

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA
Y EL DEPORTE
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL



“VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD CARDIOVASCULAR DURANTE UNA PRUEBA DE ESFUERZO EN BANDA SIN FIN CON PROTOCOLO DE BALKE EN ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO, REALIZADAS EN EL CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE, 2012”

CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE

PRESENTA:

MC. VICENTE VILLALVA REYES

DIRECTOR DE TESIS:

EMD. SALVADOR LÓPEZ RODRÍGUEZ

REVISORES DE TESIS:

EMD. HECTOR MANUEL TLATOA RAMIREZ

EMD. SALOMON SANCHEZ GOMEZ

EMD. MARIA LIZZETH MARQUEZ LOPEZ

EMD. JOSE ANTONIO AGUILAR BECERRIL

TOLUCA, MÉXICO.

ENERO. 2013.

**“ VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD
CARDIOVASCULAR DURANTE UNA PRUEBA DE
ESFUERZO EN BANDA SIN FIN CON PROTOCOLO DE
BALKE EN ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE
EDAD CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO,
REALIZADAS EN EL CENTRO DE MEDICINA DE LA
ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE, 2012 ”**

AGRADECIMIENTOS

Tres años fueron pocos para vivir esta gran experiencia, para compartir con compañeros, familiares, amigos, profesores el aprendizaje diario, el conocer y disfrutar al máximo esta gran especialidad: MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE.

Agradezco a DIOS y a la vida por haberme puesto en este camino, por darme la fuerza, la serenidad y el temple para seguir adelante día a día, por haberme hecho participe de un gran grupo (la generación 2010 – 2013), y de una gran escuela el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte.

Gracias a mi familia que me permitió salir adelante, a mis padres por enseñarme siempre lo que es la responsabilidad, el amor al trabajo, la dedicación y sobre todo el saber que para llegar a la meta se tiene que luchar y cumplir objetivos día a día, por darme su amor, su cariño y por ser un ejemplo de vida para mi, los amo, a mis hermanos por apoyarme siempre en mis decisiones, aconsejarme y sobre todo por quererme y permanecer a mi lado.

A mi gran amor, por estar siempre conmigo, por soportar desvelos, ausencias, carencias y a pesar de ello no rendirse, impulsándome para ser mejor día a día, por escucharme, amarme y darme siempre una sonrisa a pesar de la adversidad, por ser el motor de mi vida y por brindarme además su amistad, su sed de triunfo y por luchar a mi lado para sacar adelante este sueño que hoy es una realidad, el convertirme en médico especialista. Por hacerme parte de su familia pero sobre todo por enseñarme el significado del amor incondicional. Gracias por todo familia Salgado Cedillo.

Al Doctor Héctor Manuel Tlatoa Ramírez, por todo el apoyo recibido, por todas las enseñanzas brindadas, por recibirme en la especialidad y ser un ejemplo a seguir, por darme la oportunidad de vivir unos juegos Panamericanos, de vivir los gritos, las emociones, la gran experiencia de una final, la adrenalina de un juego, el conocer grandes atletas durante estos tres años.

Al Doctor Salvador Rodríguez López por acceder a ser mi director de tesis, por sus enseñanzas, sus consejos y sobre todo por la confianza que deposito en mi desde el inicio.

Por supuesto no dejo de agradecer a la Universidad Autónoma del Estado de México por abrirme sus puertas, a la Dirección de Actividades Deportivas por su apoyo y oportunidad de crecimiento diario; maestro Edgar Victoria, el D.T. Carlos Garrido, Profesores Martin, Charly, Erick, Omar (porteros), Chuchito, por darme la oportunidad de poner en práctica todo lo que iba aprendiendo durante mi especialidad, a mis compañeros y grandes amigos del equipo de futbol de la segunda división profesional POTROS por recibirme y darme la oportunidad de compartir con ustedes el amor por el deporte, por enseñarme el amor a el futbol, por las anécdotas que nunca olvidare, por lo viajes y los momentos que hemos vivido juntos, pero sobre todo por hacerme participe de ese gran equipo a cada uno de ustedes que mas que jugadores, son mis amigos. Por que indirectamente me han enseñado a seguir adelante y luchar por lo que más se quiere, porque a pesar de las derrotas, los empates, los triunfos siempre regresan al día siguiente para dar lo mejor de sí mismos.

Gracias a cada uno de mis profesores que fueron partícipes de mi formación profesional Dr. Salvador López, Héctor M. Tlatoa, Dr. Hernán G. Luna, Dr. Salomón Sánchez, Dr. Mauricio Fonseca, Dra. Patricia Tlatempa, Dra. Lizzeth Márquez, Dr. Gustavo Salazar, Dr. José Luis Manifacio, Dr. Héctor Ocaña, Maestra Claudia Rivas, por dedicarme su tiempo, esfuerzo y sobre todo sus conocimientos en el área de la Medicina de la Actividad Física y el Deporte.

A mis compañeros de generación Víctor Camacho, Elia Lucero, Juan José Solano, Susana Gutiérrez, Alain A. Reyes, Paulo Cesar Reyes por todas y cada una de esas tardes dentro del aula en donde compartimos grandes momentos, muchas anécdotas pero sobre todo el mismo sueño que hoy se materializa después de tres años.

A mis amigos (Bere, Bety, Samai, Carmen, Gaby, Ivon, Sra. Lety, Sandy, Rigo, etc.) de San Andrés, familiares todos, gracias por su tiempo, su amistad, su entrega en el trabajo y sobre todo por quererme.

En fin, hay un sinnúmero de palabras que pudiera plasmar en estas páginas, un sinnúmero de agradecimientos que no terminaría. Simplemente doy gracias a todos y cada una de las personas que durante estos tres años estuvieron a mi lado, me incitaron a seguir adelante y formaron parte de mi vida, saben que los quiero. Gracias a cada uno de ustedes y les comparto parte de mi vida, de mi profesión y mi trabajo: MI TESIS.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	07
I. MARCO TEÓRICO	
A) OBESIDAD	10
B) ADOLESCENCIA	21
C) SEDENTARISMO	24
D) PRUEBA DE ESFUERZO EN ADOLESCENTES	32
E) ELECTROCARDIOGRAMA EN REPOSO Y VALORACIÓN DE LA PRUEBA DE ESFUERZO	37
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	48
III. JUSTIFICACIONES	49
IV. HIPÓTESIS	50
V. OBJETIVOS	51
VI. CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN Y ELIMINACIÓN	52
VII. TIPO DE ESTUDIO	53
VIII. LIMITE DE ESPACIO Y DE TIEMPO	54
IX. DISEÑO DEL ESTUDIO	55
X. DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	57
XI. UNIVERSO DE TRABAJO	60

XII. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN	61
XIII. MATERIAL Y MÉTODOS	62
XIV. CRONOGRAMA	63
XV. DISEÑO ESTADÍSTICO	64
XVI. IMPLICACIONES ÉTICAS	65
XVII. ORGANIZACIÓN	66
XVIII. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO	67
XIX. ANALISIS Y RESULTADOS	68
XX. CONCLUSIONES	88
XXI. SUGERENCIAS	92
XIX. BIBLIOGRAFÍA	93
XX. ANEXOS	98

INTRODUCCION

Los problemas de salud han cambiado mucho en cien años. La desnutrición ha dado paso a la obesidad y las enfermedades contagiosas han sido relegadas a las cardiovasculares. La transformación ha sido tal, que hasta el propio concepto de salud ya no es el mismo; el viejo concepto que consideraba la salud como la ausencia de enfermedad se ha transformado a otro más abierto y dinámico, orientado a la promoción de entornos y estilos de vida más saludables (1).

En efecto, cuando se considera la salud como “el completo estado de bienestar físico, psíquico y social”, tal como ha establecido la Organización Mundial para la Salud, es necesario valorar el medio social en el que se relacionan las personas como el elemento prioritario de acción. Desde esta perspectiva, la salud pasa a ser algo bastante más complejo que el simple estado individual de cada uno de los miembros de una sociedad (2).

La obesidad infantil es un trastorno nutricional muy frecuente y de prevalencia creciente en España (3) y el resto del mundo con incremento en su prevalencia en México siendo considerado el primer lugar a nivel mundial con obesidad infantil. Su impacto actual y futuro puede ocasionar consecuencias muy negativas para el desarrollo y la calidad de vida de estas personas con exceso ponderal. Además, repercute en la adaptación social y el desarrollo psicológico del niño y el adolescente.

Estudios anatomopatológicos demostraron que la presencia y extensión de lesiones ateroscleróticas en autopsias efectuadas en niños y adultos jóvenes con muerte accidental se correlacionan directamente con factores de riesgo como hipercolesterolemia, presión arterial (PA) sistólica y diastólica elevadas, índice de masa corporal y tabaquismo. Estudios poblacionales como el de Bogalusa y otros confirman estos hallazgos.

La prevalencia de hipertensión arterial (HTA) en la infancia es de 1-3% y llega al 10% en la adolescencia. La presión arterial elevada en edades tempranas de la vida constituye el mayor factor predictivo de desarrollo de HTA en la edad adulta.

La Academia Estadounidense de Cardiología dio pautas para la prevención de la enfermedad aterosclerótica cardiovascular que comienza en la infancia citando que los niños deben tener:

- ⇒ Dieta adecuada.
- ⇒ Peso corporal adecuado.
- ⇒ TA normal.
- ⇒ Perfil lipídico adecuado.
- ⇒ Evitar el tabaquismo.
- ⇒ Estimular la actividad física.
- ⇒ Reducir el sedentarismo (televisión, computadora, videojuegos) (4).

Aunque la prevalencia exacta de obesidad en niños mexicanos en edad escolar aún se desconoce, se estima que es alta y está manifestando una tendencia a aumentar(5).

El sobrepeso y obesidad infantil son un problema de salud pública creciente en todo el mundo. En años recientes se ha observado un incremento de su prevalencia no sólo en países desarrollados, sino también en países en vías de desarrollo como México.

En nuestro país, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2006 (ENSANUT 2006) reporta una prevalencia de 26% de sobrepeso y obesidad en niños de 5 a 11 años de edad, que equivalen alrededor de 4'158,800 escolares en el ámbito nacional, lo que representa un incremento de 39.7% en siete años (ENN 1999: 18.6%).

En cuanto a la prevalencia en adolescentes de 12 a 19 años de edad, de 1999 a 2006, se observa un incremento en sobrepeso de 21.6 a 23.3 (7.8%) y en obesidad de 6.9 a 9.2 (33.3%). A nivel mundial se han tomado medidas preventivas para reducir los índices tan elevados de sobrepeso y obesidad, dentro éstas destacan mejorar los hábitos alimenticios, realizar ejercicio físico y disminuir las horas de sedentarismo (inactividad). Este tipo de medidas disminuyen las complicaciones derivadas del sobrepeso y obesidad, como diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial, dislipidemia, enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, o problemas psicoafectivos, entre otros.

El tratarse de un problema de salud pública justifica la urgencia de aplicar medidas conducentes a la prevención y diagnóstico del sobrepeso y obesidad en los escolares y adolescentes, así como a la detección temprana de sus comorbilidades para una referencia oportuna, lo anterior con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de quienes padecen este problema de salud(6).

La prevalencia de obesidad y su asociación con características sociodemográficas son analizadas con el propósito de generar información útil para diseñar programas de intervención para la prevención de la obesidad.

La obesidad es un problema de salud pública mundial y su importancia durante la niñez y adolescencia está fundamentada en su compromiso biopsicosocial. La obesidad es un importante factor de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, como hiperlipidemia, enfermedad cardiovascular isquémica, hipertensión arterial, diabetes tipo 2 y osteoartritis(7).

El sobrepeso y la obesidad en el adolescente son problemas crecientes a nivel mundial. En países como los Estados Unidos la prevalencia de esta anormalidad se triplicó en el grupo etario de 12 a 17 años en el periodo comprendido entre 1980 y el año 2000. La situación en México es también preocupante. La Encuesta Nacional de Salud del año 2000 mostró que en los adolescentes de 10 a 17 años de edad, el exceso de peso (sobrepeso y obesidad) afecta aproximadamente a una cuarta parte de la población de esta edad. Estos hallazgos son de importancia porque varios estudios han sugerido que hasta 80% de los adolescentes con exceso de peso serán adultos obesos. También, se ha observado que la obesidad en la adolescencia aumenta la mortalidad en los hombres adultos, e incrementa los riesgos para desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes en los adultos de ambos géneros. Más aún, 6 de cada 10 adolescentes con sobrepeso tienen un factor de riesgo cardiovascular adicional como presión arterial elevada, dislipidemia o hiperinsulinemia(8).

La obesidad tiene participación central en el síndrome de resistencia a la insulina, caracterizado por hiperinsulinemia, hipertensión arterial, elevación de triglicéridos, valores bajos de colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) e intolerancia a la glucosa o diabetes tipo 2. La asociación de la obesidad con el síndrome metabólico y el riesgo cardiovascular depende no solamente del grado de obesidad, sino también de la distribución de la grasa corporal. Se ha observado que las personas con grados mayores

de adiposidad central desarrollan el síndrome con más frecuencia que aquéllas con distribución periférica de la grasa corporal.

La definición del síndrome metabólico desarrollado por el Panel de Expertos III para el tratamiento del adulto, fue modificado para los niños y adolescentes. En este Panel el síndrome metabólico fue definido por la presencia de tres o más de los siguientes componentes:

1. Obesidad central (circunferencia de la cintura mayor a la percentila 90 en mujeres y hombres)
2. Concentraciones elevadas de triglicéridos (mayor de 110 mg/dl)
3. Niveles de C-HDL bajos (menor de 40 mg/dl en hombres y mujeres)
4. Presión arterial elevada (sistólica o diastólica \geq a la percentila 90 para la edad, género y altura)
5. Niveles de glucosa de ayuno elevados (mayor 100 mg/dL)

Sin embargo en la revisión bibliográfica realizada, aun no se contemplan las valoraciones cardiovasculares en adolescentes sedentarios que cursan con obesidad, motivo por el cual se realiza el presente estudio ya que la obesidad infantil en México es un problema de salud que a futuro repercutirá en la salud poblacional pues incrementara los índices de Obesidad, enfermedades crónico degenerativas como Diabetes, Hipertensión arterial, síndrome Metabólico así como enfermedades cardiovasculares por lo cual es imprescindible detectar a edades tempranas los riesgos cardiovasculares de estos adolescentes e inclusive enfocarnos en la niñez del país para así trabajar con el problema de raíz teniendo sobre todo a el sedentarismo, la vida moderna, los malos hábitos alimenticios y la pobre cultura de la actividad física y el deporte en nuestro país como principales causas de la obesidad (8).

I. MARCO TEORICO

A) OBESIDAD

La prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil en el mundo y en México es alarmante. Sus consecuencias sanitarias y sociales requieren de la identificación precisa de su magnitud, las tendencias y las posibles causas biológicas y sociales(9).

Se calcula que actualmente hay 250 millones de personas con obesidad en el mundo, y el doble o el triple de personas con sobrepeso. En los Estados Unidos de Norteamérica (EUA), según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, de 1976-1980 a 1999- 2000, la prevalencia de sobrepeso aumentó el doble en niños de 6 a 11 años y el triple en adolescentes de 12 a 17 años, con mayor predisposición en hispanos, indios Pima y otros nativos americanos.

Entre los países en vías de desarrollo se ha observado mayor prevalencia de niños con sobrepeso y obesidad en el medio oriente, el norte de África, Latinoamérica y el Caribe. En México, de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños de 6 a 11 años fue de 26% y en niñas de 27%(10).

El sobrepeso y la obesidad en el adolescente son problemas crecientes a nivel mundial. En países como los Estados Unidos la prevalencia de esta anomalía se triplicó en el grupo etario de 12 a 17 años en el periodo comprendido entre 1980 y el año 2000. La situación en México es también preocupante.

La Encuesta Nacional de Salud del año 2000 mostró que en los adolescentes de 10 a 17 años de edad, el exceso de peso (sobrepeso y obesidad) afecta aproximadamente a una cuarta parte de la población de esta edad. Estos hallazgos son de importancia porque varios estudios han sugerido que hasta 80% de los adolescentes con exceso de peso serán adultos obesos. También, se ha observado que la obesidad en la adolescencia aumenta la mortalidad en los hombres adultos, e incrementa los riesgos para desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes en los adultos de ambos géneros. Más aún, 6 de cada 10 adolescentes con sobrepeso tienen un factor de riesgo cardiovascular adicional como tensión arterial elevada, dislipidemia o hiperinsulinemia.

La obesidad es el resultado de un exceso de tejido adiposo, indeseable por cuanto se asocia con numerosas enfermedades y con mayores índices de mortalidad; es el producto de un balance energético superior al óptimo, que puede provenir de muchas causas. Es difícil establecer cuándo se trata de un exceso de tejido adiposo, ya que se desconocen los límites precisos del compartimiento graso en situaciones normales y porque se utiliza el peso corporal como indicador indirecto de la grasa corporal.

La obesidad se entiende como una acumulación excesiva de grasa corporal o tejido adiposo y se diagnostica cuando el tejido adiposo representa el 25% o más del peso del cuerpo en los hombres y el 30% o más en las mujeres. Se puede clasificar como leve 20 a 40 por ciento de sobre peso, moderada 41 a 100%, y mórbida por arriba del 100% (11).

La obesidad se ha convertido en un problema de salud pública en países desarrollados y en vías de desarrollo.

En México, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños de 6 a 12 años en la encuesta nacional realizada en 2006 fue de 27%. Mientras en algunas poblaciones específicas se han observado prevalencias más altas, en los escolares indígenas migrantes en Tijuana, México se ha reportado de 38%(12), y 48% en población urbana del noroeste del país (13).

En población adolescente de 12 a 19 años, en 2005 se observó una prevalencia de 33%, mientras en población de 13 a 17 años de la zona rural de Oaxaca en 2000 se observó 20% (14).

En el estudio realizado en Bogalusa, en niños y adolescentes de 5 a 17 años, se observó que 39% de los participantes, con un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a la percentila 95, presentaban cuando menos 2 factores de riesgo cardiovascular, y 59% de quienes presentaron un IMC superior a la percentila 99(15).

Se ha relacionado a la obesidad en niños y adolescentes con un incremento en todas las causas de morbimortalidad en la edad adulta, como dislipidemias, intolerancia a la glucosa, coleditiasis, hipertensión arterial y aterosclerosis en forma prematura (16).

La obesidad en los padres favorece la aparición de la misma en los niños Onis, Blössner y Borghi (2010) estimaban que, en todo el mundo, tenían sobrepeso o estaban obesos 43 millones de niños con edades inferiores a los cinco años. De ellos, 35 millones vivían en países en desarrollo. Los mismos autores indican que el número de niños con sobrepeso y obesidad se incrementará a 60 millones en el año 2020.

Teniendo en cuenta esta cifra, la prevención es una parte vital del esfuerzo para contener esta marea creciente de obesidad en la niñez, habiendo alcanzado dimensiones epidémicas. El sobrepeso y la obesidad se encuentran en el quinto riesgo principal de mortalidad (OMS, 2009) (17)

REPERCUSIÓN CLÍNICA Y SUS COMPLICACIONES.

Los niños con obesidad tienen repercusión en toda la economía que implica alteraciones en diferentes subsistemas, por lo cual muchos especialistas mencionan el Síndrome Metabólico que incluye además de la obesidad, a la hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, elevación de las LDL y VLDL, disminución de las HDL, hiperuricemia y aumento de la resistencia a la insulina(18, 19, 20).

No es por tanto un trastorno único, por el contrario se acepta que es un grupo heterogéneo de trastornos asociados que repercuten grandemente en la morbilidad y mortalidad de las poblaciones. A través de altas incidencias de diabetes tipo II, hipertensión arterial, enfermedades cerebrovasculares, enfermedades cardiovasculares (IAM), algunos tipos de cáncer y apnea obstructiva del sueño, entre otras(17, 18, 19).

La mayoría de los signos dismórficos, alteraciones dermatológicas y deformidades esqueléticas encontradas fueron las relacionadas con el desarrollo de la obesidad expresado en su tipo mórbido. Entre las alteraciones dermatológicas se observaron con más frecuencia la acantosis nigricans, y lesiones de intertrigo. Las deformidades esqueléticas más frecuentes fueron el *genus valgus* y los pies planos en sus diferentes grados.

Son suficientes 6.5 a 9 Kg de más para provocar arcos planos o inflamación de la placa de crecimiento en los talones señaló Haycock, quien también afirma que solía ver ese dolor de pie en niños muy activos y que ahora los sufren cada vez más los chicos con sobrepeso(21).

CONSECUENCIAS DE LA OBESIDAD PEDIÁTRICA:

A corto plazo (para el niño o el adolescente)

- Problemas psicológicos
- Aumento de los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular
- Asma
- Diabetes (tipo 1 y 2)
- Anormalidades ortopédicas
- Enfermedad del hígado

A largo plazo (para el adulto que era obeso de niño o adolescente)

- Persistencia de la obesidad
- Aumento de los factores de riesgo cardiovascular, diabetes, cáncer, depresión, artritis
- Mortalidad prematura

La cantidad y calidad de actividad física se ha reducido considerablemente en la sociedad actual. El desequilibrio que se produce cuando el consumo de alimentos supera el gasto energético conlleva un aumento de peso corporal y consecuentemente de la obesidad. Varios son los factores determinantes de la obesidad, así como sus consecuencias. Para tratar una persona obesa es necesario conocer, en primer lugar, el agente desencadenante de la enfermedad.

La obesidad es actualmente un tema de interés mundial, considerada una enfermedad de proporciones epidemiológicas, no solo en los Estados Unidos, sino también en otros países del mundo (GORAN, 2001).

La obesidad se puede clasificar en base a diferentes parámetros. A continuación pasamos a comentar algunos de ellos.

Según SANDE & MAHAN (1991), citados por DÂMASO (1994), la obesidad puede ser clasificada, atendiendo a su origen, como exógena o endógena. Los autores consideran que la obesidad *exógena* es causada por una ingestión calórica excesiva a través de la dieta, mientras que, la *endógena*, se produce por disturbios hormonales y metabólicos.

De acuerdo con aspectos fisiológicos BJORNTORP & SJOSTROM (1971), citados por DÂMASO (1994), clasificaron la obesidad en: hiperplásica e hipertrófica. La *hiperplásica* se caracteriza por el aumento del número de adipositos mientras que la *hipertrofia* por el aumento del volumen de los adipositos(22).

En cuanto a los aspectos etiológicos, la obesidad se puede clasificar en primaria y secundaria. La *primaria* representa un desequilibrio entre la ingestión de alimentos y el gasto energético. La *secundaria* se deriva como consecuencia de determinadas enfermedades que provocan un aumento de grasa corporal. Ejemplos de estos trastornos son el hipotiroidismo o los síndromes de Cushing, Prader Willy y Laurence Moom Baiedl (DÂMASO, 1994).

Es una enfermedad, multifactorial que está caracterizada por un excesivo acumulo de tejido adiposo en el organismo. A su vez es un factor desencadenante de patologías graves, como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, trastornos de la función reproductiva en las mujeres, algunos tipos de cáncer y problemas respiratorios.

DEFINICIONES DE OBESIDAD

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha definido a la obesidad como la condición en la cual el exceso de tejido adiposo afecta de manera adversa la salud y el bienestar.

“La obesidad, como la mayoría de otros males crónicos del hombre, es un desorden multifactorial, i.e., hay un número de factores que influyen para que se desarrolle o no la obesidad o el aumento anormal de la grasa corporal.”

George A. Bray

“La obesidad es un desorden metabólico caracterizado por un exceso de la grasa corporal. Esto distingue a la obesidad del sobrepeso el cual se define como un exceso de peso en referencia con un estándar arbitrario, usualmente el peso deseable de acuerdo con las tablas de peso y talla. Un fisicoculturista estará probablemente en sobrepeso para su talla pero será muy magro y por lo tanto no obeso”.

Amatruda JM & Linemeyer DL

“La obesidad o sobrepeso, es un factor de riesgo producto de un estilo de vida, que se asocia con un aumento en la morbilidad y mortalidad como consecuencia de enfermedades crónicas tales como enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, problemas musculoesqueléticos y respiratorios.”

World Health Report, 1977

“La obesidad incluyendo el sobrepeso como estado premórbido, es una enfermedad crónica caracterizada por almacenamiento excesivo de tejido adiposo en el organismo, acompañada de alteraciones metabólicas que predisponen a la presentación de trastornos que deterioran el estado de salud, asociada en la mayoría de los casos a patología endocrina, cardiovascular y ortopédica, principalmente; y relacionada a factores biológicos, socioculturales y psicológicos”.

Norma Oficial Mexicana, NOM-174-SSA1-1998, para el Manejo Integral de la Obesidad

“Yo entiendo por obesidad ese estado de congestión grasosa en la cual sin que el individuo esté enfermo los miembros aumentan poco a poco de volumen y pierden su forma y armonía original. Hay un tipo de obesidad que se localiza en el vientre, yo nunca la he observado en las mujeres, como ellas tienen generalmente la fibra más suave, cuando la obesidad las ataca, ésta no respeta nada -ninguna parte del cuerpo-”.

Brillant-Savarin (1755-1826)

“Para distinguir entre aquellos quienes son o no son obesos en el sentido de estar en riesgo en su salud, el método más simple es consultar las cartas de peso y talla normales”. Garrow JS

Médicamente, la obesidad es definida como la condición en la que la grasa corporal de un individuo se ha acumulado a tal grado que genera efectos adversos, reduciendo su expectativa de vida e incrementando los problemas en su salud en general (Instituto Nacional del Corazón, Pulmones y Sangre de los Estados Unidos)(22).

La obesidad ha sido relacionada tradicionalmente con la sobreingesta de calorías contenidas en los alimentos y su exponencial diseminación, a la proliferación de “comida chatarra” en la que se han incluido alimentos de preparación de origen extranjero, altos en calorías, pero bajos en su valor nutrimental(23).

Así tenemos que para medir la obesidad se utiliza la fórmula de Índice de masa corporal basado en la normatividad de la Organización Mundial de la Salud:

<p>INDICE DE MASA CORPORAL: PESO (KILOGRAMOS) / TALLA O ESTATURA (AL CUADRADO EN METROS)</p> <p>BAJO PESO O DELGADEZ: IMC MENOR DE 18.5 Kg/m² PESO IDEAL: IMC DE 18.5 – 24.99 Kg/m² SOBREPESO Y OBESIDAD: IMC MAYOR O IGUAL A 25Kg/m²</p> <p>FUENTE: OMS, Reporte técnico, Ginebra, Suiza, 1995</p>

CLASIFICACIÓN SEGÚN IMC	
BAJO PESO	< 18
NORMAL	18 a 24.9
SOBREPESO	25 a 26.9
OBESIDAD I	27 a 29.9
OBESIDAD II	30 a 39.9
OBESIDAD III	40 o mas

Fuente: NOM-174-SSA1-1998.

El Índice de Masa Corporal (IMC) es un método simple y ampliamente usado para estimar la proporción de grasa corporal, que fue desarrollado por el estadístico y antropomorfo belga Adolphe Quetelet (Hslam 2005) y que consiste en calcular el peso del sujeto (en kilogramos) por el cuadrado de su altura (en metros), por lo tanto es expresado en Kg./m².

En México y en algunos países latinoamericanos como Chile y Brasil se han estudiado poblaciones de adolescentes obesos para investigar la prevalencia de síndrome metabólico y de resistencia a la insulina. La prevalencia de SM en adolescentes obesos oscila entre el 30 y el 50%. Debido a la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad en la niñez y la adolescencia, son el médico de primer contacto y el pediatra quienes se verán directamente involucrados en el abordaje diagnóstico de estos pacientes.

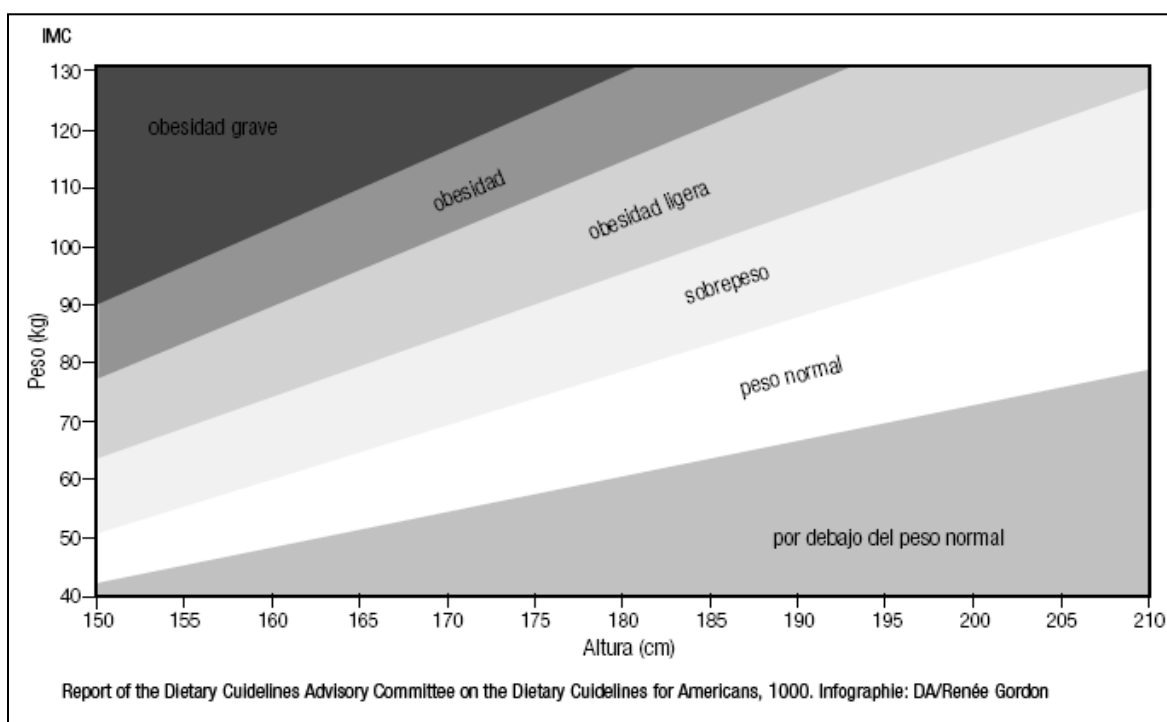
La presencia de componentes de SM deberá ser investigada en la práctica clínica al evaluar niños y adolescentes que reúnan el criterio de obesidad o sobrepeso. En la siguiente tabla se describe la clasificación del estado nutricional de acuerdo al IMC. Se menciona también el riesgo que se tiene de cursar con componentes de síndrome metabólico (24)

CLASIFICACION DE SOBREPESO Y OBESIDAD EN NIÑOS Y ADOLESCENTES (24)

CLASIFICACION	IMC (Kg/m ²)	RIESGO
PESO BAJO	< p 10	Bajo
NORMAL	< p 10 – 85	Promedio
SOBREPESO	>= p 85	Moderado
OBESIDAD	>= 95	Alto
OBESIDAD MORBIDA	>= 97	Muy Alto

Guía ALAD “Diagnóstico, control, prevención y tratamiento del Síndrome Metabólico en Pediatría” Documentos Selectos de Posición y Consenso de ALAD, 2007.

El siguiente cuadro permite apreciar los valores acordados en 1997 y publicados en 2000:5 IMC



EFFECTOS DE LA OBESIDAD EN LA SALUD

Un gran número de condiciones médicas han sido asociadas con la obesidad. Además del síndrome metabólico, la obesidad es también correlacionada con una variedad de otras complicaciones. Para algunas de estas dolencias, ha quedado claramente establecida la causalidad, sin embargo en algunas tareas la causa efecto no ha sido tan claramente identificada:

- Cardiovascular: Insuficiencia cardíaca congestiva, corazón aumentado de tamaño y las arritmias y mareos asociados, pulmonar, várices y embolismo pulmonar (debido al peso adicional con el que el cuerpo debe cargar).
- Endocrino: síndrome de ovario poli quístico, desórdenes menstruales e infertilidad. (Van Der Steed, Steupres, Eijkmans, 2008:324-328).

