

# PRINCIPIOS PARA EL ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS

## RESEÑA

Se define la terminología asociada con la acción muscular (e.g., acción muscular, contracción muscular, contracción dinámica, isotónico, contracción muscular concéntrica, contracción muscular excéntrica, contracción muscular isométrica, isocinética, pliométrico, y ciclo de estiramiento-acortamiento) y con la planificación y diseño de programas dirigidos al desarrollo de la fortaleza y tolerancia muscular (e.g., capacidad muscular, fortaleza muscular, tolerancia muscular, y fuerza). En adición, se describen los principios de entrenamiento que rigen los programas con resistencias dirigidos al desarrollo de la fortaleza muscular (e.g., sobrecarga, adaptación, progresión, especificidad, individualidad, variabilidad, mantenimiento, retrogresión/plato/reversibilidad, volumen, intensidad) así como sus variables agudas (tipo de ejercicio, orden de los ejercicios, intensidad, períodos de reposo, y número de series). Además, se describen los métodos actuales disponibles para el desarrollo de la fortaleza muscular con fines de mantener una buena salud (acondicionamiento general), rehabilitación (enfoque clínico, e.g., personas con lesiones musculoesqueléticas), fisiculturismo, levantamiento Olímpico, y como parte del sistema de entrenamiento que incluyen diferentes deportes competitivos (dirigido hacia los atletas). Finalmente se explicará la planificación y diseño del programa para el desarrollo de la fortaleza muscular, enfatizando la periodización del entrenamiento.

*Autor: Edgar Lopategui*

---

## CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Vivimos en una época en la cual los programas para desarrollar la fortaleza/tolerancia y potencia muscular mediante las pesas u otros tipos de resistencias o equipo ha obtenido una gran popularidad, tanto a nivel recreativo, competitivo como para la rehabilitación de lesiones musculoesqueléticas. Esto es evidenciado por el desarrollo de un gran número de gimnasios privados y públicos que poseen salones de pesas. Para poder diseñar efectivamente y de forma segura un programa con resistencias/pesas con miras para desarrollar la fortaleza/hipertrofia, potencia y/o tolerancia muscular es requerido seguir unos delineamientos y principios que rigen el entrenamiento con resistencias, tanto como para la población general que deseen mejorar su nivel de aptitud muscular como para los atletas, los cuales necesitan *periodizar* su entrenamiento, i.e., dividir en fases y ciclos el plan anual para la preparación de la(s) competencia(s). En adición, es imperante que todo gimnasio que posea equipo con pesas/resistencias debe emplear personal capacitado y, si es posible, certificado en el área de entrenamiento con resistencias (e.g., la especialización en [Certified Strength and Conditioning Specialist \[CSCS\]](#) y la [NSCA-Certified Personal Trainer \(NSCA-CPT\)](#) que ofrece la "[National Strength and Conditioning Association](#)", entre otras asociaciones/organizaciones que también certifican).

Los programas de entrenamiento con resistencias/pesas pueden ir orientado hacia diversos fines, desde un énfasis preventivo/para la salud hasta un enfoque terapéutico (tratamiento de lesiones musculoesqueléticas/tendinosas y de enfermedades crónicas o incapacitantes (DiNubile, 1991; President's Council on Physical Fitness and Sports, 1996; Stone & Kroll, 1986, pp. 29-31). La *población general* (incluye ambos sexos) se involucra en estos programas para mejorar y mantener su aptitud física, particularmente aquel

componente relacionado con la salud que desarrolla la *fortaleza y tolerancia muscular*. En un mayor o menor grado, todos los deportes en los cuales compiten los *atletas* requieren que se desarrolle el componente de la fortaleza muscular. En estos competidores, los programas con resistencias dirigidos a desarrollar la fortaleza muscular pueden ayudar a mejorar la ejecutoria deportiva y a prevenir lesiones vinculadas con la práctica de su deporte (Fleck & Falkel, 1986; Stone & Kroll, 1986, p. 30). Otros deportes requieren un programa más riguroso para el desarrollo de la fortaleza muscular. En esta categoría se encuentran los *levantadores de pesas Olímpicas* y los *fisiculturistas*; no obstante, este último grupo de competidores enfatiza particularmente una hipertrofia (aumento en tamaño) masiva de la musculatura combinado con el desarrollo de músculos bien definidos, proporcionados y en armonía con todo el cuerpo. En la actualidad, estos programas son también muy populares en ciertas poblaciones especiales, tales como niños prepúberes, envejecientes, y personas con diversas condiciones médicas (e.g., osteoporosis, obesidad, problemas en la espalda baja y otros problemas de postura/malalineamientos, problemas cardiovasculares o con un alto perfil de factores de riesgo para cardiopatías coronarias (enfermedades en las arterias coronarias del corazón), y disturbios psicológicos/distrés (DiNubile, 1991). Finalmente, tenemos que los programas para el desarrollo de la fortaleza y tolerancia muscular pueden formar parte de una rutina de entrenamiento para la *rehabilitación* de lesiones atléticas (Dillingham, 1987; Grimby, 1985).

Antes de comenzar un programa de entrenamiento que utilicen resistencias externas (e.g., pesas) para el desarrollo muscular, se debe reflexionar en las siguientes preguntas: ¿que factores debemos considerar antes de comenzar un programa para el desarrollo de la fortaleza, potencia y/o tolerancia muscular?, ¿cuáles son los principios de entrenamiento que rigen este programa?, ¿que factores afectan el desarrollo de la fortaleza, tolerancia y potencia muscular?, ¿cuales son los métodos actuales de entrenamiento para el desarrollo de la fortaleza, tolerancia y potencia muscular?, y ¿cual representa el mejor diseño de entrenamiento para estos propósitos?. Esta última pregunta es un poco difícil de contestar, puesto que dependerá de diversas variables (e.g, metas y necesidades particulares, edad del participante, capacidades genéticas/diferencias individuales, nivel inicial de aptitud física/entrenamiento del individuo, estado de salud actual/condiciones patológicas que posee, tipo de deporte en el cual compite, duración y frecuencia del entrenamiento, entre otras)

(Fleck & Kraemer, 1997, pp. 83-91; Kraemer & Baechle, 1989; Kraemer & Fleck, 1988; Kraemer & Koziris, 1993; Wrathen & Roll, 1994). No obstante, estas preguntas y otras más tratarán de ser contestadas en este trabajo.

---

## **PROCESOS EVALUATIVOS PRELIMINARES Y ESTABLECIMIENTO DE LAS METAS/OBJETIVOS DEL PARTICIPANTE**

Previo a ingresar a cualquier tipo de programa de entrenamiento con resistencias es muy importante someterse a un examen de salud/médico y evaluar la fortaleza/tolerancia y potencia muscular del participante/atleta (véase Tabla 1). El propósito de estas pruebas es asegurar de que no se encuentre presente ninguna contraindicación al ejercicio, de manera que los ejercicios se efectúen de forma segura, sin peligro para la salud del individuo. Además, es requerido determinar las necesidades individuales del participante y del deporte

que practica, a nivel recreativo o competitivo (Fleck & Kraemer, 1997, pp. 83-91; Kraemer & Baechle, 1989; Kraemer & Fleck, 1988; Kraemer & Koziris, 1993; Wrathen & Roll, 1994).

## **Examen Médico**

El médico debe de llevar a cabo un *examen físico* completo del participante, incluyendo la función cardiorespiratoria y neuromuscular. Si el médico encuentra algún problema relacionado con la capacidad funcional para el ejercicio del potencial participante (e.g., deficiencias en las funciones cardiovasculares y musculoesqueléticas), se sugiere efectuar pruebas de laboratorio más específicas (e.g., prueba ergométrica progresiva de tolerancia cardiorespiratoria y/o evaluación de función/fortaleza muscular vía dinamometría) (Kraemer & Fleck, 1988). Si la persona evaluada muestra algún tipo de condición/anormalidad ortopédica y/o postural, pobre flexibilidad, y problemas en el balance de la fortaleza muscular entre agonistas y antagonistas, se recomienda que el programa con resistencias se enfoque hacia la rehabilitación/tratamiento de estas condiciones, de manera que se puedan corregir estas deficiencias musculoesqueléticas (Kraemer & Fleck, 1988).

## **Evaluación de la Fortaleza y Potencia Muscular**

¿Porqué medir fortaleza y potencia muscular?. Como habíamos mencionado previamente, estas pruebas son de vital importancia antes de la implementación de un programa con resistencias, puesto que nos provee las bases iniciales para diseñar el programa de entrenamiento de fortaleza muscular, y sirve para determinar la progresión del entrenamiento. En este último caso, se requieren evaluaciones regulares durante el transcurso del período de entrenamiento con resistencias, de manera que se actualicen las variables agudas utilizadas para diseñar la prescripción de ejercicio (Kraemer, 1995, p. 117). En adición, la evaluación de la fortaleza muscular nos sirve para crear un perfil de los atletas, el cual servirá para modificar, según sea el caso, el entrenamiento del atleta y concentrarse en mejorar las debilidades de éstos (Sale, 1991). Más aún, la evaluación periódica de la fortaleza muscular durante los ciclos de entrenamiento del atleta podrá ayudar a vigilar/observar el progreso de la rehabilitación de las lesiones deportivas (Sale, 1991).

Comunmente, la fortaleza y potencia muscular se determina mediante uno de los siguientes cuatro métodos (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Bosco, 1994; González & Gorostiaga, 1995, pp. 246-283; Kraemer & Fry 1995, pp. 115-138; Kraemer & Koziris, 1993; Moffatt & Cucuzzo, 1993; Perrin, 1993, p. 6; Sale, 1991), a saber:

1) **Levantamiento de pesas**. La valoración de la fortaleza muscular mediante el levantamiento de pesas comunmente se determina mediante el peso máximo que pueda ser levantado durante un solo intento (comunmente conocido como una repetición máxima, o 1-RM). Estas pruebas pueden utilizar *pesas libres* (e.g., barras de pesas ["barbells"], mancuernas ["dumbells"], y pesas de levantamiento Olímpico) o diversas máquinas comercialmente disponibles (e.g., máquinas multi-estaciones Universales). Además, se pueden efectuar ciertos ejercicios específicos de calistenia (e.g., contar el número de repeticiones que puede realizar un ejercicio específico, tales como las largartijas y dominadas). La calistenia representa una variante para el levantamiento de

pesas/resistencias, en la cual se utiliza la masa corporal (peso del cuerpo) como la resistencia ha ser levantada (Kraemer & Fry, 1995). La potencia puede ser evaluada mediante el levantamiento de pesas, en las cuales se determina la distancia y duración del peso levantado.

2) **Valoración isométrica.** Esta medida evaluativa determina el potencial máximo del músculo para producir fuerza estática. La fortaleza isométrica se mide en términos de fuerza pico o *torque* producido mediante una contracción isométrica máxima voluntaria. Los equipos utilizados para estas pruebas consisten de dinamómetros disponibles comercialmente, o aquellos construídos localmente. Los primeros dinamómetros cuantificaban la fortaleza isométrica de tracción mediante una cable (conocido como *tensiometría* o *medidor de tensión*) (Bosco, 1994, p. 13; Mathews, 1978, p. 91). Estos dinamómetros determinan la fortaleza isométrica de los músculos esqueléticos en articulaciones aisladas (Kraemar & Fry, 1995). Otros tipos de dinamómetros isométricos comunes consisten en la evaluación de la cadera (pierna) y espalda (Mathews, 1978, p. 91; Kraemer & Fry, 1995). Son muy populares las mediciones de la fortaleza isométrica en la mano (dinamómetro de mano, el cual mide la fortaleza prehensora).

3) **Pruebas isocinéticas.** Para poder realizar estas pruebas se requieren ciertos equipos especiales, conocidos como *dinamómetros isocinéticos*. En estas máquinas se aplica una velocidad constante concéntrica y excéntrica a través del movimiento articular. La resistencia que se produce en estos aparatos es el resultado de una "*acomodación*" de la fuerza o *torque* muscular aplicada en contra del mecanismo de resistencia a través del *arco de movimiento* de la coyuntura (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Osternig, 1986). Durante las evaluaciones isocinéticas, la aplicación de la fuerza aplicada por el sujeto al aparato isocinético provoca que la resistencia resultante del dinamómetro corresponda de forma equitativa/uniforme a la acción muscular efectuada a lo largo de la gama completa del recorrido angular de la articulación, de manera que se provea una carga óptima de los músculos esqueléticos en condiciones dinámicas. Esto quiere decir que la resistencia creada durante la valoración isocinética equivale proporcionalmente a la fuerza muscular que se ejerce contra el sistema, de suerte que la carga muscular sea máxima en aquellos puntos donde la *ventaja mecánica* del sistema de palanca de la extremidad sea también máxima (i.e., en todos los puntos a través del *arco de movimiento*) (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Perrin, D., 1993, p. 6; Osternig, 1986). La mayoría de los dinamómetros isocinéticos tienen la capacidad de evaluar el torque, trabajo, y potencia que producen las contracciones de los músculos esqueléticos a diferentes velocidades constantes que dispone el dinamómetro (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Perrin, 1993, p. 6; Sale, 1991). Finalmente, se han propuesto ciertas ventajas de las pruebas realizadas mediante dinamómetros isocinéticos, a saber: (1) son más seguras en comparación con otros tipos de pruebas de valoración muscular, (2) se provee una resistencia acomodativa (el grupo muscular se ejercita a su potencial máximo a través de todo el arco de movimiento de la articulación), y (3) se facilita el análisis de la fuerza muscular (Osternig, 1986; Perrin, 1993, p. 6).

4) **Pruebas isotónicas.** Literalmente, el término isotónico significa la aplicación de una tensión (fuerza o torque) constante. Desde el punto de vista biomecánico, dicha tensión constante no se produce durante el levantamiento de las resistencias/pesos a través del arco de movimiento. No obstante, los modernos dinamómetros isotónicos disponibles comercialmente proveen una aceleración del movimiento durante la cual se controla la fuerza/torque. En estos sistemas, la valoración isotónica permite determinar la aceleración, velocidad pico, trabajo, y potencia efectuadas a diversas cargas pre-establecidas (fuerza o

torque) (Sale, 1991).

5) **Valoración del ciclo de estiramiento-acortamiento.** En un gran número de disciplinas deportivas (e.g., eventos de saltos, lanzamientos en atletismo, las salidas y virajes en natación, entre otros) los músculos esqueléticos trabajan mediante una carga de preestiramiento. Esto implica que sus movimientos consisten de una contracción negativa (eccéntrica) seguida inmediatamente de una acción musculoesquelética positiva (contracción concéntrica). Debido a esta naturaleza de los deportes, es muy recomendable evaluar los sistemas de estiramiento-acortamientos en los atletas (Bosco, 1994, p. 14; Sale, 1991). Se ha sugerido que durante este período de estiramiento activo (trabajo eccéntrico) de los músculos esqueléticos se almacena cierta cantidad de energía en los elementos elásticos de éstos; esto representa una energía potencial que podrá ser re-utilizada en forma de trabajo mecánico cuando inmediatamente a la contracción eccéntrica le sigue una activación concéntrica (Bosco, 1994, p. 14; Bosco, Ito, Komi, Luhtanen, Rahkila, Rusko & Viitasalo, 1982; Bosco, Tihayi, Komi, Fekete & Apor, 1982; Thys, Faraggiana & Margaria, 1972; Cavagna, 1977; Cavagna, Dusman & Margaria, 1968). Este retorno potencial energético acumulado durante la fase eccéntrica se conoce como *utilización de la energía elástica almacenada* (Anderson & Pandy, 1993; Komi & Bosco, 1978). Tradicionalmente, se han utilizados *plataformas de fuerza* para determinar la fuerza, trabajo, y potencia producido durante una prueba de salto (Bosco, 1994, pp. 14, 26; Sale, 1991). Más recientemente, se ha diseñado una prueba sencilla y relativamente económica para evaluar el *ciclo de estiramiento-acortamiento*, conocida como *Ergojump* de Bosco (Bosco, 1994, pp. 29-34; Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983; Komi & Bosco, 1978; González & Gorostiaga, 1995, pp. 266-283). El instrumento consiste de una plataforma (semejante a un alfombra) conductiva (o capacitiva) conectada a un sistema de cronometraje electrónico/digital (microprocesador). El cronómetro se activa con los pies del sujeto. Por ejemplo, para determinar el tiempo de vuelo durante la ejecución de un salto, el sujeto se coloca con mucho cuidado en la plataforma capacitiva; ésta se activa automáticamente por el sujeto en el momento del despegue (salto, abre el circuito), y en el momento del aterrizaje (cuando el pie haga contacto con la plataforma, cierra el circuito). Se asume que el despegue y aterrizaje del salto se ejecuta en el mismo lugar de la plataforma (Bosco, 1994, p. 30; Bosco, Luhtanen & Komi, 1983). Este sistema permite calcular tiempo de vuelo, altura (h) del salto, el tiempo de trabajo (tiempo de contacto con el suelo), tiempo de contacto, potencia mecánica (expresada en vatios/kg), trabajo positivo (concéntrico) y negativo (eccéntrico), por ciento de tipos de fibras musculoesqueléticas activadas (aquellas de *contracción rápida* versus las de *contracción lenta*), entre otras variables (Bosco, 1994, p. 30; Bosco, Komi, Tihanyi, Fekete, & Apor, 1982). Una variable importante que mide esta prueba de Bosco es la *utilización de la energía elástica almacenada*. Esto se determina restando la diferencia entre el *salto de contramovimiento* ("*counter movement jump*", **CMJ**, siglas en inglés) y el *salto encucillado* ("*squat jump*", **SJ**, siglas en inglés) (Komi & Bosco, 1978). El salto encucillado representa un salto vertical que comienza desde una posición encucillada (rodillas flexionadas a 90). Este brinco involucra solamente la contracción concéntrica de los extensores de la rodillas y tobillos. El salto de contramovimiento comienza desde una postura de pie/erecta. Entonces, de forma continua y uniforme, el sujeto se encucilla hasta 90 y luego salta (sin pausa), extendiendo las articulaciones de la rodilla y tobillo. Este brinco se realiza con la ayuda del ciclo de estiramiento-acortamiento (secuencia eccéntrica-concéntrica). Durante ambos brinco, los brazos se mantienen en la cintura con el fin de minimizar su posible contribución al brinco, y el tronco permanece

erecto (Anderson & Pandy, 1993; Bosco, 1994, pp. 39-41, 88-90; Komi, 1984).

6) **Instrumentos computadorizados**. En esta categoría se encuentran los *dinamómetros isotónicos computadorizados*. Utilizando las máquinas isotónicas comunes, se puede aplicar un dispositivo electrónico que determine el tiempo y distancia recorrida durante la contracción del grupo muscular evaluado. Como resultado, es posible medir la velocidad, aceleración, fortaleza, potencia y desplazamiento de la carga desplazada durante la ejecución del movimiento en la máquina (Bosco, 1994, p. 19).

### **Determinando las Metas y Objetivos del Programa**

En términos generales, un programa para el desarrollo muscular utilizando resistencias/pesas debe perseguir las siguientes metas (Kraemer & Fleck, 1988):

- 1) Desarrollo o mantenimiento de la fortaleza muscular.
- 2) Hipertrofia muscular.
- 3) Cambios en la composición corporal (e.g., reducir el por ciento de grasa).
- 4) Mejorar la tolerancia muscular local.
- 5) Desarrollo de la potencia muscular.

### **Análisis de las Necesidades de Entrenamiento**

Como habíamos mencionado, antes de implementar el programa de resistencias, se recomienda que se lleve a cabo un análisis de las necesidades particulares de cada participante potencial (Fleck & Kraemer, 1997, pp. 83-91; Kraemer & Baechle, 1989; Kraemer & Fleck, 1988; Kraemer & Koziris, 1993; Wrathen & Roll, 1994). Estas metas pueden ser modificadas o cambiadas conforme progresa el programa de entrenamiento con resistencias. El análisis deberá de evaluar las siguientes áreas:

#### **1) *Grupos musculares principales (y los ángulos específicos) que necesitan ser desarrollados:***

Esto requiere un análisis cinesiológico cinemático cualitativo, incluyendo movimientos articulares involucrados, músculos motores primarios y auxiliares, tipos de contracciones musculares que se llevan a cabo, entre otras consideraciones. Además, se deben examinar las posibles regiones de lesiones. Por lo regular, este proceso se puede llevar a cabo mediante la filmación a cámara lenta en video cinta de la destreza. Este video puede digitalizarse para luego analizar sus componentes cinemáticos y cinéticos. Existe hoy en día diversos programas computadorizados relativamente poco costosos que realizan este

análisis biomecánico. El próximo paso será diseñar un programa con resistencias que enfaticen el entrenamiento de estos grupos musculares principales (y ángulos articulares específicos) activados durante la destreza competitiva en la cual participa el atleta. Si el objetivo es mejorar en términos generales la aptitud física del individuo, entonces se recomienda entrenar todos los músculos principales del cuerpo (Fleck & Kraemer, 1997, pp. 88-90).

## 2) *Método de entrenamiento a ser implementado:*

Este análisis debe considerar el tipo de acción muscular que habrá de utilizar el participante durante el programa (véase Tabla 2), e incluye los ejercicios dinámicos (concéntricos y excéntricos), isométricos (estáticos), de resistencia variable, isocinéticos (acomodativos o de velocidad constante) y pliométricos (o ciclos de estiramiento-acortamiento). Una vez más, la decisión final se deriva del análisis cinesiológico cualitativo de la destreza.

## 3) *Sistema energético predominante (característico del deporte que practica el atleta) que deberá ser enfatizado durante este programa de entrenamiento:*

La mayoría de los deportes, en un mayor o menor grado, emplean todas las vías energéticas disponibles (Bowers & Fox, 1992. pp. 40-49). Las fuentes energéticas pueden derivarse de los procesos *aeróbicos* y *anaeróbicos*. La vía anaeróbica se conoce también como el *sistema de oxígeno* (abarca procesos oxidativos). Por otro lado, la producción anaeróbica de energía implica procesos no-oxidativo (sin oxígeno). El metabolismo anaeróbico se puede dividir en dos sistemas (Foss & Keteyian, 1998. pp. 20-26). El primero se conoce como el sistema de adenosina de trifosfato y fosfocreatina (ATP-FC, ó fosfágeno), el cual dispone de un suministro rápido de ATP. El segundo proceso anaeróbico contempla al *sistema de ácido láctico* o *glucólisis anaeróbica* (sistema glucolítico), el cual abarca deportes que se llevan a cabo dentro de 1 a 3 minutos. Ambos sistemas proveen energía en la ausencia de oxígeno. Pero la pregunta es, entonces, ¿cual es el sistema energético que se debe enfatizar durante el programa de entrenamiento con resistencias?. La realidad es que el sistema de ATP-FC y de ácido láctico son los que particularmente son activados en estos programas, de manera que el entrenamiento debe de girar

alrededor de

estos procesos de naturaleza anaeróbica (Fleck & Kraemer, 1997, p. 91).

#### 4) **Principales lugares anatómicos que se deben considerar para la prevención de lesiones:**

El diseño del programa de entrenamiento con resistencias debe contemplar fortalecer aquellas regiones musculares y articulares más propensas a traumas. Además, para aquellos atletas que han sufrido lesiones específicas musculoesqueléticas y tendinosas, es imperante que planifiquen su entrenamiento con resistencias en torno a éstas áreas previamente afectadas. La palabra clave es *prevención*. Este proceso eventualmente tendrá resultados positivos en la ejecutoria deportiva del atleta.

### Tabla 1

#### Pasos Preliminares a Seguir para el Diseño de un Programa con Resistencias

##### » **Evaluación médica:**

- *Examen físico:*
  - Sistema cardiorespiratorio - Sistema óseo-articular
  - Sistema neuromuscular
- *Historial médico/de salud:*
  - Condiciones/enfermedades previas y actuales
  - Análisis de los estilos de vida
- *Pruebas de la laboratorio:*
  - Procedimientos ergométricos de tolerancia (pruebas de esfuerzo)
  - Evaluación de la función muscular
  - Pruebas de flexibilidad/determinación del arco de movimiento

##### » **Evaluación de la fortaleza muscular:**

- Levantamiento de pesas (1-RM, pesas libres, máquinas, calistenia)
- Isométricas (dinamometría, tensiómetría)
- Isocinéticas (dinamometría)
- Isotónicas
- Ciclo de estiramiento-acortamiento
- Instrumentos computadorizados

##### » **Determinar las metas y objetivos del programa con resistencias:**

- *Metas del programa:*
  - Desarrollo o mantenimiento de la fortaleza, potencia y/o tolerancia muscular
  - Hipertrofia muscular
  - Cambios en la composición corporal (porcentaje de grasa, tejido magro, masa muscular)

» **Análisis de necesidades:**

- Especificidad del movimiento (grupos musculares, ángulos articulares, velocidad angular de la articulación, tipo de resistencia, acción muscular)
- Método de entrenamiento a ser implementado (tipo de contracción)
- *Sistema energético específico:*
  - Anaeróbico (ATP-FC, sistema glucolítico)
  - Aeróbico (sistema de transporte de oxígeno)
- *Prevención traumas regiones específicas:*
  - Areas vulnerables a lesiones (prehabilitación)
  - Enfatizar fortalecer secciones anatómicas previamente lesionados

**NOTA.** Adaptado de *Designing Resistance Training Programs* (2nd ed., pp. 88-91), por S. J. Fleck, & W. J. Kraemer, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Derechos reservados 1997 por Steven J. Fleck and William J. Kraemer; "Resistance training: Exercise prescription (part 4 of 4)," por W. J. Kraemer, & S. J. Fleck, 1988, *The Physician and Sportmedicine*, 16(6), p. 70.

