

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA CIENCIAS DEL DEPORTE

**DETERMINACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA PRUEBA DE LA
MILLA CAMINANDO MODIFICADA EN VARONES
COSTARRICENSES CON SÍNDROME DOWN CON BASE EN
UNA PRUEBA EN BANDA RODANTE Y ANALIZADOR DE
GASES, PARA MEDIR EL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO**

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de
Graduación para optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con
énfasis en Salud

Francisco José Delgado Valverde

Gustavo Alonso Peraza Chavarría

Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica.

2004

**DETERMINACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA PRUEBA 1)E LA MILLA
CAMINANDO MODIFICADA EN VARONES COSTARRICENSES
CON SÍNDROME DOWN CON BASE EN UNA PRUEBA EN BANDA
RODANTE Y ANALIZADOR DE GASES, PARA MEDIR EL
CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO**

Francisco José Delgado Valverde

Gustavo Alonso Peraza Chavarría

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de
Graduación para optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte
con énfasis en Salud. Cumple con los requisitos establecidos por la
Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue validar el protocolo de la milla caminando (Rockport), en base a un protocolo directo de banda rodante con analizador de gases para obtener el consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máx.), en varones con síndrome de Down. Participaron en este estudio ocho sujetos, con un promedio de edad de 21,62 años. Se realizaron dos protocolos, uno de laboratorio en banda rodante y con un analizador de gases, en donde se procedió a efectuar un calentamiento de 5 minutos a una velocidad de 3,0 km/h; después de esta fase se inició la prueba con un aumento de 0,6 km/h; cada minuto hasta el agotamiento, el protocolo de campo fue la milla caminando donde cada sujeto recorrió 1,609 metros caminando lo más rápido posible, registrándose la frecuencia cardíaca y el tiempo.

Al obtener los resultados de cada sujeto en las dos pruebas se aplicó una correlación de Spearman, obteniéndose una relación positiva significativa ($\rho=0,857$; $p<0,05$). No se encontró correlación significativa entre el peso, estatura y edad con $\dot{V}O_2$ máx. de ambos protocolos. Al calcular el coeficiente de determinación (r^2) se muestra que ambas pruebas comparten un 73,44% de varianza verdadera.

Los resultados indicaron que la prueba de la milla caminando puede ser usada con altos niveles de confiabilidad para obtener el $\dot{V}O_2$ máx., en varones con Síndrome Down con características similares a los sujetos que formaron parte del estudio, al tener un alto porcentaje de varianza verdadera con el protocolo directo de laboratorio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente al Todopoderoso nuestro Dios, por las fuerzas, la salud su protección para con nosotros.

Profunda y sinceramente damos gracias a cada uno de nuestros familiares, a los buenos amigos particularmente a María Antonieta Ozols y Pedro Rojas, quienes nos brindaron un techo además de toda su valiosa ayuda y colaboración.

De igual manera queremos manifestarle todo nuestro agradecimiento a Gerardo Araya, por toda su disposición, por sacar tiempo para atendernos siempre.

Además a todas aquellas personas que nos han criticado y cuestionado, gracias por estar ahí y ayudarnos a crecer.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, de la cuál he sentido to(h) el apoyo que me han brindado y por la cual soy quién soy.

A mi padre Carlos Delgado Delgado y a mis hermanos quienes han dado hasta lo que no han tenido por verme salir adelante.

A Andrea y Dariela quienes me dan valor y un motivo más de superación y son el complemento de lo que soy.

Pero sobre todo le dedico este logro a mi Madre, quien me dio el ser, quién me acompaña desde el cielo en cada rayo de sol, en cada gota de agua y en cada estrella. Mami esto es tuyo, se que esteras orgullosa de mí ahora, como lo estuviste en vida.

Francisco José Delgado Valverde

Les dedico a mi Dios y a mi Madre todo lo que he logrado, ya que sin ellos no hubiera podido alcanzar mis metas.

Gustavo Alonso Peraza Chavarría.

ÍNDICE GENERAL

Miembros del Tribunal Examinador	iii
Resumen	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Índice general	vii
Índice general de cuadros	xi
Índice general de gráficos	xiv
Descriptores	xvii
Capítulo 1 INTRODUCCIÓN	
Planteamiento del problema	1
Justificación	1
Objetivos	14
Definición de términos	15
Capítulo II MARCO CONCEPTUAL	
Las enfermedades no transmisibles	17
Los factores de riesgo coronario	18
Actividad física	20
Los componentes de la aptitud física	21
EVALUACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA:	
La evaluación de la aptitud física	22
LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA:	
La importancia de la resistencia cardiorrespiratoria:	24
El sistema cardiorrespiratorio	24
El consumo máximo de oxígeno	26

LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA

La evaluación del V02 max.	27
Pruebas de laboratorio y campo	27
Pruebas de medición directa e indirecta en relación con el VO: MÁX.	29
Pruebas máximas	30
Pruebas-sub-máxima	30
DISCAPACIDAD:	
La discapacidad	31
El síndrome Down	32
Investigaciones de cambios en el V02 máx. por el entrenamiento	34
Investigaciones de correlación del V02 máx. en sujetos discapacitados	35
Investigaciones de correlaciones del VO, máx. en sujetos con Síndrome de Down	36
Capítulo III METODOLOGÍA	
Sujetos	37
Instrumentos y materiales	37
Procedimiento	38
Análisis estadístico	39
Capítulo IV RESULTADOS	
Tablas y gráficos	40
Capítulo V; DISCUSIÓN	
Discusión de los resultados	43
Capítulo VI; CONCLUSIONES	
Conclusiones	49
Capítulo VII RECOMENDACIONES	
Recomendaciones	50
BIBLIOGRAFIA	51
ANEXOS	
Anexo N° 1; Evaluación del peso	54

Anexo N° 2; Evaluación de la talla	55
Anexo N° 3; Carta al Instituto Andrea Jiménez y UNA	56
Anexo N° 4; Carta de Consentimiento a los padres de familia	57
Anexo N° 5; Carta a la Escuela Ciencias del Deporte	58
Anexo N° 6; Carta a PROCESA	59
Anexo N° 7; Protocolo utilizado para la obtención del consumo máximo de oxígeno	60
Anexo N° 8; Fórmula para la determinación del vol máx. por medio de la prueba de la milla caminando, protocolo rockport	61

ÍNDICE GENERAL DE CUADROS

Estadística descriptiva de las variables dependientes medidas a varones con síndrome Down con edades 14 a 27 años	40
Análisis de correlación de Spearman de las variables dependientes medidas a varones con síndrome Down entre edades de 14 a 27 años de edad.	41
VO2 max. medido con la prueba de la milla caminando y con la banda rodante en varones costarricenses con síndrome Down entre 14 y 27 años de edad.	42

DESCRIPTORES

Factores de riesgo coronario, Discapacidad, Síndrome Down, Resistencia cardiorrespiratoria, Consumo máximo de oxígeno, V_{O_2} máx. Prueba de la milla caminando (Rockport),

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Planteamiento y delimitación del problema:

Las personas con síndrome Down tienen la misma oportunidad de realizar actividad física, ejercicio, deporte o recreación que las personas sin discapacidad, pero mantienen en la mayoría de los casos estilos de vida sedentarios que favorecen la aparición de patologías crónicas. Se ha documentado en muchas investigaciones, la importancia del ejercicio aeróbico en la prevención y tratamiento de estas enfermedades, por lo que el ejercicio se convierte en una posibilidad latente para estas poblaciones. La estructuración de un trabajo físico debe partir de una evaluación de los diferentes componentes de la aptitud física y entre ellos de la resistencia cardiovascular, por lo que su evaluación permite conocer el momento actual del sujeto, para prescribir la intensidad del trabajo o para comparar los resultados con evaluaciones posteriores. Los protocolos de evaluación de campo, son de más fácil acceso para la mayoría de los profesionales que trabajan con estas poblaciones. Dada la importancia de la evaluación cardiorrespiratoria y que casi no existen estudios donde se haya determinado la validez de protocolos de campo para valorar esa variable, es que se pretende determinar la relación entre un protocolo indirecto de campo con uno directo de laboratorio, que determine el consumo máximo de oxígeno en varones con síndrome de Down.

Justificación: La adopción de estilos de vida inadecuados, han convertido al ser humano en autómatas, en personas que han convertido sus vidas en rutinas, donde cada actividad está establecida desde antes y no les queda tiempo para realizar actividades que los despejen, aumentando la incidencia de enfermedades degenerativas a causa de la sumatoria de factores de riesgo. Entre mediados y finales de la década de los sesenta el número de fallecimientos relacionados con las enfermedades coronarias, crisis cardíacas y problemas cardiovasculares asociados han ido aumentando a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha determinado que más de 2 millones de personas mueren anualmente

a causa de enfermedades coronarias, cáncer, diabetes, dislipidemia, osteoporosis, depresión y ansiedad en el mundo. Estas enfermedades representan el 60% de las muertes a nivel mundial, cifras que se proyectan a un 75% para el 2020. Como detonantes de estas patologías se encuentra la obesidad que es un problema de salud pública muy importante que afecta un alto porcentaje de la población e influye negativamente en la longevidad y la salud. La obesidad se asocia con enfermedades cardiovasculares, hipertensión, aterosclerosis y los derrames cerebrovasculares, también se asocia con enfermedades metabólicas como: diabetes mellitus, hiperdislipidemias, hiperinsulinemias e hipotiroidismo, además es asociada con cáncer de próstata y colon en hombres. Dentro del desarrollo de las enfermedades degenerativas, específicamente las cardiovasculares, Costa Rica muestra similitud con los demás países occidentales, en 1993, las enfermedades del aparato circulatorio fueron la causa número uno de muertes, con una tasa de mortalidad de 3.9% (OPS, 2002; Dirección General de Estadística y Censos, 1994).

Los factores de riesgo (FR) pueden definirse como un aspecto del comportamiento personal o estilo de vida, una exposición ambiental o una característica heredada que con base a evidencias epidemiológicas se sabe que esta asociada con una enfermedad o enfermedades relacionadas con la salud cuya prevención se considera de gran importancia. Es por ello que Rasmussen (1995), indicó que "el cambiar algunos hábitos y reducir los factores de riesgo es una tarea muy ardua, que debe ser planteada en forma generacional ya que, los mayores frutos se obtendrán en el futuro si es que en el presente se trabaja en forma sistemática y programada". Por tal motivo es claro que inculcar hábitos de vida saludables ayuda al individuo a adquirir una mejor calidad de vida, donde su salud es un elemento indispensable y por tanto, tratar de evitar (FR) que afectan de manera negativa a una calidad de vida adecuada. La Asociación Americana del Corazón AHA, (2003), clasifican a los factores de riesgo de acuerdo a su susceptibilidad para ser modificables, los primeros son los factores de riesgo modificables donde la intervención oportuna puede hacer que el mismo desaparezca o disminuya mejorando el pronóstico de riesgo del paciente y los factores de riesgo no modificables, los cuales no son susceptibles de forma alguna. Dentro de los primeros se encuentra: la hipertensión arterial, tabaquismo, diabetes mellitus, obesidad, hiperlipidemia, alcoholismo y sedentarismo.

El movimiento es parte inherente del ser humano, es una característica distintiva de la especie animal, este, además de ser instintivo y espontáneo, es racional y consciente; es decir, el hombre se mueve por una necesidad o propósito (Mathiev, 1993). Lo opuesto al movimiento es el sedentarismo que es considerado el factor de riesgo más importante para las enfermedades cardíacas. La inactividad física disminuye las capacidades del organismo y consecuentemente afecta el estado de bienestar del individuo (Pemberton y McSwegin 1993). En sí, el sedentarismo es un factor que imposibilita el buen funcionamiento orgánico a nivel físico, psíquico y social. La persona sedentaria al disminuir las capacidades físicas es menos eficiente; por lo general, se caracteriza por poseer sobrepeso, poca motivación y probablemente elevadas concentraciones de colesterol y lipoproteínas de baja densidad. Solamente un cambio en el estilo de vida puede provocar una modificación de las aptitudes somatopsíquicas y consecuentemente en el bienestar del individuo (Benavides, 1995).

La actividad física es cualquier movimiento corporal intencional, realizado con los músculos esqueléticos, que resulta en un gasto de energía, y nos permite interactuar con los seres y el ambiente que nos rodea. La actividad física puede ser una excelente manera de ocupar el tiempo libre, además de reportar ciertos beneficios, estos se dan tanto a nivel físico, psicológico como social. La aptitud física implica la máxima capacidad funcional de todos los sistemas del cuerpo, especialmente el cardiovascular y el músculo-esquelético, por lo tanto, se debe mantener diariamente la resistencia cardiovascular, la fuerza, la resistencia muscular y la flexibilidad (Lamb, 1988).

La evaluación periódica de la aptitud física relativo a la salud determina el punto de partida de los participantes con respecto a las normas establecidas, los resultados de estas se pueden utilizar para hacer hincapié en la importancia de adoptar un estilo de vida activo con el fin de tener niveles elevados de función cardiorrespiratoria, disminución de la grasa corporal, aumento de la fuerza y resistencia musculares y flexibilidad, necesarios para evitar lesiones en la parte baja de la espalda, entre otros (ACSM, 2000). A pesar de ello, la

actividad física es frecuentemente descartada, porque exige tiempo y esfuerzo., pero su importancia para la salud no debe ser ignorada (Wilmore y Costill, 1999).

La evaluación de la aptitud física estima los puntos fuertes y débiles del individuo, establece objetivos realistas, le da seguimiento a los progresos realizados y mejora la motivación (George, Fisher y Vehrs, 1999). El Colegio Americano de Medicina y Deporte (2000) recomendó realizar las evaluaciones de la aptitud física en el siguiente orden: La composición corporal, la capacidad cardiorrespiratoria, la aptitud muscular (resistencia y fuerza) y flexibilidad.

