

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SALUD INTEGRAL Y MOVIMIENTO HUMANO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA CIENCIAS DEL DEPORTE**

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE CONTRARRESISTENCIA
CON PESAS SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS Y DE
RENDIMIENTO EN NADADORES CON SÍNDROME DE
DOWN**

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Tesis de Posgrado en Salud Integral y Movimiento Humano con mención en Rendimiento, para optar por el título de Magister Scientiae

Fabián Víquez Ulate

Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica

2008

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE CONTRARRESISTENCIA
CON PESAS SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS Y DE
RENDIMIENTO EN NADADORES CON SÍNDROME DE
DOWN**

FABIAN VÍQUEZ ULATE

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Tesis de Posgrado en Salud Integral y Movimiento Humano con mención en Rendimiento, para optar por el título de Magister Scientiae. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de un programa de ejercicio contrarresistencia con pesas sobre variables fisiológicas y de rendimiento en nadadores con síndrome de Down (SD).
Sujetos: Participaron 7 nadadores con SD. 6 hombres y 1 mujer con edades de $23.14 \text{ años} \pm 4.59$ y $6.14 \text{ años} \pm 1.34$ de practicar el deporte de la natación. Instrumentos: "Sit and Reach- modificada para medir flexibilidad coxofemoral; prueba de 1 repetición máxima (RM) para determinar la fuerza máxima muscular; pliegues subcutáneos (para analizar la composición corporal): prueba de un minuto de abdominales (para la resistencia muscular abdominal) y prueba de tiempo de natación en 20 m en estilo libre (como medida de rendimiento físico). Procedimiento: el estudio inició con mediciones de las variables dependientes (pretest 1) seguidas de dos semanas sin tratamiento como línea de base, luego se hizo un segundo momento de medición (pretest 2) y luego se inició la aplicación del tratamiento que consistió en un programa contrarresistencia con pesas, durante seis semanas y al final, se hizo las mediciones nuevamente (postest 1). Dos semanas después de haber finalizado el programa, se realizaron otra vez las mediciones (postest 2), esto para analizar la retención de efectos post tratamiento. Entre pretest 1 y postest 2, los sujetos seguían con su rutina de natación, nadando con una carga constante (no variable, manteniendo un control de las cargas de trabajo) pues eran nadadores de élite y no podían dejar de nadar. Resultados y conclusiones: el entrenamiento contrarresistencia con pesas, durante seis semanas, en una población de nadadores con SD, provocó cambios significativos positivos en la fuerza máxima de los músculos pectoral, dorsal, bíceps femoral, cuádriceps, tríceps y en el tiempo de natación. 20 m en estilo libre y estas adaptaciones se mantuvieron, sin cambios significativos, durante dos semanas; mientras que el músculo del bíceps se comportó de una manera diferente pues no tuvo adaptaciones

significativas al entrenamiento después de seis semanas. De igual forma la flexibilidad, la resistencia muscular abdominal y la composición corporal (pliegues cutáneos), no se vieron afectadas significativamente por el tratamiento. Esta investigación aporta evidencias sobre i los beneficios del entrenamiento contrarresistencia con pesas en nadadores de rendimiento con síndrome de Down, durante su proceso de entrenamiento regular precompetitivo.

DESCRIPTORES

Síndrome de Down. Natación. Entrenamiento con resistencia

AGRADECIMIENTOS

Imposible nombrar y dar gracias a todas aquellas personas que de una forma u otra ayudaron a dar vida a este proyecto, en especial a mis lectores y tutores.

No podría no agradecer a todos mis compañeros del proyecto EDDI quienes me apoyaron en la recolección de los datos, y claro a todos los chicos y chicas especiales que colaboraron en el proyecto, pues el producto final es un granito de arena de que ayudará a muchos como ustedes, de verdad gracias por dejarme ayudarlos!

DEDICATORIA

No podría haber empezado ningún proyecto si Dios no me lo hubiese permitido, así que el primer agradecimiento es para El, sigue en mi vida para que todo siga pasando como tú quieras Dios. Nunca tendría que nombrar a mis padres quienes me dieron la vida y me enseñaron como vivirla al máximo y nunca rendirme, gracias por ese legado. Andrea ,mi amiga, mi amor, mi compañera, solo tu sabes el empeño, sacrificio ,trabajo que existe detrás de este proyecto, no puedo agradecerte, mas tú sabes que te amo, ¡gracias por estar a mi lado! Nao y Dani son ustedes quienes me hacen tener sueños y luchar cada día, los amo más que a mi propia vida, gracias por existir.

INDICE

Resumen.....	IV
Descriptores.....	VI
Agradecimiento.....	VII
Dedicatoria.....	VIII
Índice.....	1
Índice de tablas.....	2
Índice de gráficos.....	3
Capítulo I:	
INTRODUCCION	5
Capitulo II	
MARCO CONCEPTUAL.....	13
Capitulo III:	
METODOLOGIA	37
Capitulo IV:	
RESULTADOS	45
Capítulo V:	
DISCUSION	57
Capítulo VI:	
CONCLUSIONES.....	65
Capitulo VII:	
RECOMENDACIONES.....	67
BIBLIOGRAFIA.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar de la edad, peso, talla y años de práctica de la natación de los sujetos del estudio	45
Tabla 2. Resumen del porcentaje de cambio y retención de fuerza de la variable fuerza en los diferentes músculos trabajados en un grupo de nadadores con SD luego de un entrenamiento contrarresistencia con pesas	52
Tabla 3. Resumen de promedios y desviaciones estándar de la variable flexibilidad, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	55
Tabla 4. Resumen de promedios y desviación estándar de la variable pliegues cutáneos, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	55

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Variaciones en las mediciones para la variable fuerza del músculo pectoral, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	46
Gráfico 2. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo dorsal, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	47
Gráfico 3. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo bíceps femoral, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	48
Gráfico 4. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo tríceps. en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	49
Gráfico 5. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo cuádriceps. en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	50
Gráfico 6. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo bíceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	51
Gráfico 7. Variaciones entre mediciones para la variable velocidad, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	53
Gráfico 8. Variaciones entre mediciones para la variable resistencia muscular abdominal, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar de la edad, peso, talla y años de práctica de la natación de los sujetos del estudio45
Tabla 2. Resumen del porcentaje de cambio y retención de fuerza de la variable fuerza en los diferentes músculos trabajados en un grupo de nadadores con SD luego de un entrenamiento contrarresistencia con pesas52
Tabla 3. Resumen de promedios y desviaciones estándar de la variable flexibilidad, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas55
Tabla 4. Resumen de promedios y desviación estándar de la variable pliegues cutáneos, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas55

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Variaciones en las mediciones para la variable fuerza del músculo pectoral, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	46
Gráfico 2. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo dorsal, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	47
Gráfico 3. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo bíceps femoral, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	48
Gráfico 4. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo tríceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	49
Gráfico 5. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo cuádriceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	50
Gráfico 6. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo bíceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	51
Gráfico 7. Variaciones entre mediciones para la variable velocidad, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	53
Gráfico 8. Variaciones entre mediciones para la variable resistencia muscular abdominal, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar de la edad, peso, talla y años de práctica de la natación de los sujetos del estudio	45
Tabla 2. Resumen del porcentaje de cambio y retención de fuerza de la variable fuerza en los diferentes músculos trabajados en un grupo de nadadores con SD luego de un entrenamiento contrarresistencia con pesas	52
Tabla 3. Resumen de promedios y desviaciones estándar de la variable flexibilidad, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	55
Tabla 4. Resumen de promedios y desviación estándar de la variable pliegues cutáneos, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	55

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Variaciones en las mediciones para la variable fuerza del músculo pectoral, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	46
Gráfico 2. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo dorsal, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	47
Gráfico 3. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo bíceps femoral, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	48
Gráfico 4. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo tríceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	49
Gráfico 5. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo cuádriceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	50

Gráfico 6. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo bíceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas.	51
Gráfico 7 Variaciones entre mediciones para la variable velocidad, en un grupo de nadadores con SD, que recibieran un entrenamiento contrarresistencia con pesas	53
Gráfico 8. Variaciones entre mediciones para la variable resistencia muscular abdominal, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas	54

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Planteamiento y delimitación del problema

El Síndrome de Down (SD) tiene una incidencia de uno por cada 600 nacimientos, esto varía de acuerdo con la edad de la madre y es uno de los principales trastornos congénitos causados por alteraciones genéticas en los cromosomas (Guerra, 2000 y Calderón, 2002).

Si bien es cierto que existen muchas investigaciones que toman en cuenta a la población con SD, aun así, faltan estudios donde se asocie la actividad y/o el ejercicio físico y los efectos que trae consigo este tipo de actividad a las personas con SD y aun más escasos aquellos que relacionan a esta población con elementos de rendimiento deportivo, sea por desconocimiento o por subestimación de las capacidades reales de los SD. En los últimos años se ha dado un impulso a la temática de la discapacidad en varios campos de la sociedad, y el deporte no ha quedado exento a estos cambios, sobre todo considerando las excelentes actuaciones que han tenido los atletas con esta discapacidad en las diferentes ediciones de las Olimpiadas Especiales.

Sin embargo a pesar de los muchos reconocimientos de los atletas con SD, son pocas las investigaciones que se han hecho en estas personas con respecto a sus capacidades de rendimiento y de entrenamiento físico, por lo que surge la necesidad de investigar: ¿Cuál es el efecto de un programa de ejercicio contrarresistencia con pesas., sobre variables fisiológicas y de rendimiento en nadadores con SD?

Justificación

Dentro de las diferentes discapacidades cognitivas, se reconocen dos muy comunes como lo es el retardo mental (RM) y el síndrome de Down (SD), que es un trastorno congénito causado por alteraciones genéticas en los cromosomas (Calderón, 2002). Estas poblaciones con RM y SD. tienen tres características fundamentales, una de ellas es que tienen una función intelectual que se encuentra significativamente por debajo de la media general, otra es que coincide con algún trastorno de la conducta y por último se manifiesta durante el período de desarrollo, que va desde la concepción del individuo hasta los 18 años de edad (Guerra, 2000; Tunesa, PfeilTer, Gonzaga y Barbosa, 2007). Fue hasta 1846 que Según hace la primera descripción de un SD, mientras que en 1866 Sir John Langdon Down describió sus características clínicas, entre las que se destacaba la deficiencia mental. y se les empieza a llamar a estos casos como síndrome de Down (Guerra, 2000; Calderón, 2002). Las personas que tienen SD, poseen un cromosoma adicional en cada una de sus células. Las personas sin SD tienen 46 cromosomas (23 pares), mientras los sujetos con SD tienen 47 cromosomas. Este cromosoma adicional tiene el aspecto de los cromosomas del par 21 y se integra a él formando una trisomía cromosomal 21. Este hecho origina un desequilibrio genético que altera el desarrollo normal del sujeto (Calderón, 2002; Roper y Reeves, 2006). La persona con SD tendrá alguna similitud física con sus padres biológicos, pero a

La vez tendrá rasgos comunes con otras personas con SD, entre las cuales están los diferentes trastornos del crecimiento del esqueleto y del sistema nervioso (Pitetti, 2002; Roper y Reeves, 2006; Tunesa y otros, 2007).

Dentro de las características físicas de esta población están: el bajo tono muscular y de fuerza, niveles bajos de consumo de oxígeno, alteraciones en la frecuencia cardiaca en reposo y durante el ejercicio, son hiperflexos, además de tener índices elevados de sedentarismo, en comparación con las poblaciones sin SI) (Millar, Fernhall y Burkett, 1993; florvat, Croee, Pitetti y Fernhall, 1999; Guerra, 2000; Pitetti, 2002).

Si se refiere al sedentarismo, el avance tecnológico de los últimos años ha favorecido el aumento de la vida sedentaria, esto ha producido a su vez un incremento de las denominadas enfermedades hipocinéticas, lo que afecta directamente la calidad de vida. La vida sedentaria no es sino una acción contra-natural, el movimiento es parte inseparable del ser humano ya que éste se mueve por una necesidad o propósito, siendo el sedentarismo un factor que no permite que el organismo funcione de forma adecuada, tanto psíquica, física como socialmente(Benavides,1995;Jiménez, De Paz y Aznar, 2003)

De esta forma es evidente que la actividad física y el ejercicio inciden de forma positiva sobre la salud de una forma integral, desde los niños y niñas, adolescentes, adultos, hombres y mujeres, con o sin discapacidad, siendo aceptada su influencia y utilidad para curar, prevenir y rehabilitar enfermedades, por el contrario la inactividad física se ha relacionado con numerosos problemas de salud (Gómez, Jurando, Viana, DaSilva y Hernández,2005).

Sin embargo aún conociendo los numerosos beneficios posibles, cada vez son menos las personas que realizan actividad física vigorosa regularmente y las personas con SD no escapan a esa realidad, Un estudio realizado por Whitt-Glover, ()Nein y Stettler (2006), mostró que hermanos sin SD hacen más actividad física que sus hermanos con SD, lo que puede ser una de las razones por las cuales estos niños tienden a padecer obesidad. Por otro lado es importante decir que el SD tiene poca aptitud hacia el esfuerzo y la fatiga, lo que podría explicar su bajo nivel y sus limitaciones fisiológicas (Eterradossi, Rapacchi,1989; Serratosa y Palacios,2001).

Es por ello que se debe fomentar en esta población el ejercicio físico, que es una actividad planeada, controlada, repetitiva, estructurada y se realiza con el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la condición física y es una de las herramientas más efectivas para combatir el sedentarismo y la obesidad (Montero, Cúneo, Facchini y Bressan, 2001). Según el ACSM (2006) el verdadero objetivo de todo programa de ejercicios diseñado para mejorar la calidad de vida, debe ir dirigido a mejorar la fuerza muscular, resistencia muscular, flexibilidad, capacidad aeróbica o cardiovascular y composición corporal. Pero si el objetivo, no es solo mejorar la calidad de vida sino aumentar el potencial para competir se debe tomar en cuenta muchos factores combinados entre los que se pueden contar factores genéticos, de salud y por supuesto de entrenamiento. Siendo la parte genética una de las que tiene más peso, pero esas características genéticas no se pueden desarrollar sin una cantidad idónea de entrenamiento (Macdougall, Wenger y Green, 1995). Entre estas características anteriores está la composición corporal, que se refiere al porcentaje de grasa en el organismo y el porcentaje de masa libre de grasa, por lo que permite conocer el porcentaje de grasa del sujeto y su grado de obesidad, que a su vez, se relaciona con algunos padecimientos crónicos degenerativos (ACSM, 2006).

Alguna de esta grasa es esencial para el buen funcionamiento del organismo esta varía en hombres de 3% a 5% y en mujeres de 11% a 14% del peso corporal total; después de un 25% en hombres y de un 35% en mujeres, se considera a la persona como obesa (Howley y Franks, 1995; ACSM, 2006; Wilmore y Costill, 2004).

El porcentaje de grasa es una preocupación para todos los deportistas de rendimiento, porque el incrementar el tamaño y peso en grasa, suele tener grandes perjuicios para el rendimiento, ya que muchos estudios han demostrado que entre más alto el porcentaje de grasa corporal peor es el rendimiento. Esto se ha sido demostrado en pruebas de velocidad, de capacidad de resistencia, equilibrio, agilidad y capacidad para saltar (Willmore y Costill, 2004).

Ahora bien Costill, Maglischo y Richardson (1994) afirman que a diferencia de muchos deportes, en la natación pequeños aumentos de la grasa corporal pueden ayudar a la flotación, siempre y cuando la grasa extra no interfiera en la resistencia del cuerpo al agua. En cuanto a las personas con SD, algunos estudios muestran que los sujetos con SD, tienen porcentajes de grasa más elevados que personas sin SD y personas con RM sin SD, lo que reafirma la necesidad de controlar el porcentaje de grasa en esta población, para evitar posibles complicaciones de salud asociadas a la obesidad (Bella y Bhate, 1992; Prasher, 1995; Ariel y Luna, 2000; Pitetti, 2002).

Otro de estos factores mencionados es la flexibilidad, la cual es la máxima capacidad de elongación de una articulación o rango de movimiento que puede ser dado por una articulación, elementos articulares y músculos (ACSM, 2006).

La flexibilidad tiene una gran importancia en el deporte y la vida, ya que una buena flexibilidad causa menor resistencia interna al deslizamiento, menor fricción y consecuentemente menos desgaste de los cartílagos articulares, además estimula funcionalidad de los receptores propioceptivos, siendo una actividad vital del sistema neuromuscular, lo que ayuda a aliviar algunos problemas de espalda (Di Santo, 2001). Dentro de la parte deportiva, la falta de flexibilidad puede imposibilitar la adquisición de distintos movimientos técnicos, ya que al ejecutarse un movimiento cualquiera, parte de la energía debe emplearse en el vencimiento de las resistencias de todo un conjunto de tejidos naturales.

Lógicamente, a mayor flexibilidad, menos energía se necesita para vencer la resistencia, y se obtendrá una mayor longitud de recorrido por ciclo lo que trae un menor número de ciclos para cubrir una distancia, por lo que existirá mayor ahorro energético para el logro del objetivo propuesto (Costill, Maglischo y Richardson, 1994; Di Santo, 2001).