- Gastrointestinal: enfermedad de reflujo gastroesofágico, hígado graso, coledoclitiasis, hernia y cáncer colorectal (relacionado con las grasas extra en las arterias).
- Renal y genitourinario: disfunción eréctil (Esposito, Fuilgano, Di Palo 2004:2978-2984), incontinencia urinaria, insuficiencia renal crónica (Ejebald, Fore, Linbad, et al 2006:1695-16702).
- Tegumentos (piel y apéndices): estrías (debido al estiramiento de la piel al aumentar de volumen), acantosis nigricans (como respuesta a los elevados niveles de insulina en el cuerpo), linfadenoma, celulitis, carbúnculos, intertrigo (producto de elevados niveles de grasa en las arterias y órganos)
- Músculo esquelético: hiperuricemia (que predispone a la gota), pérdida de la movilidad, osteoartritis, dolor de espalda.
- Neurológico: accidente cerebrovascular, meralgia parestésica, dolores de cabeza, síndrome del túnel del carpo, demencia (Whitmer, Gunderson, Barrett-Connor, et al 2005:1360), hipertensión intracraneal idiopática.
- Respiratorio: disnea, apnea obstructiva del sueño, síndrome de hipoventilación, síndrome de Pickwickian, asma.
- Psicológico: depresión, baja autoestima, desorden de cuerpo dismórfico, estigmatización social,

FACTORES DETERMINANTES DE OBESIDAD

No existe un factor único que induzca al desarrollo de obesidad, pero sí pueden intervenir varios condicionantes que, conjunta o aisladamente determinan el aumento acentuado de la grasa corporal. Entre estos factores se encuentran el factor Genético, el factor Nutricional, el factor Psicológico y Social y la Inactividad.

En niños y adolescentes entre 6 y 18 y hasta los 20 años se emplea el Índice de Masa Corporal (IMC), aceptado como estándar en el año 2000 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y adoptado por un gran número de países en el mundo

CRITERIOS PARA DEFINIR LA OBESIDAD EN GRADOS SEGÚN EL IMC (OMS) (25)

CLASIFICACION	VALORES LIMITE DEL IMC (KG/M2)
NORMOPESO	18.5 – 24.9
SOBREPESO (OBESIDAD GRADO I)	25 – 29.9
OBESIDAD GRADO II	30 – 34.9
OBESIDAD GRADO III	35 – 39.9
OBESIDAD GRADO IV	>40

CAUSAS DE LA OBESIDAD

FACTOR GENÉTICO

La obesidad, durante mucho tiempo, fue considerada un trastorno del comportamiento que resultaba, simplemente, del exceso en el consumo de alimentos y/o de la inactividad física. Es lógico pensar que ambas circunstancias están asociadas con el aumento de peso corporal. A pesar de ello, estudios recientes revelan que el peso corporal está sujeto a una determinación genética substancial, respondiendo a una variación aproximada de un tercio en cuanto al Índice de Masa Corporal – IMC. (ANDERSON & WADDEN, 1999).

Según estos mismos autores, la influencia genética puede contribuir en las diferencias de la tasa metabólica en reposo entre individuos, así como en la distribución

de grasa corporal y en el aumento de peso en respuesta a la ingesta excesiva de alimentos. Por tanto, es probable que algunas personas sean más propensas a la obesidad que otras en similares circunstancias ambientales, lo cual se ve incrementado por el estilo de vida sedentario y por el excesivo consumo de alimentos ricos en grasas.

COUTINHO (1999a) reconoce que la herencia genética tiene un papel importante en el desarrollo de la enfermedad. Si bien, la dificultad radica en determinar en qué proporción dicho condicionamiento es el responsable de su desarrollo. Por otro lado, cuando se considera la influencia genética como factor de obesidad, es necesario recordar que será la interacción con el medio ambiente la que, en última instancia, determinará el que una persona sea o no obesa.

SAMARAS et al (1999) estudiaron el efecto de la actividad física sobre el componente graso en un grupo de 970 gemelas a través de medidas directas de grasa corporal total y abdominal, con independencia de las influencias ambientales, genéticas u otro tipo. Encontraron que la actividad física es la variable que más contribuye en la disminución de grasa corporal total y abdominal en mujeres de mediana edad sanas. En las participantes con predisposición genética a la obesidad la actividad física no tuvo ningún efecto sobre el componente graso.

FACTOR NUTRICIONAL

En relación al estilo de vida moderno, COUTINHO (1999b) asegura que el hábito de comer fuera de casa contribuye al aumento del tejido adiposo de las personas, ya que mayormente, las comidas suelen ser ricas en grasas y contienen un alto contenido calórico. Así mismo, aún siendo no demasiado pesadas, se tiende a desarrollar un consumo exagerado de estos alimentos, por lo que el efecto final se traduce en un elevado consumo calórico que contribuye de este modo al aumento del tejido adiposo(26).

La “sobrealimentación” no es el único determinante que influye en el aumento significativo de la grasa corporal. Otros, como la calidad de los alimentos, pueden inducir a un mayor consumo. En este sentido, POLLOCK & WILMORE (1993), afirman que: “El total de calorías; la composición y la potabilidad de alimentos; variedad existente; el tamaño y el número de comidas diarias representan factores que pueden estar vinculados con la obesidad”.

LOWRY et al (2002) relacionaron el desempeño de actividad física, la ingesta de frutas, verduras y el consumo de tabaco con los objetivos y hábitos cotidianos para una correcta administración del peso en estudiantes de secundaria de colegios norteamericanos. En función de la talla y el peso, el 25% de los sujetos mostraron alteraciones en los valores del peso ideal en relación con la salud, de los cuales el 11% tenían sobrepeso y el 14% estaban próximos a padecerlo. Por otra parte, el 43% de los sujetos estaban intentando perderlo y el 19% mantenerlo. Las mujeres fueron quienes mayor predisposición demostraron a la hora de perder peso. Concluyeron que era necesario realizar propuestas para la promoción de un peso equilibrado y saludable entre adolescentes en las que se debería focalizar más la atención en combinar la práctica de actividad física con un consumo de grasas reducido y una dieta baja en calorías, un consumo creciente de frutas y verduras, así como una disminución en los hábitos de consumo de tabaco y otras prácticas que repercutan negativamente en el control del peso corporal(27).

Por tanto, partiendo de esta idea podemos llegar a la conclusión de que es imprescindible un trabajo correctamente ideado y estructurado que permita incidir en la educación de hábitos alimenticios en la población como requisito necesario para poder disfrutar de una condición de vida saludable.

FACTOR PSICO-SOCIAL

La adolescencia representa una etapa caracterizada por alteraciones morfológicas, fisiológicas, psicológicas y sociales intensas que potencian un desarrollo evolutivo. La persona pierde su morfología corporal infantil y adquiere otra prácticamente desarrollada, aunque con una mentalidad que no se corresponde con la "aparente adultez".

Otro punto relevante dentro del análisis psico-social es la relación entre la obesidad y el nivel socio-económico de los ciudadanos, donde algunos estudios como el de MATSUDO et al (1998), demuestran que la obesidad es más frecuente en niveles socio-económicos situados entre medios y altos, mientras que en los países en vías de desarrollo ocurre un predominio de desnutrición por déficit de alimentos(26, 28).

De acuerdo con los autores anteriormente citados, el predominio de la obesidad se acentúa en las personas de nivel social bajo. Esto se debe al hecho de que las mujeres que pertenecen a estos estratos sociales no tienen tanto acceso a la información sobre dietas bajas en calorías y sobre la importancia de la actividad física para el control y prevención del sobrepeso, por lo que tienden a consumir productos más baratos, que son los que, en su mayor parte, mayor contenido calórico presentan.

WEST et al (2002) realizaron una comparación entre dos estudios longitudinales efectuados con personas jóvenes en Glasgow, Escocia, Dunedin y Nueva Zelanda. Los resultados revelaron que, de media, las personas jóvenes en Dunedin participaron en más actividades informales y actividades deportivas que las de Glasgow. Mostraron diferencias especialmente acentuadas en niñas, donde una en cada tres (en Glasgow) manifestó no realizar ninguna actividad física a la edad de 18 años. Concluyeron que factores culturales soportaban tales diferencias(29).

Por otro lado MAUREEN et al (2002) evaluaron las relaciones entre padres e hijos en edades juveniles en cuanto al desarrollo de actividad física y el uso de la televisión, además de comprobar si éstas diferirían entre adolescentes de razas/etnias distintas. Se encontraron, aunque moderadamente, diferencias significativas en las actitudes y comportamientos entre padres e hijos. Las diferencias se vieron disminuidas por motivo de raza o etnia.

FACTOR INACTIVIDAD

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera como actividad física, cualquier movimiento producido por el músculo esquelético que resulta en un incremento del gasto energético (MATSUDO, 1997). La falta de movimiento implica una combustión insuficiente de las calorías ingeridas con la dieta, por lo que a su vez, se almacenarán en forma de tejido graso.

Partiendo de este razonamiento se puede percibir lo alarmante que supone pensar en un modelo de civilización actual bajo un estilo de vida sedentario, impulsado por el incremento de una evolución tecnológica que facilita las actividades de la vida cotidiana. Además, en la mayor parte de los casos, la situación de sedentarismo suele verse

acompañada por una alimentación inadecuada que en su conjunto, inducen a una reducción de la capacidad de movimiento del individuo.

En opinión de MAYER, citado por POLLOCK & WILMORE (1993), la inactividad es el factor preponderante ante los problemas de sobrepeso que caracteriza a las sociedades modernas.

CROBIN & PLETCHER, citados por POLLOCK & WILMORE (1993), investigaron la ingestión calórica y los patrones de actividad física en niños obesos y no obesos. Los aportes energéticos en ambos grupos eran semejantes. Sin embargo los niños obesos presentaron niveles de actividad física significativamente inferiores. Es por ello que la inactividad debe ser considerada como uno de los posibles factores inductores de obesidad.

Hay controversias en relación con la falta de ejercicio y el exceso de peso, ya que WATSON & O'DONOVAN, citados por POLLOCK & WILMORE (1993), constataron que no hay relación alguna entre la delgadez y la grasa relativa con respecto al nivel de actividad física habitual en niños de 17 y 18 años de edad. Aún así, JAKICIC et al (1999) encontraron una relación dosis-respuesta entre cantidad de ejercicio físico y disminución de peso corporal a largo plazo en mujeres adultas con sobrepeso.

El ejercicio siempre debería ir acompañado de una mejora de los hábitos alimentarios, y la intensidad del ejercicio debe adaptarse a la edad y a la forma física del individuo. En ningún caso la frecuencia cardíaca máxima alcanzada debe sobrepasar el valor de 220 lat/min, al que se le resta el valor de la edad en años.

Hay dos tipos de actividad física: la cotidiana y el ejercicio físico programado. La actividad cotidiana es la que podemos realizar como elemento normal de nuestra vida: subir algún tramo de escaleras, andar, recorrer un trayecto al bajar una parada antes de la habitual del medio de transporte, no utilizar el coche para recorrer distancias cortas, etc. Son más fáciles de realizar que la programada y muchos estudios las recomiendan frente a actividades programadas pero aisladas. La actividad programada es aquella en que se dedica un tiempo determinado para la práctica de algún deporte (p. ej., tenis, natación, fútbol). Lo ideal sería combinar ambas actividades.

TIPOS DE OBESIDAD

Se distinguen diferentes tipos de obesidad en función del criterio de clasificación, morfología del tejido adiposo, movilidad y distribución de la grasa.

Según la morfología del tejido adiposo (30):

- A) Obesidad hiperplásica: se caracteriza por un número anormal de adipositos. Un individuo de peso normal tiene entre 25 y 30 billones de adipositos, mientras que una persona obesa puede tener entre 42 y 106 billones.
- B) Obesidad hipertrófica: está asociada principalmente con un aumento del tamaño de adipositos existentes. El tamaño de éstos aumenta durante el crecimiento acelerado de la adolescencia y lo sigue haciendo cuando en las células se almacena un exceso de grasa en forma de triglicéridos.

Según su movilidad (31):

- a) Obesidad dinámica: obesidad formativa, reciente, en la que la respuesta del tejido adiposo a una dieta restrictiva produce una fácil movilización de grasa y

disminución de peso. Se produce por un aumento de la ingesta o una disminución de la actividad física.

- b) Obesidad estática: etapa más avanzada de la enfermedad. Resulta difícil movilizar la grasa del tejido adiposo al hacer dieta. Tiene un bajo metabolismo y un bajo requerimiento energético.

Según la distribución de la grasa (30, 31):

- Obesidad tipo androide (masculina): este tipo de obesidad se conoce también como obesidad abdominal, central, del tronco, y a veces como obesidad de forma de manzana. La obesidad tipo androide se caracteriza por la acumulación en la región abdominal, especialmente en la intraabdominal, de grasa visceral profunda y también de grasa subcutánea.
- Obesidad de tipo ginecoide (femenina): esta obesidad se caracteriza por una acumulación de grasa en la región gluteofemoral: caderas, nalgas y muslos. Se le conoce como obesidad de la parte inferior del cuerpo y como obesidad en forma de pera. Se considera la obesidad ginecoide cuando el coeficiente cintura cadera es inferior a 1 en hombres y a 0,85 en mujeres.

B) ADOLESCENCIA

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define la adolescencia como la etapa que transcurre entre los 11 y 19 años, considerándose dos fases, la adolescencia temprana 12 a 14 años y la adolescencia tardía 15 a 19 años. En cada una de las etapas se presentan cambios tanto en el aspecto fisiológico (estimulación y funcionamiento de los órganos por hormonas, femeninas y masculinas), cambios estructurales anatómicos y modificación en el perfil psicológico y de la personalidad; Sin embargo la condición de la adolescencia no es uniforme y varía de acuerdo a las características individuales y de grupo.

Cada individuo posee una personalidad y en esta etapa es cuando más la manifiesta generalmente, no solo de manera individual sino de forma grupal, para poder medir el grado de aceptación en los diferentes escenarios sociales e ir haciendo los ajustes o modificaciones necesarios para sentirse aceptado socialmente.

El perfil psicológico generalmente es transitorio y cambiante es emocionalmente inestable. El desarrollo de la personalidad dependerá en gran medida de los aspectos hereditarios, de la estructura y experiencias en la etapa infantil preescolar y escolar y de las condiciones sociales, familiares y ambientales en el que se desenvuelva el adolescente.

Por la misma inestabilidad emocional, por desconocimiento, temor, experimentar una nueva vivencia o falta de una toma de decisión adecuada y en ocasiones combinado con una baja autoestima, es una etapa para una gran parte de ellos, muy susceptible de tomar una conducta inadecuada que puede tratarse desde las relacionadas con los hábitos alimenticios (trastornos de la conducta alimenticia), alteración en la relación personal o conductas más dañinas autodestructibles como hábito del tabaco, alcohol u otro tipo de droga.

La adolescencia es una etapa de tránsito entre la infancia y la vida adulta. Durante esta etapa, el adolescente experimenta cambios físicos y psicológicos que afectan a todos los aspectos de su personalidad: a su dimensión biológica (cambios corporales), a su estructura intelectual, a su mundo afectivo (experimenta nuevas emociones y sentimientos), a su imagen del mundo y a su propio sentido de la existencia. Todo adolescente busca su identidad, se pregunta quién es y qué llegará a ser.

LOS CAMBIOS FÍSICOS EN LA ADOLESCENCIA

Al entrar en la pubertad, los adolescentes pasan por grandes cambios físicos, y no sólo en relación con su estatura y figura, pero también en otras formas, tales como el desarrollo del vello púbico y en las axilas, así como el olor que exude de sus cuerpos. En las jovencitas, los cambios incluyen el desarrollo de los senos y el comienzo de la menstruación; en los varones, los cambios incluyen el desarrollo de los testículos.

No todos los adolescentes comienzan la pubertad a la misma edad. En las jovencitas, estos cambios pueden llegar entre los 8 y los 13 años de edad; en los varones generalmente la pubertad comienza dos años más tarde. Este es la etapa durante la cual las características físicas varían más entre los compañeros de clase y entre los amigos- algunos pueden crecer tanto que, al terminar el año escolar, ya no caben en los pupitres que se les asignaron el septiembre anterior. Para otros, los cambios llegan más despacio.

LOS CAMBIOS EN LOS PRIMEROS AÑOS DE LA ADOLESCENCIA

Los primeros años de la adolescencia traen consigo nuevas preocupaciones sobre la autoimagen y su apariencia física.

Jóvenes de ambos géneros que anteriormente no se preocupaban por apariencia ahora invierten horas frente al espejo, preocupándose o quejándose ya sea por ser demasiado altos, bajitos, gordos o flacos, o por sus luchas contra el acné. No todas las partes del cuerpo crecen a la misma vez ni con la misma rapidez. Las manos y los pies, por ejemplo, pueden crecer más rápido que los brazos y las piernas. Puesto que el movimiento del cuerpo requiere de la coordinación de sus partes-y estas partes van cambiando a su propio paso, los adolescentes pueden ser torpes en sus actividades físicas.

La rapidez del crecimiento físico y el desarrollo pueden influenciar otros aspectos de la vida del adolescente. Una niña de 11 años que ya ha llegado a la pubertad tendrá intereses distintos a los de una niña que no la alcanza hasta los 14. Los adolescentes que se desarrollan demasiado temprano o demasiado tarde tienen sus preocupaciones particulares. Los que se desarrollan muy tarde (especialmente los varones) pueden sentir que no pueden participar en los deportes y competir con los compañeros más desarrollados. Los que se desarrollan muy temprano (especialmente las niñas) pueden sentirse presionadas por entrar en situaciones adultas antes de estar preparadas emocional o mentalmente para enfrentarlas.

Los efectos de la edad en la cual comienzan los cambios de la pubertad, combinados con las formas en que los amigos, los compañeros, las familias y la sociedad en general responden a estos cambios, pueden tener efectos a largo plazo sobre un adolescente. Sin embargo, a algunos adolescentes les agrada desarrollarse diferentemente de sus amigos. Por ejemplo, quizás disfrutan de ciertas ventajas, especialmente en los deportes, que el desarrollo temprano les ofrece sobre los compañeros que maduran más lentamente.

No importa cómo se desarrollen, muchos adolescentes tienen una perspectiva distorsionada sobre sí mismos y necesitan que se les asegure que las diferencias en la rapidez de su desarrollo son normales. Algunos de los objetivos que el adolescente debe alcanzar son:

- Desarrollar sus capacidades cognitivas y emocionales. Es la etapa en que los jóvenes acceden al pensamiento abstracto y al conocimiento reflexivo, que les posibilita una nueva manera de pensar y razonar sobre las cosas.
- Construir su propia identidad personal: integrar y aceptar la imagen corporal, tener expectativas y proyectos futuros. Esto implica aceptar las transformaciones físicas de la pubertad, la identidad sexual e iniciar el camino hacia una autonomía personal y emocional.
- Adquirir nuevas capacidades sociales (relaciones con compañeros de ambos sexos y los adultos), una moral autónoma (aceptar los valores y comprender las normas sociales), nuevas relaciones interpersonales (inicio de una relación de pareja) y desempeñar un rol estudiantil o laboral.

El deporte en el adolescente escolar no funciona más que con los que eligen practicarlo. Lo que se pretende es el desarrollo particular del individuo para que se enriquezca en todos los sentidos. Por eso se debe permitir que cada adolescente realice todo para lo que está capacitado y lo domine: su objetivo será entonces poner en práctica

lo que ha adquirido a través de la Educación Física de una forma global, social y concreta que le ha hecho poder elegir.

La relación entre Educación Física y el deporte del adolescente escolar comienza como una relación de ruptura: los dos términos son por naturaleza totalmente diferentes e incluso antagonistas. Conviene pues evitar cualquier confusión entre los dos términos, aunque hay entre ellos una relación de continuidad. El deporte escolar permite al adolescente la puesta en práctica, en una actividad deportiva concreta, a través de la formación general recibida en la educación física

Durante muchos años el autoconcepto y la autoestima han sido considerados indicadores del bienestar psicológico y mediadores de la conducta. De ahí que se perciban como unas características deseables en la adolescencia que favorecen la consecución de objetivos tales como el rendimiento académico los logros sociales las conductas saludables y la satisfacción con la vida La etapa adolescente es una etapa clave de la vida en lo que se refiere a la formación del autoconcepto. En este periodo, se suceden importantes cambios cognitivos que repercuten en el desarrollo del ser, el adolescente va incorporándose en áreas o dominios distintos en los que tiene que mostrar su competencia y por ello se hace necesario evaluar el nivel de competencia y / o adecuación que los adolescentes perciben en los mismos. Siendo el deporte la actividad que más aporta al normal desarrollo de estos elementos

Contrariamente a como ocurría en tiempos pasados, en los que se consideraba que el deporte contribuía muy poco e incluso nocivamente al desarrollo intelectual del niño y del adolescente, hoy en día goza de un gran predicamento entre padres, maestros y educadores en general.

Ahora, más bien, la controversia se centra en el tipo de deporte adecuado y cuán lejos se pueden llevar los entrenamientos sin perjudicar el desarrollo físico y el equilibrio psicológico del joven.

Actualmente la competición deportiva obliga a una especialización temprana y se alcanzan los límites del rendimiento a edades impensables hace unos cuantos años. Muchos son los factores que influyen en los padres a la hora de elegir el deporte más adecuado para sus hijos. Así pues, entre los factores a tener en cuenta, cabe atender a las cualidades físicas y al perfil emocional del niño, su predisposición o preferencias personales, la opinión del entrenador o educador físico, las posibilidades económicas para sufragar los gastos que se deriven de la práctica deportiva, las posibilidades materiales o de acceso a los centros deportivos, la posible influencia de los amigos, etcétera(31).

C) SEDENTARISMO

La creciente prevalencia de obesidad en el mundo y sus implicaciones para la salud pública han llevado a considerar el problema del sobrepeso y del síndrome metabólico como una epidemia del siglo XXI tanto en los países industrializados como en muchos países latinoamericanos como Colombia, México, Argentina, Brasil, Uruguay y Chile.

Las definiciones de sedentarismo planteadas son variadas, algunas investigaciones sugieren que cumplen con esta característica aquellos individuos que practican actividad física con una frecuencia menor a tres veces por semana, con una duración menor a veinte minutos por cada una de esas sesiones (33, 34).

Otra más actual, lo define cuando se realiza durante un tiempo menor a trescientos minutos por semana en momentos de ocio o en actividad cotidiana (34, 35).

Otra definición propuesta es una forma más precisa y aceptada que corresponde a estimar la totalidad del gasto energético diario en función del peso corporal, y derivar el diagnóstico de sedentarismo como el porcentaje del consumo energético realizado en actividades que requieren al menos cuatro equivalentes metabólicos (MET); que es equivalente de manera aproximada a la energía utilizada al caminar a paso rápido; del consumo total, se considera con esta condición cuando se utiliza menos del 10% de éste (36).

Una variante de esta última es la que considera las actividades con el mismo gasto energético (4 MET) en relación porcentual con el total, pero en tiempos de ocio (37).

Estas últimas son determinadas de una manera experimental, utilizando para esto instrumentos de medición directa o indirecta del gasto energético en un tiempo transcurrido de realización de algún ejercicio o actividad.

Finalmente, otra de las definiciones que recomienda la OMS, considera a las personas con el estilo de vida en cuestión cuando se invierte diariamente menos de veinticinco y treinta minutos en mujeres y hombres, respectivamente, en actividades de ocio que consuman cuatro o menos MET (37, 38).

El sedentarismo por su parte parece jugar un papel fundamental en el desarrollo y mantenimiento del sobrepeso, por lo cual se considera actualmente que el aumento del gasto calórico a través del ejercicio debe hacer parte de todo programa de prevención y manejo de la obesidad y del síndrome metabólico.

Actividad Física (AF): es producto de una gama de conductas con límites que van desde movimientos leves como descansar, hasta niveles de ejercicio de gran intensidad que requieren del uso de un número importante de grupos musculares.

Ejercicio: esfuerzo corporal o cualquier AF de movimientos repetidos que se planifica y se sigue regularmente con el propósito de mejorar o mantener el cuerpo en buenas condiciones(39).

Sedentarismo: modo de vida o comportamiento caracterizado por movimientos mínimos. Según la definición del centro para el control de enfermedades, menos de 10 min por semana de Actividad Física moderada o vigorosa(39, 40).

El sedentarismo físico la carencia de actividad física fuerte como el deporte, lo que por lo general pone al organismo humano en situación vulnerable ante enfermedades especialmente cardíacas.

El impacto del sedentarismo en la población no deja de ser importante, considerando que es una de las condicionantes que contribuye a que por medio del bajo gasto energético de un individuo, en conjunto con ingestas alimentarias normales o elevadas, se provoque un desbalance energético que se puede traducir en alteraciones del estado de salud, como la malnutrición por exceso. Todo esto recrudece el impacto en la comunidad, originado de la pandemia en que se ha convertido la obesidad.

En la población escolar la situación no es diferente, incluso el sedentarismo en este grupo etario pudiese tener mayor importancia, puesto que a esa edad no sólo ocurren cambios fisiológicos, sino que también psicológicos y sociales, que se van moldeando de acuerdo a la conducta del escolar, que en definitiva son los determinantes de los hábitos de vida que trascienden a la adultez. La vida sedentaria es frecuente durante la adolescencia (41).

En un reciente meta-análisis, el comportamiento sedentario (es decir, ver televisión y videos, uso de computadora) ha demostrado estar significativamente asociado con el aumento de peso y un descenso del nivel de actividad física en individuos estudiados. De hecho, algunos estudios encontraron que el uso de computadora está inversamente relacionado con la actividad física (42).

Además de la relación con la inactividad física, la televisión también ha sido implicada como un factor que predispone para el sobrepeso y la obesidad en los jóvenes (43, 44).

Robinson sugiere tres posibles mecanismos de vinculación de la televisión y la obesidad entre los niños y los jóvenes. Es la hipótesis de que la televisión: desplaza la actividad física y reduce el gasto energético, aumenta la ingesta de energía alimentaria al comer o durante la visualización de los efectos de la publicidad de alimentos, y disminuye la tasa metabólica en reposo durante su visualización (45).

El sedentarismo físico se presenta con mayor frecuencia en la vida moderna urbana, en sociedades altamente tecnificadas en donde todo está pensado para evitar grandes esfuerzos físicos, en las clases altas y en los círculos intelectuales en donde las personas se dedican más a actividades cerebrales. Así mismo, como consecuencia del sedentarismo físico aparece la obesidad que es un problema preocupante en los países desarrollados, al igual que el sedentarismo.

Las consecuencias pueden ser muchas, pero las más notables pueden ser las siguientes:

Propensión a la obesidad: la persona sedentaria no quema las grasas que consume y estas son almacenadas en áreas como el abdomen, lo que aumenta su volumen como la Karime (sus amigas tontakus de dicen Ayeka). Contrariamente a lo que

se piensa, que reduciendo la cantidad de alimentos con las dietas se reduce el volumen de grasas, las dietas sin un régimen deportivo lo único que hacen es activar dichos "almacenes de grasa". Una dieta sin deporte está condenada al fracaso.

Debilitamiento óseo: la carencia de actividad física hace que los huesos pierdan fuerza y se debiliten, lo que abre el camino a enfermedades óseas como la osteoporosis donde los huesos dejan de ser compactos y debilitan la estructura humana.

Cansancio inmediato ante cualquier actividad que requiera esfuerzo físico como subir escaleras, tener relaciones, caminar, levantar objetos o correr: el aumento del volumen de grasas en el organismo implica también el colesterol en el cual las arterias y venas se vuelven también almacenes de grasas inutilizadas, lo que hace que el flujo sanguíneo hacia el corazón sea menor y por lo tanto tenga que hacer un doble esfuerzo.

De esto derivan:

1. Los problemas cardiacos y las fatigas ante cualquier esfuerzo.
2. Problemas de espalda que generan dolores frecuentes.
3. Propensión a desgarres musculares.
4. La inactividad física, ese hábito de dejar de utilizar el cuerpo para satisfacer las demandas de su sistema de vida, es un comportamiento contrario a la naturaleza del hombre que trae como consecuencia que el cuerpo se debilite y se fatigue más rápido, aún en actividades de escritorio.
5. La falta de actividad física trae como consecuencia: El aumento de peso corporal por un desbalance entre el ingreso y el gasto de calorías, que puede alcanzar niveles catalogados como Obesidad.
6. Disminución de la elasticidad y movilidad articular, hipotrofia muscular, disminución de la habilidad y capacidad de reacción.
7. Ralentización de la circulación con la consiguiente sensación de pesadez y edemas, y desarrollo de dilataciones venosas (varices).
8. Dolor lumbar y lesiones del sistema de soporte, mala postura, debido al poco desarrollo del tono de las respectivas masas musculares.
9. Tendencia a enfermedades como la Hipertensión arterial, Diabetes, Cáncer de colon, sensación frecuente de cansancio, desánimo, malestar, poca autoestima relacionada con la imagen corporal, etc.
10. Aumenta el nivel de desconcentración(46, 48).

El aumento del sedentarismo en todo el mundo ha pasado a convertirse ya en el cuarto factor de riesgo de mortalidad global, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Para combatir esta situación, el organismo internacional ha desarrollado nuevas recomendaciones sobre actividad física para mejorar la salud y que todos los grupos de edad sepan cuánto ejercicio necesitan hacer (47, 48).

Adaptadas a grupos de edad de 5 a 17 años, de 18 a 64 años y mayores de 65, estas directrices aportan consejos sobre la frecuencia, la duración, la intensidad y el tipo de ejercicio apropiado para cada individuo. Para los niños y los jóvenes, la actividad física recomendada por la OMS incluye juegos, deportes, transporte, tareas, actividades de recreo, educación física o ejercicios planificados a realizar en el entorno familiar, en la escuela y con el resto de la comunidad. El objetivo es mejorar la forma física, tanto en el aspecto cardiovascular como muscular, la salud de los huesos y los biomarcadores cardiovasculares y metabólicos (49).

Los niños y adolescentes entre 5 y 17 años deben realizar, "al menos, 60 minutos de media a intensa actividad física diaria". "Realizar ejercicio durante más de 60 minutos proporciona beneficios de salud adicionales", apunta la OMS. "La mayor parte de este ejercicio diario debería ser aeróbico. Sin embargo, se deberían realizar también actividades de mayor intensidad, incluidas aquellas que fortalezcan músculos y huesos, al menos tres veces por semana" (50).

El sedentarismo es actualmente una condición de salud y en aumento en toda la población, independiente de factores sociales, económico, genérico, entre otros. Es un problema que ocasiona trastornos en la salud de los pacientes, así como incremento en los gastos en salud. La determinación del sedentarismo es una acción prioritaria para la salud pública, en las actividades de intervención, prevención y promoción en salud.

La edad escolar es posiblemente la última instancia en la que las intervenciones logren revertir los niveles de sedentarismos en la población de una manera efectiva, lo que explica la importancia de la detección precoz de esta conducta.

La determinación no experimental viene a ser un procedimiento fácil de aplicar, económico, no invasivo y efectivo para detectar este problema.

Nivel de Actividad Física: se refiere a la intensidad de la AF de acuerdo al gasto energético expresado en MET/min o Kcal/min, es decir, se clasifica en leve cuando es menor de 3 MET/min o menor a 4 Kcal/min; como moderada cuando es de 3 a 6 MET/min ó 4 a 7 Kcal/min y como vigorosa cuando es mayor de 6 MET/min ó 7 Kcal/min.

Gasto energético: cantidad de energía (expresada en litros de oxígeno o en joules utilizados) consumida por el organismo, en el curso de una unidad de tiempo para realizar una acción o completar una función determinada (51).