La aptitud física está relacionada con la prevención de los factores de riesgo coronario. Los beneficios sanitarios que se obtienen con la participación regular en programas de acondicionamiento físico y bienestar general son varios, el más importante es el mejoramiento de la calidad de vida, las personas con buena aptitud física, que además practican sanos patrones de vida, son generalmente más saludables y viven mejor. La aptitud física es la capacidad general de adaptarse y responder favorablemente al esfuerzo físico. Esto quiere decir que el individuo se considera físicamente apto cuando puede realizar sus tareas físicas diarias normales, al igual que las inesperadas, sin peligro de fatiga excesiva y con energía sobrante para disfrutar de sus ratos libres y de actividades recreativas. Sin embargo, se puede decir, que la aptitud física es un estado biológico ideal, se alcanza, fundamentalmente, por el desarrollo de tres componentes básicos: la fuerza muscular, la resistencia muscular y la resistencia cardiorrespiratoria. La aptitud física relacionada a la salud tiene cinco componentes: a) composición corporal, b) fuerza c) resistencia muscular, d) flexibilidad muscular, y e) resistencia cardiorrespiratoria (Hoeger, Hoeger, Ibarra, 1996).

La composición corporal hace referencia a la composición de los diferentes componentes del cuerpo humano, en la ciencia del ejercicio existen dos componentes principales: la masa magra (músculos, huesos, órganos, agua, etc.) y la masa grasa. Una persona que tiene una gran cantidad de masa corporal magra en comparación con su masa grasa tendrá una mejor calidad de vida que una persona a la inversa, el más magro tendrá relativamente más masa

muscular para mover su cuerpo por lo que tendrá más éxito en las actividades de la vida diaria, los juegos recreativos y en la competición deportiva. Entre las razones prácticas que existen para medir la composición corporal destacan: que indica si existe un problema de composición que precisa ser tratado, puede perfilarse un prudente plan estableciendo objetivos realistas y alcanzables, por último las mejoras o regresiones en el estado de la composición corporal pueden controlarse a lo largo del tiempo para poder perfilar su progreso (Mac D, 2000).

El entrenamiento de contra resistencia, comúnmente llamado entrenamiento con pesas o de fuerza, se ha convertido en la forma más popular de realizar ejercicio; tanto para mejorar la aptitud física como para la preparación de atletas (Wilmore y Costil, 1999). El entrenamiento contra resistencia ha sido descrito como el tipo de ejercicio que requiere del movimiento de los músculos contra una fuerza que se opone, la cual se realiza con algún tipo de equipo, como el peso libre o las máquinas dinámicas con sobrecarga. Las personas que participan de un programa de ejercicios con pesas obtienen beneficios específicos en los músculos que se ponen en acción, además de los beneficios fisiológicos como: aumento de la fuerza y resistencia, aumento de la masa muscular o fibras (hipertrofia), cambios bioquímicos, disminución de la grasa corporal, adaptaciones nerviosas, cambios en la flexibilidad, efectos sobre el rendimiento atlético y motor (Fleck y Kraemer, 1997 y Bowers y Fox, 1997).

Wilmore y Costill, (1999), mencionaron que la resistencia muscular implica la capacidad de un músculo o grupo muscular para repetir movimientos idénticos (dinámicos) o para mantener un cierto grado de tensión durante un tiempo determinado (estático). Otros autores como Hoeger y col. (1996), enfatizan que esta depende en gran parte de la fuerza, por lo tanto una prueba de resistencia muscular determina el nivel de aptitud. Algunos ejercicios que sirven para medir en estos tipos de pruebas son las lagartijas modificadas, los abdominales cortos y los saltos de banco entre otros. Castafier y Camerino (1996), se refieren a la resistencia muscular "como la capacidad que permite producir durante el mayor tiempo posible, o mediante varias repeticiones, un esfuerzo localizado" en función del grado de intensidad requerida, si se mantiene en condiciones aeróbicas o si precisa

llegar al estado de anaerobiosis. El trabajo de tipo aeróbico se suele desarrollar en el mareo de acciones dinámicas en las cuales se alteran fases de contracción y de relajación, y es justamente el tiempo invertido en la ejecución, el que determina la irrigación del tejido muscular. Esta producción de acciones dinámicas constituye la característica mas evidente del movimiento infantil; tanto niños como niñas manifiestan continuamente en sus juegos acciones de persecución, de esquivar, de sentarse o de caer y levantarse, que se repiten frecuentemente y que van conformando su capacidad de resistencia muscular.

La flexibilidad ha sido definida como la amplitud de movimiento de una sola articulación o de una serie de articulaciones y refleja la capacidad de las unidades musculotendinosas para elongarse tanto como se lo permitan las restricciones físicas de la articulación (Howley y Franks, 1995). La amplitud articular depende de la soltura o flexibilidad de los músculos agonistas y antagonistas, de los tendones y tejido conectivo asociado, de los ligamentos que rodean a la articulación, de la integridad de la propia cápsula articular y el exceso de grasa corporal. El entrenamiento de la flexibilidad debe ser parte importante de cualquier programa de ejercicios ya que un nivel satisfactorio puede mejorar la capacidad para llevar a cabo muchas de las actividades cotidianas, mejora la postura, reduce la probabilidad de problemas en la parte baja de la espalda, mejora el rendimiento deportivo y reduce el riesgo de lesiones durante actividades deportivas y recreativas (George y col, 1999).

La capacidad aeróbica, se puede definir como la capacidad para realizar una actividad dinámica que involucre importantes grupos musculares, de intensidad moderada o alta durante periodos prolongados de tiempo. La realización de esta actividad depende del estado funcional de los sistemas respiratorio, cardiovascular y locomotor y esta íntimamente ligada a la salud porque un bajo nivel se asocia con un riesgo incrementado de muerte prematura por distintas causas (especialmente por enfermedad cardiovascular), un buen nivel se asocia con niveles más altos en la realización de actividad física con regularidad lo que conlleva beneficios para la salud (ACSM, 1999).

La resistencia cardiorrespiratoria, es una capacidad motora del hombre, que puede definirse como la capacidad de resistir fatiga en trabajos de prolongada duración. Para determinada se toman en consideración diversos factores fisiológicos, evolutivos y de coordinación. Además el trabajo de resistencia depende directamente del sistema cardiorrespiratorio por lo que su desarrollo está relacionado con el estado de crecimiento de dicho sistema y de cada edad. De forma genérica, y según los estudios fisiológicos se establece tres clases de manifestación de la resistencia: a) aeróbica, se da en un tiempo relativamente largo, el músculo realiza un trabajo de inedia intensidad y un consumo submáximo de oxígeno; b) anaeróbica llamada también lactacida por que el trabajo se realiza en presencia de ácido láctico puesto en funcionamiento cuando el nivel de consumo de oxígeno supera el límite máximo. Es generada por un tipo de intensidad elevada en un período de tiempo relativamente corto-, c) específica se da cuando se combinan los dos tipos de resistencia antes mencionados, es propia de los juegos motores producidos de forma espontánea en la infancia (Castañer y Camerino,1996) La capacidad aeróbica es muy variable entre individuos, y depende fundamentalmente de la dotación genética, la edad, el sexo, el peso y el tipo de población con que se va a trabajar; la herencia puede condicionar hasta el 70% del V_{O2} máx., dependiendo solo un 20% del entrenamiento. El consumo de oxígeno (V_{O2}), es un parámetro fisiológico que expresa la cantidad de oxígeno que consume o utiliza un organismo (López y Fernández, 1998).

La medición directa o la estimación indirecta de este parámetro nos permite cuantificar de alguna forma el metabolismo energético, ya que el oxígeno que se utiliza como comburente en las combustiones que tienen lugar a nivel celular y que permite la transformación de energía química en energía mecánica (contracción muscular) y a medida que se establece una mayor demanda energética, el consumo de oxígeno va siendo cada vez mayor. El V_{O2} depende de todos los factores que intervienen en el recorrido que siguen las moléculas de oxígeno procedentes del aire atmosférico hasta llegar al interior de la mitocondria, donde se reduce y se une a dos hidrógenos para formar H_2O , que es la forma en la que el oxígeno utilizado se elimina en el organismo.

Se determina mediante la absorción de oxígeno y la frecuencia cardiaca a niveles submáximos de cargas de trabajo, lo cual permite determinar la máxima capacidad de trabajo corporal teóricamente posible en personas. Para medir el consumo de oxígeno y expresar los valores como resultado obtenidos existen dos tipos de pruebas directas e indirectas. En las directas los resultados se obtienen automáticamente por medio de un analizador de gases, en las indirectas los resultados se obtienen relacionando linealmente la frecuencia cardiaca y la captación de oxígeno por medio de fórmulas donde se dan unas constantes y se manejan otras variables, los resultados traslapan a tablas que según peso, edad, género y esfuerzo posibilitan extraer un valor indirecto del consumo de oxígeno. (López y Fernández, 1998).

El consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) indirecto puede ser calculado en personas con ciertas limitaciones físicas, normales así como en individuos entrenados o sedentarios. Sin embargo esta estimación puede traer errores que son de magnitud variable según las características del sujeto o población a estudiar y el grado de capacidad funciona. La evaluación del Vol máx. puede ser directa o indirecta y a la vez puede ser de campo o de laboratorio según el lugar donde se realicen, y al mismo tiempo las pruebas máximas o submáximas. (Sena, 1996).

El término discapacidad se define como cualquier deficiencia física, mental o sensorial que limite, sustancialmente una o más de las actividades principales de un individuo. Dado lo anterior las discapacidades se pueden clasificar en: discapacidades físicas, sensoriales y cognitivas. En cuanto a las discapacidades físicas se encuentran la parálisis cerebral, las amputaciones, la cual es considerada con la falta de todo o una parte de un miembro del tren superior o inferior del cuerpo humano y las lesiones de la médula (Asamblea Legislativa, 1996). Las discapacidades sensoriales se clasifican en dos las auditivas y las visuales. Las auditivas se definen como: aquellas alteraciones de carácter cuantitativo con respecto a una correcta percepción de la audición y se clasifican en sordos e hipoacúsicos. La visual se define como la pérdida de la capacidad total o parcial para ver en la forma que lo hacen las personas con una visión normal y se clasifican en ciego total definido como la ausencia total o simple percepción luminosa. (Marín, 1999). Y por último

la discapacidad cognitiva, que comprende el síndrome de Down y el retardo mental. El síndrome de Down se define como un trastorno congénito del desarrollo, que se produce por la alteración del mecanismo de disfunción cromosómica que provoca un número anormal de cromosomas. El retardo mental se define como limitaciones sustanciales en algunas capacidades personales, presenta un porcentaje por debajo del coeficiente intelectual. (Cunnigham, 1990).

"Retardo Mental hace referencia a limitaciones sustanciales en el funcionamiento actual. Se caracteriza por un funcionamiento intelectual significativamente inferior a la media, que generalmente coexiste junto a limitaciones en dos o más de las siguientes áreas de habilidades de adaptación: comunicación, auto cuidado, vida en el hogar, habilidades sociales, utilización de la comunidad, auto dirección, salud y seguridad, habilidades académicas funcionales, tiempo libre y trabajo. El retraso mental se ha de manifestar antes de los 18 años de edad" (Verdugo, 1994).

El Síndrome de Down (SD) se define como un trastorno congénito del desarrollo, que se produce por la alteración del mecanismo de disyunción cromosómica que provoca un número anormal de cromosomas, en donde el cromosoma 21 añade información genética extra que afecta la progresión normal de crecimiento y desarrollo Cunnigham (1990). Con base en la distribución de cromosomas que conducen al síndrome de Down se dan varios tipos: Trisomía 21, anomalía que se describe como la presencia de un cromosoma suplementario en el par 21, y la poseen la mayoría de los niños con síndrome de Down. Trisomía 21 mosaico normal, cuando los errores de distribución ocurren en la segunda o tercera división celular, permitiendo que algunas células sean normales y otras tengan Trisomía 21. Esta condición se presenta en un 4% de los niños con síndrome de Down. Un niño en estas condiciones tiene un complemento cromosómico normal, y por lo tanto menos características físicas y mejor desarrollo mental que los niños con Trisomía 21 total. Mediante estudios cromosómicos se puede detectar este tipo Traslocación, cuando el cromosoma 21 se fractura y su brazo largo permanece adherido al extremo quebrado de otro cromosoma (con frecuencia al número 14 o 22) ocurre el reordenamiento llamado traslocación. Con un par de cromosomas 21 normales al que se agregó este brazo largo del

cromosoma 21, el efecto de la serie agregada de genes 21 es el síndrome de Down; y se da en otro 4% de los niños con dicho síndrome casi un tercio de los casos de Trisomía 21 por translocación, uno de los padres, pese a ser física y mentalmente normal, puede ser portador genético balanceado del cromosoma de translocación, uno de sus dos cromosomas 21 está adherido a otro, de modo que solo posee 45 en total (Lejeune, 1982, Cunningham, 1990).

El hecho de que las personas con SD tengan parecido material genético, hace que compartan muchas características físicas y mentales y se parezcan hasta cierto punto los unos a los otros, sin embargo, por el plan genético que heredan de sus progenitores tienen muchas características en común con su familia y se parecerán a sus hermanos y hermanas; y a la vez poseen un alto grado de individualidad en sus rasgos físicos, habilidad mental y personalidad. Un individuo tiene el síndrome de Down cuando tiene varias características propias del síndrome Down y exceso de material cromosómico del cromosoma 21. Las características en muchos de los estudios sobre el síndrome aumentan día a día. Algunas características de los sujetos con SD, se pueden dar en sujetos normales, pero de manera aislada. Los ojos tienen una inclinación hacia arriba y hacia fuera, la cara tiene un aspecto plano, la cabeza es generalmente más pequeña de lo normal, las orejas suelen ser pequeñas y por lo general están implantadas más abajo, la boca generalmente es pequeña, el paladar alto y estrecho con el maxilar superior subdesarrollado. Debido al espacio reducido de la boca la lengua tiene menos sitio y, por lo tanto, la lengua tiende a salir hacia fuera, además los músculos de la mandíbula y la lengua suelen ser más débiles, el cuello es ligeramente corto, a menudo las piernas y los brazos son cortos en comparación con la longitud del tronco, las manos suelen ser anchas y planas, y los dedos cortos, los pies suelen ser anchos, su tono muscular pobre, así como la falta de tracción y respuestas posturales cuando se mantiene de pie o camina sobre una superficie, el desarrollo del lenguaje suele ser muy simple y difícil de entender, la capacidad intelectual puede ser desde casi normal hasta un retardo severo, el cerebro está bien constituido pero no alcanza el perfecto desarrollo, ni la plenitud de funcionamiento. Estas personas pueden aprender a lo largo de toda su vida y no solo hay que insistir en aspectos cognitivos, sino en muchos otros que pueden hacer la vida feliz (Lejeune, 1982; Cunningham, 1990).

