plana y estable para evitar sesgos en el cálculo de estos valores.
3. Indicar al paciente que se pesará con ropa ligera y sin zapatos.



4. Indicar al paciente que debe colocarse en el centro de la báscula, parado con rodillas y espalda rectas y la mirada hacia el frente. Además, asegurarse que los talones se encuentren sobre los electrodos para así obtener una medición más exacta.
5. Indicar al paciente que debe sostener la pantalla con ambas manos enfrente de él/ella, elevando los brazos horizontalmente y extendiendo los codos para formar un ángulo de 90° con su cuerpo.
6. Obtener y anotar los valores en una hoja de registro.
7. Pasar los datos en la base de datos de la computadora, donde se clasificarán en: debajo del promedio, promedio y arriba del promedio.
8. Toma de perímetro abdominal, por medio de una cinta antropométrica. Para ello, identificar en el paciente el punto medio entre la costilla inferior y la cresta iliaca anterosuperior (en personas con sobrepeso medir en la parte más amplia del abdomen), se debe medir durante la espiración del paciente. Se considera una circunferencia abdominal saludable menor a 80 cm en mujeres y menor a 90 cm en hombres.

VI.E.4 Análisis estadístico

Se registraron los datos en una hoja de cálculo electrónica de Excel (v.2018), donde se llevaron a cabo las tablas correspondientes.

El procesamiento de la información y análisis estadístico se realizó mediante el programa estadístico SPSS v.19, donde se llevó a cabo una correlación de Pearson y las gráficas correspondientes. Las variables categóricas se expresan en porcentaje (n, %) y las variables numéricas continuas en promedio (DE) o mediana (mín., máx.), según sea el caso. Todo valor de $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativo.

VI.E.5 Consideraciones éticas

El protocolo será ingresado al Comité de Investigación y Ética en Investigación en Salud de la Licenciatura de Fisioterapia para su autorización.

Se toma en consideración para los aspectos éticos la Declaración de Helsinki 2013; se respeta el artículo 11 "En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la



salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación”. Así como el artículo 23 que refiere “Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de la persona que participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal y para reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física, mental y social”.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ



VII. RESULTADOS

Se analizó una base de datos con el registro de 54 pacientes con una edad media de 61 años con una desviación estándar (DE) de ± 11 años, 46 de los pacientes pertenecen al género masculino equivalente al 85.2 %, con un índice de masa corporal (IMC) medio de 27.9 ± 14 , con un perímetro abdominal de $99.2 \text{ cm} \pm 10 \text{ cm}$ (Tabla 9).

El diagnóstico predominante, en 51 de los pacientes, fue la cardiopatía isquémica (94.4 %), seguido de insuficiencia cardíaca con un 38.3 %, y de las miocardiopatías y valvulopatías (1 %), con una media de la fracción de eyección del $48 \% \pm 12 \%$ (Tabla 9).

En cuanto al porcentaje de masa grasa y masa magra, se encontró una media del porcentaje de masa grasa para pacientes masculinos de $25.7 \% \pm 5.2 \%$ y en pacientes femeninos de $41.4 \% \pm 5.5 \%$, y una media del porcentaje de masa magra para pacientes masculinos de $33.5 \% \pm 2.4 \%$ y en pacientes femeninos de $24.5 \% \pm 2.2 \%$. lo cual nos indica que la masa grasa tiene mayor predominio en mujeres y la masa magra en hombres (Tabla 9).

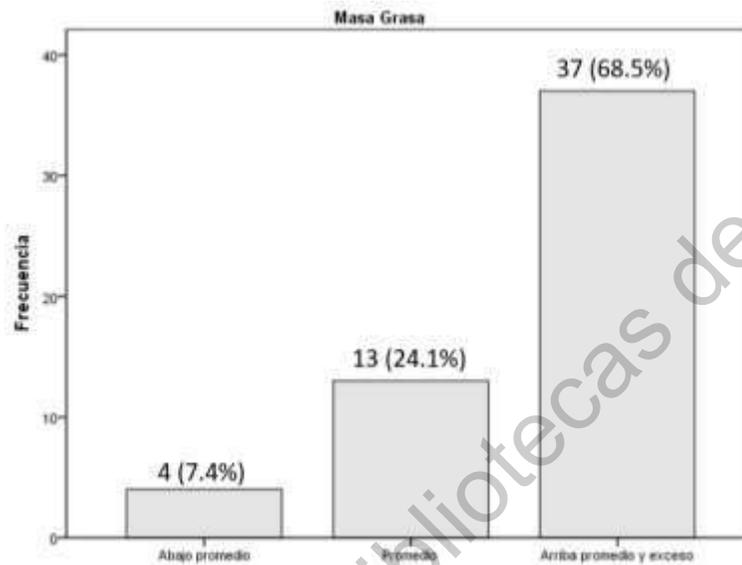
Tabla 9 Variables demográficas.