Una vez se establezca el análisis de necesidades, se podrá entonces diseñar e implementar el programa de entrenamiento con resistencias. Ahora se podrá determinar las siguientes variables agudas del programa de resistencias/pesas (véase Figura 4):

- 1) Los tipos de ejercicio que habrán de ser utilizados en el programa.
- 2) El orden de estos ejercicios en el cual serán practicados.
- 3) El número de series para cada ejercicio.
- 4) Los períodos de reposo entre las series, entre los ejercicios, y entre las sesiones de entrenamiento.
- 5) La resistencia o carga a ser utilizada (esto determina la intensidad del ejercicio).

---

## DEFINICIONES BÁSICAS

Para poder aplicar programas efectivos de entrenamientos con resistencias dirigidos al desarrollo de la fortaleza, tolerancia y potencia muscular, es necesario entender y estandarizar ciertos conceptos utilizados en el diseño de estos sistemas de acondicionamiento. La literatura científica disponible ha tratado de estandarizar esta terminología (Kent, 1994, pp. 138-140, 148, 236-237, 288-291, 339, 350, 373, 427-429, 471, 485; Knuttgen y Kraemer, 1987; Knuttgen & Komi, 1992).

A continuación se describen algunos conceptos neuromusculares relacionados con la aptitud muscular (véase Tabla 2). La suma de la fortaleza, potencia y tolerancia muscular se refiere a la **capacidad muscular**. La **tolerancia muscular** es la habilidad del sistema neuromuscular para ejecutar repetidas contracciones dinámicas e isocinéticas, o para sostener una contracción isométrica contra una resistencia moderada durante un período de tiempo prolongado (Kent, 1994, p. 291). El concepto **fuerza** puede ser definido como

aquello que tiende a cambiar el estado de reposo o movimiento de un músculo; también describe aquello que genera el músculo cuando se encuentra en un estado de contracción, Kent, 1994, p. 174; Knuttgen & Kraemer, 1987).

¿Que significa **fortaleza muscular**? La habilidad que posee un músculo o grupo muscular para generar/aplicar una fuerza máxima contra una resistencia dada y a una velocidad específica se conoce como **fortaleza muscular** (Kent, 1994, p. 291, 427; Knuttgen y Kraemer, 1987; Knuttgen & Komi, 1992). Se necesita fortaleza muscular cada vez que ocurre una contracción muscular. La fortaleza muscular se desarrolla a través de una variedad de ejercicios específicos y máquinas especiales, tales como el entrenamiento con pesas, el entrenamiento con resistencias progresivo, calistenia (ejercicios utilizando el cuerpo como resistencia), ejercicios pliométricos, entrenamiento en circuito, entre otros (Kent, 1994, p. 227). Algunos atletas producen un tipo de fuerza ejecutada rápidamente. En estas circunstancias se produce **potencia** (Potencia = Trabajo/Tiempo). **Potencia muscular** representa la capacidad que posee un músculo o grupo muscular para ejercer una fuerza máxima en el período de tiempo más corto posible (Kent, 1994, p. 291). Aquellos deportes de naturaleza explosiva que generan potencia son, por ejemplo: los lanzamientos en atletismo, levantamiento de pesas Olímpicas, entre otros.

**Tabla 2**

**Conceptos Neuromusculares  
Relacionados con la Aptitud Muscular**

CONCEPTO/TÉRMINO	DESCRIPCIÓN
Capacidad Muscular	La suma de la fortaleza, potencia y tolerancia muscular
Fortaleza Muscular	La fuerza máxima que puede generar un músculo o grupo muscular a una velocidad específica
Potencia Muscular	La habilidad para realizar una fuerza muscular máxima durante un período de tiempo corto
Tolerancia Muscular	El límite de tiempo de la habilidad de una persona para mantener una fuerza isométrica o un nivel de potencia que involucre combinaciones de contracciones musculares concéntricas y/o excéntricas
Fuerza	Aquello que cambia o tiende a cambiar el estado de reposo o movimiento de la materia. Aquello que genera el músculo cuando se encuentra en un estado de contracción

**NOTA.** Adaptado de: "Terminology and measurement in exercise performance," por H. G. Knuttgen, & W. J. Kraemer, 1987, *Journal of Applied Sport Science Research*, 1(10), pp. 1-10.

Otros autores (particularmente Europeos) han clasificado la fortaleza muscular desde otro punto de vista (véase Tabla 3, y Figura 1) (Balk, 1994, pp. 18-19; Barrios & Ranzola, 1998, pp 16; Dick, 1993, pp. 255-258; Grosser, Starishka & Zimmermann, 1988, pp. 62-63; Hartman & Tünnemann, 1993; Manno, 1991, p. 132; Pila, 1998, pp. 56-57; Poliquin & Patterson, 1989). En primera instancia, se describe la **fortaleza interna**, la cual representa

aquella fuerza que resulta de una contracción muscular (fuerza de tracción muscular) transmitida al exterior mediante el sistema de palancas provistas por el esqueleto. Aquella fortaleza que se produce como resultado de fuerzas de resistencias/cargas (e.g., la fuerza generada en contra del atleta por un adversario), fuerzas gravitacionales (e.g., el peso del propio atleta o el de un implemento deportivo), y las fuerzas de fricción, se conoce como **fuerza externa**. La **fortaleza máxima** se ha descrito como la mayor fuerza (tensión) posible que puede desarrollar un grupo muscular (o sistema neuromuscular - conjunto de nervio y músculo) voluntariamente contra una máxima oposición/resistencia (o una sola contracción máxima). Por ejemplo, la fortaleza máxima se puede manifestar en términos de la magnitud de resistencias externas (e.g., pesas) que sea capaz de superar el individuo. Diversos deportes competitivos requieren el uso de la fortaleza máxima, tales como en gimnasia (e.g., "el cristo" en las argollas), en el levantamiento de pesas Olímpicas (e.g., en el *arránque* ["snatch"]), entre otros. El atleta aumenta su fortaleza máxima mediante un programa de entrenamiento con resistencias, el cual resulta en **hipertrofia** (aumento en tamaño) muscular. En segundo término tenemos la **fortaleza absoluta**, la cual se refiere a la producción máxima de la fortaleza muscular que pueda generar un músculo o grupo de músculos mediante un estímulo involuntario (e.g., estimulación eléctrica externa). Comúnmente, el individuo solo puede desarrollar alrededor de un 60 a 80% de su fortaleza muscular máxima voluntaria; de manera que, el valor obtenido de la fortaleza muscular máxima voluntaria no muestra una cifra real (no representa un 100% del máximo). Por otro lado, la **fortaleza relativa** representa la expresión de la fortaleza absoluta (o fortaleza máxima) en relación a la masa corporal del atleta. Esta variable se emplea para comparar la fortaleza máxima entre diversos atletas con diferentes masas corporales, puesto que los atletas pesados pueden en términos absolutos alcanzar una mayor expresión de fortaleza muscular en comparación con aquellos deportistas con menos masa corporal (más livianos). Este tipo de fortaleza muscular es independiente a la masa corporal del atleta. Se calcula dividiendo la fortaleza absoluta (o máxima) por la masa corporal del atleta. La **fortaleza-velocidad** o **fortaleza explosiva** se define como la capacidad que posee un grupo muscular (o sistema neuromuscular) para acelerar cierta masa hasta la velocidad máxima de movimiento, i.e., aquella fuerza desarrollada durante el período de tiempo más corto (se superan las resistencias con una elevada velocidad de contracción). Con respecto a este tipo de fortaleza, tenemos que el *lanzamiento de la pesa* (o bala) en atletismo es un buen ejemplo, en el cual se requiere el uso de la fortaleza explosiva. En general, la habilidad del sistema neuromuscular para soportar la fatiga representa la **fortaleza-tolerancia**. Más específicamente, se refiere a la capacidad que posee un músculo o grupo muscular para tolerar el cansancio durante repetidas contracciones musculares o durante una acción muscular sostenida ante una resistencia específica (fortaleza estática). Muchos eventos deportivos emplean el uso de la fortaleza-tolerancia, tales como el canoaje, remo, kayak, entre otros. Rara vez estas cualidades de la fortaleza muscular se manifiestan de forma pura. La realidad es que éstas se generan de forma mixta en los diversos deportes competitivos.

**Tabla 3**

**Otras Definiciones Relacionadas con las Cualidades de la Fortaleza Muscular**

TIPO DE FORTALEZA MUSCULAR	DESCRIPCIÓN
Fortaleza Interna	La fuerza que produce la contracción muscular, transmitida al exterior mediante el sistema esquelético
Fortaleza Externa	Representa aquella fortaleza que resulta de las fuerzas de resistencias, gravitacionales, y de fricción
Fortaleza Máxima	Aquella mayor tensión posible que pueda desarrollar un grupo muscular voluntariamente contra una máxima resistencia
Fortaleza Absoluta	Fortaleza muscular máxima generada por el sistema neuromuscular a través de un estímulo involuntario (e.g., estimulación eléctrica).
Fortaleza Relativa	Se refiere a la expresión de la fortaleza absoluta (o fortaleza máxima) sin tomar en consideración la masa corporal del atleta.
Fortaleza Explosiva	La capacidad que posee un grupo muscular para desarrollar una tensión durante el período de tiempo más corto posible
Fortaleza Tolerancia	La habilidad del sistema neuromuscular para tolerar fatiga durante contracciones musculares repetidas o sostenida ante una resistencia dada

FORTALEZA MUSCULAR		
Interna	Máxima	Explosiva
Externa	Absoluta	Tolerancia
	Relativa	

**Figura 1. Cualidades de la Fortaleza Muscular**

Cuando hablamos de *entrenamiento con pesas o resistencias* nos referimos a una modalidad de entrenamiento para el desarrollo de la fortaleza y/o tolerancia muscular utilizando pesas libres, maquinas especiales, entre otros (Kent, 1994, p. 485). El sistema de *ejercicios con resistencias progresivo* aplica las cargas/resistencias en forma gradual,

según sea la capacidad generadora de fuerza que posea el músculo o grupo muscular (Kent, 1994, p. 350). No obstante, siempre habrá de aplicarse el principio de sobrecarga. El sistema de ejercicio progresivo comunmente se emplea en los programas de entrenamientos con resistencias, en el cual se determina la **repetición máxima (RM)**. El RM representa la carga máxima que un grupo muscular puede levantar durante un número dado de repeticiones antes de alcanzar un estado de fatiga/agotamiento (Kent, 1994, p. 373). La resistencia (masa) sobre la cual el participante puede levantar una sola vez sin poder repetir el intento se llama **una repetición máxima ó 1-RM** (Knuttgen y Kraemer, 1987).

¿Como podemos describir los tipos de acciones o contracciones manifestadas por las fibras/células musculares que son empleadas en el programa de entrenamiento con resistencias?. Primeramente, debemos definir los conceptos de acción y contracción muscular. El efecto que resulta de la tensión generada por un músculo esquelético se conoce como **acción muscular** (Kent, 1994, p. 288). Cuando hablamos de **contracción muscular** nos referimos al estado activo (generación de tensión) del músculo o al intento de la fibra muscular en acortarse a través de su eje longitudinal, lo cual comunmente produce movimiento (Kent 1994, p. 289; Knuttgen y Kraemer, 1987). En un músculo esquelético, se produce una contracción muscular cuando se genera tensión a través de los miofilamentos de actina y miosina (Kents, 1994, p. 289). Las contracciones de las células musculares puede manifestarse de diversas formas, de suerte existen contracciones concéntricas (acortamiento muscular), excéntricas (alargamiento muscular), dinámicas, isométricas o estáticas (longitud del músculo no cambia), o isocinéticas (contracciones generadas a una velocidad constante pre-determinada). Estos tipos de acciones musculares serán discutidas en los párrafos que siguen en este trabajo.

Existen otros terminos afines que son importantes. Cuando hablamos de **halter** ("**barbell**"), nos referimos a una barra larga de metal que puede ser cargada con diferentes discos o pesas en cada extremo. Se utilizan como pesas libres en el entrenamiento con resistencias (Kent, 1994, p. 54, Balk, 1994, p. 96). **Halterofilia** se refiere al deporte de levantar pesas como método de entrenamiento con resistencias, o al deporte del levantamiento de pesas Olímpicas. Como deporte competitivo, la halterofilia requiere dos movimientos reglamentarios Olímpicos. Por ejemplo, tenemos la **arrancada o arranque** ("**snatch**"), en la cual el atleta (en una sola fase) eleva la barra por encima de la cabeza hasta tener los brazos completamente estirados. Esta levantada se ejecuta con las palmas hacia abajo. Todo el movimiento tiene que hacerse sin pausas. También, esta competencia requiere efectuar lo que se conoce como **envión o levantamiento a dos tiempos o movimientos** ("**clean and jerk**"). El primer movimiento es el "**clean**", el cual es similar al arranque. La diferencia estriba en que la barra solo se eleva hasta la altura de los hombros, sin que toque el pecho mientras es levantada. El segundo movimiento es el "**jerk**" que consiste en levantar la barra hasta donde la permita la extensión de los brazos (Rigau, 1979, p. 166). **Culturismo** se refiere al entrenamiento de pesas para cambios de aspectos físicos (Pearl, 1993, p. 419).. **Mancuerna** ("**dumbbell**") se refiere a una barra corta con pesas en los entremos (comunmente ajustables). Por lo regular, se utilizan en parejas (una en cada mano). Tambien se emplean durante movimientos con un solo brazo (Kent, 1994, p. 137, Balk, 1994, p. 96).

**Tabla 4**

**Terminología Relacionada con la Acción Muscular**

<b>CONCEPTO/TÉRMINO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Acción Muscular	Se refiere a los tipos de contracciones que efectúan los músculos esqueléticos. El efecto producido por la tensión generada en un músculo.
Contracción Muscular	El estado activo de un músculo. La generación de tensión dentro de un músculo (Kent, 1994, p. 289). El intento de una célula o tejido muscular de acortarse a través del eje longitudinal de la(s) célula(s) muscular(es) activada(s). Este término es algo confuso, de manera que se recomienda que se emplee el concepto de acción muscular (Kent, 1994, p. 289).
Contracción Dinámica	Aquella que envuelve movimiento. Consiste de una contracción concéntrica o excéntrica
Isotónico	Un evento dinámico en el cual el músculo genera la misma cantidad de fuerza a través de todo el movimiento. Esta condición rara vez ocurre en la ejecutoria del ser humano
Contracción Muscular Concéntrica	Una acción dinámica en la cual los extremos del músculo (las inserciones óseas) se mueven una hacia la otra, produciendo el movimiento del esqueleto
Contracción Muscular Excéntrica	El músculo activo se alarga. Los extremos del músculo (inserciones óseas) se apartan (se mueven fuera del centro) por una fuerza externa
Contracción Muscular Isométrica (Estática)	No ocurre ningún movimiento del esqueleto y el músculo ni se acorta ni se alarga
Isocinética	Término utilizado para describir la actividad muscular en la cual los movimientos del cuerpo ocurren a una velocidad constante según es controlado por un dinamómetro; aplicado tanto en las contracciones concéntricas como en las excéntricas
Pliométrico	Término utilizado para describir una contracción excéntrica del músculo seguido inmediatamente por una contracción concéntrica
Ciclo de estiramiento-acortamiento	Término que sustituye al concepto pliométrico. Describe un evento en el cual el músculo activado (forzadamente alargado) es exitoso en invertir la actividad de alargamiento mediante el logro de una contracción concéntrica inmediata

**NOTA.** Adaptado de: "Terminology and measurement in exercise performance," por H. G. Knuttgen, & W. J. Kraemer, 1987, *Journal of Applied Sport Science Research*, 1(10), pp. 1-10.

PESAS LIBRES	RESISTENCIAS VARIABLES	ISOCINÉTICA	PLIOMETRÍA
	- Grupo de Pesas	- Aparatos Pneumáticos	
		- Aparatos Hidráulicos	

**Figura 2. Tipos Entrenamiento Mediante Acciones de Resistencias Dinámicas** (Adaptado de: *Physiology of Sport and Exercise* (p. 81), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, D. L., 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Derechos reservados 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

## TIPOS/FORMAS DE ACCIONES MUSCULARES

La generación de tensión en el músculo esquelético tiene sus bases de una estimulación nerviosa a su placa motora terminal (o unidad motora). La acción final del músculo esquelético puede variar. Como resultado, se han clasificado cuatro tipos de contracciones musculares, a saber: acción concéntrica, acción excéntrica, acción isotónica, acción isométrica, y acción isocinética (véase Tabla 2).

### Acción Concéntrica

En este tipo de contracción, se acortan las fibras musculares (i.e., los sarcómeros) al generarse la tensión. Como resultado, se produce el movimiento articular. Cuando el músculo esquelético se acorta, se tracciona/hala la palanca ósea (en su punto de inserción) y ocurre el movimiento. La acción concéntrica representa el tipo de contracción más comunmente utilizada. Un ejemplo clásico de esta acción se representa cuando se flexiona la articulación radioulnar (codo) desde un ángulo de 180 (codo extendido), sosteniendo una pesa en la mano.

### Acción Excéntrica

Esta acción se manifiesta cuando la resistencia externa excede la fuerza muscular y el músculo se alarga mientras desarrolla tensión. La contracción concéntrica se conoce también como *trabajo negativo*, puesto que se lleva a cabo a favor de la fuerza de gravedad. Utilizando el ejemplo anterior, si se baja gradualmente el peso de la mano desde una completa flexión de la articulación radioulnar hasta una extensión completa, se alargan progresivamente los sarcómeros de las fibras musculares, lo cual produce la contracción excéntrica. Durante un programa de entrenamiento con pesas libres, siempre se utiliza la fase excéntrica de la contracción muscular al regresar lentamente el peso a su posición original.

Esta combinación de acciones concéntricas y excéntricas durante un programa con resistencias produce mejores ganancias en cuanto a la fortaleza y tamaño muscular. Además, si se ha utilizado esta combinación de acciones musculares, el músculo preserva

mejor su fortaleza muscular luego de haber cesado el entrenamiento (McArdle, Katch, & Katch, 1996, pp. 426-427).

### **Acción isotónica**

La combinación de las contracciones concéntricas y excéntricas se conoce como *isotónico*. A esta combinación de acciones musculares también se le llaman contracciones musculares *dinámicas*. Literalmente, el término (derivado del griego) isotónico significa *igual tensión* (iso = lo mismo o igual, tonos = tensión). En términos prácticos, éste término no describe lo que realmente ocurre cuando uno acorta y alarga un músculo esquelético durante el recorrido del movimiento articular. Si realizamos un análisis biomecánico, se observa que durante una acción muscular dinámica la fuerza o torque generado varía conforme cambia el ángulo de la articulación. Esto implica, contrario al concepto literal de isotónico, que la fuerza o torque máximo producido no es uniforme a través del arco de movimiento de la coyuntura.

### **Acción Isométrica (o estática)**

Durante este tipo de acción muscular, la tensión generada (inducida por una resistencia externa) en un músculo esquelético no puede producir el acortamiento (ni alargamiento) de las fibras musculares. Consecuentemente, no se efectúa trabajo externo (la articulación no se mueve). En otras palabras, no se observa cambio en la longitud de las fibras musculares, a pesar de generarse tensión (fuerza muscular).

### **Acción Isocinética**

El movimiento articular durante esta acción se mantiene a una velocidad constante, sin importar si el sujeto trate de aplicar una fuerza liviana o una máxima. Los aparatos isocinéticos utilizan un sistema electrónico o hidráulico para de antemano controlar la velocidad del movimiento (velocidad angular de  $0^{\circ} \cdot s^{-1}$  [acción estática] hasta  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  ó mayor). Como habíamos mencionado previamente, el principio isocinético postula que un individuo apropiadamente motivado puede ser capaz de contraer sus músculos a una fuerza máxima a través de todos los puntos del arco de movimiento.

---

## **FACTORES FUNDAMENTALES QUE AFECTAN EL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS (PRINCIPIOS DE ENTRENAMIENTO)**

### **Especificidad**

Este principio se refiere a las adaptaciones específicas (de naturaleza estructural y funcional) que ocurre en el individuo como resultado del entrenamiento (NiNubile, 1991). Es de vital importancia tomar en consideración la *especificidad* aplicada a los procesos de entrenamiento con resistencias. Como habíamos mencionado previamente, las adaptaciones

específicas a nivel de las cualidades de la fortaleza muscular que resultan del programa de entrenamiento con resistencias dependerán de las siguientes variables (NiNubile, 1991; Plowman & Smith, 1997, pp. 472-473):

1) **Los músculos esqueléticos involucrados.** El programa de entrenamiento con resistencias es específico a los grupos musculares que se entrenan. Los músculos (y sus tipos de fibras musculares) se adaptan de forma específica conforme sea la naturaleza del estímulo (i.e., el ejercicio con resistencias). Esto significa que el entrenamiento es altamente específico al grupo muscular ejercitado en el programa. Por lo tanto, los programas de entrenamiento con resistencias progresivo deben de enfatizar aquellos músculos que se utilizan durante la ejecutoria deportiva. Por ejemplo, los atletas que participan en deportes de lanzamiento en los eventos de campo de atletismo requieren una alta fortaleza y potencia muscular (capacidad explosiva). Estos atletas se benefician si su entrenamiento con resistencias se diseña de forma específica, de manera que puedan desarrollar la fortaleza y potencia muscular que requiere su evento deportivo. En resumen, el músculo que se ejercita durante el entrenamiento con resistencias es el músculo que se adapta al entrenamiento, de manera que se deben ejercitar aquellos grupos musculares principales responsable de la ejecutoria deportiva del atleta.

2) **Tipo de acción muscular.** Las ganancias en la fortaleza muscular son específicas al tipo de contracción muscular. Se han estudiado los efectos combinados de diversas acciones musculares sobre la especificidad del deporte y protocolo de valoración para la fortaleza muscular. En cuanto a este respecto, cualquier forma de contracción concéntrica o combinación de concéntrica más excéntrica deberá resultar en ganancias comparables de fortaleza muscular, siempre y cuando se empleen durante el entrenamiento y evaluación patrones musculares y velocidades de movimiento similares (Manning, Graves, Carpenter, Leggett, & Pollock, 1990).

3) **Intensidad de la contracción y número de repeticiones.** Los músculos esqueléticos responden de forma específica a la carga/resistencia que se le imponen. Por ejemplo, un músculo que se expone a intensidades cerca del máximo, habrá de desarrollar mayor fortaleza muscular al compararse con aquellos grupos musculares sometidos a muchas cargas submáximas.

4) **Velocidad de las contracciones.** Las ganancias en fortaleza muscular es altamente específico a la velocidad del entrenamiento. Esta es la naturaleza de la mayoría de los deportes competitivos. Consecuentemente, se recomienda que los atletas consideren integrar en su programa de fortalecimiento muscular ejercicios con resistencia ejecutados a unas altas velocidades (Wilmore & Costill, 1994, p. 84). Por ejemplo, utilizando un dinamómetro isocinético, aquellos músculos que se ejercitan a bajas velocidades tienden a producir aumentos en torque específico a la velocidad del entrenamiento (Perrin, 1993).

5) **Posiciones de los ángulos articulares a través de los cuales se ejecuta la contracción.** La fortaleza muscular desarrollada es altamente específica al ángulo articular en el cual se entrenó el músculo o grupo muscular. Por ejemplo, si se entrena un grupo muscular solamente a un ángulo de  $90^{\circ}$ , la fortaleza muscular resultante será específica solamente a dicho ángulo entrenado, debido a que el restante de los puntos angulares no

fueron entrenados. En otras palabras, fuera de 90° no se podrán observar ganancias en la fortaleza muscular porque los grupos musculares no entrenaron a éstos ángulos. Por el otro lado, si el programa con resistencias sobrecarga a niveles máximos los músculos esqueléticos a través toda la gama del recorrido angular de la coyuntura, entonces se habrá de generar ganancias en la fortaleza muscular para todos los ángulos del arco de movimiento. Este es el principio que explica las *curvas de fuerza*. La *curva de fuerza* representa una descripción gráfica que muestra los cambios en la fuerza máxima generada a lo largo del recorrido de cada punto angular en el arco de movimiento de la articulación (Kulig, Andrews & Hay, 1984). En esta gráfica se observa la relación entre las variaciones en las capacidades contractiles para generar la fuerza del músculo o grupo muscular y los ángulos en el arco de movimiento de una articulación. La curva de fuerza es una función del efecto de la tensión en la longitud del músculo, y la distancia perpendicular entre la línea de tracción del músculo y el eje de rotación de la articulación en el cual el músculo actúa (DiNubile, 1991).

6) *El patrón específico del movimiento deportivo*. Las ganancias en fortaleza muscular son altamente específicas a los patrones de movimiento. Esto implica que para poder mejorar una ejecutoria física específica, los músculos esqueléticos ejercitados durante el entrenamiento con resistencias de los atletas deben tratar de simular/imitar la ejecutoria real del deporte practicado (incluyendo patrones de movimiento/destrezas y velocidad). El hecho es que entre más cerca el patrón de movimiento utilizado en el programa con resistencia sea parecido a la ejecutoria real del deporte, mayor será el beneficio obtenido de este entrenamiento (McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 426; Wilmore & Costill, 1994, p. 84). Este tipo entrenamiento específico de los músculos esqueléticos con resistencias, el cual simula la destreza real del deporte practicado, se conoce como *entrenamiento con resistencias suplementario*. A través de esta modalidad se utilizan equipos deportivos suplementarios, los cuales son alterados en peso y tamaño (DeRenne, Ho, & Blitzblau, 1990). Si se desea mejorar la fortaleza muscular, se puede aumentar el peso del implemento deportivo, de suerte que se produzca un estímulo de sobrecarga. Por el otro lado, si se busca velocidad (entrenar las unidades motoras de activación rápida), el implemento debe ser más liviano que lo normal (McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 431).