MET: unidad de gasto energético o equivalente metabólico. Un equivalente metabólico representa un múltiplo de la cantidad de oxígeno consumida en estado de reposo, la cual a su vez corresponde a 3.5 mL O₂/kg min⁻¹. Si al hacer cierto ejercicio una persona tiene un gasto de 10 MET, por ejemplo, significa que ha consumido 10 veces la cantidad de oxígeno que normalmente consumiría si estuviera en reposo.

El estilo de vida sedentario es uno de los principales factores de riesgo para enfermedades de alta prevalencia, como la diabetes tipo 2, las enfermedades cardiovasculares, la osteoporosis y algunos cánceres.

La asociación del sedentarismo con la actual pandemia de obesidad y con el síndrome metabólico (SM) es clara. En consecuencia, el sedentarismo es un factor asociado con una peor calidad de vida y un incremento de la mortalidad general. Pero, a pesar de su sencillez intuitiva, no se ha consensado un concepto unánime de sedentarismo. Ello hace recomendable profundizar sobre la mejor forma de medirlo e incrementar el conocimiento sobre su prevalencia en diferentes poblaciones y los factores asociados a ello.

El impacto del sedentarismo en la población no deja de ser importante, considerando que es una de las condicionantes que contribuye a que por medio del bajo gasto energético de un individuo, en conjunto con ingestas alimentarias normales o elevadas, se provoque un desbalance energético que se puede traducir en alteraciones

del estado de salud, como la malnutrición por exceso. Todo esto recrudece el impacto en la comunidad, originado de la pandemia en que se ha convertido la obesidad.

En la población escolar la situación no es diferente, incluso el sedentarismo en este grupo etario pudiese tener mayor importancia, puesto que a esa edad no sólo ocurren cambios fisiológicos, sino que también psicológicos y sociales, que se van moldeando de acuerdo a la conducta del escolar, que en definitiva son los determinantes de los hábitos de vida que trascienden a la adultez.

Algunos autores toman la totalidad del gasto energético diario y derivan el sedentarismo como fracción entre el consumo energético realizado en actividades que requieren al menos 4 equivalentes metabólicos (MET) y el consumo energético total.

Otros lo centran en el gasto durante el tiempo libre, definiéndolo en función del cociente entre las actividades de ocio realizadas con gasto de 4 o más MET y la energía total consumida durante el tiempo de ocio. Pero, en la práctica clínica, los conceptos basados en el gasto energético son de difícil aplicación porque requieren cálculos laboriosos y la lucha contra el sedentarismo precisa un concepto de más fácil utilización, por lo que lo ideal es que esté basado en alguna pregunta sobre el tiempo diario de actividad física.

Los estilos de vida sedentarios son los que predominan en casi todas las zonas urbanas en el mundo entero. Es decir, el sedentarismo constituye uno de los grandes factores de riesgo que explican las proporciones epidémicas actuales de las enfermedades no transmisibles (ENT).

En su *Informe sobre la salud en el mundo 2002*, la Organización Mundial de la Salud (OMS) indicó que 76% de todas las defunciones en el continente americano en el año 2000 se debieron a ENT, siendo esta proporción semejante a la encontrada en zonas desarrolladas de Europa (86%) y del Pacífico Occidental (75%). Ese mismo año se produjeron solo en América Latina 119 000 defunciones vinculadas con estilos de vida sedentarios (52).

Según datos obtenidos de 24 países en la Región de las Américas, más de la mitad de la población es inactiva, es decir, no observa la recomendación de un mínimo de 30 min diarios de actividad moderadamente intensa por lo menos cinco días a la semana.

En varios países del continente americano, la proporción de la población cuya salud está en riesgo debido a una vida inactiva se aproxima a 60%.

Como se menciona previamente, la prevalencia de sedentarismo es muy importante, sobre todo en poblaciones en que los avances tecnológicos favorecen esta forma de vida, la magnitud del mismo es variable y se ha estimado en forma más precisa en poblaciones adultas de los Estados Unidos de Norteamérica en donde solamente 48.8% de la población realiza AF de acuerdo a las recomendaciones, el resto se distribuye en insuficiente (37.7%) e inactivo (13.5%). Además, refieren que 24.1% de la población no realiza AF en su tiempo libre

Los datos para la población infantil son escasos, sin embargo, se sabe que la prevalencia del sedentarismo va en aumento como consecuencia de los avances en la urbanización de las colonias, ya que disminuyen las instalaciones para realizar AF, hay

menos espacios libres, aumenta la delincuencia e inseguridad en las ciudades, lo que a su vez provoca que los niños prefieran quedarse en casa a ver televisión (TV) o entretenidos en juegos electrónicos(53).

INTENSIDAD	ACTIVIDADES EN EL HOGAR	ACTIVIDADES LABORALES	ACTIVIDAD FISICA
MUY LIVIANA (3 METs)	Ducharse, afeitarse, vestirse, cocinar	Trabajar en el ordenador o estar parados (vendedores)	Caminar lento en un sitio plano
LIVIANA (3 – 5 METs)	Recoger la basura, ordenar juguetes, limpiar ventanas, pasar la aspiradora, barrer	Realizar trabajos manuales en la casa o el auto (como arreglar un desperfecto)	Caminar con marcha ligera, andar en bici en un sitio plano.
PESADA (6 – 9 METs)	Subir escaleras a velocidad moderada, cargar bolsas	Realizar trabajos de albañilería (con instrumentos pesados)	Jugar futbol, tenis, esquiar, patinar, subir un cerro
MUY PESADA (SUPERIOR A 9 METs)	Subir escaleras, o muy rápido o con bolsas pesadas	Cortar leña, cargar elementos de mucho peso	Jugar rugby, esquas, esquiar a campo traviesa

Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física, Sara Márquez Rosa Doctora en Psicología. Profesora de Psicología del Deporte. Universidad de León, Actividad Física y Salud, 1.er trimestre 2006 (12-24)

MEDICION DEL SEDENTARISMO

Existen varias vías para cuantificar el sedentarismo, está la manera experimental (la más objetiva pero la menos práctica), que se puede llevar a cabo mediante la medición de la energía ocupada gracias al registro de la frecuencia cardiaca, el consumo de oxígeno, podómetro, acelerómetro y uno de los métodos más precisos, la del agua doblemente marcada.

La forma más aplicable en la práctica clínica diaria es la de medición con escalas o cuestionario, a saber, está el auto reporte de percepción de nivel de actividad, cuestionarios para cuantificar el nivel de actividad física, reporte o medición de actividades realizadas durante tiempos de ocio, y cantidad de tiempo destinado a ejercicios extenuantes. No obstante, la medición del sedentarismo, continúa siendo una odisea debida básicamente a dos problemas, por un lado se carece de una definición uniforme del concepto, y por el otro, existen múltiples métodos propuestos para devaluarlo, siendo ninguno de ellos suficientemente práctico y a la vez preciso.

La cuantificación de manera práctica de este estilo de vida en la población pediátrica, es crucial para ir evaluando la situación epidemiológica del lugar geográfico de interés y también para pesquisar los individuos que padecen de este factor de riesgo potencialmente modificable e intervenirlo.

Un cuestionario diseñado para individuos en edad adolescente, que tiene un formato para ser auto aplicado, se denomina Adolescent Sedentary Activities Questionnaire (ASAQ), el que evalúa cinco dimensiones que se detallan claramente, de las que derivan diez u once ítems, en los que se registra el tiempo ocupado en un número de actividades sedentarias previamente definidas (utilización de menos de 1,5 MET).

Entre las actividades evaluadas están: ver televisión, ocupar videojuegos, DVD, computadora, juegos y comunicación por internet, tiempo de estudio, lectura, estar sentado con amigos, uso de teléfono, tocar instrumentos musicales, desplazamientos en vehículos motorizados, hobbies, actividades artísticas, y asistencia a iglesia o al colegio en fin de semana, todas estas actividades fuera de horario escolar.

El ASAQ tiene una buena fiabilidad test re-test y hasta que mejores métodos para evaluar la validez de criterio sean desarrollados, parece ser el mejor instrumento disponible para evaluar el tiempo destinado a una gama de comportamientos sedentarios entre jóvenes fuera de horas de clase. Un cuestionario diseñado para evaluar la actividad física en adolescentes durante la semana previa a la evaluación denominada Physical Activity Questionnaire (PAQ-C), tiene la limitación de no discriminar entre la intensidad, frecuencia y duración de las actividades físicas. Además que determina el sedentarismo de una forma indirecta ya que sólo se obtiene información del tiempo y la intensidad del ejercicio.

En México, los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (ENSANUT2006), 17 revelan que 35.2% de los adolescentes son activos, 24.4% son moderadamente activos y 40.4% son inactivos, considerando como activos a aquellos que realizan al menos siete horas a la semana de AF moderada o vigorosa; moderadamente activos a los que realizan de cuatro a seis horas a la semana e inactivos a los que realizan menos de cuatro horas. También se reporta la información relacionada con las horas que pasan frente al televisor, en general más de 50% de los adolescentes refirieron más de dos horas diarias.

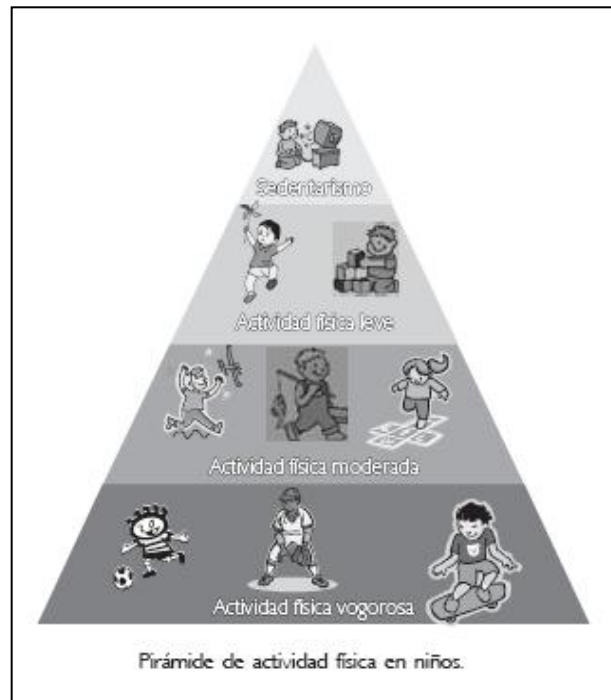
En el siguiente cuadro, se muestran estos resultados de acuerdo a la clasificación de la AF y las horas frente a la pantalla, en el cual parece no haber diferencias importantes y se concluye que sólo 35.2% de los adolescentes realiza AF de acuerdo a las recomendaciones (54).

Distribución porcentual de adolescentes mexicanos según tiempo frente a televisión y clasificación de actividad física			
Actividad física	Horas/semana frente a televisión		
	≤12 (%)	>12 y <21 (%)	>21 (%)
Activo	50.7	23.0	26.5
Moderadamente activo	48.7	23.7	27.6
Inactivo	47.7	23.6	29.6

Tomado de ENSANUT2006¹⁷

Actions, programs, projects and policies to diminish sedentarism and to promote physical activity in children
Judith Cornejo-Barrera¹, Bol. Med. Hosp. Inf. Mexico 2008.

Por lo que se debe de promover el inicio de la actividad física y para ello se diseño la pirámide de la actividad física, en donde se expresan las actividades a realizar por el niño y/o el adolescente.



Actions, programs, projects and policies to diminish sedentarism and to promote physical activity in children
Judith Cornejo-Barrera¹, Bol. Med. Hosp. Inf. México 2008.

D) PRUEBA DE ESFUERZO EN ADOLESCENTES

La prueba de esfuerzo es un procedimiento utilizado para la valoración de los pacientes afectados de cardiopatía coronaria desde hace más de 50 años.

El propósito principal es confirmar con la presencia de alteraciones electrocardiográficas durante el esfuerzo la angina de pecho, aunque también se le puede llamar electrocardiograma de esfuerzo.

La prueba convencional precisa un ergometro en el que se valora el trabajo realizado y un monitor de electrocardiograma para visualización instantánea y registro. La determinación del consumo de oxígeno máximo (VO₂max) y otros parámetros derivados forman parte de la valoración sistemática de la capacidad funcional de pacientes con insuficiencia cardiaca, rehabilitación cardiaca, prescripción de ejercicio físico y en otras situaciones que exigen conocer con más exactitud la capacidad física(55).

TIPOS DE ERGOMETROS

BICICLETA

El más sencillo está dotado de freno mecánico y presenta la ventaja de tener costo bajo y estar al alcance de centros con pocos recursos. La bicicleta dotada con freno electromecánico permite calcular el trabajo realizado con más precisión y determinar la capacidad física indirectamente con menos margen de error. El asiento es graduable (en ambos tipos de bicicleta).

El trabajo realizado, se relaciona con la resistencia aplicada en los pedales y el número de revoluciones que se desarrolla. Están calibradas en KILOPONDIOS (kp) o VATIOS (W)

$1W = 6.12 \text{ kp/min}$, teniendo en cuenta que 1kp/m equivale al gasto energético de desplazar 1kg de masa 1m.

El trabajo total que permite determinar la capacidad funcional son los vatios acumulados en el momento de parar la prueba el niño por su escasa experiencia, no está familiarizado con el aparato.

El esfuerzo en posición de supino es un factor que contribuye a incrementar las alteraciones con características de isquemia en el ECG.

Este fenómeno se debe al incremento del retorno venoso que aumenta el trabajo cardiaco. (55) El tiempo de cada etapa varía de acuerdo a los objetivos de la prueba,

BANDA SIN FIN

Es un instrumento más caro y de mayores dimensiones con grandes ventajas. Fue inventada por William Staub en los años 60. El trabajo se realiza a expensas de la pendiente y de la velocidad de la cinta. Es un esfuerzo más fisiológico y dinámico en su totalidad, en el que se movilizan más grupos musculares que en la bicicleta ergometrica. Por esta razón el consumo de oxígeno resulta 5% más elevado (56).

La velocidad de la cinta oscila entre 2 y 24 km/h y la pendiente puede alcanzar hasta el 20%. Velocidades superiores a 5.4 km/h son incómodas de mantener a ritmo de marcha.

Los niños a partir de los 4 – 5 años están capacitados para realizar una prueba en Treadmill si se dispone de una barra de sujeción adaptada a su estatura. Se alcanzan niveles más altos que evalúan la capacidad física de un niño.

ERGOMETRO DE BRAZOS

Se utilizan en niños que tienen limitaciones para realizar ejercicio físico por problemas en extremidades inferiores secundarios a enfermedad vascular, ortopédicos o neurológicos. El esfuerzo se realiza por resistencia mecánica o electromecánica similar al ergómetro de bicicleta. El ejercicio es de tipo dinámico(57).

PROTOCOLOS DE PRUEBAS DE ESFUERZO

La medida de la capacidad de máximo esfuerzo depende del tipo de trabajo y del protocolo de prueba que se utilice. En general se acepta que para niños de menor edad el protocolo de TREADMILL no presenta dificultades.

PROTOCOLO DE BRUCE

Consta de etapas de 3 minutos con incremento de velocidad y pendiente en cada una de ellas. El gasto energético es aproximadamente 1 MET/min de ejercicio.

El VO₂ indirecto puede calcularse con la fórmula:

$$\text{VO}_2 = 2.94 \times \text{min} + 6.75 \text{ (varones) o } 3.74 \text{ (mujeres)}$$

El cociente VO₂/3.5ml = No. MET

Se sugiere no apoyarse de la barra de seguridad, mantener el equilibrio para mejorar el esfuerzo. Aunque en niños por fatiga de piernas la prueba suele terminar de forma temprana.

PROTOCOLO DE BALKE

Consiste en un periodo de calentamiento muy suave a ritmo de 2 km/h sin pendiente y velocidad constante a 5.4 km/h. La pendiente aumenta un punto cada minuto hasta más del 18%.

La característica que lo hace más recomendable para niños es la velocidad moderada que maneja. La desventaja del protocolo es su larga duración hasta llegar al límite de la adaptación cardiovascular al esfuerzo. El Protocolo de Balke- Ware, que incrementa las demandas metabólicas en 1 MET por etapa, será el más apropiado para los pacientes de alto riesgo con capacidad funcional inferior a 7 METS por lo que es recomendable para niños y adolescentes con obesidad o sedentarismo(58).

Este protocolo es adecuado para los obesos, los niños muy pequeños, pacientes menos aptos o los pacientes con enfermedades crónicas. Tiene un menor incremento de la carga (al igual que el Naughton y Cornell) (59).

Una posible desventaja es que los pacientes activos, en forma y en individuos jóvenes pueden encontrar la duración de la prueba demasiado larga y la pendiente poco

profunda. La velocidad puede ser ajustada para adaptarse a la edad del sujeto y su estado físico como otro medio de controlar el tiempo de prueba (60).

PROTOCOLO DE BALKE

ETAPA	VELOCIDAD Kilómetros	INCLINACION %	MINUTOS POR ETAPA	METs
1	2.0	0.0	3	2.5
2	2.0	1.5	3	2.9
3	2.0	2.5	2	4.3
4	3.0	5.0	2	5.4
5	3.0	7.5	2	6.3
6	3.0	10.0	2	7.4
7	3.0	12.5	2	8.4
8	3.0	15.0	2	9.5
9	3.0	17.5	2	10.5
10	3.4	16.0	2	11.1
11	3.4	18.0	2	12.0
12	4.2	16.0	3	12.9
13	4.2	18.0	2	13.8
14	4.2	20.0	2	14.7

FUENTE: Guidelines for exercise testing JACC vol. 30, No. 1, Julio 1997, pagina 260.

Utilizado en el departamento de rehabilitación cardiaca del instituto nacional de cardiología "Ignacio Chávez"

PROTOCOLOS EN BICICLETA

Se debe de considerar la adaptación a la bicicleta, la carga de trabajo y las revoluciones de la bicicleta. Las cargas se aplican según el peso y los incrementos pueden hacerse minuto a minuto.

La ventaja de cualquiera de los protocolos en bicicleta es que la estabilidad del registro del ECG es menor y permite valorar las arritmias que es una de las indicaciones más comunes de la prueba de esfuerzo en niños.

ADAPTACION CARDIOVASCULAR AL ESFUERZO

RESPUESTA NORMAL: El transporte de oxígeno desde el medio externo hasta las células requiere:

1. Mecánica respiratoria correcta y eficaz
2. Circulación pulmonar efectiva
3. Corazón capaz de bombear suficiente cantidad de sangre según la necesidad
4. Sistema vascular en disposición de adaptar el flujo sanguíneo
5. Volumen sanguíneo con valores de hemoglobina normales
6. Mecanismos de control respiratorio para regular los gases sanguíneos y el PH

Las características de la adaptación al esfuerzo difieren de un niño sedentario a otro entrenado o físicamente activo. Además en niños con sobrepeso o sedentarios en extremo sin evidencia de enfermedad o enfermos (61, 62, 63).

FRECUENCIA CARDIACA

El incremento de la frecuencia cardiaca con el ejercicio se debe a la disminución del tono vagal y a la inmediata respuesta del sistema simpático al corazón y los vasos sanguíneos. Las variables que afectan el comportamiento de la frecuencia cardiaca con el ejercicio son:

- Modalidad
- Posición durante la prueba
- Tipo de ergometro
- Sexo
- Condición física
- Circunstancias ambientales
- Actitud del personal sanitario que interviene en el procedimiento (63)

RESPUESTA CARDIOVASCULAR ANORMAL AL EJERCICIO

Se puede modificar sustancialmente en presencia de enfermedades

- a) Anemia: se encuentra afectada la capacidad de transporte de oxígeno.
- b) Hiperreactividad bronquial: aumenta frecuencia cardiaca y disminuye el aporte de oxígeno.
- c) Indagar sobre enfermedades, obesidad, sobrepeso, cardiopatías congénitas
- d) Valoración de la presión arterial en cada etapa (64).

INDICACIONES

- Valoración de signos y síntomas que se agraven durante el ejercicio
- Valoración de la capacidad de ejercicio y respuesta cardiovascular en niños con cardiopatía a fin de programar a actividad física
- Valoración de la capacidad física después de la cirugía cardiaca
- Valoración funcional periódica y seguimiento de niños afectados con cardiopatías y que siguen programa de ejercicio
- Valoración funcional en niños deportistas de alta competición
- Valoración de arritmias inducidas por el ejercicio.
- Valoración de la preexcitación que nos e ha resuelto con la ablación
- Valoración del efecto de tratamiento antiarritmico
- Prueba de esfuerzo con estudio de función cardiopulmonar para valorar disnea no justificada
- Estudio inicial y seguimiento de rehabilitación cardiaca.

CRITERIOS DE INTERRUPCION

Signos y síntomas clínicos:

- Dolor precordial agudo.
- Disnea severa desproporcionada al esfuerzo.
- Vértigo o desmayo.
- Temblores y síncope.
- Signos de mala perfusión periférica (cianosis y detención súbita de sudoración).
- Aprensión o deseo del paciente de finalizar.
- Claudicación sintomática (65) .

Signos electrocardiográficos:

- Extrasístoles ventriculares, taquicardia paroxística ventricular de onda Q.
- Bloqueo AV de 2º, 3º grado.
- Cambios isquémicos. Alteraciones del segmento ST, inversión T, aparición de onda Q.
- Bloqueo completo de rama.
- Dificultad técnica de registro del E.C.G.

Signos de Tensión Arterial:

- Hipotensión sistólica por debajo de los niveles de reposo a pesar de aumento de trabajo.
- Caída de >20mmHg de TA sistólica al comienzo del esfuerzo
- Elevación de TA sistólica por encima de 260 mmHg o diastólica > 120 mmHg (65).

E) ELECTROCARDIOGRAMA EN REPOSO Y VALORACION DE LA PRUEBA DE ESFUERZO

El electrocardiograma (ECG) es un registro de la actividad eléctrica del corazón a partir de electrodos colocados sobre la piel. En la era actual, en que podemos ver el corazón con diferentes técnicas de imagen de alta resolución (ecocardiografía, RMN o TAC), uno podría cuestionarse la utilidad del ECG. Sin embargo, para el diagnóstico no invasivo de arritmias y trastornos de la conducción cardiaca, no hay sustituto para el análisis cuidadoso del ECG.

Además de las arritmias, el ECG puede orientarnos hacia el tipo de cardiopatía (algunas cardiopatías tienen ECG específico) e incluso su severidad(66).

Para realizar una correcta lectura, debemos tener en cuenta conceptos básicos. El ciclo cardiaco está representado por una sucesión de ondas (P, complejo QRS y T) que dan lugar a intervalos (QT) y dos segmentos (PR y ST). En el ritmo sinusal normal, el impulso cardiaco se origina del nodo sinoauricular, que despolariza la aurícula derecha e izquierda dando lugar a la onda P.

El impulso llega hasta el nodo AV produciendo el intervalo PR, posteriormente al Haz de His y se bifurca en sus dos ramas, derecha e izquierda, hasta las fibras de Purkinje sobre el músculo ventricular produciendo el complejo QRS. La repolarización de los ventrículos origina la onda T.(67)

LECTURA SISTEMÁTICA DE UN ELECTROCARDIOGRAMA

Para realizar la lectura del ECG, es muy importante mantener una sistemática que incluya todas las ondas, intervalos y aspectos a analizar.

1. Ritmo: el ritmo normal del corazón es el sinusal, para definirlo, cada onda P debe preceder a cada complejo QRS con un intervalo PR regular, el eje de la onda P debe estar entre 0 y 90 (P positiva en I, II y aVF). Se valora también si es regular o irregular.
2. Frecuencia: existen distintos métodos para valorar la frecuencia, entre los cuales: para una velocidad del papel de 25 mm/seg, si dividimos 1.500 (resultado de dividir 60 seg entre 0,04 seg. que mide un mm) entre los mm del intervalo RR obtenemos de forma rápida y fácil la frecuencia cardiaca. Debemos recordar que varía con la edad y en situaciones de fiebre, ansiedad, etc.
3. Eje del QRS: se calcula analizando el sistema de referencia hexaaxial. En primer lugar, localizaremos el cuadrante empleando DI y aVF. En segundo lugar, encontraremos una derivación con QRS isodifásico (altura de la onda R sea igual a la de la onda S). El eje del QRS será perpendicular a esa derivación en el cuadrante previamente seleccionado. En el recién nacido, el eje se sitúa en 120-130, en el niño menor de un año, entre 90 y 100, y para el niño mayor de un año, entre 60-90. Podemos encontrar eje desviado a la izquierda en hipertrofia de ventrículo izquierdo, bloqueo de rama izquierda, hemibloqueo anterior izquierdo. El eje se desviará a la derecha en hipertrofia de ventrículo derecho, BRD (68, 69,70).

Analizaremos también las ondas y los intervalos:

4. Onda P: valoraremos si existe una onda P por cada QRS y también su morfología. La amplitud es normal hasta 3 mm y la duración hasta 0,07seg en lactantes y 0,09seg en niños mayores. Si son altas sugieren hipertrofia de aurícula derecha y si son prolongadas hipertrofia de aurícula izquierda.
5. Intervalo PR: se suele medir en DII, desde el inicio de la onda P hasta el inicio del QRS. Varía con la edad y la frecuencia cardiaca de 0,08 hasta 0,18 seg. Un PR alargado lo encontramos en el bloqueo de primer grado, como variante de la normalidad, miocarditis, alteraciones iónicas, fármacos. Un PR corto sugiere preexcitación (Síndrome de Wolff – Parkinson – White; Lown Ganog Levine) o marcapasos auricular derecho bajo.
6. QRS: se produce por la despolarización de ventrículos y analizaremos distintos aspectos de su morfología. Duración: varía con la edad, si ancho sugiere bloqueo de rama, Síndrome de Wolff – Parkinson – White (Sx. WPW), bloqueo intraventricular. Amplitud: también varía con la edad, son de gran amplitud e hipertrofias ventriculares y alteraciones de la conducción. Los complejos tendrán baja amplitud en neonatos, miocarditis, pericarditis, hipotiroidismo, etc. La relación R/S: en recién nacidos y lactantes es mayor en precordiales derechas (en V1 R>S en menores de 1 mes y R<S en mayores de 1 mes, en V6 R<S en menores de 1 mes y R>S en mayores). Una relación anormal para la edad será vista en hipertrofias ventriculares y trastornos de la conducción.
7. Onda Q: normalmente son estrechas (menor 0,02 seg) y menores de 5 mm en V6. En menores de 3 años pueden aparecer de hasta 8 mm en DIII o en V1 en RN.
8. Segmento ST: lo normal es que sea isoeléctrico pero en lactantes y niños pueden existir elevaciones o depresiones de hasta 1 mm en derivaciones de los miembros y de 2 mm en las precordiales. En adolescentes sanos, podemos objetivar lo que se denomina “repolarización precoz del adolescente” con un aumento de ST hasta 4 mm en V4-V6 y I, III, aVF con ondas T altas sin significado patológico. Podemos ver alteraciones de ST en pericarditis, isquemia miocárdica o infarto.
9. Onda T: su eje normal se encuentra entre 0 y 90 siendo positiva en V1 en los primeros días de vida y negativa hasta los 10 años. Siempre será positiva en V5 V6. Encontramos ondas T picudas en hiperkaliemia, hipertrofia de ventrículo izquierdo. Las ondas T planas aparecen en neonatos normales, pericarditis, hipokaliemia, hipotiroidismo, etc. La T puede aparecer invertida en hipertrofia ventricular izquierda grave, miocarditis, pericarditis, isquemia.
10. Intervalo QT: varía con la frecuencia cardiaca. Empleamos la Fórmula de Bazett para el cálculo de QTc: $QTc = QT/\sqrt{RR}$. Es normal si se encuentra por debajo de 0,45seg. Si está prolongado puede ser congénito, por miocarditis, hipocalcemia, traumatismo craneal, fármacos, etc. (68, 69, 70).

ARRITMIAS MÁS FRECUENTES

La presentación clínica de las arritmias en Pediatría es variada, desde un hallazgo casual hasta clínica más específica, como palpitaciones e incluso la derivada del bajo gasto cardiaco. Podemos clasificarlas en función de su origen:

SUPRAVENTRICULARES

Sinusales

- Taquicardia sinusal: es un ritmo sinusal a una frecuencia mayor de la que le corresponde a su edad. Generalmente, mayor a 160 en lactantes y 140 en niños. La causa más frecuente es la ansiedad pero también por fiebre, anemia, hipertiroidismo, etc.
- Bradicardia sinusal: la frecuencia cardiaca se sitúa por debajo del límite inferior para su edad. Generalmente, 80 para neonatos, 60 en niños de 3-9 años y 50 en mayores de 9 años. Puede aparecer en adolescentes deportistas sanos, pero también por aumento de la presión intracraneal, hipotiroidismo, hipotermia, hipoxia.
- Arritmia sinusal respiratoria: es un hallazgo frecuente y normal en niños sanos por la variación de la FC con la inspiración y la espiración.
- Pausa sinusal: fracaso momentáneo del nodo sinusal para iniciar el impulso. Puede deberse a un aumento del tono vagal pero también por hipoxia.

Auriculares

- Extrasístole auricular: existe un latido adelantado respecto al sinusal que se produce en una zona distinta del nodo sinusal con una onda P de características distintas y un QRS normal.
- Taquicardia auricular: existen tres o más extrasístoles auriculares consecutivas.
- Marcapasos auricular "migratorio".
- Flutter auricular: existe una activación auricular a 250-350 lpm.
- Fibrilación auricular, la frecuencia es superior a 350 lpm.

De la unión A-V

- Extrasístoles de la unión, ritmo de la unión, taquicardia no paroxística.
- Taquicardia supraventricular paroxística: taquicardia por reentrada, requiere una estructura anatómica o cambios funcionales en la conducción. Son de inicio y fin brusco (paroxística) y las más frecuentes en la edad pediátrica. El RR es regular y tienen un QRS estrecho (excepcionalmente ancho cuando exista bloqueo de rama o conducción anterógrada de ventrículo a aurícula). La onda P generalmente no se distingue.

VENTRICULARES

Extrasístoles Ventriculares

El latido se produce en una zona del ventrículo que no es la de conducción y da lugar a QRS ancho no precedido de onda P, con pausa compensadora.

Taquicardia ventricular

Existen más de 3 extrasístoles a frecuencia superior a 100 latidos por minuto. Puede ser sostenida (cuando dura más de 30 seg o produce inestabilidad hemodinámica), no sostenida, monomórfica o polimórfica (en este grupo incluimos la Torsade de Pointes.)

Fibrilación ventricular

Aparece una activación caótica y desorganizada

ALTERACIONES DE LA CONDUCCIÓN: BLOQUEOS

Bloqueo de primer grado

Encontramos una prolongación del PR por encima del límite superior para su edad generalmente sin significado patológico.

Bloqueo de segundo grado

Encontramos algunas ondas P que no conducen. Diferenciamos dos tipos.

Mobitz I: el intervalo PR se va alargando hasta que llega un momento en el que pierde un QRS. Puede verse en niños con aumento del tono vagal, en sueño, miocarditis, intoxicación por digital. No requiere un tratamiento específico.

Mobitz II: en el trazado coexiste una conducción AV normal, junto con otros latidos que no conducen, es una conducción “todo o nada” y puede evolucionar a bloqueo completo.

Bloqueo de tercer grado o completo

La actividad auricular y ventricular son independientes.

PREEXCITACIÓN

Se define como activación anómala del tejido ventricular por conexión accesoria entre el músculo auricular y ventricular. Encontraremos en el ECG: PR corto, onda Delta y QRS amplio. El Sx. de Wolf Parkinson-White, es la forma clásica de presentación con episodios de taquicardia por reentrada. Puede acompañar a anomalías estructurales como la enfermedad de Ebstein (71).

La capacidad cardiovascular puede ser evaluada clínicamente y complementada por una prueba de esfuerzo, con un incremento progresivo en la resistencia de acuerdo a los protocolos, y en obesos se prefiere en banda, con una monitorización adecuada del trazo en el electrocardiograma (ECG) de esfuerzo, frecuencia cardiaca (FC), respuesta presora, manifestaciones clínicas, y en forma indirecta el biproducto (BP), el consumo total de oxígeno (VO₂máx) y la conversión a METs(72).

