

Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza con pesas en nadadores con Síndrome de Down

Effects of Weight Resistance Training on Swimmers with Down Syndrome

Fabián Viquez Ulate y Andrea Mora Campos

Escuela de Ciencias del Deporte de la Universidad Nacional de Costa Rica

Resumen: El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de un programa de fuerza con pesas, sobre la fuerza máxima en nadadores con Síndrome de Down (SD). Participaron 7 nadadores con SD, 6 hombres y 1 mujer con edades de 23.14 años \pm 4.59 y con 6.14 años \pm 2.34 de práctica de deporte de la natación. Instrumentos: prueba de 1 repetición máxima (RM) para determinar la fuerza máxima muscular. Procedimiento: el estudio duró 10 semanas (2 semanas de línea de base, 6 semanas de tratamiento y 2 semanas para ver efectos de retención). Resultados: hubo cambios significativos positivos en la fuerza máxima de los músculos pectoral ($F=5.768$; $p=0.006$), dorsal ($F= 26.770$; $p=7.45e-007$), bíceps femoral ($F= 32.530$; $p=1.76e-007$), cuádriceps ($F= 8.391$; $p=0.001$), tríceps ($F= 11.217$; $p=0.0002$) y estas adaptaciones se mantuvieron, sin cambios significativos, durante dos semanas; mientras que el músculo del bíceps ($F=4.145$; $p=0.021$) se comportó de una manera diferente pues no tuvo adaptaciones significativas al programa.

Palabra clave: Síndrome de Down. Natación. Entrenamiento de fuerza.

Abstract: The objective of this study was to determine the effect of weight resistance training on strength in swimmers with Down Syndrome (DS). Seven swimmers with DS participated in the study: 6 men and 1 woman, 23.14 years of age \pm 4.59 and with 6.14 years \pm 2.34 years of swimming. Instruments: One repetition maximum (RM) test to determine the individual's maximum muscular strength. Procedure: the study was conducted for 10 weeks (2 weeks at baseline, 6 weeks of treatment and 2 weeks to see the effects of retention). Results: significantly positive changes were detected in the maximum strength of pectoral muscles ($F=5.768$; $p=0.006$), dorsal muscles ($F= 26.770$; $p=7.45e-007$), femoral biceps ($F= 32.530$; $p=1.76e-007$), quadriceps ($F= 8.391$; $p=0.001$), triceps ($F= 11.217$; $p=0.0002$) and these adjustments were maintained with no significant changes for two weeks, while the biceps muscle ($F=4.145$; $p=0.021$) behaved differently since it suffered no significant adjustments during the program.

Key words: Down Syndrome, swimming, weight resistance training.

1. Introducción

Los sujetos con SD tienen características específicas, como: bajos niveles de fuerza, tono muscular y consumo de oxígeno, alteraciones en la frecuencia cardíaca en reposo y durante el ejercicio, hiperflexibilidad, además de índices elevados de sedentarismo, en comparación con las poblaciones sin SD (Millar, Fernhall y Burkett, 1993; Horvat, Croce, Pitetti y Fernhall, 1999; Guerra, 2000; Pitetti, 2002); y aunque hay estudios que indican que en esta población, los beneficios del ejercicio y actividad física son inciertos por la poca cantidad de publicaciones disponibles (Andriolo, El Dib y Ramos, 2005; Guerra, Cuadrado, Jerónimo y Fernhall, 2009), hay evidencia que muestra que estos se suelen deducir de los beneficios encontrados en la población sin SD (Guerra, 2000).

En personas con SD la carencia de fuerza es uno de sus principales problemas, ya que esta es básica para actividades de la vida diaria, aunado que hay estudios que muestran que esta población tiene menos capacidad de producirla (Carmeli, Barchad, Lenger, Coleman, 2002; Horvat, Pitetti y Croce 1997; Horvat et ál., 1999), por tanto, esta cualidad no debe ser olvidada en cualquier plan con objetivos de salud o de rendimiento (Howley y Franks, 1995; Wilmore y Costill, 2007).

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 (Pitetti y Fernhall, 2004; Heller, Hsieh y Rimmer, 2004; Baynard, Pitetti, Guerra y Fernhall, 2004; Lewis, Fragala-Pinkham, 2005; Andriolo, El Dib y Ramos, 2005; Arent, Karczewski y Greenwood, 2006).