## **Intensidad**

La intensidad se refiere a la magnitud de la resistencia absoluta levantada por cada repetición durante las sesiones de entrenamiento. Es posible también expresar la intensidad en términos relativos. En este caso utilizamos un por ciento específico de la resistencia máxima que pueda ser levantada durante una repetición (1-RM) o seis repeticiones (6-RM) (Fleck & Kraemer, 1988). La intensidad depende del número de series y repeticiones, los períodos de reposo entre las series, duración de las sesiones de entrenamiento, y de la carga/resistencia. Esta última variable es una de las más importantes al determinar la intensidad (Pauletto, 1986).

## **Duración**

Por lo regular, la duración se refiere al tiempo dedicado para cada sesión de ejercicio. Esta variable dependerá del número de repeticiones y de series, y de los períodos de reposo. En general, se recomienda que la sesión de entrenamiento fluctúe entre 45 a una hora. Este período debe incluir el tiempo dedicado al calentamiento y al enfriamiento. En términos crónicos, la duración se refiere al total de semanas dedicadas al entrenamiento. Por ejemplo, para el desarrollo de fortaleza muscular mediante un programa empleando contracciones/ejercicios dinámicos o estáticos, se sugiere entrenar durante seis semanas como mínimo (Mcglynn, 1990).

### **Frecuencia (y Tiempo de Recuperación)**

El término *frecuencia* se refiere al número de sesiones de entrenamiento realizadas por cada semana. La frecuencia determina el tiempo disponible de recuperación entre las sesiones de ejercicio. La frecuencia depende del volumen y cargas/resistencias del ejercicio, tipo de movimiento (multiarticular vs monoarticular) que predomina durante las sesiones de ejercicio, fase del entrenamiento en que se encuentra el atleta, el nivel de entrenamiento (aptitud física) del atleta, historial del entrenamiento, las metas del programa, y el estado de salud del atleta (Fleck & Kraemer, 1997, p. 97; Fleck & Kraemer, 1988; Wathen, 1994). Se sugieren tres sesiones por semana para cada grupo muscular efectuados en días alternados, particularmente para principiantes (Fleck & Kraemer, 1988). Los individuos que llevan practicando por un tiempo considerable en cuanto al entrenamiento con resistencias, probablemente pueden ser capaces de tolerar mayores cargas/resistencia, de manera que también podrán incrementar su frecuencia de entrenamiento (Fleck & Kraemer, 1988; Stone & O'Bryant, 1987, p. 141). La mayoría de los atletas entrenan de tres (3) a cuatro (4) días por semana. Bajo este régimen, se entrenan primero los grupos musculares grandes (e.g., encucilladas ["squat"] y prensada de pecho ["bench press"]) como mínimo dos (2) veces por semana. Este sistema permite un tiempo de recuperación apropiado entre las sesiones de entrenamiento (Brooks, Fahey & White, 1996, p. 391).

### **Volumen**

El *volumen* del ejercicio implica la cantidad total de *trabajo* realizado durante las sesiones de ejercicio. El término trabajo se relaciona con la cantidad de *fuerza* (resistencia) aplicada a través de una *distancia*. Para estimar el volumen de entrenamiento durante un programa con resistencias se requiere cuantificar el número de repeticiones efectuadas durante un período de tiempo dado (ya sea para cada sesión de entrenamiento o por semana). El volumen también se puede calcular si determinamos el resultado del número de repeticiones realizadas por la resistencia utilizada (repeticiones  $\times$  resistencia). Las repeticiones serán determinadas por el número de series (repeticiones por series). En otras palabras, se multiplica el número de series por el número de repeticiones efectuadas para cada serie para poder calcular el número total de repeticiones. Este valor resultante (número de repeticiones) se multiplica por la carga o resistencia levantada durante cada repetición para poder precisar el trabajo (volumen) total de la sesión de entrenamiento (Fleck & Kraemer, 1988; Wathen, 1994). Para ilustrar este concepto, se describe a continuación un ejemplo para el cálculo del volumen de una sesión de ejercicio:

**PROBLEMA:**

Estimar el volumen (y trabajo) de entrenamiento para una sesión de entrenamiento.

**DADO:**

Series = 3 por sesión de ejercicio

Repeticiones = 5 por sets

Carga (resistencia) = 150 lb por repetición

**CONOCIDO:**

Volumen (V) = Trabajo realizado durante las sesiones de entrenamiento

Trabajo = (Sets X Repeticiones) Resistencia

**SOLUCION:**

$$V = \left( \frac{3 \text{ series}}{\text{Ejer}} \times \frac{5 \text{ reps}}{\text{series}} \right) \frac{50\text{lb}}{\text{reps}}$$

$$V = \left( \frac{3 \text{ series}}{\text{Ejer}} \times \frac{5 \text{ reps}}{\text{series}} \right) \frac{150\text{lb}}{\text{reps}}$$

$$V = \left( \frac{15 \text{ reps}}{\text{Ejer}} \right) \frac{150\text{lb}}{\text{reps}}$$

$$V = \frac{2,250\text{lb}}{\text{Ejer}}$$

$$V = 2,250\text{lb}$$

**Principio de Individualización**

Cada individuo responde y se adapta diferente a las cargas de entrenamiento. Según fue mencionado a principios de este trabajo, el primer paso para individualizar el programa

de entrenamiento con resistencias es determinar las necesidades, metas y objetivos particulares del participante. Luego le sigue evaluar su fortaleza muscular actual. Finalmente, se habrá de diseñar un ciclo de entrenamiento específico para este atleta, i.e, periodizar el programa de entrenamiento con resistencias a tono con las características y necesidades únicas de estos deportistas. Uno de los factores principales que distinguen a los diferentes atletas es su potencial genético. A este respecto, ciertos atletas poseen características particulares en su composición de los tipos de fibras musculares (Brooks, Fahey & White, 1996, p. 393).

### **Principio de Adaptabilidad**

Si el músculo se estimula (bajo límites tolerables), se adapta y mejora su función. Por el contrario, si un músculo recibe menos estímulo (se activa con muy poca frecuencia), se atrofia (reduce su tamaño). El propósito de el entrenamiento físico es de estimular el cuerpo sistemáticamente, de suerte que mejore su capacidad para realizar trabajo físico. El proceso debe ser uno en el cual el músculo esquelético sea capaz de adaptarse efectivamente ante tales estímulos del esfuerzo físico. Sin importar el método o sistema de entrenamiento con resistencias que se utilice, siempre y cuando que se provea un umbral de tensión, el resultado final será mejoras en la fortaleza muscular. Esto implica que lo más importante ha ser considerado en el ambiente atlético y de ejercicio es el tipo fortaleza muscular que se desarrolla. Este principio de adaptación siempre debe ser considerado cuando se diseña el programa de entrenamiento con resistencias (Brooks, Fahey & White, 1996. p. 390).

### **Principio de Mantenimiento**

Una vez el participante del programa con resistencia alcance sus niveles deseados/óptimos de fortaleza/tolerancia muscular, es posible mantener estas ganancias con un menor volumen o frecuencia de entrenamiento, siempre y cuando la intensidad sea la misma (Plowman & Smith, 1997, p. 476).

### **Principio de Retrogresión/Estancamiento o Estabilización/Reversibilidad**

Hay momentos que no importa cuan fuerte entrene el atleta, no habrán cambios en el desarrollo muscular. Este estado se conoce como *plato*. Más aún, puede ser que los niveles de aptitud muscular y ejecutoria deportiva disminuyan, en cuyo caso se dice que ha ocurrido *retrogresión*. Posiblemente, estos dos fenómenos sean el resultado de un estado de sobreentrenamiento o diferencias individuales (Plowman & Smith, 1997, pp. 476 - 477). Cuando los músculos dejan de entrenar ocurre el fenómeno de *reversibilidad*. El grado de deterioro dependerá del nivel inicial de fortaleza y tolerancia muscular del atleta. Aunque gran parte de las adaptaciones neuromusculares que resultan de un programa de entrenamiento con resistencias se retienen después de haber abandonado el programa, el mayor grado de deterioro ocurre a nivel celular (alteraciones en el tamaño y propiedades bioquímicas de la fibras musculares). Comúnmente el nivel de la fortaleza muscular se mantiene por más tiempo que la tolerancia muscular, luego de haber dejado el entrenamiento (Plowman & Smith, 1997, p. 477). El fenómeno de reversibilidad también ocurre cuando el atleta se encuentra lesionado. Los músculos se atrofian como resultado de una falta de uso e inmovilización. La falta de uso resulta en reducciones de la fortaleza

muscular y cantidad de masa. La atrofia resulta en disminuciones en las proteínas contractiles (miosina y actina) y sarcoplasmáticas. Si los músculos esqueléticos se inmovilizan en una posición acortada, es posible perder sarcómeros (Brooks, Fahey & Timoty, 1996, pp. 392-393).

### **Principio de Sobrecarga**

Para poder observar aumentos significativos en hipertrofia y fortaleza muscular, es imperante que el músculo esquelético se active cerca de su capacidad máxima para generar fuerza. Para un desarrollo óptimo de fortaleza muscular, la tensión muscular generada debe ser adecuada en términos de intensidad y duración. El *principio de sobrecarga* puede aplicarse en cualquier equipo o máquina disponible comercialmente utilizadas para desarrollar la musculatura del individuo, incluyendo los sistemas tradicionales para el levantamiento de pesos, poleas, muelles, barras estáticas, o una una diversidad de aparatos isocinéticos e hidráulicos. Sin importar el tipo de equipo/máquina en el cual se ejercita el atleta, se habrá de manifestar aumentos en la fortaleza muscular siempre y cuando se entrenen los músculos a unas intensidades (nivel de tensión aplicada sobre el músculo esquelético) apropiadas (sobrecarga). No obstante, ciertos métodos de ejercicios pueden aplicar una sobrecarga específica y sistemática (Brooks, Fahey & White, 1996, p. 390; McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 426). Aunque no se ha comprobado experimentalmente, es posible que atletas involucrados en deportes explosivos y aquellos que requieren fortaleza muscular (e.g., lanzadores en pista y campo) se benefician si practican ejercicios con resistencias con pocas repeticiones, y alta intensidad durante o inmediatamente antes de la temporada competitiva. Este tipo de entrenamiento desarrolla la potencia muscular (o fortaleza explosiva), mientras deja suficiente reservas energéticas para la práctica de sus destrezas motoras (Brooks, Fahey & White, 1996, p. 390). La práctica general de los fisiculturistas es comunmente realizar mayor cantidad de series y repeticiones de ejercicio, así como más ejercicio para cada región anatómica de su cuerpo, al compararse con los levantadores de pesas Olímpicas. No obstante, este sistema no ha sido validado a través de una investigación científica controlada (Brooks, Fahey & White, 1996, p. 390). Algunos estudios han evidenciado que ejercicios con altas resistencia sy baja repeticiones son más efectivos que aquellos de bajas resistencias y altas repeticiones para producir hipertrofia muscular (Brooks, Fahey & White, 1996, p. 390). Para poder observar mejoras notables en la fortaleza muscular, es importante aumentar progresivamente la sobrecarga.

### **Variación y Progresión**

La *periodización* se refiere a los cambios o variaciones del programa de entrenamiento con resistencias las cuales son implementadas a lo largo de un período de tiempo dado (e.g., durante un año). La periodización varía el estímulo del ejercicio y previene el sobreentrenamiento o el estancamiento ("mohosidad"). Una vez el cuerpo se ha adaptado al nivel de entrenamiento actual, se debe de aumentar el nivel de estímulo (principio de sobrecarga) si se desea observar aumentos adicionales en la fortaleza muscular. La *progresión* se puede llevar a cabo al aumentar la carga, las repeticiones, el número de series, o la frecuencia de las sesiones de entrenamiento, o al disminuir los períodos de reposo entre las series. Comunmente las variables agudas que se manipulan para este

respecto son la carga y número de repeticiones. Una vez más, esto dependerá de las metas y objetivos del atleta. Por ejemplo, si el fin es desarrollar la fortaleza muscular, una carga más elevada se debería utilizar. Por el contrario, si lo que se busca es mejorar la tolerancia muscular, entonces la misma resistencia deberá ser utilizada pero con más repeticiones (Plowman & Smith, 1997, p. 475).

### **Calentamiento y Enfriamiento**

El *calentamiento* es de vital importancia para poder preparar al músculo, y prevenir lesiones. Se ha encontrado que el calentamiento aumenta la temperatura corporal, lo cual produce una reducción en la viscosidad de la cápsula articular, un aumento en la velocidad de contracción y relajación del músculo, e incremento de las reacciones enzimáticas. El calentamiento puede incluir aquellos ejercicios que comúnmente empleamos durante las actividades aeróbicas. Un calentamiento específico involucra la utilización de los mismos ejercicios del programa de entrenamiento con resistencias pero con cargas muy por debajo de lo normal. En términos generales, se puede decir que el calentamiento es adecuado cuando el individuo comienza a sudar (Plowman & Smith, 1997, p. 477).

En adición, se recomienda un período de *enfriamiento* al terminar cada sesión de entrenamiento. El calentamiento abarca principalmente ejercicios de estiramiento. Esto es muy importante, ya que por lo regular los programas con resistencias tienden a crear músculos y articulaciones menos flexibles. Más aún, la fase de enfriamiento ayuda a prevenir el estancamiento venoso en las extremidades inferiores (Plowman & Smith, 1997, p. 477).

---

### **VARIABLES AGUDAS QUE COMPONENTE/INTEGRAN EL PROGRAMA DE EJERCICIOS CON RESISTENCIAS**

Estas variables (véase Tabla 5) establecen la dosis para las sesiones de ejercicios que requiere cada participante durante el programa de entrenamiento con resistencias. Cada sesión de ejercicio debe cuantificar estas variables, de manera que se provea el estímulo/carga de trabajo adecuado para el individuo. Por lo tanto, el diseño de una sesión específica de entrenamiento con resistencias se estructura a base de las variables agudas del programa.

**Tabla 5**

**VARIABLES AGUDAS CONSTITUYENTES DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS CON RESISTENCIAS**

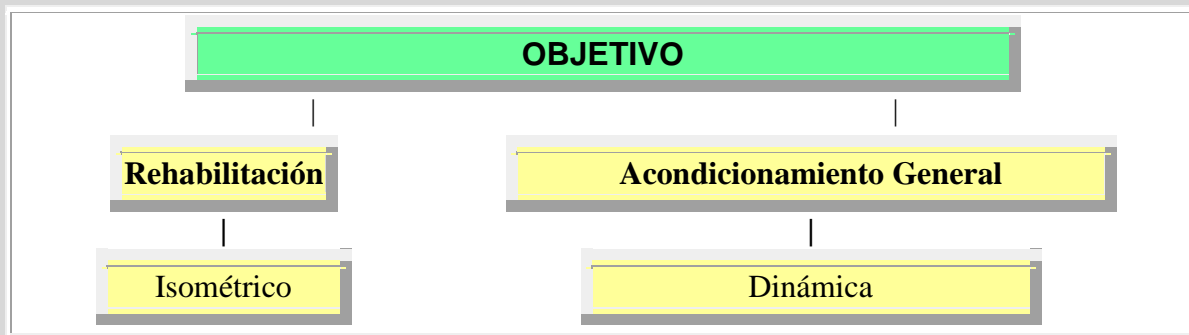
VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Tipo de Ejercicio	Modos de ejercicios (acción muscular o tipo de contracción) que habrán de desarrollar los músculos esqueléticos del participante
Orden de los Ejercicios	Secuencia de entrenamiento a seguir de los grupos musculares ha ser entrenados. Comenzar ejercitando los grupos musculares más grandes y luego progresivamente utilizar los grupos musculares más pequeños
Intensidad del Ejercicio	Medida de esfuerzo. La cantidad de masa a ser levantada (carga o resistencia); una repetición máxima (1-RM)
Repetición	Un movimiento completo de un ejercicio (Pearl, 1993, p. 422). Número de movimientos o ejercicios dentro de una serie (Balk, 1994, p. 7).
Pausa o Períodos de Reposo (Intervalo de Descanso)	Duración de los períodos de reposo entre series y repeticiones. Intervalo de tiempo entre diferentes series o unidades de entrenamiento completas. Permiten los músculos recuperarse parcialmente antes de la próxima serie o repetición.
Número de Series	Conjunto o suma de repeticiones/ejercicios. Se recomiendan 3 a 6 series por sesiones de ejercicio

*NOTA:* Adaptado de: "Muscle strength training: techniques and consideraciones," por W. J. Kraemer, & L. K. Koziris, 1993, *Physical Therapy Practice*, 2, 54-68.

**Tipo/Método de Ejercicio** (Refiérase a Tablas 5 y 6)

Es muy importante seleccionar aquellas modalidades de ejercicios (**acción muscular o tipo de contracción**) que habrán de desarrollar los músculos esqueléticos (y ángulos articulares específicos) del participante. La selección del ejercicio dependerá del objetivo y necesidades particulares del participante, de la situación clínica, y del tipo de equipo de resistencias a ser utilizado. Por ejemplo, para atletas con problemas/limitaciones en sus acciones articulares, los cuales se encuentran en un proceso rehabilitativo por razones de lesiones, es mucho más práctico que estos atletas realicen ejercicios isométricos. Por el otro lado, si el objetivo es mejorar la fortaleza muscular como parte del programa general de entrenamiento de un atleta, lo indicativo es utilizar ejercicios dinámicos (combinaciones de

contracciones concéntricas y excéntricas). Los tipos de ejercicios empleados para las sesiones individuales de entrenamiento pueden clasificarse en cuatro categorías (véase Tabla 6), a saber: 1) ejercicios primarios, 2) ejercicios auxiliares, 3) ejercicios estructurales, 4) ejercicios multiarticulares, y 6) ejercicios monoarticulares. ¿Cual de estos tipos de ejercicios es el mejor?. Una vez más, esto dependerá de las necesidades particulares del atleta. Por ejemplo, los ejercicios estructurales de naturaleza multiarticular son de beneficio (pueden mejorar la ejecutoria atlética) para aquellos deportes que requieren desarrollar una fortaleza muscular general (de todos sus músculos) y movimientos explosivos (e.g., brincar, lanzar), tales como baloncesto, lucha olímpica, entre otros. El tiempo que dispone el atleta o el individuo buscando mejorar su aptitud muscular representa otro factor a considerar para decidir el tipo de ejercicio a ser empleado durante sus sesiones de entrenamiento con resistencias. Con respecto a esto, los ejercicios estructurales son ventajosos para esta población (Fleck & Kraemer, 1997, p. 92).



**Figura 3. Tipo/Modo de Ejercicio según sea el Objetivo del Programa.**

**Tabla 6**

**Clasificación de los Ejercicios para las Sesiones Agudas**

<b>TIPO DE EJERCICIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>EJEMPLO</b>
Ejercicios Primarios	Son aquellos ejercicios que entrenan los músculos motores primarios (grupos musculares principales) para un movimiento específico	Encuclilladas ("squats"), prensada de pecho, tracción de colgar ("hang pulls"), entre otros
Ejercicios Auxiliadores	Representan aquellos tipos de ejercicios que entrenan grupos musculares pequeños y que ayudan al movimiento que producen los motores primarios	Prensada de tríceps, tracción lateral hacia abajo ("lateral pulldown"), flexión ("curl") del bíceps
Ejercicios Estructurales	Ejercicios que requieren la coordinación de muchos grupos musculares. Involucran técnicas avanzadas de levantamientos de pesas	Enviones ("power cleans), arranques ("power snatches"), levantamiento peso muerto ("deadlifts"), encuclilladas ("squats")
Ejercicios Multiarticulares	Aquellos ejercicios en los cuales el movimiento se lleva a cabo en más de una articulación	Prensada de pecho ("bench press"), tracciones laterales hacia abajo ("lateral pulldowns"), prensada militar ("military press"), prensadas para piernas ("leg presses")
Ejercicio Monoarticulares	Entrenan un solo grupo muscular particular	Flexiones del codo, sentadillas ("situps"), extensiones de la rodilla.

**NOTA.** Adaptado de *Designing Resistance Training Programs* (2nd ed., p. 93), por S. J. Fleck, & W. J. Kraemer, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Derechos reservados 1997 por Steven J. Fleck and William J. Kraemer.

**Orden de los Ejercicios** (Refiérase a la Tabla 7)

Esta variable determina el nivel de intensidad de los ejercicios realizados. La secuencia de los ejercicios puede producir eventualmente adaptaciones crónicas (a largo plazo) específicas (e.g., tolerancia muscular local o hipertrofia) (Kraemer & Fleck, 1988). Además, el orden a seguir de los ejercicios puede determinar si el participante pueda o no finalizar la sesión de ejercicio prescrita. ¿cual es la secuencia de los ejercicios recomendada?. Una vez más, esto dependerá de las necesidades particulares del participante.

Por lo general, se sugiere comenzar ejercitando los grupos musculares más grandes y luego progresivamente utilizar los grupos musculares más pequeños (Kraemer & Fleck,

1988; Stone & O'Brayant, 1987, p. 143; Westcott, 1982, p. 63). Se cree que en este orden se recibe mayor estímulo (sobrecarga) a estos grupos musculares que se entrenan primero. Otros métodos pueden incluir:

- 1) Primero efectuar aquellos ejercicios más complejos (ejercicios estructurales o multiarticulares) (Pauletto, 1986):

En teoría, la práctica de este tipo de secuencia previene el advenimiento de fatiga prematura; consecuenmtemente, se prodrá emplear una mayor resistencia.

- 2) Acoplar en parejas los ejercicios que involucran empujar y halar.

- 3) Ejercitar (en parejas) los músculos agonistas y luego los antagonistas:

Si el programa incluye ejercicios con resistencias en circuito, el orden comunmente se inicia

con ejercicios para los brazos (e.g., prensada de pecho) y termina ejercitando las piernas

(e.g., prensada de piernas) (Kraemer & Fleck, 1988).

Se ha sugerido siempre descansar los músculos previo a un programa de entrenamiento que enfatice el desarrollo de la fortaleza explosiva. La secuencia de los ejercicio juega un papel importante cuando el entrenamiento abarca varios ejercicios durante la misma sesión de entrenamiento. En estas situaciones, se recomienda que mientras se entrena un grupo de músculos, otro grupo debe estar recuperandose (Pauletto, 1986). Esta secuencia se conoce como *grupos musculares alternados*. Mediande el empleo de este orden, aquellos grupos musculares que son entrenados y recuperados (descansados) de forma alternada, se podrán recuperar parcialmente de su primer ejercicio y estarán capacitados para manejar cargas relativamente más pesadas en la segunda secuencia de ejercicio. En teoría, esto le provee a los músculos una sobrecarga apropiada, de manera que se pueda producir ganancias notables en la fortaleza muscular (Westcott, 1982, p. 64). Cuando el participante busca mejorar sus cualidades de la fortaleza-tolerancia y desarrollar hipertrofia muscular, se recomienda entrenar la misma región muscular con una diversidad de ejercicios, empleando períodos de recuperación muy breves (Pauletto, 1986).

**Tabla 7**

**Alternativas para el Orden de Ejercicios en las Sesiones de Entrenamiento**

<b>ORDEN DE EJERCICIOS</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>TIPOS DE EJERCICIOS</b>
Primero grupos musculares grandes y luego los pequeños	Mayor estímulo (sobrecarga) a todos los músculos involucrados en un ejercicio	
Primero ejercicios estructurales	Se puede emplear más resistencia (se limita la fatiga)	
Primero grupos musculares pequeños y luego los grandes (método de pre-agotamiento)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aportación mínima a los próximos ejercicios, lo cual produce un mayor estímulo a los grupos musculares grandes</li> <li>• La fatiga puede estimular a la hipertrofia/fortaleza muscular</li> </ul>	Realizar flexión/extensión rodilla primero y luego encucilladas ("squats")
Primero músculos sinérgicos o estabilizadores y luego realizar el movimiento principal (método de pre-agotamiento)		Realizar tracciones laterales hacia abajo ("lateral pull-downs") o prensadas militares ("military presses") antes de la prensada del pecho ("bench press")
Primero músculo más importantes, según las metas (sistema de prioridad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se alcanzan primero las metas específicas</li> <li>• Reduce la fatiga excesiva al principio del programa</li> </ul>	Realizar primero ejercicios explosivos (e.g., pliométricos)
Primero ejercicios nuevos/practicados	Evita fatiga prematura en estos ejercicio	

**NOTA.** Adaptado de *Designing Resistance Training Programs* (2nd ed., pp. 92-93), por S. J. Fleck, & W. J. Kraemer, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Derechos reservados 1997 por Steven J. Fleck and William J. Kraemer.

