

Monograph

Mujer y Entrenamiento de Fuerza

Alfonso Jiménez Gutiérrez¹ y Brent A Alvar²¹*Departamento de fundamentos de la motricidad y entrenamiento deportivo. Univ. Europea de Madrid (UEM).*²*Exercise & Wellness Department, Arizona State University. Mesa, AZ, Estados Unidos.*

RESUMEN

En este trabajo se realiza una revisión breve y actualizada sobre las principales características y peculiaridades de la manifestación de la fuerza en la mujer, partiendo de las más importantes evidencias y conclusiones alcanzadas por los investigadores hasta la fecha. Así, se abordan en este orden: los aspectos diferenciales en la manifestación de la fuerza (absoluta, relativa, potencia) en la mujer, seguidos de los aspectos fisiológicos relacionados con el entrenamiento de fuerza en la mujer, y finalmente, de los efectos del entrenamiento de fuerza en mujeres.

Palabras Clave: fuerza muscular, adaptaciones, género, entrenamiento

INTRODUCCION

Nunca antes en nuestra Historia los seres humanos hemos presentado un comportamiento tan inactivo, y nunca antes este estilo de vida ha sido tan agresivo para nuestra salud. Con una actualización constante de datos alarmantes sobre el impacto y prevalencia de las denominadas “enfermedades hipocinéticas” (obesidad, síndrome metabólico, hipertensión, diabetes, cardiopatía coronaria, osteoporosis, etc.) nuestro futuro se presenta muy complicado. Además, el impacto del estilo de vida sedentario sobre la función muscular y la aptitud músculo-esquelética es especialmente alarmante entre las mujeres, disparando los riesgos asociados a la manifestación de la osteoporosis. El entrenamiento de la fuerza muscular debe constituir necesariamente una parte FUNDAMENTAL y BÁSICA de los programas de ejercicio físico dirigidos a la población femenina, tanto desde el punto de vista preventivo como terapéutico.

Con la intención de obtener una visión breve, pero actualizada, sobre las principales características y peculiaridades de la manifestación de la fuerza en la mujer realizamos en este trabajo una síntesis de las más importantes evidencias y conclusiones alcanzadas por los investigadores hasta la fecha. Para ello nos apoyaremos en parte de los principales trabajos publicados en relación a este tema: Laubach, L.L. (1976); Drinkwater, B.L. (1984); Cureton K.J. et al. (1988); Ryuishi T. et al. (1988); Colliander E.B. y Tesch, P. (1990); Kraemer W. et al. (1991); Miller A. et al. (1992); Staron R.S. et al. (1994); Burger M.E. y Burger, T.A. (2002). Así como en importantes revisiones monográficas, fundamentalmente incluidas en textos de referencia, entre las que destacamos: la realizada por Fleck y Kraemer en la segunda y tercera edición de su texto *Designing Resistance Training Programs* (1997, 2004); el resumen ofrecido por Holloway en el capítulo 9 del *Essentials of Strength Training and Conditioning* de la NSCA en su primera edición (1994) y el monográfico firmado por Faigenbaum en la segunda edición del mismo (2000); o el capítulo 19 del texto de Bosco (2000).

MUJER = ENTRENAMIENTO DE FUERZA

Aspectos Diferenciales en la Manifestación Fuerza (Absoluta, Relativa, Potencia) en la Mujer

La media de la fuerza máxima global en la mujer es el 63,5% del total de la del hombre; la fuerza media isométrica de las mujeres en el miembro superior es el 55,8% de la de los hombres, y en el miembro inferior supone el 71,9% de la de los

varones igualmente (Laubach, L.L., 1976). Si estableciéramos un valor general, la fuerza del miembro superior de la mujer sería igual al 55% de la de los hombres, y la del tren inferior al 72% (Bishop P. et al., 1987; Laubach, L.L., 1976; Wilmore J. et al., 1978).

Esta gran diferencia entre sexos es el resultado de las distintas posibilidades de movimiento de diferentes articulaciones (extensión del codo, flexión del hombro, extensión de cadera) del miembro superior e inferior, y de diferencias también en la distribución de la masa muscular en diferentes partes del cuerpo.

Ahora bien, estas importantes diferencias, registradas en varios estudios, están causadas en parte por los distintos tipos de tests máximos de fuerza utilizados. Como ejemplo, podemos citar el planteado por Fleck y Kraemer (1997) en su texto, en donde al parecer la fuerza extensora de rodilla de la mujer es el 50% de la del hombre en un test máximo en máquina; ahora bien, cuando valoramos su momento de fuerza máximo en la misma acción medida en una máquina isocinética a 90°/sg este valor alcanza el 78% del obtenido por el hombre.

Datos isométricos indican que la fuerza absoluta (esto es, sin considerar el peso corporal) del miembro inferior de la mujer está en general próxima a la del hombre, cosa que no ocurre en el caso de la fuerza absoluta del miembro inferior (Cureton, K.J., et al., 1988). Estas diferencias sexuales se mantienen incluso con deportistas de alto nivel (levantadoras de peso con records del mundo) cuando son comparadas con varones de la misma categoría de competición (Kraemer, W.J., Koziris, L.P., 1994).

Por otra parte, el tamaño corporal puede explicar parcialmente las diferencias de fuerza muscular existentes entre sexos. Así, Wilmore (1974) manifestó que la fuerza máxima (1RM) en *press* de banca de la mujer se correspondía con el 37% de la del hombre. Ahora bien, si este valor se expresaba en relación al peso corporal o al peso de la masa magra* (muscular, también denominada "*masa libre de grasa*" ó LBM), la mujer alcanzaba el 46% y el 55% respectivamente de la fuerza del hombre.

*LBM: *lean body mass*.

La masa corporal normalmente es dividida en dos tipos cuando se analiza la composición corporal de un sujeto, la masa grasa y la masa libre de grasa, o masa muscular. De esta forma, si un sujeto pesa 100kg, y tiene un 15% de grasa corporal, sus valores de composición corporal serían los siguientes: Masa grasa = $0.15 \times 100\text{kg} = 15 \text{ kg}$;

Masa magra (LBM) = Masa corporal total - masa grasa = $100 - 15 = 85 \text{ kg}$.