| Variable | Valor numérico |
|---|--|
| N | 54 |
| Edad media \pm DE | 61 \pm 11 |
| Género n (%) | Masculino 46 (85.2) Femenino 8 (14.8) |
| IMC media \pm DE | 27.9 \pm 14 |
| PA media \pm DE | 99.2 \pm 10 |
| Porcentaje de Masa Grasa media \pm DE | Masculino 25.7 \pm 5.2 Femenino 41.4 \pm 5.5 |
| Porcentaje de Masa Magra media \pm DE | Masculino 33.5 \pm 2.4 Femenino 24.5 \pm 2.2 |
| Diagnósticos n (%) | CI 51 (94.4) IC 18 (38.3) Miocardiopatías 1 (1.9) Valvulopatías 1 (1.9) |
| FEVI media \pm DE | 48 \pm 12 |

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH).

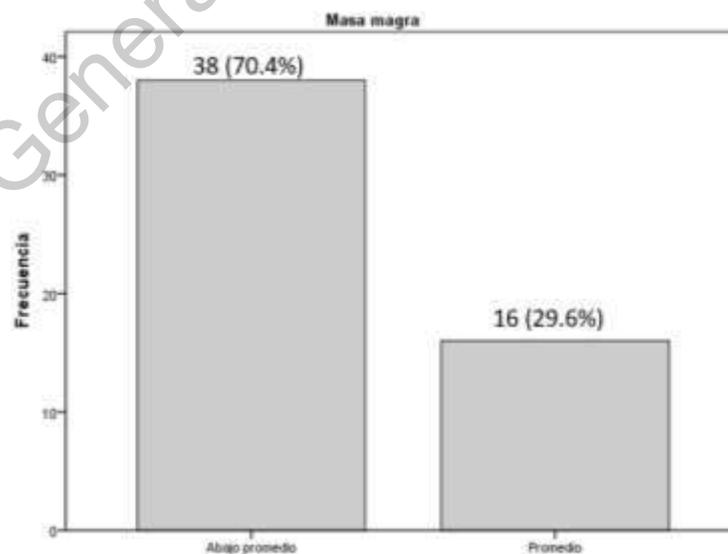
Se encontró que un 68.5% de los pacientes presentaron niveles elevados de masa grasa (MG) (Gráfica 1), mientras que el 70.4% de los pacientes se encontraban por debajo del promedio de masa magra (MM) (Gráfica 2).

Gráfica 1 Porcentaje de masa grasa (MG).



Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH) a partir de valoración nutricional y procesados con SPSS v. 19.

Gráfica 2 Porcentaje de masa magra (MM).



Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH) a partir de valoración nutricional y procesados con SPSS v. 19.



En la valoración de repetición máxima (RM) de los principales grupos musculares de miembros superiores e inferiores se obtuvieron los siguientes datos representados en las (Tabla 10 y Tabla 11) con su mediana (mín., máx.) de peso en kilogramos.

Tabla 10 Resultados de valoración de RM de miembros superiores.

| Miembros superiores | Derecho mediana (min, máx) | Izquierdo mediana (min, máx) |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Deltoides anterior | 3.4 (0,5.1) | 3(0,5.1) |
| Deltoides medio | 2.9(0,5.1) | 2.9 (0,5) |
| Bíceps | 4(0,8.9) | 4(1.5,8.9) |
| Tríceps | 2.9(0,6.20) | 2(0,6.20) |
| Romboides | 2.9(0,14.8) | 2.5(0,14.8) |
| Pectoral | 2.4(0,5.1) | 2.3(0,4.6) |

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH) a partir de valoración de fuerza muscular por RM.

Tabla 11 Resultados de valoración de RM de miembros inferiores.

| Miembros inferiores | Derecho mediana (min, máx) | Izquierdo mediana (min, máx) |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Cuadríceps | 3.7(0,8.5) | 3.5(0,8.5) |
| Psoas iliaco | 3(0,8) | 3(0,7) |
| Glúteo medio | 2.5(1,8.5) | 2.5(0,8.5) |
| Isquiotibiales | 3.5(0,8) | 3.5(0,8) |
| Glúteo mayor | 1.5(0,7.5) | 1.5(0,7) |
| Aductores cadera | 0.5(0,2) | 0.5(0,2) |

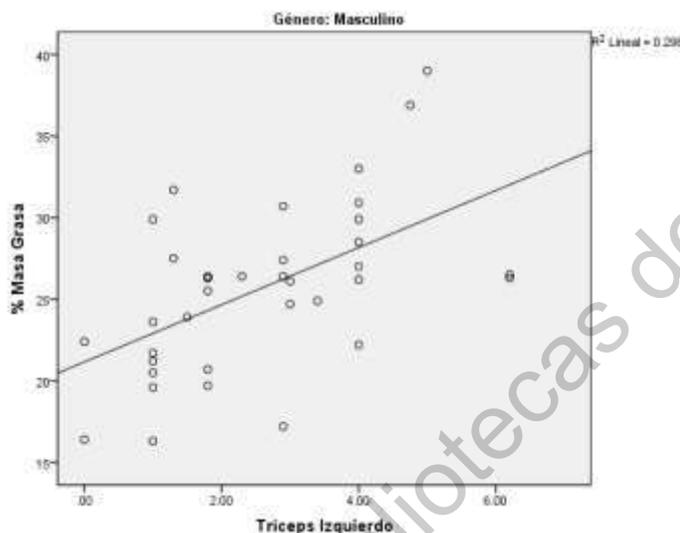
Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH) a partir de valoración de fuerza muscular por RM.