**Intensidad del Ejercicio (Carga o Resistencia Empleada) (Refiérase a Tabla 8)**

Para los programa de entrenamientos dirigidos a desarrollar la fortaleza y/o tolerancia muscular, la intensidad del ejercicio se determina mediante la cantidad de masa a ser levantada. Esto se conoce como la carga o **resistencia** del ejercicio (Kraemer & Koziris, 1993). Esta es una variable muy importante para el programa de entrenamiento con

resistencias. Para cada tipo de ejercicio prescrito debe ser establecida la cantidad de resistencia a ser sobrellevada. Comúnmente la resistencia se determina utilizando concepto de la *repetición máxima* (RM). El RM representa aquella masa que solo permite una cierta cantidad dada de repeticiones (1, 2, 3, entre otras) para un ejercicio/grupo muscular particular, en el cual el individuo no pueda efectuar repeticiones adicionales (Fleck & Kraemer, 1988; Kraemer & Baechle, 1989; Kraemer & Koziris, 1993). Los programas de entrenamiento, generalmente, utilizan un RM específico (ejemplo 1-RM, 6-RM) para establecer la resistencia. Menos frecuentemente, se emplea un porcentaje del 1-RM o 6-RM (e.g., 50% ó 75% del 1-RM) como método para prescribir la resistencia. Este método para determinar la resistencia se utiliza muy poco debido a que requiere evaluaciones regulares (e.g., semanalmente) para poder reajustar la carga (Fleck & Kraemer, 1997, p. 98). No obstante, se recomienda emplear el por ciento del RM en aquellos atletas que participan en levantamientos Olímpicos. La cantidad de masa muscular (i.e., grupos musculares grandes versus pequeños) activada durante un programa empleando un por ciento dado del 1-RM, representa un factor determinante para el número de repeticiones que pueda efectuar el participante. Se ha encontrado que en aquellos ejercicios con resistencias que utilicen grupos musculares grandes (e.g., ejercicios estructurados multiarticulares - véase Tabla 5) requieren el uso de por cientos altos del 1-RM para poder manifestar aumentos en la fortaleza muscular (Fleck & Kraemer, 1997, p. 99).

Comúnmente se prescribe el RM en forma singular (e.g., 10-RM) o como una zona de entrenamiento (e.g., 5-RM a 8-RM). Una vez se mejora la aptitud muscular (fortaleza, potencia, o tolerancia muscular), progresivamente se va ajustando la carga (véase sección de entrenamiento con resistencias progresivo).

Se han encontrado aumentos en la fortaleza muscular cuando se diseña el programa de entrenamiento con una resistencia equivalente a 6-RM ó menos. Menos de 6-RM induce ganancias poco significativas en la fortaleza muscular. Por otro lado, aquellas intensidades en las cuales la carga corresponde a 20-RM o más resulta en un desarrollo de la tolerancia muscular (Fleck & Kraemer, 1997, p. 98). Aquellas cargas que sobrepasen 25-RM producen muy pocas ganancias en la fortaleza muscular (Atha, 1982). Se ha sugerido que las ganancias en la fortaleza muscular con cargas de altas repeticiones son el resultado de un aprendizaje motor, factores genéticos únicos del individuo, y un estado pobre de aptitud física al principio de programa. Una vez se alcancen estos niveles de ganancias en la fortaleza muscular, será necesario incrementar la intensidad, de manera que se produzcan aumentos adicionales en la fortaleza muscular (Fleck & Kraemer, 1997, p. 98)

En general, el participante desarrolla en forma óptima la fortaleza muscular mediante pocas repeticiones y una alta resistencia, mientras que la tolerancia muscular se desarrolla mejor si se ejercita con resistencias livianas y muchas repeticiones (Wilmore & Costill, 1994, p. 82).

Para el desarrollo de la potencia muscular, se ha sugerido que la carga/resistencia debe ser la misma que la utilizada para el programa de fortalecimiento muscular (Fleck & Kraemer, 1997, p. 101). No obstante esto puede ser debatible, puesto que se debe incorporar la variable de velocidad, la cual es fundamental para determinar potencia.

Una de las metas de los fisiculturistas es la *hipertrofia* (aumento en tamaño) de los músculos esqueléticos. Consecuentemente, la resistencia utilizada debe fluctuar entre 8-RM y 12-RM. Las series deben de ser como mínimo de 3 a 6 o más hasta un máximo de 10 a 15. Además, los intervalos de reposo deben de ser bastante cortos, no más de 90 segundos (Wilmore & Costill, 1994, p. 83).

**Tabla 8**

**Adaptaciones Musculares según sea la Resistencia Utilizada**

<b>CARGA/RESISTENCIA</b>	<b>EFECTOS/OBJETIVOS</b>
≤ 6-RM	Incrementos Máximos en Fortaleza/Potencia Muscular
> 20-RM	Aumentos Máximos en Tolerancia Muscular
6-12 RM	Hipertrofia Muscular
< 10 RM Periodizado	Aumenta Potencia Muscular

**NOTA.** Adaptado de *Designing Resistance Training Programs* (2nd ed., pp. 98-101), por S. J. Fleck, & W. J. Kraemer, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Derechos reservados 1997 por Steven J. Fleck and William J. Kraemer.

**Períodos de Reposo (Intervalo de Descanso) - Entre Series y Ejercicios**  
(Refiérase a Tabla 9)

Se refiere a la cantidad/duración de los períodos de reposo entre series y repeticiones de ejercicio; la pausa entre las series de un ejercicio que permite que los músculos se recuperen parcialmente antes de empezar la próxima serie (Pearl, 1993, p. 422). Esto representa un factor que afecta/determina el tipo de sistema energético que pueda desarrollar el participante (particularmente para el grado de dependencia de las fuentes energéticas glucolíticas y fosfagénicas) (Fleck & Kraemer, 1997, p. 95). Mucho depende de los objetivos del participante y del tipo de deporte que practica.

Si el tiempo de recuperación indicado entre series y ejercicio debe ser breve, el protocolo de entrenamiento con resistencias requiere progresar desde un período prolongado de reposo hasta un período corto (Fleck & Kraemer, 1997, p. 96). Se recomiendan períodos de reposo cortos (ejemplo de 10 a 60 segundos) en las siguientes situaciones:

- 1) Si la meta es desarrollar hipertrofia y definición muscular (e.g., para fisiculturistas):

Un alto volumen (series **X** repeticiones), con una intensidad moderada (e.g., 8-10 RM) y períodos cortos de reposo (menores de 1 minuto) proveen la configuración óptima para el desarrollo de hipertrofia muscular (Kraemer & Koziris, 1993).

- 2) Si el deporte que participa el atleta requiere tolerar altos niveles de ácido láctico (eventos anaeróbicos, e.g., lucha olímpica, carreras de velocidad [400 a 800 metros], baloncesto, entre otros):

Períodos cortos de reposo con resistencias moderadamente altas (e.g., 10-RM) resultan en altos niveles de ácido láctico sanguíneo. Obviamente, esto ayudará a desarrollar el sistema anaeróbico glucolítico. Por lo tanto, esto fomenta el proceso adaptativo de tolerar altas condiciones de acidosis metabólica. No obstante, esto no necesariamente asegura un mejoramiento en la ejecutoria deportiva de dichos deportes. Más aún, se debe evitar implementar este regimen en aquellos atletas que requieren desarrollar ciertas destrezas motoras de su deporte luego de las sesiones de entrenamiento con resistencias. Esto se debe a las alteraciones homeostáticas perjudicantes psicológicas y metabólicas (e.g., agotamiento físico, distrés, entre otras) que resultan de tales períodos cortos de reposo (Fleck & Kraemer, 1997, p. 97). En síntesis, los problemas que ocasionan los períodos cortos (10-60 segundos) de recuperación son, a saber: aumento en el lactato, ansiedad psicológica y fatiga (Fleck & Kraemer, 1997, p. 97).

Se recomiendan períodos de reposo mayores de 2 minutos en aquellos programas dirigidos al desarrollo de fortaleza y potencia muscular. Esto permite más tiempo de recuperación y mejora la habilidad para levantar cargas más pesadas con cada serie del ejercicio (Kraemer & Koziris, 1993).

### **Períodos de Reposo entre Sesiones de Entrenamiento** (Refiérase a Tabla 9)

Como hemos recalado repetidas veces, esta variable dependerá de los objetivos/metas y necesidades particulares del participante. Para principiantes, se ha encontrado que tres (3) sesiones de entrenamiento a la semana, alternados con (1) día de reposo es suficiente para lograr recuperaciones adecuadas entre las sesiones de entrenamiento (Atha, 1982). Conforme progresa el participante durante su programa de entrenamiento con resistencias, se puede aumentar el número de días a la semana en que se ejercita el individuo. Entrenar cuatro días seguidos puede ser de mayor beneficio que entrenar tres días de forma alternada (Hunter, 1985). Comúnmente los atletas de alto rendimiento necesitan entrenar cinco (5) días consecutivos, de manera que se obtengan ganancias en la fortaleza muscular a corto plazo. Además, es posible que levantadores de pesas Olímpicos necesiten entrenar de 5 a 7 días consecutivos para poder alcanzar aumentos en el tamaño de los músculos esqueléticos y mayor fortaleza muscular (Fleck & Kramer, 1997, p. 97).

**Tabla 9**

**Períodos Cortos de Reposo entre Series y Ejercicios: 10 - 60 Segundos**

<b>PERÍODOS DE REPOSO</b>	<b>INDICACIONES/OBJETIVOS</b>	<b>EFFECTOS</b>
Cargas Moderadamente Altas y Alto Volumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fisiculturistas</i> (Hipertrofia, Definición Muscular)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta Lactato</li> </ul>
Cargas Moderadamente Altas (40 - 60% 1-RM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deportes anaeróbicos</li> <li>• Entrenamiento con resistencias en circuito (40 - 60% 1-RM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta Lactato</li> </ul>

**NOTA.** Adaptado de *Designing Resistance Training Programs* (2nd ed., pp. 96-97), por S. J. Fleck, & W. J. Kraemer, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Derechos reservados 1997 por Steven J. Fleck and William J. Kraemer.

Debido ha este regimen riguroso (días consecutivos de entrenamiento), se recomienda variar los grupos musculares entrenados y las resistencias empeadas. Además, se deben utilizar *rutinas de ejercicios divididas*, o *programa dividido* para la misma región anatómica (véase Tabla 25). Si estas frecuencias de entrenamiento resultan en molestias musculares y/o pobre rendimiento deportivo, será necesario re-evaluar y re-ajustar los períodos de reposo entre sesiones de entrenamiento (Fleck & Kramer, 1997, p. 97). Estos problemas se pueden evitar si el entrenamiento con resistencia se periodiza, lo cual será discutido más adelante.

**Número de Series** (Refiérase a Tabla 11)

Para obtener ganancias óptimas en la fortaleza muscular, se recomiendan 3 a 6 series por sesiones de ejercicio (Fleck & Kraemer, 1997, p. 93; Kraemer & Fleck, 1988). Para principiantes (primeras dos semanas de entrenamiento), se sugiere que utilicen un programa de una sola serie (Kraemer & Fleck, 1988). Es posible que si se utiliza el método multi-serie (3-6) se estimula mejor el desarrollo de la fortaleza y tolerancia muscular (Atha, 1981).

**Tabla 10****Comparacion entre Sesiones de Entrenamiento**

<b>FRECUENCIA Y PERÍODOS DE REPOSO</b>	<b>POBLACIÓN/INDICACIONES</b>	<b>EFFECTOS/OBJETIVOS</b>
3 días, reposar días alternos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principiantes</li> <li>• No entrenados</li> <li>• Atletas en general</li> </ul>	Aumenta fortaleza muscular
4 días corridos	Participantes entrenados	Aumenta fortaleza muscular
5 días corridos	Atletas elites	Aumenta fortaleza muscular a corto plazo
5-7 días corridos	Levantadores de pesas Olímpicas	Hipetrofia/aumenta fortaleza muscular

**NOTA.** Adaptado de *Designing Resistance Training Programs* (2nd ed., pp. 97-98), por S. J. Fleck, & W. J. Kraemer, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Derechos reservados 1997 por Steven J. Fleck and William J. Kraemer.

**Tabla 11****Número de Series Recomendados para cada Sesión de Ejercicio con Resistencias**

<b>NÚMERO DE SERIES</b>	<b>INDICACIONES</b>	<b>VENTAJAS</b>
1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para principiantes (primeras 6-12 sesiones) y sedentarios</li> <li>• Programa de mantenimiento</li> <li>Entrenamiento en circuitos</li> <li>• Programas cortos de entrenamiento</li> </ul>	Ganancias rápidas en fortaleza/tolerancia muscular
3-6 (Multi-series)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa general de entrenamiento</li> <li>• Atletas/entrenados</li> <li>• Luego de 6-12 sesiones (aproximadamente 2 semanas)</li> </ul>	Ganancias óptimas en fortaleza/tolerancia muscular

**NOTA.** Adaptado de: *Designing Resistance Training Programs* (2nd ed., pp. 93-94), por S. J. Fleck, & W. J. Kraemer, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Derechos reservados 1997 por Steven J. Fleck and William J. Kraemer.

## **MANIPULACIONES CRÓNICAS (A LARGO PLAZO) DE LAS VARIABLES QUE COMPONEN/INTEGRAN EL PROGRAMA DE EJERCICIOS CON RESISTENCIAS**

Un aspecto importante del programa de ejercicio con resistencias es la habilidad para poder manejar y cambiar efectivamente las variables agudas (establecidas para las sesiones de ejercicio) conforme progresa el entrenamiento (Kraemer & Baechle, 1989, Kraemer & Koziris, 1993). El grado de eficacia para las variaciones crónicas de estas variables determinan en gran medida la magnitud en las ganancias para la fortaleza y potencia muscular. Además, una eficaz manipulación de las variables de ejercicio podrá ayudar a evitar la monotonía, de manera que los participantes se mantengan motivados y no abandonen el programa (Kraemer & Fleck, 1988; Kraemer & Koziris, 1993).

**Tabla 12**

### **Metas/Objetivos y Ventajas del Programa de Entrenamiento Periodizado**

<b>META/OBJETIVO</b>	<b>JUSTIFICACIÓN/VENTAJA/BENEFICIO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variar el Programa de Entrenamiento (El Estímulo del Ejercicio)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evita la monotonía, sobreentrenamiento, estancamiento, deterioro (e.g., reducción en la fortaleza muscular)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcanzar un Nivel óptimo de condición física y de ejecutoria para la(s) competencia principal(es) del atleta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la ejecutoria deportiva</li> <li>• Proceso de adaptación más rápido</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gradualmente reducir el volumen de entrenamiento mientras se aumenta la intensidad. Esto permite el descanso o recuperación adecuado.</li> </ul>	

**Tabla 13**

**Características del Entrenamiento Periodizado**

- Varía volumen e intensidad del ejercicio
- Estímulos (sobrecargas) cambian frecuentemente
- Rápida adaptabilidad (respuesta efectiva al estímulo)

**El Concepto de Periodización**

La *periodización* se refiere a cambios o variaciones en el programa de entrenamiento con resistencias que se implementan a lo largo del curso de un período específico de tiempo (e.g., un año). Uno de los objetivos de la periodización (véase Tabla 10) es variar el estímulo del ejercicio (i.e, manipular las variables agudas de intensidad, volumen, frecuencia, series, y períodos de reposo), de manera que no resulte en sobreentrenamiento o estancamiento, y se alcance un nivel de ejecutoria óptimo durante la fase competitiva del atleta (Bompa, 1990; McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 428; Wathan, 1994; Wilmore & Costill, 1994, p. 83). La meta de la periodización según se acerca la fase competitiva es la de gradualmente reducir el volumen de entrenamiento mientras se aumenta la intensidad (Fleck & Kraemer, 1997, pp. 102-104; Wathen, 1994). En otra palabras, la periodización es un proceso de fragmentación cíclica del entrenamiento deportivo el cual involucra una relación inversa entre el volumen de entrenamiento y su intensidad a través de la fase competitiva, para luego disminuir ambas variables durante el período de recuperación.

El principio de *periodización* fue concebido originalmente por Matveyev (1981). Este científico ruso planteó la idea de subdividir en unidades cíclicas (períodos específicos de entrenamiento con resistencias) el programa de entrenamiento. Estas unidades se definen como macrociclos (12-15 meses), mesociclos (3-6 semanas) y microciclos (1 semana). Según Matveyev (1981, pp. 32-58), el plan anual de entrenamiento se divide en tres fases o períodos principales, a saber: 1) período preparatorio, 2) período competitivo y 3) período transitorio. Cada período o fase de entrenamiento se compone de mesociclos y microciclos. La *fase preparatoria* enfatiza el desarrollo general de la aptitud física (alto volumen y baja intensidad). La meta fundamental que se desea alcanzar durante la *fase competitiva* (bajo volumen y alta intensidad) es lograr un óptimo nivel de ejecutoria deportiva durante las competencias principales. La *fase transitoria* provee períodos de reposo activo, de manera que se disponga para un proceso de recuperación/restauración y se evite el sobreentrenamiento. Se han conceptualizado modificaciones al trabajo original de Mateyev (1991) (Bompa, 1990, Fleck & Kraemer, 1997; McArdle, Katch, & Katch, 1996, pp. 428-429)

Bomba (1990) subdivide el termino *periodización* en dos componentes conceptuales. En primera instancia, para Bomba (1990) esta se describe como la "periodización del plan anual, o su división en fases de entrenamiento con el fin de poder organizar el programa en segmentos más pequeños y manejables, con la meta principal de lograr un nivel óptimo de

rendimiento en la(s) competencia(s) principal(es) del año". Como segundo término, se encuentra la "periodización de las principales destrezas motoras (fortaleza, velocidad y tolerancia), la cual se refiere a la "secuencia metódica utilizado para desarrollar lo mismo". La Tabla 12 muestra un ejemplo del proceso de periodización a seguir para el desarrollo de la fortaleza muscular según describe Bomba (1990). Las variables agudas que componen un programa de entrenamiento con resistencias pueden ser periodizadas (ser variadas/cambiadas) durante un microciclo, con el fin de alcanzar un nivel de desarrollo óptimo en la fortaleza, potencia y/o tolerancia muscular (Kraemer & Baechle, 1989; Kraemer & Fleck, 1988; Kraemer & Koziris, 1993). Por lo tanto, la periodización consiste en cambiar/variarse la intensidad (resistencia o carga) y el volumen a través del programa.

**Tabla 14**

**El Proceso de Periodización para el Desarrollo de la Fortaleza Muscular**

Fase de Entrenamiento	Preparatorio		Competitiva		Transitoria
Tipo de Entrenamiento	General	Específica	Juegos de Exhibición	Juegos de Liga	General
	Adaptación Anatómica	Fortaleza Máxima	Conversión de Potencia y Tolerancia Muscular	Mantenimiento de la Potencia y/o Tolerancia Muscular	Rehabilitación

**NOTA:** Adaptado de: "Periodization of strength: The most effective methodology of strength," por T. O. Bomba, 1990. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 12(5), p. 50.

Segun Fleck & Kraemer (1997, p. 103), la periodización se fundamenta de cuatro fases para cada ciclo de entrenamiento (refiérase a Tablas 13 y 14). La primera fase se caracteriza por un alto volumen (repeticiones y series) y baja intensidad. Para las restantes fases, progresivamente se reduce el volumen y aumenta la intensidad. Por lo general, al finalizar la cuarta fase se comienza una fase de recuperación activa, en la cual se pueden llevar a cabo ejercicios con resistencias livianas u otra actividad no relacionada directamente con el deporte en que compite el atleta. Esta ultima fase es muy importante, puesto que permite al atleta recuperarse tanto física como mentalmente del ciclo de entrenamiento. Al finalizar esta fase de recuperación, se repite todo el ciclo de periodización.

**Tabla 15**

**Fases del Programa Periodizado de Ejercicios Con Resistencias**

<b>FASES DEL CICLO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>OBJETIVO/DESCRIPCIÓN</b>
<b>Fase I: Hipertrofia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta Volumen</li> <li>• Disminuye Intensidad</li> <li>• 3-4/semanas</li> <li>• Total: 6 semanas</li> </ul>	Se enfatiza la <i>hipertrofia muscular</i> (aumento en el tamaño del músculo esquelético)
<b>Fase II: Fortaleza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye Volumen</li> <li>• Aumenta Intensidad</li> <li>• 3-5/semanas</li> <li>• Total: 6 semanas</li> </ul>	El objetivo principal es desarrollar la <i>fortalezamuscular</i> del atleta
<b>Fase III: Potencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye Volumen</li> <li>• Aumenta Intensidad</li> <li>• 4-6/semanas</li> <li>• Total: 6 semanas</li> </ul>	En esta fase se busca mejorar la <i>potencia muscular</i>
<b>Fase IV: Pico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye Volumen</li> <li>• Aumenta Doble Intensidad</li> <li>• 1-6/semanas</li> <li>• Total: 6 semanas</li> </ul>	Fase importante donde el deportista debe de alcanzar un nivel de <i>fortaleza óptima</i>
<b>Fase V: Recuperación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye Volumen</li> <li>• Disminuye Doble Intensidad</li> <li>• Total: 6 semanas</li> </ul>	Recuperación activa

**NOTA.** Adaptado de: *Designing Resistance Training Programs* (2nd ed., p. 103), por S. J. Fleck, & W. J. Kraemer, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Derechos reservados 1997 por Steven J. Fleck and William J. Kraemer.

La duración de los ciclos en el entrenamiento con resistencias periodizados pueden variar desde un ciclo por año hasta dos o tres anualmente. La Tabla 13 ilustra un ejemplo de un programa de periodización para deportes que requieren fortaleza y potencia muscular. Para cada fase del ciclo de periodización se enfatizan ciertos componentes particulares de la aptitud muscular

Otros autores (McArdle, Katch, & Katch, 1996, pp. 428-429) han fraccionado el entrenamiento en cuatro fases particulares (véase Tabla 15), a saber fase preparatoria, primera fase de transición, fase competitiva, y segunda fase de transición (período de recuperación). Estas fases del entrenamiento periodizado se repiten para la próxima competencia deportiva.

**Tabla 16**

**Ciclo de Entrenamiento Periodizado para el  
Desarrollo de la Fortaleza y Potencia Muscular**

Mesociclos	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
Variable Aguda	Hipertrofia	Fortaleza	Potencia	Pico	Recuperación (Descanso Activo)
Series	3 - 5	3 - 5	3 - 5	1 - 3	Actividad Física Liviana
Repeticiones	8 - 20	2 - 6	2 - 3	1 - 3	Resistencias Livianas
Intensidad	Baja	Alta	Alta	Muy Alta	
Duración	6 Semanas	6 Semanas	6 Semanas	6 Semanas	2 Semanas

**NOTA.** Adaptado de *Designing Resistance Training Programs* (2nd ed., p. 103), por S. J. Fleck, & W. J. Kraemer, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Derechos reservados 1997 por Steven J. Fleck and William J. Kraemer.

Como habíamos mencionado previamente, se ha sugerido que la periodización de un programa con resistencias (dirigido a mejorar la fortaleza y potencia muscular) comience con un alto volumen y una baja intensidad (Fleck & Kraemer, 1997, pp. 103-104; Kraemer & Koziris, 1993). Según dicta el principio de progresión, durante el curso cíclico del período de entrenamiento, se procederá a incrementar la intensidad y disminuir el volumen. El propósito de este ajuste es proveer mayor desarrollo de fortaleza y potencia y a la vez prevenir el sobre-entrenamiento (Kraemer & Koziris, 1993). Esta forma de periodizar puede variar según la calidad/nivel de entrenamiento del deportista. Por ejemplo, para atletas de mayor rendimiento, se recomienda iniciar el programa con un alto volumen e intensidad, y progresar con un aumento en la intensidad y una reducción moderada del volumen (Kraemer & Koziris, 1993). La variación/periodización de las variables agudas del entrenamiento con resistencias puede llevarse a cabo de diversas maneras. Por ejemplo, algunos prefieren alternar por día diferentes cargas/resistencias (repeticiones máximas) a lo largo de su período de entrenamiento. En este tipo de periodización, se efectúan sesiones de ejercicio empleando altas cargas/resistencias (3 a 5 RM), moderadas (8 a 10 RM) y livianas (12 a 15 RM) para un ejercicio específico en días alternos (Kraemer & Koziris, 1993). Por el otro lado, se han empleado series con cargas livianas, moderadas y pesadas durante dos a tres semanas para cada una (Kraemer & Koziris, 1993). Otras variables agudas merecen ser consideradas para integrarse en el proceso de periodización. Por ejemplo, estamos hablando de los períodos de reposo entre series. La *frecuencia* de las sesiones de ejercicio también debe ser periodizada a través de los ciclos de entrenamiento.

**Tabla 17**

## Ciclos de Periodización para Programas de Entrenamiento con Resistencias

Características	Fase Preparatoria	Primera Fase de Transición	Fase Competitiva	Segunda Fase de Transición (Período de Recuperación)
Enfasis/Enfoque	Desarrollo específico de la fortaleza muscular	Desarrollo específico de la fortaleza muscular	Desarrollo específico de la fortaleza muscular	Práctica de otras actividades no relacionadas al deporte en que se compete
Volumen	<b>ALTO:</b> 3-5 series de 8-12 reps	<b>MODERADO:</b> 3-5 series de 5-6 reps	<b>BAJO:</b> 3-5 series de 2-4 reps	<b>BAJO</b>
Intensidad	<b>BAJO:</b> 50-80% de 1-RM	<b>MODERADA:</b> 80-90% de 1-RM	<b>ALTO:</b> 90-95% de 1-RM	<b>BAJO</b>
Otras Características	Ejercicios de flexibilidad, Entrenamiento aeróbico y anaeróbico	Ejercicios de Flexibilidad, Entrenamiento aeróbico en intervalos	Períodos cortos de entrenamiento a intervalos que enfatiza ejercicios específicos del deporte. Durante esta fase el participante alcanza su nivel máximo de condición física	Actividades recreativas, incluyendo otros tipos de ejercicios de baja intensidad

**Nota.** Adaptado de *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance* (4th ed.) (pp. 428-429), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. L. Katch, 1996, Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins. Derechos reservados 1996 por Williams & Wilkins.