Fleck, S., Kraemer W. (1997).

De igual forma, la fuerza máxima isométrica del miembro inferior en la mujer representa el 73% de la del hombre, pero si es expresada en relación al peso corporal y a la masa magra (muscular), alcanza el 92% y el 106% de la fuerza del hombre.

Estos datos indican que la fuerza muscular del tren superior de la mujer es menor que la del hombre, tanto en valores absolutos como en relativos. No obstante, cuando la fuerza de piernas se representa como fuerza relativa en función del peso corporal, las diferencias con el hombre se reducen muy significativamente. Además, cuando se expresa en relación a la masa magra (muscular), la mujer puede ser más fuerte que el hombre (Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004). Estos resultados concuerdan con los publicados recientemente por Kraemer (2001).

También en este sentido, Hoffman, Stauffer y Jackson (1979), demostraron que la fuerza absoluta isocinética en el *press* de banca y en la prensa de piernas de la mujer correspondía al 50% y al 74% de la del hombre, respectivamente. Al convertir estos valores en función de la altura y de la masa magra (muscular), la fuerza de *press* de banca de la mujer alcanzaba el 74% de la del hombre, y la de prensa de piernas el 104%.

Por otra parte, la fuerza máxima (1RM) en extensión de rodilla y en flexión de codo, de las mujeres, expresadas en relación a la masa magra (muscular), ha sido establecida en el 80% y el 70% de la de los hombres, respectivamente (Millar, A. et al., 1992). No obstante, cuando estos valores se relacionaban con el área de sección transversal, no se manifestaban diferencias significativas entre ambos sexos en estas acciones.

En otro estudio, realizado por Ryushi (1988), también se manifestaban conclusiones en esta línea, en este caso al valorar los niveles de fuerza máxima dinámica (1RM) y fuerza máxima isométrica de las mujeres en la extensión de rodillas. Así, estos valores suponían el 74% y el 92% de los de los hombres, cuando se expresaban en relación al área de sección transversal de la musculatura implicada, o lo que es lo mismo, en el caso de la fuerza máxima isométrica de extensión de rodillas no existen diferencias significativas entre sexos.

En resumen, la mayoría de evidencias indican que la media de los valores absolutos de fuerza del tren superior e inferior

de las mujeres es menor que la media de los hombres. No obstante, esta diferencia se manifiesta de diferentes formas en función de la acción muscular solicitada y del sistema de medición utilizado (Fleck, S. y Kraemer, W.J., 1997, 2004). Cuando la fuerza es expresada en relación a la masa magra (muscular) o al área de sección transversal, estas diferencias se reducen significativamente, llegando incluso a desaparecer en algunos casos (Kraemer, W.J., et al., 2001).

Por otra parte, la fuerza excéntrica en relación a la masa magra (muscular) puede ser más similar entre sexos que la fuerza concéntrica.

En el caso de la fuerza del tren inferior, ésta es mucho más similar también entre sexos que la del tren superior, cuando se expresan en relación a la masa muscular o al área de sección transversal (Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997; Kraemer, W.J., et al., 2001).

Del mismo modo, en una primera aproximación a la manifestación de la potencia muscular, el género femenino aparece como menos capacitado que el masculino.

Si analizamos el desarrollo de la fuerza explosiva, hasta los 12-13 años de edad, no se encuentran notables diferencias entre sexos. Es precisamente con la llegada de la fase puberal que se observan drásticos cambios en el desarrollo de este tipo de fuerza, con un incremento notable en los varones (Bosco, C., 2000). La causa de que la diferencia más marcada entre los dos sexos se encuentre en la fuerza explosiva y no en la isométrica o máxima, se atribuye al efecto de la testosterona (Bosco, C., et al., 1995, Bosco, C., et al., 1996), que potenciaría el sistema nervioso y favorecería la expresión fenotípica de fibras rápidas.

Así, la media de las mujeres ha manifestado valores del 54% al 73% de máxima altura en salto vertical de los hombres, y del 75% en el caso de la distancia en el salto horizontal (Colliander, E.B., Tesch, P.A., 1990; Davies, B.N., et al., 1988; Maud, P.J., Schultz, B.B., 1986; Mayhew, J.L., Salm, P.C., 1990). Esto significa, en el caso del salto horizontal, que las mujeres generan el 63% de la potencia generada por la media de los hombres en esta acción (Davies, B.N., et al., 1988). Ahora bien, cuando la capacidad de salto vertical es expresada en relación a la masa magra (muscular), sólo se manifiestan pequeñas diferencias (0-5.5%) entre sexos (Maud, P.J., Schultz, J.L., 1986; Mayhew, J.L., Salm, P.C., 1990). Esto indica que las diferencias en la masa muscular pueden ser responsables de las diferencias en la capacidad de salto vertical entre sexos.

No obstante, la potencia generada por las mujeres durante el salto horizontal por unidad de volumen muscular en la pierna es significativamente menor que la generada por los hombres (Davies, B.N., et al., 1988).

Igualmente, en el caso de la capacidad de pedaleo en sprints de corta duración (por ejemplo, el test de Wingate a 30 segundos) las diferencias teniendo en cuenta esta masa muscular no son tampoco significativas (2,5%) (Maud, P.J., Schultz, B.B., 1986).

De esta forma, y si tenemos en cuenta este factor, las diferencias en la potencia de las mujeres para correr, realizar sprints cortos pedaleando, y subir escaleras a la máxima velocidad (Test Margaria-Kalamen), en relación a los valores de los hombres, son respectivamente del 77%, 84% y 87% (Maud, P.J., Schultz, B.B., 1986; Mayhew, J.L., Salm, P.C., 1990).