Por otro lado, una laxitud excesiva de los componentes articulares, sobre todo de la cápsula y los ligamentos, aumenta el riesgo de que se produzcan lesiones, por otro lado un desequilibrio de esta capacidad entre grupos musculares, puede ser fuente de lesiones en los miembros afectados. En este sentido las personas con SD tienen como característica una laxitud excesiva, por lo que los planes de entrenamiento para esta población no deberían tener como objetivo el aumento de esta cualidad, sino que deberían dirigirse a controlar ese exceso de flexibilidad (Guerra 2000, Di Santo 2001).

Otra cualidad propia del rendimiento es la velocidad, que es la capacidad del organismo para desplazarse de un lugar a otro en el mínimo tiempo y se puede definir como una capacidad compleja derivada de un conjunto de propiedades funcionales como la fuerza y la coordinación (Guimaraez, 1997; Manual de Educación Física y Deporte, 2003).

Guimaraez (1997) y Wilmore y Costill (2004), comentan que durante los movimientos de velocidad, la cantidad de oxígeno para la producción de energía es muy limitada, lo que hace al sistema anaeróbico aláctico y láctico prevalecer y junto con este, las estructuras más efectivas para utilizarlo, como son las fibras FT o de contracción rápida (por sus siglas en inglés fast twitch). ya que los deportistas que tienen un alto porcentaje de fibras FT, pueden estar mejor preparados para las actividades explosivas.

Pero para que existan mejores resultados en velocidad además de la dotación genética de fibras FT, deben existir ciertas adaptaciones que solo da el entrenamiento, tanto a nivel del sistema ATP-PC y en la enzimas glucolíticas, como a nivel neuromuscular, entre ellas está una buena coordinación intramuscular, cambios de excitación e inhibición en el sistema nervioso central (SNC), así como contracciones más poderosas. Ahora bien, si se compara estas adaptaciones con las producidas por el entrenamiento de fuerza, se puede establecer la importancia de este entrenamiento, para mejorar la velocidad. Si bien es cierto los SD tienen menor capacidad de producir fuerza, este elemento puede influir en forma directa sobre la posibilidad de desarrollar velocidad (Bompa, 2000 y Willmore y Costill, 2004).

Siendo la fuerza un factor de suma importancia, es preciso conocer las diferentes manifestaciones de esta, entre ellas la fuerza máxima que es la capacidad de un músculo de generar tensión o para vencer o soportar una resistencia bajo condiciones específicas, mientras que la resistencia muscular es la habilidad del músculo para contener contracciones repetidas o sostener una contracción fija en un periodo largo de tiempo (Howley y Franks, 1995; Willmore y Costill, 2004; ACSM, 2000). La fuerza, es básica para cualquier ser humano, desde sostener el propio peso corporal, hasta para ejecutar las actividades habituales. Su entrenamiento, por tanto, no debe ser olvidado en cualquier plan con objetivos de salud o de rendimiento (Howley y Franks, 1995; Willmore y Costill, 2004).

Baechle y Brennan (2002), Newton (2003), Stager y Tanner (2005), con respecto al deporte de la natación, indican que no existe duda de que el aumento de fuerza y potencia de los músculos del nadador se conviertan en mejores tiempos de nado y en cuanto más corta sea la prueba final, mayores los beneficios.

Ahora bien esta ganancia de fuerza al realizar un entrenamiento de contrarresistencia corresponde a las muchas adaptaciones que tiene el organismo; entre ellas se podrían citar la parte estructural, como la hipertrofia, en la parte neuromuscular, cambios en el patrón del reclutamiento de las unidades motoras y en la sincronización de éstas, una mejoría de la precipitación de la contracción muscular, del número de neuronas implicadas y finalmente del tipo de neurona, y la selectividad del aparato nervioso pues se evita contracciones musculares inútiles (Bompa. 2000; Willmore y Costill, 2004).

Es importante decir que el aumento de la fuerza depende de la persona y del grado de entrenamiento; la fuerza muscular mejora aproximadamente un 40% en no entrenados, un 20% en moderadamente entrenados y un 16% en entrenados (Jiménez, De Paz, Aznar, 2003).

La fuerza, como ya se ha dicho, tiene varias divisiones, entre ellas la fuerza máxima, la potencia y la resistencia a la fuerza. Para un nadador no basta tener solo fuerza máxima o potencia pues nada gana con realizar 3 ó 4 brazadas a gran potencia, si no llega al otro lado de la piscina, lo que hace importante la resistencia muscular, ya que así, podrá realizar una mayor cantidad de brazadas produciendo mayor cantidad de fuerza (Bosco, 1994; Macdougall, Wenger y Green, 1995; Willmore y Costill, 2004).

Otro de los componentes asociados a la fuerza y que se debe trabajar, es la resistencia y en especial el fortalecimiento de la musculatura abdominal, pues constituye un objetivo de gran importancia para la salud y para el rendimiento físico, tanto para mantener un alineamiento correcto, que garantice un adecuado equilibrio y movimiento de los miembros superiores e inferiores, al realizar diversas actividades de la vida cotidiana o deportivas. Un ejemplo es la natación ya que existe una considerable cantidad de rotación del tronco entre libre y dorso, por lo que la fuerza central es importante. Además, el estilo pecho y el estilo mariposa requieren una intensa extensión y flexión del tronco. Por lo que cualquier programa de entrenamiento para nadadores debe entrenar adecuadamente la fuerza del abdomen y la parte inferior de la espalda (Lacib y Brennan, 2002; Newton, 2003; Naclerio, 2005).

En relación con la fuerza y las personas con SD, son varios los estudios que indican que esta población tiene menos capacidad de producir fuerza aun para valerse por sí mismo; lo anterior comparado con las personas sin SD, por lo que estos autores afirman la importancia de entrenar esta cualidad en población con SD (Pitetti, Clirnstien, Mays, Barren, 1992; Croce, Pitetti, Horvat y Miller, 1996; Horvat, Pitetti y Croce 1997; H.orvat y otros, 1999; Carmeli, Barchad, Lenger, Coleman y Avalon, 2002).

Ahora bien, si se refiere a programas de ejercicio físico donde se involucra el entrenamiento de fuerza en población con SD, la literatura es escasa pero en los estudios existentes se ha constatado cambios positivos en las variables medidas como resistencia muscular, consumo de oxígeno, flexibilidad, fuerza, porcentaje de grasa y peso (Climstein, Pitetti, Barren, Campbell, 1993; Millar y otros, 1993; Femhall, Pitetti, Rimmer, Mccubbin, Rintala, Millar, Kittredge, Burkertt, 1996; Ferhall, Mccubin, Pitetti, Rintala, Rimmer, Millar, Silva, 2001; Tsimaras, Giagazoglou, Fotiadou, Christoulas y Angelopoulou, 2003; Rimmer. Heller, Wang y Valerio, 2004; Pitetti y Fernhall, 2004; Fernhall, Figueroa, Collier, Goulopoulou, Baynard, 2004; Heller, Hsieh, Rimmer, 2004; Baynard, Pitetti, Guerra y Fernhall, 2004; Lewis, Fragala-Pinkham, 2005; Andriolo, El Dib y Ramos, 2005; Arent, Karczewski, Greenwood, 2006).

Por último, Guerra (2000) afirma que existen muchos beneficios para los SD que practiquen actividad física vigorosa regularmente, al igual que en población general pues podría haber un retraso en la aparición de enfermedades degenerativas; un aumento del trabajo muscular para reforzar las articulaciones, mejorar la postura del individuo y así también se podría evitar la hipermovilidad articular y frenarse la hipotonía muscular propia del SD.

En poblaciones con SD no se han estudiado tan a fondo los beneficios de la actividad física o el ejercicio, sino que estos se suelen deducir de los beneficios que se pueden encontrar en la población general. Además, en ciertos aspectos, puede llegar a haber controversia por los resultados de otras investigaciones como lo afirma el meta-análisis realizado por Andriolo, El Dib y Ramos y publicado

en el 2005, donde demostraron que la efectividad de los programas de entrenamiento para mejorar algunos componentes de la salud del adulto con SD sigue siendo incierta, además de que existe un reducido número de estudios publicados que investigan los efectos del ejercicio para los adultos con SD y un número aun más pequeño que tengan la exactitud metodológica suficiente para determinar la efectividad de tal intervención, por lo que se recomienda seguir estudiando a esta población en diferentes aspectos de la actividad física, deporte o ejercicio físico (Guerra, 2000).

Por tanto, la presente investigación plantea un aporte tanto teórico como práctico. Teórico pues se contribuye a acrecentar más el conocimiento científico en el ámbito del entrenamiento físico en poblaciones con SD y a nivel práctico pues se posibilita la aplicación de ese conocimiento científico, en programas de entrenamiento con metodologías más adecuadas para el tratamiento de las cualidades físicas en personas con. SD y específicamente en practicantes de natación con fines deportivos competitivos.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar el efecto de un programa de ejercicio contrarresistencia con pesas sobre variables fisiológicas y de rendimiento en nadadores síndrome de Down.

Objetivos específicos:

Establecer el efecto de un programa de ejercicio contrarresistencia con pesas sobre la fuerza máxima en diferentes grupos musculares, en nadadores con síndrome de Down, según el momento de medición.

Determinar el efecto de un programa de ejercicio contrarresistencia con pesas sobre el tamaño de diferentes pliegues cutáneos, en nadadores con síndrome de Down, según el momento de medición.

Establecer el efecto de un programa de ejercicio contrarresistencia con pesas sobre la flexibilidad coxofemoral, en nadadores con síndrome de Down, según el momento de medición.

Determinar el efecto de un programa de ejercicio contrarresistencia con pesas sobre la resistencia muscular abdominal en nadadores con síndrome de Down, según el momento de medición.

Establecer el efecto de un programa de ejercicio contrarresistencia con pesas sobre el tiempo de natación en 20 ni en estilo libre(como medida de rendimiento físico), en nadadores con síndrome de Down, según el momento de medición.

Conceptos claves:

Composición corporal: el porcentaje de grasa en el organismo y el porcentaje de masa libre de grasa que corresponde a otros tejidos (óseo, muscular, etc.) denominados como tejido magro (ACSM, 2006).

Flexibilidad: máxima capacidad de elongación de una articulación o rango de movimiento que puede ser dado por una articulación, elementos articulares y músculos (ACSM, 2006). Fuerza muscular:

Máxima capacidad de un músculo o grupo muscular de generar tensión determinada (ACSM, 2006).

Resistencia muscular: habilidad del músculo para contener contracciones repetidas o sostener una

contracción fija en un período largo de tiempo (ACSM, 2006). Velocidad: capacidad del organismo

para desplazarse de un lugar a otro en el mínimo tiempo y con la máxima velocidad de contracción muscular (Guimaraez, 1997).

Capítulo II

MARCO CONCEPTUAL

Discapacidad cognitiva

Aunque ciertamente el término de discapacidad cognitiva ha sufrido muchas variaciones a lo largo de la historia y ha recibido muchas expresiones, hoy día no se utiliza el término disminuido psíquico, sino el término persona con disminución psíquica (DP), el cual se usa a su vez para referirse a un grupo de población específico con retraso mental, que en general se define a través de tres aspectos fundamentales: una función intelectual que se encuentra significativamente por debajo de la media general, además coincide con algún trastorno de la conducta y se manifiesta durante el período de desarrollo, que va desde la concepción del individuo hasta los 18 años de edad. Se habla de función intelectual disminuida cuando el nivel de desempeño de la persona está por debajo del coeficiente intelectual (CI) de 70%, y se conoce que el promedio de personas con SD presentan un retraso mental moderado (IQ 40-54). Esto implica el así llamado funcionamiento cognitivo deficitario, que sencillamente es un sinónimo, para retraso mental (Guerra, 2000 y Tunesa - otros., 2007).

Dentro de las diferentes discapacidades cognitivas, se reconocen dos muy comunes como lo es el retardo mental (RM) Y el síndrome de Down (SD), que es un trastorno congénito causado por alteraciones genéticas en los cromosomas (Calderón, 2002).

Síndrome de Down

La primera descripción de esta discapacidad fue la hecha por Se quin en 1846 al describir un tipo particular de retraso mental al que denominó como idiocia furfurácea (Guerra, 2000).

En 1866 a las personas con SD se les llamaba mongoloides por su faz asiática, pero a partir de ese año en que Sir John Langdon Down describió sus características clínicas entre las que destacaba la deficiencia mental, se les empezó a llamar síndrome de Down (Calderón, 2002 y Guerra, 2000). Este trastorno genético tiene una incidencia de un niño con SD por cada 600 niños, esto varía de acuerdo a la edad de la madre pues antes de los 30 la frecuencia es de 1 por cada 1500 nacimientos y si la madre tiene 45 o más años, su frecuencia es de 1 por cada 65 nacimientos (Calderón, 2002 y Guerra, 2000).

Los niños que tienen SD, poseen un cromosoma adicional en cada una de sus células. El ser humano sin SD tiene 46 cromosomas (23 pares), mientras el sujeto con SD tiene 47 cromosomas. Esto se debe a un error en la distribución del material cromosómico. Este nuevo cromosoma tiene el aspecto de los cromosomas del par 21 y se integra a él formando una trisomía cromosomal 21. Este solo hecho desempeña una alteración en las características del ser que se forma, ya que origina un desequilibrio genético que altera el desarrollo normal del sujeto (Calderón, 2002; Roper y Reeves, 2006).

El SD es el error cromosómico más común detectado en recién nacidos y es la causa genética más común de discapacidad cognitiva. La alteración es una trisomía del cromosoma 21, de los cuales el 95% de los casos es el resultado de una trisomía completa del cromosoma 21; el 1% se debe a mosaicismo, ya sea celular, tisular o quimerismo y el

4% se debe a translaciones cromosómicas desequilibradas que dan lugar a trisomías parciales (Guerra, 2000).

Esto quiere decir que existen 3 tipos de este trastorno: el tipo trisómico, donde el error genético se presenta durante la formación de las células reproductoras (óvulo y espermatozoide), en el momento de dividirse una de ellas se lleva dos cromosomas, y si éste queda fecundado da como resultado un huevo trisómico, llamándose trisomía 21 regular, ya que todas las células del cuerpo tendrán 47 cromosomas.

En el segundo tipo llamado mosaico, ambas células germinales tienen una cantidad adecuada de cromosomas, que al unirse dan origen a un huevo o cigote con un número normal de cromosomas (46 cromosomas), si al iniciar éste su división ocurriese un error en la distribución, algunas células tendrán un número normal de cromosomas mientras otras un cromosoma adicional (47 cromosomas). El tercer y último tipo que es la translocación, es cuando en alguno de los padres se forma la célula germinal, siendo el cariotipo normal y por azar ésta es fecundada. esto dará origen a un huevo o cigote trisómico, a esto también se le llama translocación de novo, pero en este tipo existe otra posible causa, cuando uno de los padres es portador de una de esas translocaciones, aunque física o mental, el padre o la madre sean normales, algunas de sus células tienen un cromosoma translocado lo que aumenta la posibilidad de engendrar niños con SD (Calderón, 2002; Tunesa y otros, 2007).

La persona con SD tendrá alguna similitud física con sus padres biológicos, de quienes recibe sus genes pero a la vez tendrá rasgos comunes con otras personas con SD, debido a la presencia de material genético extra. Algunas características físicas del SD cambian con el paso del tiempo. Así, es posible observar que el surco palmar único siempre se mantiene presente, mientras que el abundante tejido del cuello disminuye a medida que

el niño crece. Otros signos, en cambio, se manifiestan al avanzar la edad, como la lengua fisurada (Guerra, 2000)

Existen otras características típicas del fenotipo del SD entre las cuales están el SNC que es uno de los más afectados, pues existen alteraciones •estructurales y funcionales, donde se pueden encontrar: retraso del desarrollo, trastornos de la maduración del SNC, disminución del número de neuronas y anomalías en las sinapsis, alteraciones neuroquímicas y neurofisiológicas. Estas deficiencias hacen que la información no se transmita adecuadamente, incluso en áreas que por sí mismas no hubiesen sido afectadas directamente por la alteración genética, lo que repercute en otros tejidos pues suelen tener también signos de desarrollo defectuoso, entre ellas las cardiopatías congénitas, cuya frecuencia de aparición es muy alta entre un 40-50% de los sujetos con SD. Otro sistema afectado es el inmunológico, pues la infección llega a ser la primera causa de muerte en las Personas con SD en todas las edades. También es frecuente la aparición de leucemias, enfermedades hematológicas, del sistema gastrointestinal y del aparato locomotor entre otros (Tunesay otros, 2007; Pitetti, 2002; Roper y Reeves, 2006).

Dentro de las características fisiológicas de esta población si se compara con las Poblaciones sin SD, se mencionan: bajo tono muscular y fuerza, niveles pobres de consumo de Oxígeno, alteraciones en la frecuencia cardíaca en reposo y ejercicio, hiperfiexos y y Burkett, 1993; Horvat y otros, 1999; Pítetti, mucho más sedentarios (Millar, Fernhall 2002; y Guerra, 2000).

