

**EFFECTOS DE DOS MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN LA
MUSCULATURA DEL TREN INFERIOR SOBRE LA ALTURA DE SALTO EN TENISTAS DE 15
A 17 AÑOS DEL CLUB TENIS DE CÚCUTA**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE PAMPLONA
2017**

EFFECTOS DE DOS MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN LA MUSCULATURA DEL TREN INFERIOR SOBRE LA ALTURA DE SALTO EN TENISTAS CON EDADES COMPRENDIDAS ENTRE 15 Y 17 AÑOS DEL CLUB TENIS DE CÚCUTA

Trabajo para optar al título de Magister en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

René Leonardo Calderón Lindarte

Autor

Ph.D. Nelson Adolfo Mariño Landazábal

Docente Asesor

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE PAMPLONA
2017**

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1.	PROBLEMA	
1.1	TITULO	
1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	
1.3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	
1.4	OBJETIVOS	
1.4.1	Objetivo General	
1.4.2	Objetivos Específicos	
1.5	JUSTIFICACIÓN	
1.6	HIPÓTESIS	
1.7	VARIABLES	
1.8	POBLACIÓN Y MUESTRA	
1.8.1	Criterios de Inclusión	
1.8.2	Criterios de Exclusión	
1.9	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.10	TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.11	MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	
1.11.1	Evaluación Inicial	
1.11.2	Seguimiento	
1.11.3	Sitio de la Investigación	
1.11.4	Aseguramiento y Control de Calidad	

- 1.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO
- 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
 - 2.1 ESTADO DEL ARTE
 - 2.1.1 Antecedentes Investigativos
 - 2.1.2 Antecedentes Legales
 - 2.1.2.1 Resolución 8430 de 1993
 - 2.1.2.2 Ley 528 de 1999
 - 2.1.2.3 Ley 181 de 1995
 - 2.2 BASES TEÓRICAS
 - 2.2.1 Fuerza explosiva (FM)
 - 2.2.1.1 Fuerza explosiva y sobrecarga
 - 2.2.1.1.1 Zona media y potencia
 - 2.2.1.2 Principales Alteraciones zona media
 - 2.2.1.2.1 Aparato Locomotor
 - 2.2.1.2.2 Aparato Locomotor y potencia
 - 2.2.1.3 Entrenamiento joven
 - 2.2.1.3.1 Entrenamiento jóvenes y potencia
 - 2.2.1.3.2 Organización de las progresiones
 - 2.2.2 Entrenamiento MAXEX (EM)
 - 2.2.2.1 Potencia y FE
 - 2.2.2.2 Programas de FE
 - 2.2.3 Core y potencia
 - 2.2.3.1 Control Neuromuscular

- 2.2.3.2 Métodos de Entrenamiento
- 2.2.4 Fuerza Funcional
- 2.2.5 Método Contraste
- 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS
 - 3.1 RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO
 - 3.2 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
 - 3.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN
- 4. CONCLUSIONES
- 5. DISCUSIÓN
- 6. RECOMENDACIONES
- 7. BIBLIOGRAFÍA
- 8. ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Tabla 2. Propuestas de Entrenamiento

Tabla 3. Clasificación de los participantes en el EM

Tabla 4. Establecimiento de los periodos en función de la fase de entrenamiento

Tabla 5. Modelo de periodización

Tabla 6. Materiales desestabilizadores o inestables más representativos para entrenamiento

Tabla 7. Sistema Entrenamiento

Tabla 8. Equipamiento para el desarrollo de la Fuerza Muscular

Tabla 9. Características generales de la población

Tabla 10. Resultados de la evaluaciones pre-test.

Tabla 11. Ejemplo de progresión de ejercicio mediante el manejo de los niveles de estabilización externa y los incrementos en las demandas de estabilización interna activa

Tabla 12. Clasificación de Niveles de Estabilidad

Tabla 13. Clasificación de los Ejercicios según las posiciones corporales.

Tabla 14. Planificación general de EM

Tabla 15. Planificación mensual de EM

Tabla 16. Planificación de los meso ciclos

Tabla 17. Planificación de micro ciclo

Tabla 18. Resultado de la evaluaciones post-test.

Tabla 19. Numero de repeticiones de las pruebas de fuerza muscular pre y post-test.

DEDICATORIA

Cada triunfo lleva consigo la inspiración y esfuerzo no solo de la persona que triunfa sino también de todas aquellas personas que están siempre a nuestro lado dándonos apoyo, alegría, inspiración y amor constante.

*Por ello dedico este nuevo triunfo de mi vida
A mi hijo Juan David, que es motor diario de amor y alegría para
mi superación personal,
A dora por su apoyo incondicional,
A mis padres, pilares de sabiduría que por ellos es que me encuentro
En donde estoy, gracias a su buen ejemplo y trato tan especial,
Y por último y sobre todo a Dios,
Porque sé, que su mano ha abierto el buen camino que voy
siguiendo.*

INTRODUCCIÓN

Existe abundante evidencia que indica que la participación regular en un programa de entrenamiento con sobrecarga o en un programa de entrenamiento de la fuerza explosiva puede mejorar las medidas de la fuerza y la potencia en jóvenes (para una mayor revisión ver Chu, 1998; Fleck and Kraemer, 2004). Diversos estudios también sugieren que los cambios en el rendimiento en destrezas motoras resultantes de la participación en un programa combinado de entrenamiento maxex y entrenamiento contraste son mayores que con un tipo de entrenamiento por si solo (Adams et al., 1992; Fatouros et al., 2000; Polhemus et al., 1981). De esta manera, se recomienda que los adultos participen tanto en un programa de entrenamiento con sobrecarga como en un programa de entrenamiento pliométrico cuando se desean mayores ganancias en el rendimiento motor.

En niños y adolescentes, está bien establecido que las ganancias en la fuerza y la potencia inducidas por el entrenamiento son posibles mediante su participación en un programa de entrenamiento con sobrecarga (Faigenbaum et al., 1996; Falk and Tenenbaum, 1996). Observaciones más recientes sugieren que el entrenamiento pliométrico también puede ser seguro y efectivo para los niños y adolescentes siempre que se sigan las guías recomendadas para el entrenamiento en estas edades (Chu et al., 2006; Marginson et al., 2005). Por ejemplo, Matavulj et al (2001) hallaron que el entrenamiento pliométrico mejoraba el rendimiento de los saltos en jugadores de básquetbol adolescentes y Kotzamanidis (2006) reportó que el entrenamiento pliométrico mejoraba el rendimiento en saltos y la velocidad de carrera en niños pre púberes. Sin embargo el entrenamiento pliométrico no debe ser el único componente del programa de ejercicios (Bompa, 2000; Chu et al., 2006). Similarmente a lo observado en adultos, se pueden obtener ganancias significativamente mayores cuanto el entrenamiento pliométrico se combina con el entrenamiento de sobrecarga (Adams et al., 1992; Fatouros et al., 2000; Polhemus et al., 1981).

Para nuestro conocimiento, no se han llevado a cabo estudios prospectivos que comparen los efectos del entrenamiento (contraste y maxes) en niños y adolescentes. En estudios previos con jóvenes, se compararon los efectos del entrenamiento pliométrico con la condición de "control" que consistió en el entrenamiento deportivo o clases de educación física (Cosser et al, 1999; Diallo et al., 2001; Kotzamanidis, 2006; Matavulj et al., 2001) o el estudio no contaba con grupo control (Brown et al., 1986). Debido a que los atletas jóvenes con frecuencia son estimulados para realizar estiramientos estáticos antes de realizar ejercicios con sobrecarga (Martens, 2004), sería interesante saber hasta que punto el entrenamiento de contraste y maxes puede proporcionar efectos sobre la altura en salto en este tipo de población. Dada la creciente popularidad de los programas de entrenamiento de la fuerza y acondicionamiento para los jóvenes, y la percepción entre la mayoría de los entrenadores de los beneficios que provee la realización de estiramientos estáticos antes de evento principal (Shehab et al., 2006), es importante determinar el método más eficaz para mejorar el rendimiento físico en niños y adolescentes. Esta información puede ser de gran utilidad para los profesores de educación física, entrenadores deportivos y personal dedicado al cuidado de la salud.

Por lo tanto, el propósito de la presente investigación fue comparar los efectos de un período de 12 semanas de entrenamiento contraste y maxes sobre la altura en el salto de jóvenes adolescentes con edades comprendidas entre 15-17 años. Aun cuando las ganancias iniciales en la fuerza y la potencia debidas al entrenamiento son mediadas principalmente por factores neurales (Fleck and Kraemer, 2004), utilizamos un período de entrenamiento de 12 semanas ya que investigaciones previas han reportado cambios favorables en el rendimiento de jóvenes (Martel et al., 2005; Myer et al., 2005) y adultos (dams et al., 1992; Vossen et al., 2000) luego de seis semanas de entrenamiento con sobrecarga y/o pliométrico. Nuestra hipótesis fue que los efectos combinados del entrenamiento con maxex y contraste resultarían en mejoras significativamente mayores en el rendimiento que el entrenamiento con sobrecarga y otros métodos utilizados.

Identificar y controlar la efectividad de los métodos aplicados para optimizar las cualidades y capacidades en el desempeño deportivo es preocupación constante de profesores, entrenadores y deportistas en el campo deportivo independiente de la disciplina que se practique.

En el tenis como deporte a cíclico requiere de una gran forma física, para combinar momentos de gran explosividad y potencia con pequeños momentos de reposo relativo, la fuerza explosiva en miembros superiores e inferiores que se expresa en el nivel de saltabilidad, y representa una gran ventaja en el deportista, y debe ser un objetivo a desarrollar eficientemente por los entrenadores de este deporte.

En este trabajo el lector encontrará una revisión teórica sobre la fuerza y su manifestación como fuerza explosiva, que en el caso del tenis se expresa en la fuerza explosiva del tren superior y fortalecimiento de la saltabilidad y su eficiencia con los diferentes gestos técnicos. De igual manera la presentación y aplicación de una propuesta respecto a cómo mejorar la capacidad de salto, a través de la aplicación y comparación de un protocolo de entrenamiento con uso de diferentes métodos de entrenamiento, equipamiento de bajo costo, fácil manejo y que minimiza el riesgo de lesión articular, frente al método clásico y referido como el más frecuente y efectivo en el desarrollo de la saltabilidad, la pliometría.

El propósito de este trabajo fue determinar los efectos sobre la capacidad de salto (altura alcanzada y tiempo de ejecución), posterior a la aplicación de un protocolo utilizando dos métodos de entrenamiento (contraste y masex), en comparación con un protocolo de pliometría o multisalto tradicional.

El maestrante en Intervención Integral en el deportista desde la profundización en las diferentes ciencias y disciplinas aplicadas al deporte, está en capacidad de articularlas para abordar un evento relacionado con el deporte. Esto es identificar las diferentes aristas de un problema de investigación para hacer un aporte desde una perspectiva multidisciplinar.

Este trabajo, se llevó a cabo con tenistas de la pre-selección de Norte de Santander, en edades comprendidas de 15 a 17 años. (Sin haber participado en ningún trabajo investigativo anteriormente) el programa de entrenamiento fue derivado de un procedimiento de dos fases que incluye una fase de acondicionamiento físico con cargas de baja intensidad de 10-15 días, ya que los tenistas han estado en continuo entrenamiento, pero no a estas intensidades. El propósito de esta primera fase es familiarizarlos con los nuevos métodos de entrenamiento (contraste-maxex) para cuándo se realice la intervención y el test estén preparados y no se presente inconveniente en su desarrollo. En el estudio se utilizaron dos grupos con evaluaciones pre y post entrenamiento, esto con el fin de determinar si los efectos de dos métodos de entrenamiento (contraste vs maxex) tiene alguna relación sobre la altura en el salto de los tenistas de la pre-selección de Norte de Santander valoradas mediante el rendimiento utilizando el test protocolo de Bosco utilizando la plataforma de saltabilidad (**Axon Jump** (última versión) 4.02.).

A través de las técnicas de la metodología de la investigación se elaboró el siguiente informe que se estructura de acuerdo a los siguientes capítulos:

Según las tendencias nacionales e internacionales se pretenden elaborar el siguiente trabajo de investigación que está conformado en los siguientes capítulos:

En el primer capítulo, se dará a conocer la problemática en general y objetivo de la investigación, así como el tratamiento que se le dan a los objetivos específicos como elementos que marcan el camino para analizar los efectos de los métodos de entrenamiento (Contraste vs maxex) sobre la altura desarrollada en el salto en tenistas de la pre-selección de Norte de Santander valoradas mediante el protocolo de Bosco utilizando la plataforma de saltabilidad (**Axon Jump** (última versión 4.02.) que participaron en el estudio.

En el segundo capítulo, se hace un análisis documental sobre el objeto de estudio desde los términos de entrenamiento utilizando dos métodos el (Contraste vs masex), observando muy pocas investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional pero con la población adulta. En el tercer capítulo, se da a conocer la metodología de investigación, el diseño y utilizándose un cuasi – experimento con intervención de 16 semanas, utilizando el protocolo de intervención para analizar la influencia que tuvo cada método de entrenamiento sobre la altura desarrollada en la altura de salto de los tenistas objeto de estudio, posteriormente por medio de análisis estadísticos fundamentales ver el efecto de cada método y así elaborar una comparación, para finalmente generar una discusión, recomendaciones y conclusiones con relación al objetivo propuesto en el trabajo de investigación.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 TITULO

EFFECTOS DE DOS MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN LA MUSCULATURA DEL TREN INFERIOR SOBRE LA ALTURA DE SALTO EN TENISTAS CON EDADES COMPRENDIDAS ENTRE 15-17 AÑOS DEL CLUB TENIS DE CÚCUTA

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, tanto deportistas como entrenadores e investigadores en las ciencias del deporte buscan el elixir, medios o métodos de entrenamiento para mejorar el rendimiento de los atletas. El deporte de hoy, es excesivamente competitivo y específico, tanto así que ya no podemos hablar de entrenamiento de la fuerza o de la resistencia o de cualquier otra capacidad pues éstas están estructuradas por múltiples manifestaciones las cuales deben ser abordadas de forma individual si se quiere alcanzar el éxito en el deporte.

Los estudios realizados en una extenuante revisión bibliográfica nos permiten abarcar y determinar nuestro estudio investigativo. Tomando deportistas con buen trayecto en el campo del tenis que han seguido diferentes métodos de entrenamiento, para observar con detenimiento los efectos que produce el método (contraste vs maxex) así mismo, podemos definir de acuerdo a los resultados el tipo de entrenamiento más adecuado para aumentar la performance de nuestros atletas en este caso la altura del salto de los patinadores de la pre-selección de Norte de Santander, sin combinarlo con otra clase de entrenamiento, para así no viciar los efectos propios de este, por último definir ventajas o consecuencias beneficiosas de los dos tipos de entrenamiento.

Por lo anteriormente enunciado, se hace obligatorio en nuestro medio, iniciar estudios profundos cuyo objetivo sea reconocer los efectos de los dos métodos de entrenamiento (contraste vs maxex) sobre la altura de salto de la pre-selección de Norte de Santander de Patinaje.

Este problema permite identificar, conocer y diferenciar los efectos positivos y negativos que pueda tener los dos programas de entrenamiento (contraste vs maxex), y así mismo realizar un diferencia

con el grupo control sobre los efectos que tiene el desarrollo de un plan de entrenamiento.

Por estas y otras tendencias actualizadas que resultan de la revisión bibliográfica, y la experiencia como entrenador, surge la necesidad de indagar y formular el siguiente problema científico:

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de dos métodos de entrenamiento de la fuerza explosiva de 16 semanas de duración sobre la altura de salto del tren inferior de tenistas del Club tenis de Cúcuta?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de dos métodos de Entrenamiento de la fuerza explosiva (FE) de 16 semanas de duración sobre la altura de salto AS en tenistas del club tenis de Cúcuta.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Valorar la fuerza del tren inferior con plataforma de contacto.
- Elaborar el programa de FE dirigido a la musculatura del tren inferior para medir la altura del salto de TCT.
- Aplicar los dos métodos de FE de la musculatura del tren inferior en la población elegida.
- Evaluar a los participantes post intervención con la batería de pruebas seleccionadas.
- Contrastar los dos métodos de entrenamiento de FE en la población objeto de estudio
- Comparar los datos obtenidos en la aplicación pre y post intervención según las evaluaciones.

1.5 JUSTIFICACIÓN

El tenis es un deporte exigente que requiere de la buena utilización de las capacidades condicionales y coordinativas podemos mencionar la resistencia, rapidez y coordinación como eje fundamental de quienes lo practican. Donde las demandas físicas son altas ya que tienen un perfil metabólico típico de un deporte de larga duración y baja intensidad donde impera el metabolismo anaeróbico aláctico (ATP-PCr) y el metabolismo aeróbico. En menor medida el metabolismo anaeróbico láctico. Y se convierten en un aspecto fundamental para el proceso de preparación física del deportista. Los partidos, por lo general, son desgastantes y largos, la concentración, la confianza y la fortaleza mental son difíciles de mantener por periodos prolongados de tiempo, así como recuperarlas. Hay altibajos en estas situaciones críticas, propias de este deporte que ameritan el buen funcionamiento del aspecto mental y físico si se desea llegar al más alto nivel en este maravilloso deporte, las superficies de juego son variables. Estos aspectos determinan la duración, el estilo de juego, entre otras. Por otra parte, el calendario anual en casi todos los niveles es muy exigente y hace que los procesos de desarrollo y mantenimiento de la forma deportiva del jugador de tenis involucren más trabajo sobre las capacidades condicionales, a la par de la enseñanza y perfeccionamiento de las habilidades técnicas y tácticas.

El entrenamiento de la fuerza explosiva es un componente determinante del rendimiento en el tenis, pero la manifestación de la fuerza que puede determinar un adecuado desempeño, es la fuerza explosiva, debido a los movimientos que el jugador realiza durante el accionar del punto y más durante la ejecución del saque, elemento técnico de vital importancia en este deporte. La velocidad del saque, dirección, así como su efectividad garantizan resolver diferentes situaciones de juego que pueden marcar la diferencia entre ganar y perder. Sin embargo, es importante que el tenista tenga una buena base de fuerza general, para así poder optimizar la fuerza específica que necesita, en este caso la fuerza explosiva.

En el Club tenis, que se encuentra en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, se practica el tenis y constituye una de las disciplinas deportivas de mayor arraigo entre los miembros de este club; no obstante, se ha detectado que el enfoque que se le da al servicio no es suficiente, por tanto, un porcentaje elevado de atletas presentan serios problemas en la ejecución y potencia del saque, importante elemento dentro del juego. Además, el entrenamiento de la fuerza explosiva no satisface las necesidades reales de los jugadores, ya que los contenidos que se aplican no responden a las mismas, constituyendo un factor fundamental en los pobres resultados obtenidos por los atletas de la categoría en competencias.

1.6 HIPÓTESIS

Hi- Los métodos de Entrenamiento de Fuerza Explosiva (FE) modifica la fuerza de la musculatura del Tren inferior de TCT.

Ho- Los métodos de Entrenamiento de Fuerza Explosiva (FE) no modifica la fuerza de la musculatura del Tren inferior de TCT

1.7 VARIABLES

- **Variable Independiente:**

Intervención de FE: Se sigue el modelo propuesto por Tudor Bompa 2002- Manso 2005 aplicando las consideraciones de Heredia 2012, Diéguez 2007 y Verstegen 2004, con una duración de 16 semanas. La descripción completa de programa se detalla en el capítulo III numeral 3.2.

- **Variable Dependiente principal:**

Fuerza de la musculatura Tren inferior

- **Variable Dependiente secundarias:**

Programa de Entrenamiento FE

- **Variables Ajenas:**

Edad

Peso

Talla

1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA

Veinte y cuatro Adolescentes pertenecientes a la selección de Norte de Santander de Tenis de campo con edades comprendidas entre 15-17 años del Club Tenis de Cúcuta (N de S)

1.8.1 Criterios de Inclusión

- Ser deportista con edad entre 15 a 17 años
- Pertenecer a la Pre-selección Club tenis de Cúcuta
- No tener ninguna patología que le impida participar en el estudio
- Participar voluntariamente en el estudio

1.8.2 Criterios de Exclusión

- Estar en un programa de fuerza explosiva en los últimos tres meses
- Poseer restricción o contraindicación para la participación en ejercicio físico

1.9 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

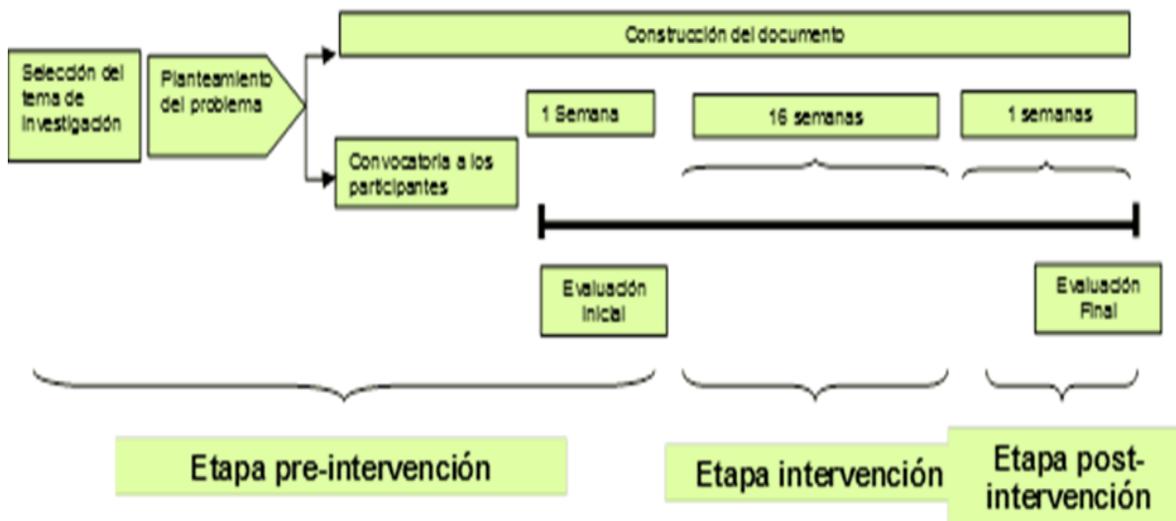
Investigación cuasi-experimental, que es la variante más frecuente de los ensayos controlados. En este caso se eligieron variables independientes y se manipulan sus categorías, hay aleatoriedad en la asignación de los sujetos y se aplica una primera medición intrasujetos, luego se aplica la intervención y se finaliza con la segunda medición (Hernández Sampieri, 2010).

1.10 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Cuantitativa, que permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la estadística. La metodología cuantitativa exige claridad entre los elementos de investigación, desde dónde se inicia hasta dónde termina, el abordaje de los datos es estático y se les asignan significado numérico (Hernández Sampieri, 2010).

1.11 MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Flujograma del Estudio.



1.11.1 Evaluación Inicial: Se aplicaran los siguientes test e instrumentos de medición:

- **Consentimiento informado:** Adaptado del Manual de Lineamientos Técnicos para el Ejercicio Profesional y educación física (ASCOFI, 2008) (Anexo 1).

Ley 3/2001, de 28 de mayo, reguladora del consentimiento informado y de la historia clínica de los pacientes.

- **Formato de Reporte de Caso (Case Report Format - CRF):** Elaborado para la investigación, contiene el compendio de la evaluación médica, test e instrumentos aplicados (Anexo 2).

1.1.1.2. PROPUESTA METODOLÓGICA

El plan de entrenamiento se realizara en un periodo de 16 semanas, aproximadamente desde el (8) de Agosto hasta el (8) de Noviembre de 2016, en las instalaciones del club tenis de la ciudad de Cúcuta.

Cada sesión contara con una duración de (60 a 90 min aprox.). Repartidos de la siguiente forma:

ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO
Calentamiento	10 MIN. Aprox
Ejercicios básicos	15 MIN. Aprox
Ejercicio dinámico	15 MIN. Aprox
Ejercicios de transferencias	20 MIN. Aprox
Sedante (estiramiento)	30 MIN. Aprox

Teniendo en cuenta la población en general y la muestra (50% de la población total), se dividirá el grupo en tres: *El grupo control*, grupo maxex, grupo contraste al cual se le aplicaran los diferentes test propuestos a continuación, pero seguirá con su rutina cotidiana. Y *el grupo Maxex y grupo contraste*, al cual al igual que al otro grupo se le aplicaran los test correspondientes pero en este caso realizaran el plan de entrenamiento que proponemos.

Dentro de las diez y seis semanas de trabajo propuestas, se realizaran tres test de control y evaluación. Repartidos de la siguiente forma; el 1^{ero} la primera semana de trabajo, el 2^{do} la cuarta semana, y el 3^{ero} la última semana.

Para dicha evaluación, se aplicaran los test de:

- Test de Bosco (fuerza Reactiva); Sj, Cm, Dj,
- Test de 1RM con cargas submaxilares (sentadilla) según Epley
- Test para valorar la fuerza en personas sedentarias. Hoeger (citado por George et al, 1996)

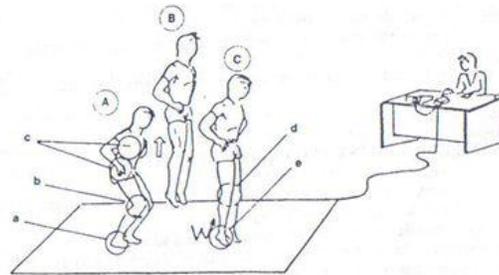
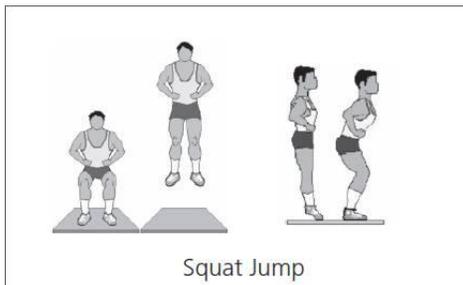
5.4.1 PROTOCOLO: TEST DE BOSCO: Uno de los test para valorar la fuerza reactiva del tren inferior, más utilizado, más recomendado y por lo tanto más útil es el test de Bosco, que en su denominación, propone tres tipos de saltos diferentes que evalúan la fuerza reactiva en sí, utilizando una plataforma de contacto.

Para ello, se sigue el siguiente proceso metodológico:

- * Llenar los datos personales, deportivos, localización y comentario de la persona en el programa correspondiente.
- * Permitir un calentamiento entre 5-10 minutos al sujeto a evaluar, con base en estiramientos de miembros inferiores, saltos simples y repetitivos.
- * Explicación correspondiente de la ejecución de los saltos a realizar.
- * Proceder a la ejecución de los saltos predeterminados en el test de Bosco, para la evaluación de la fuerza reactiva: Contra Movimiento (CMJ- SC), Squat Jump (SJ-SC), Drop Jump (DJ). Teniendo

en cuenta que los saltos más intensos deben dejarse de últimos, y que por cada salto se realizaran tres intentos. Para facilidad en el procedimiento de los datos, realizar los saltos preferiblemente en este orden:

- Squat Jump (SJ-SC): Es un salto restringido de trabajo muscular concéntrico positivo (capacidad reactiva). El sujeto se coloca sobre el tapete o alfombra de contactos con las manos en las caderas o cintura baja y con las piernas flexionadas al nivel de la rodilla a un ángulo Inter.- segmental (Muslo- Pierna) de 90° . Después de mantener la posición por 5" para eliminar la mayor parte de la energía elástica acumulada durante la flexión, el sujeto ejecuta un salto vertical lo más alto posible evitando cualquier contra-movimiento y sin soltarse de las manos, cayendo en la misma posición de los pies y las piernas lo más extendidas posible



Mantiene la posición por 5"

Salto en extensión

- Contra Movimiento (CMJ- SC): Se determina como un salto sin pasos previos en el que se restringe el componente de ayuda de los brazos, para ello durante toda la ejecución del salto las manos se sitúan sobre cintura baja (línea bi-iliocrestal). La ejecución de este debe partir desde dentro de la plataforma y finalizar allí mismo.



- Drop Jump (DJ): Es un salto restringido por la altura de la caída (de 10 cm a 100 cm). Nos permite valorar la capacidad de fuerza refleja, aunque sin poder aislar la participación de los componentes elásticos. El sujeto se deja caer por la gravedad desde una altura (banco pliométrico) avanzando un pie para posteriormente a la caída elevarse lo máximo posible. En este salto se adoptan según (BOSCO, 1994) dos técnicas diferentes: el Bounce Drop Jump (BDJ) o salto

inmediato y el Counter Movement Drop Jump (CMDJ). El primero se le indica a la persona que se eleve tan pronto como sea posible después del impacto inicial y el segundo se le pide hacer lo mismo pero en una forma más gradual mediante una flexión más acentuada (BOBBERT y Col, 1987).

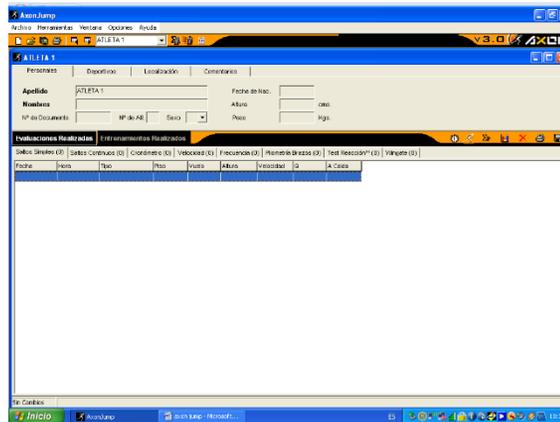


Se debe permitir un breve descanso al menos (tres minutos) al cambiar el tipo de salto.