En términos generales, la periodización es específica al deporte, i. e., se aplica el principio de especificidad a la estructura del entrenamiento atlético basado en los requisitos particulares de fortaleza, tolerancia y potencia muscular del deporte. El entrenamiento de la técnica juega un papel importante en el entrenamiento estructurado. Comúnmente, según se acerca la fase competitiva, aumenta la cantidad de tiempo que se le dedica a la técnica. Lo contrario ocurre con el volumen (dismuye progresivamente conforme se acerca el período de competencia).

## RESUMEN

Las Tablas 16, 17, 18, y 19 presentan las características (variables agudas) que se recomiendan para un programa de entrenamiento con resistencias que persigue objetivos de entrenamiento específicos para el desarrollo de un músculo o grupo muscular (Kraemer & Koziris, 1993).

**Tabla 18**

### **Características del Programa de Entrenamiento con Resistencias para el Desarrollo de la Fortaleza Utilizando el Concepto del 1-RM**

<b>VARIABLES</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
Tipo de Ejercicio	Enfatizar en patrones de movimiento y tipos de acciones musculares específicos
Orden de los Ejercicios	Para cada sesión de entrenamiento, efectuar primero los ejercicios ha ser enfatizados y luego los ejercicios asistivos
Intensidad	Resistencias de alta intensidad (típicamente < 10 RM)
Periodización de la Intensidad	1-5 RM (pesado); 6-10 RM (moderado); > 10 RM (liviado)
Períodos de Reposo	Moderadamente prolongado (> 2 min)
Series	Para los ejercicios asistivos: 1-3

*NOTA:* Adaptado de: "Muscle Strength Training: Techniques and Consideraciones," por W. J. Kraemer, & L. P. Koziris, 1993, *Physical Therapy Practice*, 2, pp. 54-58.

**Tabla 19**

**Características del Programa de Entrenamiento con Resistencias para el Desarrollo de Potencia Utilizando el Concepto del 1-RM**

<b>VARIABLES</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
Tipo de Ejercicio	Enfatizar en patrones de movimiento específicos para desarrollar potencia, los cuales deben estar relacionados con movimientos estructurales multiarticulares (ejercicios de tipo Olímpico, tales como enviones ["power cleans"], tracciones de colgar ["hang pulls"], entre otros).
Orden de los Ejercicios	Para cada sesión de entrenamiento, efectuar primero los ejercicios a ser enfatizados y luego los ejercicios asistivos
Intensidad	Resistencias de alta intensidad (típicamente < 10-RM)
Periodización de la Intensidad	1-5 RM (pesado); 6-10 RM (moderado); >10 RM (liviado); es raro que sean más de 5 repeticiones en una serie, ya sea que se utilice una carga/resistencia fuerte, moderada o liviana. La carga utilizada para el desarrollo de potencia es menor en comparación para aquella utilizada en el desarrollo de la fortaleza. Consecuentemente, para una serie específica, el número de repeticiones efectuadas será levemente menor que el número en la carga del RM
Períodos de Reposo	Moderadamente prolongado (> 2 min)
Series	Para los ejercicios asistivos: 1-3

**NOTA:** Adaptado de: "Muscle Strength Training: Techniques and Consideraciones," por W. J. Kraemer, & L. P. Koziris, 1993, *Physical Therapy Practice*, 2, pp. 54-58.

**Tabla 20**

**Características del Programa de Entrenamiento con Resistencias para el Desarrollo de Hipertrofia Utilizando el Concepto del 1-RM**

<b>VARIABLES</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
Tipo de Ejercicio	La mayor variedad posible de ejercicios o patrones de movimientos, incluir una cantidad considerable de ejercicios aislados, junto con el uso de acciones concéntricas y excéntricas
Orden de los Ejercicios	Gran variedad en el orden de ejercicios, efectuar primero los ejercicios a ser enfatizados para cada sesión de ejercicio
Intensidad	Intensidades moderadamente altas (6-12 RM), aún un alto número de repeticiones resultan cuando se reduce la intensidad al final de la serie, lo cual permite completar repeticiones adicionales
Períodos de Reposo	Períodos de reposo cortos (< 1.5 min)
Series	Alto número total de series por músculo ejercitado (> 5)

*NOTA:* Adaptado de: "Muscle Strength Training: Techniques and Consideraciones," por W. J. Kraemer, & L. P. Koziris, 1993, *Physical Therapy Practice*, 2, pp. 54-58.

**Tabla 21**

**Características del Programa de Entrenamiento con Resistencias para el Desarrollo de la Tolerancia Muscular Utilizando el Concepto del del 1-RM**

<b>VARIABLES</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
Tipo de Ejercicio	Enfatizar en patrones de movimiento y tipos de acciones musculares específicos
Orden de los Ejercicios	Para cada sesión de entrenamiento, efectuar primero los ejercicios a ser enfatizados
Intensidad	Intensidades moderadamenmte bajas (> 12-RM)
Períodos de Reposo	Moderadamente prolongado (> 2 min)
Serie	Número moderado de series (3-6)

*NOTA:* Adaptado de: "Muscle Strength Training: Techniques and Consideraciones," por W. J. Kraemer, & L. P. Koziris, 1993, *Physical Therapy Practice*, 2, pp. 54-58.

---

## FORMAS/TIPOS DE ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS

Las diferentes variantes en los programas de entrenamiento con resistencias están relacionados principalmente con los tipos de acciones musculares (véase Tabla 2). Esto significa que un programa se puede diseñar a base de las acciones musculares dinámicas (concéntricas, excéntricas) estáticas/isométricas, e isocinéticas. Las acciones dinámicas abarcan las pesas libres, resistencias constantes y variables, acciones isocinéticas, y pliometría (Wilmore & Costill, 1994, p. 80). La pregunta sobre la cual el participante debe reflexionar es: ¿Cuál representa el mejor método de entrenamiento con resistencias?, ó ¿que combinaciones de estos tipos de ejercicios proveen aumentos óptimos en la fortaleza muscular?. Como siempre hemos enfatizado, no existe una sola contestación legítima para estas interrogantes. La realidad es que el método o métodos a emplearse dependerá del análisis de necesidades del participante potencial discutido a principios de este trabajo. No obstante, se deben evaluar las ventajas y desventajas de cada forma de entrenamiento (véase Tabla 20) para poder tomar una decisión final.

Los estudios científicos han evidenciado aumentos significativos en la fortaleza muscular cuando los individuos se someten a *contracciones máximas voluntarias* (Fleck & Schutt, 1985). En una contracción muscular máxima voluntaria, el participante no podrá levantar una resistencia adicional, i.e., representa la última repetición antes de que el peso no pueda ser levantado a una velocidad y forma específica. La realidad es que esta tensión máxima ocurre en el punto más débil de la *curva de fuerza* (Fleck & Schutt, 1985; Kulig, Andrews & Hay, 1984). Esto puede ocurrir en cualquier momento durante las sesiones del entrenamiento con resistencias. Dado los beneficios que proveen estas contracciones máximas, se debe evaluar si el tipo de acción muscular o método de entrenamiento a ser seleccionado nos permite ejecutar contracciones musculares máximas de naturaleza voluntaria.

Al evaluar la modalidad de entrenamiento con resistencias, se debe también considerar si eventualmente nos permite mejorar la ejecutoria motora y deportiva (Fleck & Schutt, 1985). Para poder determinar si el método de entrenamiento posee esta cualidad, se requieren realizar una batería de pruebas motoras, tales como los saltos vertical y de longitud, lanzamiento de una bola para determinar distancia, carrera de 50 yardas, entre otras.

Otro factor a considerar consiste en determinar si el tipo de contracción muscular a ser utilizado en el entrenamiento con resistencias desarrolla los grupos musculares a niveles máximos a través de todo el recorrido angular de la articulación y a todas las velocidades del movimiento (Fleck & Kraemer, 1997, p. 13; Fleck & Schutt, 1985). Una vez más, esta cualidad es de vital importancia para aquellos deportes que demandan contracciones musculares efectuadas a través de todo el arco de movimiento.

Por último, se deben analizar los equipos e instrumentos (con sus costos) requeridos por el tipo/modalidad de entrenamiento con resistencias (Fleck & Schutt, 1985).

**Tabla 22**

**Preguntas Básicas Necesarias para la Evaluación de la Modalidad de Entrenamiento (Tipo de Acción Muscular) ha ser Seleccionado**

1. ¿El tipo de entrenamiento para el desarrollo de la fortaleza muscular permite ejecutar contracciones musculares máximas voluntarias?
2. A largo plazo, ¿la modalidad de entrenamiento dispone para mejoras en la ejecutoria motora/deportiva?
3. ¿Este método puede eventualmente desarrollar la fortaleza muscular a través de todo el arco de movimiento en una articulación?
4. ¿Se producen ganancias en la fortaleza muscular por toda la gama de velocidades que permite el movimiento articular?
5. ¿Cual es el equipo que requiere este tipo de entrenamiento para fortalecimiento muscular?
  - a. ¿Cual es el costo de este equipo?
  - b. ¿Cuanto espacio físico requiere?
  - c. ¿Se puede adaptar a cualquier dimensión Física (tamaño) del cuerpo?
  - d. ¿Que medidas de seguridad provee?
  - e. ¿Cual es su nivel de complejidad?, ¿requiere un período de adiestramiento técnico?
  - f. ¿Es versatil?, ¿se pueden adaptar ejercicios que simulen el movimiento deportivo?
  - g. ¿Cuan fácil es cambiar las cargas/resistencias del equipo?
6. ¿Que aplicaciones clínicas dispone esta modalidad de entrenamiento?
7. ¿Cuales son sus contraindicaciones?

**Nota.** Adaptado de: "Types of strength training," por S. J. Fleck, & R. C. Schutt, 1985, *Clinics in Sports Medicine: Gymnastics* Vol. 4, No. 1, p. 159. Derechos reservados 1985 por W. B. Saunders Company.

## Ejercicio Isotónicos

Representa la técnica de entrenamiento con resistencias progresiva más comúnmente empleada por la población general y los atletas. Además, se utiliza como método terapéutico (e.g., rehabilitación/tratamiento de lesiones). Los ejercicios isotónicos fueron uno de los primeros sistemas de entrenamiento con resistencias a utilizarse en escenarios clínicos. Estos surgen después de la segunda guerra mundial y se conocieron como programas de *entrenamiento con resistencias progresivos* (Atha, 1981; Clark, 1973). Estas acciones musculares se llevan a cabo contra una resistencia a través del arco de movimiento. Como habíamos mencionado previamente, literalmente, las contracciones (o acciones) isotónicas se definen como "*tensión constante*" (iso = constante, tónico = tensión). Este concepto no representa realmente lo que ocurre a nivel muscular, puesto que comúnmente durante estos tipos de ejercicios (e.g., levantamiento de pesas) la tensión muscular no será la misma durante el movimiento de la coyuntura. La ejecución correcta de los ejercicios isotónicos mediante el uso de pesas libres y de algunos tipos de máquinas de entrenamiento con pesas fijas no resulta en una tensión constante ejercida por los músculos esqueléticos (Fleck & Schutt, 1985). Más aún, la velocidad de contracción no es fija. En los ejercicios isotónicos, la aplicación de la fuerza muscular resulta en movimiento articular. Consecuentemente, a estos tipos de ejercicios se le conoce también como *acciones dinámicas*. Los movimientos isotónicos se subdividen en fases *concéntricas* y *eccéntricas*. Las acciones concéntricas o positivas (*trabajo positivo*, i.e., en contra de las fuerzas gravitacionales) consisten de un acortamiento del músculo, como ocurre durante la flexión de codo ("biceps curl"). Por otro lado, las contracciones eccéntricas o negativas (*trabajo negativo*, i.e., en contra de la fuerza de gravedad) se caracterizan por un alargamiento de los músculos esqueléticos involucrados, como ocurre durante la extensión del codo.

Los métodos de cargas isotónicas se clasifican como *ejercicios dinámicos con resistencias constantes* y *ejercicios dinámicos con resistencias variables*. Los movimientos que emplean resistencias constantes abarcan el levantamiento de pesas libres y ejercicios que se llevan a cabo en máquinas (estaciones compuestas de cables y poleas) que emplean resistencias fijas, ejercicios eccéntricos, pliométricos, velocidad (cargas rápidas), entrenamiento isocinético, ejercicios de cadenas cerradas, facilitación neuromuscular propioceptiva, y uso de tubos elásticos (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 386; DiNubile, 1991; Ducan, 1994; Hamill, 1995, p. 97).

Durante el entrenamiento con resistencias constantes, la carga o resistencia **no** cambia a través del arco de movimiento. Por consiguiente, estos tipos de ejercicios no desarrollan una tensión muscular uniforme durante el recorrido articular, de manera que se habrán de encontrar *puntos débiles* a lo largo de la *curva de fuerza* (DiNubile, 1991).

Los ejercicios isotónicos representan una forma efectiva para desarrollar la fortaleza muscular, de suerte que todo programa de entrenamiento con resistencias debe considerar su uso. Todos los programas isotónicos deben de aplicar contracciones musculares máximas voluntarias, así como el entrenamiento hasta un punto temporero de fallo muscular para los grupos musculares activos (DiNubile, 1991). Además, un diseño eficiente isotónico permite el uso de ambas acciones musculares (fases concéntricas y eccéntricas).

¿Cuál es la combinación ideal de cargas, repeticiones, y series utilizando los programas isotónicos que provean las mejores ganancias en la fortaleza muscular?. No existe una contestación definitiva para esta pregunta. Como hemos continuamente mencionado a lo largo de este trabajo, esto dependerá de las necesidades y objetivos

particulares del participante. Por ejemplo, en un atleta competitivo buscando mejorar su fortaleza muscular en un período corto de tiempo, necesitará emplear altas resistencias, pocas repeticiones y dos o más series de ejercicios. Por otro lado, la población general y especial (e.g., envejecientes), y aquellos en los escenarios clínicos (e.g., rehabilitación de lesiones), el uso de bajas intensidades, altas repeticiones con una sola serie pueden también proveer ganancias en la fortaleza (y tolerancia) muscular, aunque no en la magnitud observada en los atletas.

**Ventajas del programa.** (1) emplea las acciones concéntricas y excéntricas, las cuales representan los componentes naturales de los ejercicios dinámicos; (2) el atleta puede percibir que se encuentra trabajando, esto le sirve de motivación (satisfacción psicológica); (3) se puede cuantificar y observar fácilmente el progreso (vía aumento progresivo de las cargas) del participante, lo que facilita un entrenamiento más individualizado (provee refuerzo positivo para la motivación); (4) con el uso de pesas libres, se activan músculos accesorios por el hecho de tener que mantener una postura y balance; (5) son relativamente poco costosos (particularmente las pesas libres); (6) permite entrenar diversas articulaciones a la misma vez (ejercicios multiarticulares); (7) se ejecutan con relativa facilidad al emplear ejercicios de cadenas cinéticas cerradas (el cuerpo soporta el peso en el suelo); (8) el uso de máquinas de resistencias son generalmente seguras, y se requiere poco tiempo para cambiar los pesos, de manera que las sesiones de entrenamiento son más cortas (Fisher & Jensen, 1990, p. 145; Kearney, 1980; Perrin, 1993, p. 9; Powers & Howley, 1994, p. 466).

**Desventajas del programa.** Las desventajas provienen básicamente del alto costo con que cuentan las máquinas de entrenamiento con resistencias. Otra desventaja se relaciona con la seguridad de este sistema de entrenamiento. Nos referimos particularmente al uso de pesas libres. En esta modalidad, es imperante poseer una buena técnica y emplear ayudantes en ciertos ejercicios (e.g., prensada de pecho). Si se utilizan máquinas de pesas comercialmente disponibles, no será posible llevar a cabo ejercicios/destrezas especializadas a los deportes (Fisher & Jensen, 1990, p. 145; Powers & Howley, 1994, p. 466).

## **Ejercicios Dinámicos con Resistencias Constantes**

Se ha comprobado que estos programas resultan en ganancias de la fortaleza muscular (Atha, 1981; Clark, 1973; DiNubile, 1991). Sin embargo, la magnitud de estos aumentos son diferentes entre los diversos estudios. Posiblemente, esta variabilidad en las ganancias de fortaleza muscular sea ocasionado por las diferencias en el estado inicial de aptitud física de los sujetos (e.g., entrenado versus no entrenado), nivel de familiarización con las pruebas de ejercicio que evalúan la fortaleza muscular, y el diseño y duración de los programas de entrenamiento con resistencias constantes (Fleck & Kraemer, 1997, p. 26).

Para la población general aparentemente saludable, los programas de entrenamiento con resistencias constantes pueden proveer adaptaciones adecuadas a nivel neuromuscular (i.e., aumentos en la fortaleza muscular) si se realizan utilizando por los menos una (1) serie que incluya como mínimo un ejercicio para cada grupo muscular (véase Tabla 21) (ACSM, 1990; Berger, 1962; Graves, Pollock, Leggett, Bralath, Carpenter, & Bishop, 1988). Para algunos atletas competitivos, el uso de una (1) serie puede ser de beneficio a corto plazo. No obstante, a largo plazo, el uso de series múltiples resultan en mayores aumentos de la fortaleza muscular (Fleck & Kraemer, 1997, p. 19). Más aún, se han observado aumentos

notables en la fortaleza muscular cuando un diseño de entrenamiento con resistencias constantes no periodizado emplea cargas entre 2-RM y 10-RM, y de dos (2) a cinco (5) series de ejercicios (Fleck & Kraemer, 1997, p, 19).

**Tabla 23**

**La Prescripción de Ejercicio: Entrenamiento con Pesas**

<b>COMPONENTE</b>	<b>DOSIS</b>
Tipo de Ejercicio	Ejercicios que Acondicionan los Grupos Musculares Principales
Intensidad	MODERADA: El Nivel de Intensidad Necesario para Poder Desarrollar y Mantener el Peso del Tejido Magro
Duración	El Tiempo Requerido para Poder Hacer 1 Serie de 8 a 12 Repeticiones Compuestas de 8-10 Ejercicios cada una
Frecuencia	Como Mínimo 2 Días a la Semana

**NOTA.** Tomado de: "The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness in Healthy Adults," por American College of Sports Medicine, 1990, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(2), pp. 265-274

En general, entre más frecuente se entrene a la semana, mayores beneficios se producen en cuanto a la fortaleza muscular. No obstante, para principiantes, un entrenamiento con resistencias constantes a corto plazo (e.g., 12 semanas) que emplee tres (3) sesiones de ejercicio por semana provee el estímulo suficiente para inducir aumentos óptimos en la fortaleza muscular (Fleck & Kraemer, 1997, p. 20).

Para novatos, no se recomienda entrenar más de dos veces al día. A corto plazo, un atleta elite puede tolerar dos sesiones de entrenamiento al día. Sin embargo, es posible que esto pueda resultar en una disminución de la potencia muscular (e.g., salto vertical) y cambios en la técnica deportiva (Fleck & Kraemer, 1997, p. 25). Por otro lado, si el volumen diario de entrenamiento con resistencias se divide en dos sesiones por día, es posible inducir aumentos significativos en la fortaleza muscular luego de un período breve de recuperación (Fleck & Kraemer, 1997, p. 25).

Se ha comprobado que los programas de entrenamiento con resistencias dinámicas pueden aumentar la ejecutoria motora (Campbell, 1962; Schultz, 1967; Stone, O'Brayant, & Garhammer, 1981). La magnitud de estos cambios favorables para las destrezas motoras dependerá del nivel inicial de aptitud física que posea el sujeto. Para el deporte de béisbol ("baseball"), se ha observado que el uso de bolas con pesos variados (más pesadas y más

livianas que lo normal) resulta en mejoras de la velocidad de lanzamiento por encima del hombro (DeRenne, Ho, & Blitzblau, 1990). Para poder observar ganancias positivas en la ejecutoria de actividades motoras es necesario combinar las prácticas directas de las destrezas deportivas conjuntamente con el programa de entrenamiento de resistencias constantes (Schultz, 1967).

Estos programas producen a largo plazo aumentos poco significativos en la masa corporal activa (peso magro o sin grasa), y reducciones modestas en el por ciento de grasa (Fleck & Kraemer, 1997, p. 26).

**Entrenamiento con Pesas Libres.** Existe al presente una tendencia a regresar al uso de pesas libres en los programas con resistencias. Esto surge del hecho de que el entrenamiento con pesas libres posee muchas ventajas sobre los demás métodos. Por ejemplo, con las pesas libres el participante requiere activar un mayor número de unidades motoras necesarias para controlar la barra y mantener el balance muscular; consecuentemente, se desarrolla más efectivamente la fortaleza/tolerancia muscular al compararse con otros sistemas que utilizan máquinas (Wilmore & Costill, 1994, p. 84).

Estudios científicos han mostrado aumentos en la fortaleza muscular empleando pesas libres (Berger, 1962; Clark, 1973; Fleck & Schutt, 1985). Sin embargo esta fortaleza muscular se encuentra limitada en un punto de la *curva de fuerza*. ¿Cual es la razón de esto? Primeramente, en el entrenamiento con pesas libres (e.g., barras de pesas y mancuernas), la resistencia o peso levantado se mantiene constante a través de todo el arco de movimiento. El grado de dificultad para poder levantar el peso dependerá del ángulo de la articulación. Expresándolo de otra manera, la fuerza generada por el músculo esquelético varía a lo largo del recorrido articular. Por ejemplo, en la presanda de pecho, es más fácil mover un peso cuando se encuentra al final del movimiento angular que cuando esta en el pecho. Ciertamente, esto representa una limitación principal para aquellos que entrenan levantando pesas libres. Esto implica que la fortaleza máxima desarrollada no será la misma para todos los ángulos del recorrido articular, de manera que habrán ciertos puntos del arco donde el atleta (su grupo muscular) estará más debil. Comunmente estos se conoce como el *punto débil* ("*sticking point*") (Brooks, Fahey, & White, 1996, pp. 387).

Ciertas *ventajas* se derivan de los programas con pesas libres. Mencionamos arriba que puede mejorar la fortaleza muscular. En general, se ha encontrado que estos ejercicios promueven un aumento en la capacidad del atleta para ejecutar destrezas motoras (Clark, 1973; Fleck & Schutt, 1985). Cambios positivos en la composición corporal ocurren cuando se entrenan con pesas libres (Fleck & Schutt, 1985). Otra ventaja del uso de pesas libres es que son relativamente poco costosas, y se encuentran generalmente disponibles en la mayoría de los salones de entrenamiento con pesas. Las pesas libres se caracterizan por su versatilidad, de manera que se pueden crear ejercicios con múltiples variaciones (Stone & Wilson, 1985). Además, con las pesas libres se pueden diseñar ejercicios especializados que simule el movimiento real del deporte específico. Otro beneficio importante consiste en que estos equipos permiten que el participante observe su progreso mediante evaluaciones periódicas; además, se deriva una satisfacción personal al ver que se ha llevado a cabo el trabajo propuesto (Kearney, 1980; Powers & Howley, 1994, p. 466).

Dentro de las *desventajas* que incluyen el entrenamiento con pesas libres se encuentra: (1) no se entrena la fortaleza máxima en cada ángulo de la articulación, (2) requiere del uso de observadores/ayudantes; (3) existe la posibilidad de lesiones mediante el uso de las barras de pesas (las pesas se pueden caer); (4) se necesita más tiempo para aprender las técnicas de los diferentes ejercicios al compararse con las máquinas que proveen

resistencias constantes, y (5) debido a que se requieren cambiar los discos/pesas de las barras, la duración total de cada sesión de entrenamiento podrá ser relativamente más larga que en los demás sistemas de entrenamiento (Fleck & Kraemer, 1997, p. 26; Kearney, 1980).

### **Ejercicios Dinámicos con Resistencias Variables**

Las acciones de resistencia variable involucran mecanismos que varían la resistencia a través del arco de movimiento de los músculos esqueléticos involucrados, i.e., tratan de acoplar la carga a la *curva de fuerza* (DiNubile, 1991; Fleck & Schutt, 1985; Kent, 1994, p. 471). Consecuentemente, aplican al músculo una tensión más constante o uniforme a lo largo del recorrido angular de la articulación. Estos mecanismos utilizan un sistema de poleas, volantas ("cams") de metal de aspecto irregular, o combinación de palancas para ajustar la resistencia (cambiar el brazo de resistencia de la palanca) a través del arco de movimiento (Keohane, 1986). En un ejercicio común con pesas libres donde se flexiona el codo, la fortaleza resultante dependerá del ángulo en que se encuentre los músculos flexores a través del arco de movimiento. La fortaleza es óptima a un ángulo de 100. Por otro lado, los músculos son más débiles a un ángulo de 60 (cuando el codo se encuentra flexionado por completo) y a 180 (el codo se encuentra completamente extendido). Con el mecanismo de resistencia variable, la resistencia se reduce en los puntos más débiles del arco de movimiento y aumenta en los puntos más fuertes. En otras palabras, cuando el sistema esquelético se encuentra en su punto más alto de desventaja mecánica, la resistencia del equipo se coloca en su peso más liviano, mientras que cuando el sistema esquelético alcance una ventaja mecánica óptima, las cargas de la máquina se ajustan a su peso máximo (Keohane, 1986). Más aún, las máquinas de resistencias variables proveen una variación constante/uniforme en relación a las fuerzas gravitacionales (Keohane, 1986).