Deporte y la actividad física en el síndrome de Down

Ahora bien si se vincula este sedentarismo con el avance tecnológico y los cambios en la sociedad moderna, estos han favorecido el aumento de la vida sedentaria. Este nuevo modelo inactivo de comportamiento ha producido a su vez un incremento de las denominadas enfermedades hipocinéticas, lo que afecta directamente la calidad de vida de cualquier persona. En este sentido, no se debe olvidar que el ser humano es un animal básicamente dinámico y que dispone de infinidad de músculos, articulaciones y sistemas de control motor para garantizar posibilidades de movimiento enormes. La vida sedentaria no es sino una acción contra-natural. El movimiento es parte inseparable del ser humano, es una característica distintiva de la especie animal, este además de ser instintivo y espontáneo, es racional y consiente; es decir, el hombre se mueve por una necesidad o propósito, siendo el sedentarismo en resumidas cuentas, un factor que no permite que el organismo funcione de forma adecuada, desde los niveles psíquico, físico y social (Benavides, 1995; Jiménez, De Paz y Aznar, 2003).

Si se parte que la actividad y el ejercicio físico son un factor que influye en forma Positiva sobre las personas, además de ser considerada como una de las bases fundamentales para el buen estado de salud. Su práctica regular y moderada produce de inmediato una mejora en el estado de bienestar general del individuo. Los beneficios Pueden observarse tanto a nivel físico como psico-social, desde los niños y niñas hasta los mayores, pasando por los jóvenes, los adultos, las mujeres y los discapacitados, tanto sanos como enfermos, siendo aceptada su clara influencia y utilidad para curar y rehabilitar enfermedades. para prevenir muchas de ellas y promocionar la salud. Así, la inactividad física se ha relacionado con numerosos problemas de salud, desde las enfermedades cardiovasculares hasta diversos tipos de cáncer, problemas endocrino-metabólicos

problemas psicológicos (Gómez y otros, 2005). Por ejemplo, un 66% de los adultos europeos no llegan a alcanzar los 30 minutos de actividad física diaria recomendados y 1 de cada 4 no realizan actividad alguna (Serratos y Palacios, 2001).

El sedentarismo y la obesidad se convierten entonces en una de las principales causas de la mala calidad de vida y según la Organización Mundial de la Salud para el 2005, en Estados Unidos el 41.8 % de mujeres y el 36.5% hombres son obesos, mientras que en Costa Rica no escapa a esa realidad ya que el 24.2% de mujeres y el 13% de hombres son obesos. Por ello la importancia de incentivar a todos los niños con problemas de obesidad a que realicen una actividad física más constante (Benavides, 1995 y OMS, 2005).

Las personas con SD no escapan a los malos hábitos de vida, pues Pitetti (2002) y el ACSM (2006), indican que específicamente el estilo de vida sedentario y una dieta inadecuada aumentan los niveles de obesidad en esta población. Esta situación podría producir limitaciones en las oportunidades de conseguir empleo u actividades de la vida diaria o bien afectar la salud.

Sin embargo aun conociendo los numerosos beneficios posibles, cada vez son menos las personas que realizan actividad física y las personas con SD no son excepción a esa realidad. Un estudio realizado por Whitt-Glover, O'Neill y Stettler (2006), compararon la actividad física en hermanos con SD y sin SD, el estudio mostró que hermanos sin SD hacen más actividad física que sus hermanos con SD, lo que puede inclusive ser una de las razones por las cuales estos niños tienden a padecer obesidad. Por otro lado es relevante decir que el SD tiene poca aptitud hacia el esfuerzo Y la fatiga, lo que puede explicar el bajo nivel de salud y las limitaciones (Eberhard, Eterradossi, Rapacchi, 1989; fisiológicas Serratos y Palacios, 2001).

Para combatir esta epidemia de sedentarismo y obesidad, se tiene una herramienta muy efectiva como lo es el ejercicio físico, que es una actividad planeada, controlada, iterativa, estructurada y se realiza con el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la condición física y ayuda a mejorar la calidad de vida (Montero y otros, 2001, Ortigosa, Quites y Méndez, 2003).

Según el ACSM (2006) el verdadero objetivo de todo programa de ejercicios diseñado para mejorar la calidad de vida, debe ir dirigido a mejorar su composición corporal y para ello se necesita conseguir una buena condición física la cual se podría entender como el funcionamiento óptimo de todos los sistemas fisiológicos del cuerpo en especial del corazón, los vasos sanguíneos, pulmones y músculos. De esta forma los componentes básicos relacionados con salud o con un buen rendimiento son: fuerza muscular, resistencia muscular, flexibilidad, capacidad aeróbica o cardiovascular y composición corporal.

Pero si el objetivo, no es solo mejorar la calidad de vida sino aumentar el potencial para competir se debe tomar en cuenta estos y otros aspectos como lo comenta Macdougall, Wenger y Green (1995), al decir que el rendimiento de un deportista es el resultado de muchos factores combinados en lo que se pueden contar factores genéticos, de salud y por supuesto de entrenamiento. Es posible que la parte genética sea una de las que tenga más peso a la hora del rendimiento, pero estas características genéticas no se pueden desarrollar sin la cantidad idónea de entrenamiento, entonces aunque es poco probable que el científico deportivo pueda modificar estas características dadas por los progenitores, si es factible que puede aconsejar una estrategia de entrenamiento óptima según la dotación genética de cada deportista.

Composición Corporal

Uno de estos componentes que ayudan a mejorar la calidad de vida como el rendimiento es la composición corporal, este término se refiere al porcentaje de grasa en el organismo y el porcentaje de masa libre de grasa. Permite conocer el porcentaje de grasa del sujeto y su grado de obesidad, que a su vez, se relaciona con algunos padecimientos crónicos degenerativos (ACSM. 2006).

Si se habla de los diferentes componentes para mejorar la salud o el rendimiento, la composición corporal es uno de estos factores; si se refiere a este componente, se puede decir que existen muchas maneras de dividir el cuerpo humano en sus diversos componentes y numerosos métodos para conocer la composición corporal en función de lo que interese medir. Uno de estos métodos está la medida de la grasa subcutánea corporal, que es un método no invasivo, económico y muy sencillo (Carter, 2003).

La medición del grosor de los pliegues cutáneos se realiza mediante un lipocalibrador de presión constante. La masa grasa corporal total puede calcularse mediante diferentes ecuaciones a partir de uno o varios pliegues cutáneos. Tanto la precisión como la reproducibilidad de la medición de los pliegues cutáneos pueden mejorarse con una buena estandarización de las condiciones de medida: como la localización, orientación, tiempo de Presión, elevación y presión ejercida al pintar los pliegues o tipo de calibrador utilizado. El uso de medidas repetidas en la misma zona es aceptado como bueno, el valor medio de ellas aumenta tanto la reproducibilidad como la precisión del método y también es aconsejable que todas las determinaciones en un mismo individuo sean realizadas por el mismo evaluador (Carter, 2003).

Dentro de la composición corporal es importante muchos componentes o proporciones que son consta de considerar el peso corporal, el cual relativos de un individuo a otro. El peso corporal incluye huesos, músculos, grasa, sangre y vísceras, estas también se dividen en masa magra que es el peso de todo el cuerpo y la masa grasa que está almacenada en diferentes órganos como corazón, hígado, etc., pero mayormente esta se acumula o es retenida en el tejido adiposo debajo de la piel. Alguna de esta grasa es esencial para el buen funcionamiento del organismo y aislante del frío, la grasa esencial varía en hombres de 3% a 5% y en mujeres de 11% a 14% del peso corporal total, después de estos parámetros, se considera que una mujer es obesa cuando supera el 32-35% de grasa corporal y 25% en los hombres, y la obesidad por ende, está asociada con muchas enfermedades crónico degenerativas y hasta algunos tipos de cáncer. En muchos países se ha visto como una necesidad primordial el control de exceso de grasa en la población por los evidentes problemas de salud que esto trae (ACSM, 2006; Howley y Franks, 1995).

Si se refiere al campo del rendimiento, desde siglos atrás escritores, artistas, científicos y otras personas, se han preocupado por la composición corporal de los deportistas, pues registraron características físicas que fueron asociadas con el éxito, en diferentes actividades y deportes, ya que la falta de un físico adecuado puede hacer prácticamente imposible que un atleta alcance el éxito. Teóricamente, quienes sean los más exitosos son aquellos que tengan estructuras apropiadas, proporcionadas a sus tareas de rendimiento y aunque el tamaño y el peso corporal total son importantes para todo los deportes, el exceso de peso no suele ser el problema, Si no la cantidad de grasa ya que el exceso está relacionado de una forma negativa con el rendimiento (Martínez, Val, Salas-Salassavadó, 1996 y Willmore y Costill, 2004)

El porcentaje de grasa es una preocupación para todos los deportistas de rendimiento pues incrementar el tamaño y peso en grasa suele tener grandes perjuicios para el rendimiento, muchos estudios han demostrado que entre más alto el porcentaje de grasa corporal peor es el rendimiento, esto porque el peso corporal que se debe desplazar en el espacio, lo que hace que deportistas con menos grasa, tengan menos peso que desplazar, lo que trae mejores resultados, esto se ha demostrado en pruebas de velocidad, capacidad de resistencia, equilibrio, agilidad y capacidad para saltar, un ejemplo es que al comparar atletas masculinos y femeninas, donde la mayor adiposidad de las féminas viene a ser una variable que justifican rendimientos menores al de los hombres (Willmore y Costill, 2004).

Ahora bien Costill, Maglischo y Richardson (1994), afirman que a diferencia de muchos deportes donde el exceso de grasa se asocia con bajo rendimiento, en la natación pequeños aumentos de la grasa corporal no dificulta la actuación del nadador, al contrario, los niveles ligeramente por encima de lo normal pueden ayudar a la flotación, siempre y cuando la grasa extra no interfiera con la resistencia del cuerpo al agua.

En cuanto a las personas con SD, Pitetti (2002), afirma que los sujetos con SD tienen porcentajes de grasa más elevados que las personas sin SD y que las personas con RM sin SD. Por ejemplo en un estudio realizado con 504 personas con SD (305 hombres y 199 mujeres), donde fueron divididos en tres diferentes grupos: sedentarios; personas que practicaban educación física y personas que practicaban natación, se les midió el porcentaje de grasa. Este estudio encontró que el 87% de todos los participantes eran obesos y que el grupo de sedentarios tenía significativamente mayor porcentaje de grasa que los otros dos grupos (Ariel y Luna, 2000).

Otros estudios confirman lo anterior. Por ejemplo en una investigación para ver la prevalencia de la obesidad en personas con discapacidad cognitiva, estudiaron a 183

sujetos, estudiantes de un hogar, de los cuales 58 tenían SD. Entre las 2 poblaciones tanto con RM y SD el 40% de los hombres y el 32% de las mujeres resultaron con obesidad. Otra investigación realizada en el Queen Elizabeth Hospital, Inglaterra, informan que de 2000 personas con SD, el 31% de hombres y el 22% de mujeres tenían sobrepeso y aun más preocupante que el 48% de hombres y el 47 % de mujeres eran obesos, esto normalmente asociado al sedentarismo y enfermedades degenerativas, que atacan a estas poblaciones de RM y SD (Bell y Bhate, 1992 y Prasher, 1995).

Flexibilidad

Otro de estos factores mencionados es la flexibilidad, la cual es la máxima capacidad de elongación de una articulación o rango de movimiento que puede ser dado por una articulación, elementos articulares y músculos (ACSM, 2006).

La flexibilidad tiene una gran importancia en el deporte y la vida. De esta forma los trabajos de movilidad articular contribuyen decisivamente en la salud, por ejemplo la membrana sinovial produce una cantidad mayor de líquido sinovial que causa menor resistencia interna al deslizamiento, menor fricción y consecuentemente menos desgaste de los cartílagos articulares, además ayuda a conservar la elasticidad y la plasticidad natural de los componentes musculares; estimulan la funcionalidad de los receptores Propioceptivos, que activan las vías de conducción nerviosa aferente y eferente por desencadenamiento de reflejos inhibitorios y excitatorios siendo una actividad vital del sistema neuromuscular el cual se ve favorecida. Por otro lado un buen desarrollo de la flexibilidad en la región lumbar, glúteos e isquiotibiales, puede ayudar a prevenir, aliviar algunos problemas de espalda, ya que el 80% de los problemas de espalda baja en la

población adulta se deben a la falta de flexibilidad en varias articulaciones del cuerpo así como a una inadecuada fuerza muscular (Di Santo, 2001)

Dentro de la parte deportiva una mala flexibilidad puede imposibilitar la adquisición elemental de los distintos movimientos técnicos propios del deporte en cuestión, ahora bien al ejecutarse un movimiento, cualquiera sea su característica y circunstancia, parte de la energía debe emplearse en el vencimiento de las resistencias de todo un conjunto de tejidos naturales. Lógicamente, a mayor flexibilidad de dichas estructuras, menor será la energía dirigida y empleada para vencer la resistencia. A menor energía gastada, mayor será la posibilidad de ahorro energético para el logro del objetivo propuesto, por otro lado a mayor flexibilidad, existirá una mayor longitud de recorrido por ciclo, a mayor longitud de recorrido por ciclo, menor número de ciclos son necesarios para cubrir una distancia determinada y a menor número de ciclos, mayor posibilidad de aplicación de energía en los ciclos que queden (Di Santo, 2001).

Dentro de la natación una buena flexibilidad permite una mejor actuación, esto Porque existe un incremento del arco de movimiento de ciertas articulaciones, lo que provoca que la fuerza de propulsión se aplique durante más tiempo, dentro de la parte técnica ayuda a tener una mejor alineación horizontal y lateral del cuerpo, de esa manera una mayor movilidad de algunas articulaciones pueden disminuir el gasto energético e incrementar de esa forma la velocidad natatoria al reducir la resistencia intramuscular al movimiento (Costill, Maglischo y Richardson, 1994; Di Santo, 2001)

Por otro lado, una laxitud excesiva de los componentes articulares, sobre todo de la cápsula y los ligamentos, aumenta el riesgo de que se produzcan lesiones sobre todo en el caso de los deportes de contacto, además un desequilibrio de esta capacidad entre grupos musculares, puede ser fuente de lesiones en los miembros afectados. Algunos autores

afirman que existen muchos beneficios de que los SD practiquen actividad o ejercicio físico, pero a diferencia de la población regular no se va a buscar un aumento de la movilidad articular, puesto que existe una hiperlaxitud, sino que lo que se pretende es realizar un aumento del trabajo muscular para que el sistema muscular actúe como protector, estabilizador y amortiguador de los impactos, cubriendo la función fijadora que los ligamentos excesivamente laxos no pueden desempeñar con efectividad, además de combatir la hipotonía muscular propia del SD (Guerra, 2000; Di Santo 2001).

Velocidad

Otra cualidad propia del rendimiento es la velocidad que es la capacidad del organismo para desplazarse de un lugar a otro en el mínimo tiempo y con la máxima velocidad de contracción muscular y se puede definir como una capacidad compleja derivada de un conjunto de propiedades funcionales como la fuerza y la coordinación (Guimaraez, 1997; Manual de Educación Física y Deporte, 2003)

La velocidad dentro del contexto deportivo se presenta en diferentes formas o manifestaciones, entre ellas la velocidad de reacción que se refiere al tiempo que transcurre entre la presentación de los estímulos y el acto motor. Esta a su vez se divide en simple, que es el tiempo o velocidad de reacción a un estímulo conocido con una respuesta preestablecida (prueba de natación) y el complejo que es el tiempo o velocidad de reacción a un estímulo o estímulos desconocidos con una respuesta o respuestas no preestablecidas (típica de deportes de conjunto) (Manual de Educación Física y Deporte, 2003).

También existen varios tipos de velocidad entre ellas la inicial o velocidad de aceleración, tiempo desde el inicio de la acción hasta el final de la misma o hasta cuando se llega a la velocidad máxima. Esta velocidad de desplazamiento, es la capacidad de realizar una trayectoria en el menor tiempo posible tanto en acciones cíclicas como acíclicas segmentarias y globales. La otra es la velocidad máxima, que es la mayor velocidad que se puede alcanzar (Manual de Educación Física y Deporte, 2003).

Guimaraez (1997) y Wilmore y Costill (2004), comentan que la demanda energética durante los movimientos de velocidad es muy elevada y la cantidad de oxígeno para la producción de energía es muy limitada, lo que hace al sistema anaeróbico aláctico y láctico predominar y junto con este las estructuras más eficaces para utilizarlo, como son las fibras FT (por sus siglas en inglés Fast Twitch que significa contracción rápida), ya que los deportistas que tienen un alto porcentaje de fibras FT pueden estar mejor preparados para las actividades breves y explosivas, mientras que las fibras ST o de contracción lenta pueden tener cierta ventaja en las pruebas prolongadas.

En este sentido se debe recordar que las fibras FT se contraen en 50 milisegundos mientras que las ST duran 110 ms, pues estas últimas tienen una neurona más pequeña e inerva de 10 a 180 fibras, mientras que las FT tienen una neurona más grande e inerva de 300 a 800 fibras, además de ser más propensa a liberar calcio, lo que trae consigo la Posibilidad de tener mayores conexiones de actina y miosina por consiguiente una contracción más fuerte (Wilmore y Costill, 2004).