Banco: altura 50cm

* A continuación, proceder a analizar y comprender los resultados, con la ayuda del programa axón jump:



5.4.2 PROTOCOLO TEST DE 1 RM CON CARGAS SUBMAXIMALES:

Existen algunos autores que determinan el peso máximo a partir de esfuerzos submáximos, como se muestra en la siguiente tabla:

Autor	Determinación de 1 RM
Epley (1995)	$(0.0333 * \text{kilos} * \text{repeticiones}) + \text{kilos}$
Watham (1994)	$100 * \text{kilos} / (48.8 + 53.8^{-0.075 * n^{\circ} \text{repeticiones}})$
Brzycki (1993)	$102.78 - 2.78 * \text{repeticiones}$
Mayhew et al (1993)	$53.3 + 41.8 * e^{-0.055 * \text{repeticiones}}$
Lombardi (1989)	$\sim \text{Kilos} * \text{repeticiones}^{0.1}$
O' Conner et al (1989)	$\text{Kilos} * (1 + 0.025 * \text{repeticiones})$
Landers (1985)	$101.3 - 2.67123 * \text{repeticiones}$

Para el desarrollo de nuestra investigación, utilizaremos la fórmula propuesta por Epley (1995); con el 50% del peso corporal, tratando de realizar el mayor número de repeticiones.

5.4.3 PROTOCOLO PARA VALORAR LA FUERZA EN PERSONAS SEDENTARIAS (Hoeger): En el campo de las poblaciones sedentarias, Hoeger (citado por George et al, 1996), han elaborado la tabla que se muestra a continuación, basado en la puntuación obtenida al realizar un determinado número de repeticiones realizado en movimientos específicos.

Tabla para el porcentaje del peso corporal para utilizar como carga para cada uno de los ejercicios enumerados.

EJERCICIO	HOMBRES	MUJERES
Press de Pierna	65	50
Curl Bíceps femoral	32	25

TABLA DE RESULTADOS HOEGUER

Hoeger (citado por George et al, 1996

TABLA ACUMULATIVA

NIVEL	TOTAL DE PUNTOS
Baja	< 53
Regular	54-65
Buena	66-77
Muy Buena	78-89
Excelente	> 89

Hoeger (citado por George et al, 1996

1.11.2 Seguimiento: Después de la evaluación inicial en la primera semana, se realizará un seguimiento de dieciséis semanas de intervención de FE y al final de la intervención se destinará una semana para la evaluación final.

1.11.3 Sitio de la investigación: Se realizara las evaluaciones e intervención en las instalaciones del Club: Tennis Golf Club. Ubicación: Cúcuta (Norte de Santander). Dirección: Entre puentes Elías M. Soto y San Rafael, vía a Pamplona

1.11.4 Aseguramiento y control de la calidad: Para el desarrollo de la investigación se tendrán en cuenta los siguientes pasos: Calibración de instrumentos y equipos, Estandarización de pruebas, Entrenamiento, Evaluación inicial, Seguimiento, Comprobación y validación de datos, Evaluación final y Análisis de resultados.

- **Calibración de Instrumentos y Equipos:** Inicialmente se realizará la calibración de instrumentos y equipos previos al entrenamiento de las pruebas. Se tendrá en una hoja de vida de equipos para el registro de calibración y mantenimiento preventivo de los mismos.

- **Revisión de instrumentos y estandarización de las pruebas:** Se verificará que todos los datos generados de la observación se hayan registrado en el formato de valoración creado para este estudio, revisando que no queden espacios en blanco, sin enmendaduras o mal diligenciados.

- **Entrenamiento:** El evaluador se capacitará en la realización del protocolo de Bosco en especial el test de Abalacov,

- **Evaluación Inicial:** Las participantes serán valoradas con los test e instrumentos seleccionados para evaluar la potencia muscular.

- **Comprobación y Validación de datos:** El 100% de la información recolectada se transcribirá en una base de datos doblemente diligenciada por dos de los auxiliares de investigación, estas bases de datos serán alimentadas a medida que se obtiene la información; posteriormente se someterá a comprobación en el programa Epidata 3.1; lo anterior con el objetivo de garantizar la disminución de errores de digitación.

- **Evaluación Final:** Se aplicaran los test y pruebas iniciales, para poder hacer la comparación pre y post-intervención.

- **Análisis de Resultados:** Sera realizado con la colaboración de un estadístico de la Universidad de Pamplona en colaboración con el investigador principal.

1.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para análisis se calcularán medidas de tendencia central y de dispersión para las variables cuantitativas y frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas con sus respectivos intervalos de confianza del 95%. Se compararán las características basales de la población de estudio mediante una prueba χ^2 o Test Exacto de Fisher para las variables cualitativas y T test o rango con signos de Wilcoxon para las variables cuantitativas. Para evaluar el efecto del programa de EF se realizará un análisis de varianza ANOVA para determinar los cambios pre-test y post-test. El nivel de significancia será de 0,05. El software estadístico a usar será Stata 11.0.

CAPITULO II

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ESTADO DEL ARTE

2.1.1 Antecedentes Investigativos

Schmidtbleicher (1980 cfr. Letzelter-1990), afirma que este método es el más eficaz para la transformación de fuerza en velocidad tras estudiar el efecto de un trabajo de contraste en el que utilizó series de 1-4 repeticiones con el 90-100% y series de 7 repeticiones con el 30%. No obstante, la mayor parte de los estudios que tratan de analizar el efecto de emplear cargas variadas de entrenamiento de fuerza emplean protocolos mixtos de contracción isométricos y contracciones isotónicas (Mckethan y Mayhew-1974; Toji et al.-1997) Llegándose con los mismos a conclusiones diversas.

Chu (1996) Considera que la alternancia de series y /o ejercicios ligeros y pesados en una sesión de entrenamiento conducen a conseguir mejoras de la potencia en una proporción tres veces superior que los modelos tradicionales de entrenamiento.

Toji et al. (1997), se demuestra que la combinación de trabajo concéntrico con el 30% de la fuerza isométrica máxima (FIM) con el trabajo isométrico máximo (100%) conduce, no sólo a la mejora de la fuerza máxima y a la relación fuerza velocidad contra resistencias elevadas. En este mismo trabajo, se pudo comprobar que el trabajo con resistencias del 30% de la fuerza máxima combinados con contracciones sin carga (Maxex) permitían mejorar la velocidad del movimiento con cargas pequeñas o nulas, así cómo la potencia máxima (en menor proporción)

Tschiene (1997) evaluó el efecto del método de contraste sobre el rendimiento en varios ejercicios de fuerza: salto vertical, lanzamiento hacia atrás, penta salto, hombro, arrancada, sentadilla y press banca. Comprobó que después de 12 semanas en la que los sujetos alternaban en la misma sesión cargas altas (60%-90%) con tijeras (30%), los mayores incrementos se producían en los ejercicios de mayor resistencia (sobrecargas) y no tanto en los saltos, los cuales determinan la reactividad del sujeto. No obstante, entre los ejercicios de fuerza, los más beneficiados fueron los movimientos más explosivos (arrancada o pectoral)

Bosco (1994) expone que “en un estudio realizado a los jugadores de voleibol de la selección Finlandesa (Bosco, 1983) figura 23. Se muestra una mejora sensible después de 8 meses de entrenamiento específico (<0.05-0.01) en el que se ha eliminado el entrenamiento para fuerza

máxima y se ha aumentado el de fuerza explosiva. Al mismo tiempo, se observó una disminución de la fuerza dinámica máxima expresada en función del peso corporal. Lo anterior demuestra que no siempre los valores altos de fuerza máxima favorecen el desarrollo de la fuerza explosiva”.

Bosco (1994) también expresa que “se han realizado investigaciones con atletas de la selección italiana de atletismo que han puesto de relieve que después de un periodo de entrenamiento específico se producía una marcada mejora de la capacidad pliométrica, figura 24 (Bosco y Col. 1984). Además en la tabla 3, se muestra la mejoría de la capacidad neuromuscular de ocho velocistas, de la selección nacional italiana de atletismo”.

Valadés (2007) en su tesis doctoral propone algunas nuevas combinaciones para incrementar la altura del salto y la velocidad del remate, donde en la fase de preparación general se recomienda el uso de ejercicios como son: la sentadilla o cuclillas y el press de piernas, para la fase de preparación específica, se utilizan dos métodos: el entrenamiento con pesas y la pliométrica simple. Mientras, que para la fase precompetitivo, se recomienda el uso de ejercicios pesas con carga ligeras (30-60% de 1 RM) que permitan la realización del salto completo y ejercicios pliométricos. Los ejercicios deben ser con movimientos que provoquen contracciones similares a las de competición.

En la fase de competición, se pretende mantener durante el mayor tiempo posible los niveles de potencia adquiridos en la fase anterior. Como medio de entrenamiento se usa sobre todo ejercicios específicos de competición, alternando sesiones de pesas con cargas altas y ligeras. En el caso concreto del voleibol, se utilizan saltos de remate.

2.1.2 Antecedentes Legales

Para este estudio, se tendrán en cuenta los siguientes referentes legales:

2.1.2.1 Resolución 8430 de 1993

De acuerdo a esta resolución por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, esta investigación se considera con un riesgo menor que el mínimo, porque no se cambian las condiciones del individuo ni hay métodos invasivos para la aplicación del protocolo (Resolución 8430).

2.1.2.2 Ley 528 de 1999

Partiendo que el educador físico basa su actuar en la comprensión y manejo del movimiento corporal humano, como elemento esencial de la salud y el bienestar del hombre, está en capacidad de optimizar o potencializar el movimiento así como a la prevenir y recuperar las alteraciones y habilitar y rehabilitar de manera integral a las personas, con el fin de contribuir al desempeño deportivo y lograr mantener u optimizar la mayor funcionalidad (Ley 528). Las directrices basadas en la evidencia para el manejar FE, se basan en los estudios que analizan los componentes del tratamiento de la terapia física que debe incluir la educación, el ejercicio aeróbico y de fortalecimiento (Nijs, 2010).

2.1.2.3 Ley 181 de 1995

Por la cual se dictan disposiciones para el fomento del Deporte, la recreación, el aprovechamiento del tiempo libre y la Educación Física y se crea el Sistema Nacional del Deporte, en el artículo 4o. permite formular y ejecutar programas especiales para la educación física, deporte, y recreación de las personas con discapacidades físicas, síquicas, sensoriales, de la tercera edad y de los sectores sociales más necesitados creando más facilidades y oportunidades para la práctica del deporte, de la educación física y la recreación (Ley 181).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Fuerza Explosiva (FM)

Fuerza explosiva

También conocido como pliometría o potencia. Se define como la mayor fuerza que actúa en el menor tiempo posible. $fuerza + velocidad = potencia$

La Fuerza explosiva es una manifestación de la fuerza que se basa en generar la mayor cantidad de fuerza posible en el menor tiempo sin perder la eficiencia. Por esta razón este tipo de fuerza es la predominante en la mayoría de los deportes de equipo y en algunas modalidades de deportes individuales.

Existen múltiples métodos de trabajo de la fuerza explosiva, sin embargo, la relación que proporciona un mayor desarrollo del entrenamiento es el trabajo con fuerzas-velocidades intermedias. El objetivo final es buscar de cuánto tiempo dispone en su modalidad deportiva para manifestar la máxima fuerza posible y a partir de allí empezar a trabajar.

Como es lógico pensar, para desarrollar altos niveles de fuerza aumentaremos las cargas altas pero para desarrollar altos niveles de velocidad se requiere cargas bajas. La potencia (fuerza-explosiva como tal) permanece estrechamente relacionada al trabajo con cargas medias (como ya se ha mencionado).

A continuación se presenta una tabla en la cual podemos comparar acciones de fuerza resistencia y fuerza explosiva a través de ejemplos deportivos reales.

Gráfica 5. Fundamentos básicos de la fuerza

FUERZA EXPLOSIVA		
<i>Carga alta</i>	<i>Carga media</i>	<i>Carga baja</i>
-Levantamiento halterofilia. -Recepción salto de esquí y de gimnasia deportiva. -Melé en rugby. -Agarres, levantamientos y empujones en deportes de combate.	-Aceleración en una carrera de velocidad. -Aceleración y cambios de dirección en deportes de equipo y raqueta. -Saltos con poca inercia (gimnasia rítmica, salto de altura). -Lanzamiento de peso.	-Fase de máxima velocidad de una carrera. -Batida de salto de longitud. -Golpeos en boxeo, toques de esgrima. -Lanzamientos y golpeos en voleibol, balonmano, hockey, deportes de raqueta, golf,...
FUERZA RESISTENCIA		
<i>Carga alta</i>	<i>Carga media</i>	<i>Carga baja</i>
-Empujones y agarres en deportes de lucha y en rugby. -Algunos elementos de gimnasia deportiva. -Escalada.	-Primeros segundos de competición en deportes de remo. -Pedalear con pendiente elevada. -Descensos de esquí. -Terreno abrupto en deportes de motor y descenso de BTT. -Vela.	-Todos los deportes con acciones cíclicas. -Descensos en bicicleta. -Deportes de tiro. -Deportes de motor.

Adaptado de Legaz, A. "Fundamentos básicos de la fuerza" en Legaz, A. "Manual del entrenamiento deportivo". Paidotribo

En el entrenamiento de la potencia y gestos explosivos la velocidad de ejecución juega un papel muy importante. Con cargas de solo un 30 – 40% de 1 RM todas las unidades motoras de un músculo se pueden reclutar si la velocidad es la máxima posible, con particular reclutamiento selectivo de fibras rápidas (Enoka, 2002). En el caso del miembro superior el mayor pico de potencia se obtiene con cargas de 30 – 45% del máximo y a un 70% de la máxima velocidad (velocidad máxima o 100% es sin carga). Para miembro inferior la velocidad es también un 70% del máximo pero la carga debe estar comprendida entre 60 – 70% del máximo.

Otro aspecto importante en el entrenamiento de la fuerza explosiva es la pérdida de velocidad con el número de repeticiones debido a la aparición de fatiga. Estudios (Izquierdo et al, 2006a) demuestran que sin importar el porcentaje de carga utilizado luego del 30% de las repeticiones posibles a realizar con determinada carga, la velocidad de ejecución cae más de 10%. De manera que no es conveniente realizar más del 30% de repeticiones posibles antes de la fatiga, para asegurar una óptima velocidad del gesto.

Recordar que la potencia es el producto de la fuerza por la velocidad. El entrenamiento de fuerza con mayores cargas no debe dejarse de lado ya que es el factor que parece tener más adaptabilidad con el entrenamiento. Para tener un entrenamiento completo con todos los aspectos de la fuerza explosiva, debemos tener en cuenta:

- Coordinación intra e intermuscular (altas cargas)
- Fuerza con altas velocidades (bajas cargas)
- Ciclo estiramiento-acortamiento (ejercicios pliométrico)



Tabla 2. Curva Fuerza-Velocidad

Tomado de: Horacio Anselmi CV. (2002).La fuerza y la Potencia muscular. Conceptos para América Latina. Disponible en:<http://es.scribd.com/Carvicab/d/33037068-Conceptos-actuales-2010#download>.

Consultado 05-06-12

El principal cambio mecánico documentado en la literatura y que permite mayor ventaja a los corredores es el aumento de la stiffness muscular. Stiffness muscular se define como el "Grado de resistencia a la deformación de un tejido", la evidencia científica aclara que entre mayor "stiffness" mayor es el rendimiento para el Running.

Mejora la frecuencia de activación de las unidades motoras, esto nos permite activar la mayor cantidad de músculo para determinados gestos deportivos desarrollando una mayor fuerza en la economía de carrera debido al aumento de la stiffness muscular, debido al aumento de la fuerza y de las fibras tipo IIA.

·No requiere de gran espacio físico ni de equipamiento complejo para llevarse a cabo.

Gráfica 6. Fuerza Explosiva

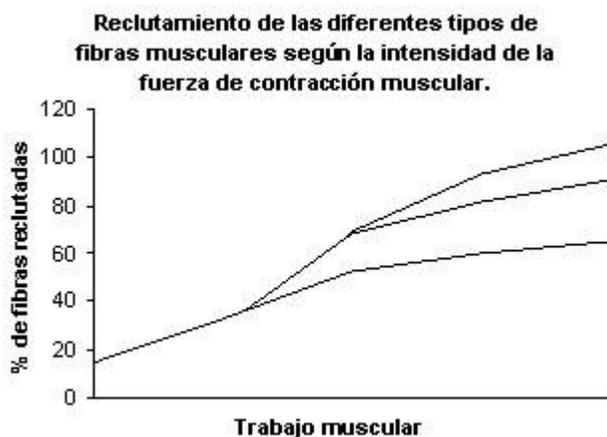


Tomado de: Millea P, Holloway R. (2000). . Am Fam Physician, 1575-1582.

Dentro de las clasificaciones que se realizan en base a las manifestaciones de la fuerza nos encontramos en este caso con la que resulta más significativa con aquellos objetivos deportivos o con beneficios fisiológicos (a partir de la adaptación del organismo) para cualquier individuo, la fuerza explosiva. La fuerza explosiva la podemos definir como la mayor tensión muscular por unidad de tiempo, es decir, la capacidad del sistema neuromuscular de desarrollar elevados grados de fuerza en el menor tiempo posible. Ahora bien... cómo se produce esto? O sea, como nuestro sistema neuromuscular tiene capacidad para ejercer fuerza en poco tiempo? Bueno, para eso debemos tomar en cuenta los factores fisiológicos que a los cuales esta manifestación de fuerza se encuentra relacionada... veamos algunos de ellos:

1. La composición muscular.
2. La frecuencia de impulsos nerviosos.
3. La coordinación intra (sincronización de UM1) e intermuscular.
4. La fuerza máxima y la fuerza de aceleración.

Tabla 3. Reclutamiento tipos de fibras



Tomado de: Juan Renda (2004). Fuerza Explosiva

La fuerza explosiva es una cualidad física deseable que puede entrenarse en forma efectiva mediante el uso de diversos métodos. Esta cualidad particular puede definirse como la capacidad de un atleta para ejercer la mayor fuerza posible en un período de tiempo limitado (37, 46). La fuerza máxima, en sí misma, es una capacidad muy deseada en el deporte, pero poseer una fuerza increíble y tener la capacidad de producirla rápidamente son cosas diferentes. Que un individuo sea fuerte no significa que también sea rápido (46). En la mayoría de los deportes, es más

importante expresar la fuerza en forma rápida que simplemente exhibir la mayor fuerza posible. Los atletas con frecuencia no tienen suficiente tiempo como para desarrollar la fuerza máxima durante la ejecución de movimientos deportivos, y el éxito con frecuencia depende de la tasa a la que se desarrolla la fuerza. Un ejemplo clásico es el lanzamiento de bala en el atletismo. Los lanzadores de bala tienden tener un gran tamaño y ser bastante fuertes, y un lanzador de bala de elite puede realizar el ejercicio de press de banca con más de 180 kg. La fuerza requerida para mover tal carga es mucho mayor que la requerida para lanzar una bala de 7.26 kg y requiere de un tiempo considerablemente mayor para desarrollarla. El tiempo que se necesita para producir la fuerza suficiente para el lanzamiento de la bala es significativamente menor, y el implemento debe dejar la mano del atleta antes de que se alcance el nivel de fuerza requerido para levantar una carga de 180 kg en el ejercicio de press de banca. El aspecto más crítico de este evento es cuanta fuerza puede desarrollarse en el tiempo en que la bala permanece en la mano del atleta. Esto no quiere decir que la mejora en la fuerza máxima no ayude al rendimiento en el lanzamiento de la bala, pero dicha mejora han mostrado mejorar el rendimiento solo hasta cierto nivel al comienzo de la carrera de los atletas, luego de lo cual la fuerza explosiva se vuelve la cualidad más importante (46). Predeciblemente, los atletas y entrenadores están muy interesados en hallar formas de mejorar la fuerza explosiva. Durante muchos años, los entrenadores y atletas han utilizado diferentes enfoques para entrenar esta cualidad. Entre los métodos más comunes se puede incluir el levantamiento de pesas, el cual ha recibido el respaldo tanto desde la investigación como desde la práctica. Sin embargo, el levantamiento de pesas está lejos de ser el único método disponible para desarrollar la fuerza explosiva y; dependiendo de las circunstancias, otros métodos pueden ser mucho más efectivos.

2.2.1.1 Fuerza explosiva y la sobrecarga

Una de las vías más populares para desarrollar la fuerza explosiva es utilizar los ejercicios derivados del levantamiento de pesas. Entre estos ejercicios derivados se incluyen variantes del arranque y del envión, que pueden ser movimientos parciales, diferentes combinaciones de ejercicios o ejercicios híbridos. Muchos entrenadores y atletas han utilizado estos ejercicios como parte de sus entrenamientos para desarrollar la fuerza explosiva.

Hori et al (27) hallaron que la utilización de los ejercicios del levantamiento de pesas en el entrenamiento tenía un efecto positivo sobre el rendimiento en deportes tales como el fútbol americano, el básquetbol, el vóleybol y el atletismo de pista y campo. Estos autores hallaron que los atletas entrenaban mejor mediante el uso de movimientos que implicaban una rápida aceleración contra una resistencia aplicada a través de todo el rango de movimiento sin que hubiese una

intención de desacelerar el movimiento hacia el final del mismo. La fase de tirón del arranque y el envión, así como también el segundo tiempo de potencia exhiben el mismo patrón de aceleración específico del deporte. La cinética y la cinemática del tirón y del segundo tiempo son bastante similares a las observadas en diversos movimientos deportivos (27). Es importante señalar que el atleta nunca desacelera la barra durante el tirón, sino que lo hace la gravedad, y el atleta acelera la barra hacia arriba hasta la completa extensión. Esta acción hace que los movimientos del levantamiento de pesas, desde un punto de vista biomecánico, sean de gran utilidad para el entrenamiento de atletas que participan en deportes tales como el fútbol americano, el básquetbol, el vóleybol y el atletismo de pista y campo (27). Otros estudios han hallado una relación entre el entrenamiento con movimientos del levantamiento de pesas y el rendimiento en saltos verticales. El rendimiento durante la realización de saltos, medido por ejemplo con el test de salto vertical, ha mostrado estar relacionado con el rendimiento deportivo (3, 7, 8, 17, 26, 36). Uno de estos estudios, llevado a cabo por Canavan et al (9), comparó los movimientos de arranque de potencia colgante y el salto vertical con contramovimiento, hallando similitudes en lo referente a la potencia máxima, el tiempo hasta alcanzar la potencia máxima, la potencia relativa, la fuerza máxima y el tiempo hasta alcanzar la fuerza máxima. Garhammer y Gregor (18) reportaron que la fuerza de reacción contra el suelo durante el arranque es similar a la observada durante un salto vertical con contramovimiento. Stone et al (41) hallaron que el arranque es biomecánicamente similar al salto vertical y también hallaron que el entrenamiento con movimientos del levantamiento de pesas mejoró el rendimiento en el salto vertical. Carlock et al (10) reportaron altas correlaciones entre el rendimiento en ejercicios del levantamiento de pesas y el rendimiento en salto vertical, y lo mismo se reportó en dos estudios llevados a cabo por Häkkinen et al (23, 24). En un estudio llevado a cabo por Tricoli et al (42), los autores compararon un programa de entrenamiento que utilizó los ejercicios del levantamiento de pesas con un programa de entrenamiento en donde se utilizaron sentadillas y ejercicios pliométricos (entrenamiento de contrastes). Se realizaron tests para determinar la fuerza (1 repetición en media sentadilla), la potencia (salto vertical con contramovimiento y salto en largo), y la velocidad (esprint en 10m). Los sujetos que llevaron a cabo el entrenamiento de contrastes mejoraron solo en los tests de salto vertical con contramovimiento y de una repetición en media sentadilla, mientras que aquellos que entrenaron con los ejercicios del levantamiento de pesas exhibieron mejoras en todos los tests. El grupo que realizó los ejercicios del levantamiento de pesas tuvo un mejor rendimiento en el test de salto con contramovimiento en comparación con el grupo que entrenó con el método de contrastes. Interesantemente, el grupo que utilizó el método de contrastes tuvo un mejor rendimiento en el test de media sentadilla, pero no en los otros tests (42). En un estudio llevado a cabo por McBride et al (32) se reportó que los atletas que participaban en el levantamiento de pesas exhibieron una mayor fuerza pico durante la realización de saltos sin carga, de saltos con una carga de 20 kg en saltos con una carga de 40 kg

que los sujetos participaban en el levantamiento de potencia. En las tres condiciones de salto, la potencia pico producida durante los saltos verticales también fue significativamente mayor en los levantadores de pesas que en los levantadores de potencia. Durante un test de salto vertical desde sentadilla (ejecutado con cargas del 30%, 60% y 90% de 1RM en sentadilla), la fuerza pico fue significativamente mayor en los levantadores de pesas que en los levantadores de potencia con las cargas del 30% y 60%, mientras que la potencia pico fue significativamente mayor en el grupo de levantadores de pesas solo con la carga del 30%. Los autores concluyeron que, los levantadores de potencia eran tan fuertes como los levantadores de pesas, pero que exhibían un menor rendimiento en los tests de potencia y fuerza explosiva. Estos resultados podrían sugerir que el levantamiento de pesas es una forma efectiva para mejorar la velocidad de salto, la potencia de salto y la altura de salto en comparación con el entrenamiento de la fuerza que no involucra dichos ejercicios.

En términos de seguridad, el entrenamiento con ejercicios del levantamiento de pesas ha mostrado estar relativamente libre de lesiones. Hamill (25) reportó que los levantadores de pesas experimentan menos lesiones que los atletas que participan en deportes tales como el básquetbol, el fútbol americano y la gimnasia (25). El arranque, conjuntamente con el envión, son formas de ejercicio seguras siempre que se realice una buena instrucción (11, 39). La tasa de lesiones para los levantadores de pesas ha mostrado ser tan baja como 0.0017 lesiones por cada 100 horas de participación (40). En comparación, el básquetbol tiene una tasa de 0.3 lesiones por cada 100 horas, y el atletismo de pista y campo tiene una tasa de 0.57 lesiones por cada 100 horas (40).

Tabla 4. Entrenamiento Fuerza Explosiva

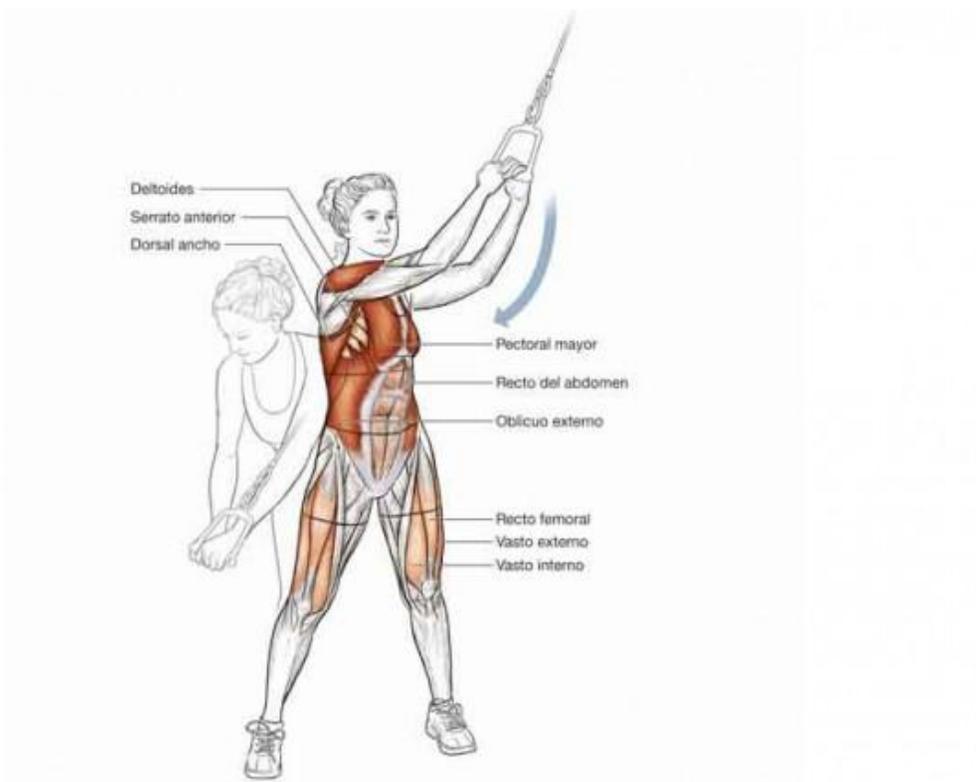
Entrada en calor dinámica	2-3 minutos			
Entrada en calor específica del levantamiento de pesas	2-3 minutos			
Arranque de potencia	Semana 1 - Sesión 1			
	% de 1RM	Reps por Serie	Pausa entre Series	Información
Entrada en calor	70	1	1:30	Utilizar series agrupadas (2 + 2), 15 segundos de pausa entre cada grupo de 2 repeticiones
	72	4	2:00	
	72	4	2:00	
	75	4	2:00	
	75	4	2:00	
	75	4	2:00	

Tomado de: Bumpa (2004). La fuerza. Capítulo II En: Propuesta para aumentar la potencia Pág. 36.