Aunque los datos disponibles actualmente no son consistentes, existen ciertas hipótesis como respuestas a la cuestión de por qué las mujeres pueden generar menos potencia por unidad de volumen muscular (Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997). Una posible razón serían las diferencias en el tipo de fibra muscular.

En recientes estudios se ha demostrado que el área de sección transversal es menor en las mujeres debido en parte a unas fibras tipo II más pequeñas, y a diferencias también en la distribución de las fibras en comparación con los hombres (Staron, R.S., 1997; Staron R.S., et al., 2000).

Tampoco está claro cómo las variaciones en la fibra muscular pueden afectar a la capacidad de rendimiento.

La potencia a altas velocidades podría estar afectada si la curva de potencia de la mujer fuese distinta a la del hombre, pero esto tampoco es así. No obstante, parece que el aumento en la fuerza, cuando la velocidad de movimiento se incrementa, es similar entre los dos sexos (Alway, S.E., et al., 1990, citado por Fleck, S. y Kraemer, W.J., 1997), y que el pico de velocidad durante la extensión de rodilla tampoco difiere entre ambos.

El ratio de desarrollo de fuerza podría afectar a la potencia. Al parecer, el ratio de desarrollo de fuerza del músculo esquelético es menor para la media de las mujeres que para la media de los hombres (Komi, P.V., Karlsson, J., 1978; Ryushi, T., et al., 1988). De esta forma, la menor potencia de los músculos de la mujer podría estar en parte causada por un menor ratio de desarrollo de fuerza.

Aspectos Fisiológicos Relacionados con el Entrenamiento de Fuerza en la Mujer

Según Fleck y Kraemer (1997, 2004), existe un concepto erróneo en relación a las necesidades de la mujer en el entrenamiento de fuerza, pues éstas no necesitan nada especial ni diferente de lo aplicado a los hombres.

Como veremos en el apartado siguiente, las comparaciones entre hombres y mujeres que han realizado el mismo programa de entrenamiento demuestran que las mujeres obtienen los mismos, si no mejores, resultados que los hombres. Esto indica que los programas de entrenamiento para las mujeres no deben ser diferentes. Además, los grupos musculares que necesitan ser fortalecidos y/o potenciados para rendir a buen nivel en un deporte concreto son los mismos para ambos sexos.

En general, la masa muscular del tren superior presenta las mayores diferencias en fuerza entre ambos sexos. Ello puede estar relacionado con un menor porcentaje de masa muscular (LBM) en la mujer (Millar, A., et al., 1992). De esta forma, enfatizando el entrenamiento para desarrollar esta musculatura, una mujer puede evitar que este factor limite sus capacidades de rendimiento en un deporte en el que sea necesaria una gran fuerza del tren superior.

La musculatura en ambos sexos tiene las mismas características fisiológicas y responde al entrenamiento de la misma forma. La producción de fuerza del músculo está directamente relacionada con el área de sección transversal (Millar, A., et al., 1992; Alway, S.E., et al., 1990). Esto parece ser cierto en todas las velocidades de movimiento (Alway, S.E., et al., 1990).

No obstante, hay alguna indicación de que la fuerza máxima isométrica por área de sección transversal (Ryushi, T., et al., 1988), la máxima fuerza isométrica por unidad de volumen muscular (Davies, B.N., et al., 1988), y el peso de una repetición máxima (1RM) por el área de sección transversal (Ryushi, T., et al., 1988) son menores en las mujeres. Ahora bien, estas diferencias no tienen porqué influir en el diseño del programa de entrenamiento (Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004).

En general, ambos sexos disponen del mismo porcentaje de fibras tipo I y tipo II en un músculo en particular (Drinkwater, B.L., 1984), aunque está bien demostrado que la media del músculo vasto lateral de los hombres tiene un mayor porcentaje (62% vs. 50%) de fibras tipo II que el de las mujeres (Millar, A., et al., 1992). No obstante, la composición de fibras puede variar de un músculo a otro.

Por otra parte, las diferencias sexuales en tipos de fibras son aparentes; mujeres no entrenadas tienen fibras tipo I y II más pequeñas que los hombres no entrenados (Drinkwater, B.N., 1984; Millar, A., et al., 1992; Ryushi, T., et al., 1988). Así, las áreas de sección transversal de fibras tipo I y II de mujeres no entrenadas son el 68% y el 71%, respectivamente, de las de los varones no entrenados (Drinkwater, B.N., 1984). Al parecer, estas diferencias también se mantienen en sujetos entrenados, y en mujeres los valores de tipo I y II son el 66% y el 71% de los disponibles en sus compañeros de sexo masculino (Drinkwater, B.N., 1984).

El área de sección transversal es un producto del tamaño de las fibras musculares y de su número. Está generalmente aceptado que la mujer tiene unas áreas de fibra muscular más pequeñas que el hombre (Staron, R.S., 1997; Ataron, R.S., et al., 2000).

De esta forma, el número de fibras musculares de la media de las mujeres en el bíceps braquial es menor (Sale, D.G., 1992), o igual (Millar, A., et al., 1992) que la media de los hombres. En el caso de mujeres culturistas, los valores correspondientes a este músculo son similares a los de los hombres culturistas (Alway, S.E., et al., 1989). Por su parte, en relación al tibial anterior, al parecer, las mujeres tienen menos fibras musculares que los hombres (Henriksson-Larsen, P., 1985, citado por Sale, D.G., 1992). En otro estudio, también relacionado con este tema, se demostró que el tríceps braquial y el vasto lateral de las mujeres tenían el mismo número de fibras musculares que los hombres (Schantz, M. et al., 1983, 1981, citado por Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004).

Otra importante diferencia entre la musculatura de hombres y mujeres puede ser la diferencia en la cantidad de grasa en el músculo. Los músculos de las mujeres tienen una mayor cantidad de grasa entre sus fascículos que los de los hombres (Millar, A., et al., 1992; Prince, B.E., et al., 1977, citado por Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004). No obstante, este hecho no afecta a la entrenabilidad del tejido muscular (Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004).