Investigaciones en donde se ha considerado la determinación del consumo máximo de oxígeno VO_2 máx. o los cambios de éste por el entrenamiento en sujetos con SD se pueden citar: Fernhall y col, (1996), quienes evaluaron la capacidad cardiorrespiratoria en personas con Retardo Mental con SD y sin SD, ellos realizaron análisis metabólicos a 111 personas (31 hombres y 16 mujeres con SD y 35 hombres y 39 mujeres sin SD), aplicaron una evaluación en banda sin fin con un protocolo de caminata, los resultados obtenidos mostraron que los individuos con RM sin SD, presentaron niveles bajos de VO_2 máx., lo cual concuerda con su capacidad cardiovascular. Los sujetos con RM y SD, presentaron niveles más bajos que sus compañeros sin SD. Millar, l'en-filial y Burkette (1993), determinaron el efecto del entrenamiento aeróbico en adolescentes con Síndrome de Down. En este estudio se trabajó durante 10 semanas, tres veces por semana con una duración de treinta minutos, con una intensidad entre el 65-75% de la frecuencia cardíaca máxima. El estudio se realizó en 10 sujetos con SI) y 4 sujetos SD como control. Después del tratamiento no se encontraron cambios en el Vol máx. , sin embargo, se mejoró significativamente la capacidad en el tiempo de caminata y se aumentó los niveles de fatiga. Piten', Climstein, Campbell, Barren y Jackson (1992), se propusieron comparar la capacidad cardiovascular de personas con síndrome de Down e individuos con retardo mental leve y moderado (RM). Evaluaron 16 jóvenes adultos con SD y 16 sujetos con R_M, los resultados mostraron que los individuos con retardo mental tuvieron estadísticamente un mayor VO_2 máx. que los individuos con Síndrome de Down.

Investigaciones en donde se determinó la correlación de dos pruebas para determinar el consumo máximo de oxígeno se pueden citar: Draheim, Laurie, McCubbin y Perkins (1999), determinaron en un total de 10 hombres y 13 mujeres con un promedio de edad de $21,7 \pm 2,6$ años, la correlación de la milla caminando tradicional (Rockport, 1 sujeto caminando a la vez) y la Rockport modificada (5 sujetos caminando a la vez), en adultos con retardo mental. Se aplicó una prueba máxima en banda sin fin. Al comparar los resultados obtenidos en la prueba Rockport tradicional y la modificada no se encontraron diferencias significativas en cuanto al tiempo y la frecuencia cardíaca. La variable de predicción fue alta y similar entre el resultado de las dos pruebas anteriores y la prueba

máxima en banda. En relación con el protocolo modificado se encontró una predicción alta en cuanto al tiempo y la frecuencia cardíaca; en relación con el protocolo tradicional se presentó una asociación similar únicamente con el tiempo. El protocolo modificado puede ser usado para predecir la capacidad aeróbica, pero, desafortunadamente la ecuación de predicción sobreestima la predicción del $\dot{V}O_2$ máx. en adultos con RM. Kittredge, Rimmer y Looney (1994), determinaron la validez de la milla caminando (Rockport) con adultos con retardo mental. Los sujetos utilizados incluyeron 25 hombres y mujeres. Los sujetos fueron sometidos a una evaluación máxima en banda sin fin; además la edad, peso, sexo, tiempo de caminata y la frecuencia cardíaca fueron usados para predecir el $\dot{V}O_2$ máx. en la fórmula de predicción de Rockport. Correlaciones significativas fueron obtenidas entre las mediciones ($29,5 \pm 7,2$ ml/kg-l/min-1 y los valores de consumo máximo de oxígeno de la fórmula de Rockport ($36,5 \pm 7,6$ ml/kg-l/min-1). Sin embargo, un 36% de los sujetos evaluados pueden ser ubicados en los valores de Rockport, indicando que las ecuaciones sobreestiman el $\dot{V}O_2$ máx. y los niveles de capacidad cardiovascular de adultos con retardo mental. Rintala, Dunn, McCubbin y Quinn (1991), validaron una prueba de campo (Rockport) en sujetos con retardo mental. La investigación se realizó con 19 sujetos sanos ($26 + 6$ años), con un retardo mental moderado. Cada uno de los sujetos realizó una prueba máxima en banda sin fin y la milla caminando. Se encontró un coeficiente de correlación de 0,78 a 0,83. El test-retest presentó una fiabilidad muy alta ($R = 0,97$). Dado lo anterior se sugiere que la milla caminando es válida y fiable en sujetos con retardo mental moderado.

En relación con investigaciones y poblaciones con síndrome Down en donde se busca validar la determinación del consumo máximo de oxígeno se puede citar: Climstein, Pitetti, Barrett y Cambbell (1993), el propósito de este estudio fue examinar la validez de las fórmulas de predicción para calcular el $\dot{V}O_2$ máx del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM), en jóvenes con retardo mental. Un total de 32 sujetos de los cuales 15 presentaban SD y 17 sin SD. Los participantes realizaron un protocolo de escalones en la banda sin fin y conectados a un analizador de gases para determinar el $\dot{V}O_2$ máx. Los sujetos con SD presentaron valores significativamente más bajos en el $\dot{V}O_2$ máx. que los sujetos sin SD ($p = 0,006$), con los siguientes resultados ($23,68 \pm 4,01$ vs $31,00 \pm 7,11$

Ml/kg /min respectivamente) Al correlacionar con las tablas del ACSM se concluyó una sobre predicción en los resultados con un 83,9% en los sujetos con SD y un 39,2% en los sujetos sin SD, por lo que los autores sugieren la no utilización de las tablas del ACSM para la prescripción de ejercicio en este tipo de sujetos ya que pueden suceder para la salud.

Dados los antecedentes presentados en donde se constata que el sedentarismo es un factor de riesgo para las enfermedades coronarias y que éstas van en aumento en todo tipo de poblaciones y de igual manera de cómo la actividad física es la antítesis del sedentarismo, la cual provoca cambios significativos positivos en el organismo cuando se participa en un programa estructurado de ejercicio. La participación dentro de un programa que involucre la mejora en la resistencia cardiovascular hace necesario la evaluación de este componente, para que su resultado pueda ser utilizado en la prescripción de la intensidad de trabajo, para comparar con una segunda evaluación si los objetivos del programa se están cumpliendo, entre otros. La problemática surge en la necesidad de contar con un protocolo de campo que sea de más fácil aplicación en sujetos con síndrome Down, puesto que autores como (Draheim y col. 1999; Kittredge y col. 1994 y Rintala y col. 1991), han validado la prueba de la milla con una prueba en banda sin fin, pero en sujetos con retardo mental y únicamente Climstein y col. (1993), han validado en sujetos con SD las fórmulas del ACSM para determinar el consumo máximo de oxígeno, y al final de sus resultados no recomienda el uso de las fórmulas en esta población pues se puede sobrestimar los resultados, debido a lo antes descrito es que surge la necesidad de validar Vol máx. alcanzado en la prueba de la milla, con el determinado en una prueba directa en laboratorio.

Objetivo general:

Validar el protocolo de una prueba indirecta (milla caminando adaptada) mediante una prueba directa (protocolo de banda rodante con analizador de gases) para medir el consumo de oxígeno máximo en varones con Síndrome Down costarricenses.

Objetivos específicos:

Determinar la relación entre el consumo máximo de oxígeno medido mediante una prueba indirecta y otra directa en sujetos varones con Síndrome de Down (SD).

Correlacionar la edad, estatura y peso con el consumo de oxígeno alcanzado en una prueba directa y una indirecta, en varones con Síndrome Down.

Definición de términos:

Factores de riesgo coronario: definirse como un aspecto del comportamiento personal o estilo de vida, una exposición ambiental o una característica heredada que con base a evidencias epidemiológicas se sabe que está asociada con una enfermedad o enfermedades relacionadas con la salud cuya prevención se considera de gran importancia (Willmore and Costill, 1999).

Aptitud física: La Asociación Americana de Medicina del Deporte define aptitud física como *"la capacidad general de adaptarse y responder, favorablemente al esfuerzo físico"* (Hoeger, Hoeger, Ibarra, 1996).

Aptitud física relacionada con la salud: La aptitud física relacionada con la salud es "un estado caracterizado por la capacidad para llevar a cabo actividades diarias con vigor, y la demostración de rasgos y capacidades asociadas con un bajo riesgo de desarrollo prematuro de enfermedades hipocinéticas" (ACSM, 2000).

Componentes de la aptitud física para la salud: Composición corporal, fuerza resistencia muscular, flexibilidad y resistencia cardiorrespiratoria (Hoeger y col. 1996).

Consumo máximo de oxígeno: El consumo de oxígeno (V_{O_2}), es un parámetro fisiológico que expresa la cantidad de oxígeno que consume o utiliza un organismo. Sus valores se dan en mililitros por kilogramo de peso por minuto; y representa la cantidad de oxígeno que capta la persona por cada kilogramo de peso corporal durante un minuto ($ml/kg-i/min-1$), También este valor se expresa directamente en L/min (Willmore y Costill, 1999; López y Fernández, 1998).

Discapacidad: El término discapacidad se define como cualquier deficiencia física, mental o sensorial que limite, sustancialmente una o más de las actividades principales de un individuo. Dentro de las discapacidades se da la siguiente clasificación: las discapacidades físicas, sensoriales y cognitivas (Asamblea Legislativa, 1996).

Síndrome Down: El síndrome de Down se define como un trastorno congénito del desarrollo, que se produce por la alteración del mecanismo de disfunción cromosómica que provoca un número anormal de cromosomas. (Diario La Gaceta, Cunnigham 1990)

Validez: La validez de una prueba lo que busca es dar respuesta a la pregunta ¿Mide esta prueba la característica en la que estoy interesado? La validez cuenta con dos componentes claves que son: La consistencia y la aplicabilidad. En relación con la consistencia, se incluye la fiabilidad de los resultados y la objetividad de los testadores. Cuando una prueba se repite sin que se haya dado cambios en el acondicionamiento del sujeto y se obtiene los mismos o similares resultados, se dice que la prueba es fiable. Cuando diferentes personas llevan a cabo o evalúan una prueba y obtienen los mismos resultados, entonces la prueba es objetiva (Flowley y Franck 1995).

Capítulo II MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo trataremos de dar una explicación más clara de cada uno de los términos que tienen relación en este estudio, para que el lector pueda entrelazar y entender por sí mismo la idea y el beneficio de este trabajo.

La adopción de estilos de vida inadecuados, han convertido al ser humano en autómatas, en personas que han convertido sus vidas en rutinas, donde cada actividad está establecida desde antes y no les queda tiempo para realizar actividades que los despejen, aumentando la incidencia de enfermedades degenerativas a causa de la sumatoria de factores de riesgo. Entre mediados y finales de la década de los sesenta el número de fallecimientos relacionados con las enfermedades coronarias, crisis cardíacas y problemas cardiovasculares asociados han ido aumentando a nivel mundial. Las enfermedades cardiovasculares representan la principal causa de muerte, el vertiginoso cambio en las condiciones de vida y en los hábitos alimentarios de la mayor parte de la población han favorecido el incremento de las enfermedades cardiovasculares, estas enfermedades acarrearán un impacto económico y afectan la calidad de vida, es por lo que en los últimos años ha aumentado el énfasis en la prevención, como un punto fundamental en las estrategias de ataque.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha determinado que más de 2 millones de personas mueren anualmente a causa de enfermedades coronarias, cáncer, diabetes, dislipidemia, osteoporosis, depresión y ansiedad en el mundo. Estas enfermedades representan el 60% de las muertes a nivel mundial, cifras que se proyectan a un 75% para el 2020. Dentro del desarrollo de las enfermedades degenerativas, específicamente las cardiovasculares, Costa Rica muestra similitud con los demás países occidentales. En 1993, las enfermedades del aparato circulatorio fueron la causa número uno de muertes, con una tasa de mortalidad de 3.9%. En Costa Rica entre 1995 y 1997 las enfermedades del sistema circulatorio fueron responsables de 12569 defunciones, para una tasa de 120 por cada 100000 habitantes convirtiéndose en 1997 como la primera causa de muerte; alcanzando

la isquemia del corazón un 48%, y de este porcentaje un 32% fueron infartos del miocardio. Para el año 2002 el infarto mató a 2345 personas, el derrame cerebral a 1292 y la hipertensión a 521 sujetos (OPS, 2002; CCSS, 2001; Dirección General de Estadística y Censos, 1994).