2.2.1.1.1 Zona media y Potencia

Durante la última década, se han popularizado los programas de entrenamiento de la zona media, debido a la creencia de que la fuerza y la resistencia de la zona media son elementos importantes para mantener la salud de la espalda baja, la estabilidad dinámica y estática del tronco (zona media), prevenir lesiones (especialmente en la espalda baja y en las piernas) y para la producción y transferencia de energía desde el tronco o pelvis hacia las extremidades, en tareas básicas y en movimientos deportivos específicos. A pesar de la prevalencia del entrenamiento de la zona media, aun no hay acuerdos universales en cuanto a lo que constituye el entrenamiento y tampoco respecto a la definición de estabilidad de la zona media.

Gráfica 7. Sensibilización Central en la FM

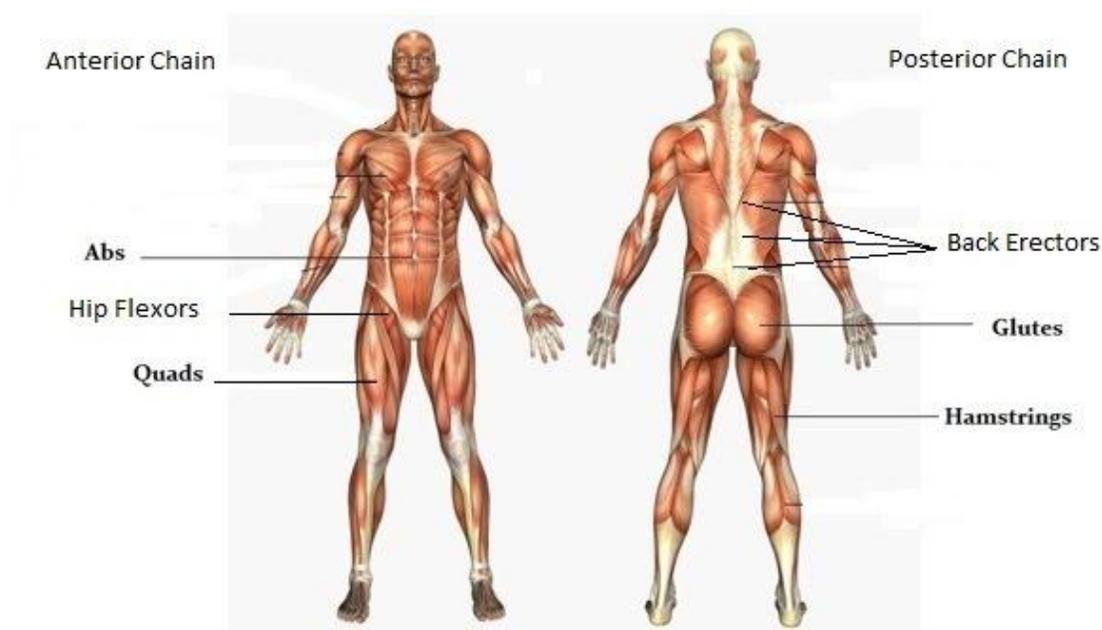


Tomado de: Horacio Anselmi (2004). Fuerza y Potencia Muscular. Pág. 37.

2.2.1.2 Principales Alteraciones en la ZM

Una mala postura a menudo es un indicador de un abdomen débil. Los músculos que forman el abdomen y la espalda baja ayudan a estabilizar tu pelvis y la espina dorsal, lo que mantiene la parte superior de tu espalda y tus hombros en una posición neutral. Si a estos músculos les falta fuerza, especialmente cuando se trata de los músculos que corren a lo largo de tu espina dorsal, es más probable que tengas una mala postura.

Gráfica 8. Alteraciones de Neurotransmisores en la ZM



Tomado de: Calvo I. Debilidad formas de dolor musculoesquelético. Protocolos diagnósticos y terapéuticos en pediatría. Pág. 39. Recuperado de:

<http://www.telefonica.net/web2/acofifa/medicos/pediatrica.htm>

Consultado 12-09-12.

- **Alteraciones Musculares:** Evidencias clínicas indican que el músculo es el "órgano diana" en la FM. Los pacientes tienen dificultades para mantener un ejercicio intenso con exacerbación posterior del dolor y suelen estar aeróbicamente desaconicionados. También presentan disminución de la fuerza, resistencia y relajación muscular. En estos pacientes la fuerza de agarre

se encontró que se reduce en un 40% ($P < 0,01$) en comparación con los valores de los controles, la fuerza máxima contráctil voluntaria de la mano también disminuyó significativamente en un 26% ($P < 0,05$); en una prueba de resistencia estática para el hombro, los pacientes de FM mostraron una disminución de 63% ($P < 0,004$) en el rendimiento en comparación con controles, la fuerza máxima isométrica e isocinética de extensión de la rodilla fue significativamente menor en un 58% al 66% y el 41% a 51%, respectivamente, en comparación con un grupo de controles sanos ($P < 0,01$) y las biopsias musculares han mostrado hallazgos habituales en personas sedentarias y con falta de entrenamiento muscular (Tabla 5) (Olsen, 1998).

A pesar de haber sido intensamente buscadas, nunca se han visto reacciones inflamatorias en el músculo, los últimos estudios especulan con una posible disminución de la oxigenación, cambios en la microestructura muscular consistentes en la fragmentación del ADN y cambios en el tamaño y número mitocondrial (Spratt, 2004) y con el contenido de colágeno o que puede favorecer la predisposición a lesiones musculares (Gronemann, 2000)

Musculo estudiado	Hallazgo histológico	Autor
Varios incluyendo el Trapecio	Fibras moteadas (comidas de polilla), fibras rojas rasgadas, mitocondrias anormales	Henriksson, 1982
Trapecio	Cambios leves, no diferentes de los controles	Yunus, 1989
Cuádriceps	Morfología banda de caucho	Bartels, 1986
Cuádriceps	Morfología banda de caucho	Jacobsen, 1991
Cuádriceps	Duplicación de las membranas, mitocondrias anormales, endotelio capilar engrosado	Drewes, 1993
Cuádriceps	Reducción del número de capilares	Lindh, 1995

Trapezio	Compromiso de la circulación capilar	Bengtsson, 1989
Trapezio	Número anormal de mitocondrias, reducción de capilares, endotelio capilar engrosado	Lindman, 1993

Tomado de: Olsen NJ, Park JH. (1998). Skeletal Muscle Abnormalities in Patients with Fibromyalgia. The American Journal of the Medical Sciences, 315(6), 351-363. Pag 352.

También las anomalías en el metabolismo muscular han mostrado que los niveles de PCr y ATP fueron significativamente más bajos en las muestras de trapecio de los pacientes de FM en comparación con los controles ($P < 0,001$). Dado que los niveles de creatina se incrementaron en el trapecio FM, las alteraciones estaban presentes sólo en los puntos sensibles del trapecio, en la Gráfica 9 se aprecian las zonas dolorosas marcadas con flechas. La reserva de energía o del denominado potencial de fosforilación (PP) y la capacidad oxidativa total (V_{max}) para los grupos de FM y control se calcularon usando los P-31 de datos de MRS. El PP media fue significativamente menor en el grupo de FM que en los controles (145 mmoles^{-1} y 378 mmoles^{-1} , respectivamente, $P < 0,01$). Así mismo, el V_{max} fue estadísticamente menor en los pacientes en comparación con los controles (124 y 220, respectivamente, $P < 0,0007$). Estos datos son consistentes con un deterioro de la fosforilación oxidativa y la síntesis de ATP en los músculos de los pacientes de FM, y se puede traducir en fatiga. Adicional a esto observó la aparición de un fosfodiéster (PDE), que consiste en varios fosfodiésteres diferentes asociadas con las membranas celulares del músculo. (Olsen, 1998).

En general, el mal estado bioenergético de los músculos de FM puede ser debido a los reducidos niveles de ATP y PCr, la reducción de las reservas de energía (PP) y la capacidad oxidativa (V_{max}) y niveles anormales de PDE, todo lo cual podría resultar de la fosforilación oxidativa en la mitocondria alterada. La presencia de anomalías en la estructura y la bioquímica del músculo en la FM muestran múltiples interacciones que pueden tener repercusiones en los síntomas

clínicos con cinco anomalías histológicas y cuatro grandes problemas fisiológicos o bioquímicos principales (Tabla 6) (Olsen, 1998).

Tabla 6. Factores musculares

Anomalías Histológicas		Anomalías Bioquímicas
Morfología banda caucho Disminución en números capilares Endotelio capilar engrosado Anormalidad mitocondrial Daño de la membrana del sarcolema	Fatiga Debilidad	Bajos niveles de ATP y PCr Disminución capacidad oxidativa (Vmax) Disminución de la difusión de Oxígeno Aumento de fosfodiésteres de membrana

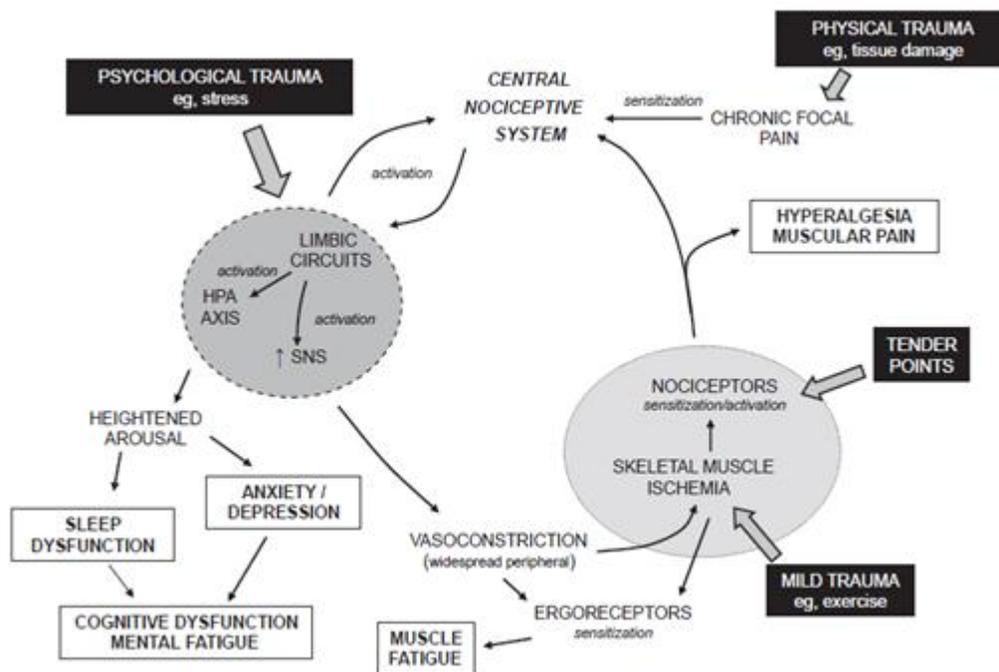
Tomado de: Olsen NJ, Park JH. (1998). Skeletal Muscle Abnormalities in Patients with Fibromyalgia. The American Journal of the Medical Sciences, 315(6), 351-363. Pag 358.

- Disautonomía:** En la FM suele haber alteraciones funcionales del sistema nervioso autónomo. El compromiso del sistema nervioso simpático se manifiesta por anomalías de la microcirculación cutánea (vasoconstricción) que podrían explicar, la sensibilidad de los puntos característicos de la FM. Mediante la prueba de la mesa basculante a menudo se detecta una hipotensión ortostática asociada a una hiperactividad simpática cardíaca que persiste durante el sueño pero que, paradójicamente, disminuye con el estrés (Thomas, 2006). Se demostró que la disfunción autonómica por medio de estudios circadianos de la variabilidad del ritmo cardíaco y / o prueba de la mesa basculante puede ser una explicación para los síntomas de lupus presentes en algunos pacientes con FM (Martínez-Lavín, 1999).
- Alteraciones Neuroendocrinas:** Se han encontrado alteraciones hormonales, como mala respuesta de las glándulas suprarrenales para la liberación de corticoides, déficit de liberación

durante el sueño de somatomedina C (mediadora de la hormona del crecimiento), lo que podría limitar la capacidad de esta última, para reparar los microtraumatismos musculares fisiológicos. Así, ante diferentes tipos de stress los pacientes con FM no liberarían suficiente cantidad de cortisona e igualmente tendrían disminuidos los niveles de hormona de crecimiento (Rubio, 2004).

Actualmente se sabe que los receptores periféricos sensibles al óxido nítrico de los canales iónicos (ASIC1a) crean microambiente ácido (Gráfica 10). Además, elevada actividad ASIC1a es necesaria para el desarrollo y mantenimiento de la sensibilización central. De hecho, los puntos gatillo miofasciales activos presentan bajos umbrales de dolor de presión en comparación con las personas con dolor o sin la presencia de sólo los puntos desencadenantes latentes. Ellos también demostró la diferencia in-vivo del músculo con niveles significativamente elevados de sustancia P, gen de la calcitonina péptido relacionado (CGRP), bradiquinina, factor de necrosis tumoral- α (TNF- α), interleucina-1 β (IL-1 β), la serotonina y la norepinefrina en la región cercana de puntos gatillo miofasciales activos en el músculo trapecio superior. En general, el pH era significativamente menor en los puntos gatillo activos. También hay un gran cuerpo de evidencia que demuestra el papel del SNC; en primer lugar, el sueño no REM se altera en pacientes con FM y está asociada con la severidad de los síntomas (Light, 2012; Podolecki, 2009; Sumpton, 2008).

Gráfica 10. Fisiopatología



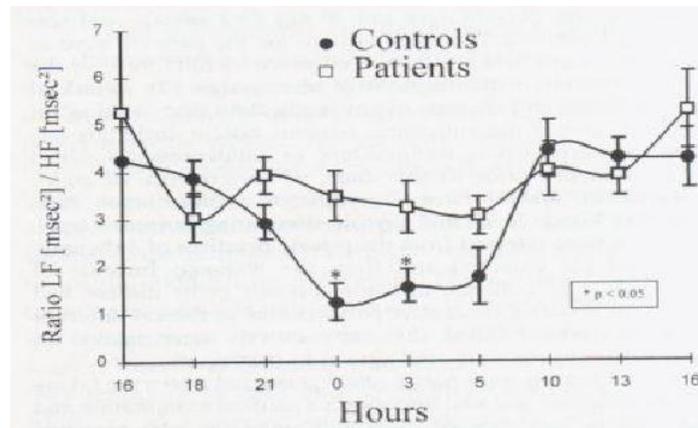
Tomado de: Lawson K. (2008). Treatment options and patient perspectives in the management of Neuropsychiatric Disease and Treatment, 4(6), 1059–1071.

Debido a la sensibilización del SNC y periférico, el dolor continuo en los pacientes con FM provoca cambios de plasticidad que puedan sostener el dolor y por lo tanto, mantener un ciclo continuo que es responsable de la cronicidad y condición refractaria de la enfermedad. Es entonces razonable suponer que los pacientes con la enfermedad tendrán el dolor mayor y más resistente. Por lo tanto, es importante para determinar el grado de los cambios del SNC en pacientes con FM en cuanto a las intervenciones una guía para esta condición. En este contexto, el diagnóstico de la sensibilización central y periférica es muy importante porque las neuronas de la médula espinal que normalmente sólo se activan por estímulos nocivos son ahora activadas por estímulos nocivos que normalmente no lo son, un fenómeno conocido como alodinia. El mismo razonamiento se puede aplicar a la falta de sueño, trastornos psicológicos y otros factores desencadenantes de la recurrencia de los síntomas.

- **Alteraciones:** Los pacientes no llegan a los estadios profundos del sueño (Fase IV), siendo esta la fase "reparadora" del descanso, al observar intrusiones de ondas α en momentos en que no deberían estar presentes. Es decir, en los pacientes con FM, no se produce la desaparición de las ondas α del electroencefalograma (presentes durante la vigilia) durante la fase IV del sueño no REM, cuando deberían de predominar las ondas delta que son más lentas. Esta anomalía se conoce como "sueño alfa-delta", y no es un fenómeno específico de la FM, sino que puede verse también en la artritis reumatoide, personas con estrés emocional por accidentes automovilísticos o laborales, enfermedades febriles, y síndromes post-virales, como el síndrome de fatiga crónica (Millea, 2000).

Las personas con FM han disminuido en las 24 horas, la variabilidad de la frecuencia cardíaca debido a un predominio creciente nocturno de las oscilaciones de la banda de baja frecuencia en consonancia con una modulación simpática exagerada del nodo sinusal (Gráfica 11). Esta cronobiología anormal podría explicar las alteraciones del sueño y la fatiga que se producen en este síndrome y su relación con insuficiencia cardíaca autonómica, mayor riesgo de eventos cardiovasculares y la mortalidad (Da Cunha Ribeiro, 2011). El análisis espectral de la variabilidad del ritmo cardíaco puede ser una prueba útil para identificar a los pacientes con FM que tienen disautonomía (Martinez-Lavin, 1998).

Gráfica 11. Estudios Circadianos de la Frecuencia Cardíaca



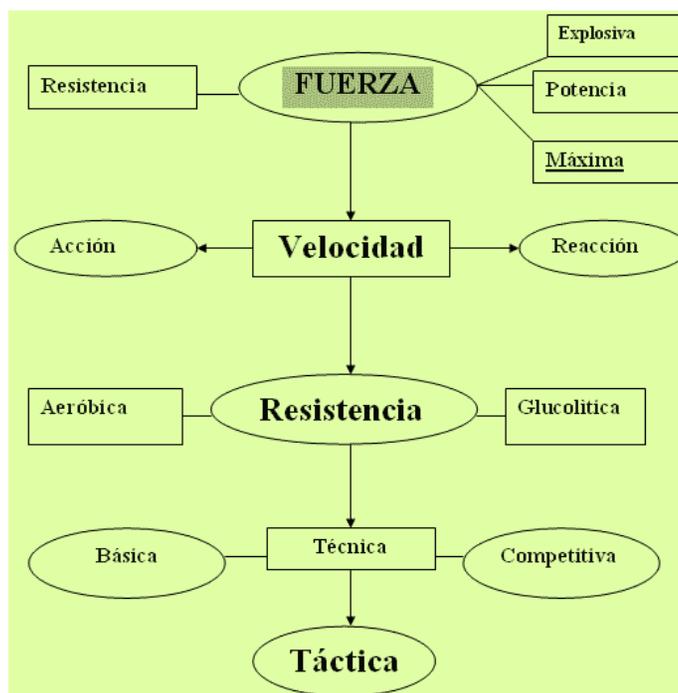
Tomado de: Martínez-Lavin M, Hermosillo AG, Rosas M, Soto ME. (1998). Circadian studies of autonomic nervous heart rate variability analysis. *Arthritis Rheum*, 41(11),1966-1971.

La asociación entre la falta de sueño no-REM y los síntomas de FM podría estar relacionada con una anomalía en la transmisión de serotonina. De hecho, se ha demostrado que el p-clorofenilalanina (PCPA), un inhibidor central de la síntesis de serotonina, puede inducir síntomas similares a la FM. Los estudios de neuroimagen han mostrado que en comparación con los controles sanos, los pacientes con FM tienen un cambio en el flujo sanguíneo cerebral regional relacionada con el dolor de ciertas estructuras, incluyendo los núcleos del tálamo. Una imagen magnética transcraneal mostró cambios de excitabilidad motora de la corteza en los sistemas de excitación e inhibición en los pacientes con FM (comparado con el controles) que son similares a los cambios encontrados en los pacientes con otros trastornos de dolor crónico, como la artritis reumatoide (Rubio, 2004).

- **Alteraciones Psicológicas:** La FM coincide con los trastornos psiquiátricos en que no hay una evidencia suficiente de alteraciones anatómicas, histológicas, o bioquímicas que justifiquen el cuadro clínico (Gráfica 12). Por ello, durante años ha existido la tentación entre muchos profesionales de clasificarla como un trastorno psicológico o psiquiátrico. Esto ha comenzado a cambiar en los últimos años gracias a la participación de la neuroendocrinología en la investigación de la FM, que ha permitido describir las alteraciones bioquímicas anteriormente citadas. Los pacientes con FM presentan un alto nivel de ansiedad y depresión, no obstante hay que tener en cuenta que esto es habitual en cualquier persona con un problema de dolor crónico. Por otra parte,

son mayoría los investigadores que piensan que los factores psicológicos no son causas ni necesarias ni suficientes de la enfermedad. En un grupo de pacientes ambulatorios, encontró que solo el 31% tenían una "alteración psicológica", un 33% tenía un perfil psicológico normal y un 36% presentaba una alteración típicamente vista en todos los enfermos que presentan dolor crónico, como cáncer o lumbalgias (Thomas, 2006).

Gráfica 12



Tomado de: Vadillo. (2006).El Ciclo Fuerza Explosiva. NSCA. Recuperado en:

<http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 10 - N° 81 - Febrero de 2005

Consultado 28-09-12.

Entrenamiento de fuerza: El alto desarrollo alcanzado por los deportistas nivel mundial, exige una renovación de los viejos métodos de entrenamiento, aplicando de forma racional diferentes vías, para dar solución a los objetivos propuestos durante los ciclos de preparación para las competiciones, nacionales, internacionales u olímpicas, teniendo presente los novedosos avances

de la ciencia y la técnica en función de los altos logros deportivos sin dañar la salud de los atletas y mejorando su longevidad deportiva.

El aumento de la importancia de la ciencia en la solución de los problemas metodológicos de entrenamiento juega un papel determinante en la elevación de los resultados de los atletas, pues un entrenador que no sea capaz de conjugar los procesos fisiológicas que ocurren en el organismo durante la aplicación de una carga con la estructuración de su ciclo anual, mensual, semanal o diario, no será capaz de alcanzar un resultado acorde con las exigencias del deporte moderno.

Según Toni Nett un entrenador debe tener conocimientos de anatomía, fisiología del deporte, biomecánica, medicina deportiva, psicología y así mismo estadística, física matemática y computación, además de todo esto deberá estar al día en los conocimientos profesionales (Citado por Verjoschanky, 2002)

En muchos años se ha cuestionado el entrenamiento con pesas sin embargo, pocos han sido los argumentos científicos que han podido demostrar que este medio en la educación de esta capacidad la cual es determinante en el desarrollo deportivo de cualquier competidor sea perjudicial para el organismo.

El control del peso, la intensidad, las repeticiones, la correcta ejecución de los ejercicios, entre otros factores, propiciarán el mejoramiento en el rendimiento en las diferentes direcciones de fuerza.

La fuerza no se puede ver aislada de ningún componente de la preparación, ya que la misma revierte gran importancia en el mejoramiento de las demás capacidades físicas, además de ser un eslabón fundamental en el entrenamiento de la preparación técnica y táctica de los deportistas.

La relación entre la fuerza y las demás direcciones de entrenamiento propiciara de forma ascendente el crecimiento de los resultados deportivos, así como el logro de deportistas con menos posibilidades de traumas o posibles lesiones producidas por los bajos índices de fuerza muscular, lo cual es muy frecuente en los competidores de taekwondo, por las características competitivas de este traumático deporte.

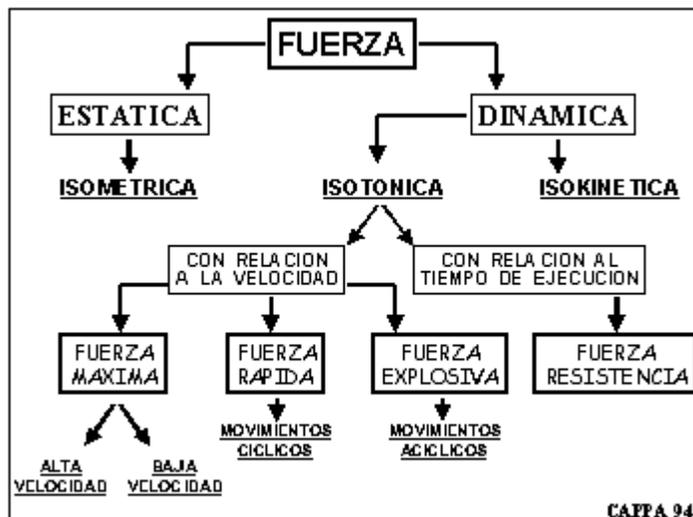
La fuerza influye indiscutiblemente en el mejoramiento de las demás capacidades físicas, e incluso en las cualidades técnico y tácticas de los competidores, así como sostiene gran relación con la ausencias de lesiones de diferentes índoles en lo s atletas dentro del ciclo de preparación.

2.2.1.2.1 Aparato Locomotor

- Síntoma más característico, intenso y diseminado, siendo las localizaciones más comunes: región lumbar (94%), cuello (93%), hombros (90%), rodillas (75%), y pared torácica (71%) (Grafica 13). Se ha descrito la existencia de factores moduladores del dolor: Suele empeorar con el frío y climas desfavorables, con el estrés, y con la actividad física. Por el contrario, habitualmente mejora con el calor local, el reposo, masajes y ejercicios de estiramiento.

- Se observa en el 76% de los pacientes, y es de duración prolongada (90 minutos o más).
- **Sensación subjetiva de inflamación articular:** La siente el 40% de los pacientes y las parestesias u hormigueos (en miembros o difusas) el 36%.

Gráfica 13. Fuerza explosiva miembros inferiores

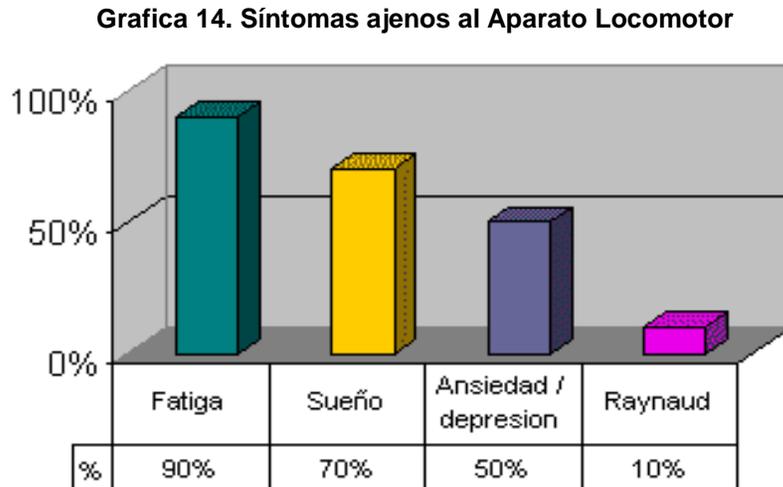


Tomado de: Rubio J, Paredes JA (2004). Propuesta de modelo fisiopatológico facial. Pág. 12.

2.2.1.2.2 Aparato Locomotor y potencia

- **Fatiga:** principalmente matutina referida por el 80%-90% de los pacientes. Esta fatiga está presente tanto en la realización de ejercicios como en trabajos sencillos. El paciente “siempre está cansado”, y cualquier actividad le supone un esfuerzo físico considerable (Gráfica 14).
- **Alteraciones:** Como ansiedad, depresión y estrés (30-70%). Podrían estar relacionadas con la intensidad del dolor. Existe una gran evidencia de que la depresión mayor se asocia con la FM. Los síntomas de astenia, trastornos del sueño y trastornos cognitivos que son característicos de la FM también están presentes en la depresión. La presencia de antecedentes de depresión se halla en el 50-70% de los pacientes con FM.
- **Trastornos del sueño:** Presentes entre un 56%-72%. Tienen dificultades para conciliar el sueño, y este es extremadamente "ligero". Es, además, un sueño no reparador, puesto que se levantan "como si les hubieran dado una paliza", o bien "más cansados de lo que se acostaron".
- **Fenómeno de Raynaud y Sequedad bucal:** Dos síntomas habituales en las enfermedades del tejido conectivo, se encuentran en alrededor de un 10%. Está claramente comprobada la

asociación de la FM con otros síntomas funcionales como Colon Irritable, cefaleas tensionales, dismenorreas primarias y vejiga Irritable.



Tomado de: Rubio J, Paredes JA (2004). La Fibromialgia desde un punto de vista clásico. Capitulo I En: FIBROMIALGIA Propuesta de modelo fisiopatológico facial. Pág. 14.