Por otro lado, en cuanto a la fuerza y natación, 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,

mayor rendimiento, 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; Macdougall, Wenger y Green, 1995 Wilmore y Costill, 2007, Baechle y Brennan, 2002, Newton, 2003, Stager y Tanner, 2005).

Por ende, la presente investigación plantea contribuir con metodologías apropiadas para el tratamiento de las cualidades físicas en personas con SD y específicamente en practicantes de natación con fines deportivos competitivos. Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de un programa de ejercicio de fuerza con pesas sobre la fuerza máxima en nadadores con SD.

2. Materiales y métodos

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), estos participantes eran sujetos que entrenaban regularmente con fines de competición deportiva. Los criterios de inclusión fueron: nadadores activos, con SD, pero sin experiencia en el entrenamiento de fuerza con pesas, todos atletas de Olimpiadas Especiales, organización que proporciona entrenamiento deportivo y competición atlética de tipo olímpico, a todas las personas mayores de ocho años de edad con discapacidad intelectual (Olimpiadas Especiales, 2010).

Para este estudio se utilizó la prueba de 1 RM (repetición máxima) para evaluar la fuerza muscular recomendada por el ACSM (2009). Para las evaluaciones se utilizaron máquinas de pesas marca Cibex®, con pesos mínimos de 5 lbs (la unidad de medida fue en libras).

2.1. Procedimientos

Se citaron a los sujetos con sus padres y madres, para explicarles en qué consistía la investigación y solicitar su consentimiento. Los sujetos al ser nadadores activos, no podían dejar de entrenar en piscina durante el estudio; esto motivó que durante las diez semanas que duró la investigación continuasen nadando tres días a la semana, una hora cada

sesión, con intensidad y carga constante no variable en todas las sesiones durante todo el periodo del estudio, es decir que todos los entrenamientos mantenían el mismo volumen, no solo total si no por segmentos, ya que se dedicaba la misma cantidad de metros para las diferentes segmentos del entrenamiento, técnica, patada, brazada, estilo, calentamiento y vuelta a la calma.

El estudio se inició 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 de natación. Después se aplicó el tratamiento durante seis semanas, iniciando con 3 series de 8 repeticiones al 60% de 1 RM, en la segunda semana se realizó 3 series de 10 repeticiones al 60% de 1 RM, en la tercer semana se realizó 3 series de 10 repeticiones al 70% de 1 RM, cuarta semana se realizó 3 series de 12 repeticiones al 70% de 1 RM, la quinta con 3 series de 12 repeticiones al 80% de 1 RM y sexta se realizó 3 series de 15 repeticiones al 80% de 1 RM. El programa se conformó de 6 ejercicios básico: el press de pecho vertical, remo sentado en máquina, flexión de codo en máquina, extensión de codo en máquina, extensión de rodilla en máquina, flexión de rodilla en máquina. La pausa entre series fue de 1 minuto y entre ejercicios de 3 minutos. La velocidad de ejecución fue de 2 segundos en las fases excéntricas como concéntricas (ACSM, 2009). 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.

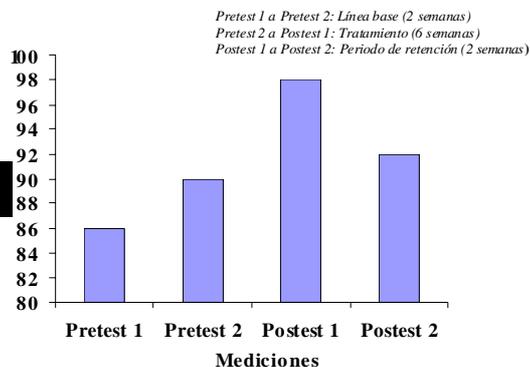
2.2. Análisis estadístico

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 variables dependientes. Además, se realizó el ANOVA de una vía de medidas repetidas y posteriormente se realizó post hoc de Bonferroni, para encontrar entre cuáles mediciones se dieron las diferencias o 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% ($p < 0.05$).