Se realizó una correlación de Pearson, utilizando el programa estadístico SPSS v.19.

Se encontró una correlación moderada entre la masa grasa (MG) y repetición máxima (RM): isquiotibiales (0.495), cuádriceps (0.405), glúteo mayor (0.435), psoas (0.416), bíceps (0.422), romboides (0.425) y la más significativa tríceps ($R^2=0.546$) (Gráfica 3). Para estas correlaciones, la masa grasa se midió por bioimpedancia, y la forma en la que se calcula es en todo el cuerpo y no de manera segmentaria, la fuerza muscular, está valorada de manera segmentaria. Es por eso que decidimos buscar la correlación entre el porcentaje de masa

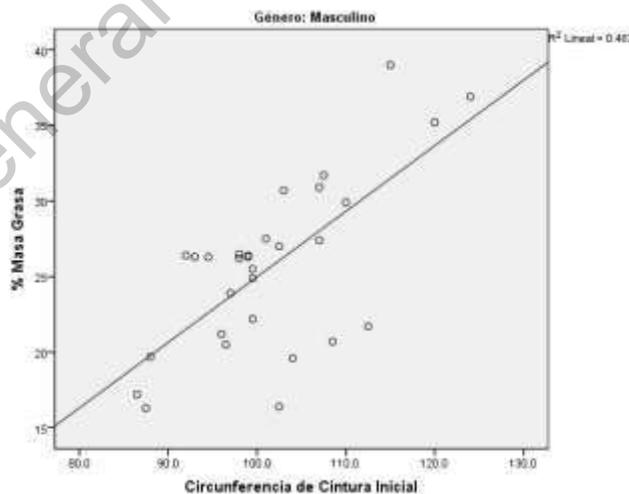
grasa y el perímetro abdominal, ya que éste último es una medida que se asocia al riesgo cardiovascular, encontrando una correlación fuerte entre masa grasa (MG) y el perímetro abdominal (PA) (0.683; $R^2=0.467$) (Gráfica 4), todos estadísticamente significativos ($p < 0.05$).

Gráfica 3 Correlación entre masa grasa y fuerza muscular por RM de tríceps.



Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH) a partir de valoración nutricional y valoración de fuerza muscular por RM y procesados con SPSS v.19.

Gráfica 4 Correlación entre masa grasa y perímetro abdominal.



Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH) a partir de valoración nutricional y valoración de fuerza muscular por RM y procesados con SPSS v.19.



Los resultados obtenidos en la presente investigación documentan que los pacientes que ingresan a un Programa de Rehabilitación Cardíaca (PRHC) presentan niveles bajos de masa magra (MM) y niveles altos de masa grasa (MG). Por lo que se confirman las hipótesis propuestas: a mayor masa grasa, menor carga de peso y mayor debilidad por niveles bajos de masa magra.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ



VIII. DISCUSIÓN

Los pacientes que han sufrido una enfermedad cardíaca, además de los efectos que esto conlleva sobre el sistema cardiovascular, sufren una reducción de la tolerancia al esfuerzo por pérdidas de la masa muscular y densidad ósea (entre otras), como consecuencia aumenta el sedentarismo, la inmovilidad, la pérdida de las habilidades motoras y frecuentemente las comorbilidades metabólicas (Ferraz, 2011).

Aunado a esto, actualmente el aumento en las tasas de obesidad se ha convertido en un problema de salud pública, incluyendo a las personas que padecen una enfermedad cardiovascular (Domínguez, 2016).

Según evidencia científica, existe un descenso a nivel mundial y nacional desde etapas tempranas de los niveles de aptitud física muscular, hecho asociado con la elevada prevalencia de obesidad infantil y juvenil. Teniendo en cuenta que la obesidad es un factor predictor de enfermedades cardiovasculares, es necesario prestar atención desde estas etapas tempranas a los factores de riesgo asociados al exceso de grasa corporal pues se considera un periodo fundamental en la adopción de hábitos de estilo de vida para etapas posteriores (Guillamón, 2017) (López-Alonzo, 2019).

El menor gasto energético derivado de un menor gasto por actividad física además de una mala alimentación, puede explicar el progresivo aumento de los niveles corporales de masa grasa que caracterizan a la obesidad (Domínguez, 2016) y a las modificaciones en la composición corporal derivando en una acumulación de masa grasa en determinadas regiones siendo la grasa visceral en la zona abdominal la que se asocia a un mayor número de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares como son: concentraciones elevadas de triglicéridos y colesterol LDL, colesterol HDL bajo. Además de disfunciones del tejido óseo, cambios en el metabolismo energético y basal, daños cardiovasculares e incremento del daño oxidativo en tejidos celulares, especialmente en el tejido muscular (Nicolalde Cifuentes, 2015).