Los hombres en reposo tienen normalmente una concentración de testosterona en sangre 10 veces mayor que las mujeres (Wright, S., 1980, citado por Bosco, C., 2000). Esto puede influir significativamente en la diferencia de hipertrofia entre sujetos de ambos sexos (mucho más acusada en los hombres) (Florini, M., 1985, citado por Bosco, C., 2000).

Otras hormonas, como el cortisol o la hormona de crecimiento, podrían tener un efecto positivo en el aumento de la masa muscular. Además, bajas concentraciones de una hormona no significan necesariamente que esta no tenga un papel activo

en el control de una función corporal o de un proceso como el crecimiento (Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004).

Ahora bien, los niveles de testosterona en sangre en la mujer se mantuvieron sin cambios durante un programa de entrenamiento de fuerza de 8 semanas (Hetrick, A.S., Wilmore, J., 1979, citado por Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004). Otro estudio tampoco encontró relación alguna entre las concentraciones de este elemento en sangre y la fuerza muscular en mujeres en edad universitaria (Fahey, E., et al., 1976, citado por Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004).

No obstante, en un estudio de Häkkinen (1990), durante un programa de entrenamiento de 16 semanas, aunque los niveles de testosterona en reposo no cambiaron significativamente, los valores individuales de testosterona libre y total se correlacionaron de manera significativa con cambios en la producción de fuerza. Ello indica que pequeños cambios en estas concentraciones, debidos al entrenamiento, pueden afectar a las capacidades de fuerza muscular en las mujeres.

Si analizamos las concentraciones de testosterona durante una sesión de entrenamiento (Kraemer, W.J., et al., 1991, Kraemer, W.J., et al., 1993), podemos observar que estas no sufren cambios en las mujeres, pero sí en los hombres, y de forma especialmente significativa en la misma sesión de entrenamiento (Kraemer, W.J., et al., 1991, Kraemer, W.J., et al., 1990).

Para Bosco (2000), y de acuerdo a lo apuntado anteriormente, el efecto de la testosterona sobre el crecimiento y desarrollo de las células musculares ha sido demostrado tanto en experimentos en vivo como in vitro (Florini, M., 1985, citado por Bosco, C., 2000). No obstante, en cualquier caso, no se ha encontrado una relación pura entre la fuerza máxima y el nivel sérico de testosterona. En relación con este fenómeno se ha sugerido que la testosterona podría estar asociada a los factores neurógenos (Kraemer, W.J., 1992); esto a su vez podría explicar la correlación positiva observada entre la testosterona y el rendimiento en la carrera de velocidad (Bosco, C., et al., 1996) y en la fuerza explosiva (Bosco, C., et al., 1996).

En un estudio realizado por Bosco con velocistas de ambos sexos (Bosco, C., et al., 1996), observaron que efectivamente el incremento del nivel de testosterona en sangre era más pronunciado en los hombres que en las mujeres, ya fuera como respuesta a entrenamientos de fuerza prolongados en el tiempo (Häkkinen, K.A., et al., 1988; 1990), como después de una única sesión (Weiss, L.W., et al., 1983; Kraemer, W.J., et al., 1990). Así, los niveles encontrados en estos velocistas hombres eran superiores a los observados en otros deportistas hombres (Bonifazi, P., et al., 1994, citado por Bosco, C., 2000) o mujeres (Weiss, L.W., et al., 1983; Kraemer, W.J., et al., 1990) físicamente muy activos, pero que no realizaban un programa de fuerza máxima. Por otro lado, en las mujeres velocistas, el nivel de testosterona estaba muy próximo (Häkkinen, K.A., et al., 1990) o incluso más alto (Weiss, L.W., et al., 1983) al que se había observado en mujeres que practicaban actividades físicas intensas. Además, los resultados obtenidos para ambos sexos demostraron que la testosterona en sangre estaba relacionada con rendimientos musculares obtenidos con velocidades de contracción elevadas (cargas ligeras) y no con esfuerzos máximos, que sólo permitían contracciones musculares a baja velocidad (Bosco, C., et al., 1996).

La superioridad que mostraron los hombres en este estudio, al desarrollar velocidades más elevadas con cargas bajas (por ejemplo, en $\frac{1}{2}$ squat con el 50% de la masa corporal del sujeto), confirmaba los resultados de otros estudios anteriores como el de Komi y Karlsson (1978). Estos autores observaron que las mujeres empleaban el doble de tiempo que los hombres en alcanzar el 70% de la fuerza isométrica máxima. Por otra parte, y en otras investigaciones, se ha puesto en evidencia que las mujeres mostraban una menor activación neural (EMG) en relación con los hombres durante la flexión rápida del antebrazo (Ives, E.P., et al., 1993, citado por Bosco, C., 2000). También se ha sugerido que un nivel alto de testosterona en sangre podría favorecer un marcado comportamiento de agresividad (Olweus, M. et al., 1980; Worthman, E., Konner, A., 1987, citados por Bosco, C., 2000) e inducir un aumento de la actividad nerviosa durante manifestaciones de fuerza explosiva (Ryushi, T., et al., 1988). Por lo tanto, y según las conclusiones presentadas por Bosco (1996) en el citado estudio, parecería que en relación a la mujer, el hombre esté más capacitado para desarrollar elevados gradientes de fuerza durante actividades musculares que requieren tiempos de contracción breves.

En base a este trabajo, parecería también que un elevado nivel de testosterona en sangre favorezca la activación de un gran número de unidades motoras que alcanzarían rápidamente la máxima frecuencia de estímulo durante activaciones musculares que necesitan tiempos de contracción breves. En cualquier caso, y según el propio Bosco (1996), al no realizarse registros electromiográficos en este estudio, no se pudieron comprobar las diferencias en el comportamiento neuromuscular entre sexos.

De todas formas, los resultados de este estudio del profesor Bosco confirman, una vez más, las observaciones precedentes en las que se percibía un comportamiento distinto entre hombres y mujeres en cuanto a las características mecánicas del músculo (Davies, B.N., et al., 1986; Thomas, E., Marzke, S., 1991, citados por Bosco, C., 2000).