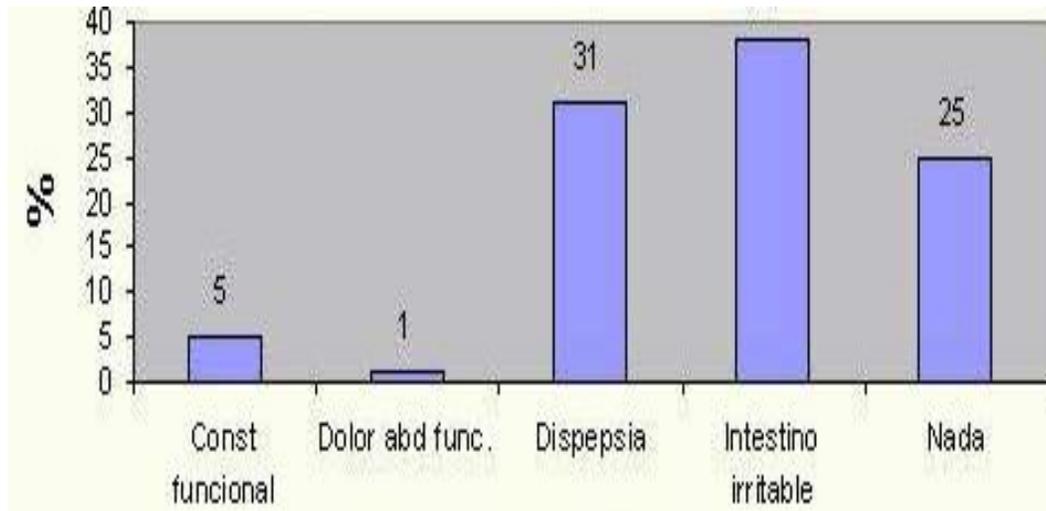
En los últimos años, diversos investigadores han planteado una posible asociación de la FM con los trastornos funcionales digestivos (TFD) ó trastornos funcionales gastrointestinales (TFG) (ver Tabla 6), definidos como "una combinación variable de síntomas gastrointestinales crónicos o recurrentes que no se explican por anomalías estructurales o bioquímicas". Se cree que estos síntomas son multideterminados y que varían según las influencias culturales, sociales, interpersonales y psicológicas. La pobre asociación del dolor y la motilidad gastrointestinal con la mayoría de los TFD, sugiere que el dolor podría deberse a anomalías de la sensibilidad visceral. Estos pacientes tienen un menor umbral para el dolor en respuesta a la distensión intestinal y describen las sensaciones intestinales de manera diferente a los sujetos sanos. Estos hallazgos coinciden con la teoría que los TFD son el resultado de la desregulación de la actividad sensitivo-motora intestinal y del sistema nervioso central. Ambos sistemas estarían unidos por circuitos mejor conocidos como el "eje cerebro intestinal" (Rubio, 2004).

Localización Alteración	
Trastornos esofágicos	Globus
Síndrome de rumiación	
Dolor torácico funcional de origen esofágico	
Pirosis	
Disfagia	
Trastornos gastroduodenales	Dispepsia funcional
Aerofagia	
Trastornos intestinales	Síndrome de intestino irritable
Distensión abdominal funcional	
Constipación funcional	
Diarrea funcional	
Dolor abdominal funcional	
Trastornos biliares	Disfunción de la vesicular
Disfunción del esfínter de Oddi	
Trastornos anorrectales	Incontinencia funcional
Dolor anorrectal funcional	
Disquesia	

Tomado de: Rubio J, Paredes JA (2004). desde un punto de vista clásico. Capítulo I En.: Pág. 15.

De entre todos estos trastornos, parece demostrado que los más frecuentes son la dispepsia y el intestino irritable (Gráfica 15).

Grafica 15. Distribución de trastornos Digestivos en la FM

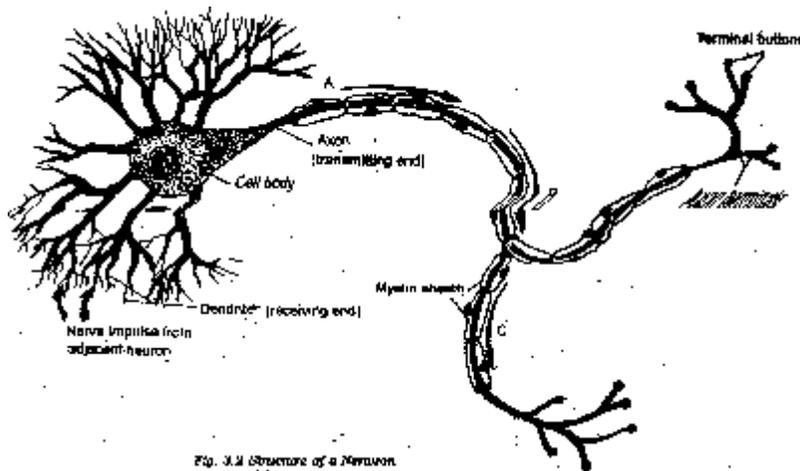


Tomado de: Rubio J, Paredes JA (2004). desde un punto de vista clásico. Pág. 15.

2.2.1.3 Fuerza Explosiva

Para que exista un apropiado intercambio de los líquidos corporales debe haber una correcta movilidad de los tejidos para que no se altere la microcirculación y por tanto el equilibrio de Starling (equilibrio en la dinámica capilar, cuando las fuerzas que intercambian los fluidos entre los espacios intravasales e intersticiales –hidrostática y colodsmotica- son iguales). Como consecuencia, se altera el tejido conectivo y se produce un conjunto de reacciones con el progresivo endurecimiento de la sustancia fundamental y acumulación de toxinas al tiempo que no se garantiza una adecuada nutrición de los tejidos (Grafica 16). Esta isquemia del tejido conectivo (fascia) tiene devastadoras consecuencias (Rubio, 2004):

Gráfica 16. Historia Natural del Dolor Miofascial en la FM



Tomado de: Rubio J, Paredes JA (2004).. Capítulo II. Pág. 39. Entrenamiento neuromuscular

El deterioro de la calidad de las fibras musculares provoca producción excesiva de colágeno conllevando a una fibrosis del tejido que da lugar a la formación de áreas de atrapamiento y compromiso vascular de las estructuras contráctiles de la zona, es decir, una situación de contracción isquémica dolorosa debido a la estimulación de receptores vaniloides. El mecanismo fisiopatológico (hipomovilidad seguido de alteración trófica y posterior isquemia) tiene implicaciones clínicas complejas puesto que las terminaciones sensitivas libres son atrapadas y el paciente empieza a experimentar fenómenos de hipersensibilidad local. Conllevando a un fenómeno de “sensibilización central” que facilita las reacciones referidas al segmento espinal, dando como respuesta una hipertonía en los músculos paravertebrales en el mismo nivel.

El estado de hipertonía paravertebral conduce necesariamente a su hipomovilidad con lo cual se inicia un nuevo ciclo de entrecruzamientos patológicos en las fibras de colágeno de la musculatura axial. La instauración de varios puntos de atrapamiento miofacial provoca daño celular, liberación de ATP y manifestación dolorosa por estimulación de receptores purinérgicos. Adicional a esto el tono facial puede estar influido y regulado por el estado del sistema nervioso autónomo, así como también el cambio a raíz de un estímulo mecánico del sistema facial podría producir un efecto sobre el sistema nervioso autónomo en general y sobre todos los órganos regulados por él en particular.

Llama la atención en la clínica de la FM, la distribución de los puntos de dolor. La aplicación del modelo facial a la FM, permite justificar el porqué de esta distribución tan característica. Según Barnes, cuando un segmento corporal deja de recibir un estímulo adecuado logra patrones de

atrapamiento facial descrito como un proceso patológico en el que se produce una deficiente circulación que limita el suministro de nutrientes hacia la sustancia fundamental del tejido conectivo, con su consiguiente desidentificación y alteración en la cantidad de movimiento. Estos patrones de atrapamiento pueden ser atrapamientos superficiales que se encuentran, por lo general, cerca de las superficies óseas, en inserciones musculares en los huesos y se forman durante el proceso de transmisión de impulsos mecánicos compensadores y los atrapamientos profundos que implican entrecruzamientos faciales de grandes masas musculares.

Las zonas de atrapamiento miofacial son muy sensibles y dolorosas a todo tipo de estímulo logrando que la región afectada quede hipomóvil favoreciendo la acumulación adiposa, alterando las propiedades del tejido conectivo y perpetuando la disfunción. Schleip en 2002 determinó puntos en los que es más frecuente el atrapamiento faciales y los denominó “puntos de hipersensibilidad” o “tender points”, los cuales coinciden con los puntos recomendados para la exploración de la FM. Por tanto, los “tender points” son zonas de atrapamiento facial que usualmente coinciden con protuberancias óseas, concluyendo así que se trata de atrapamientos superficiales (Rubio, 2004).

- Análisis del dolor diseminado: Según se ha demostrado en el punto anterior, el modelo facial puede justificar la distribución de puntos de hipersensibilidad en el paciente con FM. No obstante, los criterios ACR especifican que en dicha patología debe concurrir además una historia de dolor diseminado e intenso que afecte a columna y miembros. Para que este modelo facial sea válido, es necesario que pueda dar respuesta a esta segunda manifestación dolorosa.

Es imposible explicar una lesión del sistema facial y sus consecuencias basándose solamente en el aspecto estructural de la lesión. Para afrontar correctamente este análisis es necesario contemplar también el aspecto funcional. El proceso de adaptación a raíz de un traumatismo (físico o emocional) y la consiguiente adaptación cambia la forma del funcionamiento muscular. En condiciones normales, para realizar un determinado movimiento, se utilizan grupos musculares específicos, según patrones de movimiento preestablecidos para cada persona y cada condición. (Así, por ejemplo, cada persona tiene una forma característica de caminar y podemos identificarla a gran distancia por sus movimientos.)

Como consecuencia de los atrapamientos faciales, se acelera el proceso de formación de entrecruzamientos patológicos entre moléculas de colágeno de distintas láminas faciales lo que provoca una restricción en el deslizamiento relativo de las mismas. Las restricciones en una región determinada pueden causar una reducción de la amplitud del movimiento en otras zonas (debido a la continuidad del sistema facial) de forma que se alteran los patrones de movimiento. Así los movimientos de otras zonas serán también menos efectivos, menos precisos y supondrán mayor

gasto energético. Esto provoca una progresiva sobrecarga en diferentes segmentos del aparato locomotor. Como consecuencia se produce una alteración en la calidad del movimiento.

En resumen, las áreas de fijación superficial facial actúan como focos desde los que se generan bandas de tensión que se extienden hacia otras estructuras. Como resultado se produce una excesiva sollicitación en las regiones del cuerpo que se extienden desde el foco de la disfunción. Un mismo paciente en el que concurren varios puntos de atrapamiento facial (puntos de hipersensibilidad), tiene varios focos desde los que se generan bandas de tensión las cuales pueden cruzarse o solaparse. Físicamente, estas bandas de tensión se representan mediante vectores fuerza. Cuando en un mismo campo se manifiestan varios vectores fuerza como los descritos, los puntos de aplicación en los que coinciden dos o más de ellos sufren una tracción mantenida en varias direcciones lo cual puede dañar el tejido si se supera su límite elástico.

Hay que tener en cuenta que según se vio al principio de este estudio, los paquetes de fibras se orientan paralelos a la línea de acción de las fuerzas mecánicas. Esto les permite trabajar correctamente a tracción, pero las hace muy vulnerables a fuerzas que no sean paralelas a su orientación así como a fuerzas de cizalla como las que se producen al someter a las fibras a un campo de fuerzas multidireccional (Gráfica 17).

Grafica 17. Distribución de Atrapamiento en la FM

Tomado de: Rubio J, Paredes JA (2004). Una aproximación facial a la Fibromialgia. Capítulo II En: FIBROMIALGIA Propuesta de modelo fisiopatológico facial. Pág. 33.

En el modelo fisiopatológico que se propone, de cara a homogeneizar la terminología, se ha llamado a estos puntos “de tensión mantenida multidireccional” o PTMM. Debe de tenerse en cuenta que estos “puntos” no se manifiestan aisladamente puesto que las líneas de tensión que se originan en los focos de atrapamiento se cruzarán en varios puntos. De esta forma, lo que nos encontraremos en el paciente serán “áreas de tensión mantenida multidireccional” ó ATMM en las cuales los tejidos estarán sometidos a una tensión multidireccional constante.

El tejido facial ha sido desconocido en comparación con el tejido muscular (quizás por ello la mayoría de estudios sobre la FM se dirigen al músculo). Una de las razones de esto es la propia definición que se da de la fascia como un tejido pasivo de tejido conjuntivo fibroso que cubre los músculos (Rubio, 2004). Por el contrario, la microestructura muestra que existe una abundante red nerviosa y células musculares lisas propias. La red nerviosa incluye la presencia de receptores de Golgi (acorde con las investigaciones donde solamente un 10% de los receptores de Golgi se

encuentra en los tendones, el 90% restante se encuentra en la porción muscular de la unión miotendinosa, en cápsulas articulares, ligamentos y fascia), corpúsculos de Pacini (atribuyendo por tanto a la fascia sensibilidad a la vibración), órganos de Ruffini (por tanto la fascia también es capaz de responder a impulsos lentos y presiones sostenidas) y un tercer grupo de receptores; las terminaciones nerviosas libres de fibras sensitivas tipo III (mielínicas) y tipo IV (no mielinizadas); también hay receptores del dolor, los cuales son responsables de varios tipos de sensaciones dolorosas de origen miofacial (estos son los elementos sobre los que se asienta el modelo fisiopatológico facial de la FM) (Rubio, 2004; Pilat 2003; Latash 1998).

Dentro de las funciones del sistema facial, Andrzej Pilat las resume en:

- **Función de protección:** Permite mantener la integridad anatómica y conservar su forma más conveniente. Esta elasticidad permite ser elemento de protección contra traumatismos, actúa como amortiguador y sistema de dispersión de impactos gracias a su capacidad deformante, aunque si el traumatismo es severo puede sobrepasar el límite elástico de la misma (Pilat, 2003).
- **Función de formación de compartimentos corporales:** La fascia compartimenta, pero también supone un elemento de integración de todos los elementos corporales puesto que cada capa o parte facial está unida a otra formando así una red continua que conecta todo el organismo (Pilat, 2003).
- **Función de revestimiento:** Constituye una especie de red continua que conecta todos los elementos del cuerpo, pero a la vez también une los grupos funcionales con otros anatómicamente muy separados entre sí. Este sistema constituye soporte, del aparato locomotor, sistemas nervioso, vascular y linfático. Adicional es un elemento “elástico” que reviste todas las estructuras del cuerpo y por tanto es el soporte del equilibrio postural (Pilat, 2003).
- **Función de coordinación hemodinámica:** El sistema venoso y el sistema linfático son estructuralmente inestables puesto que no disponen de elementos estructurales propios de suficiente rigidez. La fascia suple ambas carencias, por un lado proporcionando consistencia y elasticidad y por otro trabajando como una bomba auxiliar que colabora en el envío sangre y linfa desde la periferia hacia el corazón y los ganglios linfáticos respectivamente (Pilat, 2003).

2.2.1.3.2 La disfunción postural

Los pacientes FM pueden experimentar desequilibrio por afectación de los músculos esqueléticos de los ojos, pueden experimentarse náuseas o “confusión visual” al conducir, leer o seguir objetos visualmente. Los músculos lisos del ojo también pueden ocasionar otros problemas de foco. Adicional a ello, algunos pacientes con FM sufren de “hipotensión postural de origen neurológico” evidenciándose al ponerse de pie, desencadenando una disminución súbita de la presión arterial y frecuencia cardíaca; produciendo mareos, náuseas y dificultad para pensar con claridad. Según V. Janda, por criterios histológico-funcionales, los músculos pueden ser posturales o hiperactivos y físicos o inhibidos (Tabla 8). Los músculos posturales responden al prolongado estrés mecánico con tensión y progresiva retracción, mientras que los músculos físicos responden con un progresivo debilitamiento creando compensaciones funcionales y por tanto una alteración de la postura (Rubio, 2004; Pilat ,2003).

Tabla 8: Clasificación histológico-funcional de Janda

TIPO DE MÚSCULO	RESPUESTA AL ESTRÉS	EJEMPLOS
Posturales (hiperactivos)	Tensión + Progresiva retracción	Angular de la Escapula Isquiotibiales
Fásicos (inhibidos)	Debilitamiento	Dorsal Ancho Abdominales

Tomado de: Rubio J, Paredes JA (2004). Capítulo I propuesta de modelo fisiopatológico facial. Pág. 48.

El mecanismo de disfunción facial con la alteración postural donde el trabajo muscular sufre una alteración en la biomecánica instaurando una zona de atrapamiento facial, es por ello que los músculos sufren un proceso de estrés mecánico debido a las restricciones de la miofascia. Estos músculos responden al estrés según se lo permitan sus condiciones histológicas (músculos posturales o fásicos) bien con retracción, bien con debilitamiento. Estas respuestas tónicas o fásicas establecen la nueva “postura” del individuo (Rubio, 2004).

En la Gráfica 18, se detallan los siguientes puntos de disfunción facial primaria mencionados por Rubio en 2004:

- 1- Suboccipital: Fascia cervical posterior.
- 2- Trapecio: Fascia de las fibras superiores del trapecio.
- 3- ECM: Fascia del ECM (miofascia).
- 4- Interés capular: Atrapamiento entre las capas faciales del músculo angular del omóplato y el trapecio.
- 5- 1ª y 2ª costillas: Restricción en el sistema facial de escalenos y pectorales.
- 6- Bajo ap. Xifoides: Fascia del diafragma.
- 7- Charnela dorsolumbar: Alteración en el sistema posterior oblicuo de estabilidad funcional (SPOEF) por atrapamiento entre planos de trapecio y dorsal ancho.
- 8- Lumbarbaja: Fascia toracolumbar por engrosamiento adiposo de la fascia del músculo dorsal ancho. Influencia en el SPOEF.
- 9- Inf. Cresta ilíaca: SPOEF.
- 10- Trocantérea: SPOEF a través de disfunción a nivel de la fascia superficial de la región trocantérea.
- 11- Cara lateral rodilla: Atrapamiento banda iliotibial a nivel de la rodilla.
- 12- Maléolo externo: Atrapamiento de la fascia superficial a nivel de los maléolos.
- 13- Aquílea: Atrapamiento entre planos fasciales del triceps sural.
- 14- Maléolo interno: Atrapamiento de la fascia superficial a nivel de los maléolos.
- 15- Cara medial rodilla: Fascia del compartimento medial de los isquiotibiales.
- 16- Borde ext. triángulo de scarpa: Planos fasciales de recto anterior, sartorio y aductores.
- 17- Epicondílea: Restricción fascial entre planos de los extensores de muñeca y dedos.
- 18- EpitrocLEAR: Restricción fascial entre planos de los flexores de muñeca y dedos.

2.2.2 Entrenamiento Maxex (EM)

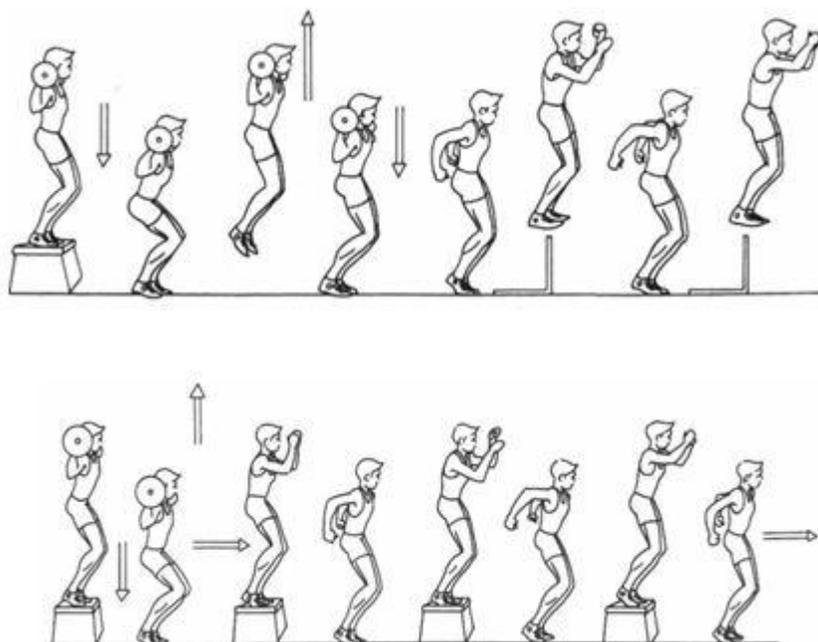
En la actualidad hay muchas variantes de formas del entrenamiento para incrementar la potencia y la velocidad, dentro ellos se destacan en la actualidad, el método Maxex diseñado por Tudor Bompa (2000) y el Método de Influencia Variable (1981) que es una propuesta elaborada por Kusnetsov, que constituyen métodos muy divulgados en la literatura, pero no se conocen de propuestas que integren ambos métodos como vía para el incremento de la resistencia a la saltabilidad y la velocidad en el ataque en el voleibol.

Según Bompa (2000) “los métodos de fuerza máxima pueden combinarse con ejercicios pliométricos, valorando este autor, que ejercicios de tensión máxima pueden convertirse en ejercicios de alta explosividad, si se saben combinar de forma adecuada”.

Este nuevo método que combina la fuerza máxima con ejercicios de explosividad denominado por el autor como entrenamiento Maxex, había sido investigado por Matveiv (1983), Vittori (1990) y Cometti (2000), entre otros.

El mismo Bompa (2000) considera que la dosificación del método Maxex, debe realizarse con intensidades de cargas del 40-60 % de 1RM, número de repeticiones: de 4 a 6 y número de series: es 1 a 4 con la intensidad de descanso entre series es de 2 a 3 minutos.

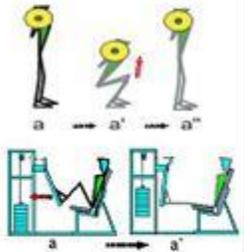
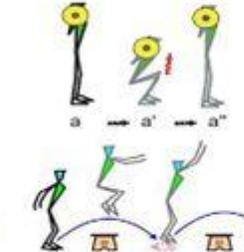
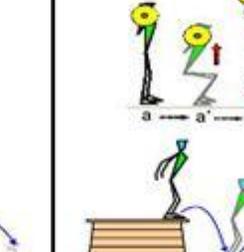
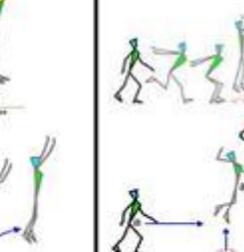
Tabla 9. Método Maxex adaptado por Bompa (2000)



Tomado de: Heredia, JR. (2012c). Revisión y Fundamentación del Entrenamiento Maxex aplicados programas de salud. Córdoba Material principal G-SE. Postgrado en Entrenamiento de la Potencia.

Primera Edición.

Grafica 19. Entrenamiento para mejorar la altura del salto

Fuerza máxima	Fuerza explosiva y elástico explosiva	Fuerza reactiva	Gesto real
- Hipertrofia (6RM) - Factores nerviosos (1-3RM)	- Potencia (30-60% 1RM) - Pliometría bajo impacto	- Pliometría alto impacto	- Saltos específicos
			
- Sentadilla - Prensa piernas	- Sentadilla - Multisaltos (CMJ)	- Saltos con sobre peso - Drop jump	- Salto remate

Tomado de: Heredia JR, Isidro F, Peña G, Chulvi I; MataF. (2010). Evolución en las propuestas para el entrenamiento saludable de la musculatura lumbo-abdominal (CORE). EFDeportes.com, Revista Digital.

Tabla 10. Ejercicios método Maxex

Salto con pesas	Saltos sobre vallas	Remate del balón
		
Empuje de fuerza	Saltos sobre vallas	Remate del balón
		

Tomado de: Heredia JR, Costa MR, Abril MM. (2012). Criterios para la observación, control y corrección de Ejercicios de musculación para la Salud. EFDeportes.com, Revista Digital.

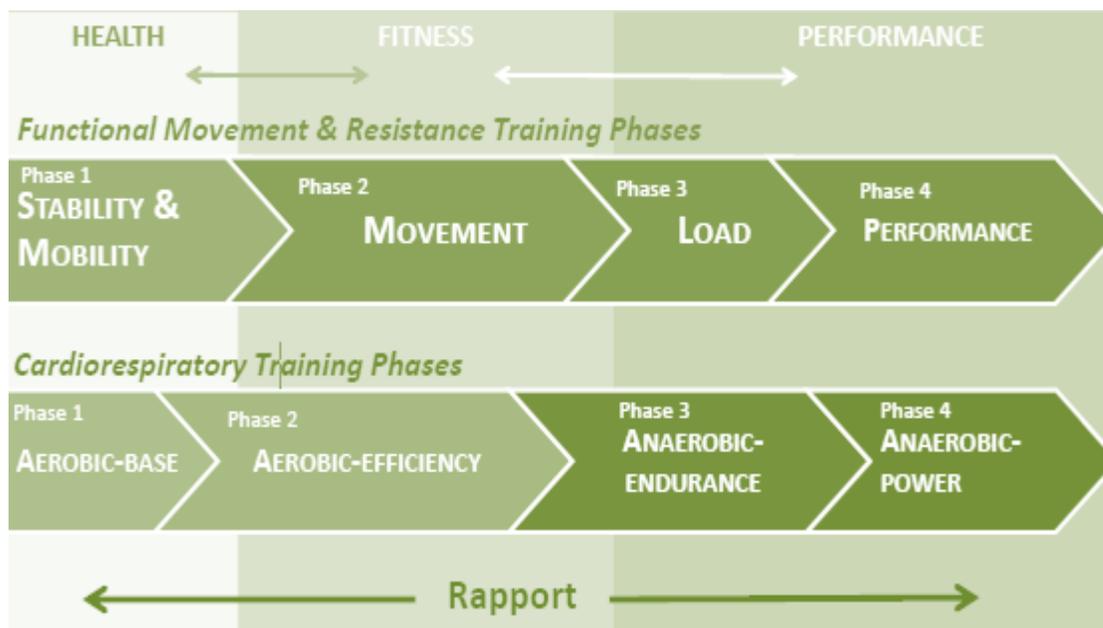
Kusnetsov y Sokov (1967-1969) y sus colaboradores (1962-1970), emplearon del método de influencia variable es la variedad de los movimientos en forma de latigazos: lanzamiento de un proyectil aligerado (una vez), de uno de competencia (dos veces) y de un proyectil recargado (una vez). En el experimento se confrontaron cinco variantes: 1:2:1; 2:1:1; 1:1:2; 0:1:1; 0:1:0.

Asimismo, también demostraron que el método de la influencia variables es efectivo, incluso al solucionar las tareas de elevación del nivel de empleo del componente de fuerza (variante 1:2:1 y 1:1:2) y de la de velocidad (variante 2:1:1) del potencial de la velocidad-fuerza". (Pág. 17)

A través de los investigaciones y estudios realizados para mejorar la velocidad de golpeo o lanzamiento de balones de diferentes pesos de los autores Kuznetsov y Sokov (1967-1969); Cisar y Corbelli (1989); Van Muijen, Blume (1989); Joris, Kemper, & Van Ingen Schenau (1991); Zhelezniak (1993); Madden (1997); Quirantes (2002) y González (2009) que aplicaron en el béisbol, balonmano y voleibol, los autores proponen el método de influencia variable (remate del balón de diferentes pesos) en el voleibol combinado con el método Maxex.

Dentro de las variantes de la utilización del método de influencia variables como culminación del método maxex se tienen, los remates con pelotas de tenis de campo, remates con pelotas de voleibol, remates con balones de fútbol, balones medicinales de 1 Kg., mas la utilización de aparatos como son el rematador.

Gráfica 20. Modelo Integrado de Entrenamiento de la ACE IFT™



Tomado de: McCall P. (2011) Core off the Floor: Vertical Core Training.

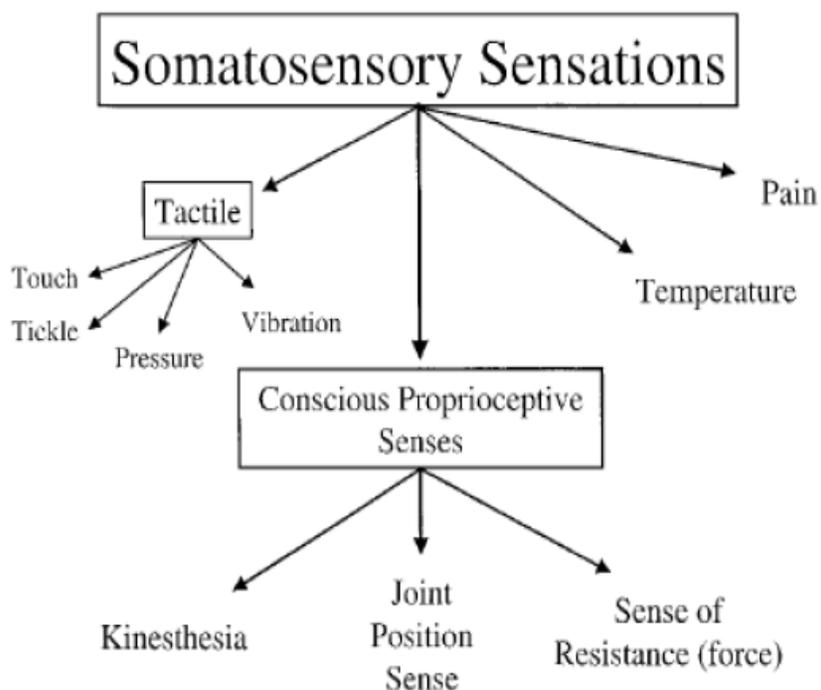
Disponible en: <http://www.acefitness.org/symposium/pdf/2011/McCall-Vertical-Core-Training-PTRI.pdf>

Consultado 15-11-12.