Resaltando con énfasis que en el presente estudio se encontró que un porcentaje elevado de los pacientes presentaron niveles elevados de masa grasa y en su mayoría se encontraban por debajo del promedio de masa magra.



La fuerza muscular se considera como uno de los principales índices del estado de condición física, ya que constituye un excelente biomarcador del estado de los sistemas osteoarticular, cardiovascular y metabólico (Guillamón, 2017) (López-Alonzo, 2019).

En un estudio realizado en el 2017 por Guillamón y Cantó con el objetivo de identificar una posible relación entre el estatus de peso y fuerza muscular en escolares de primaria mediante la toma de perímetro de cintura y la fuerza muscular de miembros superiores a través de un test de dinamometría manual y de miembros inferiores mediante el test de salto horizontal a pies juntos. Los resultados del estudio indican una relación del peso y las características antropométricas con los parámetros de fuerza muscular. Un peso y perímetro abdominal dentro de los parámetros normales se traducía en un mejor rendimiento en los test realizados (Guillamón, 2017).

Otro estudio llevado a cabo en 2019 por López-Alonzo y colaboradores en busca de relación entre fuerza muscular y estado de nutrición en escolares mexicanos entre 6 y 12 años de edad mediante el índice de masa corporal, perímetro de cintura y flexiones abdominales con ayuda de los brazos. Los resultados del estudio mostraron que los escolares con sobrepeso y obesidad presentaban una menor condición al realizar flexiones abdominales, ocasionando mayor fatiga (López-Alonzo, 2019).

En ambos estudios al igual que en este estudio, se indica la importancia de la promoción de la salud y la actividad física desde etapas tempranas, además recomiendan que las intervenciones vayan más allá de desarrollar la condición cardiovascular abarcando también la fuerza muscular (Guillamón, 2017) (López-Alonzo, 2019).

Según bibliografía, si el tratamiento de la obesidad se realiza acompañado de dieta y ejercicio, se producirá una pérdida de masa grasa y un aumento de masa muscular. Es por eso que, una de las herramientas consideradas más eficaces en la prevención y tratamiento de la obesidad y el excesivo porcentaje graso abdominal es el ejercicio físico, el cual ayuda a compensar la pérdida de masa magra. (Alemán, 2014) (Hernández Tomás, 2020).

En este estudio se corroboran estos datos a través de la correlación encontrada entre la masa grasa y repetición máxima principalmente a nivel de tríceps y perímetro abdominal, este último asociado al riesgo cardiovascular. En el estudio de Gámez – López se observó una



correlación lineal positiva entre los valores del índice de masa corporal con los del pliegue tricípital, porcentaje graso y perímetro muscular braquial (Gámez-López, 2016)

En relación con los métodos de entrenamiento implementados actualmente en rehabilitación cardíaca, se encuentra el entrenamiento de fuerza, pues se tiene registros de que posterior a una dosificación e implementación correcta se obtendrán cambios en el porcentaje de masa grasa y composición corporal, además de mejorar los niveles de triglicéridos, colesterol, glucosa y proteína C, logrando cambios en enfermedades metabólicas y cardiovasculares (Rodríguez, 2020).

Además de estos beneficios mejoran también los síntomas, la capacidad funcional, la función respiratoria, así como la masa muscular. Recalcando que este tipo de ejercicio no genera una mala respuesta hemodinámica en el sistema cardiovascular previamente dañado (Rodríguez, 2020).

En base a esto, se encontró un estudio, con coincidencias tanto en su metodología como en sus resultados, realizado en el 2020 en pacientes de rehabilitación cardíaca en Colombia, que buscaba cuál era el impacto del entrenamiento de fuerza en el perfil lipídico de los pacientes con insuficiencia cardíaca. Coincidiendo en la toma de medidas antropométricas como la talla, el peso, el perímetro abdominal, el índice de masa corporal, el porcentaje de masa grasa y masa magra, el último de igual forma a través de bioimpedancia. Además de utilizar un cuestionario de una repetición máxima (1RM) sin compensaciones y con movimientos completos de cada grupo muscular para obtener el peso al inicio del entrenamiento de fuerza en extremidades superiores e inferiores. Con diferencias como la realización de la prueba de caminata de 6 minutos con el objetivo de obtener los datos relacionados con la capacidad funcional antes y después del programa de rehabilitación cardíaca. Y la fuerza en miembros superiores de igual forma valorada mediante dinamometría (fuerza prensil) En cuanto a sus resultados de peso, índice de masa corporal, circunferencia abdominal y porcentaje graso disminuyeron. Y en el caso del porcentaje de fuerza muscular y prensil, dichos parámetros se registraron en un aumento significativo. Ya que en dicho estudio se realizó una comparación al inicio y al final de este (Rodríguez, 2020).