Además, y en relación a estas diferencias sexuales, también Bosco (1996) recuerda en las conclusiones de su estudio que la diferencia de rendimiento entre hombres y mujeres se reduce con el aumento del tiempo de contracción de la acción

muscular. Este fenómeno se podría explicar por el hecho de que la máxima actividad neurógena se obtiene en tiempos que no superan los 600 milisegundos (Gydikov, P. et al., 1987, citado por Bosco, 2000).

Por otra parte, y continuando con las repercusiones hormonales del trabajo de fuerza, la hormona de crecimiento se incrementó significativamente en ambos sexos a partir de la misma sesión de entrenamiento (Kraemer, W.J., et al. 1991). Ello significa que otras hormonas, aparte de la testosterona, juegan un papel importante en las adaptaciones al entrenamiento de fuerza, y esto es especialmente cierto para las mujeres (Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004).

En relación a estas concentraciones hormonales durante las sesiones de entrenamiento de la fuerza, cuando se estudia su evolución hay que tener muy en cuenta que la mujer, a diferencia del hombre, desarrolla un ciclo hormonal que se repite regularmente cada mes (González Badillo, J.J., Gorostiaga, E., 1995). Este ciclo se caracteriza por presentar valores basales sanguíneos de algunas hormonas que son muy diferentes según el momento del ciclo en el que se encuentre la mujer. Por ejemplo, en los días de la menstruación la concentración sanguínea de estrógenos y progesterona son muy inferiores y la de la hormona de crecimiento (GH) muy superior, a las que se observan durante la segunda fase del ciclo (Kraemer, W.J., et al., 1991).

Por este motivo, para Kraemer (1991), cuando se comparan entre sí los resultados de diferentes trabajos que han estudiado este tema, estos parecen contradictorios.

En relación a la capacidad de hipertrofia del músculo femenino podemos señalar que ésta es menor que la del hombre. Esta diferencia podría ser debida, como acabamos de señalar, en parte a una menor concentración de testosterona en sangre (Wells, E., 1985, citado por Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004).

Ahora bien, si los incrementos en la fuerza relativa son similares entre ambos sexos, pero la hipertrofia relativa es menor en las mujeres, según Cureton, K.J., et al. (1988), las adaptaciones neurales al entrenamiento de fuerza serían mayores en éstas.

No obstante, Moritani y De Vries (1979) encontraron que las contribuciones relativas de las adaptaciones neurales e hipertroficas a los cambios en la fuerza producidos por el entrenamiento eran similares entre hombres y mujeres.

El mayor incremento en varios perímetros anatómicos en mujeres que entrenaron 10 semanas (Wilmore, J., 1974), 12 semanas (Boyer, 1990, citado por Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004), ó 20 semanas (Staron, S.E., et al., 1991), fue de 0.6, 0.4 y 0.6 cm, respectivamente. Con el programa de 10 semanas las circunferencias de cadera, muslo y abdomen se redujeron de 0.2 a 0.7 cm. Por su parte, durante tres programas de entrenamiento diferentes de 12 semanas, la circunferencia abdominal se redujo de 0.2 a 1.1 cm (Boyer, 1990, citado por Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004).

Estas conclusiones de que el entrenamiento de fuerza no produce cambios, o son muy pequeños, en los perímetros y circunferencias corporales está apoyado por otros estudios (Häkkinen, K.A., et al., 1989; Wells, E., 1985, citado por Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004). Esta ausencia de cambios significativos es el resultado de pequeños aumentos de la masa muscular y de reducciones en el tejido adiposo (Mayhew, J.L., Gross, P.M., 1974).

Efectos del Entrenamiento de Fuerza en Mujeres

Mucha gente cree que las adaptaciones de las mujeres al entrenamiento de fuerza son menores que las de los hombres, y esto hace que los beneficios obtenidos por estas actividades también sean menores para ellas (Wells, E., 1978, citado por Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004). No obstante, al día de hoy, las evidencias indican que el entrenamiento de fuerza es igual de beneficioso para ambos sexos, e incluso más para las mujeres (Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004; Kraemer, W.J., et al., 2001).

Por otra parte, y considerando que alcanzar cambios en la composición corporal es un objetivo muy presente en los programas de entrenamiento de la fuerza, tanto en hombres como en mujeres, la respuesta de ambos sexos en este apartado también es similar. Así, los aumentos en la masa muscular (LBM) y las reducciones en el porcentaje de masa grasa como respuesta a programas de corta duración (8 a 20 semanas) son de la misma magnitud en hombres y mujeres.

Estudios, recogidos por Fleck y Kraemer en un capítulo específico de su texto de 1997, con duraciones de entrenamiento de 7 semanas (Hunter, G.R., 1985), 8 semanas (Staron, R.S., 1994), 9 semanas (Mayhew, J.L., Gross, P.M., 1974), 10 semanas (Whiters, J., 1970; Wilmore, J., et al., 1978; Bauer et al., 1990), 18 semanas (Staron, R.S., et al., 1989), 20 semanas (Staron, R.S., et al., 1991) y 24 semanas (Brown, D.A., Wilmore, J., 1974), y realizados con mujeres y hombres, o mujeres solas, han demostrado que las variaciones en la composición corporal eran similares entre ambos sexos.

Adaptaciones como la hipertrofia en las fibras tipo I (lentas) y en las tipo II (IIA y IIB) también pueden producirse como respuesta al entrenamiento de fuerza en mujeres (Staron, R.S., et al., 1989, 1991). Además, la transición de las cadenas

pesadas de miosina del tipo IIB al tipo IIAB y IIA (calidad de proteína) empieza a producirse en la mujer tras un par de sesiones de entrenamiento, lo cual es mucho más rápido que lo observado en el hombre (Staron, R.S., et al., 1994).