Los factores de riesgo coronario: Los factores de riesgo coronario son aquellos que según las investigaciones resultan más comunes entre los pacientes cardíacos. Los factores de riesgo pueden definirse como un aspecto del comportamiento personal o estilo de vida, una exposición ambiental o una característica heredada que con base a evidencias epidemiológicas se sabe que esta asociada con una enfermedad o enfermedades relacionadas con la salud cuya prevención se considera de gran importancia (Caspersen y Heath, 1999). Es por ello que Rasmussen (1995), indicó que el cambiar algunos hábitos y reducir los factores de riesgo es una tarea muy ardua, que debe ser planteada en forma generacional ya que, los mayores frutos, se obtendrán en el futuro si es que, en el presente se trabaja en forma sistemática y programada. Entonces es claro que inculcar hábitos de vida saludables ayuda al individuo a adquirir una mejor calidad de vida, donde su salud es un elemento indispensable y por tanto, tratar de evitar factores de riesgo que afectan de manera negativa a una calidad de vida adecuada (Saavedra, 1998). La Asociación Americana del Corazón AHA, (2003), clasifican los factores de riesgo de acuerdo a su susceptibilidad para ser modificables, los primeros son los factores de riesgo modificables donde la intervención oportuna puede hacer que el mismo desaparezca o disminuya mejorando el pronóstico de riesgo del paciente y los factores de riesgo no modificables, los cuales no son susceptibles de forma alguna. Dentro de los primeros se encuentra: la hipertensión arterial, tabaquismo, diabetes mellitus, obesidad, hiperlipidemia, alcoholismo y sedentarismo.

El sobrepeso y la obesidad han venido en aumento con los años, se han convertido en un problema de salud pública muy importante, que afecta a buena parte de la población e influye negativamente en la longevidad y la salud, dado lo anterior, en 1997 la OMS incluyó la obesidad entre las enfermedades epidérmicas, puesto que se encuentra asociada

con enfermedades cardiovasculares, hipertensión, arterosclerosis y derrame cerebro vasculares, de igual manera, con enfermedades metabólicas como: diabetes mellitus, hiperdislipidemias e hiperinsulinemias, y con cáncer de próstata y colón en hombres. La hipertensión es un factor de riesgo importante en las enfermedades cardiovasculares, con cada incremento tanto de la presión sistólica como de la diastólica, el riesgo de que se produzcan efectos cardiovasculares adversos aumenta con el tiempo. La presión sanguínea alta rara vez funciona por sí sola, tiende a trabajar en cooperación con otros factores de riesgo identificados, que incluyen la ingesta dietética inadecuada, el nivel de lípidos elevados, la obesidad, el tabaco, la diabetes mellitus y la falta de ejercicio. Otro factor de riesgo son los trastornos a nivel de lípidos, por lo que la dislipidemia, es el término técnico con el cual se hace referencia a este problema, aunque también se le conoce como hiperlipidemia. Las variables como el género, edad, distribución de grasa corporal, composición de la dieta, fumado, algunos medicamentos, herencia genética y sedentarismo, son factores que cuando se combinan producen o conducen a elevar los lípidos sanguíneos y la concentración de lipoproteínas. La Diabetes Mellitus es un grupo de enfermedades metabólicas que causan un trastorno en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas que dan como resultado una hiperglicemia. La Diabetes Mellitus tipo II es característica en personas obesas o que tienen antecedentes de obesidad. Generalmente se diagnostica después de los 40 años (Wilmore y Costill, 1998; ACSM 1997; Fernandez, 1996).

En relación con el sedentarismo, se puede comentar que el movimiento es parte inherente del ser humano, es una característica distintiva de la especie animal, este, además de ser instintivo y espontáneo, es racional y consciente; es decir, el hombre se mueve por una necesidad o propósito (Mathiev, 1993). Lo opuesto al movimiento es el sedentarismo que es considerado el factor de riesgo más importante para las enfermedades cardíacas. La inactividad física disminuye las capacidades del organismo y consecuentemente afecta el estado de bienestar del individuo (Pemberton y McSwegin 1993). En sí, el sedentarismo es un factor que imposibilita el buen funcionamiento orgánico a nivel físico, psíquico y social. La persona sedentaria al disminuir las capacidades físicas es menos eficiente; por lo general

se caracteriza por poseer sobre peso, por motivación y probablemente elevadas concentraciones de colesterol y lipoproteínas de baja densidad. S estilo de vida puede provocar una modificación de las aptitudes consecuentemente en el del bienestar del individuo (Benavides, 1995)

La actividad física: Son ya muchas las evidencias investigativas para asegurar que la actividad física produce cambios significativos desde el punto de vista estructural y fisiológico en el organismo. Pero entre los beneficios que produce la actividad física como aumentar la capacidad funcional en muchos sistemas orgánicos o producir cambios estéticos en el organismo, el que más importancia a tomado en los últimos años es la disminución que produce la actividad física sobre los factores que inciden en las enfermedades degenerativas. Existen en muchos conceptos relacionados con la actividad física los cuáles se diferencian por detalles que son desconocidos por la mayoría, por esa razón es que las personas mencionan esos términos sin discriminación alguna en ocasiones dos palabras distintas para referirse al mismo concepto, significando cosas diferentes. (Wilmore y Costill, 1999)

La actividad física se puede definir como cualquier movimiento corporal intencional, realizado con los músculos esqueléticos, que resulta en un gasto de energía, y nos permite interactuar con los seres y el ambiente que nos rodea. La actividad física puede ser una excelente manera de ocupar el tiempo libre, además de nivel físico, psicológico y social. La aptitud física está relaciona con la prevención de los factores de riesgo coronario, implica la máxima capacidad funcional de todos los sistemas del cuerpo, especialmente el cardiovascular y el músculo-esquelético; por lo tanto, se debe mantener diariamente la resistencia cardiovascular, la fuerza, la resistencia muscular y ka flexibilidad. (Williams, 2001; Hoeger y otros, 1996; Lamb, 1978)

Ejercicio físico, es una subcategoría de la actividad física que es planeada, estructurada y repetida hasta un final u objetivo intermedio alcanzado, o para mantener la salud de cada individuo que realiza el trabajo para alcanzar logros o mejorías a nivel físico. Por otro lado el deporte es una subcategoría del ejercicio físico que es reglamentado con el fin de

conseguir un objetivo específico y tiene un carácter competitivo. El deporte es en pocas ocasiones recreativo y no es recomendable para mejorar los niveles de aptitud física debido a diversos factores. (Wilmore y Costill, 1999)

Los beneficios que se obtienen con la participación regular en programas de acondicionamiento físico y bienestar general son varios. El mejoramiento de la capacidad funcional del aparato cardio-pulmonar es uno de los muchos beneficios que se dan por la actividad física, donde se da un aumento en el tamaño y grosor de los ventrículos y paredes del corazón, así mismo aumenta considerablemente el volumen sanguíneo y disminuye la frecuencia cardíaca en reposo. A nivel músculo-esquelético el mayor beneficio se da en el aumento de la cantidad de fibras musculares que intervienen en una contracción. Entre otros beneficios podemos mencionar la reducción y control del estrés, mejoramiento en la flexibilidad, disminución de enfermedades metabólicas. Sin duda alguna más importante es el mejoramiento de la calidad de vida. Donde las personas con buena aptitud física y que además practican sanos patrones de vida, son generalmente más saludables y viven mejor. (Wilmore y Costill, 1999)

Los componentes de la aptitud física: La aptitud física es la capacidad general de adaptarse y responder favorablemente al esfuerzo físico. Esto quiere decir que el individuo se considera físicamente apto cuando puede realizar sus tareas físicas diarias normales, al igual que las inesperadas, sin peligro de fatiga excesiva y con energía sobrante para disfrutar de sus ratos libres y de actividades recreativas. Sin embargo, se puede decir, que la aptitud física es un estado biológico ideal, que se alcanza fundamentalmente, por el desarrollo de los siguientes cinco componentes básicos y relacionados a la salud: a) composición corporal, b) fuerza c) resistencia muscular, d) flexibilidad y e) resistencia cardiorrespiratoria (Hoeger y col. 1996).

La composición corporal se refiere a la composición de los diferentes componentes del cuerpo humano, en la ciencia del ejercicio existen dos componentes principales: la masa magra (músculos, huesos, órganos, agua, etc.) y la masa grasa. Una persona que tiene una gran cantidad de masa corporal magra en comparación con su masa grasa tendrá una mejor

calidad de vida que una persona a la inversa, el más magro tendrá relativamente más masa muscular para mover su cuerpo por lo que tendrá más éxito en las actividades de la vida diaria, los juegos recreativos y en la competición deportiva (Mac D; 2000).

El entrenamiento de contra resistencia, comúnmente llamado entrenamiento con pesas o de fuerza, se ha convertido en la forma más popular de realizar ejercicio; tanto para mejorar la aptitud física como para la preparación de atletas. El entrenamiento de contra resistencia ha sido descrito como el tipo de ejercicio que requiere del movimiento de los músculos contra una fuerza que se opone, la cual se realiza con algún tipo de equipo, como el peso libre o las máquinas dinámicas con sobrecarga. Las personas que participan de un programa de ejercicios con pesas obtienen beneficios específicos en los músculos que se ponen en acción, además de los beneficios fisiológicos como: Aumento de la masa muscular o fibras (hipertrofia), cambios bioquímicos, disminución de la grasa corporal, adaptaciones nerviosas, cambios en la flexibilidad, efectos sobre el rendimiento atlético y motor (Wilmore y Costil, 1999; Fleck y Kraemer, 1997 y Bowers y Fox, 1997).

La resistencia muscular implica la capacidad de un músculo o grupo muscular para repetir movimientos idénticos (dinámicos) o para mantener un cierto grado de tensión durante un tiempo determinado (estático), es decir, la resistencia muscular es la capacidad que permite producir durante el mayor tiempo posible, o mediante varias repeticiones, un esfuerzo localizado, en función del grado de intensidad requerida, si se mantiene en condiciones aeróbicas o si precisa llegar al estado de anaerobiosis. La resistencia muscular depende en gran parte de la fuerza, por lo tanto una prueba de resistencia muscular determina el nivel de aptitud, y algunas son las lagartijas modificadas, los abdominales cortos y los saltos de banco entre otros (Wilmore y Costill, 1999; Hoeger y col. 1996; Castañer y Camerino 1996).

La flexibilidad ha sido definida como la amplitud de movimiento de una articulación o de una serie de articulaciones y refleja la capacidad de las unidades musculotendinosas para

elongarse tanto como se lo permitan las restricciones físicas de la articulación. La amplitud articular depende de la soltura o flexibilidad de los músculos agonistas y antagonistas, de los tendones y tejido conectivo asociado, de los ligamentos que rodean a la articulación, de la integridad de la propia cápsula articular y el exceso de grasa corporal. El entrenamiento de la flexibilidad debe ser parte importante de cualquier programa de ejercicios ya que un nivel satisfactorio puede mejorar la capacidad para llevar a cabo muchas de las actividades cotidianas, mejora la postura, reduce la probabilidad de problemas en la parte baja de la espalda, mejora el rendimiento deportivo y reduce el riesgo de lesiones durante actividades deportivas y recreativas (George y col.1999; Howley y Franks, 1995).

La capacidad aeróbica se puede definir como la capacidad para realizar una actividad dinámica que involucre importantes grupos musculares, de intensidad moderada o alta durante periodos prolongados de tiempo. La realización de esta actividad depende del estado funcional de los sistemas respiratorio, cardiovascular y locomotor y está íntimamente ligada a la salud porque un bajo nivel se asocia con un riesgo incrementado de muerte prematura por distintas causas (especialmente por enfermedad cardiovascular), un buen nivel se asocia con niveles más altos en la realización de actividad física con regularidad lo que conlleva beneficios para la salud (ACSM, 1999).

La evaluación de la aptitud física: La evaluación periódica de la aptitud física relativo a la salud determina el punto de partida de los participantes con respecto a las normas establecidas, los resultados de estas se pueden utilizar para hacer hincapié en la importancia de adoptar un estilo de vida activo con el fin de tener niveles elevados de función cardiorrespiratoria, disminución de la grasa corporal, aumento de la fuerza y resistencia musculares y flexibilidad, necesarios para evitar lesiones en la parte baja de la espalda, entre otros. La evaluación de la aptitud física estima los puntos fuertes y débiles del individuo, establece objetivos realistas, le da seguimiento a los progresos realizados y mejora la motivación. El ACSM, recomienda realizar las evaluaciones de la aptitud física en el siguiente orden: La composición corporal, la capacidad cardiorrespiratoria, la aptitud muscular (resistencia y fuerza) y flexibilidad (ACSM, 2000; George y col. 1999).

La importancia de la resistencia cardiorrespiratoria: La resistencia cardiorrespiratoria, es una capacidad motora del hombre y puede definirse como la capacidad de resistir fatiga en trabajos de prolongada duración. Para determinarla se toman en consideración diversos factores fisiológicos, volutivos y de coordinación. Además el trabajo de resistencia depende directamente del sistema cardiorrespiratorio por lo que su desarrollo está relacionado con el estado de crecimiento de dicho sistema y de cada edad. De forma genérica y según los estudios fisiológicos se establece tres clases de manifestación de la resistencia: a) aeróbica, se da en un tiempo relativamente largo, el músculo realiza un trabajo de media intensidad y un consumo submáximo de oxígeno-, b) anaeróbica llamada también lactácida por que el trabajo se realiza en presencia de ácido láctico puesto en funcionamiento cuando el nivel de consumo de oxígeno supera el límite máximo. Es generada por un tipo de intensidad elevada en un período de tiempo relativamente corto-, c) específica se da cuando se combinan los dos tipos de resistencia antes mencionados, es propia de los juegos motores producidos de forma espontánea en la infancia. La capacidad aeróbica es muy variable entre individuos, y depende fundamentalmente de la dotación genética, la edad, el sexo, el peso y el tipo de población con que se va a trabajar; la herencia puede condicionar hasta el 70% del consumo máximo de oxígeno (V_{O_2} máx.), dependiendo solo un 20% del entrenamiento (López y Fernández, 1998; Castañer y Camerino, 1996).