La teoría de este sistema consiste en que el músculo podrá ser entrenado en su totalidad si se esfuerza a que actúe a través de cada punto en su arco de movimiento. En otras palabras, la resistencia relativa que se aplica al músculo esquelético, en teoría, es aceptablemente constante por todo el recorrido del movimiento articular. Las máquinas de resistencia variable también utilizan los principios de pre-agotamiento, lo cual permite que los músculos esqueléticos se activen a mayores capacidades (Keohane, 1986).

Diversas *ventajas* se obtienen con este método de entrenamiento. El uso de resistencias variables pueden proveer contracciones musculares máximas voluntarias si el ejercicio se ejecuta hasta un punto de fallo muscular o si éste se lleva a cabo de forma explosiva (Fleck & Schutt, 1985). En general, los programas de entrenamiento con resistencias variables (utilizando diversas combinaciones de series y repeticiones) inducen aumentos notables en la fortaleza muscular a corto plazo (4 a 16 semanas) (Fleck & Kraemer, 1997, p. 27). Se han reportado aumentos significativos en la fortaleza muscular empleando de 10 a 12 repeticiones en esta modalidad de entrenamiento (Peterson, 1975). Más aún, el entrenamiento con resistencias variables pueden producir aumentos en la capacidad motora (Peterson, 1975). El mejoramiento en las acciones motoras empleando resistencias variables va a depender, en parte, del protocolo de entrenamiento y maquinaria utilizada (Fleck & Kraemer, 1997, p. 28). Se han observado aumentos en la masa corporal activa y reducciones en el porcentaje de grasa con éste método (Fleck & Kraemer, 1997, p. 28). Por lo general, estos sistemas no requieren el uso de un ayudante/observado. Posiblemente otro beneficio de esta modalidad de entrenamiento es que son fáciles de

utilizar y seguras. Finalmente, las máquinas de resistencia variable pueden proveer satisfacciones personales y motivación entre sus participantes (Kearney, 1980).

Estas máquinas poseen ciertas **limitaciones**. Primeramente, no pueden controlar la velocidad del movimiento. Además, debido a que el diseño de la máquina se construye a base de las dimensiones físicas promedio de la población general, es muy difícil ajustar estos aparatos a otras personas con dimensiones más grandes o pequeñas (e.g., niños). En adición, existe poca evidencia de que tales sistemas de poleas y volantas realmente compensan en su totalidad por las diferencias en las aplicaciones mecánicas y fuerza en todas las fases del arco de movimiento (DiNubile, 1991; Fleck & Schutt, 1985; McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 434). Más aún, no existe evidencia científica que compruebe la superioridad de las máquinas que proveen resistencias variables sobre otros sistemas o máquinas (Brooks, Fahey, & White, 1996, pp. 387). Es posible sobre-estirar un músculo o articulación en algunas de estas máquinas (Fleck & Kraemer, 1997, p. 28). Otra desventaja es su alto costo y la necesidad de un espacio físico relativamente grande. También, la carga que se levanta (número de platos) no representa la fuerza aplicada, lo cual complica el proceso de cuantificar el progreso (Kearney, 1980).

### **Entrenamiento Eccéntrico**

Este tipo de modalidad también se conoce como entrenamiento con "**resistencia negativa**" porque el trabajo muscular se lleva a cabo a favor de la fuerza de gravedad. Durante el entrenamiento excéntrico, el músculo se alarga mientras genera tensión. Por ejemplo, durante un programa con pesas libres, el descender de forma controlada el peso desde una posición de flexión produce el alargamiento (y tensión) de las fibras musculares. El entrenamiento excéntrico puede emplearse en diversas máquinas de entrenamiento. Para esto, se requiere que el participante levante una carga mayor de 1-RM con ambas manos o piernas y luego bajar esta carga con solo una mano o pierna, respectivamente (Fleck & Kraemer, 1997, p. 33). Basado en estudios electromiográficos, se ha evidenciado que las acciones excéntricas generan menos tensión muscular al compararse con las acciones concéntricas, siempre y cuando se utilice la misma resistencia (Stauber, 1989). En otras palabras, durante las acciones musculares excéntricas los músculos esqueléticos son capaces de soportar mayores cargas externas (aproximadamente 30%) en comparación con las acciones concéntricas (Fleck & Schutt, 1985; Wilmore & Costill, 1994). Por lo tanto, para poder igualar las tensiones generadas en el músculo esquelético cuando se ejecutan acciones excéntricas y concéntricas, será necesario aplicar una mayor carga/resistencia al entrenamiento excéntrico. Es posible, entonces, especular que los programas de entrenamiento excéntricos pueden inducir incrementos en la fortaleza muscular equivalentes a los encontrados durante el entrenamiento concéntrico, con la diferencia que en el programa excéntrico se emplea una carga menor (Fleck & Schutt, 1985). En teoría, esto implica que este tipo de entrenamiento deberá resultar en mayores incrementos de la fortaleza muscular. Sin embargo, esto no se ha podido confirmar (de manera conclusiva) mediante estudios científicos controlados. Se han reportado estudios que muestran ganancias en la fortaleza muscular, pero estos aumentos no han sido significativamente diferentes al compararse con el entrenamiento concéntrico y excéntrico (Clark, 1973; Fleck & Schutt, 1985). La magnitud en las ganancias de la fortaleza muscular a través del entrenamiento excéntrico versus concéntrico o isotónico dependerá particularmente de la cantidad de resistencia utilizada en el programa (Fleck & Schutt, 1985). Por ejemplo, hay

estudios que evidencian un mayor aumento en la fortaleza muscular usando acciones excéntricas en comparación con entrenamientos concéntricos; no obstante, el grupo excéntrico empleaba un esfuerzo menor durante el ejercicio (Fleck & Schutt, 1985). El grueso de las investigaciones científicas evidencian que el entrenamiento excéntrico no induce aumentos significativamente mayores en la fortaleza muscular isométrica, excéntrica, y concéntrica en comparación con los programas de ejercicios dinámicos con resistencias constantes (Atha, 1981; Clark, 1973; Fleck & Schutt, 1985). Otras investigaciones científicas bien diseñadas experimentalmente, han evidenciado que cuando el entrenamiento con resistencias combina acciones musculares excéntricas conjuntamente con las contracciones concéntricas se provee un mejor estímulo para aumentos óptimos en la fortaleza y tamaño de los músculos esqueléticos activados en el programa (Wilmore & Costill, 1994, p. 84). La realidad es que las contracciones excéntricas forman parte de la mayoría de los programas de entrenamientos con resistencias progresivo, por lo que contribuye a las ganancias de fortaleza que resultan de estos sistemas de entrenamiento. Siempre y cuando el entrenamiento con resistencia incluya acciones excéntricas, se habrán de observar ganancias en la fortaleza muscular. Por consiguiente, este componente es muy importante para el desarrollo óptimo de la fortaleza musculoesquelética. De hecho, en ocasiones, se requiere enfatizar los programas que involucren acciones excéntricas, de manera que se puedan desarrollar ganancias notablemente altas en la fortaleza muscular (Fleck & Kraemer, 1997, p. 34).

Los programas de entrenamiento excéntricos ejercen poca influencia en la ejecutoria motora y en la composición corporal (Fleck & Kraemer, 1997, p. 34).

Los estudios en esta área no han revelado *ventajas* importantes sobre los demás métodos de entrenamiento, no obstante, es posible emplear esta técnica para inducir cambios positivos rápidos en la fortaleza muscular de diversos atletas. Además, el incluir ejercicios excéntricos al programa de entrenamiento con resistencias puede ayudar a evitar el aburrimiento, de manera que los atletas se mantengan motivados durante sus sesiones de ejercicio (Fisher & Jensen, 1980, pp. 142-143).

Los ejercicios excéntricos poseen una diversidad de problemas y *limitaciones*. Una limitación clásica de los ejercicios excéntricos es que producen molestia muscular al final de las sesiones de entrenamiento (Brooks, Fahey, & White, 1996, pp. 387; Newham, 1988; Newham, Jones, & Clarkson, 1987; Stauber, 1989). No obstante, es posible resolver este problema si el programa excéntrico emplea cargas por debajo del 1-RM de una contracción concéntrica (Fleck & Kraemer, 1997, p. 34; Fleck & Schutt, 1991, Talag, 1973). Otra desventaja consiste en la necesidad del uso de un ayudante o algún tipo de equipo que ayude en levantar la resistencia durante el programa (Fleck & Kraemer, 1997, p. 35).

### **Entrenamiento con Resistencias que utilicen Acciones Isométricas/Estáticas**

Los ejercicios isométricos se caracterizan por acciones musculares estáticas, i.e., aquellas donde no varía la longitud de los músculos activados, mientras se genera tensión. Por lo tanto, no se producen cambios en las posiciones angulares de la articulación, i.e., el sistema de palancas oseomusculares no efectúan ningún trabajo (Stone, & Wilson, 1985). Comúnmente estos ejercicios se llevan a cabo contra un objeto inmóvil (e.g., una pared) o cuando se trabaja un grupo muscular fuerte contra un grupo muscular débil (Fleck & Schutt, 1985).

Para la década de los años cincuenta, estudios científicos realizados por investigadores

Alemanes (Hettinger y Mueller) hallaron que los programas de entrenamiento con resistencias de naturaleza isométrica resultaban en considerables aumentos en la fortaleza muscular (Brooks, Fahey, & White, 1996, pp. 385-386; McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 430; Wilmore & Costill, 1994, p. 83). Su programa básico consistía de tan solo seis segundos de ejercicios isométricos a 75% del esfuerzo máximo (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 385). No obstante, otros estudios subsiguientes no pudieron confirmar los resultados de estas investigaciones.

Actualmente, los programas de contracciones isométricas se utilizan en ciertos programas de entrenamiento, particularmente en la rehabilitación de grupos musculares afectados por lesiones u operaciones. Por ejemplo, en aquellos deportistas lesionados donde una extremidad se encuentra inmovilizada (e.g., un yeso) las acciones musculares estáticas ayudan a mantener tonificados los músculos afectados, de manera que se reduzca la magnitud de la atrofia y pérdida de la fortaleza muscular. Esto facilita el proceso de recuperación (Morrissey, Harman, & Johnson, 1995; Wilmore & Costill, 1994, p. 83).

Se ha sugerido que los programas con resistencias que emplean ejercicios isométricos deben utilizar múltiples series que incluyan contracciones estáticas máximas de tres (3) a seis (6) segundos en duración, y realizadas como mínimo tres veces por semana (Fleck & Schutt, 1985). Puesto que el entrenamiento isométrico permite utilizar contracciones musculares máximas voluntarias, se han observado ganancias notables en la fortaleza e hipertrofia muscular. No obstante, los aumentos en la fortaleza muscular no son de magnitudes significativas (menos de 5% por semana) (Fleck & Schutt, 1985). La realidad es que los posibles aumentos en la fortaleza muscular derivado de los programas isométricos dependerá de varios factores, a saber: (1) la cantidad de acciones isométricas ejecutadas, (2) la duración de estas contracciones, (3) si la acción muscular isométrica es máxima o submáxima, y (4) la frecuencia del entrenamiento (Fleck & Kraemer, 1997, p. 15).

**Beneficios del ejercicio isométrico.** Como fue mencionado en los párrafos previos, la importancia de los ejercicios isométricos radica en el campo clínico y de rehabilitación (Dean, 1988; DiNubile, 1991). En la actualidad, existen diversos equipos que miden la fortaleza isométrica máxima, la cual representa una variable importante para determinar la fortaleza y potencia muscular. Mediante estos instrumentos especiales, es posible evaluar isométricamente grupos musculares con el fin de diagnosticar deficiencias musculares específicas. Además, es posible diseñar programas de entrenamiento isométricos enfocados hacia el desarrollo de la fortaleza muscular en aquellos ángulos articulares donde se encuentran debilitados los músculos motores principales. Como fue mencionado arriba, esto se conoce como los *puntos débiles* ("*sticking points*") (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 385). Cuando los ejercicios isométricos se practican varias veces en el día, es posible observar mejoras en la fortaleza muscular. Sin embargo, hay que tener mucho cuidado que esto no resulte en un estado de sobre-entrenamiento (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 386). Otra ventaja es que este programa de entrenamiento no requiere mucho tiempo ni equipo sofisticado. Prácticamente se pueden realizar en cualquier lugar. Su técnica es sencilla y poco costosa. En estos programas, existe más seguridad porque no hay peligro de caídas de pesas o lesiones musculares (Fisher & Jensen, 1990, p. 141; Kearney, 1980).

**Limitaciones del ejercicio isométrico.** Los programas isométricos poseen pocas aplicaciones útiles para el atleta durante su entrenamiento. Por su naturaleza estática, éste método hace difícil cuantificar/monitorear el progreso de los atletas. La realidad es que no se sabe cuanta fuerza se está generando. Debido a esto, no se fomenta una adecuada

motivación (no hay un refuerzo positivo y se fomenta el aburrimiento) entre los participantes. El ejercicio isométrico **NO** aumenta la fortaleza muscular a través del arco de movimiento de la articulación. Más aún, las adaptaciones que resultan de los programas isométricos son altamente *específicas*. En otras palabras, el desarrollo de la fortaleza muscular isométrica será específica al ángulo de la articulación en el cual se entrenó el grupo muscular (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 385; Fleck & Schutt, 1985; McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 430; Perrin, 1993, p. 9). Por lo tanto, de utilizarse un programa de ejercicios con resistencias que empleen las acciones isométricas con miras hacia el desarrollo de la fortaleza muscular de un movimiento, posiblemente sea necesario entrenar en cada punto del recorrido angular de la articulación (DiNubile, 1991; Fleck & Schutt, 1985; Stione & Wilson, 1985). Este procedimiento es muy tedioso y le resta mucho tiempo al atleta, el cual necesita también concentrar su entrenamiento en otras áreas de relevancia. Además, es muy difícil entrenar ciertas áreas y movimientos con esta modalidad (Fisher & Jensen, 1990, p. 141). El entrenamiento isométrico no mejora (o empeora) la capacidad para generar fuerza a una alta velocidad (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 386; DiNubile, 1991). Además, no induce ganancias en la tolerancia muscular. No se ha encontrado que la ejecutoria motora mejore con los entrenamientos isométricos (Clark, 1973; Fleck & Schutt, 1985; Linderburg, Edwards, & Heath, 1963). Para personas con enfermedades cardiovasculares, los ejercicios isométricos pueden inducir aumentos notables en la presión arterial y una tensión excesiva en la pared ventricular izquierda (Petrosfsky & Phillips, 1986). Por consiguiente, los ejercicios isométricos son contraindicados para la población hipertensa, individuos con fallo cardíaco congestivo, entre otras condiciones patológicas cardiovasculares (DiNubile, 1991). Otro problema relacionado con las complicaciones cardiovasculares (particularmente la alta presión arterial) que resultan de los ejercicios isométricos es el fenómeno de la **maniobra de valsalva**. Una valsalva ocurre cuando la **glotis** se cierra durante un esfuerzo espiratorio (Kent, 1994, p. 470). Este mecanismo es común durante las contracciones isométricas. Literalmente, el participante "aguanta la respiración". Debido a que no se escapa el aire, se induce un aumento considerable en la presión intratorácica. Como consecuencia, aumentan dramáticamente las presiones arteriales sistólicas y diastólicas (Fox, Bowers, & Foss, 1993, p. 177)

**Comparación entre los ejercicios isométricos versus los dinámicos.** Conforme al análisis de necesidades que fue discutido a principios de este trabajo, el atleta habrá de seleccionar aquel método de entrenamiento con resistencias que pueda satisfacer las demandas particulares del deporte. En adición, hay que considerar las respuestas específicas del deporte practicado para determinar el método de entrenamiento (Morrissey, Harman, & Johnson, 1995).

## **Entrenamiento con Resistencias Isocinéticas**

Literalmente, isocinética significa "**velocidad constante**". La máquina isocinética siempre se colocará a una velocidad específica y no permitirá que el movimiento articular sea más rápido o más lento que la velocidad pre-determinada. Es importante saber que la resistencia no se encuentra pre-fijada (Fleck & Kraemer, 1985). Los ejercicios con resistencias que utilizan acciones isocinéticas sobrecargan al músculo esquelético a una velocidad constante pre-ajustada mientras activan los músculos motores a través del recorrido completo del movimiento articular. En este tipo de máquinas, el músculo esquelético es capaz de generar una potencia máxima a través de todo el arco de

movimiento a una velocidad de acortamiento controlada (McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 434). En teoría, este modo de entrenamiento debe reclutar el mayor número posible de unidades motoras e uniformemente sobrecargar al músculo a través de todos los ángulos del movimiento. El entrenamiento isocinético también se conoce como *ejercicios con resistencias acomodativas*. El nombre se origina de la capacidad que tienen las máquinas isocinéticas para "acomodar" la resistencia con el esfuerzo muscular efectuado durante el ejercicio. En otras palabras, a la fuerza generada (por el sujeto) se le aplica una resistencia de igual magnitud por medio del dinamómetro isocinético.

Una gama amplia de *beneficios* están presente en este método de entrenamiento. Mediante esta modalidad es posible efectuar contracciones musculares máximas voluntarias a través de todo el arco de movimiento para cada repetición (Fleck & Schutt, 1985). Por consiguiente, en teoría, los programas de entrenamiento isocinéticos deben proveer aumentos máximos en la fortaleza muscular. Para poder ser fuerte en un movimiento rápido, el participante debe entrenar utilizando movimientos a una alta velocidad (Fleck & Schutt, 1985). Se han reportado aumentos notables en la fortaleza muscular cuando se entrenan a velocidades relativamente bajas (e.g.,  $60\text{ s}^{-1}$ ) (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 389). Cualquier combinación de series y repeticiones de máquinas isocinéticas que solo entrenan el componente concéntrico provee aumentos en la fortaleza muscular (Fleck & Kraemer, 1997, p. 28). Este programa de entrenamiento isocinético debe emplear velocidades que fluctúen entre  $180\text{ s}^{-1}$  y  $200\text{ s}^{-1}$  cuando el objetivo es aumentar la fortaleza muscular a través de toda la gama de velocidades que permite el dinamómetro. Por otro lado, si lo que busca el atleta es aumentar a niveles máximos la fortaleza muscular a una velocidad específica, entonces el entrenamiento deberá estar dirigido hacia dicha velocidad (Fleck & Kraemer, 1997, p. 31). Se ha comprobado que el entrenamiento isocinético puede mejorar la ejecutoria motora. Además, cuando este entrenamiento se lleva a cabo a través de altas velocidades de movimiento, se producen incrementos significativos en la ejecutoria en la ejecutoria motora al compararse con entrenamientos a bajas velocidades (Fleck & Kraemer, 1985). Se han encontrado reducciones en el porcentaje de grasa y aumentos en la masa corporal activa empleando las acciones isocinéticas. Estos tipos de entrenamiento producen poca o ninguna molestia muscular. Como no hay pesos que levantar, la posibilidad de lesiones es mínima y no será necesario el uso de un ayudante. Debido a que las contracciones musculares se ejecutan comúnmente a unas velocidades relativamente altas, las duraciones de cada sesión de ejercicio serán más cortas al compararse con otros métodos (e.g., pesas libres) (Fleck & Kraemer, 1985). En términos diagnósticos, los dinamómetros isocinéticos proveen una indicación de velocidad específica para la fortaleza muscular absoluta (Osternig, 1986). En adición, los dinamómetros isocinéticos permiten la cuantificación del torque, trabajo y potencia. Este programa de entrenamiento permite aislar a grupos musculares débiles (Perrin, 1993, p. 9).

Los métodos isocinéticos no están libres de *limitaciones*. En términos prácticos, este sistema no provee unas velocidades reales de entrenamiento al compararse con las velocidades angulares que generan comúnmente los movimientos deportivos. Por ejemplo, la velocidad máxima que puede generar un dinamómetro isocinético es  $400\text{ s}^{-1}$ , cuando en realidad la velocidad de un movimiento para una actividad deportiva puede ser tan alto como  $2000\text{ s}^{-1}$  (McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 435). Las máquinas isocinéticas más recientes no proveen una sobrecarga a los músculos en su fase excéntrica. Como sabemos, las contracciones concéntricas sirven para desacelerar y "frenar" las extremidades durante los movimientos normales (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 388-389; McArdle, Katch, &

Katch, 1996, p. 435). Otras limitaciones (de naturaleza técnica) de los ejercicios con resistencias efectuados en dinamómetros isocinéticos son, a saber: 1) errores de fuerzas gravitacionales y musculares, y 2) errores de inercia. No obstante, las máquinas isocinéticas permiten entrenar articulaciones lesionadas con un bajo riesgo de daño adicional (Grimbey, 1985). Además, estas máquinas son muy costosas y requieren un espacio amplio. Debido a que no se observa un peso específico subiendo y bajando, puede haber problemas de motivación al utilizar este sistema. Los ejercicios se llevan a cabo principalmente en posiciones de cadenas cinéticas abiertas (literalmente el movimiento se lleva a cabo "en el aire" o sin ninguna base apoyo fija en el suelo) (Perrin, 1993, p. 9). En ocasiones, la resistencia se puede remover, de manera que los atletas no podrán entrenar a intensidades máximas (no habrá una sobrecarga) (Fisher & Jensen, 1990, p. 144).

### **Ciclos de Estiramiento-Acortamiento (Pliometría)**

Estos tipos de ejercicios activan el *reflejo de estiramiento*, de manera que se pueda reclutar un mayor número de unidades motoras (Chu, 1993, p. 14; McCollum, 1994; Radcliffe & Farentinos, 1985, pp. 7-9). Además, durante la fase excéntrica del ejercicio se carga de energía potencial los elementos elásticos (tejidos conectivos, tendones y ligamentos) y contractiles (miofilamentos de miosina y actina) de los músculos esqueléticos, de suerte que se pueda re-usar esta energía en la próxima contracción de naturaleza concéntrica (Bosco, 1994, p. 14; Bosco, Ito, Komi, Luhtanen, Rakkila, Rusko & Viitasalo, 1982; Bosco, Tihayi, Komi, Fekete & Apor, 1982; Thys, Faraggiana & Margaria, 1972; Cavagna, 1977; Cavagna, Dusman & Margaria, 1968). Los ciclos de estiramiento-acortamiento (actividades pliométricas) se utilizan como un *programa suplementario* para el entrenamiento de resistencias con miras a desarrollar la potencia explosiva de los músculos esqueléticos. Se cree que las repeticiones de estos ejercicios proveen las apropiadas adaptaciones neuromusculares, de manera que mejore la potencia y ejecutoria de músculos esqueléticos específicos (Cho, 1984; McCollum, 1994). Este tipo de programa será ampliado más adelante en este trabajo.

### **Entrenamiento con Cargas Rápidas**

Este sistema consiste en mover la resistencia lo más rápido posible. En cuanto a la magnitud en ganancias de fortaleza muscular, la mayoría de los estudios han mostrado que el entrenamiento con cargas rápidas es menos efectivo que los ejercicios isotónicos con resistencias constantes. Esto se debe a que este tipo de entrenamiento no permite generar una tensión muscular lo suficientemente alta para poder producir ganancias significativas en la fortaleza muscular. La tensión disminuye conforme aumenta la velocidad de la contracción muscular, y una tensión apropiada es necesaria para inducir hipertrofia muscular (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 387). Por otro lado, el entrenamiento con cargas rápidas son efectivas para la velocidad angular durante el movimiento articular. Posiblemente mejore la proporción para generar fuerza, aunque tiene poco efecto sobre la fuerza absoluta. Muchos atletas (deportes explosivos/de fortaleza) practican esta modalidad de entrenamiento con miras de aumentar su potencia máxima, particularmente durante la fase competitiva del entrenamiento (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 388)

### **Ejercicios de Cadenas Cinéticas Cerradas**

Los ejercicios de cadenas cinéticas cerradas representan una secuencia de movimientos isotónicos en los cuales el extremo distal de la cadena (o segmento) se encuentran fijos (e.g., una mano o pie se encuentra fijo en el suelo), con el movimiento ocurriendo alrededor de ese segmento fijo y empleando algún tipo de carga (Duncan, 1994; Hamil, & Knutzen, 1995, p. 97; Kent, 1994, p. 93). En esta modalidad de entrenamiento, el participante emplea su peso corporal y acciones concéntricas y excéntricas. Se cree que este tipo de entrenamiento es más efectivo que los ejercicios de cadena cinética abierta (el extremo distal se encuentra libre para moverse, e.g., extensión de la rodilla utilizando un dinamómetro isocinético) porque emplea la masa corporal, mantiene las relaciones musculares, y son más aplicables a la función normal del ser humano (Hamil, & Knutzen, 1995, p. 97). Un ejemplo de un ejercicio de cadena cinética cerrada para los músculos cuádriceps es efectuar un movimiento de encucillado con los pies en el suelo. Los ejercicios de cadenas cinética cerradas se emplean comúnmente en el escenario clínico/rehabilitativo.

### **Entrenamiento de Estimulación Eléctrica (Modalidad Pasiva)**

Esta técnica contempla el principio de que un músculo esquelético puede ser estimulado si se le transmite una corriente eléctrica a lo largo de su nervio motor. Este estímulo induce una contracción isométrica. El entrenamiento de estimulación eléctrica ha sido efectivo muy particularmente en el aspecto rehabilitativo del atleta/deportista. Se ha encontrado que ayuda a reducir la magnitud en la pérdida de la fortaleza y tamaño muscular durante la fase de inmovilización. Además, ayuda a restaurar la fortaleza y tamaño del músculo afectado durante la etapa de rehabilitación (DiNubile, 1985). Más aún, esta técnica se ha utilizado exitosamente en diversos escenarios experimentales. Con respecto a esto último, se ha evidenciado un aumento en la fortaleza muscular en sujetos saludables (incluyendo atletas) (Willmore & Costill, 1994, p. 84). Sin embargo, estos incrementos en la fortaleza muscular **no** representan magnitudes significativas al compararse con el entrenamiento convencional. Al presente, muchos atletas emplean la estimulación eléctrica como un método suplementario para su programa de entrenamiento con resistencias, a pesar de la falta de evidencia científica en cuanto a incrementos considerables en la fortaleza/potencia muscular, o mejoría en la ejecutoria deportiva (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 386; Willmore & Costill, 1994, p. 84).