Igualmente, los incrementos en el área de sección transversal, determinados por tomografía computerizada, como respuesta a entrenamientos isométricos (Davies, B.N., et al., 1988) y dinámicos (Cureton, K.J., et al., 1988), alcanzan la misma magnitud en ambos sexos.

Por lo tanto, parece que los cambios en la composición corporal y en el tipo de fibra se producen por igual en hombres y mujeres, e incluso a mayor velocidad en estas últimas (Fleck, S., Kraemer, W.J., 1997, 2004).

Cuando realizan el mismo tipo de entrenamiento de fuerza, las mujeres ganan fuerza en la misma proporción o más rápido que los hombres (Cureton, K.J., et al., 1988; Wilmore, J., 1974; Wilmore, J., et al., 1978). Así, durante un programa de 10 semanas de entrenamiento (Wilmore, J., 1974) y otro de 16 semanas (Cureton, K.J., et al., 1988), las mujeres aumentaron su fuerza en una proporción igual o mayor que los hombres. Aunque los valores de fuerza absoluta son mayores en los varones, los aumentos relativos (en porcentaje) pueden ser iguales o mayores en las mujeres.

Ahora bien, ciertas evidencias indican que esta ganancia de fuerza en las mujeres puede estabilizarse tras un periodo de 3 a 5 meses de entrenamiento, y no progresar tanto como en los hombres (Häkkinen, K.A., et al., 1989; Häkkinen, K.A., 1993). Esta diferencia puede ser más pronunciada en el tren superior, en donde la fuerza absoluta de la mujer es menor a la del hombre.

La respuesta hormonal al entrenamiento es diferente en hombres y mujeres (Kraemer, W.J., et al., 1991). Esta estabilización en la ganancia de fuerza de las mujeres ("*plateau*") puede representar un recurso en las estrategias fisiológicas (neurales o hipertróficas) que el cuerpo utiliza para adaptarse al resultado de la ganancia de fuerza.

Por otra parte, este hecho podría ser también el reflejo de un tipo de planteamiento anticuado en estas investigaciones, ya que el entrenamiento periodizado no ha sido utilizado en estudios con mujeres (datos no publicados por Kraemer, W.J., 1997). De hecho, en una serie de trabajos propios (Jiménez, A., De Paz, J.A., 2004; Jiménez, A., et al., 2005; Jiménez, A., et al. 2006) aplicando modelos de periodización ondulante en mujeres, los resultados obtenidos tras ocho semanas de intervención superaban a los obtenidos en hombres con intervenciones similares (Rhea, M., et al., 2002).

Por último, las mujeres parece que presentan una gran variación interindividual en sus adaptaciones al entrenamiento de fuerza (Kyrolainen, E.J., et al., 1989, citado por Hakkinen, K.A., 1990; Colliander, E.B., Tesch, P.A., 1990). Para González Badillo y Gorostiaga (1995), esto quiere decir, que si, por ejemplo, un entrenamiento de fuerza realizado por hombres y mujeres se acompaña de una ganancia media de fuerza máxima del 20% en ambos sexos, el rango de mejora variará poco en hombres (16-24%) y mucho en mujeres (5-35%). La razón más probable de esta mayor variabilidad pudiera estar relacionada con el hecho de que las mujeres presentan unas diferencias interindividuales mayores que los hombres en sus concentraciones basales sanguíneas de testosterona total (rango en mujeres: 1 a 6 nmol/l, o sea, el 600%; rango en hombres: 10 a 30 nmol/l, o sea, el 300%). Este nivel de testosterona basal en mujeres puede ser de gran importancia para la capacidad de mejora de la fuerza y/o entrenabilidad, puesto que Häkkinen (1989, 1990) en dos estudios realizados con poblaciones femeninas distintas, encontró una relación lineal y significativa ($r=0.76-0.83$, $p<0.05$) entre la concentración sanguínea basal media de testosterona total y la ganancia de fuerza con el entrenamiento. Es decir, que las mujeres que presentan unos valores elevados de testosterona basal sanguínea van a aumentar más sus valores de fuerza y van a asimilar mejor el entrenamiento de fuerza (González Badillo J.J., Gorostiaga E., 1995).

Conclusiones

A la vista de la información analizada en este trabajo, y destacando como conclusiones los aspectos más significativos destacados por la investigación en relación al entrenamiento de fuerza en la mujer, podemos concluir en general que:

- Los datos disponibles en la actualidad indican que la fuerza muscular del tren superior de la mujer es menor que la del hombre, tanto en valores absolutos como en relativos. No obstante, cuando la fuerza de piernas se representa como fuerza relativa en función del peso corporal, las diferencias con el hombre se reducen muy significativamente.
- La mayoría de evidencias indican que la media de los valores absolutos de fuerza del tren superior e inferior de las mujeres es menor que la media de los hombres. No obstante, esta diferencia se manifiesta de diferentes formas en función de la acción muscular solicitada y del sistema de medición utilizado. Cuando la fuerza es expresada en relación a la masa magra (muscular) o al área de sección transversal, estas diferencias se reducen significativamente, llegando incluso a desaparecer en algunos casos.
- La potencia generada por las mujeres durante el salto horizontal por unidad de volumen muscular en la pierna es significativamente menor que la generada por los hombres.
- Existe un concepto erróneo en relación a las necesidades de la mujer en el entrenamiento de fuerza, pues éstas no necesitan nada especial ni diferente de lo aplicado a los hombres.