La prescripción del entrenamiento de fuerza en estos pacientes se debe realizar de por profesionales entrenados y capaces de individualizar y tomar en cuenta las comorbilidades que presenta el paciente, cuidando la seguridad del mismo. El entrenamiento de fuerza combinado con el ejercicio aeróbico practicado de manera regular conduce, en además de una reducción de las demandas cardíacas, en una disminución de peso, índice de masa corporal, circunferencia abdominal, porcentaje de masa grasa, a través de una reducción o normalización de los valores de perfil glucémico y lipídico (Rodríguez, 2020) (Rodríguez García, 2002). Y a un aumento del porcentaje de masa magra lo que se asocia a una mejor calidad de vida con menor riesgo de mortalidad (Domínguez, 2016).

Enfatizando que el ejercicio debe ser programado, dirigido y bien ejecutado, controlando estas variables se puede crear un entrenamiento realmente beneficioso, específico para los pacientes cardíacos y así prevenir los factores de riesgo (Hernández Tomás, 2020). Además, se señala que se debe encaminar al paciente hacia una educación nutricional de manera grupal e individual para lograr generar hábitos alimenticios adecuados (Rodríguez, 2020).

Lo que resalta la importancia del estudio realizado ya que dentro de este es considerado fundamental que el entrenamiento vaya acompañado de una intervención nutricional mediante una dieta equilibrada (Rodríguez, 2020). De igual forma se coincide con Gámez-López en que resulta importante discriminar entre masa grasa y masa magra y que una manera eficaz de hacerlo es a través de la bioimpedancia (Gámez-López, 2016).

Este estudio con la metodología planteada y los resultados obtenidos es la base para continuar integrando el trabajo transdisciplinario y posteriormente ver el impacto del programa en estas variables.



IX. CONCLUSIONES

La fuerza muscular y el porcentaje de masa grasa guardan una estrecha relación en pacientes con enfermedad cardiovascular.

El trabajo coordinado entre el equipo de fisioterapia y nutrición en un programa de rehabilitación cardíaca resulta fundamental, al valorar la fuerza muscular por repetición máxima, los porcentajes de masa grasa, masa magra y el perímetro abdominal e intervenir con el desarrollo de un programa de entrenamiento de fuerza muscular por repetición máxima en conjunto con la enseñanza de una dieta correcta por los beneficios que trae consigo el lograr un equilibrio entre la fuerza muscular y el porcentaje de masa grasa, y un mejor control de sus patologías y prevención de otros factores de riesgo en los pacientes del Programa de Rehabilitación Cardíaca del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Resulta de importancia aplicar este conocimiento desde una intervención primaria y en otras ramas de la fisioterapia por los efectos positivos que este podría traer como herramienta terapéutica y a su vez preventiva, beneficiándose de este tipo de intervención toda la población con factores de riesgo asociados a enfermedades cardiovasculares, generando un impacto en la disminución de la mortalidad y un aumento de la calidad de vida.



X. PROPUESTAS

Promocionar la participación conjunta de profesionales de fisioterapia y nutrición tanto en programas de rehabilitación cardíaca como en otros programas de entrenamiento aeróbico y de fuerza muscular de la mano con una dieta correcta.

Promocionar la valoración de fuerza muscular y la medición del perímetro abdominal con el objetivo de arrojar resultados relacionados con factores de riesgo como la obesidad, y de esta manera lograr un mejor control y disminución de estos a través de una intervención segura y eficaz por profesionales capacitados, tomando en cuenta siempre las comorbilidades del paciente.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ



XI. BIBLIOGRAFÍA

- ACSM., R. D. (2018). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Tenth edition.* Philadelphia: Wolters Kluwer Health.
- Aguilar Salinas, C. (2007). Adiposidad abdominal como factor de riesgo para enfermedades crónicas. *Salud pública de México*, 49, 311-316.
- Alemán, J. B. (2014). Guía para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con riesgo cardiovascular. *Selh-Lelha*.
- Álvarez Aguilar, P. (2015). Efectos agudos del ejercicio en la presión arterial. Implicaciones terapéuticas en pacientes hipertensos. *Acta Médica Costarricense*, 57(4), 163-171.
- Alvero Cruz, J. R. (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Revista Andaluza de medicina del deporte*, 4(4), 167-174.
- Arellano, O. (2011). *Protocolo clínico para el diagnóstico y tratamiento de las dislipidemias.* CENAPRECE, Secretaria de Salud. 2a edición.
- Ayala, F. D. (2012). Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: revisión sistemática. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5(2), 57-66.
- Azcona, A. (2013). *Manual de nutrición y dietética.* Obtenido de Universidad Complutense Madrid: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-2-composicion-corporal55.pdf>
- Aznar Laín, S. W. (2009). *Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación.* . Ministerio de Educación.
- Baechle, T. R. (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico.* Ed. Médica Panamericana.
- Balady, G. W. (2007). Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007. Update: A scientific statement from the American Heart Association Exercise. *Circulation.*, 115: 2675-82.