3. Resultados

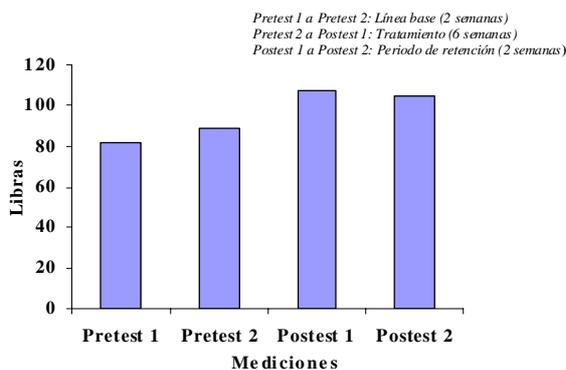
Los promedios y desviaciones de este estudio han sido: un total de 7 sujetos, la edad media 23.14 ± 4.59 ; el peso medio 70.07 ± 7.31 , la talla media 1.55 ± 0.07 y la media de los años de práctica 6.14 ± 2.34 .

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



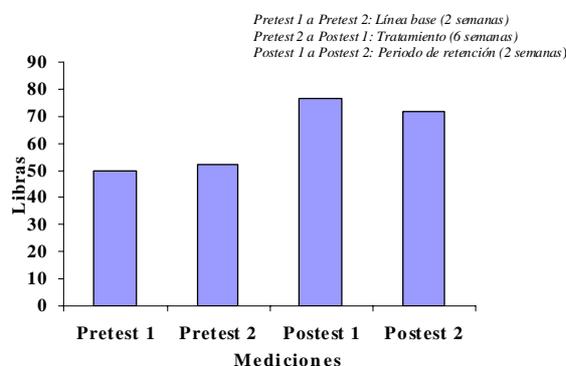
* = Cambios significativos ($p < 0.05$) reportados entre el Pretest 2 y Postest 1
Gráfico 1. Variaciones en las mediciones para la variable fuerza del músculo pectoral, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento de fuerza con pesas ($n=7$)

en la línea base, o sea entre el pretest 1 ($\bar{X} : 86.07 \pm 19.08$ Libras) y el pretest 2 ($\bar{X} : 90.72$ Libras ± 18.85 Libras), mientras que entre el pretest 2 y el postest 1 ($\bar{X} : 98.07$ 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 tras la aplicación del programa. Entre el postest 1 y el postest 2 ($\bar{X} : 92.15$ 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 fuerza con pesas.



* = Cambios significativos ($p < 0.05$) reportados entre el Pretest 2 y Postest 1
Gráfico 2. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo dorsal, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento con pesas ($n=7$)

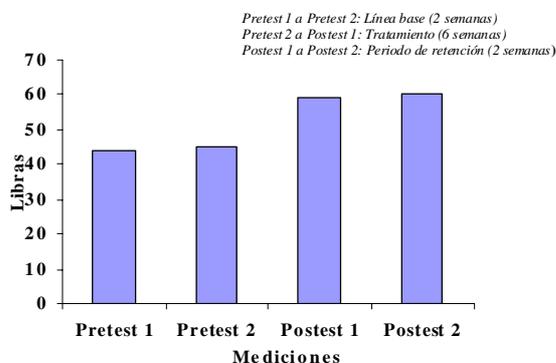
Se realizó un ANOVA de medidas repetidas simple para la variable fuerza en el músculo dorsal y se obtuvieron diferencias significativas ($F= 26.770$; $p=7.45e-007$) entre los promedios de las mediciones realizadas. Al realizar el análisis *post hoc* de Bonferroni se encontró que no hubo diferencias significativas en la línea base, o sea entre el pretest 1 ($: 81.50$ libras ± 19.14 libras) y el pretest 2 ($\bar{X} : 89$ libras ± 18.52 libras), mientras que entre el pretest 2 y el postest 1 ($\bar{X} : 107.01$ libras ± 19.44 libras) existieron diferencias significativas, ya que se aumentó el peso levantado luego de la aplicación del programa. Entre el postest 1 y el postest 2 ($\bar{X} : 105.14$ 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 fuerza con pesas.