- La musculatura en ambos sexos tiene las mismas características fisiológicas y responde al entrenamiento de la misma forma. De hecho, en general, ambos sexos disponen del mismo porcentaje de fibras tipo I y tipo II en un músculo en particular.
- Los músculos de las mujeres tienen una mayor cantidad de grasa entre sus fascículos que los de los hombres. No obstante, este hecho no afecta a la entrenabilidad del tejido muscular.
- En relación a la capacidad de hipertrofia del músculo femenino podemos señalar que ésta es menor que la del hombre. Esta diferencia podría ser debida en parte a una menor concentración de testosterona en sangre. Ahora bien, si los incrementos en la fuerza relativa son similares entre ambos sexos, pero la hipertrofia relativa es menor en las mujeres, las adaptaciones neurales al entrenamiento de fuerza podrían ser mayores en éstas.
- A día de hoy, las evidencias indican que el entrenamiento de fuerza es igual de beneficioso para ambos sexos, e incluso más para las mujeres.
- Los aumentos en la masa muscular (LBM) y las reducciones en el porcentaje de masa grasa como respuesta a programas de corta duración (8 a 20 semanas) son de la misma magnitud en hombres y mujeres.
- Parece que los cambios en la composición corporal y en el tipo de fibra se producen por igual en hombres y mujeres, e incluso a mayor velocidad en estas últimas.
- Cuando realizan el mismo tipo de entrenamiento de fuerza, las mujeres ganan fuerza en la misma proporción o más rápido que los hombres.
- Aunque los valores de fuerza absoluta son mayores en los varones, los aumentos relativos (en porcentaje) pueden ser iguales o mayores en las mujeres.
- Ahora bien, ciertas evidencias indican que esta ganancia de fuerza en las mujeres puede estabilizarse tras un periodo de 3 a 5 meses de entrenamiento, y no progresar tanto como en los hombres.
- Las mujeres parece que presentan una gran variación interindividual en sus adaptaciones al entrenamiento de fuerza.

Resumiendo, y en general, podemos afirmar que las creencias que consideran que las mujeres se hipertrofiarán excesivamente por efecto del entrenamiento de fuerza, que los programas de entrenamiento deben ser diferentes para hombres y mujeres, y que el entrenamiento de fuerza producirá una pérdida de flexibilidad, son totalmente infundados (Fleck, Kraemer, 1997, 2004).

Aplicaciones Prácticas

La principal aplicación práctica de este trabajo de revisión se podría resumir en dotar al profesional de las Ciencias del Ejercicio de información sólida, científica y contrastada sobre el efecto positivo del entrenamiento de fuerza en la población femenina, y las particularidades del proceso de adaptación al mismo. Además, consideramos que debe impulsar un modelo de planificación y programación de estos programas de ejercicio como lo que son, un proceso de entrenamiento. Este proceso de entrenamiento debe ser por tanto diseñado y desarrollado en función de las necesidades, capacidades y limitaciones de cada individuo, pues las mujeres lo único que necesitan es “entrenar” correctamente su fuerza muscular.

NECESITAMOS PASAR A LA ACCIÓN Y ESTIMULAR A LA POBLACIÓN FEMENINA
A INCORPORAR EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN SUS PROGRAMAS DE
EJERCICIO FÍSICO DE FORMA REGULAR

Lineamientos para Futuras Investigaciones

A pesar de lo positivo de las conclusiones derivadas de esta revisión, es necesario considerar las importantes limitaciones que una revisión narrativa de este tipo presenta. De hecho, los trabajos incluidos en la misma son escasos, la mayoría de ellos a su vez son revisiones, y en muchos casos se aceptan como válidas las consideraciones de los autores de las mismas, y no de los autores de los trabajos originales. Además, se trata de una revisión narrativa, que frente al meta-análisis (el método preferido de revisión de la literatura, que utiliza una descripción detallada de los métodos utilizados en cada estudio, y una evaluación cuantitativa de los mismos, calculando el efecto real del tratamiento o “tamaño del efecto” (Cohen, J., 1988)).

De hecho, de cara al futuro deberían abordarse nuevas revisiones, en este caso, en forma de meta-análisis para optimizar la calidad de los contenidos que se ofrecen a los profesionales de las Ciencias del Ejercicio.

Además, fruto de este trabajo de revisión, se identifican diferentes necesidades que deberían ser abordadas en el futuro por los investigadores. Así, consideramos que deben realizarse nuevas investigaciones sobre los efectos de diferentes programas sistemáticos de entrenamiento de la fuerza, fundamentalmente a medio y largo plazo, en mujeres y hombres de diferentes edades.