Pero para que existan mejores resultados en velocidad se ocupa tener además de la dotación genética de fibras blancas, ciertas adaptaciones que las da el entrenamiento tanto

nivel del sistema ATP-PC y en la enzimas glucolíticas, como neuromuscular, entre ellas mejor reclutamiento y sincronización de unidades motoras o una buena coordinación intramuscular, cambios de excitación e inhibición en el SNC, que supone alternar continuamente momentos de tensión y relajación en la musculatura a través de frecuentes repeticiones de movimientos rápidos, así como contracciones más poderosas (Guimaraez, 1997; Rompa , 2000; Willmore y Costill, 2004).

Ahora bien si se compara estas características o adaptaciones y las producidas por el entrenamiento de fuerza como el tamaño de los músculos que trae mayor capacidad de producir fuerza, cambios en el patrón del reclutamiento de las unidades motoras y en la sincronización de estas, cambios en la precipitación de la contracción muscular y de su inhibición, entonces se puede enfatizar la importancia del entrenamiento de la fuerza para mejorar la velocidad, ahora bien si se refiere al SD que tiene problemas de fuerza y de bajo tono muscular, es probable que tenga menos capacidad para desarrollar velocidad (Bompa , 2000; Willmore y Costill, 2004).

Fuerza y resistencia muscular La fuerza es la máxima capacidad de un músculo o grupo muscular de generar tensión determinada o la capacidad de un músculo o grupo muscular para vencer o soportar una resistencia bajo unas condiciones específicas, mientras que la resistencia muscular es la habilidad del músculo para contener contracciones repetidas O sostener una contracción fija en un periodo largo de tiempo (Willmore Y Costill,, 2004; Howley y Franks,1995: ACSM. 2006),

Este un componente esencial para el rendimiento de cualquier ser humano, pues sin esta no se podría sostener el propio peso corporal, ni realizar las actividades cotidianas. Su desarrollo formal no debe ser olvidado en cualquier plan con objetivos de salud y mucho menos en la preparación del deportista (Wilmore y Condi, 2004; Howley y Franks, 1995). La fuerza tiene varias divisiones, entre ellas la fuerza máxima, que es la mayor fuerza que el sistema neuromuscular es capaz de desarrollar mediante una contracción voluntaria; otro es el aspecto explosivo de la fuerza, que es el producto de la fuerza por la velocidad del movimiento, también llamada potencia y es la aplicación funcional de la fuerza y de la velocidad, este es el complemento clave para la mayoría de los rendimientos deportivos, dos individuos pueden tener la misma fuerza, pero uno de estos puede mover una carga idéntica en menos tiempo, entonces se puede decir que este tiene mayor potencia (Howley y Franks, 1995; Ramírez y Cancela, 2001; Wilmore y Costill, 2004).

Otro forma es la resistencia a la fuerza que se denomina como la capacidad del músculo de oponerse a la fatiga durante trabajos de fuerza de alta intensidad, repetitivos o estáticos, es decir para un nadador no basta tener solo fuerza máxima o potencia pues nada gana con realizar 3 ó 4 brazadas a gran potencia, si no llega al otro lado de la piscina, lo que hace importante el hecho de poder realizar la mayor cantidad de brazadas produciendo la mayor cantidad de fuerza posible, ahora bien si se producen mejoras en la fuerza tendrá una implicación positiva en la resistencia muscular, por ejemplo un nadador que puede producir una fuerza máxima de 2000N, podrá soportar durante 2 ó 3 minutos cargas de 800N que representaría un 40% de su capacidad, mientras que uno que tenga como fuerza máxima 1000N, solo podría resistir estos 800N unos cuantos segundos ya que representaría un 80%

de su capacidad (Bosco, 1994. Macdougail. Wenger y Green. 1995, Wilmore y Costill, 2004).

Niveles moderados de fuerza son necesarios para realizar las actividades de la vida diaria, tales como cargar alimentos, compras diversas, subir escaleras y para salir del asiento de los automóviles. La fuerza y la resistencia muscular son importantes recursos para todos los individuos, teniendo una importancia particular para aquellas poblaciones que la padecen como adultos mayores o personas con SD. Una sustancial pérdida de la fuerza de las piernas y de la espalda baja en estas poblaciones, no sólo limita la locomoción sino que también se asocia con un incremento en el riesgo de caídas. Una adecuada fuerza en las piernas puede prevenir una caída por diversas razones, como corrección de la pérdida momentánea del balance con el objeto de prevenir caídas catastróficas y la fuerza de miembros superiores puede reducir la cantidad de lesiones que resultan de una caída por falta de fuerza para estabilizar las articulaciones durante la caída (Soto, 2001).

El fortalecimiento y resistencia de la musculatura abdominal constituyen objetivos de gran importancia para la salud y el rendimiento físico. Muchas investigaciones coinciden en la necesidad de disponer de niveles mínimos u óptimos de fuerza y resistencia de la musculatura de la zona anterior del tronco y de los abdominales para mantener un alineamiento correcto del esqueleto axial, que garantice un adecuado equilibrio y movimiento de los miembros superiores e inferiores, al realizar diversas actividades deportivas o de la vida cotidiana. En natación particularmente, existe una considerable cantidad de rotación del tronco en las brazadas recíprocas de los estilos libre y espalda, por lo que la fuerza central es importante. Además, el estilo pecho y el estilo mariposa requieren una intensa extensión y flexión del tronco. También, debe haber una eficaz

transferencia de fuerza entre la parte superior e inferior del cuerpo en todos los estilos. Por lo que cualquier programa de entrenamiento para nadadores debe entrenar adecuadamente la fuerza del abdomen y la parte inferior de la espalda (Newton, 2003, Naclerio, 2005; Baechle y Brennan, 2002).

Stager y Tanner (2005), Baechle y Brennan (2002) y Newton (2003), se refiere específicamente al deporte de natación, ya que afirma que no existe duda de que el aumento de fuerza y potencia de los músculos del nadador se conviertan en mejores tiempos de nado. Cuanto más corta sea la prueba final, mayores los beneficios, esto porque la fuerza y la potencia se convierten en factores que restringen o aumentan el rendimiento. Además si se analiza biomecánicamente la natación, sin tener en cuenta el estilo que se practique, la natación involucra todos los principales grupos musculares del cuerpo, por lo tanto el programa de contra resistencia debe reflejar este principio.

En tiempos anteriores se tenía una idea errónea del trabajo de la fuerza, en especial con las pesas, pero esto ha cambiado en los últimos años, pues ahora aquel deportista que quiera rendir debe someterse a este tipo de entrenamiento, aunque todavía existe mucha discusión sobre qué tipo de entrenamiento se debe hacer para llegar a estos resultados, lo que si está claro es que la ganancia de fuerza traerá consigo una ganancia en el rendimiento (Costill y otros, 1994).

Ahora bien, esta ganancia de fuerza al realizar entrenamiento de contrarresistencia responde a las muchas adaptaciones que tiene el organismo, entre ellas se podría citar las estructurales, las neuromusculares y las de ejecución. En cuanto a la parte estructural, la ya comprobada hipertrofia, es el signo más visible de las adaptaciones al entrenamiento de

La fuerza y concierne al aumento del tamaño de los músculos. Este fenómeno responde al del área de una sección transversal de las fibras de un músculo individual y está aumento asociado a que el mayor tamaño muscular trae consigo mayor capacidad para realizar fuerza (Bompa, 2000).

En la parte neuromuscular, el aumento de la fuerza muscular también puede explicarse mediante algunos cambios en el patrón del reclutamiento de las unidades motoras o en la sincronización de éstas para que afecten el unísono, esto porque la fuerza de una contracción depende de cuántas unidades motoras se contraigan. Las unidades motoras están controladas por células nerviosas llamadas neuronas que pueden producir impulsos estimulantes o inhibidores. Los impulsos estimulantes producen contracción, mientras que los impulsos inhibidores impiden a los músculos generar contracción. Basándose en la teoría de que cómo resultado del entrenamiento se puede tener una mejoría de la precipitación de la contracción muscular, mayor número de neuronas implicadas y del tipo de neurona que inerva, pues el entrenamiento causa inervaciones cruzadas donde una neurona que inerva fibras FT llega a intervenir o inervar fibras ST o viceversa dependiendo de hacia donde se da el entrenamiento o adaptación, otra adaptación es contrarrestar los impulsos inhibidores permitiendo a los músculos contraerse con mayor potencia. Asimismo, de la capacidad de reacción de los nervios y su selectividad, el aparato nervioso comienza o aprende a evitar contracciones musculares inútiles (Bompa, 2000; Willmore y Costili, 2004).

Para que se den esos cambios en la fuerza máxima, la carga requerida para sujetos no entrenados es relativamente baja. Así, cargas del 45-50% 1 RM (y menores) han demostrado su utilidad para mejorar la fuerza muscular dinámica en sujetos previamente no

entrenados y a medida que los sujetos van mejorando, son necesarias cargas nuevas más elevadas, de esta forma, al menos un 80% de un 1R1v1 es necesario para producir adaptaciones neurales adicionales y más fuerza en sujetos experimentados (Jiménez, De Paz y Aznar, 2003).

Es importante decir que el aumento de la fuerza depende de la persona y del grado de entrenamiento, por ejemplo, la fuerza muscular mejora aproximadamente un 40% en sujetos "no entrenados", un 20% en sujetos "moderadamente entrenados", un 16% en sujetos "entrenados" (aquellos con un entrenamiento regular y constante al menos de seis meses), un 10% en sujetos "avanzados" (aquellos con varios años de experiencia en entrenamiento de fuerza y que han obtenido mejoras significativas en su condición física muscular), y un 2% en sujetos de "élite" (atletas de alta competición), en periodos de entrenamiento de 4 semanas a 2 años; estos datos demuestran claramente cómo se produce una tendencia específica hacia la reducción del ritmo de progresión con la experiencia (Jiménez, De Paz, Aznar, 2003).

Algunos estudios hablan sobre el entrenamiento de pesas y sus implicaciones como el realizado por Aceña, Díaz, Gonzales, Juárez, Navarro (2007), donde se analizó la mejora y retención de la fuerza en 34 sujetos sin discapacidad cognitiva y no entrenados, distribuidos en un grupo experimental (n=17) que efectuó un programa de entrenamiento para la mejora de la misma durante 9 semanas, realizando 3 sesiones de entrenamiento semanal, y un grupo control (n=17) que no llevó a cabo ningún entrenamiento. Se tomaron mediciones del peso máximo elevado en 1 RM, la fuerza máxima y la fuerza media total. Se efectuaron mediciones antes (PRE-), en la mitad (MED) y al final del tratamiento (POS1' 1), así como el (POST 2) que se realizó 2 semanas después y el (POS1'3) 2 meses después de la finalización del tratamiento. En el grupo de entrenamiento, las ganancias de fuerza

fueron significativas tanto en la mitad (9%), como al final del programa de entrenamiento (35%), e incluso tras 2 meses de la finalización entrenamiento la fuerza disminuyo solo un 40%.

En relación con la fuerza las personas con SD tienen menos capacidad de producir fuerza que las personas regulares, por lo que es importante entrenada, esto lo afirman varios estudios como el de Pitetti, y otros, 1992; Croce, Pitetti, Horvaty Miller, 1996; Horvat, y otros, 1997; Horvat y otros, 1999; Carmeli, Barchad, Lenger y Coleman, 2002; donde se ha observado la deficiencia de fuerza que tiene este tipo de población aun para valerse por si mismo.

El último estudio citado, hizo una comparación entre SD (n=9), RM (n=13) y personas normales (n=13), sedentarios todos, se midió en flexión y extensión de pierna, la fuerza máxima y promedio de fuerza isocinética, donde encontraron dos conclusiones muy importantes, la primera que las personas normales tuvieron mejoras significativas en los promedios de las variables estudiadas en comparación con las personas con SD y RM. La segunda conclusión es que no hubo diferencias significativas entre SD y RM, lo que reafirma la necesidad de elaborar programas de fuerza para las personas con discapacidad cognitiva (Horvat, y otros, 1997).

Otros estudios han utilizado los programas cero ecos para mejorar la variable fuerza como el de Carmeli y otros (2002), donde se midió el efecto de un programa 6 meses de caminata sobre variables como fuerza en los músculos de las piernas (extensión y flexión) y balance dinámico en 16 personas con SD, dando resultados significativos, para las variables estudiadas, mientras Levinger, Goodman, Hare, Jerums y Selig (2007) hicieron la misma medición en fuerza pero durante 10 semanas dando también resultados significativos en las variables estudiadas.

Ahora bien si se refiere a programas de ejercicio físico donde se involucra el entrenamiento de fuerza en población con Si), la literatura es escasa pero en los estudios existentes se han constatado cambios positivos en las variables medidas. Un ejemplo fue un estudio de caso de una niña con SD de 10,5 años que realizó un programa combinado de contrarresistencia y entrenamiento aeróbico; se midió variables cardiovasculares por medio de monitores cardíacos y el VO₂máx con una prueba sub máxima en banda sin fin; también se midió fuerza con series de 10 repeticiones en diferentes músculos, composición corporal, y flexibilidad. La niña realizó ejercicios de moderada a alta intensidad entre 30 a 60 minutos aproximadamente y de 5 a 6 veces por semana durante seis semanas. Se observaron mejoras en variables cardiovasculares submáximas, fuerza y resistencia muscular, motora gruesa, pero por otro lado, el peso y flexibilidad no tuvo cambios significativos. En conclusión este tipo de programa trae cambios positivos cardiovasculares, de fuerza y resistencia muscular (Lewis y Fragala-Pinkham, 2005).

Otro estudio midió las mejoras físicas en adultos con SD, utilizaron 52 adultos en un programa de entrenamiento cardiovascular durante 30 minutos y 15 minutos de ejercicios de fuerza, 3 días por semana durante 12 semanas, se reportaron mejorías en la condición cardiovascular y fuerza y resistencia muscular y tuvieron una pequeña reducción en el peso corporal. Se concluyó que este tipo de actividades son de vital importancia para las personas con SI) pues pueden prevenir algunas enfermedades propias de ellos (Rimmer y otros, 2004).

Arent y otros (2006), realizaron un estudio donde participaron 11 personas con SD, donde entrenaron fuerza durante 8 semanas, 2 días por semana, uno para entrenar la parte superior (pecho espalda, hombro, biceps y triceps) y otro la inferior (extensión, flexión, aducción, abducción, squat- y "press" de pierna) y abdominales después de cada sesión.

realizaban 3 series de 6 ejercicios al 90% — 100%, de un 8RM y un descanso de 60 segundos entre cada serie. En este estudio se reportaron cambios significativos para la variable fuerza en pecho, hombros, extensión, flexión y abducción.

Guerra (2000), afirma que existen muchos beneficios que los SD practiquen actividad física y algunos de los reportados son a nivel del aparato respiratorio, ya que debido a su anatomía especial, el trabajo respiratorio suele ser deficiente. Por tanto, al practicar deporte, estas personas presentarían una mejoría del trabajo respiratorio. Otro beneficio obtenido es sobre el aparato locomotor, específicamente se ha logrado mejoría en los niveles de fuerza después de un programa de entrenamiento. Al igual que en población general, podría haber un retraso en la aparición de osteoporosis gracias a la actividad física, así como menores efectos de la artrosis. En cambio, se debe destacar que en la población con SD no se va a buscar un aumento de la movilidad articular ya que existe hiperlaxitud, sino que lo que se pretende es realizar un aumento del trabajo muscular para reforzar las articulaciones, mejorar la postura del individuo, evitar la hipermovilidad articular, y frenar la hipotonía muscular propia del SD.

En cuanto al ejercicio físico y población con SD, han sido estudiados aspectos relacionados a variables cardiorrespiratorias y tratamientos aeróbicos con resultados positivos como (Eberhard, Eterradossi y Rapacchi, 1989; Climstein y otros, 1993; Fernhall y otros, 1996; Fernhall y otros, 2001; Tsimaras y otros, 2003; Pitetti y Fernhall, 2004; Fernhall, Figueroa, Collier, Goulopoulou y Baynard, 2004; Heller, Hsieh y Rimmer, 2004; Flaynard y otros, 2004); otro estudio por el contrario no encontró cambios significativos en el entrenamiento aeróbico en esta población (Millar, Fernhall y Burkett, 1993). Por otro lado algunos autores han estudiado aspectos psicosociales en un programa de ejercicio, como el estudio de Heller, Hsieh y Rimmer (2004). Es importante destacar que otras

personas a realizado análisis estadísticos más complejos como el meta análisis realizado por Andriolo, El Dib y Ramos (2005) donde tratan de evaluar la efectividad y seguridad de los programas de entrenamiento para resultados fisiológicos y psicosociales en adultos con síndrome de Down. Como conclusión los autores afirman que existen pruebas insuficientes para apoyar la mejoría en los resultados físicos o psicosociales del ejercicio en adultos con síndrome de Down. Aunque existen pruebas que apoyan las mejoras en los aspectos fisiológicos y psicológicos mediante los programas de actividad física combinada, los autores afirman que se requiere más investigación que examine resultados físicos a largo plazo, efectos adversos, como resultados psicosociales, por lo que hay que seguir investigando la interacción del ejercicio y la actividad física en el SD.