El sistema cardiorrespiratorio: El sistema cardiorrespiratorio está compuesto por el sistema circulatorio y el respiratorio. En relación con el sistema circulatorio que comprende el conjunto de órganos especializados para facilitar la circulación de la sangre en el cuerpo. El aparato circulatorio se compone del corazón, arterias y arteriolas, venas, vénulas y capilares. Dentro de sus funciones se encuentra la distribución de nutrientes y oxígeno, la eliminación de bióxido de carbono y productos de desecho, el transporte de hormonas de mantenimiento, control de la temperatura del cuerpo y el control de la acidez. El corazón es el órgano más importante del sistema circulatorio y está localizado entre los pulmones, arriba del diafragma, su estructura es muscular y se le da el nombre de miocardio o músculo cardíaco. En relación con el sistema respiratorio que es el encargado de hacer que el oxígeno del aire llegue al interior del organismo y, transportado por las células

sanguíneas, alcance todas las células del cuerpo. En el sistema circulatorio el aire circula en dos direcciones: en la inspiración, el aire cargado de oxígeno entra en los pulmones, y en la expiración, el aire sin oxígeno pero cargado de dióxido de carbono, es expulsado al exterior. Dado que el oxígeno es el responsable de los procesos químicos que permiten el movimiento locomotor, y es transportado por la sangre a las células y la sangre es dirigida a todo el cuerpo por el bombeo del corazón es que se da la relación entre estos sistemas. La capacidad funcional se puede definir como la capacidad máxima de trabajo del corazón y del sistema vascular para transportar la cantidad adecuada de oxígeno a los músculos que trabajan, permitiendo la realización de actividades que implican a grandes masas musculares (Lopategui, 2000; George, Fisher y Vehrs, 1999; Wilmore y Costill, 1999).

El músculo cardíaco es único porque tiene la capacidad de mantener su propio ritmo (frecuencia cardíaca) que es conocido como el ciclo cardíaco y que tiene que ver con la contracción unificada y simultánea de los atrios y ventrículos del corazón y que es regulado por factores intrínsecos y extrínsecos. La regulación intrínseca está determinada por el nódulo sinusal que es una masa de tejido muscular especializado que se encuentra en el atrio derecho y se polariza y despolariza espontáneamente proporcionando el estímulo innato del corazón. La regulación extrínseca está dada por influencias neurales que se transmiten a través de los componentes simpáticos y parasimpáticos del sistema nervioso autonómico, la estimulación de los nervios simpáticos cardio aceleradores liberan las catecolaminas epinefrina y norepinefrina que actúan acelerando la despolarización del nódulo sinusal, esta aceleración en la frecuencia cardíaca se denomina taquicardia. La acetil-colina que es la hormona del sistema nervioso parasimpático demora el ritmo de descarga sinusal y disminuye el ritmo del corazón, este efecto es mediado por la acción del nervio vago cuyos cuerpos celulares se originan en el centro cardioinhibidor de la médula (Wilmore y Costill, 1999).

La frecuencia cardíaca en reposo se reduce notablemente como consecuencia del entrenamiento de resistencia, en personas sedentarias aproximadamente se reduce en una pulsación por minuto cada semana durante las primeras semanas de entrenamiento, por lo

que después de 12 semanas de entrenamiento moderado de resistencia la frecuencia cardíaca deberá descender aproximadamente en 12 lat/min. Los mecanismos verdaderamente responsables de esta reducción no se conocen del todo pero el entrenamiento parece incrementar la actividad parasimpática en el corazón, reduciendo mismo tiempo la actividad simpática (Wilmore y Costill, 1999).

Durante años, la frecuencia cardíaca se ha venido utilizando como indicador del nivel de rendimiento con base a la premisa de que una frecuencia cardíaca en reposo baja, indica el amplio volumen de bombeo que suele estar asociado con una respuesta cardíaca y rendimiento aeróbico altos, sin embargo a pesar de que los cambios intrínsecos en el corazón, el control autónomo y la densidad del receptor han sido ampliamente estudiados, aún no se ha llegado a un acuerdo acerca de los mecanismos que pueden estar produciendo los cambios de la frecuencia cardíaca, además de que no se disponen de los suficientes datos para cuantificar el grado de variación en la frecuencia cardíaca que cabría esperar cuando tiene lugar un cambio determinado en la potencia aeróbica máxima. Por último, debido a que la frecuencia cardíaca en reposo responde al entrenamiento con mucha más rapidez que las mediciones de la potencia aeróbica máxima y a que muchos deportistas con VO₂ máx. alto (más de 70 ml/kgi/min¹), tienen una frecuencia cardíaca en reposo igual a la que tendría una persona sin entrenamiento previo (unos 70 lat/min), ponen en tela de juicio la utilización de la frecuencia cardíaca en reposo como un índice de potencia aeróbica (May Dougall, Wenger y Green, 2000). La frecuencia cardíaca en reposo puede verse afectada por diversos factores tales como la posición del cuerpo, la dieta, el consumo de drogas, alcohol o cafeína, el uso de medicamentos beta bloqueadores, la fatiga y la tensión (George, Fisher y Vehrs, 1999).

El consumo máximo de oxígeno (V_{O2} máx.) El consumo de oxígeno (V_{O2}), es un parámetro fisiológico que expresa la cantidad de oxígeno que consume o utiliza un organismo. La medición directa o la estimación indirecta de este parámetro nos permite cuantificar de alguna forma el metabolismo energético, ya que el oxígeno que se utiliza como comburente en las combustiones que tienen lugar a nivel celular y que permite la transformación de energía química en energía mecánica (contracción muscular).

A medida que se establece una mayor demanda energética, el consumo de oxígeno va siendo cada vez mayor. El $\dot{V}O_2$ depende de todos los factores que intervienen en el recorrido que siguen las moléculas de oxígeno procedentes del aire atmosférico hasta llegar al interior de la mitocondria, donde se reduce y se une a dos hidrógenos para formar H_2O , que es la forma en la que el oxígeno utilizado se elimina en el organismo. Se determina mediante la absorción de oxígeno y la frecuencia cardiaca a niveles submáximos de cargas de trabajo, lo cual permite determinar la máxima capacidad de trabajo corporal teóricamente posible en personas (López y Fernández, 1998).

Cuando nuestro cuerpo pasa del estado de reposo a un estado de ejercicio, las necesidades de energía se incrementa y el metabolismo aeróbico aumenta en proporción directa con el incremento, con el ritmo de esfuerzo. Cuando el cuerpo se enfrenta a demandas crecientes de energía acaba por alcanzar un límite para el consumo de oxígeno. Este valor máximo recibe la denominación de capacidad aeróbica, consumo máximo de oxígeno o $\dot{V}O_2$ máx. y es para muchos la mejor forma de medir la resistencia cardiorrespiratoria. Como las necesidades de energía de cada persona varían con el tamaño del cuerpo el $\dot{V}O_2$ máx. se expresa generalmente en relación con el peso corporal. Sus valores se dan en mililitros por kilogramo de peso por minuto; y representa la cantidad de oxígeno que capta la persona por cada kilogramo de peso corporal durante un minuto ($ml/kg \cdot l/min \cdot i$), También este valor se expresa directamente en L/min . Un hombre adulto y sedentario de mediana edad presenta valores de $45 ml/kg \cdot l/min \cdot 1$ y una mujer de $38 ml/kg \cdot$. En deportistas de alto rendimiento se encuentran valores entre 80 y $90 ml/kg \cdot i/min \cdot$ (Aragón —Fernández 1995)

La evaluación del Vol máx: Para medir el consumo de oxígeno y expresar los valores como resultado obtenidos existen dos tipos de pruebas directas e indirectas. En las directas los resultados se obtienen automáticamente por medio de un analizador de gases, en las indirectas los resultados se obtienen relacionando linealmente la frecuencia cardíaca y la captación de oxígeno (López y Fernández, 1998).

La medición del $\dot{V}O_2$ máx. en forma indirecta, se realiza mediante fórmulas que dependen del ejercicio realizado en la banda o bicicleta, del consumo basal de oxígeno y de diversos constantes. Los resultados traslapan a tablas que según peso, edad, género y esfuerzo posibilitan extraer un valor indirecto del consumo de oxígeno. El consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máx.) indirecto puede ser calculado en personas con ciertas limitaciones físicas, como normales o individuos entrenados. Sin embargo esta estimación puede traer errores que son de magnitud variable según las características del sujeto o población a estudiar y el grado de capacidad funcional. Tanto los protocolos directos como indirectos se pueden desarrollar en medios de laboratorio o en campo; así como también existen las pruebas máximas y submáximas. Las pruebas de laboratorio son llevadas a cabo en un entorno controlado, donde se utilizan protocolos y equipos que estimulan un deporte, ejercicio físico o una actividad física. Las pruebas de campo no requieren equipos especiales, se pueden realizar en cualquier lugar y son fáciles de ejecutar ya que se utilizan una actividad natural (Serra, 1996).

Pruebas de laboratorio y campo: El científico deportivo, el entrenador, el especialista en salud utiliza las evaluaciones para conocer el estado actual del sujeto y para controlar los progresos. Estos objetivos pueden obtenerse por medio de evaluaciones laboratorio y/o de campo, para lo cual es fundamental elegir las y administrarlas de forma adecuada (ACSM, 1999).

Pruebas de laboratorio: Las pruebas de laboratorio son llevadas a cabo en un entorno controlado, donde se utilizan protocolos y equipos que estimulan un deporte, ejercicio físico o una actividad física. Las pruebas de laboratorio pueden evaluar la adaptación funcional del organismo al ejercicio, si el gesto deportivo se produce de forma específica (ACSM, 1999).

Ventajas: 1. Las pruebas de laboratorio se caracterizan por ser muy meticulosas.

2. Tienen un mayor grado de precisión.

3. Este tipo de pruebas mide directamente la variable en cuestión.

4. Se utiliza en investigación científica o cuando se necesita garantizar la validez de los resultados.

5. Los resultados obtenidos son más fiables, pues el rendimiento o la respuesta de un sujeto no va a estar influenciado por variables externas como temperatura, velocidad del viento, entre otras, no obstante su validez se cuestiona en comparación a las del campo por no ser específicas de una actividad, sino la simulación de la misma.

6. Un ejemplo son las evaluaciones realizadas en cicloergómetros, el cual se ha modificado con el fin de que se asemeje al tipo de bicicleta utilizado en competición.

Desventajas

1. Estas pruebas utilizan equipo muy costoso.
2. Miden una sola persona.
3. La persona que la aplica debe ser muy capacitada con suficiente experiencia.
4. No es cualquier persona la que se puede hacer estas pruebas ya que son muy caras entre otras.
5. Además requieren mucho tiempo de ejecución.

Pruebas de campo Para obtener una estimación fitness cardiorrespiratoria se puede utilizar diferentes pruebas de campo, denominadas así porque no requieren equipos especiales pueden hacerse prácticamente en cualquier sitio y utilizar las actividades sencillas de andar y correr, con las pruebas de campo se intenta llevar a cabo una valoración funcional que reproduzca el gesto deportivo lo más específicamente posible sobre el terreno. Lugar donde el individuo realiza la actividad física habitual. Todas ellas están basadas en tablas de referencia válidas y generalmente proporcionan datos bastante fiables (Howley y Franks, 1995).

Ventajas

1. Su correlación moderadamente alta con el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.).
2. El uso de una actividad natural.
3. El elevado número de participantes que pueden ser evaluados a la vez en poco tiempo.

4. Las pruebas de campo presenta mayor especificidad.
5. Estas pruebas podían ser de gran utilidad en el deporte escolar en general para cualquier actividad física no competitiva, debido a su escaso costo, rapidez de realización e información proporcionada.

Desventajas: 1. Dificulta la medición de las respuestas fisiológicas como ritmo.

2. El rendimiento se ve afectado por otros factores como la motivación, estado de ánimo, el clima.

3. No puede utilizarse en evaluaciones sub-máximas o graduales.

4. Tienen menor repetitividad que aquellos realizados en el laboratorio entre otros motivos por la variabilidad de las condiciones ambientales puesto que los científicos no pueden controlar variables como la velocidad del viento, temperatura, humedad, y condiciones de campo de juego o de la pista, el rendimiento del sujeto varía más en las pruebas campo.

5. Los resultados no son tan fiables como los obtenidos como las pruebas de laboratorio. Dentro las pruebas de campo mas utilizadas para valorar la capacidad aeróbica esta la Cooper de doce minutos y la milla en la que se recorren 1609 m.

Pruebas de medición directa e indirecta en relación con el $\dot{V}O_2$ máx. El volumen máximo de oxígeno puede ser medido de dos maneras, una directa y otra indirecta. La incorporación de tecnología avanzada nos ha permitido determinar en forma directa, respiración a respiración, el valor y volumen de gases ventilados la saturación de oxihemoglobina, la forma y carga de trabajo, mostrando en forma constante la fisiología y fisiopatología del esfuerzo físico, lo cual sumándose al electrocardiograma (E.C.G), son de gran ayuda para el evaluador. Se utiliza para ello calometría directa o indirecta. La indirecta se realiza con circuito cerrado o circuito abierto. Esta técnica es simple y barata que la calometría directa, pero la literatura científica que los resultados de ambas son similares (ACSM, 1999).

Las Pruebas máximas: Durante la realización de ejercicios máximos o agotadores el V_{O_2} máx. se define como el ritmo más alto de consumo de oxígeno. Para indicar el fitness cardiorrespiratorio Pueden usarse dos tipos básicos de pruebas maximales, pruebas de laboratorio que implican la medición de las respuestas fisiológicas a niveles de trabajo en aumento y pruebas de rendimiento hasta el grado máximo de resistencia por ejemplo (tiempo de una carrera de una milla). Los resultados de las pruebas maximales pueden utilizarse para revisar el programa de actividades Es importancia mencionar que estas pruebas requieren que los participante se ejerciten a su máxima capacidad, de manera que hay que estar muy pendiente de su edad, de los resultados del cuestionario examen médico de salud, su estilo de vida y el para determinar si el participante se encuentra en condiciones para realizar esta prueba. (ACSM, 1999).

Las pruebas máximas son aquellas donde la intensidad y duración del ejercicio deben ser suficientemente grandes para lograr una respuesta del sistema cardiovascular cercano al máximo. Un criterio importante para determinar el V_{O_2} máx. es que el consumo decline o alcance una meseta aun con el aumento de las cargas. La evaluación del V_{O_2} máx. mediante una prueba de intensidad máxima se considera una de las más fiables después de la medición directa, pero tiene la desventaja de que los evaluados tienen que realizar el ejercicio hasta llegar a la fatiga voluntaria (ASCM, 2000).