* = Cambios significativos ($p < 0.05$) reportados entre el Pretest 2 y Postest 1
Gráfico 3. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo bíceps femoral, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento de fuerza con pesas ($n=7$)

Mediante un ANOVA de medidas repetidas simple para la variable fuerza del músculo bíceps femoral, se mostró que hubo diferencias significativas ($F= 32.530$; $p=1.76e-007$) entre los promedios de las mediciones realizadas. Al realizar el análisis *post hoc* de Bonferroni, se

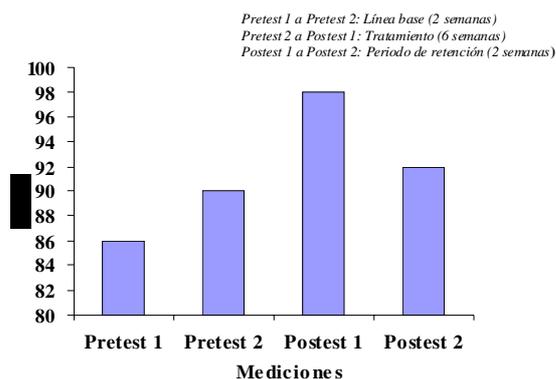
encontró que no hubo diferencias significativas en la línea base, o sea entre el pretest 1 (: 50 ± 5.59 libras) y el pretest 2 (: 52.14 libras ± 6.83 libras), mientras que entre el pretest 2 y el posttest 1 (: 77.22 libras ± 15.13 libras), sí hubo diferencias significativas, ya que cómo se pudo observar el peso que lograron levantar fue mayor después de la aplicación del tratamiento. Entre el posttest 1 y el posttest 2 (: 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 fuerza con pesas.



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

Gráfico 4. Variaciones entre mediciones para la variable fuerza del músculo tríceps, en un grupo de nadadores con SD, que recibieron un entrenamiento de fuerza con pesas ($n=7$)

Se efectuó un ANOVA de medidas repetidas simple, para la variable fuerza del músculo tríceps y se obtuvieron diferencias significativas ($F=11.217$; $p=0.0002$) 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 (: 44.88 libras ± 8.61 libras) y el pretest 2 (: 45.07 libras ± 8.65 libras), mientras que entre el pretest 2 y el posttest 1 (: 59.52 libras ± 14.73 libras) sí se observaron diferencias significativas, lo que indica que el tratamiento mejoró la variable dependiente, ya que cómo se pudo observar lograron levantar más peso después de la aplicar el tratamiento. Entre el posttest 1 y el posttest 2 (: 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 fuerza con pesas.



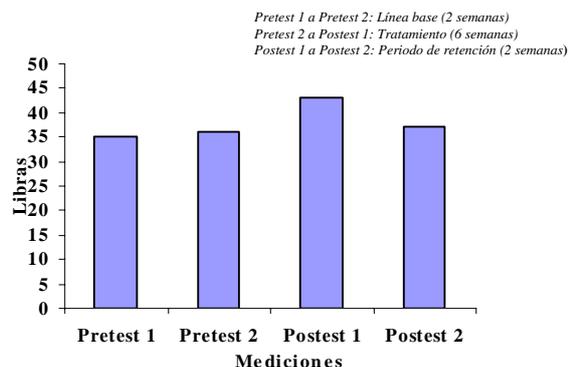
* = Cambios significativos ($p < 0.05$) reportados entre el Pretest 2 y Posttest 1

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

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 libras ± 21.93 libras) y el pretest 2 (\bar{X} : 100.07 libras ± 22.54 libras), mientras que entre el pretest 2 y el

posttest 1 (\bar{X} : 125.07 libras ± 22.40 libras), existieron diferencias significativas, lo que indica que el tratamiento mejoró la variable fuerza del cuádriceps, ya que como se pudo ver, lograron levantar más peso finalizada la aplicación del programa. Entre el posttest 1 y el posttest 2 (: 117.81 libras ± 16.55 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 fuerza con pesas.

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 (\bar{X} : 35.37 libras ± 6.85 libras) y el pretest 2 (\bar{X} : 36.31 libras ± 10.27 libras), no hubo diferencias significativas. Además, entre el pretest 2 y el posttest 1 (\bar{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 que levantaron luego de la aplicación del programa. Entre el Posttest 1 y el Posttest 2 (\bar{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 fuerza con pesas.



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

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

En la tabla 2 se observa los porcentajes de cambio que tuvieron los sujetos del estudio, después de haber realizado el tratamiento de 6 semanas de entrenamiento de fuerza con pesas, 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

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%
Bíceps femoral	48.05%	-6.5%
Cuádriceps	24.98%	-5.8%
Bíceps	19.25%	-14.31%
Tríceps	32%	1.2%

Nota: los porcentajes de cambio fueron determinados con la siguiente fórmula:

$$[(\text{Post 1} - \text{Pre 2}) / \text{Pre 2}] * 100$$

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.

4. Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de un programa de ejercicio de fuerza con pesas sobre la fuerza máxima en nadadores con SD. En la variable fuerza, para todos los músculos, no existieron cambios en la línea base, 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 fuerza con pesas, en la etapa posterior a la línea base, sí se obtuvieron cambios significativos en todos los músculos a excepción del músculo del bíceps.

La ganancia de fuerza producto del entrenamiento con pesas ha sido demostrada en personas regulares (Aceña, Díaz, González, Juárez y Navarro, 2007; Willmore y Costill, 2007 y Bosco, 1994). En sujetos con SD, son pocos los estudios existentes, donde se hayan reportado ganancias en fuerza, debido a entrenamiento con pesas. Entre los pocos estudios disponibles (Guerra y otros, 2000), 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 encontraron beneficios en la variable fuerza después de 6 semanas de entrenamiento de con pesas. Del mismo modo, Rimmer y otros (2004), reportaron también cambios significativos en personas con SD, después de 12 semanas de entrenamiento con pesas; y otro estudio es el de Arent, Karczewski y Greenwood (2006), quienes encontraron cambios significativos para la variable fuerza en musculatura pectoral, extensión flexión de hombro ($p < 0.01$), después de 8 semanas de entrenamiento de fuerza 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.

Por su parte, ACSM (2009) reporta que existen ganancia de fuerza posterior a un entrenamiento de pesas de aproximadamente 20-50% en población regulares. En el presente estudio se encontraron porcentajes de cambio en fuerza de 8% a 48%, con un promedio de 25.42 % en los grupos musculares indicados antes, semejantes a reportados por el ACSM.

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 fuerza con pesas, 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 (Bompa, 2000; Willmore y Costill, 2007).

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, entonces el aparato nervioso aprende a evitar contracciones musculares inútiles, lo que lo hace más efectivo (Bompa, 2000; Willmore y Costill, 2007).

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 técnica de ejecución, lo que pudo influenciar que los sujetos del estudio levantaran más carga, según lo indica Howley y Franks (1995), al decir que una buena técnica ayuda a tener un mejor desarrollo muscular y levantar más peso.

Hay poca información sobre la retención de la fuerza post programas de ejercicios en personas con SD. Algunos autores han estudiado la retención de fuerza en un grupo personas sin SD (Aceña y otros, 2007). Este estudio demostró que la mejora en fuerza alcanzada tras el periodo

de tratamiento, se mantuvo durante las dos semanas posteriores al programa de entrenamiento aplicado, esto es de gran importancia, ya que se puede utilizar en las planificaciones, sobre todo en las puntas deportivas, pues se puede dejar de entrenar fuerza con pesas, dos semanas antes de la competición, sin perder significativamente las adaptaciones y dedicarle tiempo a otros componentes técnicos o tácticos y de descanso que se requieran, propios de la fase de competición, como proponen otros investigadores (Stager y Tanner, 2005).

Por otro lado, en la misma variable de fuerza en el músculo bíceps, se encontró un comportamiento diferente, aunque se mantuvo el nivel de fuerza de la línea base (antes de aplicar el programa), se observó una tendencia a mejorar después de realizar el tratamiento, no obstante, después de dos semanas de haber finalizado el entrenamiento, la fuerza cayó significativamente en ese periodo. Este comportamiento observado solo en el bíceps, se pudo deber a algunas características propias del SD y a otras propias de la evaluación que pudieron influir, y no tanto a factores de adaptación del músculo al entrenamiento. Un factor podría ser, que las personas con SD tienen menos tolerancia al dolor agudo producido por el ejercicio y reportan una menos amenidad a realizar ejercicio físico que sujetos sin SD (Whitt-Glover, O'Neill, Stettler, 2006 y Eberhard, Eterradossi, Rapacchi, 1989), si se tiene en cuenta esta baja aptitud al esfuerzo o a la fatiga y se considera que el músculo bíceps es más pequeño que los otros que se entrenaron, se puede considerar que el dolor que se puede percibir al realizar 1 RM, 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 peso. Esta variación de 5 libras, limita el poder detectar otras mejorías menores a 5 libras, la ganancia pudo haber sido menor a ese peso y no haberse detectado.