Guerra, 2000 reafirma lo anterior diciendo que los beneficios que una población con SD puede obtener con la actividad física no se han estudiado tan a fondo, sino que se suelen deducir de los beneficios que se pueden encontrar en la población general. Además, en ciertos aspectos, puede llegar a haber controversia por los resultados de otras investigaciones.

Observando la controversia existente en los estudios que implican a las personas con SD, además de la poca evidencia en el entrenamiento de la fuerza y aun mas escueto las fuentes referentes a la aplicación de la fuerza para el rendimiento deportiva en esta población, lo que reafirma la importancia de estudiar la influencia de la fuerza en un deporte de rendimiento como es la natación en personas con SD.

Capítulo III

METODOLOGÍA

Sujetos:

Participaron 7 nadadores con SD, 6 hombres y 1 mujer con una edad de 23.14 años \pm 4.59, con 6.14 años \pm 2.34 de practicar el deporte de la natación (Ver Tabla 1 para otras características de los sujetos), es decir que, estos participantes eran sujetos que entrenaban regularmente, con fines de competición deportiva.

Instrumentos y materiales:

Para este estudio se utilizaron las siguientes pruebas: "Sit and Reach" modificada para medir la flexibilidad; 1 RM (repetición máxima) para evaluar la fuerza muscular; en cuanto a la composición corporal, para determinar grosor de pliegues cutáneos, se utilizó la toma de pliegues con un calíper; para la variable resistencia muscular abdominal, se utilizó la prueba de ejecución del mayor número posible de abdominales en 1 minuto; como medida de rendimiento físico, se utilizó una prueba de natación rápida en 20 metros en estilo libre. A continuación se describen detalladamente, cada una de estas pruebas.

Flexibilidad

Prueba: "Sit and Reach" modificada

Materiales: cajón de flexibilidad y centímetro.

Procedimiento: Para determinar la flexibilidad se efectuó mediciones en la articulación coxofemoral. Para esto se utilizó el protocolo de "Sit and Reach" o "Sentado y Estirar" modificada, el cual consiste en solicitarle a la persona que se descalce y se sienta con las piernas extendidas y los glúteos, espalda y cabeza tocando la pared; se le colocará un cajón

. (especialmente diseñado para esta prueba), el cual debe tener completo contacto con las plantas de los pies. Seguidamente se le solicita que extienda ambas manos hacia delante, una sobre la otra y que contacte con sus dedos en el cero de una regla de más de 50 cm., la cual se ubica sobre el cajón. Después, vigilando que no flexione las rodillas, se le solicita que flexione la articulación coxofemoral y deslice los dedos sobre la regla lo más adelante que le sea posible, sosteniendo la posición máxima de 2 — 3 s. Este ejercicio se debe realizar 3 veces; se toma la mejor medición alcanzada por los dos dedos "centrales" juntos (si no están a la misma altura, se toma la distancia alcanzada por el dedo "central" que se encuentra menos avanzado). Esta prueba posee un grado alto de confiabilidad de 0.95 (ACSM, 2006).

Fuerza muscular Prueba:

1 RM

Materiales: máquinas de pesas marca Cibex

Procedimiento: primero se le solicita al sujeto que caliente con 10 repeticiones con un peso cómodo específicamente el grupo muscular y en la máquina donde va a realizar la evaluación. Cuando el sujeto está listo se le coloca un peso inicial que pueda manejar y se le pide que ejecute una repetición, si lo realiza con buena técnica después de 2 ó 3 minutos de descanso, el peso se aumenta de 2,5 a 5 Kg, y se vuelve a repetir el procedimiento. La prueba finaliza cuando el sujeto solo pueda realizar una repetición tomando en cuenta que para que sea válido un 1 RM, debe efectuarse completamente el ciclo de extensión y contracción, de esa forma se encuentra el peso máximo que el sujeto puede levantar, la repetición es válida si se ejecuta con buena técnica y es importante recordar que esta es una prueba máxima.

Pliegues subcutáneos

Prueba: toma de pliegues cutáneos en distintas partes del cuerpo. Este procedimiento sirvió en el estudio, para detectar cambios en zonas del cuerpo afines a los grupos musculares que se entrenaron. Esos cambios podrían deberse a disminución en la cantidad de grasa acumulada a nivel subcutáneo y el consiguiente incremento en el grosor de las fibras musculares, por el entrenamiento contrarresistencia.

Materiales: cáliper (marca Lange Skinfold Caliper, Betatechnology incorporated, con un 98% de exactitud), hoja de anotación, lápiz, cinta métrica, marcador.

Procedimiento:

- Todas las mediciones realizadas deben efectuarse del mismo lado del cuerpo, preferiblemente del lado derecho.
- Se define claramente los pliegues que se medirá.
- Se coloca la cinta métrica para las mediciones correspondientes, en donde se va a realizar la marca con el marcador.
- Se sujeta firmemente el panículo (pliegue) adiposo que se medirá, haciéndose esto con los dedos pulgar e índice y tirando hacia fuera, sin causarle daño al evaluado.
- El panículo adiposo deberá medirse 3 veces y en forma consecutiva, anotándose un promedio de la medida resultante o bien si dos medidas se repiten no es necesario tomar la tercera.
- Se coloca las superficies de contacto del calibrador debajo de los dedos. La superficie de contacto será de 2 a 4 mm, por encima de la uña del evaluador.

- Lentamente se reduce la fuerza de la mano en el calibrador, hasta que este ejerza toda su presión en el plicado adiposo.
- Se procede a leer el calibrador una vez que la aguja se ha detenido y antes de que pase uno o dos segundos.

Se debe tratar de que el sujeto no tenga sudor o cremas en la piel para favorecer una adecuada toma del pliegue. Además, hay que asegurarse de hacer las mediciones en el lado derecho del cuerpo; si se presentara algún problema por ese sector (cirugía, falta de pierna o brazo) se toma el pliegue en el lado izquierdo. Si a la persona, por situaciones de vestimenta, le es difícil quitarse la ropa, se procede a medir el pliegue por encima de esta y se saca la diferencia midiendo el grosor de la ropa con el calibrador.

Para la toma de cada pliegue, se debe proceder de la siguiente forma:

Pliegue	Procedimiento
Tíceps	Tomar la medida entre el acromion y el olécranon del brazo derecho, colocando la cinta en estos dos puntos y tomando la mitad que hay entre ambos y haciendo una marca con el marcador en ese punto. Seguidamente se toma el pliegue y se coloca el calíper justo en el punto marcado y en forma vertical, tratando de no agarrar fibra muscular.
Pectoral	Sobre la línea lateral del pectoral derecho, se coloca la cinta métrica justo debajo de la unión de este con el brazo; se lleva la cinta perpendicularmente hasta la tetilla colocándola exactamente en el pezón; se establece la distancia entre ambos y justo a la mitad entre ellas se hace la marca con el marcador. Exactamente ahí debe tomar el pliegue.
Axilar	Se pide al sujeto que coloque su brazo encima del hombro del evaluador y así, el pliegue quedará a la vista. Se mide del proceso xifoideo hacia la parte de debajo de la axila formando una escuadra. Justo en la unión de los dos, se pone una marca en esa unión y ahí se deberá colocar el calíper.

Supra iliaco	Exactamente donde se tomó el pliegue de la axila, se mide con la cinta métrica una línea recta hasta la cresta iliaca y al llegar a este punto, se toma la medida de 3 cm por encima de la cresta iliaca antero superior derecha y aquí se coloca la marca del marcador.
Abdomen	La medida se toma entre 3 y 5 cm hacia la derecha del ombligo y se coloca la marca con el marcador. El pliegue se levanta en forma vertical.

(Protocolo de toma de pliegues basado en Howley y Franks, 1995)

Resistencia Muscular abdominal

Prueba: 1 minuto de ejercicios abdominales

Materiales: un cronómetro digital con décimas de segundo; colchonetas; regla (cm); hoja de anotación y lapicero.

Posición inicial: el ejecutante se colocará en decúbito supino con las piernas flexionadas (rodilla a 90), los pies ligeramente separados con la planta sobre el suelo y con los brazos extendidos hacia las rodillas. Se realizará una medición con la regla, desde la punta de los dedos a la rótula, en donde la distancia debe ser de 8 cm. A partir de aquí se marca y a partir de ahí se debe ejecutar el movimiento.

Procedimiento de la prueba: a la señal de "listo"... "ya", el ejecutante (manteniendo la posición de pies y piernas) levanta su tronco del suelo y toca con sus dedos, la marca asignada en sus rodillas, manteniendo sus codos totalmente extendidos durante todo el movimiento; una vez tocada la marca, inmediatamente, se retorna a la posición inicial y se continúa repitiendo el ejercicio hasta que el examinador diga "alto", justamente un minuto después de haber iniciado.

Antes de iniciar la prueba se debe recomendar al ejecutante, mantener una respiración normal, pero con cierto ritmo: al subir debe "exhalar" y al bajar "inspirar". Además, debe bajar su espalda de tal forma que en el momento en que las escápulas tocan el suelo, debe

volver a subir, o sea que no deberá recostar en el suelo su espalda (totalmente) ni su cabeza. Debe indicársele antes de la prueba, además, que fije un punto con la vista y que la mantenga puesta en ese punto y que no debe mantener la barbilla pegada al pecho, esto para no causar presión en la vértebras cervicales. La velocidad de ejecución dependerá del ritmo puesto por la persona y si siente dolor, puede descansar y seguir hasta que se acabe el minuto.

Normas (claves que deben vigilarse durante la prueba):

Las rodillas deben mantenerse flexionadas 90° y con los pies fijos en el suelo con la planta en contacto con este; los codos totalmente extendidos durante la prueba; la espalda debe llegar a tocar con las escápulas el suelo y volver a subir.

Valoración de la prueba: se registra el número de repeticiones (una repetición será realizar un ciclo de flexión y extensión).

Medida de rendimiento físico

Prueba: 20 m de natación rápida en estilo libre (resultados en minutos y segundos).

Materiales: equipo marca New Test; 2 foto celdas: extensiones; lápiz y hoja de anotación.

Procedimiento de la prueba: Antes de iniciar la prueba se realiza un calentamiento con elongaciones y rotaciones de los músculos implicados, luego se realizan 8 minutos de nado libre, luego 4 minutos de patada y 3 minutos de nado suave. Luego, se coloca la primera fotocelda a 4 minutos de uno de los bordes de la piscina (borde de salida, de modo que esos 4 m, sirven para acelerar antes de entrar en la zona de medición) y la segunda fotocelda faltando 1 m para el borde opuesto (borde de llegada), de modo que entre ambas fotoceldas, hay una distancia de 20 m (cabe acotar, que la prueba se realizó en una piscina de 25 m). Se le solicita a los sujetos que a la

señal "ya", naden lo más rápido posible hasta tocar el otro borde. Esto se repitió en tres ocasiones, dando descanso entre cada intento de 10 minutos. La partida se hacía estando el nadador dentro de la piscina tocando el borde de salida con una de sus manos. De los tres intentos se tomó el mejor tiempo realizado. Para que un intento fuera válido, la persona no debía parar entre las dos fotoceldas.

Procedimientos

La primera etapa consistió en determinar los criterios de inclusión en el estudio: nadadores activos, con SD, pero sin experiencia en el entrenamiento contrarresistencia con pesas. Después de localizar a los nadadores, se citó a una reunión a los sujetos, con sus padres y madres, para explicarles en qué consistía la investigación y buscar su autorización. Después de su consentimiento se empezó con la investigación. Los sujetos al ser nadadores activos y al estarse preparando para competir en las Olimpiadas Especiales Shanghai, China, del año 2007, no podían dejar de entrenar en piscina; durante el estudio; razón por la cual durante las diez semanas que duró la investigación (dos de línea de base, seis de entrenamiento contrarresistencia y dos de observación de retención de efectos post tratamiento), permanecieron nadando durante tres días a la semana, una hora cada sesión, bajo la misma intensidad y con carga constante no variable en todas las sesiones durante todo el periodo del estudio (ver anexo, parte 2) (cabe acotar que el entrenador de los nadadores era también el investigador). El estudio inicia entonces con una medición (pretest 1) y sin aplicación del tratamiento. Posteriormente, dos semanas después, se dio una segunda medición (pretest 2); lo anterior para tener un periodo de línea de base que sirviera de comparación para el periodo posterior de tratamiento, controlando así, los efectos del entrenamiento con natación. Después se

aplicó el tratamiento durante seis semanas(ver anexo, parte 1). Al terminar el tratamiento se realizaron otras mediciones (postest 1) para cuantificar los resultados del tratamiento, y dos semanas después otra medición (postest 2) para medir el periodo de retención.

Diseño:

G: 01 ___ 02 X 03 ___ 04

Pretest1 Línea Base pretest 2 tratamiento postest1 periodo de retención postest2

Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva para calcular promedios, desviaciones estándar y porcentajes de cambio. En cuanto a estadística inferencial, se corrió un análisis de t-Student de medidas pareadas para corroborar que no existieran diferencias en la línea base, en las distintas variables dependientes. Además, se realizó el ANOVA de una vía de medidas repetidas, para cada una de las variables medidas y posteriormente cuando se encontraron diferencias significativas, se realizó el Post Hoc de Bonferroni, para encontrar entre cuáles mediciones se dieron las diferencias; y el Post Hoc LSD (least significant difference), cuando fue necesario (en el caso de diferencias muy pequeñas que no fuesen detectadas con el Post Hoc de Bonferroni). Los datos se analizaron en el paquete estadístico SPSS versión 8.0 para Windows. Para efectos de este estudio el nivel de alfa fijado fue de 5% ($p < 0.05$).

Capítulo IV

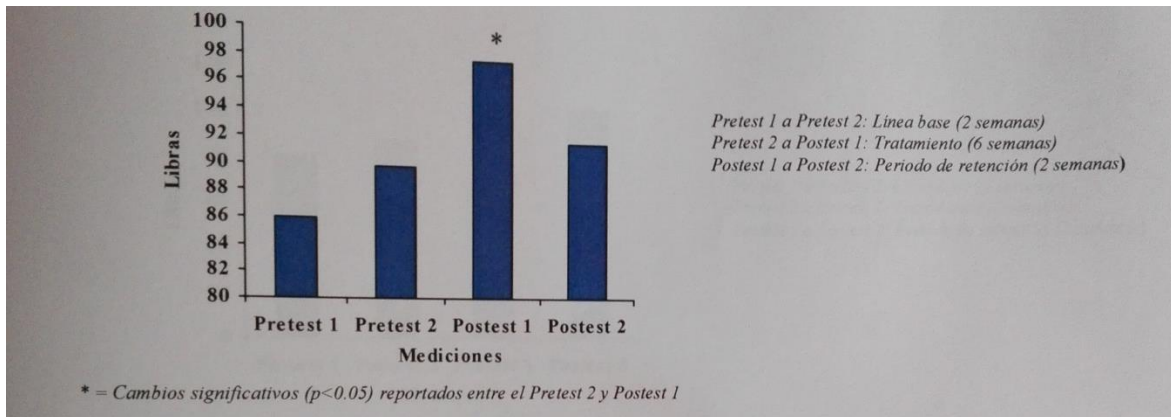
Resultados

En este capítulo se resumen los resultados más importantes de este estudio mediante gráficos y tablas, seguidos de su respectiva interpretación. A continuación se observan los resultados de este estudio.