Pruebas sub-máximas Entre las pruebas de laboratorio y de campo existen pruebas sub-máximas cuyo fin principal es determinar la relación entre frecuencia cardiaca y el esfuerzo que realiza una persona, para determinar el V_{O_2} máx.

Durante los ejercicios de actividad submaximal, la frecuencia cardiaca (FC) y la ventilación aumentan aproximadamente en proporción al incremento del consumo de oxígeno, conforme se incrementa la carga del trabajo hasta que se enlacen la FC y V_{O_2} máx. para formar una constante, es importante recordar que este punto alcanza su constante casi al mismo tiempo. Hasta un punto determinado habitualmente cuando el individuo

alcanza una determinada FC se representa en cierto porcentaje; principalmente un la FC predicha. Existen factores 85% de que pueden afectar la relación lineal entre F.Oy carga la del trabajo. Estos constituyen estímulos externos como nerviosismo, ingestión alimento, risa, deshidratación tem de algún peratura corporal elevada, temperatura y humedad ambiental elevadas, actividad física previa otras. Estos factores deben tomarse en cuenta para reducir el mínimo de error en la medición (Aragón y Fernández, 1995; ACSM, 1999; Astrand y Rodhal, 1985).

Estas pruebas pueden proporcionar generalmente una cercana aproximación de consumo máximo de oxígeno. Estos protocolos con frecuencia subestiman o sobrestiman el VO2 máx. alrededor del 10% para un individuo dado. Con la aplicación de esta prueba, podemos llegar a obtener resultados para diagnosticar un trabajo físico sin que se dañe el organismo del deportista o persona de bajo nivel (Lamb, 1985).

Discapacidad: El término discapacidad se define como cualquier deficiencia física, mental o sensorial que limite, sustancialmente una o más de las actividades principales de un individuo. Dentro de las discapacidades se da la siguiente clasificación: las discapacidades físicas, sensoriales y cognitivas (Asamblea Legislativa, 1996).

En las discapacidades físicas se encuentran la parálisis cerebral. Además se encuentran las amputaciones, la cual es considerada como la falta de todo o una parte de un miembro del tren superior o inferior del cuerpo humano. (Pitetti, 1992)

Las discapacidades sensoriales se clasifican en dos las auditivas y las visuales. Las auditivas se definen como: aquellas alteraciones de carácter cuantitativo con respeto a una correcta percepción de la audición y se clasifican en sordos e hipoacúsicos. La visual se define como la pérdida de la capacidad total o parcial para ver en la forma que lo hacen las personas con una visión normal y se clasifican en ciego total definido como la ausencia total o simple percepción luminosa. (Marín, 1999).

La discapacidad cognitiva, comprende el retardo mental y el síndrome de Down. El Retardo Mental hace referencia a limitaciones sustanciales en el funcionamiento actual. Se caracteriza por un funcionamiento intelectual significativamente inferior a la media, que generalmente coexiste junto a limitaciones en dos o más de las siguientes áreas de habilidades de adaptación: comunicación, auto cuidado, vida en el hogar, habilidades sociales, utilización de la comunidad, auto dirección salud y seguridad, habilidades académicas funcionales, tiempo libre y trabajo. El retraso mental se ha de manifestar antes de los 18 años de edad (Verdugo, 1994). El síndrome de Down se define como un trastorno congénito del desarrollo, que se produce por la alteración del mecanismo de disfunción cromosómica que provoca un número anormal de cromosomas. (Diario La Gaceta, 1996-, Cunnigham 1990).

Síndrome Down: Cunnigham (1990), lo describe como el resultado en la planificación que llevan a cabo los cromosomas. El cromosoma 21 añade información genética extra que afecta la progresión normal de crecimiento y desarrollo. Por la distribución de cromosomas que conducen al síndrome de Down se dan varios tipos: Trisomía 21, anomalía que se describe como la presencia de un cromosoma suplementario en el par 21, y la poseen la mayoría de los niños con síndrome de Down. Trisomía 21 mosaico normal, cuando los errores de distribución ocurren en la segunda o tercera división celular, permitiendo que algunas células sean normales y otras tengan Trisomía 21. Esta condición se presenta en un 4% de los niños con síndrome de Down. Un niño en estas condiciones tiene un complemento cromosómico normal, y por lo tanto menos características físicas y mejor desarrollo mental que los niños con Trisomía 21 total. Mediante estudios cromosómicos se puede detectar este tipo. Traslocación, cuando el cromosoma 21 se fractura y su brazo largo permanece adherido al extremo quebrado de otro cromosoma (con frecuencia al número 14 o 22) ocurre el reordenamiento llamado traslocación. Con un par de cromosomas 21 normales al que se agrega este brazo largo del cromosoma 21, el efecto de la serie agregada de genes 21 es el síndrome de Down; y se da en otro 4% de los niños con dicho síndrome casi un tercio de los casos de Trisomía 21 por traslocación, uno de los padres, pese a ser física y mentalmente normal, puede ser portador genético balanceado del

cromosoma de traslocación, uno de sus dos cromosomas 91 esta adherido a otro, de modo que solo posee 45 en total (Lejeune 1982, Cunnigham, 1990).

El hecho de que las personas con síndrome de Down tengan parecido material genético, hace que compartan muchas características físicas y mentales y se parezcan hasta cierto punto los unos a los otros, sin embargo, por el plan genético que heredan de sus progenitores tienen muchas características en común con su familia y se parecerán a sus hermanos y hermanas; y a la vez poseen un alto grado de individualidad en sus rasgos físicos, habilidad mental y personalidad. Solo se dice que un individuo tiene el síndrome de Down cuando tiene varias características propias del síndrome Down y exceso de material cromosómico del 91. Las características en muchos de los estudios sobre el síndrome aumentan día a día. Algunas características de los sujetos con SD, se pueden dar en sujetos normales, pero de manera aislada. Los ojos tienen una inclinación hacia arriba y hacia fuera, la cara tiene un aspecto plano, la cabeza es generalmente más pequeña de lo normal, las orejas suelen ser pequeñas y por lo general están implantadas más abajo, la boca generalmente es pequeña, el paladar alto y estrecho con el maxilar superior subdesarrollado. Debido al espacio reducido de la boca la lengua tiene menos sitio y, por lo tanto, tiende a salir hacia fuera, además los músculos de la mandíbula y la lengua suelen ser más débiles, el cuello es ligeramente corto, a menudo las piernas y los brazos son cortos en comparación con la longitud del tronco, las manos suelen ser anchas y planas, y los dedos cortos, los pies suelen ser anchos, su tono muscular pobre, así como la falta de tracción y respuestas posturales cuando se mantiene de pie o camina sobre una superficie, el desarrollo del lenguaje suele ser muy simple y difícil de entender, la capacidad intelectual puede ser desde casi normal hasta un retardo severo, el cerebro está bien constituido pero no alcanza el perfecto desarrollo, ni la plenitud de funcionamiento. Estas personas pueden aprender a lo largo de toda su vida y no solo hay que insistir en aspectos cognitivos, sino en muchos otros que pueden hacer la vida feliz (Lejeune, 1982; Cunnigham, 1990).

Investigaciones de cambios en el V02 máx por el entrenamiento: Investigaciones en donde se ha considerado la determinación del consumo máximo de oxígeno o los cambios de éste por el entrenamiento en sujetos con SD se pueden citar:

Fernhall y col. (1996) ,quienes evaluaron la capacidad cardiorrespiratoria en personas con Retardo Mental con SD y sin SD, ellos realizaron análisis metabólicos a 111 personas (31 hombres y 16 mujeres con SDy 35 hombres y 39 mujeres sin SD), aplicaron una evaluación en banda sin fin con un protocolo de caminata, los resultados obtenidos mostraron que los individuos con RM sin SDpresentaron niveles bajos de V02 máx., lo cual concuerda con su capacidad cardiovascular. Los sujetos con RM Y SD, presentaron niveles más bajos que sus compañeros sin SD.

Millar y col. (1993), determinaron el efecto del entrenamiento aeróbico en adolescentes con Síndrome de Down. En este estudio se trabajó durante 10 semanas, tres veces por semana con una duración de treinta minutos, con una intensidad entre el 65-75% de la frecuencia cardíaca máxima. El estudio se realizó en 10 sujetos con SD y 4 sujetos SU como control. Después del tratamiento no se encontraron cambios en el V02 máx. , sin embargo, se mejoró significativamente la capacidad en el tiempo de caminata y se aumentó los niveles de fatiga.

Pitetti y col. (1992), se propusieron comparar la capacidad cardiovascular de personas con síndrome de Down e individuos con retardo mental leve y moderado (RM). Evaluaron 16 jóvenes adultos con SD y 16 sujetos con RM, los resultados mostraron que los individuos con retardo mental tuvieron estadísticamente un mayor V02 máx. que los individuos con Síndrome de Down.

Investigaciones de correlación del VO2 máx en sujetos discapitados: Investigaciones en donde se determinó la correlación de dos pruebas para determinar el consumo máximo de oxígeno se pueden citar: Draheim y col. (1999), determinaron en un total de 10 hombres y 13 mujeres con un promedio de edad de 21,7 +2,6 años la correlación de la milla caminando tradicional (Rockport, 1 sujeto caminando a , la vez) y la Rockport modificada (5 sujetos caminando a la vez), en adultos con retardo mental. Se aplicó una prueba máxima en banda sin fin. Al comparar los resultados obtenidos en la prueba Rockport tradicional y la modificada no se encontraron diferencias significativas en cuanto al tiempo y la frecuencia cardíaca. La variable de predicción fue alta y similar entre el resultado de las dos

pruebas anteriores y la prueba máxima en banda. En relación con el protocolo modificado se encontró una predicción alta en cuanto al tiempo y la frecuencia cardíaca; en relación con el protocolo tradicional se presentó una asociación similar únicamente con el tiempo. El protocolo modificado puede ser usado para predecir la capacidad aeróbica, pero, desafortunadamente la ecuación de predicción sobreestima la predicción del $\dot{V}O_2$ máx. en adultos con RM.

Kittredge y col. (1994), determinaron la validez de la milla caminando (Rockport) con adultos con retardo mental. Los sujetos utilizados incluyeron 25 hombres y mujeres. Los sujetos fueron sometidos a una evaluación máxima en banda sin fin; además la edad, peso, sexo, tiempo de caminata y la frecuencia cardíaca fueron usados para predecir el $\dot{V}O_2$ máx. en la fórmula de predicción de Rockport. Correlaciones significativas fueron obtenidas entre las mediciones ($29,5 \pm 7,2$ ml/kgi/min¹ y los valores de consumo máximo de oxígeno de la fórmula de Rockport ($36,5 \pm 7,6$ mUkg-1/min-1). Sin embargo, un 36% de los sujetos evaluados pueden ser ubicados en los valores de Rockport, indicando que las ecuaciones sobreestiman el $\dot{V}O_2$ máx. y los niveles de capacidad cardiovascular de adultos con retardo mental.

Rintala y col. (1991), validaron una prueba de campo (Rockport) en sujetos con retardo mental. La investigación se realizó con 19 sujetos sanos (26 ± 6 años), con un retardo mental moderado. Cada uno de los sujetos realizó una prueba máxima en banda sin fin y la milla caminando. Se encontró un coeficiente de correlación de 0,78 a 0,83. El test-retest presentó una fiabilidad muy alta ($R = 0,97$). Dado lo anterior se sugiere que la milla caminando es válida y fiable en sujetos con retardo mental moderado.

Investigaciones de correlación del $\dot{V}O_2$ máx. en sujetos con SD: En relación con investigaciones y poblaciones con síndrome Down en donde se busca validar la determinación del consumo máximo de oxígeno se puede citar: Climstein y col. (1993), en su estudio examinaron la validez de las fórmulas de predicción para calcular el $\dot{V}O_2$ máx. del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM), en jóvenes

con retardo mental. Un total de 32 sujetos de los cuales 15 presentaban SD y 17 sin SD. Los participantes realizaron un protocolo de escalones en la banda sin fin y conectados a un analizador de gases para determinar el V02 máx. Los sujetos con SD presentaron valores significativamente más bajos en el V02 máx. que los sujetos sin SD ($p = 0,006$), con los siguientes resultados ($23,68 \pm 4,01$ vs $31,00 \pm 7,11$ ml/kgi/min-1 respectivamente). Al correlacionar con las tablas del ACSM se concluyó una sobre predicción en los resultados con un 83,9% en los sujetos con SD y un 39,2% en los sujetos sin SD, por lo que los autores sugieren la no utilización de las tablas del ACSM para la prescripción de ejercicio en este tipo de sujetos ya que pueden suceder posibles riesgos para la salud.

Capítulo III

METODOLOGÍA

En este capítulo se presentará una descripción paso a paso, de todos los elementos que se tomaron en consideración en el momento de llevar a cabo las mediciones que dan el sustento práctico al estudio, así como el análisis estadístico utilizado.

Sujetos:

En este estudio participaron 8 hombres con síndrome de Down los cuales pertenecían al Programa Recreación y Actividad Física para niños y jóvenes Discapacitados de la Universidad Nacional, y del Instituto Andrea Jiménez ubicado en San Francisco de Dos Ríos, con promedio de edad de $21,62 \pm 5.06$ años, de estatura $155,75 \pm 6.40$ cm, y peso $71,37 \pm 7.85$ kg.

Instrumentos:

1. Para la determinación del peso corporal (kg), fue utilizada una balanza electrónica marca "**Healthometer**", con una precisión de 0.1 kg. (Anexo 1).
2. Para la toma de la talla (cm), se utilizó un tallímetro con una precisión de 0.1 cm. (Anexo 2).
3. Para la ejecución de la prueba máxima de laboratorio se utilizó una banda sin fin "**Cardio-Stress Hill Med Corp**".
4. Para la determinación del consumo máximo de oxígeno de manera directa se utilizó el carro metabólico "**Marca VO 2000, de la Med Corp**".