2.2.2.1 Estabilidad y EP

La estabilidad, es definida mecánicamente como la resistencia a la aceleración angular y lineal; también como la resistencia a la interrupción del equilibrio o la capacidad de mantener el centro de masa dentro de la base de sustentación, asegurando la seguridad y funcionalidad corporal (Hall, 2011; O'Sullivan, 2007). La integración somatosensorial (Gráfica 21) que alimenta la estabilidad segmentaria y corporal, proviene de los receptores táctiles, del dolor, de la temperatura, husos neuromusculares, órganos tendinosos de Golgi, receptores articulares, entre otros; que conducente la información aferente hacia los centros superiores ubicados en el medula, cerebro, cerebelo y tallo cerebral, para dar la referencias respectivas y así proporcionar el control postural y una amplia gama de movimientos del cuerpo (Sampietro, 2012a; Latash, 1998)

Gráfica 21. Sensaciones derivadas de las fuentes Somato-sensoriales



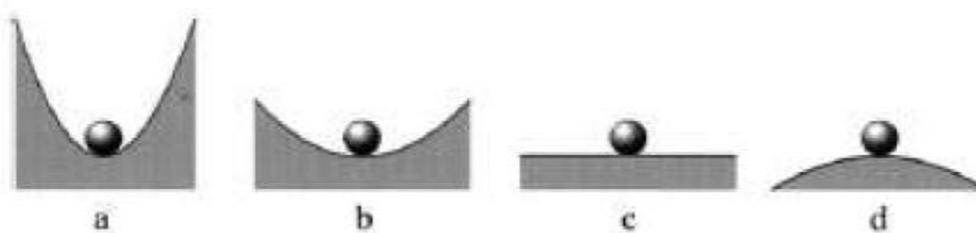
Tomado de: Sampietro, M. (2012a). Desarrollo de la Estabilidad. Aplicación a entrenamiento para la salud y rendimiento deportivo. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

La interacción sensorial se traduce en el balance de las fuerzas aplicadas en un cuerpo, buscando el equilibrio estático en una postura determinada o el dinámico en el repertorio de movimientos del cuerpo. Siguiendo la primera ley de Newton o ley de la Inercia, un cuerpo en reposo o en *equilibrio estático* tiene una velocidad constante que en este caso es cero, al igual que la sumatoria de las

fuerzas aplicadas y los torques resultantes. Por su parte, el *equilibrio dinámico* sigue el principio D'Alembert, que indica un balance entre las fuerzas aplicadas y las fuerzas inerciales en un cuerpo en movimiento (Hall, 2011).

Aplicando estos preceptos, de acuerdo con McGill y Cholewisky, citados por Sampietro, el modelo de la estabilidad aplicada al Core, tiene gran significancia desde un punto de vista mecánico pues la estabilidad se asemeja a una esfera en una superficie cóncava (Gráfica 22a) a la que se aplica una fuerza perturbadora, logrando desplazarla y moverla dentro de la base pero ésta finalmente retorna a la posición inicial, indicando esto que la energía potencial es mayor que la energía inercial de la esfera. Si por el contrario la superficie se torna cada vez más plana hasta llegar a la convexidad, la energía desestabilizadora se hace cada vez menor y el retorno a la posición neutra es cada vez más difícil, siendo la energía potencial menor y la inercial cada vez mayor (Gráfica 22b,c,d) (Sampietro, 2012b).

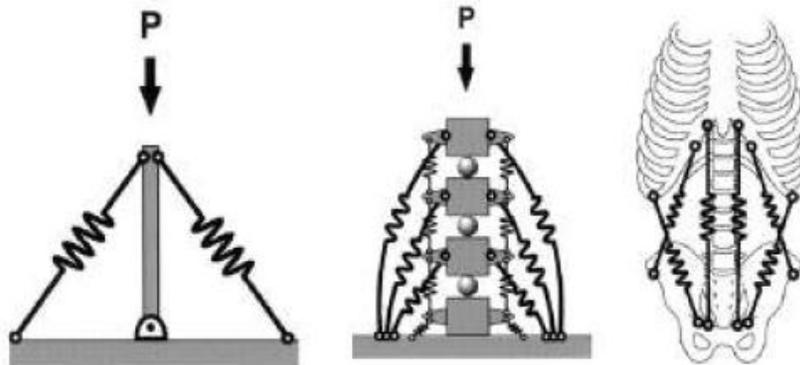
Gráfica 22. Ejemplos de Estabilidad



Tomado de: Sampietro, M. (2012b). Desarrollo de control neuromuscular en el núcleo corporal (Core) en distintos ámbitos. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

Gracias a este análisis, aparece el término *stiffness* que aplicado al cuerpo humano significa, la relación existente entre la fuerza aplicada a un segmento corporal y la deformación del mismo. Entonces a mayor capacidad de las articulaciones de resistir las fuerzas que se le aplican sin deformarse, mayor es la estabilidad de la misma. En el caso de la columna vertebral, las estructuras capsulo-ligamentarias actúan como estabilizadores pasivos aumentando el *stiffness* que en conjunto con los músculos (estabilizadores activos) logran un sinérgico sincronismo para dar la estabilidad requerida en la columna, acorde a las fuerzas aplicadas en la misma (Gráfica 23) (Sampietro, 2012b).

Gráfica 23. Stiffness de la Columna Vertebral



Tomado de: Sampietro, M. (2012b). Desarrollo de control neuromuscular en el núcleo corporal (Core) en distintos ámbitos. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

La estabilidad y el EF, están íntimamente ligados, pues los ejercicios con diferentes grados de estabilización tienen características específicas (Tabla 11) en los cuales se buscan cambios de velocidad, movimientos asimétricos, utilización de bases inestables con respuestas multiarticulares y variedad de ejercicios que involucren de cierta manera diversión del participante (Aon, 2012).

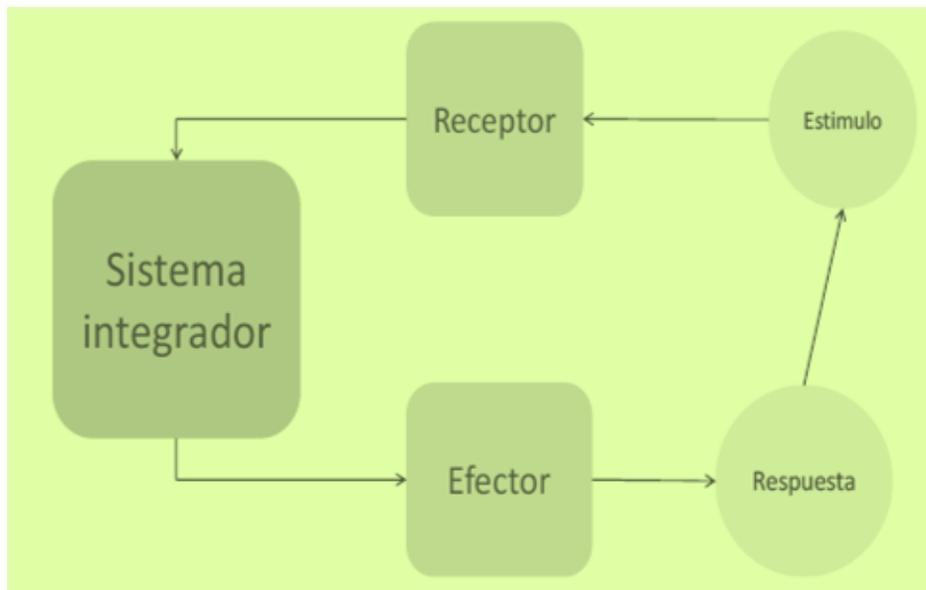
Tabla 11. Características de Ejercicios en el EF

Grados de estabilización	Características
Estabilización pasiva-externa	Condiciones pre-establecidas de estabilidad. No se requiere de una gran participación sinergista para proporcionar equilibrio. Condicionado principalmente por apoyos, respaldos y máquinas guiadas
Estabilización activa	Conseguida mediante el subsistema activo (músculos) descrito por Panjabi. Existen reajustes musculares para conseguir mantener una adecuada postura. Exige de una elevada participación de los músculos fijadores que se activarán isométricamente
Inestabilidad externa	Adición de elementos tales como el fitball, bossu y otras superficies inestables, con el fin de incrementar la perturbación recibida en la región lumbar

Tomado de: Heredia, JR. (2012c). Revisión y Fundamentación del Entrenamiento Funcional aplicados programas de salud. Córdoba Material principal G-SE. Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

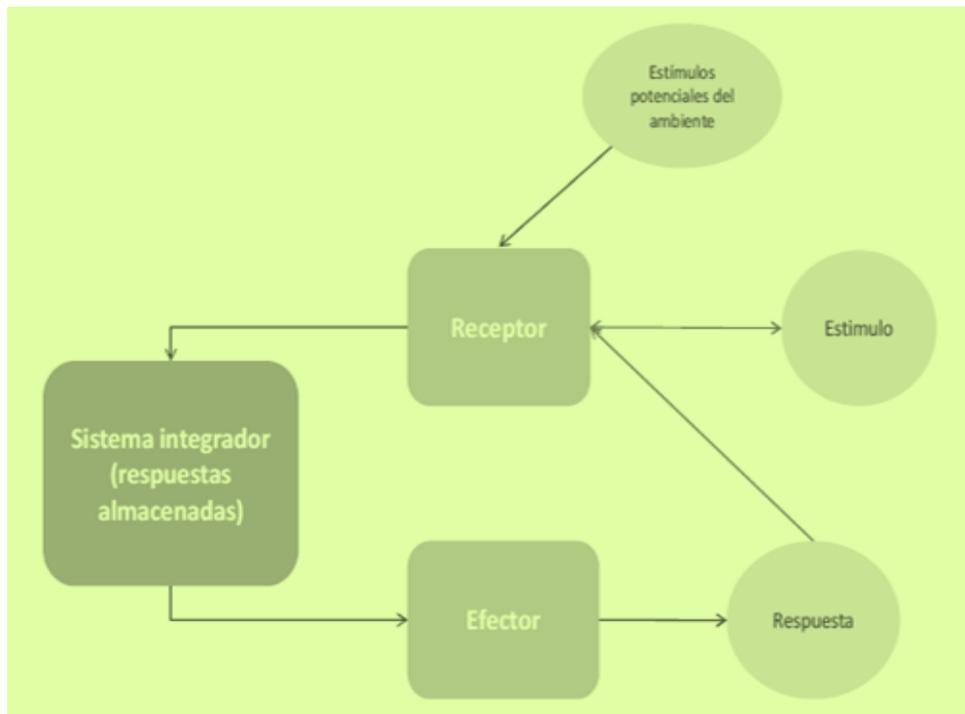
Los diferentes procesos involucrados en la estabilidad, requieren del control dado por el feedback (Gráfica 24) y feedforward (Gráfica 25), que proporcionan la retroalimentación y anteroalimentación respectivamente. En el feedback, las respuestas del sistema muscular miden un parámetro específico y envía información al controlador que compara la medida de las respuestas de referencia (set point). Si la medida del sensor es diferente a valor de referencia, se genera una señal errónea que funciona como detonante de una respuesta compensatoria que forza el parámetro regulador hacia la homeostasis con el valor de referencia. Si por el contrario, las respuestas detectan potenciales perturbaciones en el ambiente que alteraría el estado de la variable regulada; esta envía un impulso al controlador indicando un cambio en el parámetro regulado. En respuesta a esta señal, el controlador envía comandos para contrarrestar los efectos anticipados de la perturbación. Los comandos enviados son escogidos basándose en experiencias previas con perturbaciones similares, que corresponde al feedforward (Williams, 2001).

Gráfica 24. Sistema de Control por Feedback



Tomado de: Sampietro, M. (2012a). Desarrollo de la Estabilidad. Aplicación a entrenamiento para la salud y rendimiento deportivo. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

Gráfica 25. Sistema de Control por Feedforward



Tomado de: Sampietro, M. (2012a). Desarrollo de la Estabilidad. Aplicación a entrenamiento para la salud y rendimiento deportivo. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

Hoy en día, las tendencias en el entrenamiento de la estabilidad propenden por el movimiento global sobre el cual tiende a enfatizar el entrenamiento con cintas (trx), tablas de equilibrio, mancuernas, kettlebells (pesas rusas), balones medicinales, pelotas de entrenamiento, elásticos, Bosu, sacos de arena y ejercicios con el peso corporal (Tabla 12), pero primero, lo importante es entender las necesidades del individuo (cliente / atleta) antes de implementar cualquiera de estos aparatos, sus técnicas y ejercicios (Heredia, 2008).

Tabla 12. Elementos del Inestabilidad y su Uso en el EF

Material	Descripción	Uso
Fitball, pelota suiza, physioball	Una pelota de plástico de gran diámetro (variable entre sujetos)	Ejercicios de estabilidad. Realización de ejercicios tradicionales de encogimientos.
Bossu	"Both sides up". Es un aparato que nace de la división de una pelota gigante. Es decir, tiene una parte estable y otra inestable	Ejercicios de estabilidad. Realización de ejercicios tradiciones de encogimientos. Colocarse de pie encima (de cualquier parte del Bossu), generando desequilibrios
Dyna disc	Pequeños discos de goma hinchados	Sirve para añadir inestabilidad a las superficies estables tales como los bancos, mientras se realizan ejercicios de fortalecimiento para las extremidades. Incrementa la inestabilidad de la extremidad que se apoye sobre el
Tablas de inestabilidad	Tablas con un elemento central más prominente	Colocarse de pie encima de la tabla con el elemento prominente en el suelo genera desequilibrios constantes, por lo que se beneficiará principalmente el sistema propioceptivo
Espuma de estireno	Espuma diseñada de forma tubular	Principalmente añade desequilibrio
Physio-roll	Resulta de la suma de dos pelotas gigantes (aparentando un "cacahuete")	Ejercicios tradicionales de encogimientos sobre el mismo. Ejercicios de fortalecimiento de las extremidades. En función de la colocación del material se generar más inestabilidad sobre el eje longitudinal o sobre el eje transversal
Superficies con densidades diferentes	Superficies con diferentes densidades, siendo menos densas cuanto más inestabilidad se pretenda	Caminar o realizar ejercicios sobre estas superficies, genera desequilibrios estático-dinámicos que estimula el sistema propioceptivo

Tomado de: Heredia JR; Chulvi I. (2008).El entrenamiento funcional y la inestabilidad en el fitness.

EFDeportes.com, Revista Digital. 12(117).

2.2.2.2 Entrenamiento de la Estabilidad Global y Segmentaria

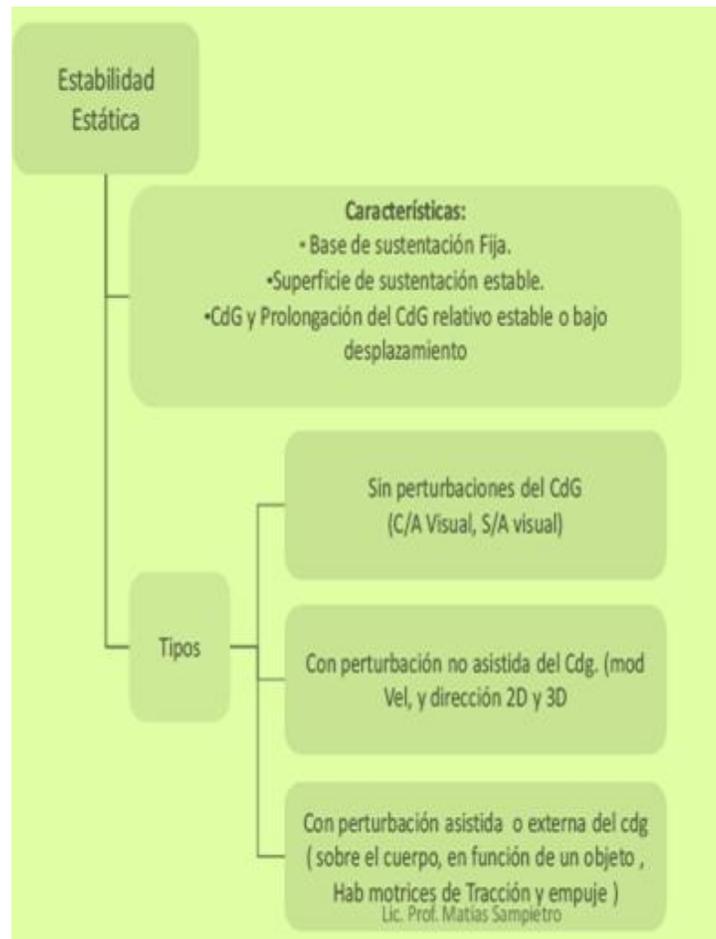
El término *estabilidad* se utiliza sin precisar su naturaleza y la siguiente clasificación tiene como base inicial el sistema de referencia que es el propio sujeto. La **Estabilidad Interna** va determinada por las estructuras anatómicas del cuerpo humano. Dentro de esta, la *estabilidad Interna Pasiva*, está dada por la configuración anatómica y articular (principales estructuras: huesos, elementos de congruencia y ligamentos) y la *estabilidad Interna Activa* está determinada por la estructura músculo-tendinosa (su estado de equilibrio/desequilibrio, tono muscular, respuesta neuromuscular, entre otros) (Heredia, 2006).

La **Estabilidad Externa**, según las situaciones que rodean al sistema de referencia (sujeto) y que podrán poner en compromiso los niveles de estabilidad y requerir determinados niveles de estabilización (normalmente a nivel interno-activo). Determinadas prácticas o ejercicios también pueden suponer un riesgo para los niveles de estabilidad interna pasiva, pero ello siempre supondrá un riesgo a evitar. La *estabilidad Externa Pasiva*, supondrá el incremento de los niveles de estabilidad mediante elementos externos, con lo que los niveles de estabilización interna activa serán requeridos a un menor nivel. Por otro lado, la *estabilidad Externa Dinámica*, supone la disminución de los niveles de estabilidad mediante elementos externos, con lo que se incrementarán los niveles de estabilización interna (Heredia, 2006).

En los programas de EF enfocados al mejoramiento de la salud y rendimiento deportivo, tienen como parámetros primordiales, la estimulación de secuencias motoras que busquen la estabilidad estática, pasando a una estabilidad estática inestable, luego a la estabilidad dinámica y llegando a la agilidad (Sampietro, 2012a).

- **Estabilidad Estática:** Este tipo de entrenamiento se basa en el manejo de bases de sustentación amplia, estable y fija, con el mantenimiento del centro de gravedad (CdG) estable o bajo. Las perturbaciones son mínimas y los movimientos suelen ser en 2D, buscando la retroalimentación del sistema visual y vestibular (Sampietro, 2012a) (Gráfica 26).

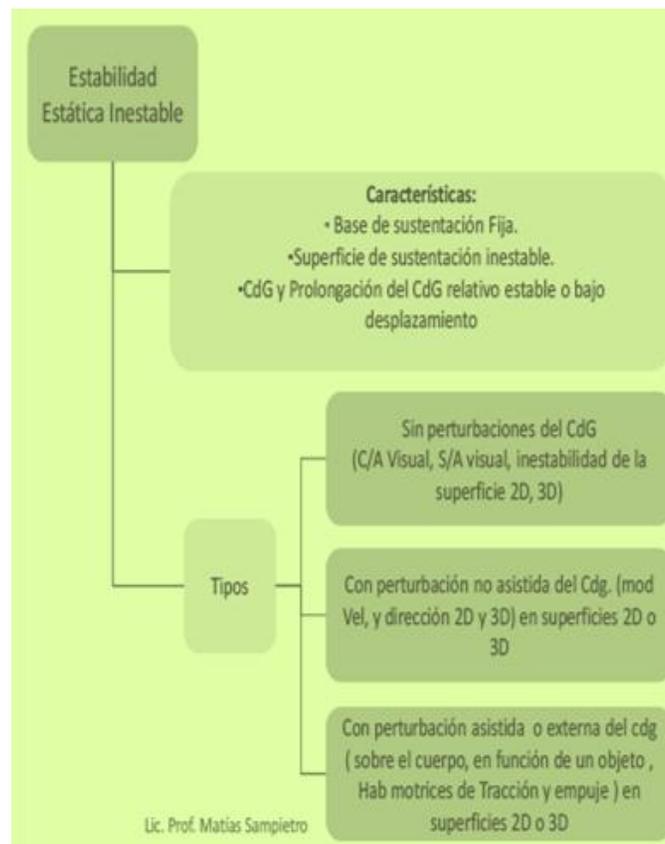
Gráfica 26. Características y Tipos de Ejercicios de Estabilidad Estática



Tomado de: Sampietro, M. (2012a). Desarrollo de la Estabilidad. Aplicación a entrenamiento para la salud y rendimiento deportivo. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

- **Estabilidad Estática Inestable:** La base de sustentación se mantiene fija con una superficie de sustentación inestable, con el mantenimiento del CdG incluye desplazamientos bajos. Las perturbaciones son considerables y los movimientos suelen ser en 2D y 3D (Sampietro, 2012a). (Gráfica 27).

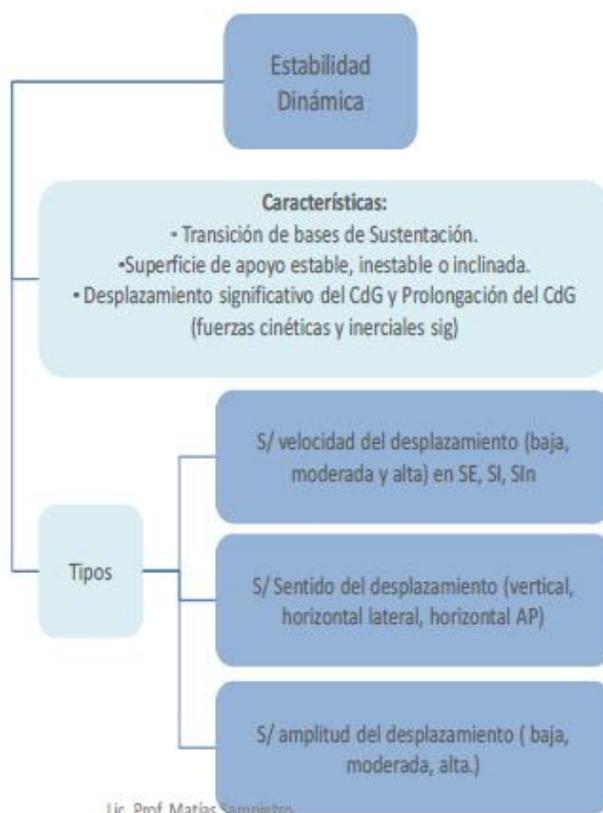
Gráfica 27. Características y Tipos de Ejercicios de Estabilidad Inestable



Tomado de: Sampietro, M. (2012a). Desarrollo de la Estabilidad. Aplicación a entrenamiento para la salud y rendimiento deportivo. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

- **Estabilidad Dinámica:** Hay transición de la base de sustentación con una superficie de sustentación estable, inestable o inclinada. Hay un desplazamiento significativo y prolongado del CdG que fomenta las actividades de tipo estatodinámicas o de movilidad controlada. Las perturbaciones son diversas y los movimientos son multiplanares (Sampietro, 2012a). (Gráfica 28).

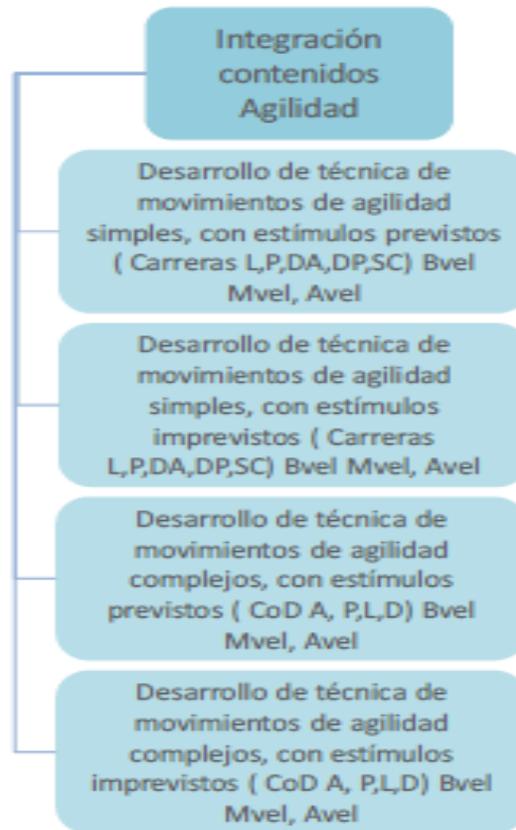
Gráfica 28. Características y Tipos de Ejercicios de Estabilidad Dinámica



Tomado de: Sampietro, M. (2012a). Desarrollo de la Estabilidad. Aplicación a entrenamiento para la salud y rendimiento deportivo. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

- **Integración de contenidos para la Agilidad:** Se diversifica el repertorio de situaciones donde se aplican diversos estímulos desestabilizadores previstos e imprevistos; en situaciones estáticas y dinámicas, buscando el control del CdG y desarrollando la agilidad en los movimientos complejos (Sampietro, 2012a). (Gráfica 29).

Gráfica 29. Características y Tipos de Ejercicios de Integración de contenidos para la Agilidad



Tomado de: Sampietro, M. (2012a). Desarrollo de la Estabilidad. Aplicación a entrenamiento para la salud y rendimiento deportivo. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

2.2.2.3 Programas de Entrenamiento

La propuesta de EF enfocada al trabajo de las AVD (Heredia, 2012c), integra fases que permiten la adquisición de la estabilidad estática hasta llegar al desarrollo de la actividades que requieran más agilidad (Sampietro, 2012a) (Tabla 13). Los programas de EF, se basan en diferentes acciones musculares (dinámicas o estáticas) con resultados individuales acordes a las necesidades detectadas. La acción muscular concéntrica produce trabajo externo y proporciona fuerza de propulsión necesaria para movimientos como la carrera, lanzamientos o levantamiento de objetos. La acción muscular excéntrica resiste fuerzas externas y absorbe energía mecánica impuesta, de tal manera que frena movimientos y protege de impactos y previene lesiones. Las acciones isométricas o estáticas permiten mantener una resistencia frenada en un punto determinado, como

por ejemplo cargas bolsas. En la Tabla 16, se registran las fases que deben integrar los programas de EF. En general, estos programas buscan el acondicionamiento muscular con finalidad de mejorar la calidad de vida y optimización de la salud de los participantes (Colado, 2008b).

Tabla 13: Propuestas de EF

NIVEL	OBJETIVO	EJEMPLO DE EJERCICIOS
Fase de aclimatación	Mantener una adecuada ATPE.	Predominancia de estabilidad externa en los ejercicios de extremidades.
	Fortalecer y mejorar el tiempo de reacción del transversal del abdomen. Mejorar la movilidad activa y capacidad propioceptiva del segmento lumbar.	-Ejercicios espiratorios adaptados a las diferencias individuales. -Trabajos enfatizados de equilibrio-desequilibrio aplicados sobre una superficie inestable. -Levantamiento de brazo y pierna contralateral en cuadrupedia. -Ejercicios de movilización del segmento lumbar tipo "Cat-Camel" aplicados en la fase de calentamiento.
Fase de formación o nivel de principiante	Mantener una adecuada ATPE mientras aumentan las exigencias de estabilización activa.	Inclusión de algunos ejercicios sin estabilidad externa.
	Aumentar la capacidad estabilizadora y movilizadora de los músculos del tronco.	-Puento en posición supina. -Puento en posición prona. -Encogimientos invertidos.
Fase de fortalecimiento nivel de intermedio	Mantener una adecuada ATPE mientras aumentan las exigencias de estabilización activa.	-Predominancia de ejercicios bilaterales para las extremidades superiores con predominio de estabilización activa con inclusión de algún ejercicio unilateral de estabilización externa.
	Aumentar la capacidad estabilizadora y movilizadora de los músculos del tronco.	-Puento de alta exigencia en posición prona. -Encogimientos superiores, con posible declinación si fuera necesaria. -Extensiones de tronco en máquina.
Fase de fortalecimiento nivel de experimentado	Mantener una adecuada ATPE mientras aumentan las exigencias de estabilización activa.	-Ejercicios para las extremidades de estabilización activa tanto bilaterales como unilaterales.
	Aumentar la capacidad estabilizadora asimétrica y movilizadora de los músculos del tronco.	-Puento lateral. -Encogimientos en máquina. -Extensiones de tronco en silla romana.
	Incremento de la inestabilidad externa.	-Aplicación de superficies inestables fitball, bossu, etc. a ejercicios de estabilización para el tronco, tanto en actividades propias como para las extremidades.

Tomado de: Heredia, JR. (2012c). Revisión y Fundamentación del Entrenamiento Funcional aplicados programas de salud. Córdoba Material principal G-SE. Asignatura 1. Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

Cuando se elabora una propuesta de EF, se deben clarificar distintos términos a utilizar, según González Badillo citado por Heredia se tiene que, *planificación* es la actividad orientada a estructurar un proceso en el que aparecerán como notas específicas sobre todo aspectos globales como objetivos, técnicas y métodos y procedimientos de control y evaluación del proceso. En la *programación* se organiza detalladamente los elementos que se proponen en la planificación, dándoles orden, distribución y una secuenciación de acuerdo con los procesos adaptativos

causados por el entrenamiento. En la *periodización* están los aspectos dedicados a secuenciar y temporalizar las actividades (Heredia, 2012d).

Entonces la planificación del EF se trataría de estructurar un proceso, donde se establecen aspectos globales (objetivos, técnicas, métodos y procedimientos de control y evaluación) partiendo de una valoración necesaria para un correcto diseño en especial en lo correspondiente al componente de selección de ejercicios considerando el criterio de funcionalidad (Heredia, 2012d; Colado, 2008). Según el “nivel” del participante, hay que situarlo en un plano inicial (Tabla 14) para garantizar la adecuada respuesta al entrenamiento. En el caso de los participantes sin experiencia en entrenamiento responderán positivamente a la mayoría de programas y dosis. El nivel inicial del cliente tiene una importancia para garantizar la adecuada adaptación y progresión. Así los sujetos sin experiencia en entrenamiento de fuerza o que no han realizado entrenamiento sistemático desde hace años, responderán positivamente a la mayoría de programas y dosis (siendo clave poder ajustar la misma a la mínima para provocar adaptaciones) (Heredia, 2012d).