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 y 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 se implica tanto durante los esfuerzos en la natación, como los demás músculos valorados.

De los resultados encontrados, se destaca los beneficios físicos que el entrenamiento fuerza con pesas, puede traer a las personas con SD, no solo a en el nivel de salud, donde puede ayudar a mejorar su calidad de vida, sino también en variables de rendimiento como 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 y el entrenamiento deportivo, para que se ajusten de manera más precisa a las características propias del SD.

5. Conclusión

Un programa de fuerza con pesas, con una duración de 6 semanas para personas con SD, mejora la fuerza en los músculos pectoral, dorsal, bíceps femoral, cuádriceps y tríceps; y estas mejoras se mantienen durante las dos semanas posteriores a la culminación del entrenamiento, lo que puede llegar a ser beneficioso para mejorar el rendimiento deportivo de esta población así como su calidad de vida, si se realiza de forma constante.

6. 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 syndrome through strength training*. Recuperado el 16 de marzo del 2008, de <http://youthsports.rutgers.edu/research-1/docs/IMPROVING.pdf>
- ACSM (2009). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (8a. ed.) Estados Unidos: Lippincott Williams & Wilkins.
- ACSM (2009) Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 41(3):687-708.
- Andriolo, R. B., El Dib, R. P., y Ramos, L. R. (2005) Aerobic exercise training programmes for improving physical and psychosocial health in adults with Down syndrome. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 20 (3):CD005176.
- Baechle, 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
- 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.
- 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. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 2(5), 457-462.
- Eberhard, Y., Eterradossi, J. y Rapacchi, B. (1989). Physical aptitudes to exertion in children with Down's syndrome. *Journal of Mental Deficiency Research*, 33 (Pt 2), 167-74.
- 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.
- Guerra, M., Cuadrado, E., Geronimo, C. y Fernhall, B. (2000). Physical Fitness Levels of Physically Active and Sedentary Adults with Down Síndrome. *Adapted Physical Activity Quarterly*. 17: 310-312.
- 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.
- 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. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 25(6), 395-9.
- Heller, T., Hsieh, K., Rimmer, J. H. (2004). Attitudinal and psychosocial outcomes of a fitness and health education program on adults with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 109(2), 175-85.
- Howley, E. y Franks, B. (1995) *Manual del técnico en salud y fitness*. España: Editorial Paidotribo.
- 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.
- Macdougall, J., Wenger, H. y Green, H. (1995). *Evaluación fisiológica del deportista*. España: Editorial Paidotribo.
- Millar, A. L., Fernhall, B. y Burkett, L. N. (1993). Effects of aerobic training in adolescents with Down syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 25(2), 270-4.
- Newton, R. (2003) *Entrenamiento con Sobrecarga para Nadadores de Velocidad*. Recuperado el 23 de junio del 2008, de <http://www.sobreentrenamiento.com>.
- Olimpiadas Especiales (2010). Quienes somos. Recuperado el 25 de junio del 2010, de <http://www.olimpiadasespeciales.net>.
- Pitetti, K. (2002) Down Syndrome. Recuperado el 20 de marzo del 2008, de http://www.sportsci.org/encyc/drafts/Down_syndrome.doc.
- 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/APAQ/>
- Rimmer, J. H., Heller, T., Wang, E., y Valerio, I. (2004). Improvements in physical fitness in adults with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 109(2), 65-74.
- Stager, M. y Tanner, D. (2005). *Swimming*. Estados Unidos: Publishing Blackwell.
- Whitt-Glover, M. C., O'Neill, K. L. y Stettler, N. (2006). Physical activity patterns in children with and without Down syndrome. *Pediatric Rehabilitation*, 9(2), 158-64.
- Wilmore, J. y Costill, D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. (6a. Ed.). España: Editorial Paidotribo.

7. Agradecimientos

Se agradece al Centro de Desarrollo y Rehabilitación de la Salud de la Universidad Nacional, Costa Rica, nadadores de Olimpiadas Especiales, equipo humano del programa Centro de Investigación y Desarrollo del Ejercicio Físico en Población con Discapacidad Intelectual (CIDEPODI), padres y madres de familia y a los académicos Luis Solano, Gerardo Araya y Juan Carlos Gutiérrez de la Universidad Nacional, Costa Rica.