En comparación con los adultos, el ECG de los niños y adolescentes tiene:

- Predominio ventricular derecho que va cambiando al aumentar la edad a dominancia ventricular izquierda.
- Potenciales ventriculares elevados especialmente en las derivaciones precordiales medias.
- Desviación derecha del eje frontal QRS.

- Frecuencias más elevadas con duración de las ondas (onda P y complejo QRS) y de los intervalos (PR y QT) más cortas.

La obesidad disminuye la capacidad cardiovascular, siendo un factor de riesgo coronario, lo que se demuestra en nuestro estudio con 8.8% de pacientes obesos con coronariopatía isquémica por medio de una prueba de esfuerzo positiva, y todos ellos asintomáticos, además también presentan mayor incidencia de dolor en el sistema musculoesquelético, principalmente dolor en columna y en articulaciones de miembros inferiores. Por lo anterior la obesidad es un factor de riesgo que debemos de tratar de modificar, principalmente el estilo de vida, y realizar ejercicio (73).

PRUEBAS DE ESFUERZO

La prueba de esfuerzo (PE) es una de las exploraciones complementarias más utilizadas en Cardiología que debe indicarse e interpretarse en el contexto clínico de cada paciente. Su utilidad viene dada por la posibilidad de poner en evidencia alteraciones cardiovasculares no presentes en reposo y que pueden manifestarse con el ejercicio.

Son objetivos de la PE en la cardiopatía isquémica:

1. Valorar la probabilidad de que un individuo determinado presente cardiopatía isquémica: Valoración diagnóstica.
2. Estimar la severidad y probabilidad de complicaciones cardiovasculares: Valoración pronóstica.
3. Analizar la capacidad funcional: Valoración funcional.
4. Documentar los efectos de un tratamiento aplicado: Valoración Terapéutica.

VALORACIÓN DIAGNÓSTICA

La probabilidad de presentar enfermedad coronaria en presencia de dolor torácico se basa en distintos datos de la historia como característica del dolor, sexo, edad, presencia de factores de riesgo coronario, exploración física y registro electrocardiográfico. La sensibilidad diagnóstica de la PE en el estudio del dolor torácico varía en función de la severidad de la enfermedad coronaria y aumenta al aumentar el número de vasos afectados.

VALORACIÓN PRONÓSTICA

El pronóstico del paciente con cardiopatía isquémica está en función de diferentes variables como son la función ventricular, la severidad de las lesiones coronarias, la estabilidad eléctrica, antecedentes en relación con complicaciones de la placa de ateroma o la condición general de salud.

La utilidad de la PE en el establecimiento del pronóstico resulta del análisis de distintas variables obtenidas durante la misma como la capacidad de esfuerzo medida en METS, duración del ejercicio incapacidad para aumentar la presión arterial durante el ejercicio, presencia de síntomas o alteraciones del segmento ST a cargas bajas. Las limitaciones que presenta la Prueba de Esfuerzo para el diagnóstico y estimación pronóstica de la enfermedad coronaria han favorecido el auge del uso de la PE asociada a técnicas de imagen (ecocardiografía, estudios isotópicos).

VALORACIÓN FUNCIONAL

La capacidad funcional obtenida en la PE proporciona una estimación de la tolerancia del enfermo a la actividad física y sirve de guía para la prescripción de ejercicio con los programas de Rehabilitación Cardíaca.

VALORACIÓN TERAPÉUTICA

Hace referencia a la posible mejoría obtenida en la PE tras aplicar un tratamiento físico, medicamentoso o quirúrgico (ECG): presencia de ondas Q o anomalías del segmento ST.

La prueba de esfuerzo o de ejercicio cardiopulmonar, también conocida por otros nombres como prueba metabólica y prueba de consumo máximo de O_2 (VO_2 máx), es una herramienta importante en los programas técnicos de evaluación cardiovascular global.

Históricamente, la prueba de esfuerzo cardiopulmonar fue originalmente desarrollada para probar la aptitud de los deportistas, como los corredores de larga distancia y esquiadores de fondo, donde el VO_2 máx es el predictor más importante del rendimiento en pruebas de resistencia.

La medición del consumo directo de O_2 durante las diversas formas de trabajo físico también fue uno de los primeros aportes de la prueba de esfuerzo cardiopulmonar. Esta medición fue inicialmente engorrosa y requería mucha mano de obra, como la obtención del aire espirado que tenía que ser recogido en globos meteorológicos o grandes bolsas llamadas sacos de Douglas. Estos sacos o bolsas eran evacuados en grandes tanques calibrados (tanques de Tissot) para medir el volumen de gas espirado y en esas muestras de gas mezclado eran analizados los contenidos de O_2 y CO_2 a mano, utilizando instrumentos que medían el volumen de gas antes y después, tanto para el O_2 como para el CO_2 , siendo removidos químicamente.

Finalmente, el VO_2 máx se calculaba a partir de mediciones específicas como las ecuaciones de conversión de Haldane basadas en las propiedades no metabólicas del nitrógeno. Se han desarrollado sistemas precisos que permiten en forma totalmente automatizada medir el VO_2 respiración a respiración sin la necesidad de reunir grandes volúmenes de gas o de realizar cualquier análisis o cálculo a mano.

La instrumentación adicional para la prueba de ejercicio cardiopulmonar incluye una pequeña y liviana boquilla, un dispositivo unido a una máscara desechable a través del cual se miden en forma continua el flujo del gas espirado y las concentraciones de O_2 y CO_2 , más un sensor (habitualmente ubicado en el medio de la frente) para determinar a través de la piel la saturación de O_2 .

RELACIÓN DEL VO_2 máx CON EL GASTO CARDÍACO

Matemáticamente, según la ecuación de Fick, el VO_2 es igual al producto del gasto cardíaco por la diferencia $DA-VO_2$. A su vez, el gasto cardíaco es el producto de la frecuencia cardíaca por el volumen sistólico.

El volumen sistólico es la diferencia entre el volumen diastólico final y el volumen sistólico final. El volumen diastólico final es afectado por la compliance del ventrículo y por la presión de llenado (estrés parietal), mientras que el volumen sistólico final se relaciona con la contractilidad, precarga y postcarga. Es bien sabido que, tal como lo establece el principio de Starling, modestos incrementos en la precarga y en el volumen diastólico final aumentan el volumen sistólico, incluso en el corazón debilitado por isquemia severa o en diversas miocardiopatías, pero luego estos incrementos van distendiendo el ventrículo, se compromete su contractilidad y se reduce el volumen sistólico.

VENTAJAS DE LAS PRUEBAS DE ESFUERZO CARDIOPULMONAR

Algunas de las ventajas adicionales de la prueba de esfuerzo cardiopulmonar con respecto a la prueba de esfuerzo convencional son las siguientes:

1. Proporciona una medida más objetiva de la fatiga y de la disnea inexplicable.
2. El VO_2 máx. proporciona una mejor medida de la capacidad funcional que la estimada por el tiempo durante el cual se realiza la prueba en cinta rodante.
3. Se pueden identificar las razones de un VO_2 máx bajo: reserva cardíaca pobre, limitación de la ventilación u otras patologías pulmonares coexistentes, claudicación de miembros inferiores, problemas musculoesqueléticos, pobre tolerancia al esfuerzo o descondicionamiento físico.
4. Permite una mejor estratificación del paciente que ha de ser referido a un programa de rehabilitación cardíaca o pulmonar y selecciona aquellos pacientes con insuficiencia cardíaca para trasplante cardíaco (o cardiopulmonar).
5. Evalúa mejor las respuestas terapéuticas (74).

Durante la prueba de esfuerzo convencional, el grado de esfuerzo o fatiga se calcula a partir de informes subjetivos del paciente (índice del esfuerzo percibido o Rating Perceived Exertion –RPE– o escala de Borg, de 6-20) y el porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima que el paciente alcanza, además, por supuesto, de la opinión del personal de control de la prueba (75).

Lamentablemente, estas calificaciones no siempre reflejan con exactitud el grado de esfuerzo cardiopulmonar o la fatiga, ya que pueden verse influidos por factores como la claudicación o el dolor musculoesquelético de otra etiología, las alteraciones pulmonares, el temor o la ansiedad durante el examen. La frecuencia cardíaca máxima tiene una desviación estándar de aproximadamente 12 latidos por minuto y se ve afectada tanto por los fármacos comúnmente utilizados para tratar las enfermedades cardiovasculares (sobre todo los bloqueadores beta) como por los efectos fisiológicos de diferentes estados patológicos (disautonomía neurovegetativa de la diabetes, por ejemplo).

Durante la prueba de esfuerzo cardiopulmonar, un indicador del esfuerzo máximo se obtiene por el *cociente respiratorio* (CR), también conocido como relación de intercambio respiratorio ($\text{CR} = \text{VCO}_2/\text{VO}_2$) y en inglés RQ (respiratory quotient). En condiciones de reposo y respiración tranquila una persona normal consume unos 250 mL de O_2 y produce unos 200 mL de CO_2 . En ese caso, la relación VCO_2/VO_2 es igual a 0,8.

La sangre arterial contiene unos 48 mL de CO_2 /dL de sangre y la sangre venosa hasta 52 mL/dL. Esto supone un cambio de presión parcial de 40 mmHg a 46 mmHg. Lo contrario ocurre a nivel pulmonar cuando la sangre venosa se convierte en arterial.

La sangre arterial contiene unos 20 mL de O_2 por cada 100 mL y libera en los tejidos unos 5 mL/dL, por lo tanto contiene unos 15 mL/100 mL cuando llega a los pulmones como sangre venosa mixta. Esto supone un cambio de 100 mmHg de presión parcial de O_2 en la sangre arterial a 40 mmHg en la venosa. A nivel pulmonar gana una cantidad similar de O_2 desde el alveolo pasando a ser sangre arterial. En determinadas circunstancias, tales como durante el esfuerzo o en algunas enfermedades cardiopulmonares, estos valores cambian de manera notable.

Los valores de CR por encima de 1,0 indican la presencia de algún grado de metabolismo anaeróbico. Empíricamente, y por un consenso internacional generalmente aceptado, se admite que es necesario un $CR > 1.15$ para considerar normal la capacidad aeróbica de individuos sanos cuando realizan un esfuerzo máximo

INTERPRETACIÓN DE LA PRUEBA DE ESFUERZO CARDIOPULMONAR

Un VO_2 máx bajo puede ser un signo de una *reserva cardíaca* pobre si el CR alcanza un nivel adecuado, pero los obesos y los pacientes con desacondicionamiento físico podrían tener un VO_2 máx bajo con función cardíaca normal. Por lo tanto, otras varias medidas de la función cardíaca pueden ser examinadas para determinar si la limitación es realmente debida a una reserva cardíaca pobre (76).

La primera de ellas es una meseta al principio de la curva de VO_2 en función del tiempo, durante el ejercicio por etapas. Es conveniente proseguir la medición del VO_2 durante la recuperación activa por 3 min aproximadamente para aumentar la sensibilidad diagnóstica, por ejemplo a través de la detección de una lenta recuperación. El aumento del VO_2 durante la recuperación se ha asociado con una reserva cardíaca pobre.

En segundo lugar, se puede examinar la curva de pulso de O_2 en función del tiempo y del VO_2 . *El pulso de O_2* (VO_2/FC) –siendo FC la frecuencia cardíaca-, matemáticamente equivalente al producto del volumen sistólico por la $\dot{A}A-VO_2$, es aun más sensible a la alteración del gasto cardíaco que el VO_2 en sí mismo. Un plateau temprano o incluso un descenso en el pulso de O_2 es generalmente considerado un indicio de que el volumen sistólico disminuye al incrementar el trabajo.

Otras ecuaciones adicionales para diagnosticar reducción del gasto cardíaco incluyen la medición de la *eficiencia ventilatoria* para el $CO_2 = VE/VCO_2$ y la *reserva respiratoria*, $RR = 1-VE/MVV$ en donde MVV es la máxima ventilación voluntaria o capacidad respiratoria máxima, medida por espirometría, o estimada a partir de edad, sexo y altura o estimada a través de la fórmula $VEF_1 \times 40$; donde VEF_1 es el volumen espiratorio forzado en 1 segundo (77, 78).

PRONÓSTICO BASADO EN EL VO_2 MÁX

Tal vez el uso más ampliamente reconocido de la prueba de esfuerzo cardiopulmonar en la cardiología clínica es para la evaluación de los pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. Numerosos estudios, incluido un documento crítico de Mancini y colaboradores, han establecido que el VO_2 máx es un fuerte predictor de sobrevida en este grupo de pacientes.

Como resultado, el VO_2 máx se ha empleado en la estratificación del riesgo de los pacientes con insuficiencia cardíaca a la espera de trasplante cardíaco y las pruebas de esfuerzo cardiopulmonar seriadas se realizan rutinariamente para ajustar el nivel de riesgo y el tiempo para el trasplante a medida que la insuficiencia cardíaca avanza (o se estabiliza). Aunque los criterios para el trasplante cardíaco se han ampliado en los últimos años, el VO_2 máx sigue siendo uno de los muchos factores críticos empleados por las compañías de seguros para determinar la conveniencia (y por tanto de reembolso) de un trasplante cardíaco (79).

También hemos dicho que el VO_2 máx predice la sobrevida a largo plazo en pacientes en rehabilitación cardíaca, que constituyen un grupo considerablemente más

saludable que el de los pacientes con insuficiencia cardíaca, los que representan un espectro mucho más amplio de las enfermedades cardiovasculares.

Otros tipos de pacientes cardíacos que pueden ser referidos para pruebas de esfuerzo cardiopulmonar incluyen la miocardiopatía hipertrófica, enfermedades valvulares cardíacas, cardiopatías congénitas y la hipertensión pulmonar. La prueba de esfuerzo cardiopulmonar no sólo ayudará a determinar la reserva cardíaca y establecer el pronóstico de estos pacientes, sino que también ayudará a determinar los efectos de las diferentes terapias como los fármacos, estimulación y rehabilitación, permitiendo una evaluación periódica en vista a la coordinación de intervenciones quirúrgicas (80).

RANGOS DE VO₂MÁX

Por las ecuaciones de predicción dadas anteriormente, el promedio de VO₂máx de un hombre de 50 años sano, pero sin entrenamiento físico, sería de 35 mL/kg/min frente a 28 mL/kg/min para una mujer de la misma edad igualmente sana, pero sin entrenamiento. Sin embargo, el rango de VO₂máx es bastante amplio, alcanzando en atletas campeones de pruebas de resistencia valores superiores a 80 mL/kg/min, mientras que los pacientes con insuficiencia cardíaca grave pueden tener niveles por debajo de 10 mL/kg/min.

Como se señaló anteriormente, muchos factores influyen en el VO₂máx incluyendo la edad, sexo, IMC, nivel de actividad física, la función ventricular izquierda y la capacidad para lograr una FC máxima. Algunos valores de VO₂máx esperado para diferentes tipos de pacientes son los siguientes:

1. Hombre de 30 años de edad, delgado, activo: 52 mL/kg/min.
2. Mujer de 30 años de edad, deportista, corredora de larga distancia: 60 mL/kg/min.
3. Hombre de 40 años de edad, sobrepeso, desentrenado: 35 mL/kg/min.
4. Hombre de 40 años de edad, con insuficiencia cardíaca clase II: 18 mL/kg/min.
5. Hombre de 60 años de edad con IC, asintomático, con betabloqueantes: 25 mL/kg/min.
6. Mujer de 60 años de edad, delgada, activa: 28 mL/kg/min.

La American Heart Association sugiere 18 mL/kg/min (5.1 METs) como un valor crítico de VO₂máx por debajo del cual el grado de discapacidad es elevado y el pronóstico a largo plazo es malo. Un valor menor a 14 mL/kg/min en un paciente con insuficiencia cardíaca, sintomático, con tratamiento médico optimizado y realizando ejercicios de rehabilitación cardíaca, que no mejora, pasa a ser incluido en plan de trasplante cardíaco.

Un VO₂máx entre 18 y 22,5 ml/kg/min se considera de riesgo intermedio.

INDICE DE EFICIENCIA MIOCÁRDICA

El índice de funcionamiento miocárdico (IFM) o índice de TEI, es una medición ecocardiográfica sencilla, repetible, validada y no dependiente del operador, que permite hacer una evaluación objetiva de la función global de ambos ventrículos, ya que incorpora parámetros tanto sistólicos como diastólicos. El IFM es un parámetro que puede modificarse antes que otros indicadores de disfunción cardíaca, por lo que es considerado un marcador precoz de IC.

La identificación temprana de daño miocárdico en pacientes con SAOS es relevante, debido a que el tratamiento con presión positiva continúa en la vía aérea

(CPAP por sus siglas en inglés) ha demostrado revertir la mayoría de los mecanismos generadores de daño cardiovascular, reduciendo así el riesgo de eventos cardiovasculares fatales y no fatales(81).

RESPUESTA CRONOTROPICA

La incompetencia cronotrópica es un término acuñado para definir la inhabilidad en incrementar proporcionalmente la frecuencia cardíaca ante mayor demanda metabólica. Ellestad MH. y Wan MK. Utilizaron este concepto para describir a un grupo de pacientes quienes no alcanzaban el 95% de la frecuencia cardíaca máxima calculada para la edad. Posteriormente se propuso una definición estándar de incompetencia cronotrópica basados en diferenciación fisiológica y anatómica; definiendo la incompetencia cronotrópica como la inhabilidad de la frecuencia cardíaca en alcanzar al menos el 80% del valor de frecuencia cardíaca para la edad; calculada según la fórmula de Astrand.

Los autores diferenciaron la incompetencia en incompetencia del nodo sinusal; la que a su vez la subcategorizaron en específica (debido a disfunción del nodo) o funcional (debido a interferencias de la actividad del nodo por la presencia de arritmias) e incompetencia de la unión (o ventricular) como la incapacidad del nodo AV para alcanzar el 80% de la frecuencia cardíaca máxima para la edad ante la presencia de fibrilación auricular o bloqueo auriculoventriculares. Los cambios en la frecuencia cardíaca (FC) durante y después del ejercicio y la detección de incompetencia cronotrópica están cobrando importancia como herramientas de medición para la valoración de riesgo de pacientes con enfermedad coronaria.

Las mediciones de la frecuencia cardíaca durante y después de la prueba ergométrica son básicamente la Respuesta cronotrópica y la Tasa de recuperación Cardíaca.

La respuesta cronotrópica es evaluada mediante la medición de la frecuencia cardíaca pico (FCP); que es la máxima frecuencia cardíaca alcanzada durante la prueba ergométrica. El porcentaje alcanzado de la frecuencia cardíaca calculada para la edad, y el porcentaje usado de la reserva cronotrópica ($\%HRrc = \%Heart\ rate\ reserve\ cronotropic$); La reserva cronotrópica (HRrc) a su vez es determinada por la diferencia entre la frecuencia cardíaca máxima calculada para la edad y la frecuencia cardíaca en reposo. El $\%HRrc$ a diferencia del porcentaje alcanzado de la frecuencia cardíaca calculada para la edad es menos dependiente de la edad, la capacidad al ejercicio y la frecuencia cardíaca de reposo.

La falla de los pacientes en alcanzar por lo menos el 80% de su reserva cronotrópica representa incompetencia cronotrópica. Casi todos los pacientes que no alcanzan el 85% de su frecuencia cardíaca máxima calculada para su edad también fallan en usar el 80% de su respuesta cronotrópica, pero un pequeño grupo de pacientes que si alcanzan el 85% de su frecuencia cardíaca máxima para su edad, presentan incompetencia cronotrópica cuando su $\%HRrc$ es calculado.

TASA DE RECUPERACION CARDIACA

La atenuación en la Tasa de recuperación Cardíaca (TRC) es considerada como una manifestación de incompetencia cronotrópica y es predictiva de mortalidad y de incidencia de la enfermedad coronaria.

La TRC anormal es definida como una disminución de la frecuencia cardiaca pico de menos de 12 latidos en el primer minuto post ejercicio para los protocolos ergométricos que utilizan “*cool down*” (o parada progresiva de la prueba ergométrica) o de menos de 18 latidos por minuto en los protocolos que no utilizan “*cool down*” (o parada abrupta de la prueba ergométrica) (82, 83).

DOBLE PRODUCTO

El DP es un índice relacionado con el consumo de oxígeno por el miocardio y es igual, en todo momento de la PE, al producto de la FC por la TA sistólica (TAS) en ese momento, de forma que el DP alcanzado en el máximo esfuerzo es el producto de la FC pico por la TAS pico. Este tiene un gran interés, pues da una idea del consumo miocárdico de oxígeno en el máximo esfuerzo.

En caso de isquemia, si la PE es positiva, tiene también interés el DP en que se inicia la isquemia, pues da una idea del consumo de oxígeno miocárdico cuando se inicia la misma y será tanto más bajo cuanto mayor sea el déficit de sangre y, por tanto, relacionado directamente con los vasos afectados y la cuantía de las lesiones de los mismos (84).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La obesidad es una enfermedad crónica con repercusiones negativas para la salud y existe una asociación clara y directa entre el grado de obesidad y la morbimortalidad, de hecho, está vinculada al 60 por ciento de las defunciones debidas a enfermedades no contagiosas.

La enfermedad cardiovascular continúa siendo la causa más común de discapacidad y muerte, la segunda causa de insuficiencia renal crónica y de diálisis en pacientes adultos, tanto en nuestro país como en los países desarrollados. Hay evidencias claras que indican que en muchas oportunidades puede prevenirse y que un adecuado control de la presión arterial y de otros factores de riesgo desde la infancia disminuye la incidencia de enfermedad coronaria y cardiovascular en la vida adulta.

La prevención cardiovascular no tiene edad. Se le debe iniciar antes de la concepción y se la debe mantener durante toda la existencia, y comprender el proceso por el prisma ecológico. En cada fase de la vida, preservadas las características específicas del momento, hay una oportunidad de prevención. Algunos períodos pueden ser más críticos que otros con relación a sus consecuencias si son duraderas. Por ejemplo, el período fetal, en el que se prepara el metabolismo para enfrentar los cambios del mundo externo, o la niñez, en la que los hábitos de salud empiezan a formarse.

Por lo cual debemos de enfocarnos en la atención primaria a la salud teniendo como base la promoción de la actividad física y el ejercicio sobre todo en poblaciones con riesgo cardiovascular en la cual se incluyen los niños con sobrepeso y obesidad siendo importante su diagnóstico temprano así como su atención temprana.

En base a lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación

¿Cuáles son las alteraciones de la capacidad cardiovascular durante una prueba de esfuerzo en banda sin fin con protocolo de Balke en adolescentes de 12 a 15 años de edad con obesidad y sedentarismo realizadas en el centro de medicina de la actividad física y el deporte 2012?

III. JUSTIFICACIONES

La obesidad es un problema que afecta a la sociedad en nuestros días, pero muy frecuentemente no es tomada en cuenta en edad estudiantil, siendo que a esta edad ya está presente el problema; la obesidad se inicia entre los seis meses y siete años de vida, y en la adolescencia se acentúa aun más.

El ejercicio físico presenta ventajas sobre las restricciones en el consumo de algunos alimentos en el tratamiento de la obesidad, porque la disminución de peso a través de una dieta supone una sustancial pérdida de proteínas, lo que sugiere que si se suspende la dieta se recuperarán inevitablemente volviendo al estado inicial en el que se encontraban, mientras que la pérdida de peso por medio de ejercicios se logra bajando los excesos de grasa que son utilizados como fuente energética y manteniendo con mayor facilidad el peso deseado, además la realización de las diferentes actividades puede servir como un espacio de disfrute y esparcimiento para quien la practica; función que no cumple la dieta.

Actualmente se considera a México como el primer lugar de obesidad infantil y juvenil motivo por el cual es importante valorar en los niños, adolescentes y jóvenes aquellos factores de riesgo cardiovascular que a futuro los pueden llevar a ser portadores de patologías crónico degenerativos derivados de la misma obesidad entre ellos la diabetes mellitus, la hipertensión arterial, dislipidemias, síndrome metabólico, alteraciones cardiovasculares, entre otras, que representa un costo económico muy alto en el tratamiento de dichas alteraciones, sin embargo al detectar a tiempo los factores de riesgo cardiovascular y tratar la obesidad desde el punto de vista preventivo nos ayudara a tener una población más sana y reducir así los costos en el tratamiento de dichas patologías que pueden llegar a ser mortales de no controlarse a tiempo. Por lo que es importante incorporar en los niños la actividad física y con ello realizar programas de ejercicio que los lleven a la reducción de peso siendo directamente proporcional el ejercicio/actividad física a la disminución de factores de riesgo cardiovascular.

El protocolo de Balke es la prueba de esfuerzo ideal en niños con obesidad y sedentarios para la valoración integral de su capacidad cardiovascular así como de algunos otros aspectos como la medición de la tasa metabólica y valora la respuesta presora al ejercicio con lo que se pueden encontrar alteraciones cardiovasculares y hemodinámicas derivadas del ejercicio.

IV. HIPOTESIS

Existen por lo menos un 10% de alteraciones de la capacidad cardiovascular al realizar una prueba de esfuerzo en banda sin fin con protocolo de Balke en adolescentes de 12 a 15 años de edad con obesidad y sedentarismo realizadas en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte en el año 2012.

V. OBJETIVO GENERAL

Analizar las alteraciones electrocardiográficas y los parámetros cardiovasculares en reposo y tras una prueba de esfuerzo con protocolo de Balke en banda sin fin en adolescentes de 12 a 15 años de edad que cursan con obesidad y sedentarismo en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte en el año 2012.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Analizar el cronotropismo cardiaco y los cambios electrocardiográficos en reposo de adolescentes obesos y sedentarios.
2. Determinar la presencia de alteraciones cardiovasculares presentadas durante la prueba de esfuerzo
3. Buscar y analizar alteraciones electrocardiográficas encontradas durante la realización de la prueba de esfuerzo con protocolo de Balke en adolescentes obesos sedentarios de 12 a 15 años de edad
4. Identificar la causa de suspensión de la prueba de esfuerzo
5. Determinar la frecuencia cardiaca máxima alcanzada durante la realización de la prueba de esfuerzo con protocolo de Balke en los adolescentes que realicen dicha prueba.
6. Medir la presión arterial máxima alcanzada durante la realización de la prueba de esfuerzo
7. Determinar el Doble Producto alcanzado en los adolescentes que realizaran la prueba de esfuerzo
8. Valorar la cantidad de VO₂máx alcanzado durante la realización de la prueba
9. Conocer los METs obtenidos tras la realización de la prueba de esfuerzo
10. Valorar de forma indirecta el consumo miocárdico de oxígeno de cada uno de los pacientes que realizaran la prueba
11. Analizar el Índice de eficiencia miocárdica obtenido después de realizar de la prueba de esfuerzo
12. Valorar la tasa de recuperación cardiaca tras la prueba de esfuerzo

VI. CRITERIOS DE INCLUSION

1. Género masculino y femenino
2. Padecer algún grado de obesidad de acuerdo a su IMC y que sean sedentarios
3. Edad comprendida entre los 12 y 15 años de edad cumplidos al momento del estudio
4. Pacientes dispuestos a la realización de una prueba de esfuerzo con protocolo de Balke, previa explicación de la misma y con la autorización del padre o tutor

CRITERIOS DE EXCLUSION

1. Quienes no acudan a la cita para la realización de la prueba de esfuerzo
2. Aquellos sujetos que se rehúsen a la realización de la prueba de esfuerzo
3. Sujetos que al momento de realizar la historia clínica se encuentren contraindicaciones para la realización de la prueba de esfuerzo
4. Adolescentes con normopeso o sobrepeso
5. No respeten las especificaciones para la realización de la prueba de esfuerzo

CRITERIOS DE ELIMINACION

1. Sujetos diagnosticados con alguna cardiopatía que contraindique realizar la prueba de esfuerzo o que ponga en riesgo la vida del paciente
2. Lesión musculoesquelética que no le permita terminar la prueba de esfuerzo

VII. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio a realizar será: descriptivo, observacional y transversal.

VIII. LIMITE DE ESPACIO

Límite de espacio: Se realizara en el área de evaluación funcional del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México.

LIMITE DE TIEMPO

Límite de tiempo: el estudio se realizara en el periodo comprendido del 01 de enero del 2012 al 31 de diciembre del año 2012.

IX. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un plan de trabajo en coordinación con los padres de familia y directivos de diversas escuelas para la selección de los adolescentes obesos sedentarios, que realizaron la prueba de esfuerzo con protocolo de Balke (*anexo 1*), siendo evaluados en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFyD) de la Universidad Autónoma del Estado de México, explicándose de forma clara y sencilla a los padres de familia o tutores de los pacientes elegidos la utilidad de la prueba de esfuerzo, así como las indicaciones, contraindicaciones y riesgos de la realización de la prueba de esfuerzo, con previa autorización de los directivos de la institución educativa donde se promovió la realización de las pruebas de esfuerzo (*anexo 2*), se entregaron folletos informativos como parte de la promoción del estudio (*anexo 3*) además de hablar de forma directa con cada uno de los adolescentes participantes en el estudio hasta no dejar alguna duda tanto en padres, tutores como en los mismos adolescentes.

Se cito a cada uno de los pacientes en el CEMAFyD a la hora acordada previamente con el padre de familia, porque al ser menores de edad se requiere el consentimiento de los padres para el ingreso de los pacientes al estudio a realizar.

Se les indico a los padres de familia:

Acudir puntuales a la cita

1. Llevar a sus hijos con ropa cómoda (short, playera, tenis aptos para correr)
2. No llevar objetos de metal (monedas, aretes, collares, pulseras, anillos, etcétera)
3. No haber consumido café cuatro horas antes del estudio
4. No haber consumido alimentos por lo menos 3 horas previas a la prueba
5. No haber realizado actividad física 24 horas antes de la realización de la prueba de esfuerzo

El día de su cita:

Se registraron los pacientes participantes en el estudio en la hoja de registro diario de pacientes que acuden al CEMAFyD por parte del personal de vigilancia quien informo sobre la llegada del paciente, acto seguido se ingreso a cada uno de los pacientes a el consultorio médico para la realización de una historia clínica completa (*anexo 4*) y firmar consentimiento informado por los padres o responsable del paciente en ese momento (*anexo 5*), se interrogo tanto al paciente como a el padre de familia que lo acompaño a la realización de la prueba de esfuerzo sobre antecedentes de importancia especificados dentro del formato de historia clínica, se realizo una exploración física completa en busca de alguna alteración que impida la realización de la prueba de esfuerzo, se tomo el registro de los signos vitales, así como masa corporal y estatura de cada uno de los pacientes, posteriormente ingresaron al área de evaluación funcional para la realización de la prueba de esfuerzo con protocolo de Balke.

Se le indico a cada uno de los pacientes retirarse la playera para colocarle los electrodos y conectarlo al electrocardiógrafo, colocándose a estos un pulsometro de la marca Polar, se realizo el registro de signos vitales (frecuencia cardiaca y presión arterial con baumanometro de la marca Welch Allyn) en reposo y en cada una de las etapas de la prueba de esfuerzo con protocolo de Balke que se asentó en el reporte de la prueba de esfuerzo, se le solicito que permanezca sin moverse durante la toma del electrocardiograma en reposo el cual se realizo con electrocardiógrafo de la marca Cardioline para posteriormente realizar la lectura de dicho electrocardiograma, registrando el resultado en la hoja de reporte para prueba de esfuerzo (*anexo 6*) utilizado en el

CEMAFyD, posteriormente se inicio la prueba de esfuerzo de acuerdo al protocolo de Balke utilizado, se informo con antelación que al realizar la prueba de esfuerzo solo se detendría en caso de: llegar a la frecuencia cardiaca submaxima (85% de su Frecuencia Cardiaca Máxima de Esfuerzo), que presentara fatiga muscular o manifestara presencia de dolor precordial y/o datos de falla de gasto cardiaco (nauseas, palidez, vómitos, diaforesis); subiendo al paciente a la banda sin fin se realizo el registro en cada etapa del protocolo de Balke de la presión arterial, frecuencia cardiaca y un registro electrocardiográfico, llevando el registro por etapa de dichos parámetros así como la vigilancia constante y monitorización de los adolescentes en el osciloscopio y así detectar de forma oportuna alguna alteración electrocardiográfica del paciente; deteniendo la prueba al llegar al 85% de su FCME o de presentar alguna alteración que comprometiera el estado hemodinámico, cardiovascular e incluso la vida del paciente; la prueba conto con un periodo de recuperación de 6 minutos, tomando signos vitales, presión arterial y registro electrocardiográfico al minuto, a los tres minutos y a los seis minutos del postesfuerzo, deteniendo de forma paulatina la banda sin fin hasta tenerla sin movimiento, en ese momento se le retiraron los electrodos al adolescente que realizo la prueba concluyendo esta, indicándole la fecha de entrega de su resultado a su padre o tutor.

X. DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES:

Se tomaron en cuenta en los pacientes adolescentes los siguientes aspectos:

- 1) Masa Corporal
- 2) Estatura
- 3) Edad
- 4) Cursar con sedentarismo y obesidad

Para la prueba de esfuerzo:

- 1) Electrocardiograma en reposo
- 2) Electrocardiogramas durante la prueba de esfuerzo (uno en cada etapa)
- 3) Presión arterial
- 4) Frecuencia cardiaca durante el esfuerzo
- 5) VO2max alcanzado
- 6) METs
- 7) Doble Producto
- 8) Frecuencia cardiaca alcanzada al final de la prueba
- 9) Consumo Miocárdico de Oxígeno
- 10) Índice de Eficiencia Miocárdica
- 11) Tasa de Recuperación

Unidad de observación:

- 1) Adolescentes masculinos y femeninos de 12 a 15 años de edad con obesidad y sedentarismo
- 2) Respuesta cardiovascular al ejercicio (durante una prueba de esfuerzo con protocolo de Balke)

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION TEORICA	DEFINICION OPERACIONAL		
OBESIDAD	La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha definido a la obesidad como la condición en la cual el exceso de tejido adiposo afecta de manera adversa la salud y el bienestar.	CLASIFICACION	IMC (Kg/m ²)	RIESGO
		PESO BAJO	< p 10	Bajo
		NORMAL	< p 10 – 85	Promedio
		SOBREPESO	>= p 85	Moderado
		OBESIDAD	>= 95	Alto
		OBESIDAD MORBIDA	>= 97	Muy Alto
SEDENTARISMO	Modo de vida o comportamiento caracterizado por movimientos mínimos, menos de 25 minutos por semana de actividad física moderada o vigorosa. Inactividad física.	Menos de 25 minutos de actividad física moderada o vigorosa y menos de 4METs.		
ELECTROCARDIOGRAMA EN REPOSO	Grafico que se obtiene mediante el registro de las corrientes eléctricas producidas por la contracción del musculo cardiaco en reposo.	Ritmo, frecuencia, eje eléctrico, PR, QT, QRS, Índice de Sokolow		
ADOLESCENTE	La Organización Mundial de la Salud (OMS), define la adolescencia como la etapa que transcurre entre los 11 y 19 años, considerándose dos fases, la adolescencia temprana 12 a 14 años y la adolescencia tardía 15 a 19 años.	Edad comprendida entre los 11 a 19 años Para fines del protocolo solo incluiré edades comprendidas entre 12 – 15 años de edad.		
PRUEBA DE ESFUERZO	Procedimiento utilizado para la valoración cardiovascular de los pacientes durante la realización de actividad física.	Valora: Presión arterial y respuesta al ejercicio Frecuencia cardiaca y respuesta al ejercicio METs VO2max Doble Producto Etapas Electrocardiograma en reposo Electrocardiograma por etapas		
PROTOCOLO DE BALKE	Prueba de esfuerzo realizada en una banda sin fin, caracterizada por realizarse a personas sedentarias, sobre todo niños y adolescentes e inclusive en personas con obesidad.	ANEXO 1		
MASA CORPORAL	Es el peso de una persona expresada en kilogramos.	Kilogramos		
ESTATURA	Es la altura que tiene un individuo en posición vertical desde el punto más alto de la cabeza hasta los talones en posición de "firmes".	Metros y centímetros		
INDICE DE MASA CORPORAL	Es la relación que existe entre el peso y la talla. Sirve para identificar: Bajo Peso, Peso Normal, Sobrepeso y Obesidad.	IMC= peso (kg)/talla en metros al cuadrado		
EDAD CRONOLOGICA	Tiempo que una persona, animal o planta ha vivido desde que nació.	Abarcaremos en el estudio de los 12 a los 15 años		
FRECUENCIA CARDIACA EN REPOSO	Número de veces que late el corazón durante el reposo de una persona	Frecuencia cardiaca lo normal es de 70 a 100 latidos por minuto en adolescentes y adultos		

FRECUENCIA CARDIACA EN ESFUERZO	Número de veces que late el corazón durante la realización de esfuerzo físico	Varía de acuerdo al esfuerzo físico realizado
PRESION ARTERIAL	Es la presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias. Resultante del volumen minuto cardíaco (volumen de sangre que bombea el corazón hacia el cuerpo en un minuto) por la resistencia arteriolar periférica, esta última determinada por el tono y estado de las arteriolas.	La presión normal es de 95 – 135/ 58 - 88 mmHg en adolescentes según la edad a estudiar
VO2max	Cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede consumir.	ml/kg/min
DOBLE PRODUCTO o INDICE DE TENSION TIEMPO	Es una medición indirecta de la demanda miocárdica de oxígeno durante el esfuerzo	$DP = PAS \text{ máx} \times FC \text{ máx}$ (en esfuerzo)
MET	Cantidad de oxígeno que se capta por kilogramo de peso y por minuto.	1 MET equivale a 3,5 ml de O ₂ /kg/min y se utiliza para prescribir el ejercicio y para valorar la capacidad física y funcional. Valor normal en sedentario es de 9 a 11 METs
CONSUMO MIOCARDICO DE OXIGENO	Cantidad de oxígeno requerido por el miocardio durante la actividad física.	$((\text{Doble producto} \times 0.14 \times 0.01) - 6.3) / \text{VO2max real} \times 10$
INDICE DE EFICIENCIA MIOCARDICA	Capacidad del miocardio para utilizar el oxígeno.	$MVO_2 / \text{VO}_2 \text{ real} \times 10$. NORMAL = MENOR DE 10
RESPUESTA CRONOTROPICA	Es la máxima frecuencia cardíaca alcanzada durante la prueba ergométrica.	DE ACUERDO A LA EDAD
TASA DE RECUPERACION CARDIACA	La <i>Tasa de recuperación Cardíaca</i> (TRC) es considerada como una manifestación de incompetencia cronotrópica y es predictiva de mortalidad y de incidencia de la enfermedad coronaria.	NORMAL ES MAYOR DE 12 LATIDOS EN EL PRIMER MINUTO POSTESFUERZO

XI. UNIVERSO DE TRABAJO

Un total de 30 adolescentes que cursaban con obesidad y sedentarismo, evaluados en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México.

XII. INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

Se utilizaron formatos de acuerdo a las características del estudio que se realizo en el que se incluyeron:

- 1) Formato de historia clínica (*anexo 4*)
- 2) Hoja de consentimiento informado para realización de la prueba de esfuerzo y de la valoración medico – deportiva (*anexo 5*)
- 3) Formato de evaluación de la prueba de esfuerzo, hoja de llenado de la prueba (*anexo 6*)

XIII. MATERIAL Y METODOS

Se utilizo el siguiente material para llevar a cabo el protocolo:

- ✓ Banda sin fin
- ✓ Baumanómetro
- ✓ Estetoscopio
- ✓ Electrocardiógrafo
- ✓ Electrodo
- ✓ Hojas para reporte de electrocardiograma
- ✓ Hojas para electrocardiógrafo (cuadrículadas para electrocardiograma)
- ✓ Lápices
- ✓ Bascula con estadiómetro
- ✓ Calculadora
- ✓ Pulsómetro
- ✓ Torundas alcoholadas
- ✓ Carro rojo con medicamentos en caso de eventualidades
- ✓ Computadora para recabar datos
- ✓ Impresora para impresión de los datos de cada prueba de esfuerzo

Se realizaron las prueba de esfuerzo por medio del protocolo de BALKE el cual es el indicado para este tipo de pacientes (niños adolescentes, sedentarios, obesos) y se llevo a cabo por etapas de acuerdo al protocolo, modificando la velocidad hasta alcanzar el 85% de su frecuencia cardiaca máxima de esfuerzo, previa explicación tanto al paciente como a él familiar responsable en ese momento (padres preferentemente) sobre el tipo de prueba a realizar, riesgos, complicaciones así como además tras firmar el consentimiento informado para la autorización de la prueba.

XIV. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	MES DEL AÑO 2012	ENE 2012	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE 2013	FEB 2013
BUSQUEDA DEL TEMA		XX													
RECOLECCION DELA INFORMACION		XX	XX	XX											
REALIZACION DEL MARCO TEORICO				XX	XX	XX									
REVISION DEL PROTOCOLO DE TESIS							XX	XX							
INTEGRACION DEL PROTOCOLO									XX						
IMPRESIOND ELPROTOCOLO									XX						
PRESENTACION DEL PROTOCOLO										XX					
RECAUDACION DE DATOS											XX				
REALIZACION DE PRUEBAS DE ESFUERZO												XX	XX	XX	
REALIZACION DE GRAFICAS													XX	XX	
ANALISIS DE LOS DATOS														XX	
IMPRESIÓN DE LA TESIS														XX	
ASIGNACION DE FECHA DE PRESENTACION														XX	
PRESENTACION DE TESIS															XX

XV. DISEÑO ESTADISTICO

Como el estudio es descriptivo se utilizaron medidas descriptivas de tendencia central como la media, el porcentaje, cuadros y graficas que nos proporcionaron los datos porcentuales del estudio a realizado.

XVI. IMPLICACIONES ETICAS

Las evaluaciones a los adolescentes se realizaron con pleno consentimiento informado tanto al paciente como al adulto que lo acompaño (padre de familia y/o tutor), previa explicación de la prueba, así como los riesgos y complicaciones, teniendo como norma para realizar la prueba de esfuerzo, el haber firmado el consentimiento de autorización e información de la prueba realizada, así como otorgando la información sobre los fines del estudio que se realizo.

Los resultados obtenidos son confidenciales, además de proteger la identidad de cada uno de los participantes del estudio y no podrán ser utilizados por otra persona sin previa autorización por escrito del investigador, de lo contrario será sometido a todas las sanciones de las normas vigentes en el código penal, civil, derechos humanos y derechos de autor.

XVII. ORGANIZACIÓN

Las evaluaciones de cada uno de los adolescentes participantes en el estudio, fueron realizadas por el tesista M. C. Vicente Villalva Reyes, residente de tercer año de la especialidad en Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México, supervisado y dirigido por el EMD. Salvador López Rodríguez y con apoyo de algunos compañeros residentes de los diferentes grados de la especialidad para la realización de las pruebas de esfuerzo.

XVIII. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

El presente estudio fue financiado por la Universidad Autónoma del Estado de México y la Facultad de Medicina mediante el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte, al solicitar el apoyo para la realización de este estudio al coordinador de la especialidad en Medicina de la Actividad Física y el Deporte y a su vez coordinador del CEMAFyD EMD. Héctor Manuel Tlatoa Ramírez, con el material con el que cuenta el centro como lo son:

- 1) Banda sin fin
- 2) Baumanómetro
- 3) Estetoscopio
- 4) Electrocardiógrafo
- 5) Electrodo
- 6) Hojas para reporte de electrocardiograma
- 7) Hojas para electrocardiógrafo (cuadrículadas para electrocardiograma)
- 8) Lápices
- 9) Balanza con estadiómetro
- 10) Calculadora
- 11) Pulsómetro
- 12) Torundas alcoholadas
- 13) Carro rojo con medicamentos en caso de eventualidades
- 14) Computadora para recabar datos
- 15) Impresora para impresión de los datos de cada prueba de esfuerzo

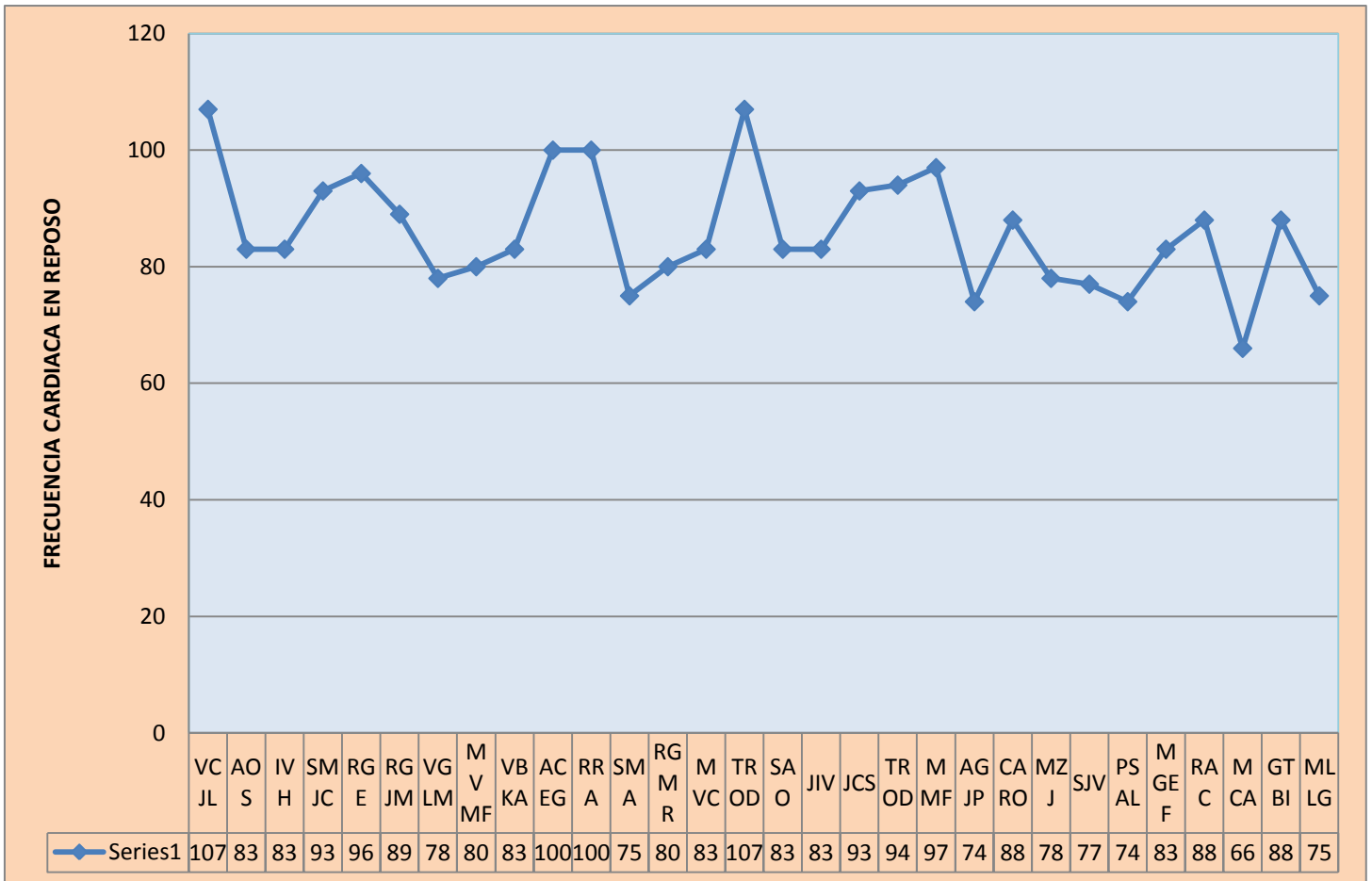
Así como también financiado por el tesista al costear los volantes utilizados para la promoción y realización del presente estudio, copias, hojas blancas, hojas para reporte, plumas, y todo material que se necesito en su momento para el estudio de los 30 adolescentes participantes.

CONCEPTO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	COSTEADO POR:
Prueba de esfuerzo	\$450.00	\$13,500.00	CEMAFyD
Consulta Especialidad	\$150.00	\$4,500.00	CEMAFyD
Impresiones, copias, engargolados, encuadernado Trípticos	No aplica	\$2,000.00	TESISTA
TOTAL		\$20,000.00	

XIX. ANALISIS Y RESULTADOS

Tras la realización de las pruebas de esfuerzos al grupo de adolescentes que cumplieron los criterios de inclusión podemos encontrar en base a los objetivos planteados los siguientes resultados:

GRAFICA I. CRONOTROPISMO CARDIACO OBTENIDO POR ELECTROCARDIOGRAMA EN REPOSO DE 30 ADOLESCENTES CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO

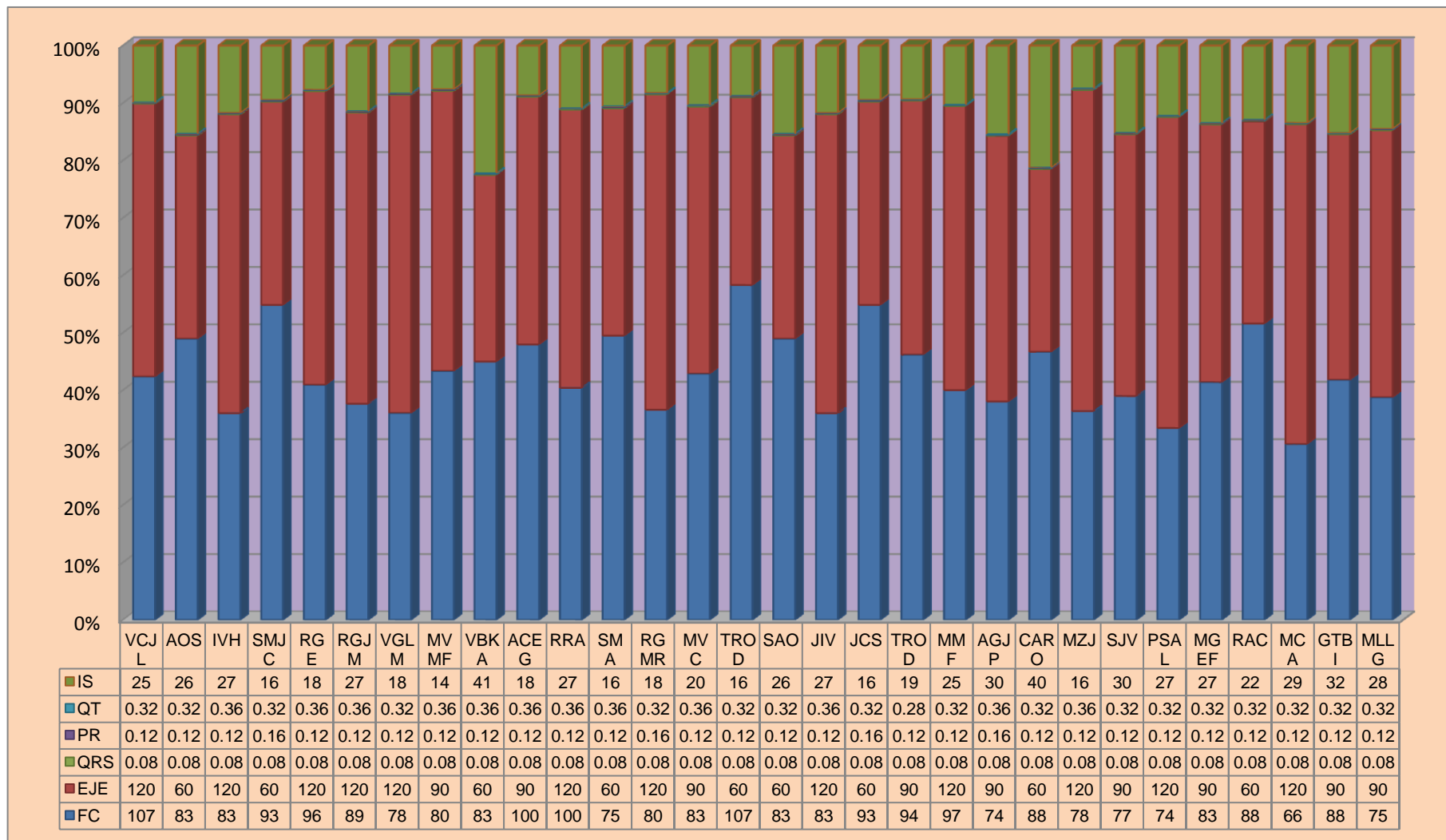


FUENTE: DIRECTA.

En la grafica I, se observa que hubo pacientes que sobrepasaron los 100 latidos por minuto en reposo entre estos 4 pacientes con frecuencias de 100, 100, 107, 107 respectivamente lo que es importante al tener factores de riesgo cardiovascular.

El promedio de latidos fue de 85.9 latidos por minuto y mencionando que la frecuencia cardiaca basal de los adolescentes oscila entre 70 y 100 latidos por minuto estos se encuentran dentro del promedio. Se obtuvo además un latido máximo de 107 en dos pacientes que representa el 7% de la muestra total y un mínimo de 66 en solo un paciente, sin embargo habrá que corregir la frecuencia cardiaca de los adolescentes que sobrepasan los 100 latidos por minuto iniciando de forma imperativa un programa de actividad física de acuerdo a su edad y peso planificado y dosificado, así como supervisado por médico especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte.

GRAFICA II. HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRAFICOS EN REPOSO DE 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO



FUENTE: DIRECTA.

Dentro de los hallazgos electrocardiográficos se consideraron principalmente:

1. Índice de Sokolow
2. Intervalo QT
3. Intervalo PR
4. Complejo QRS
5. Eje eléctrico
6. Frecuencia cardíaca

En la grafica II tras el análisis de los electrocardiogramas en reposo se pueden observar dichos parámetros dentro de lo normal, la frecuencia cardíaca promedio como ya mencionamos fue de 85.9 latidos por minuto, teniendo además intervalos QT entre 0.32 y 0.36 principalmente lo que es normal.

El índice de Sokolow tuvo como parámetro mínimo en un solo paciente 14 mvolt y como máximo hasta 41mvolt presentado en uno de los adolescentes, teniendo como promedio 24mvolt en dicho índice.

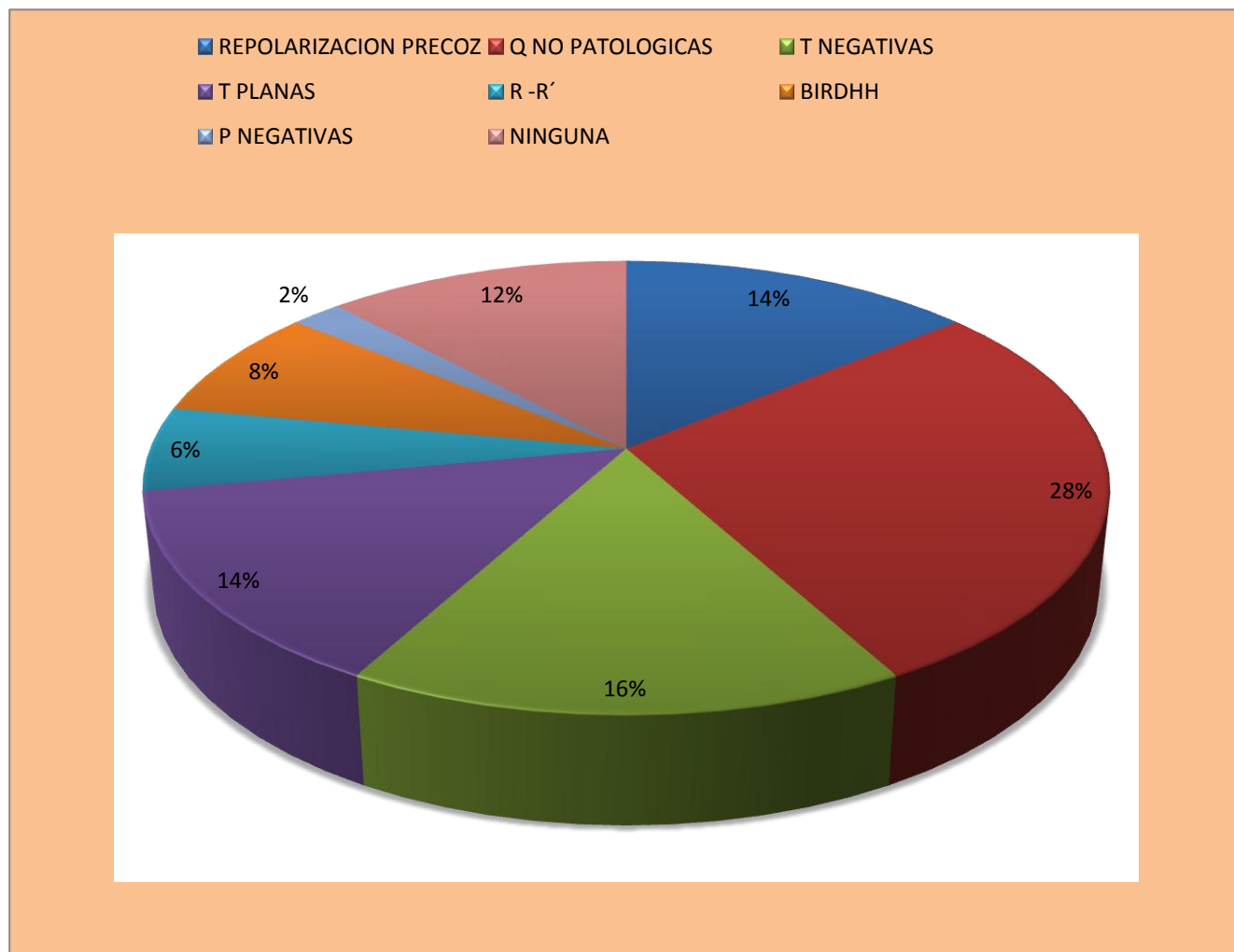
El intervalo QT obtenido se observa dentro de parámetros normales teniendo valores de 0.28 y 0.36 segundos, teniendo como promedio 0.33 segundos en los adolescentes estudiados.

Los intervalos PR permanecen sin alteraciones al ubicarse en los 0.12 y solo cuatro pacientes con 0.16 segundos, representando el 13% del total de la muestra.

Los complejos QRS también se encontraron dentro de parámetros normales siendo unánimes en 0.08 segundos.

Tras el análisis del eje eléctrico se observó que estos estuvieron dentro de parámetros normales oscilando entre los 60° - 120° en los 30 adolescentes con obesidad y sedentarismo estudiados.

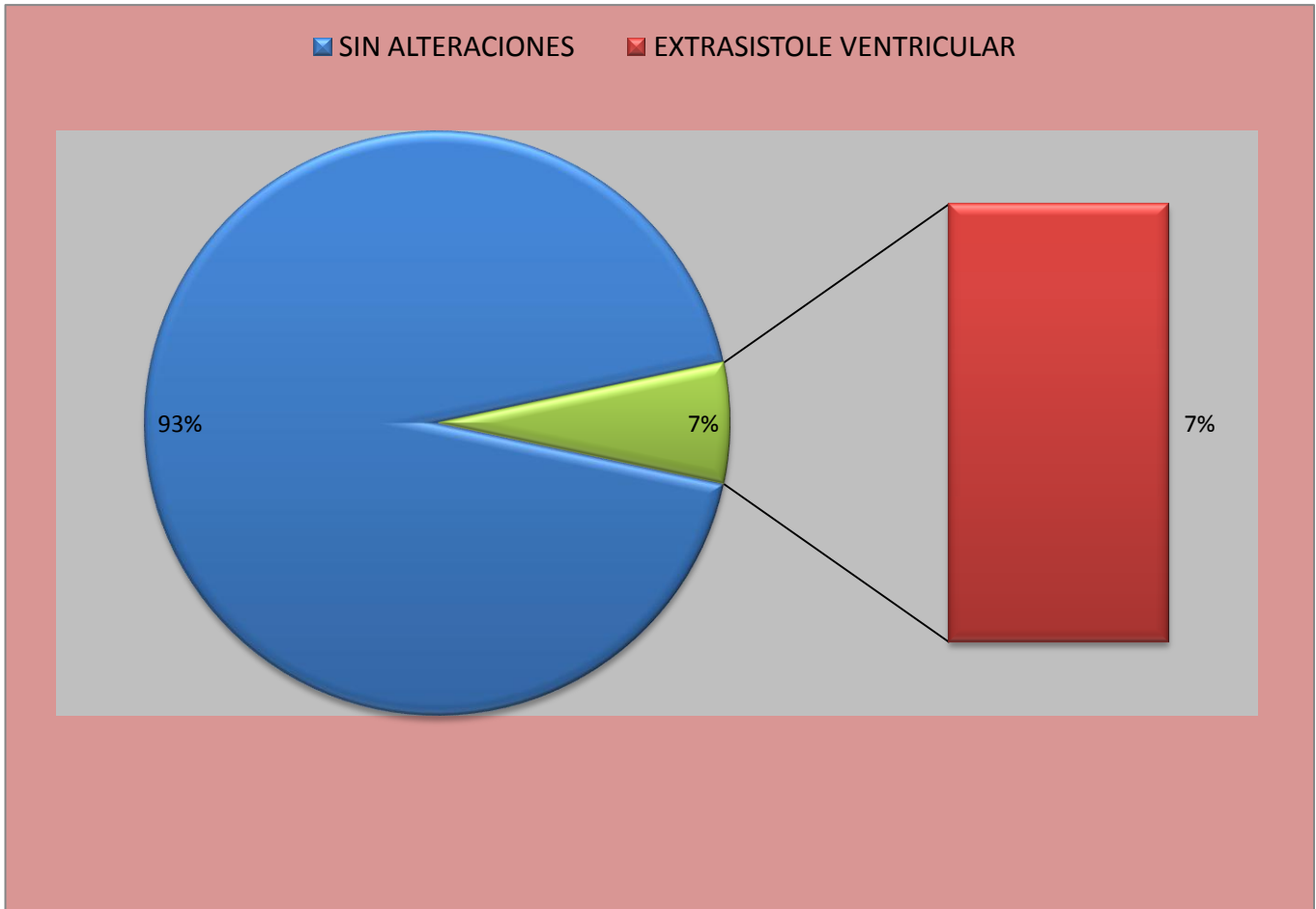
GRAFICA III. HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRAFICOS DERIVADOS DEL IMPULSO ELECTRICO CARDIACO ENCONTRADOS EN REPOSO DE 30 ADOLESCENTES EN 12 A 15 AÑOS DE EDAD QUE CURSAN CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO



FUENTE: DIRECTA.

En la grafica III, se dan a conocer los hallazgos electrocardiográficos obtenidos en reposo de los 30 adolescentes con obesidad y sedentarismo estudiados, en la cual se obtuvo como principal alteración la presencia de ondas Q no patológicas en un 28% de los pacientes representando a 14 de los pacientes, así como un 16% la presencia de T negativas encontradas en 8 pacientes, encontrando además aplanamiento de las ondas T y datos de repolarización precoz en 7 pacientes que representan el 13% del total de la muestra, obteniendo entre estas, cuatro paciente con presencia de Bloque Incompleto de la Rama Derecha del Haz de His (BIRDHH) representando el 8%; 6 de los pacientes no cursaron con alteraciones electrocardiográficas durante el reposo que representan el 12% del total de la muestra estudiada, un solo paciente muestra presencia de ondas P negativas que representa solo el 2% de la muestra total.