Tabla 14. Clasificación de los participantes

NIVELES	Sin experiencia en entrenamiento	Realiza entrenamiento sistemático <2-6 meses	Realiza entrenamiento sistemático 8-12 meses	Realiza entrenamiento sistemático 12-18 meses	Realiza entrenamiento sistemático >2 años
FASES	Inicial	Básica	Intermedia	Avanzada I	Avanzada II

Tomado de: Heredia JR. (2012d). Criterios para el diseño de programas de entrenamiento funcional orientados a la mejora de la salud. Córdoba Material principal G-SE. Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

Cuando el sujeto supera la fase Inicial se puede establecer un proceso de entrenamiento que busque objetivos específicos como la mejora composición corporal (reducción % grasa), aumento

masa muscular, optimización de la aptitud física funcional o condición física con requerimientos específicos. Una vez se ubica al participante en una fase del programa se organizan los períodos según los objetivos definidos previamente y se establecen los periodos (Tabla 15):

- Período de Acondicionamiento Básico Orientado (ABO)
- Período de Orientación Metabólica (OM)
- Período de Orientación Neural (ON)
- Período de Orientación Estructural (OE)
- Período de Mantenimiento (PM)

Los períodos se organizan de forma que permitan dosificar los ejercicios para que produzca adaptaciones positivas en la capacidad del participante, mejorando de la salud y calidad de vida, así como garanticen la continuidad del programa, aunque este ítem en la actualidad en muchos programas de acondicionamiento fitness es muy difícil de controlar (Colado, 2008; Heredia, 2012 d).

Tabla 15. Establecimiento de los Periodos en función de la Fase de Entrenamiento

NIVELES	Sin experiencia en entrenamiento	Realiza entrenamiento sistemático <2-6 meses	Realiza entrenamiento o sistemático 8-12 meses	Realiza entrenamiento o sistemático 12-18 meses	Realiza entrenamiento o sistemático >2 años
FASES	Inicial	Básica	Intermedia	Avanzada I	Avanzada II
PERIODOS	Acondicionamiento Básico	Período de Acondicionamiento Básico Orientado (ABO)			
		-			
		Período de Orientación Metabólica (OM)			
		-			
		Período de Orientación Neural (ON)			

		Período de Orientación Estructural (OE)
		Periodo de Mantenimiento (PM)
Duración Mínima del Periodo	4-8 sem	4-8/8-16 sem

Tomado de: Heredia JR. (2012d). Criterios para el diseño de programas de entrenamiento funcional orientados a la mejora de la salud. Córdoba Material principal G-SE. Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

El concepto de periodización se utiliza haciendo referencia a la variación entre la intensidad y el volumen de entrenamiento para obtener ganancias en la fuerza muscular. Este se aplica frecuentemente al entrenamiento con fines de rendimiento deportivo, pero también ha mostrado su utilidad en sujetos con diferentes niveles de condición física y experiencia en entrenamiento de fuerza lo cual propende por el logro de adaptaciones deseadas y contrarresta el estancamiento, que junto a descanso y recuperación, garantiza ganancias continuas de fuerza según la variación de los estímulos dados en el entrenamiento. El modelo clásico de periodización separa al programa de entrenamiento en períodos específicos de tiempo. El periodo mayor de tiempo es el denominado macrociclo (normalmente un año); es dividido a su vez en varios periodos, entre tres y cuatro, denominados mesociclos (3 ó 4 meses cada uno) y cada mesociclo es dividido también en periodos de tiempo menor entre 1 y 4 semanas de duración. Esta periodización fue diseñada originariamente para deportes de rendimiento (atletismo, ciclismo, natación) y de levantamiento de peso (halterofilia, power-lifting), en donde los deportistas deben rendir al máximo momentos concretos del año (Heredia 2012d).

Sin embargo, este no es el objetivo en, programas de EF, por ello es necesario replantearse los criterios para aplicar en dicho proceso en esta situación, por ello Fleck en 1999 y el ACSM en 2002, citados por Heredia, se pueden distinguir y caracterizar los siguientes modelos de periodización (Tabla 16). Así pues, periodizar en EF implica un control y variación de los componentes de las dosis de entrenamiento de la fuerza, como la frecuencia, el volumen, la intensidad, la densidad y la estructura Organizativa. También, la fase de prescripción implica la conclusión de un proceso donde, se definen las fases plasmando el proceso en un programa de

forma gráfica y se concreta la metodología a aplicarse con una previa selección de ejercicios (Heredia, 2012d).

Tabla 16. Modelos de Periodización

TIPO	CARACTERÍSTICA	MOMENTO DE APLICACIÓN
Modelo no periodizado	Se trata de realizar el mismo trabajo sin variaciones estructuradas y contundentes de las variables del entrenamiento. Puede ser eficaz en los primeros 4 meses, existe el riesgo de entrar en un estado de meseta.	Fase inicial e intermedia
Modelo periodizado clásico o lineal	Inicialmente: alto volumen y baja intensidad (más estructural). Posteriormente decrece el volumen y aumenta la intensidad (más funcional).	Fase intermedia y avanzada
Modelo de periodización ondulante	Basado en modificaciones de volumen e intensidad muy cercanos para facilitar la recuperación y con ello las adaptaciones. En micro ciclos de 7 días se varía la intensidad y el volumen. Incluso también se pueden aplicar cambios en micro ciclos consecutivos. Para personas entrenadas es más eficaz que los anteriores.	Fundamentalmente en la fase avanzada del entrenamiento

Tomado de: Heredia JR. (2012d). Criterios para el diseño de programas de entrenamiento funcional orientados a la mejora de la salud. Córdoba Material principal G-SE. Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

2.2.2.3.1 Estructura de una sesión

Según Colado, existen tres formas de organizar la sesión dependiendo del nivel, tiempo dedicado al entrenamiento y objetivos del participante. Estas son:

- **Globales:** Intervienen grupos musculares principales de todo el cuerpo. Se realiza uno o dos ejercicios para cada grupo muscular principal, puede alternar agonistas-antagonistas e inicia con los ejercicios poliarticulares.
- **Por Hemisferios:** Se entrena de manera separada la zona superior de la zona inferior. Inicia con los ejercicios poliarticulares y rota los agonistas y antagonistas.
- **Por grupos Musculares:** Se entrenan entre dos y tres grupos musculares de manera muy concreta. Es habitual cuando se quiere aumento de masa muscular específica. Se inicia con los ejercicios de mayor intensidad y complejidad y posteriormente los que movilicen cargas mayores a 1RM. (Colado, 2008b).

Las secuencias de los ejercicios dentro de una sesión de entrenamiento se pueden dar de dos maneras:

- **Series y Pausas:** Es la manera más habitual y que mayor ganancia de fuerza provoca. Se aplica cuando se ejecutan todas las series y se hacen pausas hasta el final de las mismas.
- **Circuito:** Organización circular de estaciones de ejercicios (hasta 9 o 12 estaciones con resistencias moderadas entre 8 a 20 repeticiones con pausas entre 15-30 segundos (Colado, 2008 b).

2.2.2.3.2 Organización de las progresiones de los ejercicios

Para la implementación de las progresiones del FE, se deben organizar los ejercicios en tres grandes grupos de movimientos y sus combinaciones: ejercicios del tren superior (ETS), ejercicios del núcleo o Core (EN) y ejercicios del tren inferior (ETI) a los cuales se les aplican los siguientes seis niveles:

NIVEL 1. Aislamiento/Enseñanza: Es el nivel inicial, se aísla el músculo para realizar un buen movimiento técnico, generalmente son movimientos en posición supina o prona, sin necesidad del trabajo de los músculos estabilizadores, son ejercicios seguros y solo la gravedad usualmente se utiliza como resistencia.

NIVEL 2. Aislamiento/Enseñanza con Incorporación de Resistencia: Se agrega una leve resistencia, siempre en posición estable. Se utilizan carga interna, maquinas o mancuernas.

NIVEL 3. Incorporar Posiciones Funcionales: Se comienza a realizar ejercicios en posición de pie, con poca carga como por ejemplo extensiones de brazos con bandas o recostados sobre un balón de estabilidad con mancuernas.

NIVEL 4. Combinar Posiciones Funcionales con Resistencia: En las posiciones funcionales como estar de pie, se adiciona resistencia con cargas interna o externa y de esta manera se sobrecarga los músculos del núcleo.

NIVEL 5. Movimientos Poli articulares con Incremento de Resistencia y trabajo de estabilización del Core: Las acciones de varios grupos musculares a la vez demandan balance, coordinación y estabilidad en el Core.

NIVEL 6. Incorporar Balance, Incrementar cambios Funcionales, velocidad, y movimientos de Rotación. En este nivel los ejercicios requieren balance en una pierna, usaremos la plataforma de estabilidad, agregamos movimientos pliométricos, incorporamos movimientos de rotación (Aon, 2012).

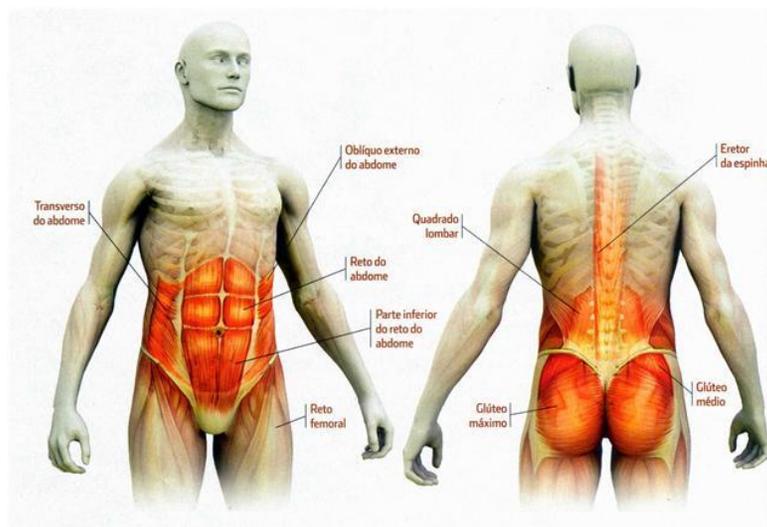
En general, los programas funcionales deben incluir **ejercicios multi-articulares**, como las sentadillas y estocadas. Ambos de estos ejercicios puede Se progresó a incorporar movimientos que son multi-dimensional. Una vez que el entrenador ha aprendido a realizar estos ejercicios multi-articulares adecuadamente en la parte posterior para planos frontales, a continuación, los patrones de lado a lado y la diagonal pueden ser incluidas. Finalmente, el entrenador puede incorporar ejercicios parte superior del cuerpo con el reducir los movimientos del cuerpo. **Trabajar en ciclos de carga y descarga**, por ejemplo: la captura de y lanzando un balón medicinal requiere el entrenador para precargar los movimientos necesario para capturar eficientemente (desaceleración) y luego tirar (descarga) la fuerza bola pesada. También **actividades de equilibrio y estabilización** como el equilibrio sobre un pie, usando tablas de equilibrio, de disco, o sentado en un physioball mientras mantener una buena postura y una columna vertebral estable. Estos pueden ser progresivamente más difíciles de cerrar los ojos o la incorporación de un peso ligero o

medicina balón y moverlo fuera del cuerpo para cambiar el centro de gravedad. (The Fit Stop Human Performance Lab, S.f.).

2.2.3 Core y Potencia

El Core puede ser descrito como una caja, con los músculos abdominales al frente, paraespinales y glúteos en la parte posterior, el diafragma en la parte superior y la musculatura del piso pélvico y de la pelvis propiamente dicha en su parte inferior (Gráfica 30). Dentro de esta caja se encuentran 29 pares de músculos que ayudan a estabilizar la columna y pelvis durante los movimientos funcionales. Sin estos músculos, la columna se vuelve mecánicamente inestable con cargas compresivas de tan sólo 90 Newtons, una carga mucho menor que el peso de la parte superior del cuerpo, puede lesionarse. Cuando este sistema funciona apropiadamente, el resultado es una óptima distribución de fuerzas y una generación de fuerza máxima con mínima carga compresiva y traslacional. La fuerza Core es particularmente importante en el deporte ya que provee estabilidad proximal para la movilidad distal (Corn, s.f.; Kolber, 2007).

Gráfica 30. Músculos del Core



Tomado de: Entrenamiento del Core. Recuperado de:

<http://www.fisioterapiavalencia.com/2012/02/entrenamiento-del-core/> Consultado 15-08-12

Los músculos del tronco profundo, transverso del abdomen (TA), multifido (MF), oblicuo interno (OI), piso paravertebrales, la pelvis, son fundamentales para el apoyo activo de la columna lumbar. La co-contracción de estos músculos produce fuerzas a través de la fascia toracolumbar y la

presión intra-abdominal, mecanismo que estabilizan la columna lumbar. La acción muscular estabilizadora local y global se da por el control intermuscular en las acciones ejercidas por estos grupos musculares (Tabla 17). No es sólo el reclutamiento de los músculos profundos del tronco, pero la forma en que son reclutados que es importante. Hodges y Richardson, citados por Barr, demostraron que la co-contracción de los músculos Transverso Abdominal y Multifidos antes de cualquier movimiento de las extremidades. Esto sugiere que estos músculos anticipar las fuerzas dinámicas que puedan actuar sobre la columna lumbar y estabilizar el área antes de realizar cualquier movimiento. Esto concluye que la coordinación de estos músculos es muy importante para todos los movimientos (Barr, 2005).

Tabla 17. Sistema Estabilizador Local y Global del Core

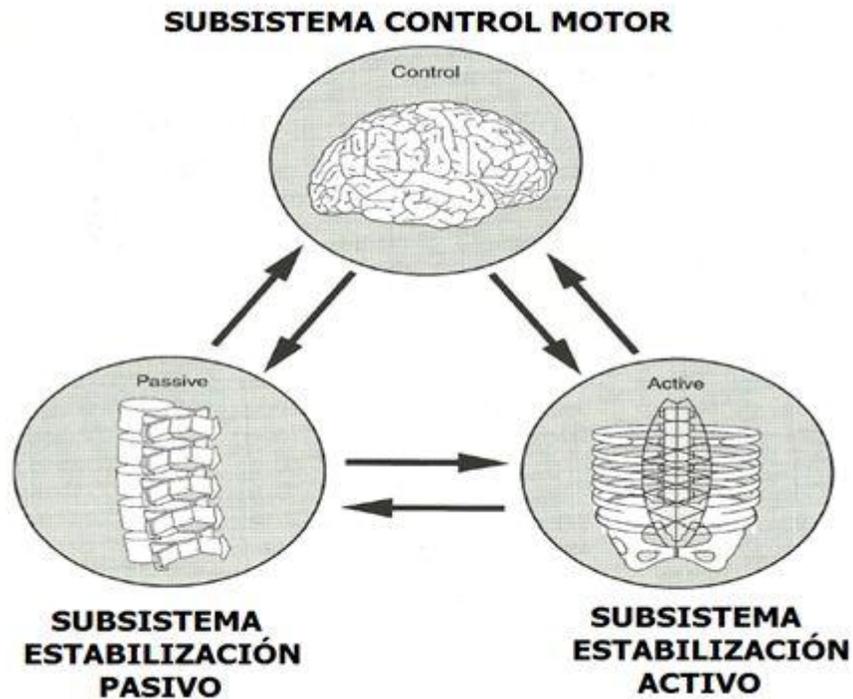
SISTEMA ESTABILIZADOR LOCAL	SISTEMA ESTABILIZADOR GLOBAL
Intertransversos	Longísimo del tórax (porción torácica)
Interespinales	Intercostales (porción torácica)
Multifidos	Cuadrado lumbar (fibras laterales)
Longísimo del tórax (porción lumbar)	Recto abdominal
Iliocostal lumbar	Oblicuo externo
Cuadrado lumbar (fibras mediales)	Oblicuo interno
Transverso abdominal	
Oblicuo interno (inserción fascia toracolumbar)	

Tomado de: Heredia JR; Isidro, F, Peña, G; Chulvi, I; Mata, F. (2010). Evolución en las propuestas para el entrenamiento saludable de la musculatura lumbo-abdominal (CORE). EFDeportes.com, Revista Digital, 15(149).

De acuerdo con Panjabi, el sistema de estabilización espinal consiste de los siguientes elementos interactuantes: el control neural (elementos neurales), el sistema pasivo (elementos óseo-ligamentarios) y el sistema activo (elementos musculares) (Heredia, 2010; Hibbs, 2008; Heredia, 2006) (Gráfica 31). La estabilidad de la columna, por tanto, no es dependiente únicamente de los ligamentos y huesos, de especial importancia son la apropiada sincronización del control neuromuscular y la fuerza muscular, lo que provee una constante retroalimentación y refinamiento de las necesidades de estabilización generadas por el ambiente (Barber-westin, 2010). Es por esto que la realización del EF del Core debe entenderse como un entrenamiento de aprendizaje

(específicamente de la coordinación y equilibrio) y de mejoría neural (integración de activaciones de las cadenas musculares) (Colado, 2008b).

Gráfica 31. Sistema de Estabilización Core



Tomado de: Heredia JR; Isidro, F, Peña, G; Chulvi, I; Mata,F. (2010). Evolución en las propuestas para el entrenamiento saludable de la musculatura lumbo-abdominal (CORE). EFDeportes.com, Revista Digital, 15(149).

La ganancia de estabilidad con diferentes elementos (Tabla 18) se traduce en aumento de fuerza dependiendo de factores como la edad, género y nivel de entrenamiento que pueden modificar la respuesta postural normal. Las actividades dinámicas son las que causan las perturbaciones en el centro de la gravedad en respuesta a la actividad muscular. La estabilización dinámica refiere a la capacidad de utilizar fuerza y resistencia de una manera funcional a través de todos los planos del movimiento y acción a pesar de cambios en el centro de la gravedad. El control lumbo-pélvico, y por lo tanto la fuerza, es probablemente ineficaz sin la estabilización dinámica apropiada de esta región durante actividades diarias o durante la práctica del deporte. El papel estabilizador de la musculatura abdominal se basa en su capacidad para disminuir la presión intradiscal en el raquis dorso-lumbar por mediación del aumento en la presión intraabdominal (Hodges, 2001), junto a la activación de la fascia toracolumbar por la acción de los músculos del abdomen.

La popularidad del EF enfocado al Core utilizando bases inestables, ha crecido significativamente, demostrando ser valioso en la fisioterapia y rehabilitación, pero en los últimos años ha sido incluido en el rendimiento atlético y en los escenarios generales de ejercicio (Cressey, 2007). La mejor evidencia disponible sugiere que un programa de EF del Core puede ser beneficioso en la reducción de las puntuaciones de dolor, incapacidad funcional, la recurrencia de los episodios agudos de dolor lumbar (Baerga-varela, 2006) y preparación de los atletas para el éxito en su deporte (Werner, 2010). Los programas de EF utilizan una amplia variedad de posturas y las fuerzas externas e incluyen ejercicios con un componente desestabilizador. Basados en la proporción relativamente elevada de fibras tipo I de la musculatura Core, podría responder bien a varios conjuntos con repeticiones altas (por ejemplo, > 15 por sesión) (Behn, 2010).

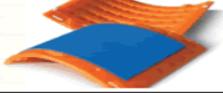
Las investigaciones han mostrado que las intervenciones pueden incluir medidas triplanares, soportando el peso corporal como también la valoración de músculos específicos (Corn, s.f.), siendo esto benéfico para la ganancia de fuerza muscular. Además, la tabla de equilibrio y ejercicios de estabilidad del disco, realizado en conjunto con ejercicios pliométricos, se recomienda para mejorar la capacidad propioceptiva y reactiva (Willardson, 2007). De gran importancia en la evaluación es la inclusión de gran sentido de la observación. La apreciación entrenada del movimiento pélvico orientará la práctica clínica y el desarrollo de ejercicios de control acordes con las necesidades de los sujetos que están siendo intervenidos. Aunque existen numerosos artefactos que hacen posible la evaluación cuantificada de estos fenómenos, la realidad de nuestro ambiente de trabajo nos obliga a retroalimentarnos de estos test, de por sí válidos y objetivos, de acuerdo a las últimas publicaciones en las áreas de las ciencias aplicadas al ejercicio y la rehabilitación (Bliss, 2005; McGill, 2001)

Dentro de los efectos agudos que suelen darse al entrenar Core en bases inestables esta una mayor activación o reclutamiento muscular con una significativa co-activación muscular antagonista (en el tronco/Core, miembros superiores e inferiores) y en algunos casos una disminución de la producción de fuerza, potencia y velocidad de las extremidades, debido al aumento de la rigidez articular que genera la co-activación muscular (Peña, 2012). El principio de la estabilidad ha ganado amplia aceptación en la formación de la prevención de lesiones y como modalidad de tratamiento para la rehabilitación de diversos trastornos musculoesqueléticos, en particular de la zona lumbar (Akuthota, 2008).

A nivel general, una adecuada y equilibrada zona Core supondrá una correcta estabilización del cuerpo de manera que los brazos y piernas puedan realizar cualquier movimiento teniendo como soporte a esta musculatura y forma una cadena muscular transmisora fuerzas entre las extremidades. Se proporcionará más apoyo para la espalda y puede reducir el riesgo de lesiones

en la misma. Se va a mejorar su coordinación muscular durante el movimiento. A medida que el musculo gana más resistencia que será capaz de realizar movimientos sin deterioro excesivo, debido a la fatiga. Su capacidad para contener a los opositores en los deportes de contacto debe mejorar. Mejorará el equilibrio y coordinación. Aumentará la firmeza postural y su control. Aumentará la fuerza y la flexibilidad a través del complejo lumbo-pélvico-cadera. (Lederman, 2010; Heredia, 2006).

Tabla 18. Materiales desestabilizadores o inestables más representativos para entrenamiento Core

Material	Características	
Fitball, pelota suiza, physioball	Pelota de plástico de gran diámetro (variable a considerar según sujetos)	
Ballastball Bosu DSL	Fitball con material pesado en su interior	
Physio-roll	Resultado de la suma de dos pelotas gigantes (aparentando un cacahuete)	
Bosu	"Both sides up". Aparato que nace de la división de una pelota gigante. Es decir tiene una parte de aire y otra rígida. Body Dome: Variación del bosu en con tensores anclados para realizar ejercicios resistidos.	
Dyna disc Wobbleboard®	Pequeños discos de goma hinchados	
Tablas de inestabilidad	Tablas con un elemento central más prominente	
T-Bow	Arco de fibra sintética (polietileno) o madera natural, con dimensiones (70x50x17 cm.), equilibrado y con un peso reducido (de 3,2 a 4,7.Kg). Es posible utilizarlo por ambos lados (con un granulado en la parte cóncava y una esterilla en l aparte convexa)	
Core Board	Plataforma (74 x 15 cm. Diámetro: 56) que se inclina, gira y torsiona en todas direcciones, respondiendo dinámicamente a los movimientos del usuario, si éste se mueve de un lado, la pista ejerce una fuerza que empuja hacia atrás en la dirección contraria.	
Espuma de estireno (Foam Roller)	Espuma diseñada de forma tubular.	
Elementos de suspensión TRX, Flying, AirfitPro	Elementos mediante los cuales el sujeto queda suspendido a nivel de algunas de sus extremidades (miembros superiores o inferiores)	
Slide board pro	Superficie rectangular que permite el deslizamiento corporal hacia los lados. Para ello se utilizan una especie de patucos realizados de un tejido que posibilita un mejor deslizamiento de los pies en el slide y que se adquieren normalmente junto con este. A los dos lados del slide se sitúan una especie de topes que limitan el movimiento lateral de los pies y piernas.	
Gliding	Evolución más sencilla del slide. Dos materiales que permiten el deslizamiento sobre la superficie de apoyo, permaneciendo el punto de apoyo (pie, mano, rodilla...) constante y firme. Se pueden encontrar en tela (para deslizamientos sobre parqué o similar) y de goma para obras superficies más duras.	

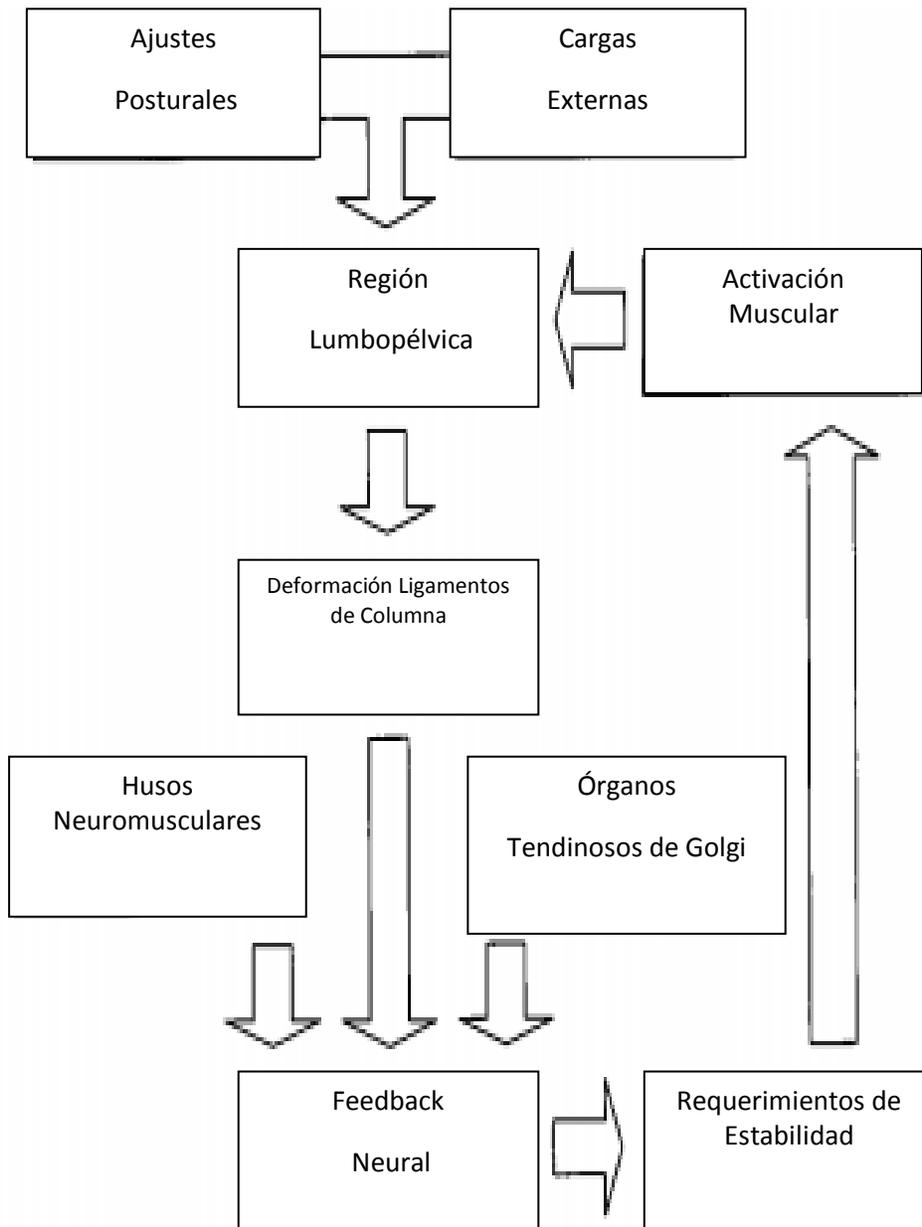
Tomado de: Heredia JR, Peña G, Isidro F, et al. (2011). Bases para la utilización de la inestabilidad en los programas de acondicionamiento físico saludable (Fitness). Revista Digital EF Deportes, 16

2.2.3.3 Control neuromuscular en el Core

Un bajo nivel de co-contracción de los músculos del tronco se traduce en inestabilidad del Core, lo que da una estabilidad insuficiente contra perturbaciones menores. Junto a esto, las respuestas reflejas musculares también son importantes en la provisión de estabilidad, sobre todo cuando se enfrentan a perturbaciones repentinas. Parece que la mayoría de los músculos del tronco, debe trabajar de manera coherente para lograr la estabilidad Core. En la búsqueda de un equilibrio preciso entre la cantidad de la estabilidad y la movilidad, el papel del sensorio-motor de control es mucho más importante que el papel de la fuerza o la resistencia de los músculos del tronco. El sistema nervioso central crea una base estable para el movimiento de las extremidades a través de la co-contracción de los músculos en particular y el reclutamiento de los músculos en el momento apropiados es muy importante en la provisión de la estabilidad del Core (Borghuis, 2008; Davarani, 2007).

La literatura ha hecho hincapié en los mecanismos fisiológicos de control de estabilidad. Los temas van desde los factores extrínsecos (medio ambiente) a los factores intrínsecos (es decir, coordinación muscular y la respuesta vestibular). El equilibrio se logra a través de una interacción en el centro de las acciones preventivas y reflexivas, así como las restricciones activas y pasivas impuestas por el sistema muscular (Anderson, 2005). La importancia del control sensoriomotor tiene implicaciones para el desarrollo de medidas y protocolos de entrenamiento. Se ha demostrado que el desafío a la estabilidad durante el entrenamiento, por ejemplo, mediante la utilización de superficies inestables, conduce a una mayor demanda en los músculos del Core, mejorando así la estabilidad y el equilibrio (Borghuis, 2008) (Gráfica 32).