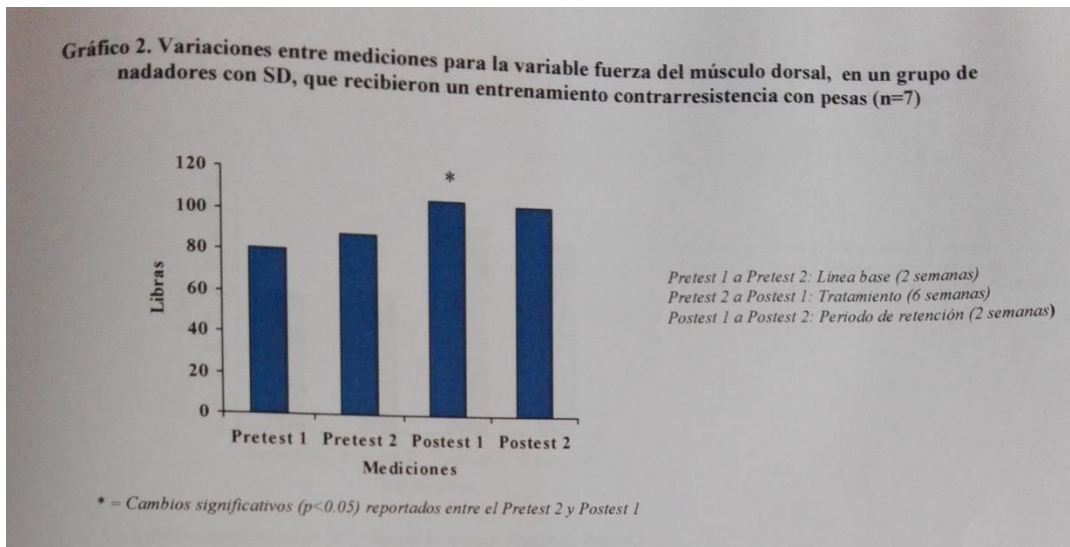
Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar de la edad, peso, talla y años de práctica de la natación de los sujetos del estudio n= 7

Sujetos	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (m)	Años de práctica
N=7	23.14=4.59	70.07=7.31	1.55=0.07	6.14=2.34

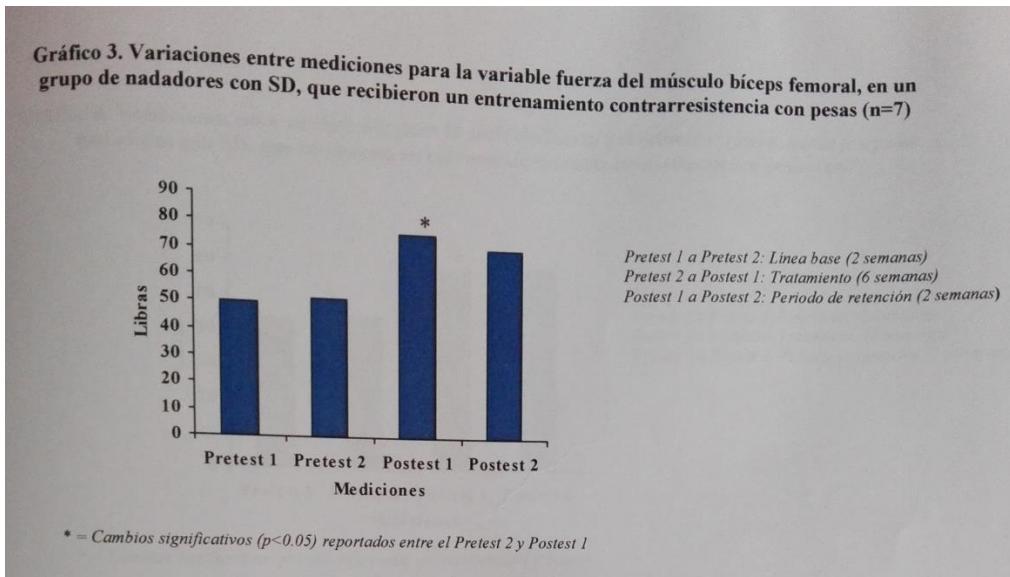
Gráfico 1. Variaciones en las mediciones para la variable fuerza del músculo pectoral, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas (n=7)



El ANOVA de medidas repetidas simple para la variable fuerza en el músculo pectoral, mostró diferencias significativas ($F=5.768$; $p=0.006$) entre los promedios de las mediciones ejecutadas. Al realizar el análisis post hoc de Bonferroni se encontró que no hubo diferencias significativas en la línea base, o sea entre el Pretest 1 ($X : 86.07 \pm 19.08$ Libras) y el Pretest 2 ($X : 90.72$ Libras ± 18.85 Libras), mientras que entre el Pretest 2 y el Posttest 1 ($X : 98.07$ Libras ± 22.75 Libras) sí existió diferencias significativas, lo que indica que el tratamiento mejoró la variable fuerza pectoral, ya que como se puede observar en el gráfico 1, se aumentó el peso levantado luego de aplicado el programa. Entre el Posttest 1 y el Posttest 2 ($X : 92.15$ Libras ± 23.62 Libras) no se encontraron cambios significativos. Es decir que la variable fuerza mejorada en el músculo pectoral, no disminuyó significativamente, después de dos semanas sin entrenamiento de contrarresistencia.

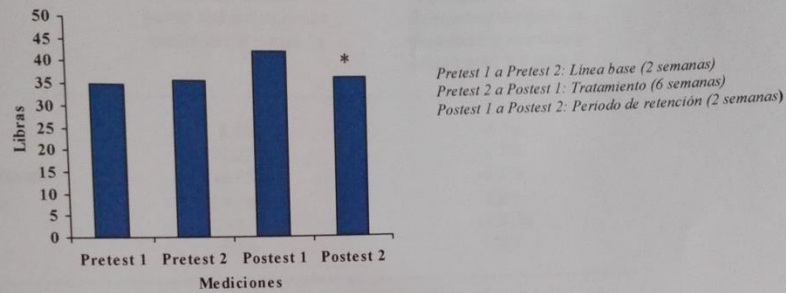


Se realizó un ANOVA de medidas repetidas simple para la variable fuerza en el músculo dorsal y se obtuvieron diferencias significativas ($F = 26.770$; $p = 7,45e-007$) entre los promedios de las mediciones realizadas. Al realizar el análisis post hoc de Bonferroni se encontró que no hubo diferencias significativas en la línea base, o sea entre el Pretest 1 ($X: 81.50$ libras ± 19.14 Libras) y el Pretest 2 ($X: 89$ libras ± 18.52 libras), mientras que entre el Pretest 2 y el Posttest 1 ($X: 107.01$ libras ± 19.44 libras) existieron diferencias significativas, ya que se aumentó el peso levantado luego de realizar el programa. Entre el Posttest 1 y el Posttest 2 ($X: 105.14$ libras ± 14.38 libras), no se encontraron cambios significativos, es decir que la fuerza mejorada del músculo dorsal no disminuyó significativamente, después de dos semanas sin entrenamiento de contrarresistencia.



Se realizó un ANOVA de medidas repetidas simple para la variable fuerza del músculo bíceps femoral y se obtuvieron diferencias significativas ($F = 32,530$; $p = 1.76 \times 10^{-7}$) entre los promedios de las mediciones realizadas. Al realizar el análisis post hoc de Bonferroni, se encontró que no hubo diferencias significativas en la línea base, o sea entre el Pretest 1 ($X : 50 \pm 5.59$ libras) y el Pretest 2 ($X : 52.14$ libras ± 6.83 libras), mientras que entre el Pretest 2 y el Posttest 1 ($X : 77.22$ libras ± 15.13 libras), sí hubo diferencias significativas, ya que cómo se pudo observar el peso levantado aumentó luego de la aplicación del programa. Entre el Posttest 1 y el Posttest 2 ($X : 72.15$ libras ± 11.55 libras) no existieron cambios significativos, lo que quiere decir que la variable estudiada no disminuyó significativamente, después de dos semanas sin entrenamiento de contrarresistencia.

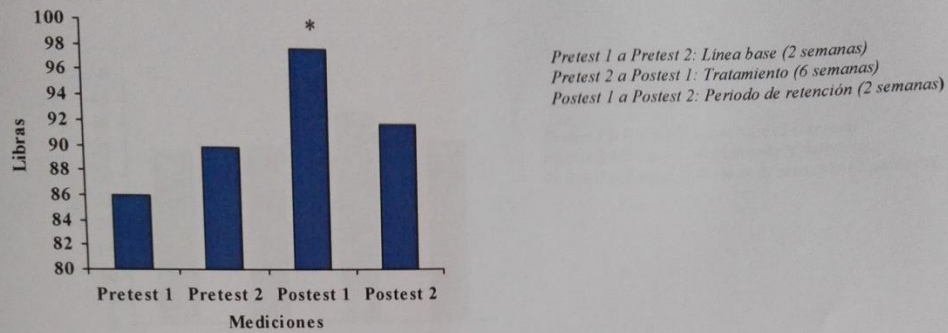
Gráfico 6. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo bíceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas (n=7)



* = Cambios significativos ($p < 0.05$) reportados entre el Posttest 1 y Posttest 2

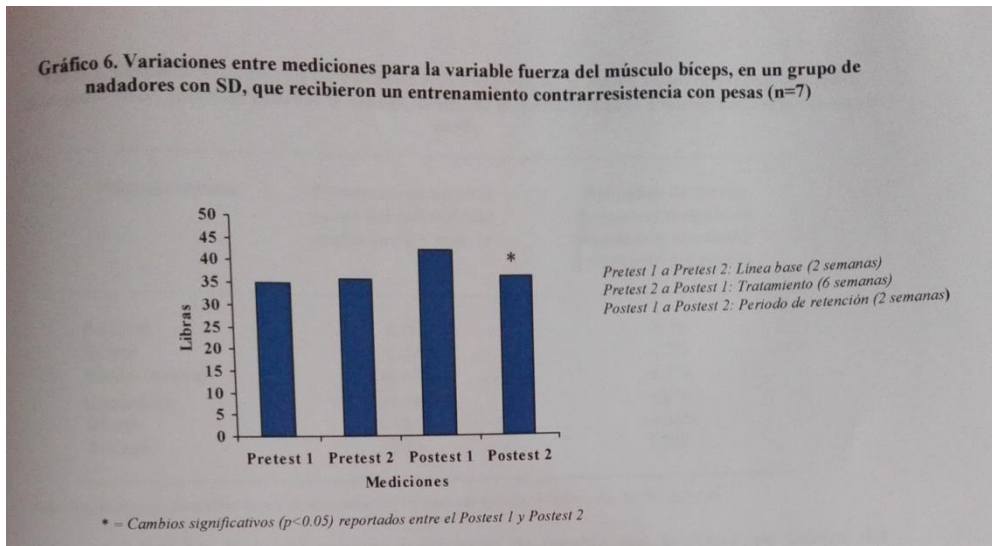
Se efectuó un ANOVA de medidas repetidas simple para la variable fuerza del músculo tríceps y se obtuvieron diferencias significativas ($F = 11,21.7$; $p = 0.0002$) entre los promedios de las mediciones realizadas. Al realizar el análisis post hoc de Bonferroni se encontró que no hubo diferencias significativas en la línea base entre el Pretest 1 ($X : 44.88$ libras ± 8.61 libras) y el Pretest 2 ($X : 45.07$ libras ± 8.65 libras), mientras que entre el Pretest 2 y el Posttest. 1 ($X : 59.52$ libras ± 14.73 libras) sí existió diferencias significativas, lo que indica que el tratamiento mejoró la variable dependiente, ya que cómo se pudo observar aumentó el peso levantado luego de aplicado el programa. Entre el Posttest 1 y el Posttest 2 ($X : 60.25$ libras ± 15.16 libras) no se encontraron cambios significativos, es decir en la variable fuerza del músculo tríceps, no disminuyeron significativamente los efectos alcanzados, después de dos semanas sin entrenamiento de contrarresistencia.

Gráfico 5. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo cuádriceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas (n=7)



* = Cambios significativos ($p < 0.05$) reportados entre el Pretest 2 y Posttest 1

Se realizó un ANOVA de medidas repetidas simple para la variable fuerza del músculo cuádriceps y se hallaron diferencias significativas ($F = 8.391$; $p = 0.001$) entre los promedios de las mediciones realizadas. Al efectuar el análisis post hoc LSD (se aplicó este dado que las diferencias entre mediciones eran pequeñas para que fuesen detectadas por el análisis de Bonferroni), se halló que no existieron diferencias significativas en la línea base entre el Pretest 1 : $93.84 \text{ libras} \pm 21.93 \text{ libras}$ Pretest 2 ($X: 100.07 \text{ libras} \pm 22.54 \text{ libras}$), mientras que entre el Pretest 2 y el Posttest 1 ($X: 125.07 \text{ libras} \pm 22.40 \text{ libras}$), existieron diferencias significativas. lo que indica que el tratamiento mejoró la variable fuerza del cuádriceps, ya que como se pudo ver. el peso levantado aumentó luego de aplicado el programa. Entre el Posttest 1 y el Posttest 2 ($X: 117.81 \text{ libras} \pm 16.55 \text{ libras}$) no se hallaron cambios significativos, es decir que en la variable fuerza del cuádriceps, los efectos alcanzados no se redujeron, después de dos semanas sin entrenamiento de contrarresistencia.



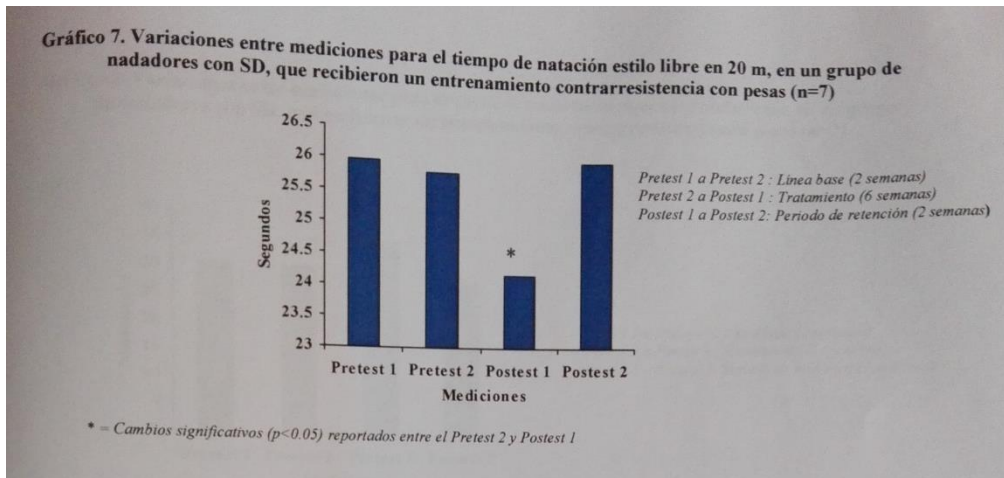
El ANOVA de medidas repetidas simple para la variable fuerza del músculo bíceps, mostró diferencias significativas ($F=4.145$; $p=0.021$) entre los promedios de las mediciones efectuadas. Al realizar el análisis post hoc de Bonferroni se encontró que entre el Pretest 1 ($X : 35.37$ libras ± 6.85 libras) y el Pretest 2 ($X : 36.31$ libras ± 10.27 libras), no hubo diferencias significativas. Además, entre el Pretest 2 y el Posttest 1 ($X 43.30$ libras ± 10.83 libras) no existió diferencias significativas, lo que muestra que el tratamiento no mejoró la variable fuerza del bíceps, ya que cómo se pudo observar no aumentó significativamente el peso levantado luego de aplicado el programa. Entre el Posttest 1 y el Posttest 2 ($X : 37.10$ libras ± 9.90 libras), se encontraron cambios significativos, es decir que la fuerza del bíceps disminuyó significativamente después de dos semanas sin entrenamiento de contrarresistencia.

Tabla 2. Resumen de porcentajes de cambio y de retención de la fuerza en los diferentes músculos trabajados en un grupo de nadadores con SD, mediante un entrenamiento contrarresistencia con pesas (n=7)

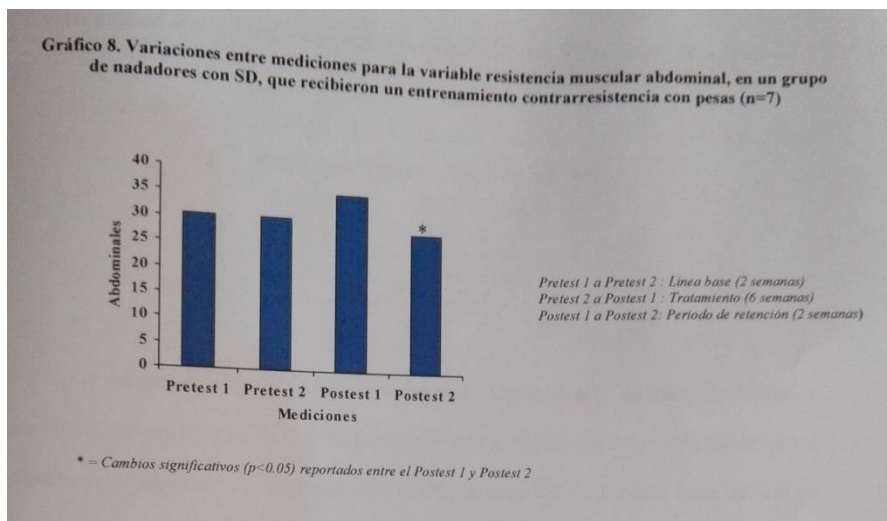
Músculo tratado	Porcentaje de cambio Luego del tratamiento (entre pre 2 y post 1)	Retención de fuerza 2 semanas después de terminar tratamiento (entre post 1 y post 2)
Pectoral	8.1%	-6 %
Dorsal	20.23%	-1.7%
Biceps femoral	48.05%	-6.5%
Cuadriceps	24.98%	-5.8%
Bíceps	19.25%	-14.31%
Tríceps	32%	1.2%

Nota: los porcentajes de cambio fueron determinados con la siguiente fórmula: $[(\text{Post 1} - \text{Pre 2}) / \text{Pre 2}] * 100$.

En la tabla 1 se observa los porcentajes de cambio que tuvieron los sujetos del estudio, después de haber realizado, el tratamiento de 6 semanas de entrenamiento contrarresistencia, así como el porcentaje de cambio obtenido dos semanas después (periodo de retención). Como se puede observar, en todos los músculos implicados en el tratamiento, se dio una ganancia de fuerza entre un 8% y un 48%, con un promedio de $25.42\% \pm 13.55$, mientras que 2 semanas después de terminar el tratamiento se dio una caída porcentual de la fuerza entre un 1% y un 14%, con un promedio de $6.92\% \pm 4.9$, excepto para la fuerza del tríceps, pues a diferencia de los demás músculos, aumentó un 1.2% luego de no entrenarlo con pesas.