GRAFICA IV. HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRAFICOS DURANTE LA REALIZACION DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE Y EN PERIODO DE RECUPERACION OBTENIDOS EN 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO



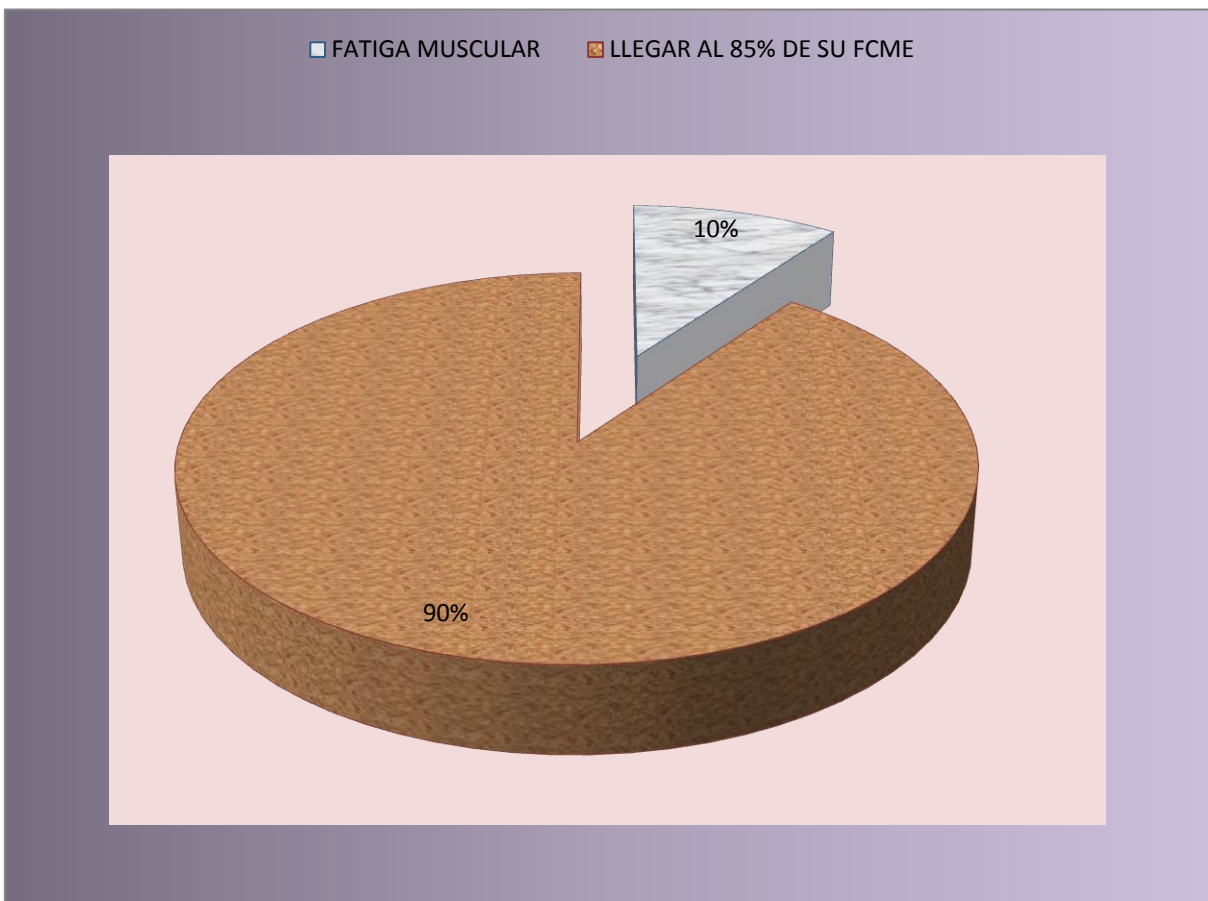
FUENTE: DIRECTA.

En la grafica IV, se analizaron los registros electrocardiográficos obtenidos cada 2 minutos de acuerdo a la prueba de esfuerzo con Protocolo de Balke.

Durante la realización de prueba de esfuerzo solo se encuentra como hallazgo adicional a los parámetros en reposo la presencia de dos paciente con extrasístoles ventriculares representando el 7% de los pacientes, sin embargo durante el periodo de recuperación desaparece dicha extrasístole, sin presentar repercusiones hemodinámicas o cardiovasculares durante la realización de la prueba de esfuerzo teniendo en consideración que esta es la prueba ideal para pacientes adolescentes, obesos y sedentarios.

No se presentaron otras alteraciones electrocardiográficas durante la realización de la prueba de esfuerzo.

GRAFICA V. CAUSAS DE SUSPENSION DE LA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE EN 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO



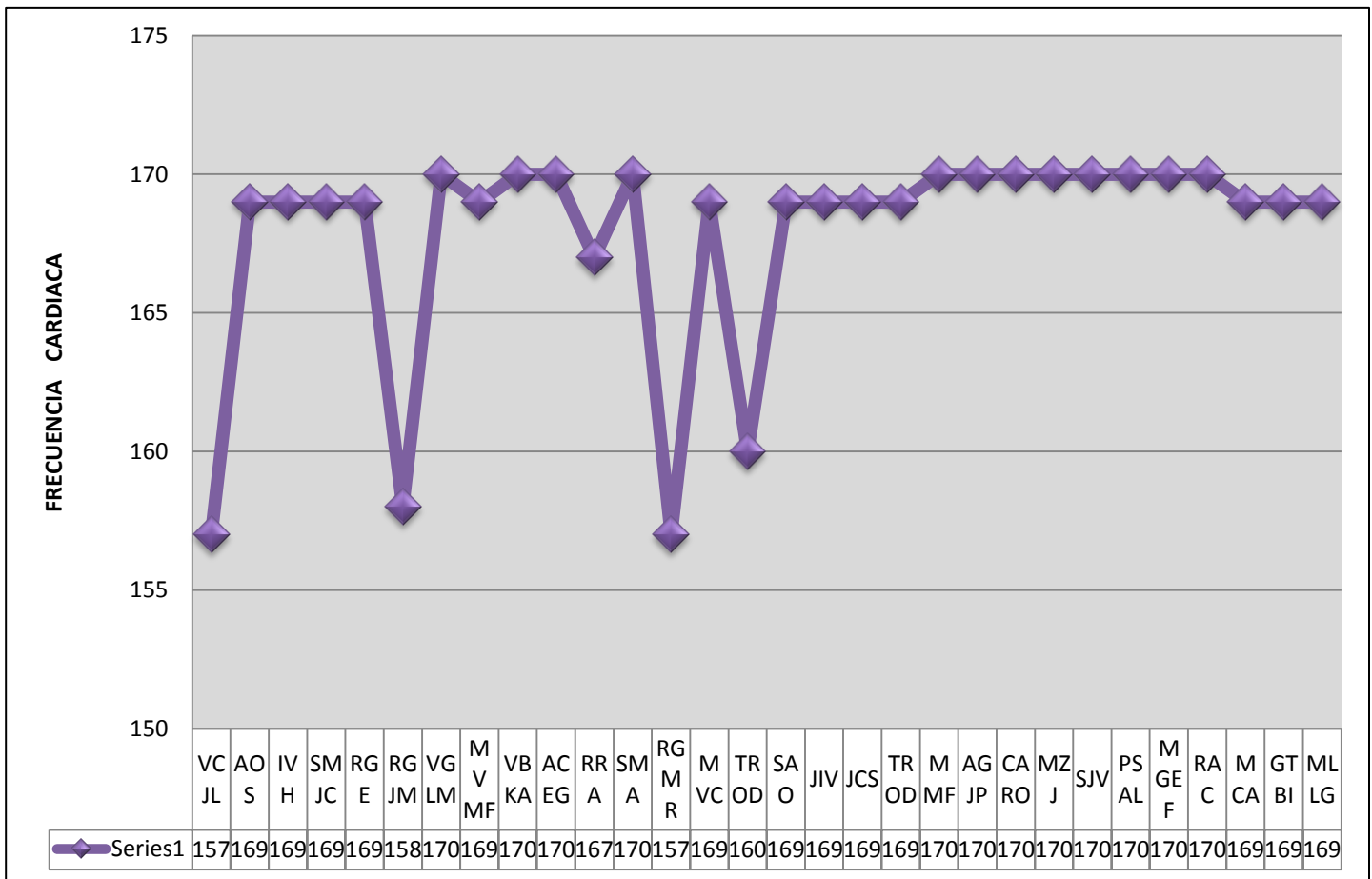
FUENTE: DIRECTA.

En la grafica V; se da a conocer que los adolescentes estudiados presentaron dos causas principales para suspender la prueba de esfuerzo como fueron: la *FATIGA MUSCULAR* con un 10% de los pacientes al presentarse solo en tres pacientes y el hecho de *LLEGAR AL 85% DE SU FRECUENCIA CARDIACA MAXIMA DE ESFUERZO* presentada en el 90% de los pacientes obtenido de 27 adolescentes, indicándoles previo a la realización de la prueba que además de esto se pudiera suspender en caso de presentar:

1. Dolor torácico
2. Aumento súbito de la presión arterial
3. Datos de falla de gasto cardiaco
4. Mareos, nauseas o vómitos
5. Aumento súbito de la frecuencia cardiaca
6. Presentar por electrocardiograma alteraciones importantes (datos de isquemia)
7. Malestar general

Como motivos principales para suspensión de la prueba, sin que alguno de los adolescentes que ingreso al estudio presentara alguna de estas alteraciones.

GRAFICA VI. FRECUENCIA CARDIACA MAXIMA ALCANZADA DURANTE LA REALIZACION DE LA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE EN 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD QUE CURSAN CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO



FUENTE: DIRECTA.

En la grafica VI: se analizo la frecuencia cardiaca máxima alcanzada durante la realización de la prueba de esfuerzo con protocolo de Balke. Para obtener la frecuencia cardiaca máxima de esfuerzo se utilizo la formula de Lester (1968) que consiste en:

$$FCM = 205 - 0.41 (\text{edad})$$

De acuerdo a los parámetros de edad que fue de 12 a 15 años podemos tener:

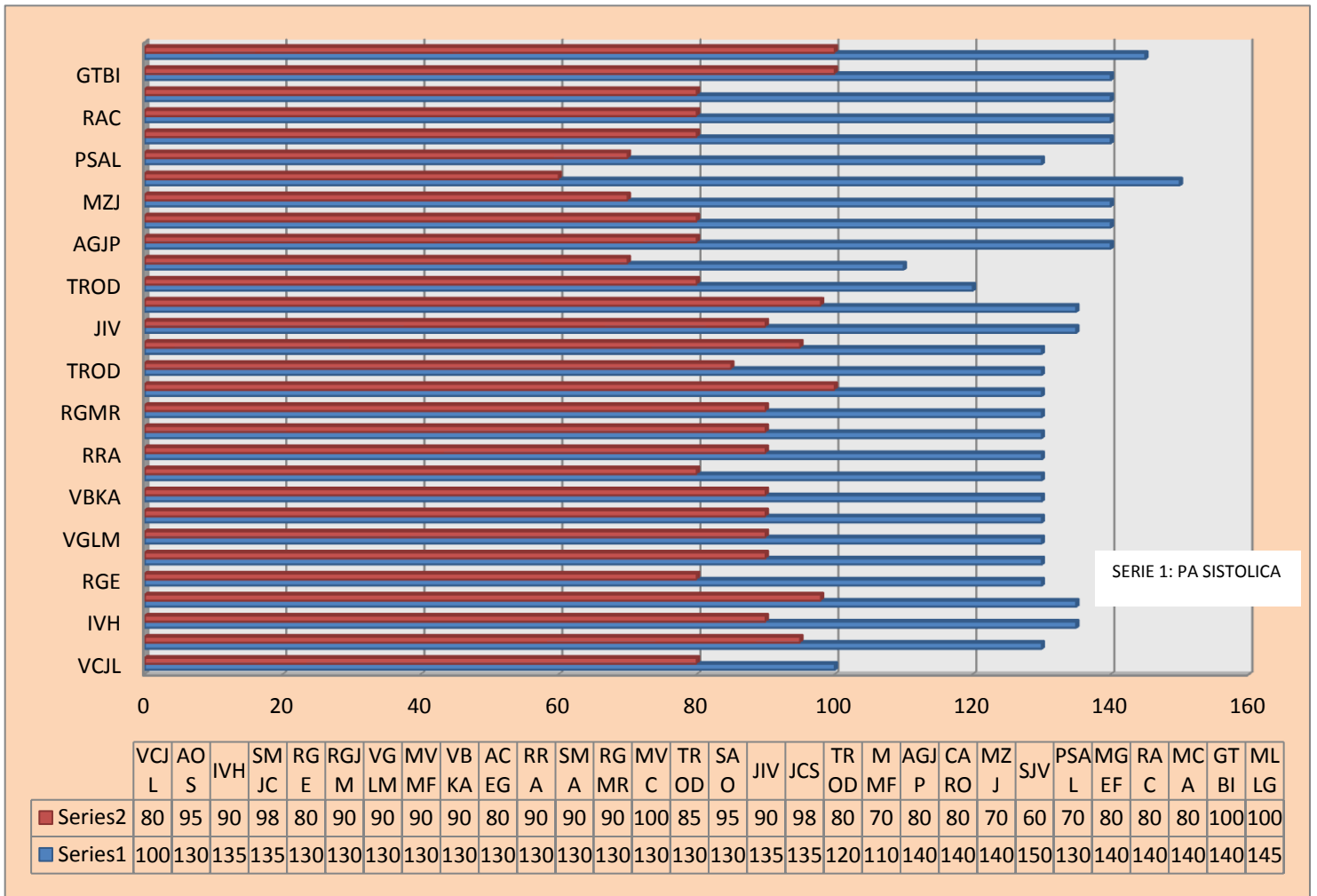
TABLA I. CÁLCULO DE LA FRECUENCIA CARDIACA MAXIMA DE ESFUERZO CON LA FORMULA DE LESTER. (FUENTE: DIRECTA).

EDAD	FRECUENCIA CARDIACA MAXIMA	85% DE SU FRECUENCIA CARDIACA MAXIMA
12 AÑOS	200.0	170
13 AÑOS	199.6	169.6
14 AÑOS	199.2	169.3
15 AÑOS	198.8	168.9

Realizándose las pruebas de esfuerzo al 85% de su frecuencia cardiaca máxima de esfuerzo (FCME) o considerada también como prueba submaxima, al ser pacientes adolescentes con factores de riesgo cardiovascular a sedentarismo y obesidad, obteniendo en este análisis un promedio de 167.8 latidos por minuto, en donde se observa como máximos latidos 170 latidos alcanzados durante la prueba de esfuerzo y mínimos de 157 latidos por minuto, al tener que suspender la prueba de esfuerzo debido a la presencia de FATIGA MUSCULAR en los adolescentes que la realizaron.

Es importante hacer mención que por las condiciones físicas de los pacientes se deben implementar ejercicios de descarga para evitar la lesión del cartílago de crecimiento, además de implementar programas de ejercicio donde se incluyan ejercicios de tendencia aeróbica y descarga por las características físicas y clínicas de los pacientes estudiados.

GRAFICA VII. PRESIÓN ARTERIAL MÁXIMA ALCANZADA DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE EN 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO.

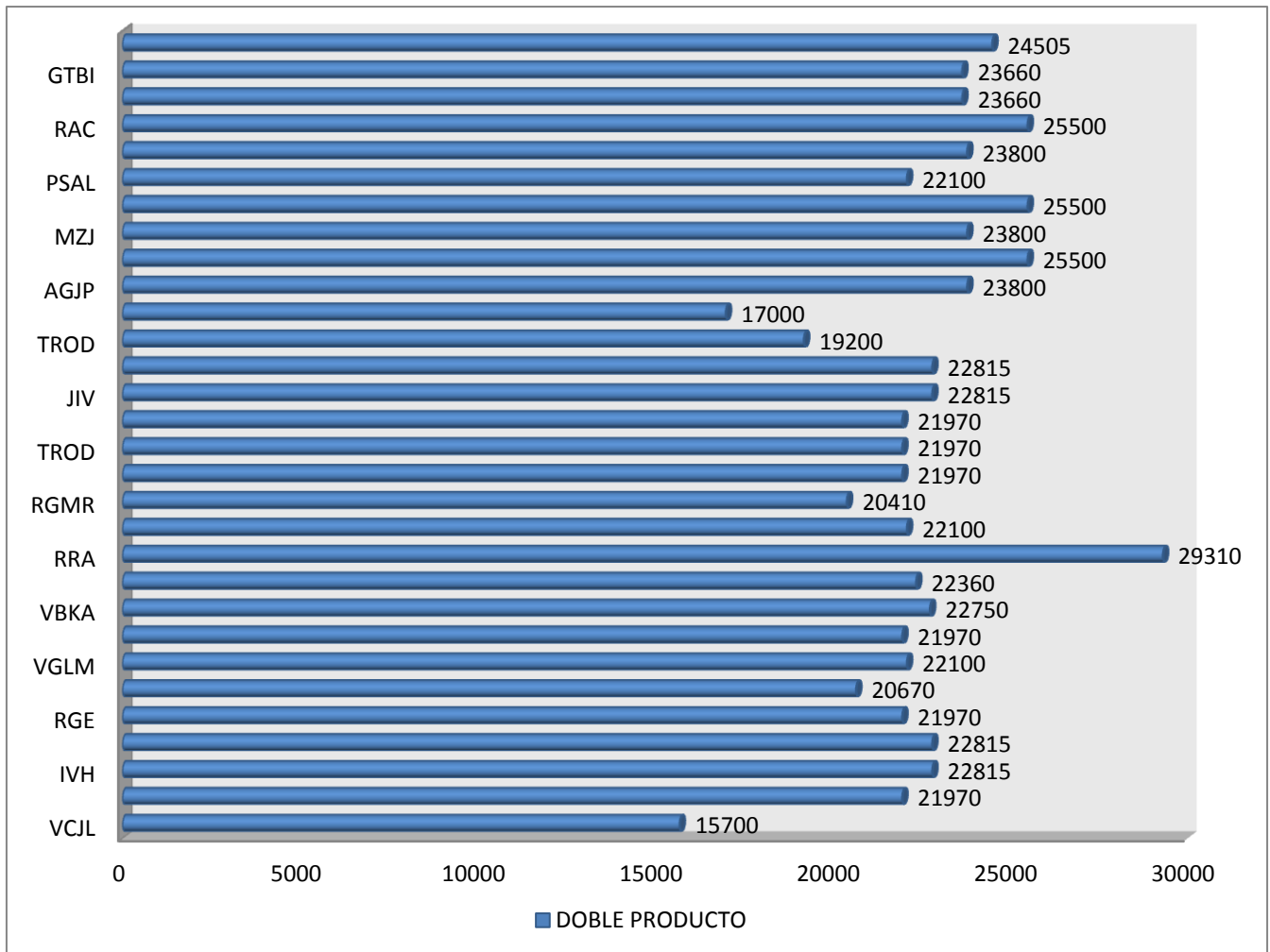


FUENTE: DIRECTA.

En la grafica VII se analizaron las presiones arteriales máximas obtenidas durante la realización de la prueba de esfuerzo. Se determinaron presiones tanto sistólicas como diastólicas, teniendo una adecuada respuesta presora antes, durante y después de la realización de la prueba de esfuerzo. La presión arterial se determino cada dos minutos para tener un adecuado control de la misma, así como vigilancia del estado hemodinámica del paciente durante la prueba de esfuerzo.

Teniendo como promedio en presión arterial sistólica 132.1mmHg y en presión arterial diastólica 85.7mmHg. Se encuentra como presión máxima alcanzada en sistólica de 150mmHg, en la diastólica de 100mmHg; como presiones mínimas sistólica de 100mmHg y diastólica de 60mmHg, sin presentar alteraciones importantes durante la prueba de esfuerzo y sin repercutir hemodinámicamente o cardiovascularmente en los adolescentes.

GRAFICA VIII. DOBLE PRODUCTO ALCANZADO DURANTE LA REALIZACION DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE EN 30 ADOLESCENTES CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO

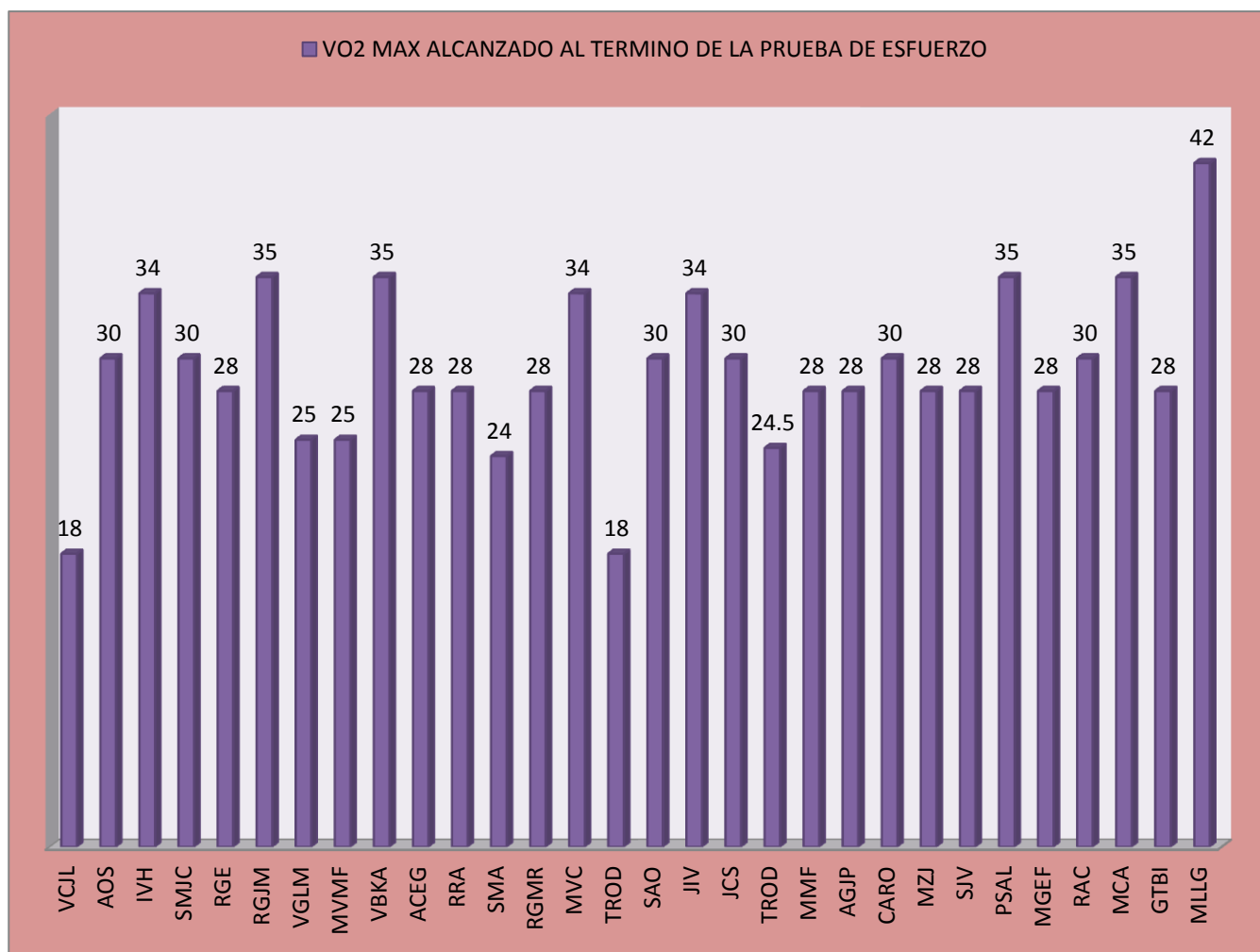


FUENTE: DIRECTA.

La grafica VIII muestra los resultados obtenidos de Doble Producto tras la realización de la prueba de esfuerzo con protocolo de Balke.

El doble producto como medición indirecta de la demanda miocárdica de oxígeno durante el esfuerzo, se encontró dentro de los parámetros normales y directamente proporcional a la elevación de la frecuencia cardiaca y la presión arterial, teniendo como máximo un doble producto de 29310 presentado en un solo paciente, teniendo como mínimo un doble producto de 15700 presentado en un solo paciente, con promedio de 22550.16 lo que podemos considerar normal para este tipo de pacientes.

GRAFICA IX. VO₂máx ALCANZADO AL TERMINO DE LA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE EN 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD QUE CURSAN CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO

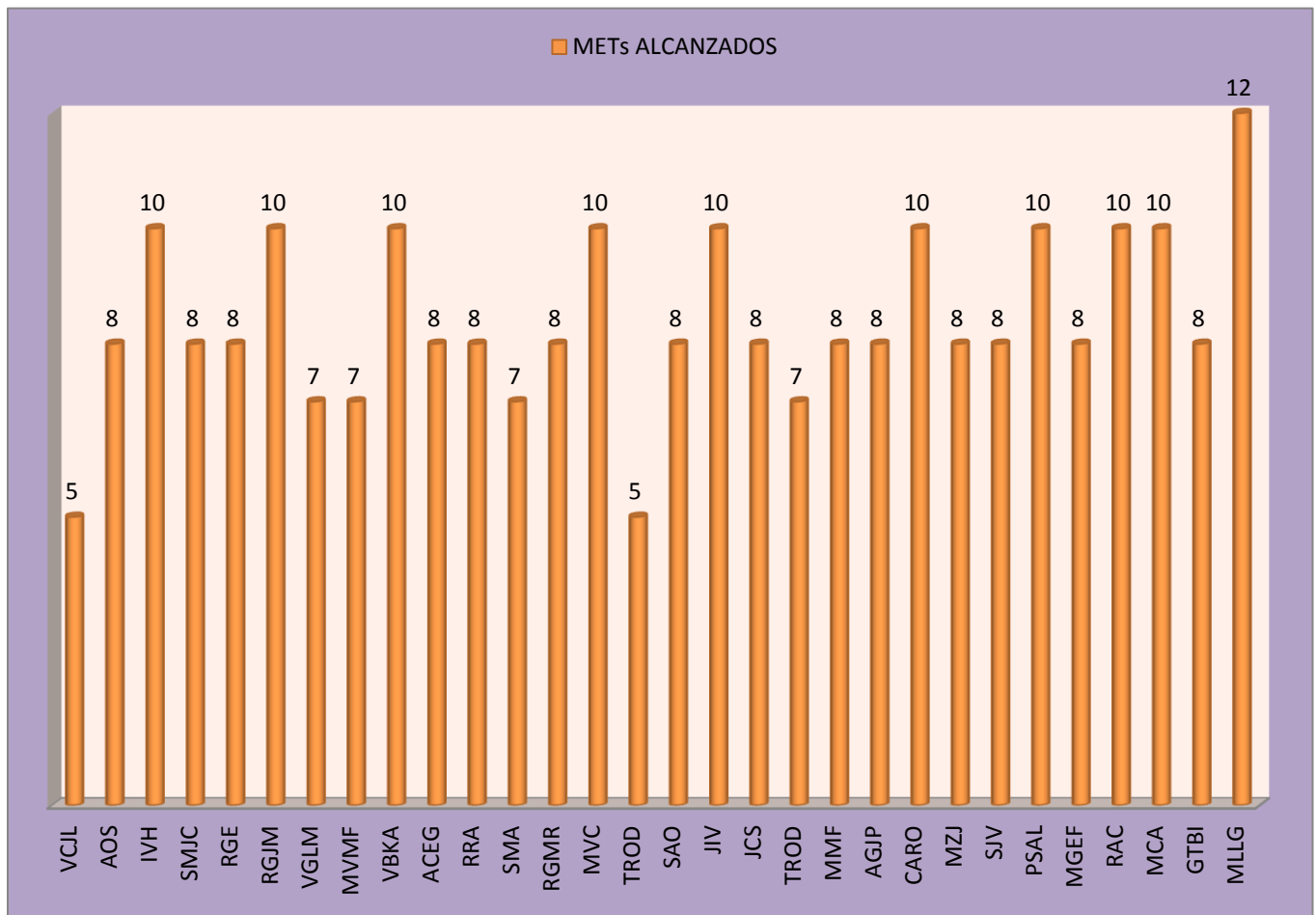


FUENTE: DIRECTA.

En la grafica IX, se dan a conocer los resultados de VO₂máx alcanzado tras la realización de la prueba de esfuerzo con protocolo de Balke en los 30 adolescentes que ingresaron al estudio.

El VO₂máx alcanzado en los adolescentes tras la realización de la prueba de esfuerzo fue en promedio de 29.2 ml/Kg/min; con un máximo de 42 ml/kg/min presentado en un solo adolescente y el mínimo en 18 ml/kg/min presentado en 2 pacientes representando el 7% del total, en donde puede repercutir de manera importante al tener factores de riesgo cardiovascular a obesidad y sedentarismo, por lo cual se deben de implementar programas de ejercicio planificados y dosificados, supervisados periódicamente por un médico Especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte, para aumentar de forma paulatina este parámetro tras la realización de ejercicio físico.

GRAFICA X. METs ALCANZADO TRAS LA REALIZACION DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE EN 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO



FUENTE: DIRECTA.

En la grafica X, se muestra la cantidad de METs alcanzados tras la realización de una prueba de esfuerzo con protocolo de Balke en los 30 adolescentes que ingresaron al estudio.

Tras analizar las pruebas de esfuerzo de los 30 adolescentes se obtuvo un promedio de 8.4 METs, así como un máximo de 12 METs presentado en un solo paciente y un mínimo de 5 METs en dos pacientes que representan el 7%.

TABLA II. RELACIÓN DEL NÚMERO DE METS CON LA CANTIDAD DE PACIENTES ESTUDIADOS. (FUENTE: DIRECTA)

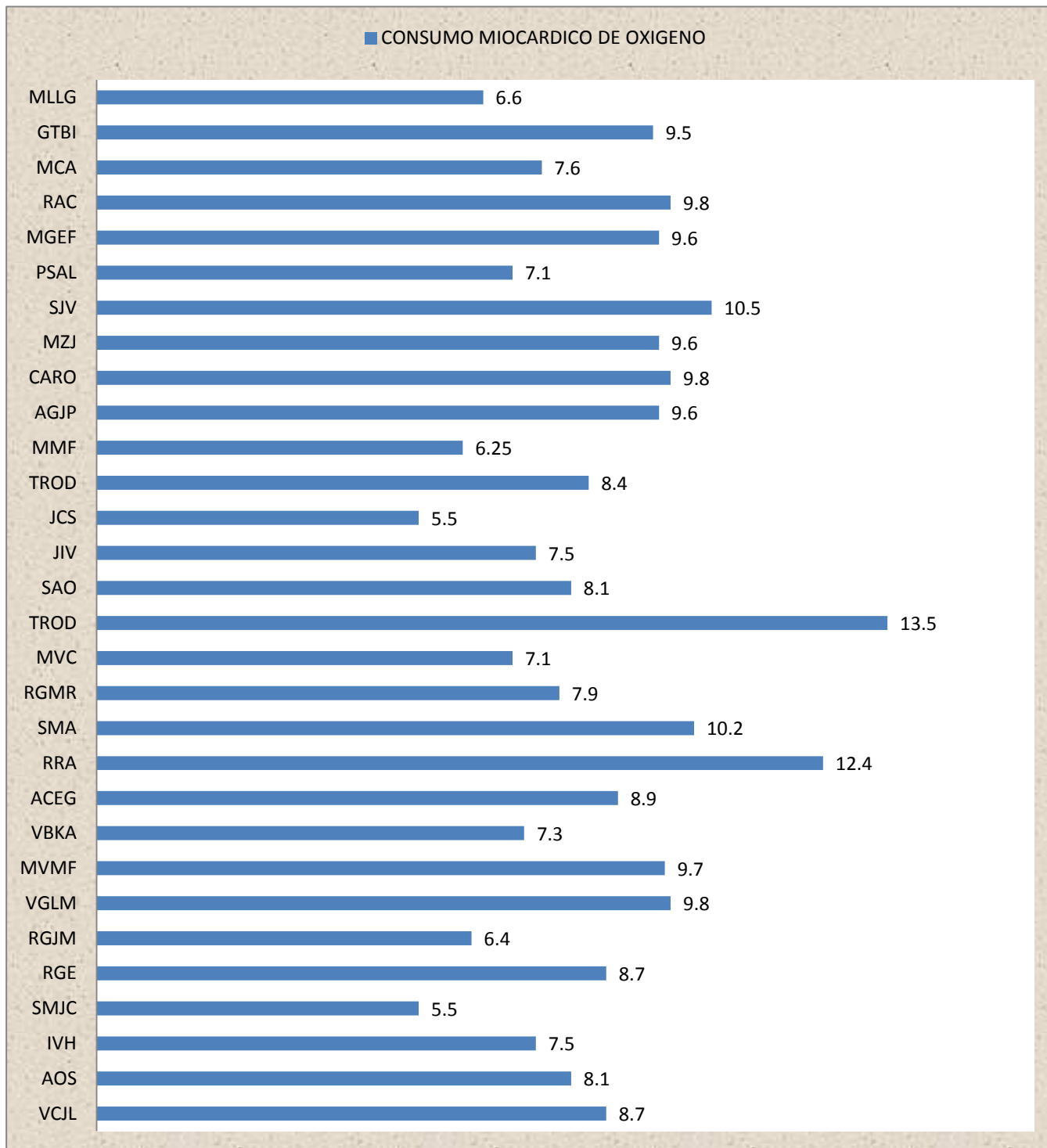
METS	PACIENTES
5	2
7	4
8	14
10	9
12	1

TABLA III. CONSUMO MIOCÁRDICO DE OXIGENO OBTENIDO A TRAVÉS DEL DOBLE PRODUCTO Y EL VO₂MÀX.