5. Se utilizó una pista CON una medida de 400 metros para la determinación de la resistencia cardiorrespiratoria. Se realizó la prueba de la milla caminando la cual presenta una validez de contenido- por expertos), concurrente $r = 0.22$ a 0.90 y de constructo, por otra parte se ha encontrado coeficientes de confiabilidad altos que van de $r = 0.75$ a 0.90 , (Barroca et al , 1989; Baumgartner y Jackson, 1987; Hastad y Lacy, 1989; Millar, 1998 en Fernández y col; 2001).

Procedimientos:

Se estableció contacto con el Director Instituto Andrea Jiménez y con la Coordinadora del Programa de actividades acuáticas y recreativas para poblaciones especiales de la Universidad Nacional, por medio de una carta se solicitó permiso formal para realizar la investigación. (Anexo 3). Por último se entrega a los estudiantes una carta de conocimiento y causa para que sea llevada a su casa y de esa manera los padres den el consentimiento de participación (Anexo 4).

Se estableció contacto con el Director de la Escuela Ciencias del Deporte para informar sobre la investigación y solicitar las instalaciones de dicho centro para realizar las evaluaciones. (Anexo 5). De igual manera se solicitó al Programa Ciencias del Ejercicio y la Salud (PROCESA), las instalaciones (laboratorio) y equipo para las diferentes mediciones (Anexo 6).

La prueba máxima de laboratorio fue realizada en el laboratorio de Fisiología del Ejercicio, del Programa de Ciencias del Ejercicio y la Salud (PROCESA) de la Escuela Ciencias del Deporte de la Universidad Nacional. Como una primera fase y una semana antes de aplicar la prueba, se invitó a los participantes a realizar un simulacro de caminata en la banda sin fin con el objeto de que se familiarizaran con el equipo. De igual manera se aprovechó la visita para determinación de las medidas antropométricas.

El día de la prueba para la determinación del VO_2 máx. se le colocó a cada participante el equipo (VO_2 2000) y colocados sobre la banda sin fin,

procedieron a realizar un calentamiento por un período de 5 minutos a una velocidad de 3,0 km/h, finalizado este se inició- prueba con un aumento de 0. km/h cada minuto hasta el agotamiento (Anexo 7).

La prueba de campo se realizó en la pista de atletismo de la Escuela Ciencias del Deporte, una semana después de finalizada la prueba máxima. A cada sujeto se le explicó en que consiste la prueba, recorrer una distancia de 1609 metros caminando lo más rápido posible y sin correr; durante el recorrido una persona acompañaba al sujeto de estudio, con el objeto de recordar el no detenerse, finalizado el recorrido se registró el tiempo empleado y la frecuencia cardíaca, la cual fue determinada por medio de un reloj Polar. Luego por medio de fórmula se determina el V_{O2} máx. (Anexo 8).

Análisis Estadístico Como estadística descriptiva se aplicó el promedio y la desviación estándar. También se aplicó estadística correlacional (análisis de correlación de Spearman) y coeficiente de determinación multiplicado por 100 para expresar el porcentaje de varianza verdadera compartido por las variables dependientes correlacionadas.

Capítulo IV

RESULTADOS

En este capítulo se proporcionan los resultados obtenidos en el estudio mediante el uso análisis descriptivo e inferenciales. En los siguientes cuadros se presenta los resultados de estadística descriptiva y del análisis correlaciona' aplicado.

El siguiente cuadro contiene los promedios y las desviaciones estándar, obtenidas en las variables dependientes medidas en los varones con Síndrome Down.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables dependientes medidas a varones con síndrome de Down con edades 14 a 27 años (n= 8)

	Promedio	DS
PESO (kg)	71,3750	± 7,8547
ESTATURA (cm)	155,7500	± 6,4087
EDAD (años)	21,6250	± 5,0692
Vo2 máx. prueba de Campo*	33,0450	± 7,4492
Vo2 máx. prueba de Laboratorio*	33,0250	± 8,3102

*Unidades en ml * kg⁻¹ * min⁻¹

El cuadro # 1 muestra los valores promedios obtenidos y sus desviaciones estándares, donde tenemos que la variable del peso medida en kilogramos presenta un 71,37 kg con una desviación de 7,85. La estatura expresada en cm nos presenta un promedio de 155 cm y una desviación de 6,40. La edad en años con un promedio de 21,6 y una desviación de 5,0. Además el cuadro anterior nos deja ver un dato importante, que los promedios obtenidos de V02 máx. tanto en la prueba de campo como de laboratorio son muy similares 33,04 y 33,02 respectivamente.

El cuadro # 2 presenta de una manera más clara la correlación de Spearman que se le aplicó los resultados obtenidos.

Cuadro 2. Análisis de correlaciones de Spearman de las variables dependientes medidas a varones con síndrome de Down entre edades 14 y 27 años de edad

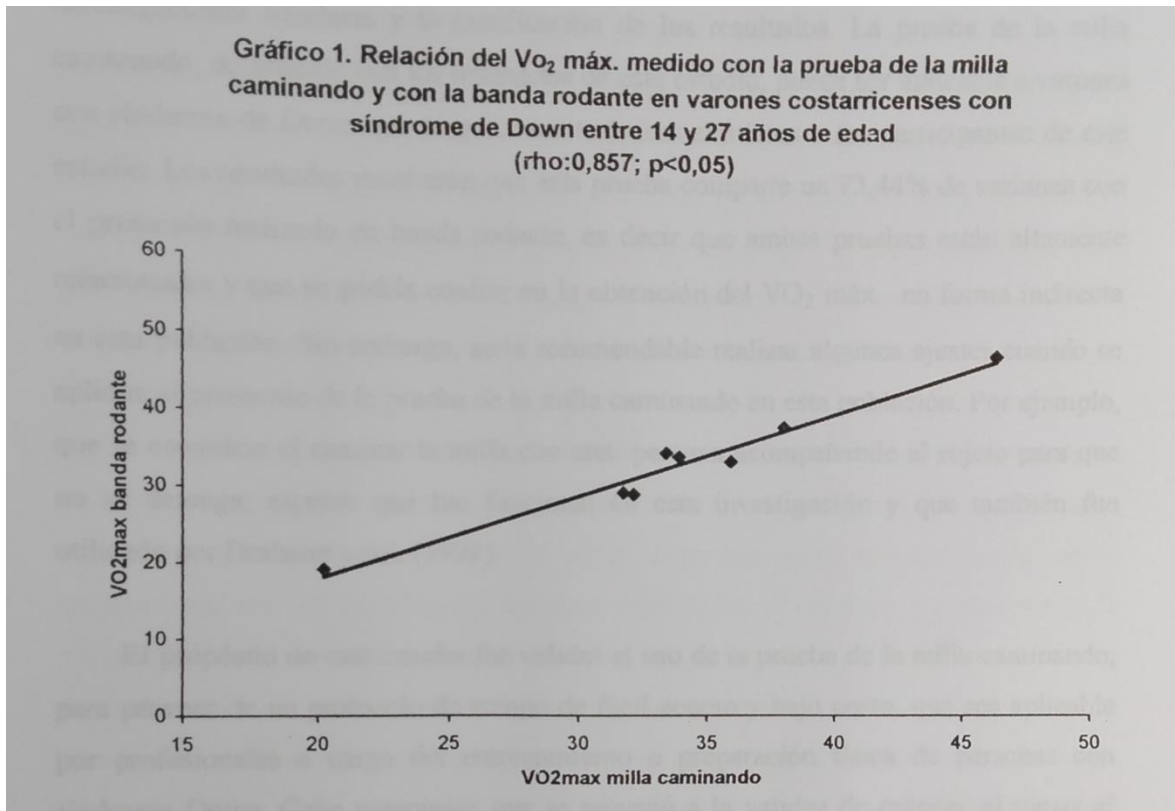
	Estatura	Edad	VO2 máx. C	VO2 Máx. Lab
Peso	0.635	0.245	-0.060	-0.132
Estatura		-0.024	0.095	0.143
Edad			-0.073	-0.415
Vo2 max camp				0.857*

Se encontró que existe una correlación positiva significativa ($\rho=0,857$; $p<0,05$) entre el consumo máximo de oxígeno medido con la prueba de campo y el determinado en el laboratorio. No se observa correlación significativa entre el peso, estatura, edad con VO2 máx. obtenido en la prueba de campo y la de laboratorio. Es decir que ninguna de estas variables influyó significativamente en los resultados observados.

El cálculo del coeficiente de determinación (r^2) muestra que el consumo de oxígeno obtenido con la prueba de laboratorio comparte un 73,44% de varianza verdadera, con el medido mediante la prueba de campo. Eso indica que ambos protocolos están muy relacionados y que, por lo tanto, la aplicación del protocolo de campo (milla caminando adaptada) es válida, para estimar el VO2 máx. indirectamente.

El peso (0,36%), la estatura (0,9%) y la edad (0,53%), explicaron menos de 1% de la varianza verdadera del Consumo de Oxígeno medido en la prueba de campo. Es decir que, el impacto de esas variables sobre los resultados de la prueba de la milla caminando, en esta muestra fue muy pequeña.

Los sujetos participantes, pese a la cantidad muestran características bastante homogéneas como para que los resultados no se hallan visto alterados por esas variables.



En la gráfica de dispersión anterior, se puede observar la relación existente entre el protocolo de campo y el protocolo de laboratorio.

Capítulo V

DISCUSIÓN.

El siguiente capítulo presenta el análisis de los datos, la comparación con investigaciones similares y la justificación de los resultados. La prueba de la milla caminando de acuerdo con los resultados de este estudio, puede ser aplicable a varones con síndrome de Down que tengan características similares a los participantes de este estudio. Los resultados mostraron que esta prueba comparte un 73,44% de varianza con el protocolo realizado en banda rodante, es decir que ambas pruebas están altamente relacionadas y que se podría confiar en la obtención del VO₂ máx. en forma indirecta en esta población. Sin embargo, sería recomendable realizar algunos ajustes cuando se aplique el protocolo de la prueba de la milla caminando en esta población. Por ejemplo, que se considere el caminar la milla con una persona acompañando al sujeto íxara que no se detenga, aspecto que fue funcional en esta investigación y que también fue utilizado por Draheim y col. (1999).

El propósito de este estudio fue validar el uso de la prueba de la milla caminando, para proveer de un protocolo de campo de fácil acceso y bajo costo, que sea aplicable por profesionales a cargo del entrenamiento o preparación física de personas con síndrome Down. Cabe mencionar que se recurrió a la validez de criterio, al tomar el consumo máximo de oxígeno medido en la prueba de banda sin fin y determinado por medio de análisis de gases, como criterio de validación, por tanto, la interpretación del coeficiente de correlación, se realiza atendiendo a los criterios estadísticos establecidos, donde entre más cerca de 1, mayor fuerza existe en la relación y, según el valor obtenido $\rho=0,857$; $p<0,05$ en este estudio, la relación es alta.

Se encontró que existe una correlación directa positiva entre el consumo máximo de oxígeno medido con la prueba de campo y la de laboratorio. No se observó correlación significativa entre el peso, estatura, edad con el VO₂ máx. obtenido en la prueba de campo y la de laboratorio.

Es decir que ninguna de estas variables influenció en el resultado obtenido por los sujetos en ambas pruebas. Esto es importante, porque si bien es cierto, la estimación del VO₂ máx. puede tener errores que son de magnitud variable según las características del sujeto o población a estudiar y el grado de capacidad funcional.

La estructuración de un trabajo físico debe partir de una evaluación de los diferentes componentes de la aptitud física y entre ellos, de la resistencia cardiovascular, por lo que su evaluación permite conocer el momento actual del sujeto para prescribir o programar la intensidad del trabajo físico. De ahí la importancia de validar protocolos de estimación del consumo de oxígeno, específicamente para poblaciones con algún grado de discapacidad que podría afectar su desempeño en la prueba, sobre todo si se consideran parámetros de poblaciones sin discapacidad.

Los índices de mortalidad a nivel mundial a causa de las enfermedades del sistema circulatorio son altos y está ampliamente reconocido que los orígenes son multi causales y se les ha denominado factores de riesgo coronario, pero también se encuentra ampliamente investigado el efecto de la actividad física, el ejercicio, y el deporte en la reducción de las secuelas de los factores de riesgo coronario. Dado lo anterior la actividad física debe representar uno de los primeros objetivos en el tratamiento de la problemática planteada y la evaluación de los componentes de la aptitud física, como una de las primeras estrategias. Estas son buenas razones para efectuar evaluaciones del fitness cardiorrespiratorio a lo largo de toda la vida desde la infancia hasta la vejez. La naturaleza de estas pruebas y el nivel de supervisión deben variar según la edad, sexo y el tipo de población con que se va a evaluar en este caso personas con discapacidad, el reflejen el tipo de información necesaria. La medición por medio de objetivo para que una prueba de laboratorio o de campo puede ser utilizada para la predicción y orientación de la práctica deportiva en el individuo o objetivos de salud, así como para la motivación del sujeto que se somete a un programa de ejercicio regular ya que le permite observar el progreso alcanzado (Howley, 1995).

Las pruebas máximas son aquellas donde la intensidad y duración del ejercicio deben ser suficientemente grandes para lograr una respuesta del sistema cardiovascular cercano al máximo. Un criterio importante para determinar el $\dot{V}O_2$ máx. es que el consumo decline o alcance una meseta aún con el aumento de las cargas.