- Behnke, J. F. (1942). The specific gravity of healthy men. *JAMA*, 118:495-8.
- Bernard Bonnin, A. C. (1995). Self-management teaching programs and morbidity of pediatric asthma: a meta-analysis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 95(1), 34-41.
- Berral, F. E. (1992). Body composition of top performance athletes determined by a modification of Kerr's method. *Med Sci Sport Exer*, 4-6.
- Bescós, E. C. (2010). *Hipertensión arterial*. Málaga.
- Borg, G. (1962). *Physical performance and perceived exertion*. Obtenido de https://w3.psychology.su.se/staff/eb/Borg_G_1962_thesis.pdf
- Brites, F. D. (2012). Clasificación y diagnóstico bioquímico de las dislipemias. *Síndrome Metabólico y Riesgo Vascular*, 3(7), 150-166.
- Bueno, A. J. (2007). *MANUAL DE PRUEBAS DIAGNÓSTICAS. Traumatología y ortopedia (Vol. 85)*. Editorial Paidotribo.
- Carrasco, N. (2018). Actividad física y obesidad. *Medwave*.
- Carrere, M. T. (2010). Biomecánica clínica. Fuerza, trabajo y potencia muscular. *REDUCA (Enfermería, Fisioterapia y Podología)*, 2(3).
- Castiglioni, A. (1941). Historia de la medicina. *Salvat Ed*, 197, 198, 202.
- Cervantes Guzmán, J. (2018). *Equilibrio Corporal*. Obtenido de <http://www.cpar.sep.gob.mx/dgef/htmllecturas/Otras/equilibrio.html>
- Chávez, N. (1948). *Terapia Física*. México: Stylo.
- Chirosa, L. J. (2002). Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en un salto vertical. *European Journal of Human Movement*, 47-71.
- Consentino, F. G. (2020). Guía ESC 2019 sobre diabetes, prediabetes y enfermedad cardiovascular, en colaboración con la European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Revista española de cardiología*, 404-404.
- Cordero, A. M. (2014). Ejercicio físico y salud. *Revista Española de Cardiología*, 67(9), 748-753.



- Del Valle Soto, M. M. (2015). Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de SEMED-FEMEDE. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 32(169), 281-313.
- Delorme, T. L. (1948). Techniques of progressive resistance exercise. *Arch.Phys.Med.*, 29:263-273.
- Dock, W. (1944). The evil sequelae of complete bed rest. *Journal of the American Medical Association*, 125 (16), 1083.
- Domínguez, R. G. (2016). Efectos del entrenamiento contra resistencias o resistance training en diversas patologías. *Nutrición Hospitalaria*, 33(3), 719-733.
- Drinkwater, D. M. (1984). Validation by cadaver dissection of Matiegka's equations for the anthropometric estimation of anatomical body composition in adults humans. Day JAP, editor. *Perspectives in Kinanthropometry. Champaign: Human Kinetics.*
- Fajardo, R. C. (2009). Validez y confiabilidad de la escala de esfuerzo percibido de Borg. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 14(1), 169-177.
- Feigenbaum, E. C. (1998). Cardiac rehabilitation services. Health technology assessment report 1987, no 6. Rockville. MD: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Center for Health Services Research and Health Care Technology Assessment., s/v, 88-3427.
- Férez, S. (2008). *Historia del Instituto Nacional de Cardiología y su influencia en la Medicina Mexicana*. México: Bayer.
- Fernández, B. M. (2007). Hipertensión Arterial. *Guía para pacientes. Secretaría de Salud.*
- Ferraz, D. D. (2011). Entrenamiento aeróbico y de fuerza en la rehabilitación del ictus. *Fisioterapia*, 33(5), 210-216.
- First, T. o. (1994). *Charter of Transdisciplinarity*. Portugal.
- Flinterman, J. F. (2001). Transdisciplinarity: The new challenge for biomedical research. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 21(4), 253-266.