	NOMBRE	DOBLE PRODUCTO	VO ₂ MAX	CONSUMO MIOCÁRDICO DE OXIGENO
1	VCJL	15700	18	8.7
2	AOS	21970	30	8.1
3	IVH	22815	34	7.5
4	SMJC	22815	30	5.5
5	RGE	21970	28	8.7
6	RGJM	20670	35	6.4
7	VGLM	22100	25	9.8
8	MVMF	21970	25	9.7
9	VBKA	22750	35	7.3
10	ACEG	22360	28	8.9
11	RRA	29310	28	12.4
12	SMA	22100	24	10.2
13	RGMR	20410	28	7.9
14	MVC	21970	34	7.1
15	TROD	21970	18	13.5
16	SAO	21970	30	8.1
17	JIV	22815	34	7.5
18	JCS	22815	30	5.5
19	TROD	19200	24.5	8.4
20	MMF	17000	28	6.25
21	AGJP	23800	28	9.6
22	CARO	25500	30	9.8
23	MZJ	23800	28	9.6
24	SJV	25500	28	10.5
25	PSAL	22100	35	7.1
26	MGEF	23800	28	9.6
27	RAC	25500	30	9.8
28	MCA	23660	35	7.6
29	GTBI	23660	28	9.5
30	MLLG	24505	42	6.6

FUENTE: DIRECTA.

GRAFICA XI. VALORACION DE FORMA INDIRECTA DEL CONSUMO MIOCÁRDICO DE OXIGENO TRAS LA REALIZACION DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE DE 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD QUE CURSAN CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO



FUENTE: DIRECTA

En la grafica XI, se dan a conocer los valores obtenidos del Consumo Miocárdico de Oxígeno obtenido en 30 adolescentes de 12 a 15 años de edad que cursan con obesidad y sedentarismo.

Se obtuvo de forma indirecta el cálculo del consumo miocárdico de oxígeno utilizando la fórmula:

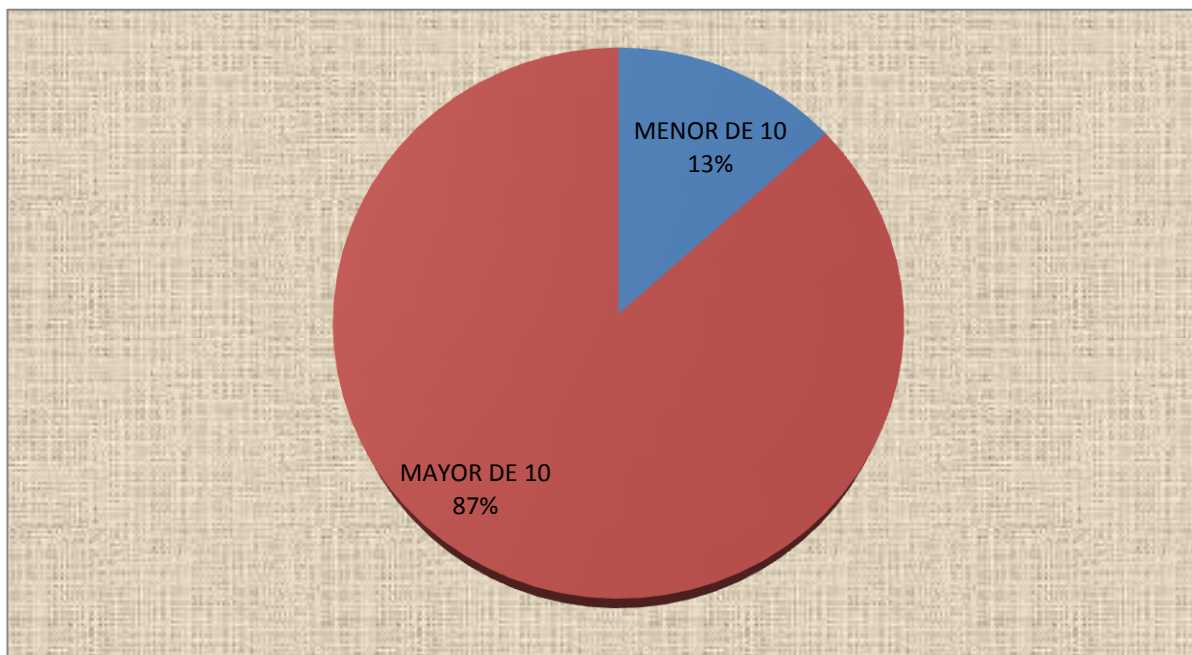
$$\text{MVO}_2 = ((\text{Doble producto} \times 0.14 \times 0.01) - 6.3) / \text{VO}_2\text{max real} \times 10$$

Valor Normal = MENOR DE 10

Analizando los resultados él en 4 pacientes se encontraron parámetros por arriba de 10, lo que represento el 13% del total de la muestra y el 87% se encuentra dentro de parámetros normales.

Teniendo un promedio de consumo miocárdico de oxígeno de 8.57, un máximo de 13.5 y un mínimo de 5.5.

GRAFICA XII. PORCENTAJE DEL CONSUMO MIOCARDICO DE OXIGENO TRAS LA REALIZACION DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE EN 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD QUE CURSAN CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO



FUENTE: DIRECTA

En la grafica XII; podemos encontrar los resultados del consumo miocárdico de oxígeno obtenido en los 30 adolescentes estudiados.

Estos datos dan a conocer que en el 13% de los pacientes ya se encuentra alguna alteración en el consumo miocárdico de oxígeno, por lo que también nos muestra la importancia de iniciar un programa de ejercicio en estos adolescentes.

Para la valoración del Índice de eficiencia miocárdica se utilizo la formula:

$$\frac{MVO2}{VO2 \text{ real}} \times 10.$$

NORMAL = MENOR DE 10

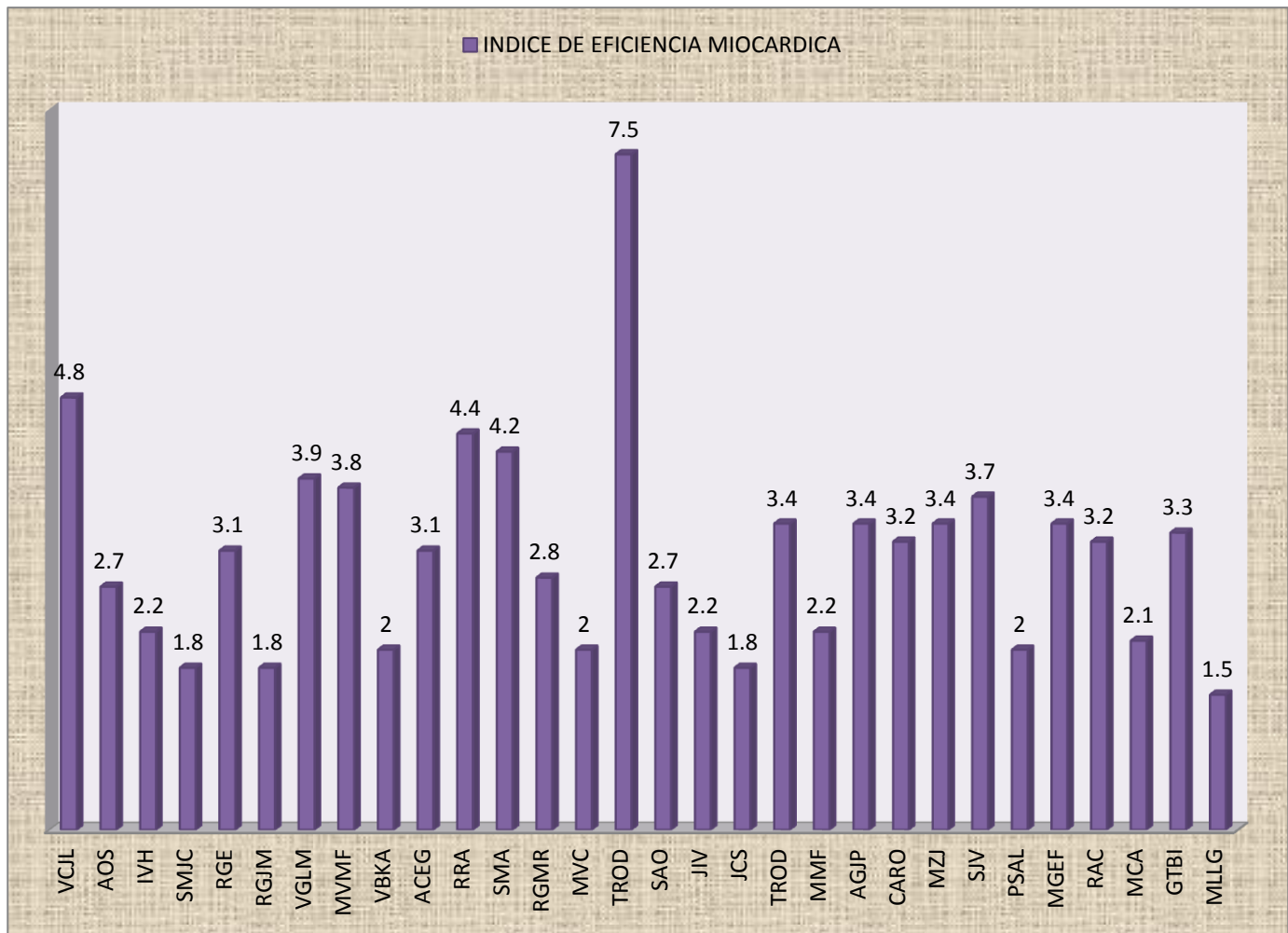
Con lo que se obtuvieron dichos resultados.

TABLA IV: INDICE DE EFICIENCIA MIOCARDICA OBTENIDO A TRAVES DEL CONSUMO MIOCÁRDICO DE OXIGENO Y EL VO2MÁX.

	NOMBRE	CONSUMO MIOCARDICO DE OXIGENO	VO2 MAX	INDICE DE EFICIENCIA MIOCARDICA
1	VCJL	8.7	18	4.8
2	AOS	8.1	30	2.7
3	IVH	7.5	34	2.2
4	SMJC	5.5	30	1.8
5	RGE	8.7	28	3.1
6	RGJM	6.4	35	1.8
7	VGLM	9.8	25	3.9
8	MVMF	9.7	25	3.8
9	VBKA	7.3	35	2
10	ACEG	8.9	28	3.1
11	RRA	12.4	28	4.4
12	SMA	10.2	24	4.2
13	RGMR	7.9	28	2.8
14	MVC	7.1	34	2
15	TROD	13.5	18	7.5
16	SAO	8.1	30	2.7
17	JIV	7.5	34	2.2
18	JCS	5.5	30	1.8
19	TROD	8.4	24.5	3.4
20	MMF	6.25	28	2.2
21	AGJP	9.6	28	3.4
22	CARO	9.8	30	3.2
23	MZJ	9.6	28	3.4
24	SJV	10.5	28	3.7
25	PSAL	7.1	35	2
26	MGEF	9.6	28	3.4
27	RAC	9.8	30	3.2
28	MCA	7.6	35	2.1
29	GTBI	9.5	28	3.3
30	MLLG	6.6	42	1.5

FUENTE: DIRECTA

GRAFICA XIII. INDICE DE EFICIENCIA MIOCARDICA PRESENTADO EN 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO TRAS LA REALIZACION DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE



FUENTE: DIRECTA

La grafica XIII nos muestra el índice de eficiencia miocárdica obtenida en los 30 adolescentes estudiados.

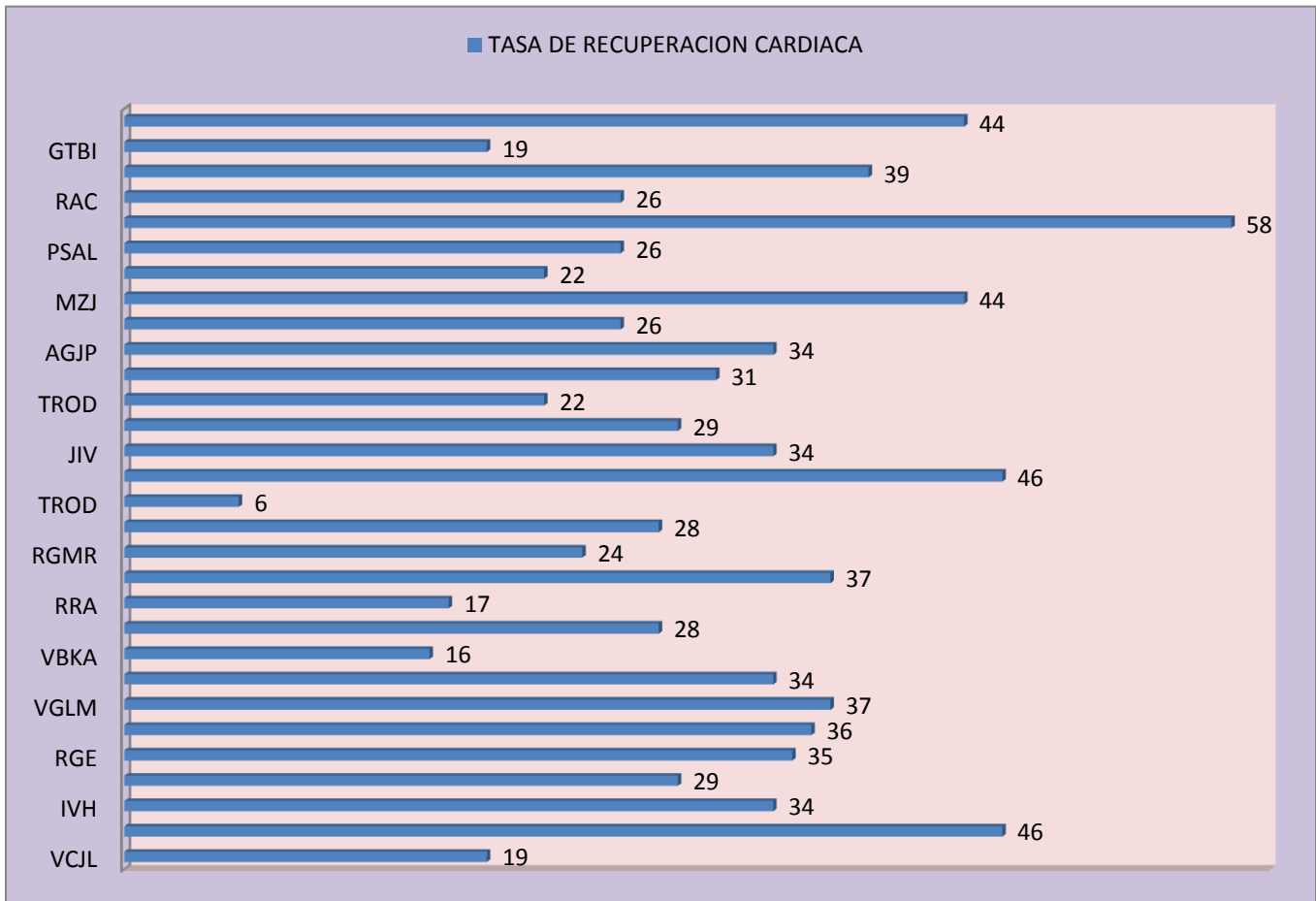
Encontrando a todos los adolescentes dentro de parámetros normales, teniendo como promedio un Índice de Eficiencia Miocárdica de 3.05, con un máximo de 7.5 y un mínimo de 1.5.

TABLA V. VALORACION DE LA TASA DE RECUPERACION CARDIACA EN BASE A LA FRECUENCIA CARDIACA MAXIMA ALCANZADA Y LA FRECUENCIA CARDIACA AL 1ER MINUTO DE RECUPERACION.

	NOMBRE	FCM ALCANZADA	FC al 1er MINUTO DE RECUPERACION	TASA DE RECUPERACION CARDIACA
1	VCJL	157	138	19
2	AOS	169	123	46
3	IVH	169	135	34
4	SMJC	169	140	29
5	RGE	169	134	35
6	RGJM	158	122	36
7	VGLM	170	133	37
8	MVMF	169	135	34
9	VBKA	170	154	16
10	ACEG	170	142	28
11	RRA	167	150	17
12	SMA	170	133	37
13	RGMR	157	133	24
14	MVC	169	141	28
15	TROD	160	154	6
16	SAO	169	123	46
17	JIV	169	135	34
18	JCS	169	140	29
19	TROD	169	147	22
20	MMF	170	139	31
21	AGJP	170	136	34
22	CARO	170	144	26
23	MZJ	170	126	44
24	SJV	170	148	22
25	PSAL	170	144	26
26	MGEF	170	112	58
27	RAC	170	144	26
28	MCA	169	130	39
29	GTBI	169	150	19
30	MLLG	169	125	44

FUENTE: DIRECTA

GRAFICA XIV. TASA DE RECUPERACION CARDIACA PRESENTADA EN EL PERIODO DE RECUPERACION AL REALIZAR UNA PRUEBA DE ESFUERZO CON PROTOCOLO DE BALKE EN 30 ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO



FUENTE: DIRECTA

En la grafica XIV, se muestra los resultados obtenidos en la tasa de recuperación cardiaca tras la realización de una prueba de esfuerzo con protocolo de Balke de los 30 adolescentes de 12 a 15 años de edad estudiados y que cursan con obesidad y sedentarismo.

La Tasa de recuperación Cardíaca (TRC), es considerada como una manifestación de incompetencia cronotrópica y es predictiva de mortalidad y de incidencia de la enfermedad coronaria.

La tasa de recuperación. Se obtiene al primer minuto de recuperación durante la prueba de esfuerzo, en donde se analiza la frecuencia cardiaca alcanzada al primer minuto de recuperación y se le resta a la frecuencia cardiaca máxima alcanzada, teniendo como una adecuada tasa de recuperación valores mayores a 12 latidos por minuto, observando en nuestros adolescentes estudiados que solo uno de ellos presenta mala tasa de recuperación cardiaca con solo 6 latidos y el resto encontrándose dentro de parámetros normales.

XX. CONCLUSIONES

Tras analizar el cronotropismo cardiaco y los cambios electrocardiográficos en reposo de adolescentes obesos y sedentarios, se encontró que las frecuencias cardiacas basales aparecen elevadas con frecuencias que inclusive sobrepasan los 100 latidos por minuto, por lo que es de esperarse que de continuar con estos factores de riesgo (obesidad y sedentarismo), las frecuencias seguirán elevándose produciendo a futuro alteraciones cardiovasculares y hemodinámicas que en estos momentos pueden frenarse e incluso revertirse al iniciar un programa de actividad física y/o ejercicio dosificado y planificado, por lo que se debe de orientar no solo al adolescente si no a los padres de familia y personas encargadas del cuidado de estos pacientes sobre la importancia de iniciar un programa de ejercicio, con el fin de disminuir la morbimortalidad de patologías cardiovasculares así como de las derivadas del sedentarismo y la obesidad como lo son la diabetes mellitus, la hipertensión arterial y el síndrome metabólico.

Todos los pacientes ingresados en el estudio fueron obesos de acuerdo a la clasificación utilizada (percentiles) además de haber sido un criterio de inclusión para ingresar a el estudio realizado, por lo que se reitera el inicio de un programa de ejercicio planificado y dosificado además de supervisado por el médico especialista en medicina de la actividad física y el deporte, además de implementar medidas nutricionales con plan de alimentación orientado y supervisado por un licenciado en nutrición calificado para tal efecto. Ya que dentro de la historia clínica se encontró que la mayoría de los sujetos de estudio sobrepasan los niveles alimenticios para su edad y sobre todo por el sedentarismo con el que cursan, siendo importante también el haber recabado al interrogatorio que los adolescentes que ingresaron al estudio cuentan con antecedentes heredofamiliares positivos a Diabetes, Hipertensión, Síndrome Metabólico y Enfermedades Cardiovasculares. Es imperativo iniciar un control nutricional y de actividad física para contrarrestar los efectos del sedentarismo en estos pacientes.

Además no se encontraron hallazgos importantes que alteren la conducción eléctrica del corazón, los electrocardiogramas realizados en reposo se encuentran dentro de parámetros normales tanto en su actividad eléctrica como en la morfología que se puede valorar con el estudio realizado en reposo, es importante realizar electrocardiogramas de control y seguimiento por lo menos cada 6 meses para diagnosticar de forma oportuna alguna alteración que pudiera ser derivada de la obesidad y sobre todo de los factores que conllevan a ella como lo son las dislipidemias que nos pueden mostrar cambios electrocardiográficos sobre todo isquémicos.

El buscar de forma intencionada y analizar las alteraciones electrocardiográficas presentadas durante la realización de la prueba de esfuerzo, se encontraron dos alteraciones importantes, una de ellas fue el bloque incompleto de la rama derecha del haz de His y en otras dos pacientes la presencia de extrasístoles ventriculares durante el periodo de esfuerzo, desapareciendo en la recuperación, por lo cual también es imperativo realizar evaluaciones morfofuncionales que incluyan una valoración cardiovascular a toda aquella persona que inicie con un programa de ejercicio, con el fin no solo de buscar dichas alteraciones sino de tener un buen control del paciente y en base a ello dosificar de forma adecuada las cargas de entrenamiento, pues al ser sedentarios se debe de iniciar con cargas no mayores al 65% de su frecuencia cardiaca máxima de esfuerzo e ir aumentando paulatinamente de acuerdo a la tolerancia al ejercicio que tengan los pacientes, con ello se mejorara la calidad de vida de estos pacientes, disminuyendo los factores de riesgo cardiovascular y metabólico así como las

tazas de morbimortalidad de las principales causas de muerte en el país como las cardiopatías, hipertensión arterial sistémica, diabetes mellitus tipo dos y enfermedades derivadas de esta.

Se identifico que la principal causa de suspensión de la prueba de esfuerzo fue el hecho de llegar al 85% de su frecuencia cardiaca de esfuerzo y esta fue alcanzada en etapas tempranas de la prueba, pues al ser pacientes obesos y sedentarios la respuesta cronotropa al esfuerzo se espera aumentada tal como sucedió en el estudio realizado, que incluso en algunos pacientes se presento desde el reposo. Teniendo como segunda causa de suspensión de la prueba la fatiga muscular al no tener adecuada tolerancia al ejercicio, los pacientes presentaron fatiga muscular también a etapas tempranas y sobre todo sin llegar al 85% de su frecuencia cardiaca máxima de esfuerzo, por lo que deben de iniciarse programas de ejercicio como se menciono con anterioridad con frecuencias de por lo menos 65% de su frecuencia cardiaca máxima de esfuerzo siendo supervisado por médico Especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte e iniciándose programas de ejercicio de descarga para también disminuir el riesgo de lesión y daño al cartílago articular.

La frecuencia cardiaca máxima alcanzada durante la realización de la prueba de esfuerzo con protocolo de Balke en los adolescentes, mostro que la mayoría llevo al 85% de su frecuencia cardiaca máxima de esfuerzo considerándose esta como prueba submaxima y estuvieron por lo menos en 165 latidos por minuto, incluso algunos alcanzando los 170 latidos por minuto, lo que es importante al iniciar un programa de ejercicio al poder iniciar con frecuencias de 65% e ir aumentando paulatinamente incluso sobrepasando el 85% cuando las condiciones físicas, hemodinámicas, cardiovasculares y osteomioarticulares del paciente así lo permitan. Ninguno de los pacientes presento datos de arritmias ni de falla de gasto al realizar la prueba al 85% por lo que fue bien tolerada, a excepción de aquellos que presentaron la fatiga muscular. Solo se encontró en dos pacientes presencia de Extrasístoles Ventriculares las cuales desaparecieron en el periodo de recuperación y estas fueron aisladas durante la prueba de esfuerzo, sin repercutir en la actividad física ni en las condiciones físicas y hemodinámicas del adolescente.

En cuanto a la presión arterial máxima alcanzada durante la realización de la prueba de esfuerzo, ninguna de ellas llevo mas allá de los 140/100mmHg, por lo que se puede pensar que al momento ninguno de ellos tiene repercusiones hemodinámicas y mucho menos de respuesta presora alterada, sin embargo se sabe que los factores de riesgo cardiovascular con los que cuentan en cualquier momento pueden alterar estos parámetros y volver incluso a los pacientes hipertensos, motivo por el que se debe de dar orientación medica, nutricional y deportiva a estos adolescentes con el fin de iniciarlos en la actividad física y deporte así como de iniciar con una adecuada alimentación como ya se menciono con anterioridad.

Con respecto al Doble Producto, sabemos que es una medición indirecta de la demanda miocárdica de oxígeno durante el esfuerzo, el cual, en los adolescentes que realizan el estudio este parámetro fue directamente proporcional al esfuerzo realizado, sin presentar alteraciones en los resultados obtenidos, se puede observar tras el análisis de los resultados que la demanda miocárdica de oxígeno es adecuada y que aun no presenta alteraciones de ninguna índole.

Con respecto a la cantidad de VO₂máx alcanzado durante la realización de la prueba, la mayoría de los pacientes se encuentra dentro de parámetros normales, sin embargo en dos de los pacientes los valores de VO₂máx obtenidos estuvieron bajos con un resultado de 18 lo que equivale a 5.1 METs considerando esto con deficiente capacidad, por lo que se debe de corregir de manera inmediata estos parámetros a base de ejercicios aeróbicos propios para la edad, peso y condiciones clínicas del paciente.

Al analizar los METs obtenidos durante la realización de la prueba de esfuerzo se observa a cinco de los pacientes con una disminución importante de los METs encontrándose cuatro pacientes en 7 METs y dos más con 5 METs, el resto de los pacientes encontrándose en parámetros de 8 a 12 METs, lo que se considera dentro de lo normal para su edad sin embargo en pacientes con disminución de la cantidad de METs debe de iniciarse programa de ejercicio dosificado y planificado, iniciando ejercicios aeróbicos de descarga, así como plan de alimentación teniendo un adecuado control y seguimiento de estos pacientes con el fin de reducir la morbimortalidad que a futuro pudieran presentar.

El consumo miocárdico de oxígeno, es la cantidad de oxígeno requerido por el miocardio durante la actividad física, por lo que se considera un parámetro importante para valorar la condición miocárdica en los pacientes, encontrando estos dentro de parámetros normales a excepción de tres pacientes los cuales sobrepasan el rango normal, siendo indicativo de mal consumo de oxígeno miocárdico que a futuro pueda traducirse en enfermedad cardiovascular y/o coronaria, pues al ser portadores de factores de riesgo cardiovascular esta posibilidad aumenta por lo que se debe de implementar de forma imperativa un control metabólico, cardiovascular y deportivo en estos pacientes.

El índice de eficiencia miocárdica es la Capacidad del miocardio para utilizar el oxígeno. Tras analizar el Índice de eficiencia miocárdica de cada uno de los pacientes que realizara la prueba de esfuerzo este se encontró dentro de parámetros normales.

La Tasa de recuperación Cardíaca es considerada como una manifestación de incompetencia cronotrópica y es predictiva de mortalidad y de incidencia de la enfermedad coronaria. por lo que su valoración en la prueba de esfuerzo es importante al ser un factor predictivo de riesgo cardiovascular, en el presente estudio a solo uno de los pacientes se le encontró una tasa de recuperación deficiente al recuperar solo 6 latidos en el primer minuto postesfuerzo lo que debe de alertarnos a tener vigilancia y sobre todo a empezar de forma inmediata un programa de ejercicio individualizado, dosificado, planificado y supervisado por médico Especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte.

Analizando los resultados antes expuestos podemos comprobar que el estudio realizado en personas adolescentes con factores de riesgo cardiovascular a obesidad y sedentarismo es de vital importancia ya que a estas edades estamos aun a tiempo de corregir y disminuir la morbimortalidad de los pacientes que en su futuro serán adultos portadores de enfermedades crónico degenerativas con predominio cardiovascular.

Deben de crearse programas dirigidos a este tipo de población que sea supervisado por el médico Especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte así como del equipo multidisciplinario que incluye al nutriólogo y psicólogo para obtener mejores resultados en la práctica de ejercicio de los pacientes.

Tras el análisis de los resultados obtenidos, se observa que la hipótesis planteada en el presente estudio fue verdadera, al encontrarse alteraciones por debajo del 10% en los pacientes adolescentes de 12 a 15 años de edad que cursan con obesidad y sedentarismo, lo que resulta significativo al tener en cuenta que estos adolescentes son los futuros adultos de la sociedad y que al momento alguno de ellos ya presenta alguna alteración cardiovascular.

Por lo que resulta imperativo iniciar programas de ejercicio planificados, dosificados y supervisados por el Médico Especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte, así como orientación a los padres de familia, maestros y personas responsables del cuidado de dicha población con el fin de disminuir la morbimortalidad así como la incidencia de enfermedades crónico degenerativas derivadas de la obesidad y sedentarismo.

XXI. SUGERENCIAS

El haber realizado el presente estudio da pie a continuar con investigaciones y realización de programas de ejercicio en poblaciones de adolescentes, niños, obesos y con patologías de cualquier índole ya que la práctica deportiva no debe de estar dirigida solo a la obtención de medallas o records mundiales, sino debe de fomentarse la cultura del deporte en México, así como realizar programas de ejercicios dosificados y planificados desde edades tempranas con lo que se puede disminuir las enfermedades crónico degenerativas y con ellos disminuir la morbimortalidad derivada de dichas enfermedades.

Se debe de dar continuidad a el grupo estudiado, además de crear un plan de ejercicio físico planificado y dosificado a cada uno de los adolescentes que participaron en el estudio, así como dar orientación nutricional para que en conjunto con el ejercicio físico se disminuya la obesidad con la que cursan y con ello disminuir los factores de riesgo cardiovascular y a futuro la morbimortalidad de estos adolescentes estudiados así como de la población en general que curse con obesidad y sedentarismo.

Además de continuar realizando estudios dirigidos a poblaciones con riesgo metabólico, cardiovascular y crear programas de ejercicio implementados y supervisados por el Médico Especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte, haciendo énfasis en niños, adolescentes y jóvenes con el fin de inculcar una educación basada en la actividad física y deportiva.