Este tipo de evaluación se considera como una de las más fiables después de la medición directa, pero tiene la desventaja de que los evaluados tienen que realizar el ejercicio hasta llegar a la fatiga voluntaria. Dado lo anterior es que justificamos la utilización de un protocolo sub-máximo para la determinación del $\dot{V}O_2$ máx. ya que este tipo de evaluaciones pueden proporcionar generalmente una cercana aproximación de consumo máximo de oxígeno. Con la aplicación de esta prueba, podemos llegar a obtener resultados para diagnosticar un trabajo físico sin que se dañe el organismo del deportista o persona de bajo nivel. Por consiguiente el protocolo de la milla caminando o Prueba Rockport, es una excelente herramienta para todo profesional deseoso de evaluar la resistencia cardiovascular, por otro lado, este protocolo considera otros componentes que tienen influencia sobre el consumo máximo de oxígeno como la edad, el género, el peso y la frecuencia cardíaca. (ASCM, 2000; Kittredge y col. 1994; Lamb, 1985).

Como las necesidades de energía de cada persona varían con el tamaño del cuerpo el $\dot{V}O_2$ máx. se expresa generalmente en relación con el peso corporal. Sus valores se dan en mililitros por kilogramo de peso por minuto; y representa la cantidad de oxígeno que capta la persona por cada kilogramo de peso corporal durante un minuto (ml/kg-Que capta Un hombre adulto y sedentario de mediana edad presenta valores de 45 ml/kg-1/min-1. En deportistas de alto rendimiento se encuentran valores entre 80 y 90 ml/kg-i/min-1 (Aragón y Fernández, 1995). En esta investigación se logró determinar por medio de la prueba de la milla caminando un promedio de $33,04 \pm 7,44$ ml/kg-i/min-1 y con la prueba de laboratorio $33,02 \pm 8,31$ ml/kg-1/min-1, en sujetos con un promedio de edad de $21,6 \pm 5,0$. Al considerar la investigación de Kittredge y col. (1994), determinaron la validez de la milla caminando (Rockport) con adultos con retardo mental. Los sujetos utilizados incluyeron 25 hombres y mujeres.

Los sujetos fueron sometidos a una evaluación máxima en banda sin fin; además la edad, Peso, sexo, tiempo de caminata y la frecuencia cardíaca fueron usados para predecir el V02 máx. en la fórmula de predicción de Rock-port.

Correlaciones significativas fueron obtenidas entre las mediciones ($29,5 \pm 7,2$ ml/kg-i/min-1) y los valores de consumo máximo de oxígeno de la fórmula de Rock ($36,5 + 7,6$ ml/kg-i/min-1). Sin embargo, un 36% de los sujetos evaluados pueden ser ubicados en los valores de Rockport indicando que las ecuaciones sobreestiman el V02 máx. y los niveles de capacidad cardiovascular de adultos con retardo mental.

El promedio de edad de los sujetos participantes fue de $32,8 \pm 7,2$. Al considerar la investigación de Rintala y col. (1997), en 19 sujetos masculinos con retardo mental y un promedio de edad de 27 ± 8 años, en las pruebas de la milla los siguientes valores: $36,07 \pm 6,70$ ml/kg-limin-' en la primera prueba y $35,68 \pm 7,76$ ml/kg-I/minl , en la segunda prueba. Con la prueba de laboratorio alcanzaron el siguiente valor $38,11 \pm 8,33$ mlikg-i/min-j. Si bien es cierto la diferencia en las discapacidades no permite realizar comparaciones entre las diferentes investigaciones, es importante: resaltar que los sujetos de nuestra investigación presentan un consumo máximo de oxígeno menor para ambos protocolos que el de las investigaciones citadas y lo preocupante es que el promedio de edad también es inferior, y recordemos que con la edad disminuye el VO2 máx.

Al atrevemos a comparar esta investigación con sujetos con síndrome Down e investigaciones que han intentado objetivos similares pero en sujetos con retardo mental, encontramos los siguientes resultados. Al realizar la comparación con la investigación de Kittredge y col. (1994), encontramos que en dicha investigación el coeficiente de fiabilidad entre el V02 máx. de la prueba de laboratorio y el VO2 máx. de la milla fue alto ($r = 0,87$ Y $r = 0,81$, respectivamente, $p < 0,01$), sin embargo al realizar otro análisis estadístico (t-test), se encontró que el V02 máx.

determinado en laboratorio, significativamente sobreestimado al determinado en la milla ($36,5 \pm 7,6$ y $29,5 \pm 7,2$ ml/kg-1/min-1 respectivamente, $p = 0,0001$), ya que sólo el 36% de los sujetos evaluados caen dentro de los valores determinados por medio de la prueba de laboratorio. Al considerar la investigación de Rintala y col. (1997), es importante aclarar que la fórmula utilizada para determinar el consumo máximo de oxígeno en esta investigación no es la de Rockport sino que la ecuación de Rintala y col. (1992), la cual se expresa de la siguiente manera: $V_{O_2} \text{ máx.} = 101,92 - 2.356$ (tiempo en la milla en minutos) $- 0,420$ (peso en kg), los investigadores reportan para esta ecuación un margen de error de $4,06$ ml/kg-i/min-i. Con la utilización de esta fórmula se logró determinar ($36,07 + 6,70$ ml/kg-1imin-1 y $35,68 + 7,76$ ml/kg-1/min-1 en la primera y segunda prueba de campo) y en la prueba de laboratorio alcanzaron el siguiente valor $38,11 + 8,33$ ml/kg-1/min-1.

Con estos resultados se logró determinar que sólo el 58% de los sujetos caen dentro de los valores determinados por medio de la prueba de laboratorio y los investigadores sugieren que se dé una revisión de la fórmula para esta población.

Capítulo VI

CONCLUSIONES

- Se determinó que si existe correlación positiva significativa entre el protocolo de la milla caminando (prueba indirecta) y el protocolo de banda rodante con analizador de gases (prueba directa)
- La correlación de las variables de edad, estatura y peso no influyen en la determinación del $\dot{V}O_2$ máx., en la protocolo de la milla caminando y el protocolo de banda rodante.

Capítulo VII

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuras investigaciones que se aumente el número de sujetos, con el propósito de determinar si la validez se mantiene.
- Se recomienda realizar la estructura de esta investigación en mujeres con síndrome Down.
- Se recomienda a educadores físicos, entrenadores y a personas que entrenen con síndrome Down que utilicen la prueba de la milla caminando (Rockport), como un medio válido para determinar el consumo máximo de oxígeno.

Bibliografía

ACSM (1999). Manual ACSM para la Valoración y Prescripción del Ejercicio. España: Paidotribo.

ACSM. (2000.) Manual de consulta para el control y la prescripción de ejercicio. Barcelona; Ed. Paidotribo.

American College of Sports Medicine. (1999.) Manual ASCM para la valoración Y prescripción del ejercicio. Editorial Paidotribo. Primera Edición.

Astrand, P.O and Rodanl, K (1985). Fisiología del trabajo físico. (2da, ed).Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana

Aragón, L. (1995.) Fisiología del Ejercicio res uestas entrenamiento y medición. Editorial U.C.R. Primera Edición.

Benavides, W. (1995). Aptitud Física, Género, Edad y Actividad Física de los Usuarios del Instituto Centroamericano de Medicina del Deporte durante los años 1991-1994. Heredia, Costa Rica.

Bowers, R; & Fox, E. (1997). Fisiología del Deporte. D.F, México. • Edit: Panamericana.

Castañar, M; y Camerino, O. (1996). La Educación Física en la enseñanza Primaria Sera Edición. Barcelona, España: Edit. INDE.

Climstein M, Pitetti KH, Barrett PJ, Campbell KD. The acuaracy of predicting treadmill VO2 max for adults with mental retardation, with and without Down syndrome, using ACSM gender-and activity-specific regression equations. J Intellect Disabil Res. 1993 Dec, 37(pt6):521-31.

Colado, J.C. (1998). Fitness en las salas de musculación. 23 Edición. Barcelona, España. Edit: INDE

Cunningham, C. (1990.) El Síndrome de Down. España: Ediciones Paidos.

Cunningham, Cliff. El síndrome de Down: una introducción a padres. 1era edición, España: Ediciones Paidós Ibérica S.A., 1990.

Draheim CC, Laurie NE, McCubbin JA, Perkins JL. Validity of modified aerobic fitness test for adults with mental retardation. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 Dec, 31 (12): 1849-54.

Dirección General de Estadística y Censos. (1994). Informe de 1993 sobre el sector salud. Costa Rica.

Duncan, J; Wenger. H.; Green H. (1993). Evaluación Fisiológica del Deporte. Barcelona España: Edit. Paidotribo.

Fernhall B, Pitetti KH, Rimmer JH, McCubbin JA, Rintala P, Millar A, Kittredge Burkett LN. Cardiorespiratory capacity of individuals with mental retardation including Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1996 Mar;28(3):366-71 .

Fleck, S. y Kraemer, W. (1997). Designing Resistance Training Programs. United States of America. Edit: Human Kinetics, 2da Edición.

George, J; Fisher, A; y Vehrs, P. (1999). Tests y Pruebas Físicas. Barcelona, España, Edit: Paidotribo.

Hoeger, W.; Hoeger, S. e Ibarra, G. (1996). Aptitud Física y Bienestar General. Englewood, Colorado. USA: Edit. MP Motor Publishing Company

Howley, E. y Frank, D. (1995). Manual del Técnico en Salud y Fitness. Barcelona, España: Edit. Paidotribo.

Kittredge, J.; Rimmer, J. y Looney, M. (1994). "Validation of the Rockport Fitness Walking Test for adults with mental retardation". *Medicine and Science in Sport and Exercise* . pág 95.

Lamb, D. (1978). Fisiología del Ejercicio. Respuestas y Adaptaciones. United States of America. Edit: Augusto Pila Teleña.

Lamb, D. (1988). Fisiología del ejercicio. Madrid, España: Edit. Augusto Pila Teleña.

Lamb, D. (1989.) Fisiología del Ejercicio. Editorial Pila Teleña, Madrid, España.

Lejuene, J. (1982). La Trisomía 21. Revista Readaptación. 295, 35-45.

Lopategui, E. (2000). Conceptos Básicos de Aptitud Física. www.saludmed.com visitado 15/02/2004

López, J; Fernández, A; Lucía, A. (1998). Fisiología del Ejercicio. Madrid, España. Edit: Médica Panamericana.

Mac, D. (2000). Evaluación Fisiológica del deportista. España ED. A&M Grafic.

Marín, M. G. (1999). Atención al niño excepcional. San José CR. Editorial. UNED.

Mathiev, W. (1993). La educación física el de orto la recreación en la formulación de Políticas de Atención Inteligente a la Salud del costamicense. San José, Costa Rica.

Millar AL, Ferinhal B, Burkett LN. Effects of aerobic training in adolescents with Down syndrome. Med Sci Sports Exerc. 1993 feb, 25(2): 270- 4.

Organización Panamericana de la Salud, (2002). Vida Activa te da Salud y Energía, Muévete América. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.

Pitetti KH ,Climstein M, Campbell I(D, Barrett PJ, Jackson, JA. The cardiovascular capacities of adults with Down síndrome comparative study. Med Sci Sports Exerc. 1993

Pemberton, C. McSwegin, P. (1993). "Sedentary living: a health hazard". Journal of Physical Education, Recreation & Dance, 64 (5); 27-32. 92 Jan, 24(1):13- 9.

Rintala, P, Dunn JM, McCubbin JA, Quinn CH. Validity of a cardiorespiratory fitness test for men with mental retardation. Med Sci Sports Exerc. 1992.

Rasmussen R. (1995). Estrategia en la Promoción de la Salud Cardiovascular. DEPRECAV. Argentina, 1995.

Rodahl, K. (1986). Fisiología del trabajo físico. Editorial Panamericano, Argentina. Segunda

Serra, J. (1996). Prescripción del ejercicio físico para la salud. Editorial. Paidotribo, España
Primera Edición.

Verdugo, M.A. (1994). El cambio de paradigma La nueva definición de la AAMR. Siglo Cero.
153, 25 (3), 5-24.

Wilmore, J.H and Costill, D, 1. (1994). Physiology of Sports and Exercise. Champaign 1:
Human Kinetics Publishers.

Willmore J. y Costill, D. (1999). Fisiología del Esfuerzo y el Deporte. 2ª edición.
Barcelona, España: Edit. Paidotribo

ANEXO 1

Evaluación del peso: para este componente se consideran los siguientes pasos:

- a. El sujeto debe pararse descalzo en el centro de la plata forma.
- b. Se debe de utilizar la menor cantidad de ropa.
- c. El sujeto no debe tener ningún contacto con objetos aledaños.
- d. Una vez adoptada la posición, se efectúa la lectura.
- e. Se anota en la hoja de referencia individual el dato reportado.
- f. El dato puede ser leído en kilogramo.

ANEXO 2

Evaluación de la talla: para la técnica de medición es de suma importancia la posición que adopte el sujeto, por lo que se consideró los siguientes pasos:

- a. Descalzo con la menor cantidad de ropa posible, para poder observar todas las partes del cuerpo.
- b. La superficie sobre la que se coloca el sujeto debe ser plana y debe estar de forma perpendicular con respecto al estadiómetro.
- c. Los talones unidos tocando la superficie vertical donde está colocado el aparato.
- d. El peso del cuerpo debe estar distribuido uniformemente sobre los dos pies.
- e. Las escápulas, glúteos, talones y parte posterior del cráneo deben estar proyectados en el mismo plano vertical y en contacto con la pared.
- f. Después de adoptada y mantener la posición descrita, se baja el cursor del estadiómetro, se coloca firme sobre el vértex y se realiza la lectura.
- g. La lectura se realiza hasta el 0.5 cm. más cercano.

Anexo 8.

Fórmula para la determinación del vol máx. por medio de la prueba de la milla caminando, protocolo rockport

$V_{O2} \text{ máx. (ml/kg-i/min-1)} = 132.853 - 0.0769 \text{ (peso en libras)} - 0.3877 \text{ (edad en años)} + 6.3150 \text{ (sexo)} - 3.2649 \text{ (tiempo minutos)} - 0.1565 \text{ (Frecuencia cardíaca)}$

a = sexo (hombres = I y mujeres = O)

b = al final de la prueba.