### **Facilitación Neuromuscular Proprioceptiva**

Esto es un ejercicio manual que involucra una combinación de estiramiento de los músculos esqueléticos con cargas isotónicas e isométricas. Comúnmente se utiliza para el tratamiento y prevención de lesiones deportivas. Se ha encontrado que esta técnica puede mejorar la fortaleza muscular (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 388; Voss, Ionta, & Myers, 1985, pp. xvii, 1).

---

## ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS PROGRESIVO

Por lo general, el levantamiento de pesas representa el método más comúnmente utilizado para entrenar con resistencias. El entrenamiento con resistencias que se planifica para emplear el levantamiento de pesas provee un estímulo apropiado para el desarrollo de grupos musculares específicos, los cuales se someten a sobrecargas (resistencias fijas) mediante el uso de pesas libres (e.g., barras de pesas, y mancuernas) o platos de pesas colocadas en un sistema de poleas o volantas ("cam"). En aquellos programas de entrenamiento que emplean *ejercicios con resistencias progresivos* la carga o resistencia se adapta a la fortaleza muscular que posee el participante.

Antes de continuar con la discusión de esta sección, es imperante mencionar la importancia vital de poseer una mente crítica ante la diversidad de trabajos investigativos disponibles en esta área de entrenamiento. Existen un sin número de fallas en el diseño y metodología empleada en estos estudios (Brooks, Fahey, & White, 1996, p. 385). Algunos de estos problemas incluyen: 1) uso de sujetos no entrenados, 2) períodos de entrenamiento muy cortos, 3) extrapolación de investigaciones con animales a humanos, 4) extrapolación de sujetos no entrenados a los atletas, 5) dificultad en distinguir los efectos del aprendizaje motor sobre las ganancias en la fortaleza muscular, 6) re-evaluación de la fortaleza muscular de los sujetos antes de que alcancen su nivel máximo, debido a períodos de recuperación muy cortos, 7) uso de observaciones y conclusiones empíricas, y 8) la influencia del comercialismo descontrolado de los equipos/máquinas de ejercicio, las cuales exajeran sobre los beneficios que generan.

### **Programa de Entrenamiento con Resistencias Progresivo ("Progressive Resistance Exercise" ó PRE, siglas en Inglés)**

El mejor ejemplo del *principio de sobrecarga* se manifiesta en aquellos programas de entrenamiento con resistencias de naturaleza progresiva. Además, este tipo de entrenamiento representa los fundamentos para el diseño de la diversa gama de métodos de entrenamiento con resistencias que existe hoy en día.

### **Origen del Programa de Entrenamiento con Resistencias Progresivo**

Las raíces de los programas de entrenamiento con resistencias progresivo tuvo lugar después de la Segunda Guerra Mundial. Inicialmente, el enfoque de estos programas era puramente de naturaleza terapéutica/rehabilitativo. Con este fin, un grupo de investigadores científicos diseñaron un método de entrenamiento con pesas dirigido hacia el mejoramiento de la fortaleza muscular para aquellos grupos musculares de las extremidades que fueron previamente lesionados (McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 427). Originalmente, el programa empleaba tres (3) series de ejercicios, cada uno realizando 10 repeticiones consecutivas (sin intervalos de reposo) (véase Tabla 22). La primera serie se efectuaba a un cincuenta por ciento (la mitad) de lo que representa la fortaleza máxima a 10 repeticiones (10-RM); la segunda serie se cuantificaba a setenta y cinco por ciento (tres cuartos) del 10-RM; la tercera y última serie debía de utilizar el peso máximo del 10-RM. Conforme se evidenciaba un aumento en los niveles de fortaleza muscular en estos pacientes, progresivamente se incrementaba el 10-RM, de manera que continuaran las ganancias de fortaleza muscular en las extremidades entrenadas.

**Tabla 24**

**Programa de Entrenamiento con Resistencias de Naturaleza Progresivo  
Concebido Originalmente**

<b>SERIES</b>	<b>PORCIENTO DE LA REPETICION MAXIMA (RM)</b>	<b>INTENSIDAD (RM)</b>
1	50 % (1/2)	10 RM
2	75 % (3/4)	10 RM
3	100 % (1)	10 RM

*Variaciones del programa de entrenamiento con resistencias progresivo.* Diversas investigaciones científicas han estudiado las variables agudas (series, repeticiones, frecuencia, intensidad relativa) que componen los ejercicios con resistencias progresivos con el fin de obtener la dosis/combinación óptima para el desarrollo de la fortaleza muscular. Los hallazgos de estos estudios se resumen a continuación (McArdle, Katch, & Katch, 1996, pp. 427-428):

1) Aquellas combinaciones numéricas para las repeticiones máximas (RM) que suministran

las apropiadas sobrecargas musculares para aumentos óptimos en la fortaleza muscular,

fluctúan entre 3-RM y 12-RM. Las repeticiones deben de realizarse en series múltiples (tres o más).

2) En los programas de entrenamiento de ejercicios con resistencias progresivos que posean

una estructura de entrenamiento semanal de 1-RM con una sola serie, se observan aumentos

significantes con respecto a la fortaleza muscular despues de la primera semana de entrenamiento y continúan aumentando la fortaleza del músculo esquelético cada subsiguiente semana hasta un máximo de 6 semanas.

3) Se han hallado aumentos notables en la fortaleza muscular durante sesiones de entrenamiento que tan solo efectúen una (1) serie de ejercicios a una intensidad de 10-RM.

Por lo tanto, no existe una combinación ideal de series e intensidad para aquellos programas

de entrenamientos con resistencias buscando mejorar su fortaleza de los músculos esqueléticos.

4) El dilema continúa para decidir cual es la combinación óptima para el número necesario de

series que provea las mejores adaptaciones en la fortaleza muscular. En cuanto a este punto, se ha encontrado que es menos efectivo llevar a cabo una (1) serie de ejercicios al compararse con aquellos ejercicios que combinan dos (2) ó tres (3) series; más aún, la tendencia en la literatura científica sugiere que realizar tres (3) series es más efectivo que efectuar dos (2).

5) Empleando sistemas de entrenamiento/ejercicios con resistencias progresivos, no se conoce con exactitud cual es la frecuencia (número de días por semana) de entrenamiento óptima. Para principiantes, se han hallado aumentos notables en la fortaleza muscular con tan solo entrenar un (1) día por semana.

6) Siguiendo la discusión de la frecuencia del entrenamiento, cuando el entrenamiento incluye una variedad de ejercicios (diferentes grupos musculares), es posible que sea más efectivo entrenar 2 ó 3 veces por semana en comparación con sesiones de entrenamiento realizadas 4 ó 5 veces semanalmente. Por otro lado, el entrenamiento diario de un mismo grupo muscular resulta en un inadecuado tiempo de recuperación entre sesiones. Consecuentemente, se demoran las deseables adaptaciones neuromusculares y el desarrollo de la fortaleza muscular.

7) La velocidad empleada para levantar un peso particular afecta el grado de adaptación en la fortaleza muscular. Durante el programa de ejercicios con resistencias progresivo, en aquellos movimientos que levanten las pesas a un ritmo rápido se ha observado mejores ganancias en la fortaleza muscular al compararse con movimientos realizados más lentos. Más aún, no existe un solo tipo de equipo (e.g., pesas libres [barras de pesas, platos de pesas, o mancuernas]) o máquina para ejercicios con resistencias que sea la mejor en cuanto al desarrollo de la fortaleza muscular.

---

## SISTEMAS DE ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS

Existen diversos métodos sistemáticos utilizados para el desarrollo de la fortaleza, potencia y tolerancia muscular (vease Tabla 23). Posiblemente se requiera utilizar más de un sistema para poder alcanzar los objetivos deseados. En otras palabras, cada persona responde diferente para cada sistema de entrenamiento con resistencias seleccionado. Algunos de los principales sistemas de entrenamiento utilizados actualmente serán descritos a continuación.

### Sistema de Sets Simples y Múltiples

Con el fin de lograr un efectivo desarrollo de la fortaleza muscular, se han diseñado programas de resistencias que incluyen sesiones de entrenamiento de una sola serie (sistema de serie sencillo/simple) y de varias series (sistema de series múltiples). Los programas que incluyen una serie consisten de ejercicios que llevan a cabo entre 8 a 12 repeticiones. Para un desarrollo óptimo en la fortaleza muscular utilizando el programa de series múltiples, se sugiere que se empleen de 5 a 6 repeticiones para un mínimo de tres series.

**Tabla 25**

### Principales Sistemas de Entrenamiento con Resistencias

<b>METODO DE ENTRENAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Sistemas de Series Sencillos	1 serie de 8 a 12 repeticiones
Sistemas de Series Múltiples	Cualquier resistencia y combinaciones de repeticiones y series (recomendado 5-6 repeticiones; 3 series)
Sistema Piramidal	Series sucesivos que progresan con resistencias de liviano a pesado, mientras simultáneamente se reducen el número de repeticiones
Sistema de Super Serie	DOS TIPOS:  Se alterna el uso de grupos musculares antagonistas mediante el uso de varias series  de 2 ejercicios para la misma región corporal

	Una serie de diversos ejercicios para un mismo grupo muscular
Sistema de Rutina Dividida	Diferentes partes del cuerpo entrenados cada día
Sistema de Programa Dividido	Diferentes ejercicios para la misma parte del cuerpo en días sucesivos
Pliométrica	Movimientos explosivos/multi-saltos de secuencia excéntrica-concéntrica

**NOTA:** Adaptado de: "Strength considerations for exercise prescription," por R. J. Moffat, & N. Cucuzzo, 1993, En: *Resource Manual for Exercise Testing and Prescription* (2da ed., pp. 337-343). Philadelphia: Lea & Febiger. Derechos reservados 1993 por American College of Sports Medicine.

### **Sistema Piramidal (de Liviano a Pesado)**

En este sistema de entrenamiento para el desarrollo muscular utilizando resistencias el ejercitante efectúa varias series que van progresado desde el más liviano hasta el más pesado mientras se van bajando la cantidad de repeticiones para cada serie que le sigue. Un ejemplo de este sistema es el "Westcott Pyramid Program". Este programa consiste de tres series. la primera serie incluye diez repeticiones a una intensidad de 55% del peso de la carga/resistencia que representa el 1-RM. la segunda serie a cinco repeticiones a una intensidad de 75% del peso de la carga/resistencia que representa el 1-RM. En la tercera y última serie se realiza una repetición a 95% del 1-RM.

### **Entrenamiento con Resistencias en Circuito**

Este tipo de sistema se utiliza no solo para desarrollar la fortaleza, potencia y/o tolerancia muscular, sino también la capacidad cardiorespiratoria (aeróbica). Como resultado, este programa también mejora la composición corporal, el cual es un componente importante de la aptitud física relacionado con la salud. Más aún, los programas de entrenamiento con resistencias en circuito se emplean muy frecuentemente en la rehabilitación cardíaca con el fin de mejorar la fortaleza muscular y tolerancia cardiorespiratoria de sus participantes (Kelemen, & Stewart, 1985). Se ha encontrado que estos programas son seguros y efectivos en esta población especial. Además, la inclusión del entrenamiento con resistencias en circuito mantiene motivado y evita la incidencia de abandono en dichos programas de rehabilitación cardíaca (Kelemen, & Stewart, 1985). En general, el diseño del programa de entrenamiento en circuito especifica que el participante pueda efectuar tantas repeticiones como pueda a una intensidad que flutúe entre 40 a 60% del 1-RM durante 30 segundos, con períodos de reposo entre las estaciones de 15 a 30 segundos. El programa puede poseer de 6 a 15 estaciones por circuito. El circuito puede repetirse dos o tres veces por sesión de entrenamiento.

### **Sistema de Super-Serie**

Existen dos tipos de sistemas de super-serie. Uno de éstos consiste en alternar el uso de los músculos antagonistas mediante el diversas series que incluyan dos ejercicios para la misma parte del cuerpo. Por ejemplo, llevar a cabo flexiones del codo ("arm curls") inmediatamente después de haber realizado extensiones del tríceps, o efectuar extensiones de las piernas inmediatamente después de haber hecho flexiones de la rodilla ("leg curls"), durante tres series. El otro tipo de super-serie consiste en utilizar una serie de diversos ejercicios para el mismo grupo muscular. Por ejemplo, ejercicios de la barra, los cuales la halan sentado y doblado (de pie con flexión del tronco) ("seated" y "bent-over rowing") con los ejercicios que halan la barra hacia abajo desde la posición arrodillada ("lateral pull-downs"). Estos dos tipos de sistema emplean de 8 a 12 repeticiones por serie, con poco o ningún períodos de reposo entre las series.

### **Sistema de Rutina Dividida**

Este sistema entrena diversas partes del cuerpo en días alternados, de manera que se pueda inducir hipertrofia en todos los músculos esqueléticos de una región específica del cuerpo. El objetivo es realizar una serie de ejercicios dirigidos a desarrollar una parte anatómica particular del cuerpo. Por ejemplo, se puede dedicar los lunes, miércoles y viernes a entrenar los músculos del pecho, hombros y espalda, los viernes a ejercitar las extremidades (brazos y piernas), y los jueves los músculos abdominales. La intensidad (resistencia) del entrenamiento utilizada en este sistema se mantiene a un nivel alto a través de los seis días de entrenamiento efectuados por semana, lo cual permite un mayor desarrollo de fortaleza muscular.

### **Pliometría (Ciclos de Estiramiento-Acortamiento, o Entrenamiento Multisaltos)**

La pliometría fue creada para formar parte de un entrenamiento suplementario al programa de entrenamiento con resistencias, con fines en desarrollar potencia explosiva (en el tiempo más corto posible), factor determinante para una exitosa ejecutoria deportiva en gran parte de los eventos competitivos de naturaleza anaeróbica/explosiva (e.g., baloncesto, volibol, los saltadores en atletismo, la carrera con vallas en pista y campo, clavadistas, nadadores, gimnastas, levantadores de pesas, jugadores de béisbol, entre otros) (Allerheiligen, 1994; Cho, 1984, p. 70; Radcliffe & Farentinos, 1985, pp. 1-5).

Los ejercicios pliométricos ayudan al atleta saltar mejor, cambiar de dirección o acelerar con mayor rapidez (reacciones rápidas), y a mejorar la velocidad en general (Allerheiligen, 1994; Chu, 1993, pp. 7-8; McCollum, 1994). Las prácticas pliométricas consisten comunmente de saltos explosivos, incluyendo caídas de altura ("drop jumps"), saltos verticales, correr o saltos repetitivos en sitio, multisaltos con una o ambas piernas utilizando pesas/resistencias en los tobillos y una serie de obstáculos/bancos, brincos y saltos múltiples, botes, oscilaciones/balancesos del tronco con movimientos de los brazos a nivel del hombro (utilizado pesas en las manos), rotaciones izquierda/derecha del tronco que involucran también los hombros y manos, o lanzamientos con balones medicinales (Allerheiligen, 1994; Cho, 1984, pp. 19-37; Radcliffe & Farentinos, 1985, pp. 15-27).

Un programa de entrenamiento pliométrico requiere el uso de un equipo básico, a saber: conos, calas/escalones, obstáculos y barreras, escaleras, y balones medicinales (Cho, 1993, p. 37). Se ha propuesto que la práctica repetida de tales ejercicios proveerá adaptaciones a nivel neurológico y muscular de los músculos específicos, de manera que

mejore la potencia durante la ejecutoria deportiva (Cho, 1984; McCollum, 1994; Radcliffe & Farentinos, 1985, p.4).

Los movimientos realizados mediante los ejercicios pliométricos están diseñados para tomar ventaja de dos mecanismos fisiológicos que se llevan a cabo durante estos movimientos.

En primera instancia, encontramos que estas actividades explosivas se realizan a través del reflejo de estiramiento (reflejo del *huso muscular* o reflejo miotático) (Chu, 1993, p. 14; McCollum, 1994; Radcliffe & Farentinos, 1985, pp. 7-9). Los husos musculares son receptores sensoriales localizados dentro de las fibras musculares intrafusales, las cuales corren paralelas con las fibras musculares extrafusales (Åstrand, & Rodahl, 1986, pp. 76-77; Prochazka, 1996, pp. 93-94). Los husos musculares son sensitivos a la frecuencia y magnitud de estiramiento muscular. La teoría científica detrás del entrenamiento pliométrico consiste en que durante dichos movimientos se carga al músculo esquelético al colocarlo inicialmente en un estado de estiramiento (fase excéntrica) justamente antes de la fase de contracción (concéntrica). Este fenómeno en el cual rápidamente se alarga el músculo esquelético durante la fase excéntrica (carga musculoesquelética) activa el reflejo del huso muscular (se estimula una neurona sensorial en el huso), el cual envía impulsos aferentes hacia el sistema nervioso central (inerva a una neurona motora en la médula espinal), el cual a cambio devuelve un impulso eferente (mediante la neurona motora o fibra extrafusar que sale del cordón espinal) hacia los músculos esqueléticos, provocando una mayor fuerza explosiva de contracción durante la siguiente fase concéntrica (Allerheiligen, 1994; Brooks, Fahey, & White, 1996, pp. 350-353; Chu, 1993, pp. 12-15; McCollum, 1994; Prochazka, 1996; Radcliffe & Farentinos, 1985, p. 8). Entre mayor sea la rapidez del estiramiento mayor será la tensión concéntrica generada por el músculo esquelético (Åstrand, & Rodahl, 1986, pp. 77-78; Prochazka, 1996)

El segundo factor que influye en las adaptaciones que se adquieren durante el entrenamiento pliométrico o ciclo de estiramiento-acortamiento proviene de la propiedad de extensibilidad/elasticidad que se observa en los componentes seriados elásticos inherentes en los músculos esqueléticos, incluyendo los miofilamentos de actina y actina (constituyentes de los puentes cruzados en las fibras musculares), y los tendones. Este fenómeno se conoce como *energía elástica almacenada*. La energía elástica almacenada se puede definir como aquella energía potencial cinética y/o gravitacional almacenada en los elementos seriados elásticos de aquellos músculos esqueléticos que se han estirado (contracción excéntrica), la cual puede ser re-usada durante el acortamiento (fase concéntrica) subsiguiente del músculo esquelético (Cavagna, 1977). Esta energía potencial almacenada se deriva del trabajo mecánico absorbido que ocurre durante la tracción gravitacional cuando el músculo esquelético activado se estira (fase excéntrica) por una fuerza externa. La energía almacenada resultante podrá ser utilizada durante el subsiguiente acortamiento (fase concéntrica) del músculo esquelético (Bosco, 1994, p. 14; Bosco, Ito, Komi, Luhtanen, Rahkila, Rusko & Viitasalo, 1982; Bosco, Tihayi, Komi, Fekete & Apor, 1982; Thys, Faraggiana & Margaria, 1972; Cavagna, 1977; Cavagna, Dusman & Margaria, 1968). Durante los ejercicios pliométricos, las contracciones musculares excéntricas son seguidas rápidamente por contracciones concéntricas. Esto asegura que la energía elástica potencial desarrollada mediante el estiramiento rápido sea re-utilizada efectivamente durante la fase positiva (concéntrica) del ejercicio. Este fenómeno mejora la ejecutoria deportiva, i.e., resulta en una mejor eficiencia mecánica y potencia derivada de la contracción de los músculos esqueléticos (Åstrand, & Rodahl, 1986, p. 49). Por ejemplo, el

correr y brincar representan movimientos que se benefician de esta energía potencial re-usada eficientemente durante cada fase de acortamiento (Anderson & Pandy, 1993; Bosco, Tihayi, Komi, Fekete & Apor, 1982; Komi, 1984; Komi, 1992).

No obstante, la literatura científica no evidencia la superioridad de los ejercicios pliométricos sobre otros métodos de entrenamiento con resistencias (Bobbert, 1990). Además, no se han estudiado las posibles consecuencias ortopédicas de tales ejercicios (Boocock, Garbutt, Linge, Reilly, & Troup, 1990). Las actividades pliométricas (particularmente la caída de altura) pueden generar una carga externa excesiva sobre el sistema esquelético (Allerheiligen, 1994).

---

## **LA IMPORTANCIA/BENEFICIO DE LOS PROGRAMAS DE RESISTENCIAS**

Las investigaciones científicas tradicionales, sin duda alguna, han comprobado la efectividad de los programas de resistencia en desarrollar la fortaleza, tolerancia, y potencia muscular en la población masculina joven, saludable, y atlética. Por otro lado, estudios relativamente más recientes también han evidenciado los beneficios de estos programas para el grupo femenino, en los niños, y envejecientes.

### **Programas de Entrenamiento con Resistencias para Mujeres**

Tanto las mujeres como los varones poseen la misma capacidad para desarrollar la fortaleza muscular (Häkkinen, 1992; Holoway, & Baechel, 1990). No obstante, debido a factores fisiológicos particulares, las mujeres no podrán alcanzar niveles tan altos como aquellos adquiridos por la población masculina. Los varones poseen una mayor cantidad de hormonas androgénicas (e.g., testosterona) de naturaleza anabólica, las cuales inducen una mayor magnitud de hipertrofia (tamaño) muscular cuando se compara con los cambios en el tamaño muscular observados en las mujeres. El programa de fortalecimiento muscular en las mujeres posee otros beneficios particulares, a nivel óseo, de composición corporal, y de auto-concepto (Holoway, & Baechel, 1990). Por ejemplo, se ha encontrado que en mujeres posmenopaúsicas estos programas ayudan a mantener e incrementar la masa ósea, de manera que se puede prevenir la osteoporosis (Holoway, & Baechel, 1990). Más aún, aquellas mujeres sometidas a programas de entrenamiento con resistencias para el desarrollo muscular poseen menos cantidad de grasa corporal, en comparación con las mujeres sedentarias. Esto implica que se habra de transportar menos peso muerto en movimientos tales como saltar y correr (Holoway, & Baechel, 1990). Finalmente, se ha encontrado que los programas de pesas para mujeres pueden mejorar el auto-concepto y auto-estima (Holoway, & Baechel, 1990). No hay razón, entonces, para que las mujeres entrenen de forma diferente a los hombres. En síntesis, al igual que en los varones, es posible diseñar programas de entrenamiento con resistencias para la población femenina que sean efectivos en desarrollar la fortaleza, tolerancia y potencia muscular (Wilmore & Costill, 1994, p. 85).

## **Programas de Entrenamiento con Resistencias para Niños y Adolescentes**

Los programas de entrenamiento con resistencias estructurados con la apropiada duración, intensidad y volumen, son efectivos para promover aumentos en la fortaleza muscular para la población de niños prepúberes. La evidencia científica actual nos indica que los niños/niñas prepúberes y adolescentes pueden involucrarse en los programas con resistencias (que emplean acciones musculares concéntricas con altas repeticiones y una resistencia relativamente baja) sin sufrir lesiones físicas peligrosas (sin efectos adversos en el hueso, músculo esquelético o tejido conectivo), siempre y cuando se tomen las apropiadas medidas de seguridad (Birrer, & Levine, 1987; Blimkie, 1992; Blimkie, 1993; Bar-Or, 1989; Fleck & Kraemer, 1997, p. 200; McArdle, Katch, & Katch, 1996, p. 427; Sale, 1989; Wilmore & Costill, 1994, p. 85; Weltman, 1989).

Estos cambios son el resultado particularmente de adaptaciones neurológicas (Fleck & Kraemer, 1997, p. 202; Ozmun, Mikesky & Surburg, 1994; Sale, 1989). El concepto de adaptación neurológica se refiere al incremento en la capacidad para activar los músculos motores primarios y/o una mejoría en la coordinación de los músculos esqueléticos sinérgicos y antagonistas (Sale, 1989). Posiblemente esto refleja un aumento en el reclutamiento de las unidades motoras (Ozmun, Mikesky & Surburg, 1994; Sale, 1989).

## **Programa de Entrenamiento con Resistencias para Envejecientes**

Durante el proceso biológico normal de envejecimiento, se pierde una cantidad significativa de masa corporal activa (i.e., magra o libre de grasa) (Buskirk, 1985; White, 1995). Este fenómeno es el resultado principalmente de la condición de *sarcopaenia* (pérdida de masa muscular que acompaña el envejecimiento). La *sarcopaenia* ocurre particularmente a raíz de una disminución en la actividad física/ejercicios que manifiestan las personas cuando entran en edad avanzada. Los individuos sedentarios (i.e., que no realizan actividades físicas y/o ejercicios) no activan regularmente los músculos esqueléticos, lo cual induce a una notable atrofia y pérdida de la fortaleza muscular (Buskirk, 1985; White, 1995).

La magnitud de la pérdida de masa muscular que resulta del proceso de envejecimiento puede prevenirse mediante la implementación de un programa de entrenamiento con resistencias en esta población. De hecho, estos programas de entrenamiento producen aumentos en masa y fortaleza muscular en los envejecientes (White, 1995). El mejoramiento de la fortaleza muscular en las personas de edad avanzada mejoran la salud y calidad de vida en estas personas. Por ejemplo, la incidencia de caídas y fracturas óseas, particularmente en la región de la cadera, se reduce dramáticamente como resultado de este aumento en la fortaleza muscular. Consecuentemente, el envejeciente poseerá una vida más productiva, menos dependiente y posiblemente una mayor expectativa de vida (Wilmore & Costill, 1994, p. 85).