XXII. BIBLIOGRAFIA

1. SANTOS MUÑOZ, S. (2005). *La Educación Física escolar ante el problema de la obesidad y el sobrepeso*. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 5 (19) pp.179-199.
2. WHO. *Health Promotion. A discussion document on the concepts and principles*. Ginebra: WHO; 1984.
3. SERRA MAJEM LI, ARANCETA BARTRINA J. *Estudio en Kid: Objetivos y metodología*. In: *Desayuno y equilibrio alimentario*. Barcelona: Masson; 2000.
4. DEREGIBUS MARGARITA, DORA HAAG Y CLAUDIA FERRARIO (Grupo de hipertensión), *Consenso sobre factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en pediatría. Hipertensión arterial en el niño y el adolescente*, Archivo argentino de pediatría 2005; 103(4)
5. TOUSSAINT MG. *Patrones de dieta y actividad física en la patogénesis de la obesidad en el escolar urbano*. Bol Med Hosp Infant Mex 2000;57(11):650-662.
6. CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL MEXICANA, *Guía de Práctica Clínica sobre prevención y diagnóstico de Sobrepeso y Obesidad en Niños y Adolescentes en el primer nivel de atención*, Gobierno Federal 2008.
7. IRINA KOVALSKYS, et. al., *Prevalencia de obesidad en una población de 10 a 19 años en la consulta pediátrica*, Revista Argentina de Pediatría, Volumen 101, Numero 6, año 2003.
8. POSADAS ROMERO CARLOS, *Obesidad y Síndrome Metabólico en Adolescentes*, Revista de Endocrinología y Nutrición, Vol. 13, No. 3, Supl. 1, Julio – septiembre 2005, pp. S45 – S46.
9. MONTSERRAT BACARDÍ-GASCÓN, et. al., *Alta prevalencia de obesidad y obesidad abdominal en niños escolares entre 6 y 12 años de edad*, Boletín Médico del Hospital Infantil de México, Vol. 64, noviembre-diciembre 2007.
10. BUTAMANTE P. LUIS CARLOS, et. al., *Obesidad y actividad física en niños y adolescentes*, Universidad San Buenaventura, Medellín _ Colombia
11. POSADAS ROMERO CARLOS, *Obesidad y el síndrome metabólico en niños y adolescentes*, Revista de Endocrinología y Nutrición Vol 13, No.3, Julio – septiembre, 2005.
12. JIMÉNEZ-CRUZ A, BACARDÍ-GASCÓN M., *Prevalence of Overweight and Hunger among Mexican Children from Migrant Parents*. Nutr Hosp 2007; 22: 85-8.
13. BACARDÍ-GASCÓN M, JIMÉNEZ-CRUZ A, JONES E, GUZMÁN GONZÁLEZ V. *Alta prevalencia de obesidad y obesidad abdominal en niños escolares entre 6 y 12 años de Edad*. Bol Hosp Inf México 2007; 64 (6): 363-369.
14. JIMÉNEZ CRUZ A, BACARDÍ-GASCÓN M, JONES E., *Extreme Obesity among Children in Mexico*. J Pediatrics 2007; 151 (3): e12- e13.
15. MALINA RM, PEÑA RÍOS ME, KHEN TAN S, BUSCHANG PH, LITTLE BB. *Overweight and obesity in a rural Amerindian population in Oaxaca, Southern Mexico, 1968-2000*. Am J Hum Biol 2007; 19: 711-721.
16. FREEDMAN DS, DIETZ WH, SRINIVASAN SR, BERENSON GS. *The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study*. Pediatrics. 1999; 103: 1175-82.
17. ACHOR MARIA SOLEDAD, et. al., *Obesidad Infantil*, Revista de Posgrado de la Vía Cátedra de Medicina. N° 168 – Abril 2007
18. SWINBURN BA, CATERSON I, SEIDELL J, JAMES WPT. *Diet, nutrition and the prevention of excess weight gain and obesity*. Public Health Nutrición, 2004

19. LAMA MORE RA, ALONSO FRANCH A, GIL-CAMPOS M. *Obesidad Infantil*. Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Parte, Anales de Pediatría [en línea] 2006 [20 de enero del 2007]; 65:(607-615).
20. PISABARROL R, RECALDE A, IRRASÁBAL E, CHAFTARE Y., *Primera encuesta nacional de sobrepeso y obesidad en niños uruguayos*. Revista Medica Uruguaya [en línea] Diciembre del 2002 [20 de enero del 2006]; 18: (1-6).
21. FREEDMAN DS, MEI Z, SRINIVASAN R, BERENSON FS, DIETZ WH. *Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: The Bogalusa Heart Study*. J Pediatr 2007; 150: 12-7.
22. BASTOS, A. A., et. al. *Obesidad, Nutrición y Actividad Física*, Rev. Int, med. Cienc. Act. Fis. Deporte, Volumen 5, Numero 18, Junio 2005
23. ARMANDO BARRERA BARRIOS, *Correlación entre obesidad infantil en México y la ingesta de comida chatarra*, revista pluralidad y consensos.
24. Guía ALAD “Diagnóstico, control, prevención y tratamiento del Síndrome Metabólico en Pediatría” Documentos Selectos de Posicion y Concenso de ALAD, 2007.
25. SOCIEDAD ESPAÑOLA PARA EL ESTUDIO DE LA OBESIDAD (SEEDO), *Consenso SEEDO 2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica*, Rev. Medicina Clínica, Vol. 115, No. 15, año 2000.
26. BASTOS, A. A., et. al. *Obesidad, Nutrición y Actividad Física*, Rev. Int, med. Cienc. Act. Fis. Deporte, Volumen 5, Numero 18, Junio 2005.
27. SERRA GRIMA RICARDO, *Corazón y ejercicio físico en la infancia y adolescencia*, editorial Masón, Barcelona, España, 2001.
28. FERNANDEZ G. B., et. al. *Electrocardiograma de señal promediada en individuos sanos en edad pediátrica*, Revista Argentina de Cardiología, septiembre – octubre, volumen 64, numero 5, Argentina 1996
29. DE CARLOS BACK GIULIANO ISABELA, *Niños con corazones de adultos*, Revista de la Sociedad Brasileña de cardiología, Vol 93, Numero 3, Pagina 207 – 208, Brasil 2009
30. MARTINEZ CARLOS, et.al., *Sobrepeso Y Obesidad En Niños Y Adolescentes De La Ciudad De Corrientes*, Asociación Con Factores De Riesgo Cardiovascular, Buenos Aires, Argentina, Medicina - Volumen 61 - N° 3, 2001
31. JAUME CANTALLOPS, et. al., *Adolescence, physical inactivity and overweight: analysis based on socio-personal variables of the parents and the type of sport practiced by the children*, Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación 2012, nº 21, pp. 5-8
32. http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/enfermeria/uv00002/docs_curso/adolescente/imagenes/deporte.pdf
33. RICCIARDI R. *Sedentarism: a concept analysis*. Nursing Forum. 2005; 40:79-87.
34. CABRERA A, RODRÍGUEZ M, et. al., *Sedentary lifestyle: physical activity duration versus percentage of energy expenditure*. Rev Esp Cardiol. 2007; 60(3):231-3.
35. BIDDLE S, CAVILL N, SALLIS J., *Young and active? Young people and health-enhancing physical activity-evidence and implications*. London: Health Education Authority, 1998.
36. CURI P, DÂMASO A, GONÇALVES H, GOMES C. *Prevalência de sedentarismo e fatores associados em adolescentes de 10-12 anos de idade*. Cad Saúde Pública 2006; 22(6):1277-1287.
37. BERNSTEIN SM, MORABIA A, SLOUTSKIS D. *Definition and prevalence of sedentarism on an urban population*. Am J Public Health 1999; 89:862-27.

38. VARO JJ, MARTÍNEZ-GONZÁLEZ MA, DE IRALA-ESTÉVEZ J, KEARNEY J, GIBNEY M, MARTÍNEZ JA. *Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union*. Int J Epidemiol 2003; 32:138-46.
39. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Health and Development through Physical Activity and Sport*, 2003
40. PATE RR, PRATT M, BLAIR SN, HASKELL WL, MACERA CA, BOUCHARD C, et al. *Physical activity and public health*. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. JAMA. 1995; 273: 402-7.
41. VILLANUEVA MA, BARQUERA S. *Recomendaciones sobre actividad física. Sobrepeso y obesidad: epidemiología, evaluación y tratamiento*. Cuernavaca Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2006: 151-64.
42. ANDERSEN, R.E. CRESPO, C.J. BARTLETT, S.J. CHESKIN, L.J. PRATT, M. *Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the third national health and nutrition examination survey*, JAMA 1998; 279 (12), 938-942.
43. STRAUSS RS, RODZILSKY D, BURACK G, COLIN M. *Psychosocial correlates of physical activity in healthy children*. Arch Pediatr Adolesc Med 2001; 155:897-902.
44. EISENMANN JC, BARTEE RT, WANG MQ. *Physical activity, TV viewing, and weight in U.S. youth: 1999 Youth Risk Behavior Survey*. Obes Res 2002; 10:379-85.
45. LOWRY R, WECHSLER H, GALUSKA DA, et al. *Television viewing and its associations with overweight, sedentary lifestyle, and insufficient consumption of fruits and vegetables among US high school students: differences by race, ethnicity, and gender*. J Sch Health 2002; 72:413-21.
46. ROBINSON TN. *Television viewing and childhood obesity*. Pediatr Clin North Am 2001; 48:1017-25.
47. DUPERLY JHON, *Sedentarismo vs ejercicio en el síndrome metabólico*, acta medica colombiana. A3 0volº. 30 - no. 3 - 5 julio-septiembre - 2005.
48. GULATI M, BLACK HR, SHAW LJ, ARNSDORF MF, MERZ CNB, LAUER, MS, et al. *The prognostic value of a nomogram for exercise capacity in women*. N Engl J Med. 2005;353:468-75.
49. SHERMAN SE, D'AGOSTINO RB, SILBERSHATZ H, KANNEL WB. *Comparison of past versus recent physical activity in the prevention of premature death and coronary artery disease*. Am Heart J. 1999;138:900-7.
50. KRISTIAN BUHRING B., *Determinación no experimental de la conducta sedentaria en escolares*, Rev Chil Nutr Vol. 36, Nº1, Marzo 2009
51. SECLÉN-PALACÍN JA, JACOBY ER. *Factores sociodemográficos y ambientales asociados con la actividad física deportiva en la población urbana del Perú*. Rev Panam. Salud Publica. 2003; 14: 255-64.
52. http://www.gerontogeriatría.org/index.php?view=article&catid=42%3ARecomendaciones&id=668%3AAla-oms-situa-el-sedentarismo-como-el-cuarto-factor-de-riesgo-de-mortalidad-global-&option=com_content
53. BASSUK SS, MANSON JE. *Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease*. J Appl Physiol. 2005;99:1193-4.
54. PANG MY, ENG JJ, MCKAY HA. *Reduced hip bone mineral density is related to physical fitness and leg lean mass in ambulatory individuals with chronic stroke*. Osteoporos Int. 2005;143:860-9.

55. CURRIER PH J, et. al., *Comparison of supine and erect bicycle exercise electrocardiography in coronary disease: Accentuation of exercise – induced ischemic ST depression by supine posture*. Am J Cardiol. 1983; 52:1167 – 1173.
56. AMERICAN COLLAGE OF SPORT MEDICINE. *Guidelines for Exercise Testing and Presception*. 4a ed., Philadelphia: Lea & Febiger, 1991, 91.
57. BALADY GJ, et. al., *Physiologic responses to arm ergometry exercise relative to age and gender*. Journal American Collage Cardiology, 1990; 16: 130 – 135.
58. M. R. ÚRBEZ MIR, F. GUTIÉRREZ LARRAYA Y F. VILLAGRÁ BLANCO, *Rehabilitación Cardíaca Infantil*, libro de Rehabilitación Cardíaca, capítulo 17
59. ILARRAZA H, QUIROGA P, RIUS MD. *Rehabilitación cardíaca en población pediátrica. Más allá que ayudar a un niño a readaptar su corazón*. Arch Cardiol Mex. 2008; 78: 129-33
60. DRA. MA. PAZ SANZ AYAN, *Rehabilitación en las cardiopatías congénitas infantiles*, Servicio de Rehabilitación Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, 2005
61. SERRA GRIMA RICARDO, *Corazon y ejercicio Fisico en la infancia y la adolescencia, capítulo 6 (pruebas de esfuerzo en niños)*, Ed. Masso, Madrid, España, 2011, paginas 47 – 63.
62. M. D. GIL SEBASTIAN, *NEUMOSUR: Revista de la asociación de neumólogos del sur vol. 9 número 3, prueba de esfuerzo*. Servicio de neumología hospital Carlos Haya. Málaga, 1997.
63. VAN ITALLIE TB. *Obesity: adverse effects on health and longevity*. American Journal of Clininical Nutrition 1997(32:):suppl: 2723-2733.
64. WHO. *The world health report 2002 - Reducing Risks, Promoting Healthy Life*. 2002.
65. ISABELA DE CARLOS BACK GIULIANO, et. al., *Niños con corazones de adultos*, Arq Bras Cardiol 2009; 93(3) : 207-208.
66. PÉREZ LESCURE FJ., ET. AL., *El electrocardograma en pediatría de Atención Primaria. Cambios relacionados con la edad y arritmias básicas*, Revista Pediatría de Atención Primaria, Volumen VII. Número 27. Julio/septiembre 2005
67. ANA CRISTINA PENALBA CITORES, RAFAEL PARDILLA, *Electrocardiograma en pediatría, Arritmias Basicas, Seccion de Urgencias Pediatricas*. Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid.
68. DUBIN D. *Electrocardiografía práctica. Lesión trazado e interpretación*. Madrid: Mc Graw-Hill Interamericana; 1986.
69. JORDAN SC, SCOUT O. *Cardiología pediátrica*. Barcelona: Ediciones Doyma; 1984, p. 99-100, 162-6, 198-201.
70. TREBOLAZABALA QUIRANTE N. *La interpretación del electrocardiograma*. En Benito J, Luaces C, Mintegui S, Pou J. Eds. Tratado de urgencias en pediatría. Madrid: Ergon; 2005, p. 51-56.
71. MYERS JN, FROELICHER VF. *Exercise testing and prescription*. Physical Medicine and rehabilitation. Clinics of North America. Philadelphia. Saunders. 1995: 117-141.
72. SERRA GJR. *Cardiología en el deporte*. Barcelona. Springer. 1998: 17-18.
73. EVANS EM, ET. AL., *Body-composition changes with diet and exercise in obese woman: a comparison of estimates from clinical methods and a 4-component model*. Am J Clin Nutr 1999; 70: 5-12.
74. JOHNSON BD, WEISMAN IA. *Clinical exercise testing*. In: Baum's Textbook of Pulmonary Diseases. 7a. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004: 55-78.
75. BORG GA. *Psychophysical bases of perceived exertion*. Med Sci Sports Exerc 1982; 14: 337-81.

76. FLETCHER GF, BALADY GJ, AMSTERDAM EA, CHAITMAN B, ECKEL R, FLEG J, et al. *Exercise standards for testing and training: A statement for health professionals from the American Heart Association.* Circulation 2001; 104: 1694-740.
77. AMERICAN THORACIC SOCIETY/AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS. *Statement on cardiopulmonary exercise testing.* Am J Resp Crit Care Med 2003; 167: 211-77.
78. WASSERMAN K, HANSEN JE, SUE DY. *Principles of exercise testing and interpretation.* 3a ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
79. LAUER M, *Heart Rate Reponse in Stress Testing Clinical, Implications. Focused Review.* ACC Current Journal Review sep/oct 2001
80. LAUER MS, OKIN P, LARSON M. et al. *Impaired Heart Rate Response to Graded Exercise.* Circulation. 1996;93:1520-1526
81. BERMAN DS, HACHAMOVITCH R, KIAT H, COHEN I, CABICO JA, WANG FP, et al. *Incremental value of prognostic testing in patients with known or suspected ischemic heart disease: a basis for optimal utilization of exercise technetium-99m sestamibi myocardial perfusion single-photon emission computed tomography.* J Am Coll Cardiol 1995;26:639-47. 1986;1:297-318.
82. LAUER MS, MEHTA R, PASHKOW FJ, OKIN PM, LEE K, MARWICK TH. *Association of chronotropic incompetence with echocardiographic ischemia and prognosis.* J Am Coll Cardiol 1998;32:1280-6.
83. COLE CR, BLACKSTONE EH, PASHKOW F, SNADER CE, LAUER MS. *Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality.* N Engl J Med 1999;341:1351-7.
84. SHETLER K, MARCUS R, FROELICHER VF, et al. *Heart rate recovery: validation and methodologic issues.* J Am Coll Cardiol 2001;38:1980-7.

XXIII.

ANEXOS

ANEXO 1: PROTOCOLO DE BALKE, UTILIZADO PARA LA REALIZACION DE LAS PRUEBAS DE ESFUERZO EN LOS ADOLESCENTES CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO.

PROTOCOLO DE BALKE

ETAPA	VELOCIDAD KM/HORA	INCLINACION %	MINUTOS POR ETAPA	METs
1	2.0	0.0	3	2.5
2	2.0	1.5	3	2.9
3	2.0	2.5	2	4.3
4	3.0	5.0	2	5.4
5	3.0	7.5	2	6.3
6	3.0	10.0	2	7.4
7	3.0	12.5	2	8.4
8	3.0	15.0	2	9.5
9	3.0	17.5	2	10.5
10	3.4	16.0	2	11.1
11	3.4	18.0	2	12.0
12	4.2	16.0	3	12.9
13	4.2	18.0	2	13.8
14	4.2	20.0	2	14.7

FUENTE: Guidelines for exercise testing JACC vol. 30, No. 1, Julio 1997, página 260.
 Utilizado en el departamento de rehabilitación cardiaca del instituto nacional de
 cardiología "Ignacio Chávez"

ANEXO 2: SOLICITUD DE AUTORIZACION PARA LA REALIZACION DE PRUEBAS DE ESFUERZO OTORGADO A LOS DIRECTIVOS DE LAS ESCUELAS PARTICIPANTES



*** UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO *
CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE
ESPECIALIDAD: MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE**

Toluca, Estado de México, octubre del año 2012.

A QUIEN CORRESPONDA:

El problema de la obesidad infantil en México, actualmente se ha convertido en un problema de salud muy importante, sobre todo porque los niños que hoy cursan con dicha enfermedad en un futuro iniciarán con problemas básicos derivados de la obesidad como lo son: Diabetes Mellitus, Enfermedades Coronarias (del corazón), Dislipidemias, Sx. Metabólico, Hipertensión Arterial Sistémica, entre otras motivo por el cual es necesario implementar campañas de salud para erradicar y controlar este problema de Salud que atañe a nuestra población infantil y que nos ha llevado no solo a ser el primer lugar en obesidad infantil sino que en un futuro nos llevara a convertirnos en el primer país de más muertes derivadas de complicaciones de la obesidad, por observarse la aparición de dichas complicaciones a edades más tempranas y teniendo ya incluso pacientes pediátricos con Hipertensión, Dislipidemia e inclusive Sx. Metabólico.

Por tal motivo me dirijo a usted con la finalidad de solicitar de la manera más atenta su apoyo para la realización de mi trabajo de TESIS para la obtención del Título de Médico Especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte, la cual lleva por título: **“VALORACION DE LA CAPACIDAD CARDIOVASCULAR AL REALIZAR UNA PRUEBA DE ESFUERZO EN BANDA SIN FIN CON PROTOCOLO DE BALKE EN ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD QUE CURSAN CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO, REALIZADAS EN EL CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE, 2012”** en donde se ofrece de manera completamente gratuita y desinteresada a todo aquel participante en dicho estudio la realización de un electrocardiograma en reposo además de una Prueba de Esfuerzo que consiste en la valoración de la respuesta cardiovascular al ejercicio y determinar así las cargas e intensidad de trabajo que puede realizar el paciente sin poner en riesgo su vida y al mismo tiempo sin dañar su organismo y su salud, otorgándose los resultados de dichas pruebas por escrito y un plan de entrenamiento dosificado e individualizado para iniciar un ejercicio adecuado a su persona.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su colaboración y apoyo para la realización de dicho estudio, me despido de usted enviándole un cordial saludo y quedando a sus finas atenciones.

ATENTAMENTE:

**DR. VILLALVA REYES VICENTE
MEDICO CIRUJANO / CED. PROF. 4680396
RESIDENTE DE TERCER AÑO DE LA ESPECIALIDAD EN:
MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE**

ANEXO 3: FOLLETO UTILIZADO COMO PROMOCION PARA LA REALIZACION DE LAS PRUEBAS DE ESFUERZO, OTORGADO A LOS PADRES DE FAMILIA Y/O TUTORES DE LOS ADOLESCENTES QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO

<p>COORDINADOR: E. M. D. DR. HECTOR MANUEL TLATOARÁMBEZ</p>	<p>INFORMES PARA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA</p> <p>DR. VILLALVA REYES VICENTE CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE</p> <p>CORREO ELECTRONICO dr.villalva.amed.dep@hotmail.com dr.villalva_jurg@hotmail.com</p> <p>LAS PRUEBAS SE LLEVARÁN A CABO EN EL CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE UBICADO A UN LADO DEL TEC DE MONTERREY CAMPUS TOLUCA DURANTE LOS MESES DE NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DEL AÑO 2012, CON PREVIA CITA, PROGRAMACIÓN POR TELÉFONO O CORREO ELECTRÓNICO.</p>	<p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO</p> <p>CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE</p> <p>PROTOCOLO DE TESIS:</p> <p>"VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD CARDIOVASCULAR AL REALIZAR UNA PRUEBA DE ESFUERZO EN BANDA SIN FIN CON PROTOCOLO DE BALKE EN ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD QUE CURSAN CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO, REALIZADAS EN EL CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE, 2012"</p>  <p>REALIZACIÓN DE: ELECTROCARDIOGRAMA Y PRUEBA DE ESFUERZO SIN NINGUN COSTO PARA USTED</p> <p>INFORMES Tel.: 722 4986386</p>
<p>DIRECTOR DE TESIS: E. M. D. / DR. SALVADOR LOPEZ RODRIGUEZ</p> <p>TESISTA: M. C. VICENTE VILLALVA REYES</p> <p>PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: ESPECIALISTA EN MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE</p>		
		

TESIS: "VALORACION DE LA CAPACIDAD CARDIOVASCULAR AL REALIZAR UNA PRUEBA DE ESFUERZO EN BANDA SIN FIN CON PROTOCOLO DE BALKE EN ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD QUE CURSAN CON OBESIDAD Y SEDENTARISMO, REALIZADAS EN EL CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE, 2012"

LA OBESIDAD INFANTIL

El problema de la obesidad infantil y en la adolescencia en México, actualmente se ha convertido en un problema de salud muy importante, puesto que conlleva a padecer a futuro enfermedades como lo son: Diabetes Mellitus, Enfermedades Coronarias (del corazón), Dislipidemias, Sx. Metabólico, Hipertensión Arterial Sistémica, entre otras

Es necesario implementar campañas de salud para erradicar y controlar este problema de Salud que atañe a nuestra población infantil y adolescente y que nos ha llevado no solo a ser el primer lugar en obesidad infantil sino que en un futuro nos llevara a convertirnos en el primer país de más muertes derivadas de complicaciones de la obesidad.

OBESIDAD FACTOR DE RIESGO CARDIOVASCULAR



PRUEBA DE ESFUERZO:

Es una herramienta de examen general para evaluar los efectos del ejercicio en el corazón. La prueba da como resultado una noción general de qué tan sano está el corazón.

Durante la prueba, se registra de la actividad eléctrica cardíaca mientras la persona camina sobre una cinta sin fin o pedalea en una bicicleta estática. Esto mide la reacción del corazón a una mayor demanda de oxígeno por parte del cuerpo.



POR TAL MOTIVO MI INTERES EN REALIZAR UNA VALORACION INTEGRAL A ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE EDAD CON EL FIN DE VALORAR LA RESPUESTA CARDIOVASCULAR AL EJERCICIO ASI COMO INICIAR EN ELLOS UN PROGRAMA DE EJERCICIO CON EL FIN DE DISMINUIR LOS RIESGOS A FUTURO DE COMPLICACIONES DERIVADAS DE LA OBESIDAD Y LA INACTIVIDAD FISICA.

OFRECIENDO DE MANERA GRATUITA Y DE FORMA DESINTERESADA LA REALIZACION DE UN ELECTROCARDIOGRAMA EN REPOSO Y UNA PRUEBA DE ESFUERZO A TODO AQUEL ADOLESCENTE QUE INGRESE A LA PRUEBA.

INFORMES PARA REALIZACION DE LA PRUEBA DE ESFUERZO

DR. VILLALVA REYES VICENTE
CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE

Teléfono: 722 4986386

Correo:

dr.villalva_med_dep@hotmail.com

dr.villalva_urg@hotmail.com

ANEXO 4: FORMATO DE HISTORIA CLINICA, UTILIZADO PARA EL INTERROGATORIO DE LOS PADRES DE FAMILIA Y ADOLESCENTES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO



Historia Clínica
 Facultad de Medicina
 Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión Vigente: No. 00

Fecha: 13/07/12

I.D. _____ Fecha: _____
 Nombre del paciente: _____ Hora: _____
 Lugar y fecha de Nacimiento: _____
 Domicilio: _____
 Teléfono casa: _____ Celular: _____ Sexo: F ___ M ___ Edad: _____ años Estado civil: _____
 Ocupación: _____ e-mail: _____ Lado dominante: _____

ANTECEDENTES FAMILIARES

Pacimientos	Abuelos				Padre	Madre	Hermanos	Tíos		Otros
	Paternos		Maternos					Paternos	Maternos	
	Abuelo	Abuela	Abuelo	Abuela						
Cardiopatías										
Diabetes										
Obesidad										
I.A.M.										
H.A.S.										
Cáncer										
Muerte súbita										
Otros										

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS

Alcoholismo	Tabaquismo	Drogadicción	Inmunizaciones	Higiene	Dietéticos

Observaciones: _____

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS

H.A.S.	D.M.	I.A.M.	Cáncer	Obesidad	Alergias	Lipotimias	Convulsiones	Asma	Anemia				
Venéreas		Hemorrágicos		Quirúrgicos		Hepatitis		Transfusiones		Exantemáticas		Otras	

Observaciones: _____

ANTECEDENTES GINECOOBSTÉTRICOS

Menarca	F.U.M.	Ritmo	Flujo menstrual	I.V.S.A	No. Parejas	G	P	C	A	M.P.F.	D.O.C.	Trastornos menstruales

ANTECEDENTES TRAUMATOLÓGICOS

Fracturas	Luxaciones	Esguinces	Contracturas	Desgarros	Contusiones	T.C.E.

Observaciones: _____

ANTECEDENTES DEPORTIVOS

Deportes anteriores: _____ Edad de inicio: _____
 Deporte actual: _____ Equipo: _____ Posición o prueba: _____
 Categoría: _____ Entrenador: Sí ___ No ___
 Resultados y/o records obtenidos: _____
 Mejor marca de la temporada actual o inmediata anterior: _____
 Horas de entrenamiento a la semana: _____ Método: _____ Tiempo que lleva entrenando (a,m,d) _____
 Alteraciones antes, durante o después de entrenamiento o competencia: _____
 Incapacidad deportiva: No ___ Sí ___ En caso de ser afirmativa es: Temporal ___ Permanente ___
 Clasificaciones actuales: Deporte: _____ ó actividad física _____
 Cual: Inactivo ___ Irregularmente activo ___ Regularmente activo ___ Muy activo ___ Fitness ___





PADECIMIENTO ACTUAL

Motivo de consulta: lesión Valoración: Predeportiva Morfológica Funcional

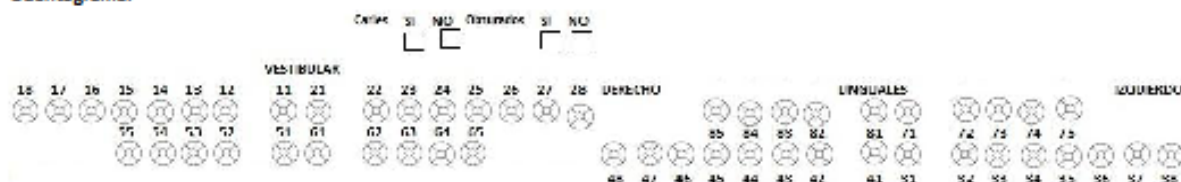
Síntomas de importancia	Describir

EXPLORACIÓN FÍSICA

Masa Corporal	Estatura	I.M.C.	F.C.	F.V.	P.A.	Temperatura °C	Grupo y Rh

Región anatómica	Normal	Describir si existe patología
Cabeza		
Cara		
Cuello		
Tórax		
Región precordial		
C. pulmonares		
Abdomen		
Genitales		
Tren superior		
Tren inferior		
Ortopédica		
Columna		

Odontograma:



Gabinete y laboratorio: _____

Impresión diagnóstica: _____

Tamizaje de riesgo C.V.: _____ Clasificación NYHA _____ No aplica _____

Tratamiento: _____

Observaciones y recomendaciones: _____

 Médico tratante
 Cédula profesional

 Yo entrevistado hago constar que los datos
 aquí asentados son verídicos



ANEXO 5: FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO, OTORGADO A LOS PADRES DE FAMILIA Y/O TUTORES QUE ACOMPAÑARON A LOS ADOLESCENTES PARA LA REALIZACION DE LA PRUEBA DE ESFUERZO



Consentimiento Informado

Facultad de Medicina

Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión Vigente: No. 00

Fecha: 13/07/12

Yo: _____
Apellido Paterno
Apellido Materno
Nombre(s)

Declaro en forma libre y totalmente voluntaria que acepto ser evaluado morfológica y/o funcionalmente en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México, realizando las valoraciones de:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| Composición Corporal: | Agudeza Visual |
| _____ Por Bioimpedancia | _____ Análisis del Movimiento |
| _____ Antropometría | _____ Audiometría |
| _____ Historia clínica | _____ Espirometría |
| _____ Consulta Nutricional | _____ Evaluación Isocinética |
| _____ Consulta Psicológica | _____ Potencia Anaeróbica |
| _____ Test Psicológico | _____ Prueba de Esfuerzo |
| _____ | _____ |

Estoy consciente de que los Procedimientos, y Evaluaciones para lograr estos objetivos que se mencionaron consistirán en _____ pruebas con capacidades funcionales, _____ pruebas de composición corporal, y _____ entrevista(s) con el personal de salud, estando consciente de los riesgos que esto conlleva.

Es de mi conocimiento que seré libre de retirarme de esta evaluación en el momento que así lo desee, de igual forma puedo solicitar toda la información necesaria en relación a los riesgos y beneficios de mi evaluación. Así como el derecho a que la información sea confidencial y se mantenga fuera del alcance del personal no médico. Se velará por el bien de todas las personas; otorgando el permiso para que la información que de aquí resulte sea utilizada en estudios de investigación.

AUTORIZO: _____ **FECHA:** _____



**ANEXO 6: FORMATO PARA EL REPORTE DE PRUEBAS DE ESFUERZO
REALIZADAS EN EL CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL
DEPORTE DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO**



Prueba de Esfuerzo
Facultad de Medicina
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión Vigente: No. 00
Fecha: 13/07/12

Nombre: _____ Fecha: _____

PREESFUERZO

F.C.	Frec.	S ₁ CO ₂	CO ₂	PA	QT	ES	Comodidad

Comentarios:

Prueba de esfuerzo en: Con protocolo de:

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES RESULTADOS

DURANTE EL ESFUERZO

Ejerc.	Basal	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
F.C.										
T.A.										
S ₁ CO ₂										

POST-ESFUERZO

Tiempo	1'	2'	3'	4'	5'	12'
F.C.						
T.A.						
S ₁ CO ₂						

El estudio se suspendió al minuto, de la etapa.

Por:

Alcanzó una frecuencia cardíaca de: latidos por minuto, con el % de su frecuencia cardíaca máxima teórica.

Y un consumo energético de METs; con un VO₂ máximo de l/min.

Clase funcional

Tensión arterial máxima de: mmHg.

Objeto producido:



CONCLUSIONES:

PLAN:

Médico responsable del estudio:

Salvador López Rodríguez
Cédula profesional: 812088