Se efectuó un ANOVA de medidas repetidas simple para el tiempo de desplazamiento nadando en estilo libre en 20 m se hallaron diferencias significativas ($F=8.260$; $p= 001$) entre los promedios de las mediciones efectuadas. Al realizar el análisis Post hoc de Bonferroni se halló que entre el Pretest 1 ($X : 25.972$ segundos ± 7.86 segundos) y el pretest 2 ($X: 25,807$ segundos ± 8.15 segundos), no existieron diferencias significativas mientras que entre el Pretest 2 y el Posttest 1 ($X: 24.179$ segundos ± 8.50 segundos) si existieron diferencias significativas, lo que muestra que el tratamiento mejoro el rendimiento en natación de los sujetos al poderse desplazar en menor tiempo nadando, en estilo libre, ya que como se pudo observar los tiempos disminuyeron significativamente, luego de haberse aplicado el programa contrarresistencia. Entre el Posttest 1 y el Posttest 2 ($X:26.012= (8.07$ segundos) no se encontraron cambios significativos, es decir que, se mantuvieron los efectos positivos alcanzados, dos semanas después de haber Finalizado el entrenamiento contrarreststencia



Se realizó un ANOVA de medidas simples para la variable resistencia muscular y abdominal y se obtuvieron diferencias significativas ($F=4.447; p=0.017$) entre los promedios de las mediciones realizadas. Al efectuar el análisis post hoc de Bonferroni, se encontró que entre el pretest 1 ($X: 30.57$ repeticiones ± 4.96 repeticiones) y el Pretest 2 ($X: 30.57$ repeticiones ± 6.55 repeticiones), no hubo diferencias significativas. Además, entre el Pretest 2 y el Posttest 1 ($X: 35.57$ repeticiones ± 4.23 repeticiones) no existieron diferencias significativas lo que muestra que el tratamiento no tuvo efectos sobre la variable resistencia muscular abdominal. Entre el Posttest 1 y el Posttest 2 ($X: 28.28$ repeticiones ± 5.02 repeticiones) se hallaron cambios significativos en la variable resistencia muscular abdominal, es decir que las repeticiones en la prueba de resistencia

muscular abdominal disminuyeron significativamente después de dos semanas sin entrenamiento de contrarresistencia.

Tabla 3. Resumen de promedios y desviaciones estándar de la variable flexibilidad, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas (n=7)

Mediciones	Promedio y desviación estándar
Pretest 1	32.57 ± 7.5907
Pretest 2	30.57 ± 6.3733
Postest 1	30.57 ± 9.5892
Postest 2	32.71 ± 9.9283

Se realizó un ANOVA de medidas repetidas simple para la variable flexibilidad y no se obtuvieron diferencias significativas ($F=0.488$, $p=0.695$) entre los promedios de las mediciones realizadas. Es decir que, no se dieron cambios en la línea base, ni con el entrenamiento contrarresistencia, ni tampoco después de dejar el entrenamiento contrarresistencia.

Tabla 4. Resumen de promedios y desviación estándar de la variable pliegues cutáneos, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento contrarresistencia con pesas (n=7)

Sexo	Medición	Pliegue				
		Pectoral	Axilar	Suprailiaco	Abdominal	Triceps □
Masculino (n=6)	Pre 1	21.33± 6.47	21.83 ± 9.36	31.33 ± 8.71	20.83 ± 6.17	----
	Pre 2	19.83± 4.70	21.16 ± 8.70	31.33 ± 6.94	21.16 ± 5.94	----
	Post 1	20.83± 6.99	23.33 ± 9.15	33.16 ± 9.98	23 ± 6.29	----
	Post 2	21.66± 6.02 (F= 0.816; p=0.505)	22.16 ± 8.44 (F= 4.784; p=0.16)	32.50 ± 7.63 (F=0.763; p=0.532)	20.83 ± 6.04 (F=6.808; p=0.004*)	----
Femenino (n=6)	Pre 1	----	----	34	18	25
	Pre 2	----	----	33	20	27
	Post 1	----	----	37	21	28
	Post 2	----	----	35	19	27

* = Cambios significativos ($p<0.05$) reportados entre el Postest 1 y Postest 2 □ El pliegue de triceps no se tomaba en los hombres y el axilar y el pectoral no se tomaba en la mujer

Se realizó un ANOVA de medidas repetidas simple para los valores medidos en cada uno de los pliegues cutáneos y se obtuvieron diferencias significativas solo en el pliegue abdominal ($F=6.808$; $p=0.004$) entre los promedios de las mediciones realizadas.

Al realizar el análisis post hoc LSD, se encontró que no hubo diferencias significativas en la línea base (entre el Pretest 1 10.83 ± 6.17 y el Pretest 2 $X : 21.16 \pm 5.94$), mientras que entre el Pretest 2 y el Postest 1 ($X: 23 \pm 6.29$) sí existió diferencias significativas, lo que indica que tras el tratamiento, hubo cambios en este pliegue. Entre el Postest 1 y el Postest 2 ($X : 20.83 \pm 6.04$) no se encontraron cambios significativos, es decir que en esta variable, después de dos semanas sin entrenamiento de contrarresistencia, no hubo cambios significativos. Por tanto, la composición corporal de los sujetos, observada a través de la medida de los distintos pliegues cutáneos, se comportó con estabilidad al final del tratamiento, es decir que éste no la afectó.

Capítulo V

DISCUSIÓN

Para la variable fuerza en los músculos de pecho, espalda, bíceps femoral y tríceps no existieron cambios en la línea base (pretest 1 y pretest 2), lo que demuestra que el trabajo de piscina realizado durante el periodo de línea base, no influyó significativamente en estas variables. Por otro lado al aplicarle a la población con SD el trabajo de contrarresistencia con pesas, en la etapa posterior a la línea base, sí se obtuvieron cambios significativos en estos músculos. La ganancia de fuerza producto del entrenamiento de contrarresistencia con pesas en sujetos sin SD, ha sido demostrada en estudios como el de Aceña y otros (2007) además de ser mencionada en libros como el de Willmore y Costill (2004) y Bosco (1994), pero como anteriormente se recalcó, en sujetos con SD los estudios son escasos. Aún así, los estudios existentes demuestran que sí hay ganancia de fuerza posterior a un entrenamiento de pesas de aproximadamente 20-50% (ACSM, 2006).

En el estudio se encontraron porcentajes de cambio en fuerza de 8% a 48%, con un promedio de 25.42 % en los grupos musculares indicados antes, esto en población regular lo cual es similar a lo reportado por el ACSM (2006). Son pocos los estudios con estas poblaciones donde se hallan reportado ganancias en fuerza debidas a entrenamiento contrarresistencia. Entre los pocos estudios disponibles, se cuenta con el de Lewis y Fragala-Pinkham (2005), que realizaron un estudio de caso único (una niña de 10.5 años de edad con SD) y reportaron beneficios en la variable fuerza después de 6 semanas de entrenamiento contrarresistencia con pesas. Del mismo modo, Rimmer, Helier, Wang y Valerio (2004), reportaron también cambios significativos en personas con SD, después de 12 semanas de entrenamiento con pesas.

También Arent, Karczewski, Greenwood reportaron cambios significativos También arczewski,(2006), reportaron cambios significativos para la variable fuerza en pecho, hombros, extensión, flexión y abducción ($p<0.01$) después de 8 semanas de entrenamiento contrarresistencia con Pesas, en sujetos con SD que se preparaban para asistir a Olimpiadas Especiales de Verano, de forma similar a lo que ocurría con los sujetos de la presente investigación.

Las mejoras en fuerza, obtenidas en población con SD mostradas en los estudios ya citados y en la presente investigación, podrían deberse a varias adaptaciones propias del trabajo de contrarresistencia, tanto estructurales, neuromusculares como de ejecución. En cuanto a la parte estructural, la hipertrofia. que es el signo más visible del entrenamiento de la fuerza., es un fenómeno que responde al aumento del área de una sección transversal de las fibras musculares y que trae consigo mayor capacidad para realizar fuerza (Rompa, 2000: Willmore y Costill. 2004).

En la parte neuromuscular, las mejoras pudieron deberse al patrón de reclutamiento de las unidades motoras y la sincronización de éstas, además de una mejoría de la precipitación de la contracción muscular, del número de neuronas implicadas y del tipo de neurona, así como el contrarrestar los impulsos inhibidores, lo que permite que los músculos se contraigan con mayor potencia. También es necesario destacar que la capacidad de reacción de los nervios y su selectividad mejora y entonces el aparato nervioso aprende a evitar contracciones musculares inútiles, lo que lo hace más efectivo (Bompa, 2000; Willmore y Costill, 2004

Asimismo, las mejoras pudieron también deberse a la parte de ejecución de la práctica repetitiva de un ejercicio, ya que esto va a llevar a su aprendizaje y a una mejor

en cuenta esta baja aptitud al esfuerzo y a la fatiga y se considera que el músculo bíceps es más pequeño que los otros que se entrenaron y considerando que el dolor que se puede percibir al realizar 1RM sería más intenso que en grupos musculares más grandes, lo cual limitaría su entrenabilidad y la evaluación de fuerza en ese músculo al hacer 1 RM en esta población. No obstante, en el estudio no se midió el grado de molestias o dolor provocado por el entrenamiento o por las pruebas físicas, lo cual sería un aspecto interesante de valorar en futuros estudios.

Otra variable que pudo afectar la evaluación y se podría tener en cuenta en futuros estudios, es que el músculo bíceps tiene menos capacidad de producir fuerza que un músculo más grande y consecuentemente, de mover menos peso que uno más grande. Ahora bien, la máquina usada para hacer el ejercicio de bíceps, solamente permite hacer aumentos o disminuciones de 5 libras de contrarresistencia. Esta variación de 5 libras limita el poder detectar otras mejorías menores a 5 libras, si es que las hubo y en un músculo que no tiene tanta capacidad para mover una resistencia, perfectamente la ganancia pudo haber sido menor a ese peso y no haberse detectado por tal razón.

Por otro lado, lo acontecido con el bíceps, no pasó con el músculo tríceps, que aunque es otro de los músculos pequeños evaluados, está más adaptado al ejercicio específico de los sujetos estudiados, por la gran cantidad de extensiones que realizan al nadar y este es uno de los músculos más utilizados en esta disciplina deportiva (Stager Tanner, 2005; Baechle y Brennan, 2002), lo que explica por qué su comportamiento pudo ser diferente al del bíceps, pese a ser un músculo relativamente pequeño. Este argumento sirve, además para ampliar la explicación de los resultados mostrados por el bíceps, pues este músculo no resultaría tan demandado durante los esfuerzos en la natación, como los demás músculos valorados.

Refiriéndose a la resistencia muscular abdominal esta, variable se comportó igual que la fuerza en el músculo bíceps ya que no hubo cambios significativos en la línea base luego de aplicado el programa, aunque es necesario aclarar que la fuerza tiene una influencia directa y positiva en la resistencia (Wilmore y Costill, 2004; Macdougall, Wenger y Green, 1995). Ahora bien, al observar una ganancia general de fuerza en los sujetos, se podría especular que pasaría lo mismo con la resistencia pero esta se comportó diferente, quizá por la evaluación, pues como se mencionó que a los sujetos con SD no les gusta llegar a situaciones de fatiga o dolor muscular y la prueba de 1 minuto de abdominales llega hasta la fatiga produciendo molestias físicas, esto pudo haber afectado esta variable y que no se reportaran cambios en la misma, después del entrenamiento o tal vez sucedió que el periodo de entrenamiento no fuese lo suficiente como para provocar cambios en la variable. En esta misma hubo una caída significativa durante el periodo de dos semanas, posterior al tratamiento. Tal vez, eso se dio no por la caída de la variable en sí, sino por una apatía hacia esta prueba; también otra razón puede atribuirse al principio de reversibilidad, que dice que aquella cualidad que no se entrena, pierde sus adaptaciones, lo que puede explicar la caída en esta variable (Bosco, 1994; Wilmore y Costill, 2004; Macdougall, Wenger y Green, 1995).

Para la variable flexibilidad no se produjeron cambios significativos en ninguna de las mediciones efectuadas, al igual que lo encontrado por Lewis y Fragala-Pinkham (2005), en su estudio de caso único, donde reportaron beneficios significativos en la variable fuerza, pero no se encontró ningún cambio significativo a nivel de flexibilidad durante 6 semanas de entrenamiento, esto aunque en la teoría se afirma que al realizar un aumento de fuerza muscular, este serviría como protector y estabilizador, además de ayudar a fijar los

ligamentos excesivamente laxos propios de los sujetos con SD y ayudando a disminuir la flexibilidad en esta población, lo cual es el objetivo del trabajo contrarresistencia (Guerra, 2000; Di Santo, 2001). Probablemente se debería ampliar para el tiempo de entrenamiento para poder encontrar adaptaciones y cambios significativos en la variable flexibilidad. En el caso de la variable velocidad no existió cambios significativos en la línea base, lo que demuestra que el trabajo de piscina que se hizo en esa etapa, no fue una variable que influyera en la velocidad de manera significativa. Por otro lado después de efectuarse el trabajo de contrarresistencia sí se obtuvieron cambios significativos en esta variable. Esto se puede explicar, en primera instancia, por razones adaptativas propias del entrenamiento contrarresistencia; como por ejemplo: cambios en el tamaño de los músculos, en el patrón de reclutamiento de las unidades motoras y en la sincronización de estas; así como también cambios en la precipitación de la contracción muscular y de su inhibición, lo que trae mayor capacidad de producir fuerza y con esto la mejora en la velocidad (Bompa, 2000, Willmore y Costill, 2004).

La velocidad es una cualidad compleja que tiene como elemento la fuerza y al mejorar esta, por ende, se mejora la velocidad. Según varios autores (Willmore y Costill, 2004; Macdougall, Wenger, y Green, 1995; Bosco, 1994; Stager y Tanner, 2005; Baechle y Brennan, 2002; Newton, 2003), lo anterior se confirma al indicar que el aumento de fuerza en los músculos del nadador, se convierte en mejores tiempos de nado y esto se ve aún más cuando la prueba es más corta. Además, una mayor fuerza tiene una influencia directa en la capacidad del músculo de oponerse a la fatiga durante trabajos de fuerza de alta intensidad y repetitivos, ya que existe una relación positiva entre fuerza y resistencia, lo que producirá también mejoras en la velocidad natatoria, que en sí es el fin último del entrenamiento:

hacer que los atletas entrenados aumenten su velocidad de nado, para llegar más rápido al otro lado de la piscina.

Después del entrenamiento, la variable velocidad se mantuvo en sus niveles durante las dos semanas siguientes (efecto de retención), por lo que probablemente se mantuvieron algunas de las adaptaciones adquiridas con el entrenamiento en los sujetos con SD estudiados. Esto también se ve reflejado en que las ganancias en las variables de fuerza, se mantuvieron hasta dos semanas después de haber finalizado el entrenamiento contrarresistencia, indicando cierta relación entre velocidad y fuerza.

Para los pliegues cutáneos, no existieron cambios significativos en la línea base (pretest 1 y pretest 2), lo que demuestra que el trabajo de piscina aplicado en ese periodo, no influyó en estas variables de manera significativa. Ahora bien, al aplicarse el trabajo contrarresistencia, solo se produjeron cambios significativos en el pliegue abdominal. donde se dio un aumento de ese pliegue cutáneo. De la misma forma, los demás pliegues. presentaron tendencia a aumentar aunque estas no fueron significativas. No obstante, se esperaba que el aumento en el trabajo contrarresistencia diera un aumento en el gasto calórico y que este produciría una disminución en los pliegues cutáneos, pero esto no ocurrió en el estudio, probablemente el entrenamiento contrarresistencia produjo en la población con SD un aumento en la ingesta calórica, según lo afirma Howley y Franks (1995) y Williams (2002), al decir que un aumento en la cantidad de actividad física traerá consigo aumento en el apetito, lo que se pudo ver reflejado en la tendencia al aumento de los pliegues cutáneos. No obstante, en el estudio no se realizó control de la ingesta alimentaria de los sujetos, lo cual sería interesante en futuros estudios.

Después de terminar el periodo de entrenamiento eontrarresistencia, no se produjeron cambios significativos en los pliegues cutáneos, pero si se observó una tendencia a disminuir, lo que afirma la hipótesis planteada antes, de que el aumento en el produjo un aumento en la ingesta calórica de los sujetos y que la disminución del ejercicio (en el periodo de dos semanas después del tratamiento) bajaría la ingesta calórica con ello los pliegues cutáneos. Esto podría explicar, qué fue lo que sucedió en el estudio, con el comportamiento de los pliegues cutáneos.

De los resultados encontrados se destaca los beneficios físicos que el entrenamiento contrarresistencia puede traer a las personas con SD, no solo a nivel salud, donde puede ayudar a mejorar su calidad de vida, sino también en variables de rendimiento como la velocidad y la fuerza, primordiales en deportes como la natación. Además de que es importante, dar más pasos en la investigación del rendimiento físico en población con SD, con el fin de mejorar algunos aspectos propios de la planificación, entrenamiento y otros, para que se ajusten de manera más precisa a las características propias del SD.

Capítulo V

CONCLUSIONES

El entrenamiento contrarresistencia con pesas, después de 6 semanas, en una población de nadadores con SD, provocó cambios significativos en la fuerza del músculo pectoral, dorsal, bíceps femoral cuádriceps y tríceps y estas adaptaciones se mantuvieron sin cambios significativos durante 2 semanas. En el músculo del bíceps, sin embargo se comportó de una manera diferente pues no tuvo adaptaciones significativas al entrenamiento después de 6 semanas, aunque sí existió una tendencia a aumentar y después de 2 semanas de no entrenarse se dio una disminución significativa.