Gráfica 32. Modelo de Estabilidad Core

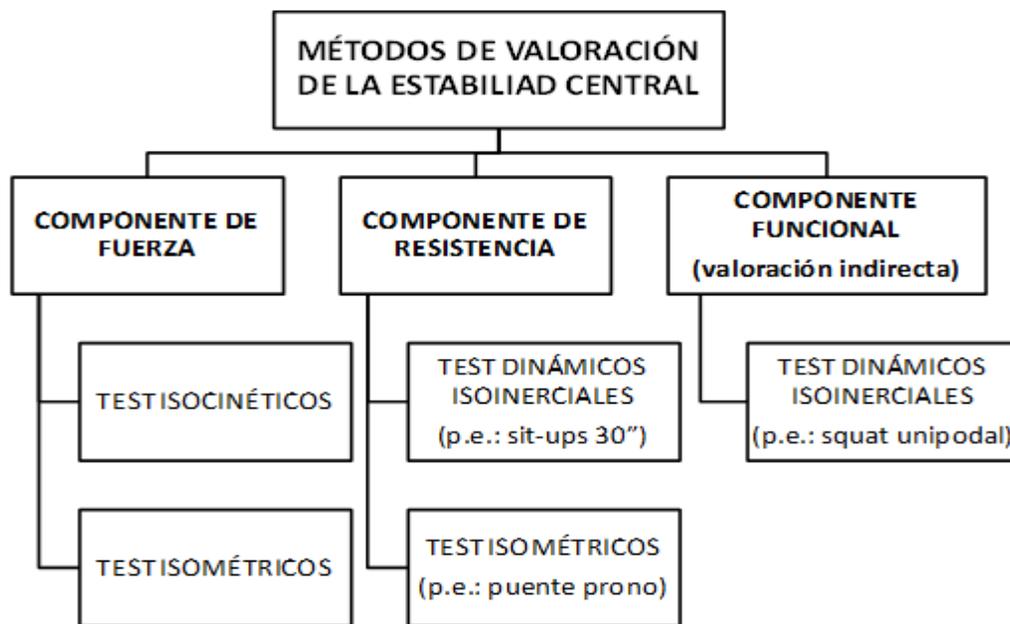


Adaptado de: Willardson JF. (2007). Core stability training: applications to Sports conditioning programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979-985.

2.2.3.4 Métodos de Valoración del Core

La estabilidad Core ha sido difícil de evaluar por la falta de consenso de medición de la fuerza en esta región (Peña, 2102b; Willardson, 2007). Los métodos más habituales que se disponen para valorar los distintos componentes del Core (Gráfica 33) son:

Gráfica 33. Métodos de Valoración del Core



Tomado de: Peña G, Heredia JR, Moral S, Donate FI, Mata F. (2012). Revisión de los Métodos de Valoración de la Estabilidad Central (Core). ICEFS - Instituto Internacional Ciencias Ejercicio Físico y Salud.

- **Valoración isocinética:** Mide la producción de potencia y trabajo total realizado a una velocidad angular constante a través de un rango de movimiento preestablecido. Los investigadores de esta área utilizan máquinas isocinéticas porque pueden de este modo medir tres variables diferentes en la misma sesión de valoración: torque pico concéntrico y excéntrico, trabajo total y potencia media (Peña 2012 b).

- **Valoración isométrica:** mediante esta técnica se puede gravar la fuerza isométrica del Core de todos los movimientos articulares del raquis y de la cadera, en diferentes angulaciones, y realizando habitualmente contracciones máximas estáticas mantenidas por unos segundos. Por tanto, una limitación de la valoración isométrica es que la medición se toma sólo en un determinado ángulo del rango de movimiento (ROM). Los valores habitualmente registrados son la contracción isométrica máxima y media, los cuales deben ser normalizados con el peso corporal del sujeto valorado (Peña, 2012b).
- **Valoración isoinercial:** Mediante el uso de ejercicios dinámicos con una resistencia externa constante (generalmente el propio peso corporal), permite medir indirectamente la fuerza y la resistencia muscular del Core. Algunos test requieren elementos que puedan registrar desplazamiento, torque y velocidad del tronco en ciertos movimientos con un porcentaje de la fuerza isométrica máxima (Peña, 2012 b).

Algunos test isoinerciales frecuentemente utilizados son:

Test de inestabilidad en prono: En este test, el sujeto se ubica prono, con los miembros inferiores por fuera de la camilla y los pies tocando el piso. El clínico aplica presión postero-anterior sobre la columna lumbar y evalúa por dolor. El sujeto, posteriormente, involucra los erectores de la espina y levanta los pies del piso. El test es positivo si el dolor se manifiesta con la presión y disminuye con la extensión activa. Se piensa que esto indica un alivio temporal del dolor a través de la estabilidad de la columna.

Test de resistencia prono en extensión: Dado que los músculos profundos responsables de la estabilidad articular en columna poseen predominancia de fibras tipo I, los test que involucran resistencia isométrica son de especial importancia en la evaluación Core. El test de resistencia prono en extensión se lleva a cabo con el sujeto en posición prono con la pelvis, articulación coxo-femoral y rodillas aseguradas en un tabla o camilla. La parte superior del cuerpo se sostiene en extensión. Cuando ocurre la falla para mantener el sostenido, se considera por terminado el test. Mc Gill ha proporcionado valores normativos para este test indicando un promedio de 173 segundos.

Test puente prono: El test puente prono se realiza soportando el peso del cuerpo entre los brazos y pies evaluando primariamente los músculos anteriores y posteriores. Es esencial que el sujeto mantenga una pelvis neutra y el cuerpo totalmente rígido y derecho. La falla ocurre cuando el atleta pierde la posición neutra de la pelvis adquiriendo una posición lordótica con una rotación anterior de la pelvis. Si el sujeto es incapaz de mantener la posición, se le pide soportar el peso de su

cuerpo en las rodillas, lo cual reduce el esfuerzo para mantener la posición. Sus valores normativos son de aproximadamente 60 segundos

Test puente lateral: Evalúa primariamente la resistencia de los músculos laterales Core. Este ejercicio es la forma más eficaz para evaluar y entrenar los abdominales oblicuos con poca actividad del psoas según determinaciones electromiográficas. La falla ocurre cuando el sujeto pierde la pelvis dejándola caer hacia el piso o camilla. Su dificultad puede ser disminuida como el test puente prono. Los tiempos normativos son 86 segundos para puente lateral izquierdo y 83 segundos para el puente lateral derecho.

Bird dog – test: Test de resistencia muscular que se realiza en cuadrúpedo contra el tiempo. Consiste en levantar miembro superior y miembro inferior contralateral y realizar sostenido hasta la fatiga conservando una correcta alineación pélvica. Para sujetos que tienen mayor dominio Core se realiza el mismo test pero levantando miembro superior y miembro inferior ipsilateral. No se cuenta con valores normativos en segundos para este test.

Test de resistencia de los flexores del tronco: Se realiza tomando el tiempo que el sujeto es capaz de sostener la flexión del tronco mientras está sentado. El tronco debe estar idealmente flexionado a 60 grados y las rodillas y articulación coxofemoral a 90 grados. Los pies deben estar asegurados por el examinador. La falla ocurre cuando el atleta es incapaz de sostener la posición del tronco a 60 grados. Los valores normativos son de 34 segundos.

Test funcionales de estabilidad pélvica: Dentro de estos sobresalen:

- **Test de excursión en estrella:** El atleta permanece sostenido en una sola pierna sobre una alfombra con dibujo de estrella y diversos rangos de alcance. El sujeto trata de alcanzar la máxima distancia con la pierna que no está en apoyo sin tocar el piso pero a nivel del mismo. La pelvis se evalúa en su estabilidad sin permitir compensaciones en columna. Si existe algún signo de compensación, se asume debilidad de los abductores de cadera. El control lumbo-pélvico y el equilibrio también se evalúan.
- **Trendelenburg dinámico:** Consiste en la evaluación de compensaciones posturales ante la flexión de rodilla unipodal. Cuando tales compensaciones, especialmente en columna, se presentan para mantener el equilibrio, se asume una debilidad del glúteo medio que debe ser compensada. Actualmente, existen valores normativos para el mismo y escalas de calificación que permiten su evaluación ordinal.

Test de calidad de movimiento de las cadenas cinéticas: La evaluación de las cadenas cinéticas en su función permite identificar puntos débiles, estrés excesivo, torsiones o desviaciones articulares durante la ejecución de ejercicios básicos y funcionales. El desarrollo de estas evaluaciones se realiza con base a criterios subjetivos relacionados a los patrones de normalidad de ejecución de estos test. La observación entrenada, educada y juiciosa permite intervenciones efectivas a la hora de prevenir lesiones o preparar a los sujetos para realizar estos ejercicios básicos

- **Test de estabilidad en tijera:** En este test se realiza el movimiento dinámico de tijera observando alineaciones de los segmentos corporales, inclinaciones de columna y estabilidad pélvica. Se asignan puntajes de acuerdo a la calidad del movimiento que ejerce el sujeto.

- **Test calidad de movimiento en squat:** En este test se realiza el movimiento dinámico de la sentadilla observando alineaciones de los segmentos corporales, traslación del centro de gravedad inclinaciones e inflexiones en columna y el movimiento pélvico (anteversión-retroversión). Se asignan puntajes de acuerdo a la calidad del movimiento que ejerce el sujeto.

Evaluación subjetiva de ritmos de rotación lumbo-pélvicos a la flexión del tronco: Los ritmos de rotación articulares intersegmentales son de gran importancia. Entre ellos, uno clave es el ritmo lumbo - pélvico, eje central del funcionamiento corporal que dirige y proyecta todas las fuerzas a las demás cadenas cinéticas. Durante la flexión del tronco de aproximadamente 45 grados, la pelvis debe rotar anteriormente acompañando el movimiento. Cuando este movimiento no está presente, la columna se flexiona sin la rotación de la pelvis o cuando la región lumbar está muy rígida, la pelvis y las rodillas compensan su movimiento indicando una clara descoordinación lumbo-pélvica.

- **Test de coordinación lumbo-pélvica:** Este test se realiza con el sujeto prono o en cuadrúpedo. La evaluación se ejecuta de manera subjetiva posicionando de manera contralateral en lumbares y glúteos los dedos índices y del corazón de cada mano del evaluador. Se le solicita al sujeto que realice una extensión de cadera mientras el evaluador percibe subjetivamente el inicio de la contracción en ambos grupos musculares. El movimiento natural debe corresponder a una activación simultánea de los grupos musculares o a una activación inicial de los glúteos y posteriormente los lumbares. Cuando se activan inicialmente los lumbares y luego los glúteos, se sostiene que el sujeto tiene alterado su ritmo lumbo-pélvico (Liebenson, 1999). Según McCall, para el entrenamiento Core existen cuatro estadios que permiten una secuencia ordenada de estímulos para los diferentes músculos de la zona (Tabla 19).

Tabla 19. Sistema Entrenamiento del Core

ESTADIO	OBJETIVO	DURACIÓN	EJERCICIOS
Estabilización Core fase 1	Reeducación neuromuscular	3 veces /sem 10-15 min 2-4 semanas	Posiciones estáticas, isométricas, mínima carga. Apoyo proximal
Estabilización con peso corporal fase 2	Integración de movilidad y estabilidad Balance dinámico	2-4 veces/sem 10-15 min 2-4 semanas	Movimientos estáticos y dinámicos en posturas
Acondicionamiento Core fase 3	Resistencia y Fuerza Tolerancia a fuerzas dinámicas	2-3 veces/sem 4-6 ejercicios >4-12 semanas	Múltiples planos de movimientos, diferentes series-rep y cargas
Fortalecimiento Core fase 4	Control de fuerza balística Producción de fuerza	2 veces/sem 3-4 ejercicios >4-12 semanas	Movimientos explosivos, series-rep y cargas para fuerza

Tomado de: McCall P. (2011) Core off the Floor: Vertical Core Training.

Disponible en: <http://www.acefitness.org/symposium/pdf/2011/McCall-Vertical-Core-Training-PTRI.pdf>

Consultado 15-11-12.

3.2.2 Método Contraste (MC)

La investigación sobre el método complejo parece suscitar una gran atención (Docherty, Robbins, & Hodgson, 2004; Ebben, 2002; Ebben & Watts, 1998; D. W. Robbins, 2005). Sin embargo, hasta la fecha, la mayoría de los estudios sobre este método han examinado la efectividad del mismo en una acción considerada explosiva (salto, lanzamiento de balón medicinal,...) tras la realización de una o varias series de un ejercicio (squat, press de banca,...) con cargas elevadas. Por tanto, en estos estudios se han investigado los efectos agudos del método complejo (tabla 2).

Existen estudios en los que se han encontrado mejoras en el rendimiento en ejercicios explosivos realizados tras contracciones voluntarias máximas isométricas (French, Kraemer, & Cooke, 2003; Gullich & Schmidtbleicher, 1996) o dinámicas (Baker, 2001, 2003a; Baker & Newton, 2005; Chiu et al., 2003; Duthie, Young, & Aitken, 2002; Evans, Hodgkins, Durham, Berning, & Adams, 2000; García & Navarro, 2001; Gourgoulis, Aggeloussis, Kasimatis, Mavromatis, & Garas, 2003; Hoffman, Ratamess, Faigenbaum, Mangine, & Kang, 2007; Matthews, Matthews, & Snook, 2004; Radcliffe &

Radcliffe, 1996; Villani, 2005; Young, Jenner, & Griffiths, 1998), y sin embargo, en otros estudios no se han encontrado mejoras, ni con contracciones isométricas (D. Robbins & Docherty, 2005), ni con contracciones dinámicas (Ebben, Watts, Jensen, & Blackard, 2000; Gossen & Sale, 2000; Hrysonmallis & Kidgell, 2001; Iglesias & Clavel, 2005; Jensen & Ebben, 2003; Jensen, Ebben, Blackard, McLaughlin, & Watts, 1999; Jones & Lees, 2003; Scott & Docherty, 2004). Se ha sugerido también que la potenciación postactivación aumenta la potencia de forma aguda en ejercicios con cargas ligeras, pero no lo hace en ejercicios con cargas más elevadas (Schneiker, Billaut, & Bishop, 2006b). También se pueden observar algunos estudios donde, dependiendo de diversas cuestiones como, por ejemplo, las variables analizadas, se encuentran tanto mejoras como no mejoras (Comyns, Harrison, Hennessy, & Jensen, 2006; McBride & Nimphius, 2005; Melián, García Manso, Quintana, Hernández, & Alamo, 2001; Smilios, Pilianidis, Sotiropoulos, Antonakis, & Tokmakidis, 2005; Smith & Fry, 2007). En otros dos estudios en donde no se han encontrado mejoras se ha observado que incluso el método complejo puede disminuir el rendimiento en la respuesta inmediata en un ejercicio de potencia (Gossen & Sale, 2000; Jensen & Ebben, 2003). En ambos estudios la muestra estaba formada por hombres y mujeres. También la muestra estaba compuesta por hombres y mujeres en algunos de los estudios que se exponen a continuación (Chiu et al., 2003; French, Kraemer, & Cooke, 2003; Gullich & Schmidtbleicher, 1996; Melián, García Manso, Quintana, Hernández, & Alamo, 2001; Radcliffe & Radcliffe, 1996).

Todas estas investigaciones han empleado tareas explosivas tanto del tren superior (principalmente lanzamientos de balón medicinal en el ejercicio de press de banca) como del tren inferior (con saltos de diversos tipos). Merece la pena destacar dos estudios (Matthews, Matthews, & Snook, 2004; McBride & Nimphius, 2005), ya que en ellos se comprobaron los efectos del método complejo en la respuesta inmediata de mejora del sprint, encontrándose en ambos resultados positivos, aunque en el caso de McBride y Nimphius (2005) sólo en 40 m, pero no en 10 y 30 m. Por otra parte, también destacan, por su particularidad, otras investigaciones (García & Navarro, 2001; Villani, 2005), donde se demuestra la efectividad del método sobre diversas acciones propias de deportes de combate. En otro estudio llevado a cabo (Wilson, 2004), el entrenamiento complejo resultaba igual de efectivo que un calentamiento de flexibilidad dinámica para la potencia de salto vertical, salto de longitud desde parado y sprint de 20 m. Presentan también rasgos particulares dos estudios de Baker; en uno de ellos (Baker, 2003 b), se investiga la efectividad de un trabajo orientado a la hipertrofia (3 x 10 al 65% de 1 RM en press de banca) sobre la potencia de un ejercicio explosivo realizado a continuación, encontrándose una disminución del rendimiento aplicando este tipo de potenciación postactivación. En el otro estudio (Baker & Newton, 2005), se consigue una mejora en la respuesta inmediata de potencia en el ejercicio de lanzamiento desde la posición de press de banca aplicando el método complejo antagónico, es decir, mediante el trabajo de la musculatura antagónica a la implicada mayormente en el ejercicio a realizar. Las diferencias observadas entre estudios dependen en gran parte de las características particulares de cada uno. Por ejemplo, en estos estudios de Baker, las pausas que se aplican son cortas, y no existe mucha diferencia entre los pesos utilizados en los distintos ejercicios. Por último, señalar que estudios recientes sugieren que las respuestas de potenciación postactivación son diferentes en unos y otros sujetos, por lo que sería recomendable la individualización de este tipo de tareas, con un descanso individualizado para cada sujeto (Comyns, Harrison, Hennessy, & Jensen, 2006; Mangus et al., 2006). En cualquier caso, Mangus et al. (2006) indican que el ratio de fuerza no parece predecir quién se beneficiará de esta potenciación.

Cabe destacar también que en la mayoría de estos estudios la muestra estaba formada por deportistas con experiencia en el entrenamiento de fuerza.

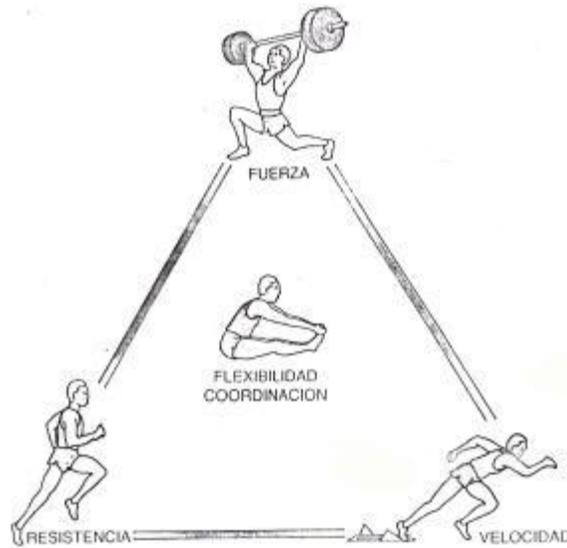
Tabla 20. Relación de estudios sobre los efectos agudos del método contraste

AUTOR Y AÑO	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
(Gulich & Schmidtbleicher, 1996)	Atletas de potencia (hombres y mujeres)	Mejora en fuerza explosiva en extremidades superiores e inferiores
(Radcliffe & Radcliffe, 1996)	Hombres y mujeres	Para sujetos masculinos, los ejercicios de halterofilia pueden tener un efecto positivo en una serie de saltos realizados a continuación
(Young, Jenner, & Griffiths, 1998)	10 hombres de 18 a 31 años con al menos 1 año de experiencia en el entrenamiento de ½ squat	Mejora significativa con el método complejo agudo en la altura del CMJ con 19 kg. Mejores resultados en sujetos con experiencia. Se recomienda la realización de un estudio con 2 series de salto, y otro día diferente la serie de peso y otra serie de saltos, para comprobar si las series previas de salto pueden tener influencia en la mejora
(Jensen, Ebben, Blackard, McLaughlin, & Watts, 1999)	10 jugadoras de baloncesto (19,9 ± 2,4 años)	El método complejo no produjo ni ventajas ni desventajas en el lanzamiento de balón medicinal
(Ebben, Watts, Jensen, & Blackard, 2000)	10 jugadores de baloncesto (19 ± 1,4 años) con experiencia en el trabajo con peso y pliometría	No se produjeron mejoras, pero tampoco hubo una disminución del rendimiento
(Evans, Hodgkins, Durham, Berning, & Adams, 2000)	10 chicos (25 ± 2 años) con experiencia en el trabajo de press de banca	El método empleado resultó efectivo para la potencia de las extremidades superiores. Los sujetos más fuertes pueden verse más beneficiados por este método
(Gossen & Sale, 2000)	6 hombres y 4 mujeres	La realización de las extensiones de rodilla muy seguidas a 10 s de contracciones voluntarias máximas no reporta beneficios posiblemente por los efectos de la fatiga
(Hrysmallis & Kidgell, 2001)	12 hombres (22,8 ± 3,0 años) con experiencia a nivel recreacional en el entrenamiento de peso	No se produjeron mejoras significativas en el lanzamiento de balón medicinal tras realizarlo 3 min después de 5RM de press de banca. Puede ser que el método complejo no resulte así tan efectivo como si antes del ejercicio de fuerza máxima también se hace el de potencia
(Melián, García Manso, Quintana, Hernández, & Alamo, 2001)	32 estudiantes de Educación Física (23,5 ± 2,2 años)	Los resultados pueden estar influenciados por la posibilidad de que el test de determinación del 1RM no refleje realmente el valor potencial máximo de los sujetos. No se han encontrado diferencias entre hombres y mujeres en la aplicabilidad del método, salvo que los efectos pueden desaparecer antes en las mujeres
(García & Navarro, 2001)	12 judokas sub-23 de nivel intermedio	La inclusión de cargas de contraste en sesiones previas a la competición puede resultar interesante

Tomado de: Heredia JR. (2012). Determinación de la carga de Entrenamiento para la mejora de la fuerza orientada a la salud y las actividades de la vida laboral. Memorias del Postgrado en Entrenamiento Funcional. Primera Edición.

AUTOR Y AÑO	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
(Gulich & Schmidtbleicher, 1996)	Atletas de potencia (hombres y mujeres)	Mejora en fuerza explosiva en extremidades superiores e inferiores
(Radcliffe & Radcliffe, 1996)	Hombres y mujeres	Para sujetos masculinos, los ejercicios de halterofilia pueden tener un efecto positivo en una serie de saltos realizados a continuación
(Young, Jenner, & Griffiths, 1998)	10 hombres de 18 a 31 años con al menos 1 año de experiencia en el entrenamiento de ½ squat	Mejora significativa con el método complejo agudo en la altura del CMJ con 19 kg. Mejores resultados en sujetos con experiencia. Se recomienda la realización de un estudio con 2 series de salto, y otro día diferente la serie de peso y otra serie de saltos, para comprobar si las series previas de salto pueden tener influencia en la mejora
(Jensen, Ebben, Blackard, McLaughlin, & Watts, 1999)	10 jugadoras de baloncesto (19,9 ± 2,4 años)	El método complejo no produjo ni ventajas ni desventajas en el lanzamiento de balón medicinal
(Ebben, Watts, Jensen, & Blackard, 2000)	10 jugadores de baloncesto (19 ± 1,4 años) con experiencia en el trabajo con peso y pliometría	No se produjeron mejoras, pero tampoco hubo una disminución del rendimiento
(Evans, Hodgkins, Durham, Berning, & Adams, 2000)	10 chicos (25 ± 2 años) con experiencia en el trabajo de press de banca	El método empleado resultó efectivo para la potencia de las extremidades superiores. Los sujetos más fuertes pueden verse más beneficiados por este método
(Gossen & Sale, 2000)	6 hombres y 4 mujeres	La realización de las extensiones de rodilla muy seguidas a 10 s de contracciones voluntarias máximas no reporta beneficios posiblemente por los efectos de la fatiga
(Hrysomallis & Kidgell, 2001)	12 hombres (22,8 ± 3,0 años) con experiencia a nivel recreacional en el entrenamiento de peso	No se produjeron mejoras significativas en el lanzamiento de balón medicinal tras realizarlo 3 min después de 5RM de press de banca. Puede ser que el método complejo no resulte así tan efectivo como si antes del ejercicio de fuerza máxima también se hace el de potencia
(Melián, García Manso, Quintana, Hernández, & Alamo, 2001)	32 estudiantes de Educación Física (23,5 ± 2,2 años)	Los resultados pueden estar influenciados por la posibilidad de que el test de determinación del 1RM no refleje realmente el valor potencial máximo de los sujetos. No se han encontrado diferencias entre hombres y mujeres en la aplicabilidad del método, salvo que los efectos pueden desaparecer antes en las mujeres
(García & Navarro, 2001)	12 judokas sub-23 de nivel intermedio	La inclusión de cargas de contraste en sesiones previas a la competición puede resultar interesante

Gráfica 34. Capacidades Biomotoras



Adaptado de: Cortegaza L, Hernández CM, Suárez JC. (2004). La preparación física especial. Revista Digital EFDeportes 10(70), 1-2.

La FF se puede entrenar en actividades que involucren formas básicas de movimiento como caminar, correr, saltar, trepar, empujar, lanzar, traccionar y girar que incluyan las cualidades motrices de fuerza, resistencia, flexibilidad, estabilidad, balance, coordinación, velocidad, agilidad y potencia. Estas cualidades motrices y formas básicas de movimiento están inmersas en muchas AVD y en los deportes. Por ello entrenarlas mediante EF, no es eliminar el trabajo de musculación en máquinas, sino potenciarlo y darle una nueva dimensión con un objetivo funcional. La FF incorpora un espectro de actividades y métodos de entrenamiento los cuales están diseñados de acuerdo a las necesidades de fuerza de la actividad específica del alumno. (Aon 2012).

Santana, citado por Aon, dividió el movimiento humano en 4 pilares:

1. Estar de pie y la locomoción: Este pilar hace referencia a los actos más básicos del movimiento humano. La principal característica de la locomoción es estar parado sobre una sola pierna y los ejercicios principales son los alcances anteriores. Algunas actividades son la caminata, marcha, trote, salto largo, salto en alto, alcances anteriores y posteriores con las piernas, los brazos o elementos como conductores (Aon 2012).
2. Cambios de nivel: Los cambios de nivel se producen tanto con la parte superior como con la inferior del cuerpo, los ejercicios característicos son estocadas en todos sus planos y sentadillas.

Otras actividades son Step, Sentadilla a una pierna (planos sagital, frontal, transversal) y estocadas con alcance (Aon 2012).

3. Empujar y traccionar: Empujar es alejar los brazos del centro del cuerpo y traccionar es acercarlos al centro del cuerpo. Los ejercicios referentes en este pilar son los push up (lagartijas) y remos invertidos en barra. De Pie.

Parte Superior del Cuerpo: simultáneo, alterno, a un brazo.

Parte inferior del Cuerpo: Postura Paralela, escalonada, a una pierna. Lagartijas, remo inclinado (Aon 2012).

4. Rotación: Es el más importante pilar y el menos entendido, las rotaciones se pueden realizar con pivot de las piernas o sin él. Parte Superior del Cuerpo: brazos al frente, diagonal arriba, diagonal abajo. Parte Inferior del Cuerpo: Pies plantados, pivot a una pierna (Aon 2012).

Dentro de la FF, el estímulo isométrico reviste gran importancia. Este es aquel que provoca tensión (a veces una tensión casi máxima) sin movimiento, bien sea aguantando un peso con un brazo o pierna o aguantando la carga del propio peso o para mantener la postura en las AVD. Activa la coordinación intramuscular y con ella trabajan casi la totalidad de las fibras, lo cual se traduce en una tonificación y elevación de fuerza general más rápida, por eso es muy usado en la rehabilitación de lesiones. Un punto a tener muy en cuenta es la reacción vasodepresora que provoca el ejercicio isométrico, a la que se suma un aumento de la frecuencia cardíaca y elevación de la presión sistólica y diastólica junto con un mayor estrés de la articulación implicada. Así como los abdominales isométricos también dan muy buenos resultados: fortalecen el músculo profundo, zona del transverso, fortaleciendo al mismo tiempo y protegiendo la zona lumbar de la que nos debemos preocupar por la importancia del daño que se produciría si hiciésemos un mal ejercicio (Todea 2011).

La FF y todas las manifestaciones de la misma, cumplen un papel clave en aptitud postural normal de un sujeto como prerrequisito para la velocidad y los saltos así como un factor determinante en la prevención de lesiones. La definición de fuerza a nivel fisiológico es la capacidad de contrarrestar una resistencia externa. Desde el punto de vista de la física $F = M \times A$ (Masa x Aceleración), sin embargo desde el punto de vista funcional la fuerza es la habilidad para producir y reducir fuerza en un rango completo de movimiento en forma dinámica con velocidad y control (Aon 2012).

Para fines prácticos la fuerza se divide en tres manifestaciones:

- Fuerza máxima: La mayor fuerza que puede aplicarse frente a una resistencia.

- Fuerza resistencia: Capacidad de oponerse a la fatiga, en rendimientos de fuerza prolongados o repetitivos.
- Fuerza explosiva: Capacidad de superar resistencias: propio cuerpo, segmentos u objetos, con la máxima velocidad de contracción posible.