REFERENCIAS

1. ALWAY, S.E., W.H. GRUMBT, et al (1989). Contrats in muscle and myofibers of elite male and female bodybuilders. *J. Appl. Physiol.* 67:24-31
2. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2002). Position Stand on Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 34, No. 2, pp. 364-380
3. BAECHLE, T.R. Ed (1994). Essentials of Strength Training and Conditioning (NSCA). . *Human Kinetics, Champaign, Illinois*
4. BAECHLE, T.R. Ed (2000). Essentials of Strength Training and Conditioning (NSCA) 2nd edition. *Human Kinetics, Champaign, Illinois*
5. BAKER, D., G. WILSON, and R. CARLYON (1994). Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity. *J. Strength Cond. Res.* 8:235-242
6. BALL, T.E., K.S. ROSE (1991). A field test for predicting maximum bench press lift of college women. *J. Appl. Sports Sci. Res.* 5:169-170,
7. BAUER, T., R.E. THAYER, G. BARAS (1990). Comparison of training modalities for power development in the lower extremity. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 4:115-121
8. BISHOP, P., K. CURETON, M. COLLINS (1987). Sex difference in muscular strength in equally-trained men and women. *Ergonomics*, 30: 675-687
9. BOSCO, C (2000). La fuerza muscular. Aspectos metodológicos. *INDE, Barcelona*
10. BOSCO, C., R. BONOMI, R. COLLI, R. POZZO, G. PULVIRENTI, O. TSARPELA, C. TRANQUILLI, J. TIHANYI, A. VIRU (2000). Relación entre testosterona y comportamiento muscular en velocistas de ambos sexos. *En: La fuerza muscular. Aspectos metodológicos. BOSCO, C. INDE, Barcelona*
11. BOSCO, C., R. COLLI, R. BONOMI, S.P. VON DUVILLARD, A. VIRU (2000). Efectos de una sesión de entrenamiento de fuerza sobre el comportamiento neuromuscular y hormonal en deportistas de ambos sexos. *En: La fuerza muscular. Aspectos metodológicos. BOSCO, C. INDE, Barcelona*
12. BROWN, D.A., W.C. MILLER (1998). Normative data for strength and flexibility of women throughout life. *Eur. J. Appl. Physiol.* 78: 77-82
13. BURGER, M.E., T.A. BURGER (2002). Neuromuscular and hormonal adaptations to resistance training: implications for strength development in female athletes. *Strength and Cond. J.* 24(3):51-59
14. COHEN, J (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences, 2nd Ed. *Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp.xxi, 567*
15. COLLIANDER, E.B., P.A. TESCH (1990). Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. *Acta Physiol. Scand.* 140:31-39
16. CURETON, K. J., M. A. COLLINS, D. W. HILL, F. M. McELHANNON (1988). Muscle hypertrophy in men and women. *Med. Sci. Sports Exer.* 20:338-344
17. DALTON, N.J., J.E. WALLACE (1996). Strength Testing Protocols for College-Aged Women. *Strength & Conditioning, April: 7-10*
18. DAVIES, B.N., E.J. GREENWOOD, S.R. JONES (1988). Gender differences in the relationship of performance in the handgrip and standing long jump tests to lean limb volume in young adults. *Eur. J. Appl. Physiol.* 58:315-320
19. DRINKWATER, B.L (1994). Physical activity, fitness, and osteoporosis. *Physical Activity, Fitness, and Health. International Proceedings and Consensus Statement. Human Kinetics, Champaign, IL: 724-736*
20. FLECK, S.J., W.J. KRAEMER (1997). Designing Resistance Training Programs, 2nd Ed. *Champaign, IL: Human Kinetics*
21. FLECK, S.J., W.J. KRAEMER (2004). Designing Resistance Training Programs, 3rd Ed. *Champaign, IL: Human Kinetics*
22. FLECK, S.J (1999). Periodized Strength Training: A Critical Review. *J. Strength Cond. Res.* vol. 13, nº 1, pp.82-89
23. HAKKINEN, K., A. PAKARINEN, H. KYRYOLAINEN, S. CHENG, D.H. KIM, P.V. KOMI (1990). Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged power training. *Int. J. Sports Med.* 11 (2): 91-98
24. HOFFMAN, T., R.W. STAUFFER, A.S. JACKSON (1979). Sex difference in strength. *American Journal of Sports Medicine* 7: 265-267
25. HUCZEL, H.A., D.H. CLARKE (1992). A comparison of strength and muscle endurance in strength-trained and untrained women. *Eur. J. Appl. Physiol.* 64:467-470
26. HUNTER, G.R (1985). Changes in body composition, body build, and performance associated with different weight training frequencies in males and females. *NSCA J.* 7:26-28
27. KOMI, P.V., J. KARLSSON (1978). Skeletal fiber types, enzyme activities and physical performance in young males and females. *Acta Physiol. Scand.* 103: 210-218
28. KRAEMER, W.J., L. MARCHITELLI, S.E. GORDON, et al (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J. Appl. Physiol.* 69:1442-1450
29. KRAEMER, W.J., S.E. GORDON, S.J. FLECK, et al (1991). Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int. J. Sports Med.* 12:228-235
30. KRAEMER, W.J., L.P. KOZIRIS (1994). Olympic weightlifting and powerlifting. *In Physiology and Nutrition for competitive sports, eds. D.R. Lamb, H.G. Knuttgen, R. Murray, 1-54. Carmel, IN: Cooper*
31. LAUBACH, L.L (1976). Comparative muscular strength of men and women: A review of the literature. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 47: 534-542
32. MAUD, P.J., B.B. SCHULTZ (1986). Gender comparisons in anaerobic power and anaerobic capacity tests. *British J. Sports Med.* 20:51-54
33. MAYHEW, J.L., P.M. GROSS (1974). Body composition changes in young women with high resistance. *Res. Q.* 45:433-440
34. MAYHEW, J.L, P.C. SALM (1990). Gender differences in anaerobic power tests. *Eur. J. Appl. Physiol.* 60:133-138
35. MILLER, A., J.D. MACDOUGALL, M.A. TARNOPOLSKY, D.G. SALE (1992). Gender differences in strength and muscle fibers

- characteristics. *Eur J Appl. Physiol.*, 66:254-262
36. MORITANI, T., H. DEVRIES (1979). Neural factors vs. hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am. J. Phys. Med.* 58:115-130
 37. RHEA, M.R., S.D. BALL, W.T. PHILLIPS, L.N. BURKETT (2002). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *J. Strength Cond. Res.* 16(2):250-255
 38. RYAN, A.S., R.E. PRATLEY, D. ELAHI, A.P. GOLDBERG (1995). Resistive training increases fat-free mass and maintains RMR despite weight loss in postmenopausal women. *J. Appl. Physiol.* 79:818-823
 39. RYUSHI, T., K. HAKKINEN, H. KAUFANEN, P.V. KOMI (1988). Muscle fiber characteristics, muscle cross-sectional area and force production in strength athletes, physically active males and females. *Scand. J. Sports Sci.* 10,1:7-15
 40. SALE, D. G (1992). Neural adaptations to strength training. In: *Strength and Power in Sport*, P. V. Komi (Ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 249-265
 41. STARON, R.S., D.L. KARAPONDO, W.J. KRAEMER, et al (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J. Appl. Physiol.* 76:1247-1255
 42. WEISS, L.W., K.J. CURETON, F.N. THOMPSON (1983). Comparison of serum testosterone and rostenedione responses to weight lifting in men and women. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 50: 413-419
 43. WEISS, L.W., H.D. CONEY, F.C. CLARK (1999). Differential functional adaptations to short-term low-, moderate-, and high-repetition weight training. *J. Strength Cond. Res.* 13:236-241
 44. WILMORE, J (1974). Alterations in strength, body composition, and anthropometric measurements consequent to a 10-week weight training program. *Med. Sci. Sports* 6:133-138