## **Programa de Entrenamiento con Resistencias para Atletas**

La meta principal de un programa de entrenamiento para los atletas competitivos es mejorar su ejecutoria o rendimiento en el deporte específico en que participa. Esto quiere decir que las adaptaciones que manifiestan los músculos esqueléticos (aumento en la fortaleza, tolerancia y potencia muscular) que resulta de un programa de entrenamiento con

resistencias deben traducirse en algún beneficio notable en la ejecutoria deportiva. Sabemos que cada deporte posee ciertas necesidades particulares en cuanto a la fortaleza muscular. El entrenamiento con resistencias debe orientarse hacia estos requisitos específicos, de manera que el atleta sea exitoso (o mejore) en su participación deportiva. Esto implica que se debe poseer alguna medida evaluativa para estos atletas puedan cuantificar el grado de ejecutoria deportiva, de suerte que se evalúe la efectividad de los programas de entrenamiento con resistencias para la población atlética (Wilmore & Costill, 1994, pp. 85-85).

---

## **COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS**

La realidad es que no existe un método único/ideal que desarrolle a niveles óptimos la fortaleza muscular. Los estudios científicos indican que se desarrolla efectivamente la fortaleza muscular siempre y cuando el ejercitante sobrecargue los músculos utilizados durante el programa con resistencias. Fleck & Kraemer (1997, pp. 28, 33) sugieren que el entrenamiento isocinético aumenta tanto la fortaleza isocinética como la isotónica y resulta en menos molestia muscular. Según estos autores, el entrenamiento isotónico es superior al entrenamiento isométrica en cuanto respecta al desarrollo de la fortaleza y tolerancia muscular.

---

## **RECOMENDACIONES PRÁCTICAS AL IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS**

El éxito de un programa de entrenamiento con resistencias dirigido a mejorar la fortaleza, tolerancia y/o potencia muscular dependerá de la aplicación de las siguientes sugerencias basadas en datos científicos de la literatura (McArdle, Katch, & Katch, 1996, pp. 429-430)

- 1) Todo principiante debe de evitar el uso de pesos máximos. La realidad es que el levantamiento de resistencias excesivas no proveen estímulos apropiados para el desarrollo de la fortaleza muscular en los comienzos del programa. Además, estas prácticas aumentan las probabilidades de lesiones musculoesqueléticas y articulares.
- 2) Para un adecuado desarrollo de la fortaleza muscular, basta con entrenar a intensidades que flutúen entre 60-80% de la capacidad máxima muscular para generar fuerza (RM). Usualmente, a dichas intensidades se prodrá completar diez (10) repeticiones para un ejercicio dado.

3) Durante los inicios de un programa de entrenamiento con resistencias, se sugiere emplear cargas livianas con un alto número de repeticiones. Por ejemplo, 12 a 15 repeticiones representa un número apropiado para ser empleado por principiantes. Si el individuo es capaz de levantar más de 15 repeticiones, se deberá aumentar la resistencia. Por otro lado, se recomienda reducir el peso si el novicio no puede alcanzar las 12 repeticiones.

4) Una vez ocurran las adaptaciones musculares y neurológicas (aproximadamente entre una a dos semanas) es posible disminuir el número de repeticiones de seis (6) a ocho (8). Se recomienda añadir más resistencia cada vez que se alcance la meta de repeticiones máximas.

5) Por lo regular, se debe entrenar primero los grupos musculares grandes y luego aquellos grupos pequeños. El propósito de esta secuencia es evitar la fatiga prematura de la musculatura pequeña, de suerte que sea posible activar los grupos musculares grandes cuando así se necesiten durante el programa de entrenamiento con resistencias.

6) Se recomienda el uso de una correa para el levantamiento de pesas en los programas de entrenamiento con resistencias que requieran levantar pesos muy cerca de la capacidad máxima del músculo para generar fuerza. Se ha encontrado que el uso de estas correas durante levantamientos pesados (e.g., encucillas ["squats"], levantamiento de peso muerto ["deadlifts"], maniobras de enviones ["clean-and-jerk"]) disminuyen notablemente las presiones intra-abdominales al compararse con aquellos levantadores de pesas que no la utilizan (Harmon, 1989). El uso de una correa podrá reducir el riesgo potencial que producen las fuerzas de compresión sobre los discos intervertebrales durante levantamientos utilizando altas resistencias, tales como aquellos empleados durante eventos de Levantamiento Olímpico. Por otro lado, si el peso no es muy elevado, se recomienda llevar a cabo algún tipo de ejercicio con resistencias sin el uso de esta correa, de manera que se puedan fortalecer los músculos abdominales profundos y se desarrolle el patrón normal

para el reclutamiento de los músculos esqueléticos requeridos para la generación de elevadas presiones intra-abdominales.

7) Aquellos atletas que requieren alcanzar niveles óptimos de fortaleza y potencia muscular para una ejecutoria efectiva durante su fase competitiva (e.g., levantadores de pesos Olímpicos) deben de evitar un entrenamiento paralelo de ejercicios aeróbicos.

Estudios científicos han revelado que cuando estos tipos de entrenamiento se implementan, el desarrollo óptimo de la fortaleza y potencia muscular se ve obstaculizada (Chromiak & Mulvaney, 1990; Dudley & Fleck, 1987; Hortobágyi, Katch, & Lachance, 1991; Sale, MacDougall, Jacobs, & Garner, 1990). ¿Porque ocurre esto?. Se ha hipotetizado que posiblemente este fenómeno sea el resultado de las demandas metabólicas y proteínicas que requieren los ejercicios de tolerancia cardiorespiratoria (e.g., carreras pedestres de larga distancia). Posiblemente, estas alteraciones bioquímicas pueden imponer un umbral para ganancias adicionales de fortaleza/potencia muscular. Se han postulado otras posibles causas para este fenómeno (Chromiak & Mulvaney, 1990; Dudley & Fleck, 1987), a saber:

- 1) sobre-entrenamiento, como consecuencia de esta combinación de ejercicios (alto volumen de entrenamiento);
- 2) dificultades/obstáculos en la organización neuromuscular requerido para un patrón de reclutamiento eficiente de las unidades motoras (e.g., tipos/características de las fibras musculares: I, IIa, IIb) requerido para generar contracciones musculares potentes desde el sistema nervioso periférico o sistema nervioso central, incluyendo una posible transformación de fibras musculares de contracción rápidas a fibras de contracción lentas, lo cual compromete el desarrollo apropiada de la fortaleza muscular;
- 3) alteraciones en las concentraciones hormonales (e.g., testosterona, cortizona, tiroxina) y diferencias en la activación o represión de los diversos procesos anabólicos-catabólicos en la musculatura esquelética;
- 4) alteraciones en las proteínas isoenzimas (e.g., los cambios de la miosina isoenzima de una isoforme rápida a una lenta puede impedir la producción de un alto nivel de potencia). No obstante, aquellas personas que entrenan con el fin de mejorar/desarrollar los componentes de la aptitud física relacionados con la salud, deben continuar con este de tipo entrenamiento combinado.

---

## REFERENCIAS

Allerheiligen, W. B. (1994). Speed development and plyometric training. *Essentials of Strength Training and Conditioning: National Strength and Conditioning Association* (pp. 314-226) Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.

Anderson F. C., & Pandy M. G. (1993), Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. *Journal of Biomechanics*, **26**(12), 1413-1427.

Åstrand, P-O., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*. (3rd ed., pp. 76-79). New York: McGraw-Hill Book Company. 756 pp.

Atha, J. (1982). Strengthening muscle. En: D. I. Miller, (Ed.), *Exercise and Sports Science Review: Vol. 9*. (pp. 1-73). USA: The Frankliln Institute.

Balk, A. (1994). *Entrenamiento de Fuerza: Ejercicios con Máquinas que no Dañan la Columna Vertebral*. (pp. 18-19, 96). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Baltzopoulos, V., & Brodie, D. A. (1989). Isokinetic dynamometry: Applications and liLimitations. *Sports Medicine*, **8**(2), 101-116.

Bar-Or, Oded. (1989). Trainability of the Prepubescent Child. *The Physician and Sportsmedicine*, **17**(5), 65-66, 75-78, 80-82.

Barrios Recio, J. & Ranzola Ribas, A. (1998). *Manual para el Deporte de Iniciación y Desarrollo* (pp. 15-17). Cuba: Editorial Deportes.

Berger, R. A. (1962). Comparison of static and dynamic strength increases. *Research Quarterly*, **33**(3), 329-333.

Birrer, R., & Levine, R. (1987). Performance parameters in children and adolescent athletes. *Sports Medicine*, **4**( ), 211-227.

Blimkie, C.J.R. (1992). Resistance training pre- and early puberty: Efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. *Canadian Journal of Sports Science*, **17**(4), 264-276.

Blimkie, C.J.R. (1993). Resistance training during preadolescence: issues and controversies. *Sports Medicine*, **15**(6), 389-407.

Bobbert, M. F. (1990). Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Medicine*, **9**, 7-22.

Boocock, M. G., Garbutt, G., Linge, K., Reilly, T., & Troup, J. D. G. (1990). Changes in stature following drop jump and post-exercise gravity immersion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *22*(3), 385-390.

Bomba, T. (1990). Periodization of strength: The most effective methodology of strength training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, *12*(5), 49-52).

Bompa, T. O. (1983). *Theory and Methodology of Training: The Key to Athletic Performance*. (pp. 99-212, 216-237) Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.

Bosco, C. (1994). *La Valoración de la Fuerza con el Test de Bosco*. (pp. 11-20, 34). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Bosco, C., Ito, A., Komi, P. V, Luhtanen, P., Rahkila, P., Rusko, H. & Viitasalo, J. T. (1982). Neuromuscular function and mechanical efficiency of leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiologica Scandinava*, *114*, 543-550.

Bosco, C., Tihanyi, J., Latter, F., Feekete, G., Apor, P., & Rusko, H. (1986). The effect of fatigue on store and re-use of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinava*, *128*, 109-117, 1986.

Bowers, R. W., & Fox, E. L. (1992). *Sports Physiology*. (3rd ed., pp. 40-49). Wisconsin: WCB Brown & Benchmark Publishers.

Brooks, G. A., Fahey, T. D., & White, T. P. (1996). *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and its Applications*. (pp. 350-353, 385-406) (2nd ed.). California: Mayfield Publishing Company.

Burskirk, E. R. (1985). Health maintenance and longevity: Exercise. En: C. E. Finch & E. L. Schneider (Eds.), *Handbook of Biology of Aging* (pp. 894-931). New York: Van Nostrand Reinhold Inc.

Campbell, R. LC. (1962). Effects of supplemental weight training on the physical fitness of athletic squads. *Research Quarterly*. *33*(3), 343-348.

Cavagna, G. A. (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. En: *Exercise and Sports Science Review: Vol. 5*. (pp. 89-129).

Cavagna, G. A., Dismna, B, & Margaria, R. (1968). Positive work done by a previously stretched muscle. *Journal of Applied Physiology*, *24*, 21-32.

Cho, D. A. (1993). *Ejercicios Pliométricos* (pp. 7-37). Barcelona, España: Editorial Paidotribo

Cho, D. A. (1984). Plyometric exercise. *National Strength and Conditioning Association Journal*, *5*, 10-12.

Chromiak, J. A., & Mulvaney, D. R. (1990). A review: The effects of combined strength and endurance training on strength development. *Journal of Applied Sports Science Research*, 4(2), 55-60.

Clark, D. H. (1973). Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. *Exercise and Sports Science Reviews: Vol 1* (pp. 73-102).

Dean, E. (1988). Physiology and therapeutic implications of negative work. *Physical Therapy*, 68(2), 233-237).

DeRenne, C., Ho, K. & Blitzblau, A. (1990). Effects of weighted implement training on throwing velocity. *Journal of Sports Science Research*, 4(1), 16-19.

Dick, F. W. (1993). *Principios de Entrenamiento Deportivo*. (pp. 255-258). Barcelona, España: Editorial Paidotribo, S.A.

DiNubile, N. (1991). Strength training. En: N. A. DiNubile (Ed.), *Clinics in Sports Medicine: The Exercise Prescription*. (Vol. 10, No. 1, pp. 33-62). Philadelphia: W.B. Saunders Company.

Dillingham, M. F. (1987). Strength training. En: J. A. Saal (Ed.), *Physical Medicine and Rehabilitation: State of the Reviews - Rehabilitation of Sports Injuries*. (Vol. 1, No. 4, pp. 555-568). Philadelphia: Handly & Belfus, Inc.

Dudley, G. A., & Fleck, S. J. (1987). Strength and Endurance training: Are they mutually exclusive? *Sports Medicine*, 4(2), 79-85.

Duncan, A. (1994). Closed kinetic exercise. *Sports Medicine Update*, 9(2), 13-16.

Fisher, A. G., & Jensen, C. R. (1990). *Scientific Basis of Athletic Conditioning*. (3rd ed., pp. 139-160). Philadelphia: Lea & Febiger

Fleck, S. J., & Falkel, J. E. Value of resistance training for the reduction of sports injuries. *Sports Medicine*, 3(1), 61-68.

Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1997). *Designing Resistance Training Programs*. (2nd ed., pp. 83-91, 200, 202). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.

Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1988). Resistance training: Exercise prescription (Part 1 of 4). *The Physician and Sportmedicine*, 16(3), 160, 162, 165-166, 169-171.

Fleck, S. J., & Schutt, R. C. (1985). Types of strength training. En: G. G. Weiker (Ed.), *Clinics in Sports Medicine: Gymnastics*. (Vol. 4, No. 1, pp. 159-168). Philadelphia: W.B. Saunders Company.

Foss, M. L. & Keteylan, S. J. (1998). *Fox's the Physiological Basis for Exercise and Sport*. (6th ed., pp. 20-26). New York: WCB/McGraw-Hill Companies, Inc.

Graves, J. E., Pollock, M. L., Leggett, S. H., Braith, R. W., Carpenter, D. M., & Bishop, L. E. (1988). Effect of reduced training frequency on muscular strength. *International Journal of Sports Medicine*, *9*(5), 316-319.

Grimby, G. (1985). Progressive resistance exercise for injury rehabilitation: special emphasis on isokinetic training. *Sports Medicine*, *2*(5), 309-315

Grosser, M., Starischka, S., & Zimmermann, E. (1988). *Principios de Entrenamiento Deportivo*. (pp. 62-63). Barcelona, España: Ediciones Martínez Roca, S.A.

Häkkinen, K. (1992). Neuromuscular responses in male and female athletes to two successive strength training sessions in one day. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *32*(3), 234-242.

Hamill, J., & Knutzen K. M. (1995). *Biomechanical Basis of Human Movement*. (p. 97). Baltimore: Williams & Wilkins

Hartman, J. & Tünnemann, J. (1993). *Entrenamiento Moderno de la Fuerza*. (pp. 9-11), Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Hortobágyi, T. Katch, F. I., & Lachance, P. F. (1991). Effects of simultaneous training for strength and endurance on upper and lower body strength and running performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *31*(1), 20-30.

Hunter, G.R. (1985). Changes in body composition, body build and performance associated with different weight training frequencies in males and females. *National Strength and Conditioning Association Journal*, *7*, 26-28.

Kearney, J. T. (1980). Resistance training: development of muscular strength and endurance. En: E. J. Burke (Ed.), *Toward an Understanding of Human Performance* (2da ed., pp. 45-51). New York: Movement Publications.

Kelemen, M. H., & Stewart, K. J. (1985). Circuit weight training: A new direction for cardiac rehabilitation. *Sports Medicine*, *2*(6), 385-388.

Kent, M. (1994). *The Oxford Dictionary of Sports Science and Medicine*. (pp. 138-140, 148, 236-237, 288-291, 339, 350, 373, 427-429, 471, 485) New York: Oxford University Press.

Keohane, L., (1986). An overview of variable resistance exercise. *Physical Education Review*, *8*(2), 125-139.

Knuttgen, H. G., & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sports Science Research*, *1*(1), 1-10.

Knuttgen, H. G., & Komi, P. V. (1992). Basic definitions for exercise. En: P. V. Komi, (Ed.), *Strength and Power in Sports*. (pp. 3-6). Boston Blackwell Scientific Publications.

Komi, P. V. (1992). Stretch-shortening cycle. En: P. V. Komi (ed.), *Strength and Power in Sports* (pp. 169-179). Massachusetts, Boston: Blackwell Scientific Publications.

Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. En: R. L. Terjung, (Ed.). *Exercise and Sport Sciences Reviews: Vol. 12*. (pp. 81-121). New York: McMillan Publishing Co.

Komi, P. V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports*, *10*, 261-265.

Kraemer, W. J., & Baechle, T. R. (1989). Development of a strength training program. En: A. J. Ryan, & F. L., Jr Allman, (Eds.), *Sports Medicine* (pp. 113-127) (2nd. ed.). New York: Academic Press, Inc.

Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (1988). Resistance training: Exercise prescription (part 4 of 4). *The Physician and Sportmedicine*, *16*(6), 69-72, 77, 80-81.

Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (1995). Strength testing: Development and evaluation. En: P. J. Maud, & C. Foster (Eds.), *Physiological Assessment of Human Fitness* (pp. 115-138). Champaign, IL: Human Kinetics Books.

Kraemer, W. J., & Koziris, L. P. (1992). Muscle strength training: Techniques and considerations. *Physical Therapy Practice*, *2*, 54-68.

Kulig, K., Andrews, J. G., & Hay, J. G. (1984). Human strength curves. En: R. L. Terjung, (Ed.). *Exercise and Sport Sciences Reviews: Vol. 12*. (pp. 417-466). New York: MacMillan Publishing Company.

Linderburg, F. A., Edwards, D. K., & Heath, W. D. (1963). Effect of isometric exercise on standing broad jumping ability. *Research Quarterly*, *34*(4), 478-483.

Manno, R. (1991). *Fundamentos del Entrenamiento Deportivo*. (p. 132). Barcelona, España: Editorial Paidotribo, S.A.

Manning, R. J., Graves, J. E, Carpenter, David M., Leggett, S. H., & Pollock, M. L. (1990). Constant vs variable resistance knee extension training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *22*(3), 397-401.

Matveyev, L. (1981). *Fundamentals of Sports Training*. (pp. 32-58, 166-186). Moscow: Progress Publishers.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1996). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. (pp. 426-436) (4th ed.). Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins. 849 pp.

McCollum, J. (1994). Plyometric exercise. *Sports Medicine Update*, *9*(2), 17-21.

Mathews, D. K. (1978). *Measurement in Physical Education*. (p. 91) (5th ed.). Philadelphia: W.B. Saunders Company.

Moffatt, R. J., & Cucuzzo, N. (1993). Strength considerations for exercise prescription. En: American College of Sports Medicine Staff (Ed.), *Resource Manual for Exercise Testing and Prescription* (pp. 337-343) (2nd ed.). Philadelphia: Lea & Febiger.

Morrissey, M. C., Harman, E. A., & Johnson, M. J. (1995). Resistance training modes: specificity and effectiveness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *27*(5), 648-660

Newham, D. J. (1988) The consequences of eccentric contractions and their relationship to delayed onset muscle pain. *European Journal of Applied Physiology*, *57*, 353-359.

Newham, D. J., Jones, D. A., & Clarkson, P. M. (1987). Repeated high-force eccentric exercise: effects on muscle pain and damage. *Journal of Applied Physiology*, *63*(4), 1381-186.

Osternig, L. R. (1986). Isokinetic dynamimetry: Implications for muscle testing and rehabilitation. En: K. B. Pandolf, (Ed). *Exercise and Sports Sciences Reviews: Vol. 14*. (pp. 45-80). New York: Macmillan Publishing Company.

Paulleto, B. (1986). Intensity. *National Strength and Conditioning Journal*, *8*(1), 48-50.

Paulleto, B. (1986). Choice and order of exercise. *National Strength and Conditioning Journal*, *8*(2), 70-72.

Peterson, J. A. (1975). Total conditioning: A case study. *Athletic Journal*, *56*(1), 40-55

Petrofsky, J. S., & Phillips, C. A. (1986). The physiology of static exercise. En: K. B. Pandolf, (Ed). *Exercise and Sports Sciences Reviews: Vol. 14*. (pp. 1-44). New York: Macmillan Publishing Company.

Pila Teleña, A. (1983). *Preparación Física*. (Tomo 3) (5ta ed., pp. 56-57). Madrid, España: Editorial Augusto E. Pila Teleña.

Perrin, D. H. (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment* (p. 6). Champaign, IL: Human Kinetics Books.

Plowman, S. D., & Smith, D. L. (1997). *Exercise Physiology for Health, Fitness, and Performance*. (pp. 472- 478) Boston: Allyn and Bacon.

Polliquin, C., & Patterson, P. (1989). Classification of strength qualities. *National Strength and Conditioning Journal*, *11*(6), 48-50

Powers, S. K., & Howley, E T. (1994). *Exercise Physiology: Theory and Applications*. (2nd ed., pp. 463-466). Dubuque, I.A.: Wm. C. Brown Publishers. 608 pp.

Prochazka, A. (1996). Proprioceptive feedback and movement regulation. En: L. B. Rowell, & J. T. Shepherd (Eds.), *Handbook of Physiology: A Critical, Comprehensive Presentation of Physiological Knowledge and Concepts. Section 12: Exercise Regulation and Integration of Multiple System* (pp. 90-127). New York: The American Physiological Society

Radcliffe, J. C., & Farentinos, R. C. (1985). *Plyometrics: Explosive Power Training* (pp. 1-27) (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics Books.

Rigau, M. A. (Ed.), (1979). *Guía Oficial VIII Juegos Panamericanos*. (pp. 166). San Juan, PR: Manufacturera de Libros, Inc.

Sale, D. G. (1989). Strength Training in Children. En: Gisolfi, C.V. & Lamb, D.R. *Perspectives In Exercise Science and Sports Medicine: Vol. 2. Youth, Exercise, and Sport* (pp. 165-222). Indiana: Benchmark Press.

Sale, D. G. (1991). Testing strength and power. En: J. D. MacDougall, H. A. Wenger, & H. J. Green (Eds.), *Physiological Testing of the High-Performance Athlete* (pp. 21-106) (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics Books.

Sale, D. G., MacDougall, J. D., Jacobs I., & Garner, S. (1990). Interaction between concurrent strength and endurance training. *Journal of Applied Physiology*, *68*(1), 260-270.

Schultz, G. W. (1967). Effect of direct practice and repetitive sprinting and weight training on selected motor performance tests. *Research Quarterly*, *38*(1), 108-118

Stauber, W. T. (1989). Eccentric action of muscles: Physiology, Injury, and adaptation. En: K. B. Pandolf, (Ed). *Exercise and Sports Sciences Reviews: Vol. 17*. (pp. 157-185). Baltimore: Williams & Wilkins.

Stone, M. H., & O'Bryant, H. S. (1987). *Weight Training: A Scientific Approach*. (pp. 137-149). Minneapolis, Minnesota: Burgess International Group, Inc. 361 pp.

Stone, M. H., O'Bryant, H., & Garhammer, J. (1981). A hypothetical model for strength training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *21*(4), 342-351.

Stone, W. J., & Kroll, W. A. (1986). *Sports Conditioning and Weight Training: Programs for Athletic Competition* (pp. 29-31) (2nd ed.). Boston: Allyn and Bacon, Inc.

Stone, M. H., & Wilson, G. D. (1985). Resistive training and selective effects. En: *Medical Clinics of North America: Symposium on Medical Aspects of Exercise*. (Vol. 69, No. 1, pp. 109-122).

Talag, T.S. (1973). Residual muscular soreness as influenced by concentric, eccentric and static contractions. *Research Quarterly*, *44*(4), 458-461.

Thys, H., Faraggiana, T., & Margaria, R. (1972). Utilization of muscle elasticity in exercise. *Journal of Applied Physiology*, *32*, 491-494.

Voss, D. E., Ionta, M. K., & Myers, B. J. (1985). *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: Patterns and techniques*. (3rd ed., pp. xvii, 1). Philadelphia: Harper & Row, Publishers.

Wathan, D. (1994). Training volume. En: T. E. Baechle (Ed.), (1994). *Essentials of Strength Training and Conditioning: National Strength and Conditioning Association* (pp. 447-450) Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.

Wathan, D. (1994). Periodization: Concepts and applications. En: T. E. Baechle (Ed.), (1994). *Essentials of Strength Training and Conditioning: National Strength and Conditioning Association* (pp. 459-472) Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.

Westcott, W. L. (1983). *Strength Fitness: Physiological Principles and Training Techniques*. (Exp. ed., pp. 55-87). Boston: Allyn and Bacon, Inc.

Weltman, A. (1989). Weight training in prepubertal children: Physiological benefit and potential damage. En: O. Bar-Or (Ed.), *Advances in Pediatric Sports Science: Vol. 3. Biological Issues* (pp. 101-129). Champaign, IL: Human Kinetics.

Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*. (pp. 80-86). Champaign, IL: Human Kinetics.

White, T. P. (1991). Skeletal muscle structure and function in older mammals. En: D. R. Lamb, & M. Williams, M. (Eds.), *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine: Vol. 4. Exercise in Older Adults* (pp. 115-174). Carmel, IN: Cooper Publishing Group.

Wrathen, D., & Roll, F. (1994) Training methods and modes, En: T. R. Baechle (Ed.), *Essentials of Strength Training and Conditioning: National Strength and Conditioning Association* (pp. 403-415). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.