- Gámez-López, A. L.-P.-I.-C.-S.-R. (2016). Valoración de la composición corporal y su influencia pronóstica en insuficiencia cardíaca crónica. Más allá de la "paradoja de la obesidad". *Archivos de cardiología de México*, 86(4), 319-325.
- Garrison, F. (1963). *An Introduction to the History of Medicine*. Philadelphia: Saunders WB Ed.
- González Calvo, G. H. (2011). Asociación entre tejido graso abdominal y riesgo de morbilidad: efectos positivos del ejercicio físico en la reducción de esta tendencia. *Nutrición Hospitalaria*, 26 (4), 685-691.
- González Jiménez, E. (2013). Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinología y nutrición*, 69-75.
- Graham, I. A. (2009). Guías de práctica clínica sobre prevención de la enfermedad cardiovascular: Versión corregida. *Revista Española de Cardiología*, 61(1).
- Guadalajara Boo, J. (2019). *Hipertensión arterial. Seminario: El ejercicio actual de la medicina*. Obtenido de Facultad de medicina. UNAM: http://www.facmed.unam.mx/sms/seam2k1/2008/jun_01_ponencia.html
- Guillamón, A. R. (2017). Relación entre estatus de peso y fuerza muscular en escolares de primaria. *Revista de Ciencias del Deporte*, 13(3), 251-262.
- Henoa Villa, C. F. (2017). Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la formación para la investigación en ingeniería. *Revista Lasallista de investigación*, 14(1), 179-197.
- Hernández González, R. R. (2008). Prueba para determinar la fuerza máxima en pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles. *Revista Digital: Buenos Aires*.
- Hernández Tomás, M. (2020). Inclusión del entrenamiento de fuerza en pacientes de rehabilitación cardíaca.
- Herrick, J. (1983). Clinical Features of Sudden Obstruction of the Coronary Arteries. *The Journal of the American Medical Association*, 250 (13), 1757.
- Illaraza, H. (2011). Planificación del entrenamiento físico. En M. Montero, *Rehabilitación cardiovascular*. España: Editorial Panamericana.



- Ilarraza, H. Á. (2004). *Rehabilitación y Prevención Cardiovascular. Programa Latinoamericano de Actualización Continua de Cardiología*. México: Intersistemas Editores.
- International, I. R. (2005). *Acronyms and Glossary of Rice Terminology*. Obtenido de www.knowledgebank.irri.org/glossary/Glossary/M.htm
- ISSSTE. (2019). *Los beneficios de la Jarra del Buen Beber*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/issste/articulos/los-beneficios-de-la-jarra-del-buen-beber>
- Jolly, M. A. (2011). Impact of exercise on heart rate recovery. *Circulation*, 124(14), 1520-1526.
- Kendall, F. P. (2000). *Músculos: pruebas, funciones y dolor postural*. Marban.
- Kerr, D. (1988). *An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, muscle, bone and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years, (Tesis doctoral)*. Simon Fraser University.
- Keys, A. B. (1953). Body composition in adult man. *Physiol Rev*, 33:245-325.
- Kohl, H. C. (2012). The pandemic of physical inactivity: global action for public health. . *The Lancet, Volume 380.*, 294-305.
- Lahera, V. (2018). Grasa epicárdica y enfermedad cardiovascular. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 30(3), 118-119.
- Lahera, V. (2018). Grasa epicárdica y enfermedad cardiovascular. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 30(3), 118-119.
- Lahoz, C. M. (2007). La aterosclerosis como enfermedad sistémica. *Revista española de cardiología*, 60(2), 184-195.
- Lavielle Sotomayor, P. P. (2014). Actividad física y sedentarismo: Determinantes sociodemográficos, familiares y su impacto en la salud del adolescente. *Revista de salud pública*, 16, 161-172.
- Le Bouch, J. (1997). *El movimiento en el desarrollo de la persona*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Levine, S. L. (1952). Armchair treatment of acute coronary thrombosis. *Journal of the American Medical Association*, 148(16), 1365-1369.



- López Jiménez, F. P. (2013). Consenso de rehabilitación cardiovascular y prevención secundaria de las Sociedades Interamericana y Sudamericana de Cardiología. *Revista Uruguaya de Cardiología* , 28(2), 189-224.
- López-Alonzo, S. J.-S.-G.-C.-D.-L. (2019). Relación entre fuerza muscular y estado de nutrición en escolares mexicanos. . *Revista mexicana de pediatría*, 86(5), 185-189.
- Mallory, G. W. (1939). The speed of healing myocardial infarction: A study of the pathologic anatomy in seventy-two cases. *Am Heart J*, 18: 647-71.
- Maroto Montero, J. Z. (2010). *Rehabilitación cardiovascular*. Madrid: Panamericana .
- Maroto, J. (2009). *Rehabilitación cardíaca*. Sociedad Española de Cardiología. Madrid: Acción Médica.
- Martínez, E. (2010). Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. *Salud Uninorte*, 26(1).
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *Am J Phys Antrop*, 4:223-30.
- Maughan, R. A. (1999). *Actividad Física en el Calor: termorregulación e hidratación en América Latina*. Editorial PubliCE.
- Morales, M. P. (2016). Influencia de la actividad física y los hábitos nutricionales sobre el riesgo de síndrome metabólico. *Enfermería global* , 15(44), 209-221 .
- NCEP., E. P. (2002). Third report of the NCEP. Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) (No.2). *National Cholesterol Education Program, National Heart, Lung, and Blood Institute, National Institutes of Health*, 106(25) 3143-3421.
- Nicolalde Cifuentes, T. M. (2015). Obesidad visceral, razón masa grasa/masa muscular y dislipidemia aterogénica: estudio transversal realizado en Riobamba, Ecuador. *Revista española de nutrición humana y dietética*, 19(3), 140-145.
- NSERC. (2004). *Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada*. Obtenido de Guidelines for the Preparation and Review of Applications in Interdisciplinary research: http://www.nserc.ca/professors_e.asp?nav=profnav&lbi=intre