Otro cambio que se dio es que en la prueba de tiempo de natación en 200 m en estilo libre (medida de rendimiento), después de 6 semanas de entrenamiento contrarresistencia en pesas, existió una disminución significativa en el tiempo de nado y luego de 2 semanas de haberse terminado el entrenamiento, no existieron cambios significativos, o sea que se mantuvieron los efectos positivos en esta variable.

En las variables resistencia muscular abdominal (prueba de abdominales máximas en 1 min) y flexibilidad (prueba sit and reach), no existieron cambios significativos, después de realizar el programa de contrarresistencia en pesas durante 6 semanas y tampoco hubo cambios 2 semanas después de haber terminado el programa.

Ahora bien refiriéndose a la composición corporal, el plan de entrenamiento de 6 semanas contrarresistencia con pesas, en nadadores con síndrome de Down, no produjo cambios significativos en los pliegues cutáneos pectoral, axilar y suprailíaco, aunque sí hubo una tendencia a aumentar; mientras que para el pliegue abdominal si hubo aumento

Significativo. Luego de 2 semanas de haber terminado el programa, no se dieron cambios significativos en los pliegues cutáneos, pero sí una tendencia a disminuir. Estas comparaciones se hicieron solo en los hombres, al haber solo una mujer entre los participantes y al medirse en estos pliegues cutáneos. Por tanto, la composición corporal de los sujetos, observada a través de los distintos pliegues cutáneos, se comportó con estabilidad al final del tratamiento, es decir que éste no la afectó significativamente.

Capítulo VI

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones para otros estudios en el tema, se recomienda medir durante más tiempo el período de retención para poder establecer en cuánto se pierden significativamente las adaptaciones en fuerza y rendimiento en natación, debidas al tiempo entrenamiento contrarresistencia con pesas, en la población con SD

Además se pueden implementar en futuras investigaciones diferentes métodos de entrenamiento contrarresistencia además de las pesas y aumentar el tiempo del programa, para observar adaptaciones al entrenamiento y compararlas entre población con SD y sujetos sin esta condición.

Controlar y explorar otras variables, entre ellas, variables que afectan la composición corporal que es uno de los males que atacan a esta población. Entre estos aspectos, está el control nutricional y asociado a este el gasto calórico post ejercicio. Otras variables poco exploradas son las psicológicas y su relación con los efectos del entrenamiento de pesas o aeróbico, en poblaciones con SD.

BIBLIOGRAFÍA

Aceña,R.,Díaz,G.,González,J.,Juárez,D.y Navarro,F. (2007). Efecto sobre la mejora y retención de la fuerza de un programa de entrenamiento de fuerza con cargas concentradas en sujetos no entrenados. *International journal of sport science*, 3(7), 24-33.

Arent,S.,Karczewski,M. y Greenwood,J. (2006). Improving active range of motion of athletes with Down síndrome throung stengt trainig. Recuperado el 16 de marzo del 2008, de <http://youthsports.rutgers.edu/research-1/docs/IMPROVING.pdf>

ACSM (2006). ACSM´s. Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. (5a.ed.) Estados Unidos: Lippincott Williams y Wilkins.

Adriolo,R.B.,El Dib,y Ramos,L.R,(2005)Aerobic exerceice trining programmes for improving physical and psychosocial health in adults with down síndrome Cochrane Database Syst Rev.,20;(3):CD005176.

Ariel,H.y Luna,L.(2000,febrero).La obesidad como factor de riesgo en la persona con Síndrome de Down frente a la alternativa de la actividad física y deportiva .Revista digital Educacion Fisica y Deportes ,5,numero 18.Recuperado el 07 de abril del 2008,de <http://www.efdeportes.com>

Baechie, T. y Brennan, S. (2002). Strength and power for young athletes. Estados Unidos: Human kinetics.

Baynard, T., Pitetti, K.H., Guerra, M., Fernhall, B. (2004). Heart rate variability at rest and during exercise in persons with Down syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(8), 1285-1290

Bella, J. y Bhate, M. (1992). Prevalence of overweight and obesity in Down's syndrome and other mentally handicapped adults living in the community. *Journal of intellectual disability research*, 36(4), 359-364.

Benavides, L. (1995). Aptitud física, género, edad y actividad física del Instituto Centroamericano de Medicina del Deporte durante los años 1991-1994. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Bompa, T. (2000). Periodización del Entrenamiento Deportivo. España: Editorial Paidotribo.

Bosco, C. (1994) La valoración de la fuerza con el test de Bosco. España: Editorial Paidotribo.

Calderón, A. (2002). Los niños discapacitados aproximaciones conceptuales. Recuperado el 20 de abril del 2008, de <http://216.239.51.104/search?q=cache:kFy96Tub5->

kJ:wtvw.unife.edu.pe/investig/seis.pdf+los+ni%C3%Blos+discapacitados+aproximaciones+conceptuales+calderón+justo&hl=es&gl=cr&ct=clnk&cd=1.

Carmeli, E., Barchad, S., Lenger, R y Coleman, R. (2002). Muscle power, locomotor performance and flexibility in aging mentally-retarded adults with and Without Down's Syndrome. *J Musculoskel Neuron Interact*, 2(5), 457-462.

Carmeli, Kessel, S. Coleman, R. Ayalon, M. (2002) Effects of a Treadmill Walking Program on Muscle Strength and Balance in Elderly People with Down síndrome *The journals of Gerontology Series A.- Biological Sciences and Medical science* 57:M106-M I 10.

Carter, L. (2003). Factores Morfológicos que que limitan el Rendimiento Humano. Recuperado el 18 de enero 2008 de <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=139&tp=s>.

Climstein, M., Pitetti Barrett, P.J.y Campbell, K.D. (1993). The accuracy of predicting treadmill VO₂max for adults with mental retardation, with and without Down's syndrome, usig ACSM gender and activity-specific regression equations. *J Intellect Disahil Res*, 3 7 (Pt 6), 521-31.

Costill, D., Maglischo, E. y Richardson, A. (1994). Natación aspectos biológicos y mecánicos, técnica y entrenamiento, test, controles y aspectos médicos. Barcelona, España: Editorial Ilispano Europea S.A.

Crece, R., Pitetti, K.H, Horvat, M y Miller, J (1996) Peak torque, average power, and hamstrings/quadriceps ratios in nondisabled adults and adults with mental retardation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77 (4), 369 — 372.

Di Santo, M. (2001). Importancia de la flexibilidad. *PubliCE* Recuperado el 15 de febrero del 2008, de <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>.

Eberhard, Y., Eterradossi, J. y Rapacchi, B. (1989). Physical aptitudes to exertion in children with Down's syndrome. *J Ment Defic Res*, 33(Pt 2),167-74.

Fernhall, B., Figueroa, A., Collier, S., Gouloupoulou, S., Giannopoulou, I.y Baynard, T. (2004). Resting Metabolic Rate is Not Reduced in Obese Adults with Down syndrome Mental Retardation. *American Association on Intelictual and Developmental Disabilities*. Recuperado el 23 de agosto del 2007, de [http://aamr.allenpress.com/aamronline/?request=get-abstract&doi-10.1352%2F0047-6765\(2005\)43%5B391:RMRINR%5D2.0.00%3B2](http://aamr.allenpress.com/aamronline/?request=get-abstract&doi-10.1352%2F0047-6765(2005)43%5B391:RMRINR%5D2.0.00%3B2)

Fernhall, B., Mccubbin, J., Pitetti, K Rintala, P., Rimmer, J., Millar, A.y de Silva, A (2001). Prediction of maximal heart rate in individuals with mental retardation. *Medicine & Science in. Sports & Exercise*, 33(10), 1655-1660.

Fernhall, B., Pitetti, k., Rimmer, J., Mccubbin, J , Rintala, P ., Millar, a. L. kittredge, J. Y Burkett, L. (1996) Cardiorespiratory capacity of individuals with mental retardation including Down syndrome. *Medicine & Science in Sports Exercise*, 28(3), 366-371.

Gómez, J., Jurando, M. Viana, B., Da Silva, M. y Hernández, A. (2005, noviembre). Estilos y calidad de vida. *Revista digital. Educación Física y Deportes*, 10, número 90. Recuperado el 20 de noviembre del 2007, de <http://www.efdeportes.com>.

Guerra, M. (2000). Síndrome de Down y respuesta al ejercicio. Recuperado el 20 de abril del 2007, de <http://www.tdx.cesca.es/TESIS UB/AVAILABLE/TDX-0107103-123709/TESIS.pdf>.

Guimaraez, T. (1997). *Entrenamiento Deportivo*. Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

Horvat, M., Pitetti, K.H. y Croce, R. (1997). Isokinetic torque, average power, and flexion/extension ratios in nondisabled adults and adults with mental retardation. *J Orthop Sports Phys Ther*, 25(6), 3 95 -9

Heller, T., Hsieh, K., Rimmer, J.H. (2004). Attitudinal and psychosocial outcomes of a fitness and health education program on adults with Down syndrome. *Am J Ment Retard*, 109(2), 175-85.

Horvat, M., Croce, R., Pitetti, K. y Fernhall, B. (1999). Comparison of isokinetic peak force and work parameters in youth with and without mental retardation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(8),1190-1195.

Howley, E. y Franks, B. (1995) *Manual del técnico en salud y fitness*. España: Editorial Paidotribo.

Jiménez, A. De Paz, J, Aznar, S. (2003). Aspectos metodológicos del entrenamiento de la fuerza en el campo de la salud. *Revista digital Educación Física y Deportes*, 9, número 61. Recuperado el 7 de abril del 2008, de <http://www.efdeportes.com>.

Levinger, I. Goodman, C., Hare, D., Jerums, G. y Selig, S. (2007). The Effect of Resistance Training on Functional Capacity and Quality of Life in Individuals with High and Low Numbers of Metabolic Risk Factors. *Diabetes Care*, 30, 2205-2210.

Lewis, C. y Fragala-Pinkham, M. (2005) Effects of Aerobic Conditioning and Strength Training on a Child with Down Syndrome: A Case Study. *Pediatric Physical Therapy*, 17(1), 30-36.

Macdou gall J. Weng er, H. y Green, H. (1995). *Evaluación fisiológica del deportista*. , , España: Editorial Paidotribo

Manual de Educación Física y deportes. (2003). Barcelona, España: Editorial Océano.

Martínez, S., Val, V., Salas-Salvadó. J. (1996). Estado actual de los métodos de evaluación de la composición corporal: descripción, reproducibilidad, Precisión, de ámbitos de aplicación, seguridad, coste y perspectivas de futuro. Recuperado el 28 de enero, 2008 de <http://www.sepeap.es/Hemeroteca/EDUKINA/Artikulu/VO L106/M1061606.pdf>

Millar, A.L., Fernhall, B. y Burkett, L.N. (1993). Effects of aerobic training in adolescents with Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 25(2), 270-4.

Montero, J.C., Cúneo, A., Facchini, M. y Bressan, J. (2001). Tratamiento integral de la obesidad y su prevención. Recuperado el 23 de junio del 2008, de <http://www.cfnavarra.es/saludianales/textos/vol25/supl/pdf/25s115.pdf>.

Naclerio, F. (2005) Función y entrenamiento de la musculatura abdominal. Una visión científica. *Revista digital Educación Física y Deportes*, 10, número 82. Recuperado el 7 de abril del 2008, de <http://www.efdeportes.com>.

Newton, R. (2003) Entrenamiento con Sobrecarga para Nadadores de Velocidad. Recuperado el 23 de junio del 2008, de <http://www.sobreentrenamiento.com>.

Organización Mundial de la Salud (2005). What is the scale of the obesity problem in your country?. Recuperado el 17 de agosto de 2007, de http://www.who.int/infobase/report.aspx?rid=118&iso=CRI&Def Code—cd.0701&Survey_Year_End=2005&genGraphButton=Generate+Graph

Ortigosa, J. M, Quiles, M. J. y Méndez, F. (2003). Manual de psicología de la salud con niños, adolescentes y familia. Madrid, España: Ediciones Pirámide.

Pitetti, K. (2002) Down Syndrome. Recuperado el 20 de marzo del 2008, de http://www.sportsci.org/encyc/drafts/Down_syndrome.doc.

Pitetti, K., Climstein, M., Mays, M. y Barrea, P. (1992). Isokinetic arm and leg strength of adults with Down syndrome: a comparative study. *Arch Phys Med Rehabil.* 73(9), 847-50.

Pitetti, K. y Fernhall, B. (2004). Comparing Run Performance of Adolescents With Mental Retardation, With and Without Down Syndrome. Recuperado el 16 de abril del 2008, de <http://www.humankinetics.com/JAPAQ/viewarticle.cfm?jid=X24HPjpbX88ZMqWFX62FAMkvX66FP674X78BP6C7X47NT3g4X&view=art&aid=3930&site=X241-1PjpbX88ZrviqWFX62FAMkvX66FP674X78BP6C7X47NT3g4X>

Prasher, V. (1995). Overweight and obesity amongst Down's syndrome adults. *Clinical Pediatrics*, 39 (Pt 5):437- 41.

Ramírez, E. y Cancela, J. (2001). El entrenamiento de la fuerza en natación. Criterios a tener en cuenta para su desarrollo. *Revista digital Educación Física y*

Deportes, 7, número 37. Recuperado el 7 de abril del 2008, de <http://www.efdeportes.com>.

Rimmer, J.H., Heller, T., W. y Valerio, I. (2004). Improvements in physical fitness adults with Down syndrome. *Am J Ment Retard*, 109(2), 65-74.

Roper, R. y Reeves, R. (2006). Comprender el fundamento de los fenotipos del síndrome de Down. *Revista Síndrome de Down*, 23 (89), 59-67.

Serratos, L. y Palacios, N. (2001). Actividad física en niños. Recuperado el 20 de julio del 2007 de http://www.adeslas.es/TuSalud/Saludalia/vivir_sano/ejercicio_salud/sedentarismo/doc_sedentarismo.htm.

Soto, V. (2001). Fuerza y resistencia muscular durante el envejecimiento. Recuperado 14 de febrero 2008, de Gatorade Sports Science Institute, www.gssiweb-sp.com

Stager, M. y Tanner, D. (2005). *Swimming*. Estados Unidos: Publishing Blackwell.

Tsimaras, V., Giagazoglou, P., Fotiadou, E., Christoulas, K., Angelopoulou, N. (2003). Jog-walk training in cardiorespiratory fitness of adults with Down syndrome. *Percept Mot Skills*, 96(3 Pt 2), 1239-51.

Tunesa, E., Pfeiffer, E., Gonzaga, E. y Barbosa, C. (2007). Aspectos biológicos y sociales en el funcionamiento intelectual de personas con síndrome de Down. Recuperado el 31 de marzo de 2007, de www.cienciasecognicao.org.

Whitt-Glover, M. C., K. L. y Stettler, N. (2006). Physical activity patterns in children with and without Down syndrome. *Pediatr Rehabil*, 9(2), 158-64.

Williams, M. (2002). *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte*. España: Editorial Paidotribo.

Wilmore, J. y Costill, D. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. (5a. ed.). España: Editorial Paidotribo.

Anexos

Anexo 1

Programa de pesas

Programa de entrenamiento contraresistencia utilizado en las seis semanas de tratamiento.

Semana	Series	Repeticiones	Intensidad	Descanso
1	3	8	60% de 1RM	2 minutos
2	3	10	60% de 1RM	2 minutos
3	3	10	70% de 1RM	2.30 minutos
4	3	12	70% de 1RM	2.30 minutos
5	3	12	80% de 1 RM	3 minutos
6	3	15	80% de 1 RM	3 minutos

Las máquinas que se utilizaron para el estudio fueron las siguientes

Musculo	Ejercicio	Maquina
Pecho		Cibex
Espalda	Jalon de polea por delante	
Cuádriceps	Extensión de rodilla	
Bíceps femoral	Flexión de rodilla	
Bíceps	Curl de bíceps maquina	
Tríceps		

Anexo 2

Entrenamiento de natación

Los sujetos al ser nadadores activos y al estarse preparando para competir en las Olimpiadas Especiales Shangai, China, del año 2007, no podían dejar de entrenar en piscina, por lo que permanecieron nadando durante tres días a la semana, una hora cada sesión, bajo la misma intensidad y con carga constante no variable en todas las sesiones durante todo el periodo del estudio, el entrenamiento se llevo por tiempo, en la hora realizaban 15 minutos calentando, 15 minutos trabajo de técnica, 10 minutos de patada, 15 minutos de brazada y 5 de vuelta a la calma. La intensidad no fue medida pero se pidió a los nadadores que mantuvieran un ritmo cómodo.

Anexo 3

Resistencia muscular abdominal Se empezó con un tercio de los resultados obtenidos en la prueba de 1 minuto, lo que se mantuvo en la semanas 1 y 2, se aumentaron 5 repeticiones para la semanas 3 y 4; mientras que la semana 5 y 6 se aumentó 5 repeticiones con respecto a la semana 3 y 4.