- OECD. (2015). *Organization for Economic Cooperation and Development*. Obtenido de Cardiovascular Disease and Diabetes: Policies for Better Health and Quality of Care. OECD Health Policy Studies. Paris: <http://www.oecd.org/health/cardiovascular-diseaseand-diabetes-policies-for-better-health-and-quality-of-care-9789264233010-en.htm>
- Olbrecht, J. (2007). *The Science of Winning: Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training*. Second edition. F&G Partners.
- OMS. (2018). *Estimaciones mundiales de salud 2016: defunciones por causa, edad, sexo, por país y por región*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- OMS. (2019). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Tabaquismo: <https://www.who.int/topics/tobacco/es/>
- Piepoli, M. (2016). 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The sixth joint task force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *EACPR. Eur Heart J*.
- Quesada Leyva, L. L. (2016). Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 20(5), 565-578.
- RAE. (2020). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de 23° ed. en línea: <https://dle.rae.es>
- Rey Rozas, T. (2014). Síndrome de Sarcopenia.
- Rius Suárez, M. C. (2016). *Intervenciones de fisioterapia. En: Justiniano Cordero S. Rehabilitación cardíaca y prevención*. Ciudad de México: 1 ed. Pydesa.
- Rivas Estany, E. (2011). El ejercicio físico en la prevención la rehabilitación cardiovascular. *Revista Española de Cardiología Suplementos*, 11,18-22.
- Rodríguez García, P. L. (2002). Prescripción de ejercicio físico para el acondicionamiento muscular. *Selección (Madr.)*, 191-201.
- Rodríguez, J. E. (2020). Impacto del entrenamiento de fuerza en el perfil lipídico de los pacientes con insuficiencia cardiaca. *Ensayo clínico aleatorizado (Strong Hearts Trial)*, 18(1), 33-43.



- Roldán, E. (2009). *Bases fisiológicas de los principios del entrenamiento deportivo*. Obtenido de Revista politécnica, 5(8), 84-93: <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/129>
- Ross, W. W. (1974). Astratagem for proportional growth assessment. *Children and exercise. Acta Paediatr Belg*, 69-82.
- Sparling, P. B. (1990). Strength training in a cardiac rehabilitation program: a six-month follow-up. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 71(2), 148-152.
- SSA. (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005, Servicios básicos de salud. *Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación*.
- SSA. (2012). Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Diario Oficial de la Federación. *Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación*.
- Stokes, W. (1854). *Disease of the Heart and Aorta*. Dublin: Hodges & Smith Eds.
- Subiela, J. D. (2008). La prescripción de ejercicio físico en pacientes cardíacos. Características y estructura del programa. *Avances Cardiológicos*, 28(1), 29-38.
- Tapia Juayek, R. (2018). Tabaquismo. *Revista de Cultura Científica. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México*, No 129-130.
- Unger, T. B. (2020). 2020 International Society of Hypertension global hypertension practice guidelines. *Hypertension, American Heart Association* , 75(6), 1334-1357.
- Villa, C. B. (2011). *Cualidades Físicas Básicas*.
- WHO. (1964). *Rehabilitation of patients with cardiovascular diseases: report of a WHO Expert Committe*. Obtenido de WHO Expert Committe on Rehabilitation of Patients with Cardiovascular Diseases & World Health Organization: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/40577>
- WHO. (1968). *Program for physical rehabilitation of patients with acute myocardial infarction*. Freiburg/Br.



Zinser, J. (2014). Tabaquismo. *Ciencia*, 40-49.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

XII. ANEXOS

XII.A Galería fotográfica

Ilustración 8 Valoración de RM de miembro inferior.



Fuente: Fotografía tomada para fines del presente estudio en el gimnasio del área de rehabilitación cardíaca en el INCICH.

Ilustración 9 Sesión de RM de miembro inferior.



Fuente: Fotografía tomada para fines del presente estudio en el gimnasio del área de rehabilitación cardíaca en el INCICH.

Ilustración 10 Valoración nutricional. Medición de peso (kg).



Fuente: Fotografía tomada para fines del presente estudio en el gimnasio del área de rehabilitación cardíaca en el INCICH.

Ilustración 11 Valoración nutricional. Medición de masa grasa (MG).



Fuente: Fotografía tomada para fines del presente estudio en el gimnasio del área de rehabilitación cardíaca en el INCICH.

Ilustración 12 Valoración nutricional. Medición de masa magra (MM).



Fuente: Fotografía tomada para fines del presente estudio en el gimnasio del área de rehabilitación cardíaca en el INCICH.

Ilustración 13 Valoración nutricional. Medición perímetro abdominal (PA).



Fuente: Fotografía tomada para fines del presente estudio en el gimnasio del área de rehabilitación cardíaca en el INCICH.