La producción óptima de potencia, no ocurre con cargas pesadas. Con excepción de los levantamientos olímpicos, las cargas óptimas para el entrenamiento de la potencia están entre el 30% y el 55% del peso máximo, dependiendo del nivel de entrenamiento de la persona. Es por eso que el entrenamiento de la FF con cargas ligeras debe ser incorporado en el entrenamiento. Aon sugiere cinco leyes básicas del EF para asegurar la adaptación anatómica de un organismo antes de exponerlo al entrenamiento de fuerza:

Ley N° 1- “Antes del desarrollo de la fuerza muscular, desarrollar la flexibilidad de las articulaciones”: Utilizar el rango total del movimiento de las principales articulaciones, especialmente las rodillas, los tobillos y las caderas. Su desarrollo debe comenzar durante la pre-pubertad y pubertad, para luego, solo tenga que ser mantenida en los últimos estadios del desarrollo del entrenamiento.

Ley N° 2 - “Antes del desarrollo de la fuerza muscular, desarrollar la unión músculo-hueso (tendones)”: La fuerza muscular siempre se mejora más rápido que la capacidad de los tendones para mantener la tensión y que la resistencia de los ligamentos para preservar la integridad de las articulaciones entre segmentos óseos. El fortalecimiento de los tendones y los ligamentos se logra a través de un programa diseñado para lograr la adaptación anatómica. Los tendones unen los músculos a los huesos. Su función principal es la de transmitir la tracción, es decir, la fuerza generada por la contracción muscular al hueso, resultando en un movimiento en una articulación dada. El entrenamiento de fuerza intenso, sin base alguna o sin una adaptación anatómica adecuada de los tendones y ligamentos, puede resultar en lesiones de ambas estructuras. Los tendones y los ligamentos son entrenables, siendo el resultado el engrosamiento de los mismos, incrementando así sus capacidades para hacer frente a la tensión y posibles rupturas.

Ley N° 3 - “Antes de desarrollo de los miembros, desarrollar el centro del cuerpo”: Antes del fortalecimiento de los miembros, hay que concentrarse en desarrollar los enlaces entre ellos, el soporte, es decir los grupos musculares centrales del tronco o Core. Los abdominales y la musculatura de la espalda proveen al tronco de un grupo de músculos cuyos haces corren en diferentes direcciones rodeando al área central del cuerpo, con un firme y poderoso apoyo para un amplio rango de movimientos físicos. Los músculos abdominales anteriores y oblicuos pueden traccionar en direcciones opuestas a través de las fibras que cruzan la pared abdominal,

permitiendo que el tronco se flexione hacia delante, hacia los lados y que rote. Todos los músculos del tronco pueden trabajar como una unidad para estabilizar y mantener el tronco fijo, durante el movimiento de los brazos y de las piernas.

Ley N° 4 - “Antes del desarrollo de los músculos de la primera fuerza motriz, consolidar los estabilizadores”: La primera fuerza motriz, en referencia a los músculos responsables de la realización de los movimientos técnicos, trabajan más eficientemente cuando los estabilizadores o los músculos fijadores, son más fuertes. Este último grupo de músculos se contrae, en especial isométricamente, para inmovilizar una extremidad, en función de que otra parte del cuerpo pueda realizar una acción deseada.

Ley N° 5 - “Entrenar movimientos, no músculos”: El principal objetivo de la Adaptación Anatómica, es la de involucrar la mayor cantidad de grupos musculares, y preparar los músculos, ligamentos, tendones y articulaciones, para resistir las futuras fases de entrenamiento.

Estos grupos de músculos trabajan en conjunto para asegurarse que el tronco sea un soporte, para que las piernas y los brazos tengan un fuerte pilar donde sustentarse para todos los movimientos que ellos realizan. Representando de esta manera, un mecanismo absorbente de los impactos para muchos esfuerzos y ejercicios, especialmente en los aterrizajes y las caídas. A través de la fase de adaptación anatómica, el programa se focaliza no en el involucramiento de la mayoría, sino todos, los grupos musculares en un programa de tipo multilateral (Aon 2012).

Para el trabajo se la FF se debe:

- Incrementar la eficiencia neuromuscular: Los primeros aumentos de fuerza luego de un entrenamiento, se deben primeramente a factores neurales. Desde el primer día de entrenamiento trataremos de mantener estables, posturas que nunca se hayan podido equilibrar, luego trabajaremos la eficiencia neuromuscular. Esta es la habilidad con que una persona ejecuta un determinado movimiento y se relaciona con el nivel de efectividad e intensidad con que se reclutan las fibras musculares en los grupos musculares apropiados para producir un tipo de movimiento adecuado y potente. Todas las acciones motoras son controladas por procesos nerviosos y neuromusculares, por lo que ese factor debe considerarse fundamental para la producción funcional de fuerza. Esta eficiencia neuromuscular, la vamos a desarrollar con el entrenamiento de los 4 pilares, con ejercicios como alcances anteriores, alcances posteriores, ejercicios compuestos, etc.)

- Incrementar la integridad estructural: Puede desarrollarse por medio del aumento de la masa muscular. La hipertrofia puede obtenerse con EF de resistencia, dándole suficiente intensidad y volumen.
- Actividades específicas: Para hacer funcional el entrenamiento se debe saber cuáles son las habilidades necesarias para la ejecución de una actividad, además determinar cuál es el tipo de resistencia que se utiliza, cual es la cantidad de fuerza, cuanta flexibilidad es característica para esa actividad cuanta potencia y la morfología, o sea si el deporte depende o no de la masa muscular.
- Evaluaciones: Podemos utilizar ejercicios funcionales como evaluaciones y evaluaciones como ejercicios funcionales como una referencia para establecer las mejoras o estancamientos, pero sin exagerar en evaluaciones complejas que demanden mucho equipamiento y demasiada explicación. En honor a la verdad la mayoría de las evaluaciones indirectas solo pronostican un estado determinado, no son demasiado específicas. La idea es utilizar algunos ejercicios funcionales como alcances, sentadillas, estocadas, lagartijas y lanzamientos como referencia de mejoras en el desempeño, ya sea por cantidad de repeticiones, distancia alcanzada, repeticiones en tiempo, etc.

CAPITULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO (PRE-TEST)

El total de población elegible que inicio el estudio mediante convocatoria fue de 24 adolescentes que cumplían con los criterios de inclusión, de las cuales ninguno fue excluido de la investigación. Al final de la intervención fueron analizados los 24 participantes (Gráfica 35).

Gráfica 35. Población Participante en el estudio

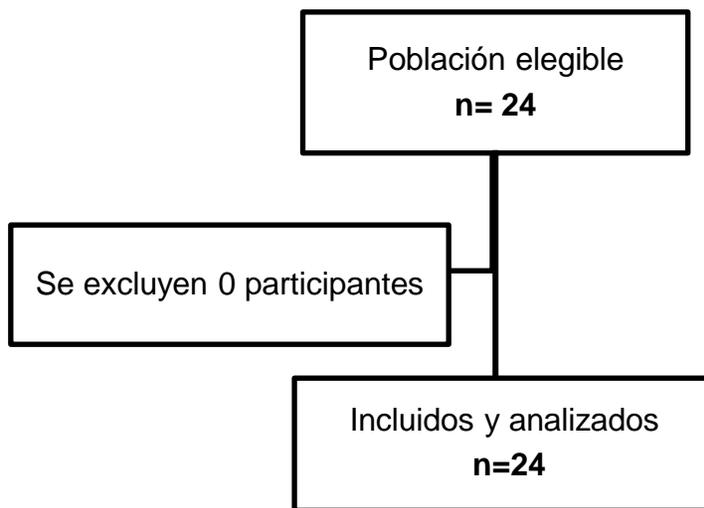


Tabla 21. Características Generales de la Población. n=8

3.2 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Para la elaboración de la intervención se consideran tres principios biológicos del entrenamiento:

- *Principio de adaptación sucesiva:* Acoplamiento al medio, a la realización de actividad física y a la utilización de instrumentos y bases inestables.
- *Principio de variación cíclica:* Cambios de niveles de intensidad y complejidad de los ejercicios.
- *Principio de especificidad:* Trabajos de tonificación y relajación de músculos específicos. (Baechle, 2007)

Para llevar a cabo la intervención, según el modelo del ACSM 2010, se determinan los siguientes elementos de la prescripción del ejercicio:

✓ **Tipo/Modo de la Actividad:** EF utilizando grandes grupos musculares que se mantengan en trabajo muscular continuamente y rítmicamente. En este caso el objetivo es incidir en la musculatura Core mediante ejercicios multiarticulares en posturas que inician desde las básicas a las avanzadas.

✓ **Intensidad:** Para la determinación de la Frecuencia Cardíaca Máxima (FCM) teniendo en cuenta la edad, se tomó la siguiente ecuación, en relación a la frecuencia de trabajo (Bouzas 2010, Tanaka 2001) :

$$\text{FCM: } 208 - (0.7 \times \text{edad en años}) \text{ (Tanaka 2001)}$$

Se determina que la intensidad de trabajo moderada es el rango de trabajo entre 40-60% de la FCM y la intensidad de trabajo vigorosa es el rango de trabajo $\geq 60\%$ de la FCM (CDC a). La determinación de la intensidad de la actividad física puede ser por la intensidad relativa que es el nivel de esfuerzo requerido por una persona a hacer una actividad y como ésta afecta el ritmo cardíaco y la respiración. La prueba del habla es una forma sencilla de medir la intensidad relativa. Por su parte la intensidad absoluta es la cantidad de energía utilizada por el cuerpo por minuto de actividad. Existen actividades clasificadas como de intensidad moderada o vigorosa intensidad en función de la cantidad de energía utilizada por el cuerpo mientras se realiza la actividad (CDC b). Otra manera de medición es mediante la escala de percepción del esfuerzo de Borg (Gráfica 36). Existe un consenso de profesionales quienes están de acuerdo en que las calificaciones de esfuerzo percibido entre 12 y 14 en la escala de Borg sugieren que la actividad física se realiza a un nivel moderado de intensidad (CDC c). Además hay una alta correlación entre la calificación de

percepción de esfuerzo calificada por una persona y el ritmo cardíaco actual durante la actividad física, así la calificación de una persona el ejercicio puede proporcionar una buena estimación de la frecuencia cardíaca durante la actividad real (CDC c).

Gráfica 36: Escala de Borg

Escala de 15 grados	
Valor	Apreciación
6	
7	Muy muy leve
8	
9	Muy leve
10	
11	Considerablemente leve
12	
13	Medianamente dura
14	
15	Dura
16	
17	Muy dura
18	
19	Muy muy dura
20	

Tomado de: CDC Centers for Diseases Control and Prevention. Perceived Exertion (Borg Rating of Perceived Exertion Scale). Disponible en:

<http://www.cdc.gov/physicalactivity/everyone/measuring/exertion.html>

✓ **Duración:** 45-60 minutos de FM. Cada sesión se llevará a cabo según las fases del ejercicio propuestas por el ACSM:

- **Calentamiento:** Se realizarán 10 minutos de ejercicios suaves y progresivos en los distintos músculos y articulaciones, preparando el cuerpo para realizar esfuerzos más intensos, mejorar el rendimiento posterior y evitar lesiones.
- **Flexibilización:** Ejercicios de flexibilización de MMSS- MMII de grupos musculares grandes: hombro, brazo, cadera, pierna y tronco de 30 seg c/u. El promedio de tiempo en esta fase son 5 – 10 minutos.
- **Potenciación:** Se realizarán ejercicios enfocados para la resistencia cardio-respiratoria y fuerza. Tendrá una duración de 30-40 minutos de intervención.

- **Vuelta a la calma:** Este periodo dura entre 5 a 10 minutos donde se involucra los mismos ejercicios, sólo a más baja intensidad; con ejercicios de estiramiento dinámico lentos con duración de 20 a 30 segundos de 2 a 3 repeticiones, trabajando sobre aquellos involucrados en la fase activa; cuyo fin es disminuir gradualmente la presión sanguínea a los valores cercanos al reposo (ACSM 2010).

✓ **Frecuencia:** 3 días a la semana durante 16 semanas.

✓ **Densidad:** La relación entre la duración del esfuerzo y de la pausa de recuperación se establece considerada tanto como densidad intra-sesión (inter-series; inter-bloques o ejercicios) como densidad inter-sesión (entre sesiones o unidades de entrenamiento) (Heredia 2007). El desgaste en los sujetos con FM varía desde 0 hasta 67% (media 21%) mientras que los sujetos controles oscilan desde 0 hasta 48% (media 14%) (Dupree 2006). Considerando que el tiempo en el caso de sesiones de fuerza se establece 1:15" para fuerza máxima, 1:10" para resistencia a la fuerza y 1:25 a 1:30 para fuerza velocidad (Heredia 2007). En el entrenamiento de la fuerza para la salud, se aconseja pausas de un día y no mayores a tres (Jiménez 2005).

✓ **Progresión:** Se siguen las fases:

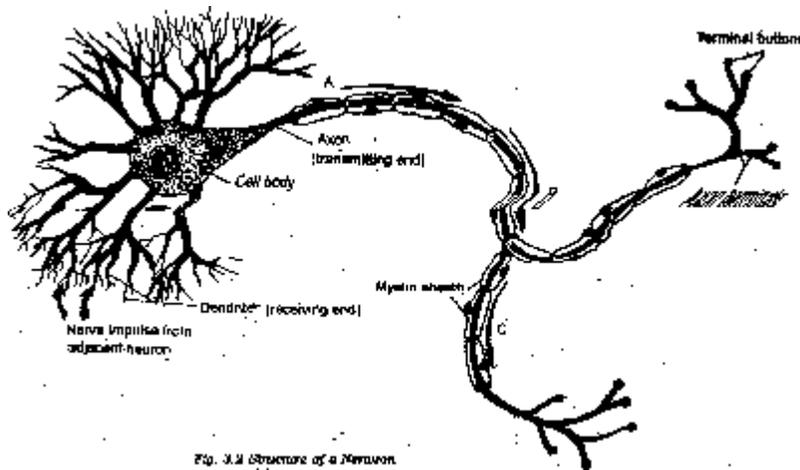
- **Acondicionamiento Inicial** (ACSM 2010): Se conoce como Adaptación Anatómica (AA) (Bompa, 2000). Se busca asegurar la estabilidad, movilidad y fuerza general en todo el cuerpo. Es el punto de comienzo recomendado para el acondicionamiento, usando una cantidad de ejercicios para todo el cuerpo. Dependiendo del estado físico de los participantes, los ejercicios pueden poner el foco en un componente del estado físico o en una cantidad de componentes específicos. (Bompa, 2000).

- **Aclimatación** (Heredia, 2012c): También llamada o fase de Movilidad - Estabilidad según el modelo ACE IFT™ (McCall, 2011). Se caracteriza porque se extiende de 3 a 4 semanas, aplicando ejercicios básicos, dinámicos, ligeros y actividades de bajo nivel, manteniendo valores entre 40-60% FCM con una duración de 10 - 30 min y una frecuencia de 3 veces semanales. Se busca mejorar la respuesta de los músculos posturales, promoviendo la estabilidad articular proximal mientras se mejora la movilidad articular distal. Se siguen patrones de reeducación neuromuscular, con baja carga en la columna, estimulando respuestas propioceptivas reflejas y activación cognitiva del Core (McCall, 2011). En esta fase, la realización de ejercicios básicos de estabilización Core durante un periodo inicial reduce significativamente los valores de lactato debido a su eliminación a través de un mayor flujo sanguíneo o la mayor captación en esta musculatura (Navalta, 2007).

- *Mejoría del Acondicionamiento* (ACSM, 2010): También llamada fase de formación o Principiante (Heredia, 2012c). En esta fase se combina el Entrenamiento del Movimiento (EM) y Entrenamiento de la Carga (EC), que corresponden a la segunda y tercera fase según el modelo ACE IFT™, respectivamente (McCall, 2011). Puede durar hasta 20 semanas, con ritmo más acelerado, 3 veces semanales y una duración de ≥ 30 min hasta poder aumentar su intensidad. En esta fase se ejecutaran ejercicios con dificultad básica, moderada y avanzada (Dieguez, 2007; Endacott, 2004; Verstegen, 2004, Jemmett, 2002). Las metas en la fase EM es la enseñanza de secuencias y patrones de los movimientos fundamentales como empujes, tracciones, rotaciones, sentadilla (Squat) y tijeras (Lunges), integrando estabilidad y movilidad, manteniendo el centro de gravedad dentro de la base de soporte. En la fase EC se busca el entrenamiento de la fuerza resistencia, fuerza máxima e hipertrofia, combinando la flexibilidad dinámica y estática, logrando el reclutamiento desde fibras rápidas a fibras lentas (McCall, 2011).
- *Mantenimiento del Acondicionamiento* (ACSM, 2010): Corresponde a la fase de Rendimiento según el modelo ACE IFT™ (McCall, 2011) o a las fases de fortalecimiento intermedio y fortalecimiento experimentado (Heredia, 2012c). Se alcanza el nivel deseado e inicia después de 6 meses, la idea es que practicantes tengan entrenamiento prolongado de manera regular a largo plazo o durante toda la vida.

En esta investigación, las participantes tendrán una guía de ejercicios adecuados para el control del dolor y optimización funcional (ACSM, 2010; Dieguez, 2007; Endacott, 2004; Verstegen, 2004; Jemmett, 2002). Para ello se clasificaron los ejercicios por niveles de dificultad (Heredia 2010) y teniendo en cuenta la progresión de los mismos (Heredia, 2011) (Tabla 23), siendo estos de un nivel principiante en el mesociclo de Aclimatación; intermedio y avanzados para los mesociclos de Formación 1y 2, para el mesociclo Recuperador, se aplica un nivel intermedio-básico.

Tabla 23. Ejemplo de progresión de ejercicio mediante el manejo de los niveles de estabilización externa y los incrementos en las demandas de estabilización interna activa

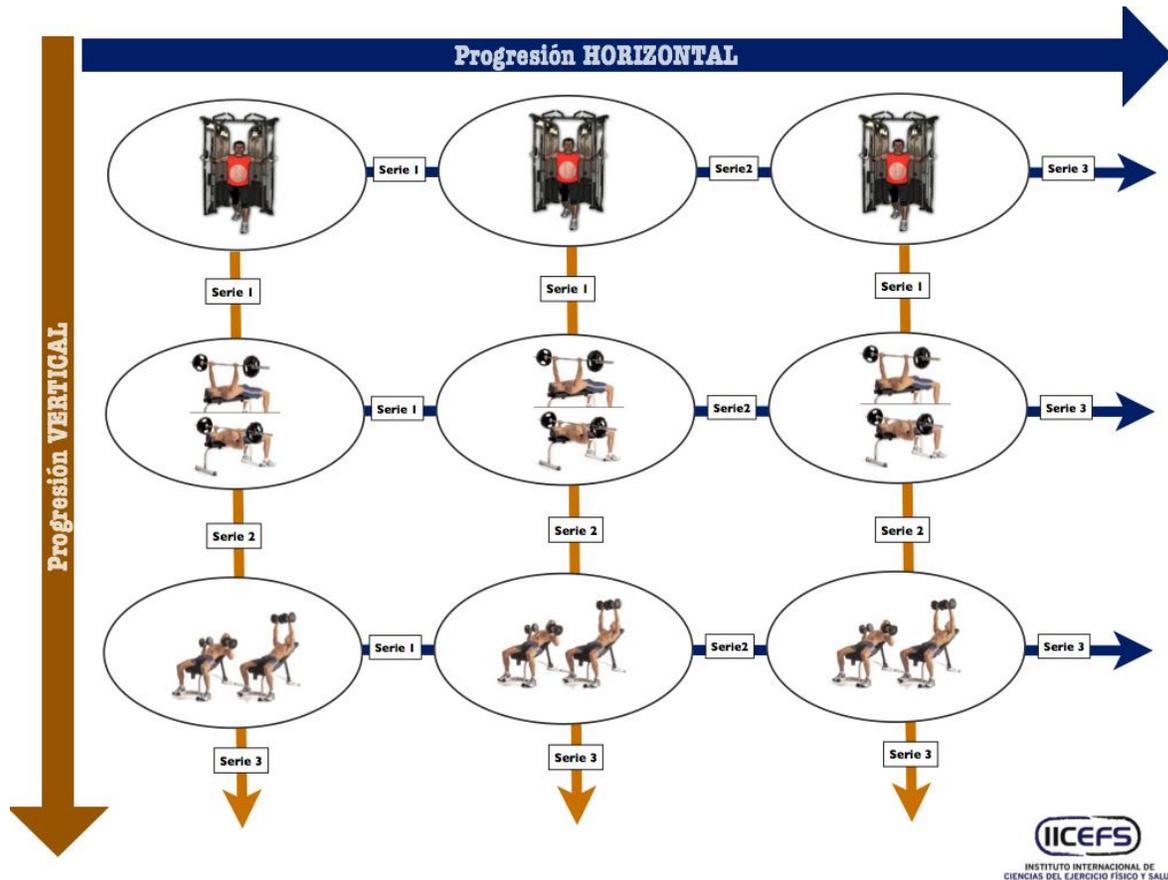


Tomado de: Heredia JR, Peña G, Isidro F, et al. (2011). Bases para la utilización de la inestabilidad en los programas de acondicionamiento físico saludable (Fitness). Revista Digital EFDeportes, 16 (162).

- **Ejercicios Principiantes:** Teniendo en cuenta las etapas del control motor, son ejercicios donde se adopta la postura y se mantiene dentro de la base de sustentación son modificaciones del centro de gravedad, con base de apoyo amplia y mínima inestabilidad. Usualmente son unidireccionales e involucran máximos dos planos de movimiento. Estos se caracterizan por una alta estabilidad externa, baja estabilidad activa y sin estabilidad activa con inestabilidad externa añadida, ver Tabla 24 (Heredia 2010, Dieguez 2007).
- **Ejercicios Intermedios:** Son ejercicios donde las posturas son más demandantes, disminuye el apoyo y la base de sustentación y/o se adicionan cargas externas livianas. Son ejercicios mono o multiarticulares que involucran los tres planos de movimiento. Estos ejercicios tienen baja estabilidad externa, media estabilidad activa y media estabilidad activa con inestabilidad externa añadida, ver Tabla 24 (Heredia 2010, Dieguez 2007).
- **Ejercicios Avanzados:** Son ejercicios multiarticulares, con cargas externas, cambios de velocidad y dirección, disminuye a dos o un punto del apoyo, la base de sustentación siempre es inestable y/o se adicionan cargas externas de mayor peso o mayor dificultad estadodinámica. En

estos hay nula estabilidad externa, alta estabilidad activa al igual que la estabilidad activa con inestabilidad externa añadida, ver Tabla 24 (Heredia 2010, Dieguez 2007).

Tabla 24: Clasificación de Niveles de fuerza



Tomado de: Heredia JR; Isidro, F, Peña, G; Chulvi, I; Mata, F. (2010). Evolución en las propuestas para el entrenamiento saludable de la musculatura. EFDeportes.com, Revista Digital. 15(149).

Para el manejo de las posturas, se incluyó un amplio repertorio de ejercicios (Tabla 25) que siguieron los preceptos para la progresión de supino a posición de pie, entendiendo la variación de los patrones de movimiento para la adopción de las posturas (Marsala 1998, Ford-Smith 1993, VanSant 1990).

Tabla 25: Clasificación de los Ejercicios según las posiciones corporales.

PLIOMETRÍA						
Objetivo: Mejora de la reactividad de la pisada, velocidad aeróbica máxima y economía de carrera						
Duración: calentamiento (15') + 5-20' pliometría						
Grupo muscular - Ejercicio		Rep.Graf.	Series	Rep.	Carac.Es	Descanso
CALENTAMIENTO	Carrera continua a baja intensidad		1	5'	suave	-
	Técnica de carrera. Aumentar un poco la velocidad y hacer 5-6 amplitudes de zancada con la misma pierna cada 4-5seg llevando la rodilla hacia el frente e intentando caer con mediopie		6	30''	Suave-medio	30''
PLIOMETRÍA ESTAT	Salto a banco monopodales con drop-jump al bajar. Al descender de una altura dejar caer y rebotar con ese mismo pie hacia arriba		2	4D 4I	40cm	1' post serie
	Triple salto horizontal monopodal dentro-fuera. Marcar una línea en el suelo y hacer 3 saltos seguidos con la misma pierna, el primero hacia dentro de la línea, fuera y dentro		2	3D 3I	Max	1' post serie
	Triple salto vertical bipodal en vallas seguidas. No parar entre las vallas, sino que aprovechar el rebote para volver a saltar (4-5 vallas, comenzando alturas bajas)		2	4	40cm	1' post serie
PLIOMETRÍA DINÁMICA Y CUESTAS	Cuestas monopodales (One-legged hilly reps.). Durante el tiempo marcado ir lo más rápido posible a la pata coja subiendo la cuesta		1	3x10''D 3x10''I	Max	30'' entre reps. 2' post
	Cuestas hacia atrás (Backwards hilly reps.). Subir la cuesta corriendo hacia atrás lo más rápido posible		1	3x10''	Max	40'' entre reps. 2' post
	Cuestas sprint. Comenzar con pendientes menores, incluso llano+cuesta e ir aumentando pendiente incluso meter pesos lastrados en tobillos, mochila más adelante		1	5x10''	Max	50'' 2' post

Tomado de: Heredia JR; Isidro, F, Peña, G; Chulvi, I; Mata,F. Evolución en las propuestas para el entrenamiento saludable de la musculatura lumbo-abdominal (CORE). EFDeportes.com, Revista Digital.2010; 15(149)

En general, los factores más importantes tenidos en cuenta para la selección de ejercicios de fortalecimiento son: la flexión de la columna vertebral y rotación conjunta de la columna vertebral, el soporte de los brazos cuando se amerite, la participación de los segmentos inferiores del cuerpo controlando la alineación correcta de los mismos, inclusión de planos inclinados, bases inestables o cargas adicionales para aumentar la intensidad de la contracción en función de los objetivos de los participantes y sus características específicas. Respecto a los criterios de seguridad, se debe evitar la flexión activa de la cadera, no impulsar con las manos detrás de la cabeza en el recorrido del movimiento y mantener una posición de flexión de rodillas y caderas durante los ejercicios de tren superior (Monfort-Pañego 2009).

En las Tablas 26 a la 29 se presentan los modelos de planificación utilizados para esta investigación observándose los mesociclos, microciclos y unidades de entrenamiento.

Tabla 26. Planificación EF en FM																						
MESOCICLOS	Adaptación Anatómica				PRE-TEST	Aclimatación				Formación 1				Formación 2				Recuperador				POST-TEST
	I					II				III				IV				V				
PERIODIZACION	No periodizado					No periodizado				No periodizado				No periodizado				No periodizado				
DENSIDAD	1:10					1:10				1:30				1:30				1:25				
MICROCICLOS	1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
INICIO	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	7	14	21	28		
FINAL	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	13	20	27	3		
VOLUMEN	144	180	198	204	202	182	198	216	202	232	212	212	240	240	264	240	204	198	180	180		
INTENSIDAD																						
BORG	%																					
>14	100																					
>14	95																					
>14	90																					
>14	85																					
>14	80																					
>14	75																					
>14	70																					
>14	65																					

28 Enero

Conjunto de ejercicios para el desarrollo de la saltabilidad, y de la potencia utilizando las nuevas variantes del Método Maxex Especial

Para desarrollar la saltabilidad de los jugadores, son utilizados diferentes métodos de trabajo de fuerza, entre los cuales se encuentra el Método Maxex. Retomado de autores como T. Bompa (2000) D. Luong y L. Cortegaza (2010) El mismo resulta una combinación de diferentes métodos que, a su vez, tienen como objetivo, el incremento de la saltabilidad en los deportistas. Sobre su base, se propone un complejo de ejercicios se componen de fuerza máxima, fuerza explosiva, y seguidamente de elementos técnicos (siempre en situaciones de juego). Estos componentes tienen que llevar determinada consecutividad.

Es un nuevo método donde se combina la fuerza máxima con ejercicios de explosividad. En los deportes en que la velocidad y la potencia son dominantes, como son los deportes de equipos, deportes de combate, eventos de velocidad como son las carreras, etc., los ejercicios de fuerza máxima pueden combinarse con ejercicios pliométrico; y los ejercicios de tensión máxima pueden combinarse con ejercicios de fuerza explosiva.

Las variaciones de los métodos de entrenamiento propuestos necesitan realizarse a lo largo del año. Pueden planificarse en la etapa de preparación especial, y en el periodo competitivo.

Con relación a lo anteriormente planteado, T. Bompa (2000) expresa que la incorporación de la potencia durante la fase de fuerza máxima mejora la velocidad y la explosividad, y también prepara a los deportistas para la fase competitiva.

Las combinaciones de la Fuerza Máxima + fuerza explosiva (Maxex) deben realizarse cuidadosamente y de manera conservadora. Aunque son muchas las combinaciones, se debe recordar que el entrenamiento tiene que ser sencillo, para que los deportistas se centren en la tarea principal de la fase de entrenamiento. Cuantas más variaciones se empleen, más confusos se mostraran los deportistas, y más se interrumpirá la adaptación a las cargas de entrenamiento.

En esta tabla se muestran las 29 nuevas combinaciones del Método Maxex Especial que pueden ser utilizadas, en dependencia de los objetivos de cada microciclo o unidad de entrenamiento.

#	Ejercicios	Rep.	Tan.
1	Cuclillas + Saltos de vallas + remates-*		
	F. MÁXIMA 90% 2 4 5	11	2
2	Cuclillas + Saltos de vallas + remates contra bloqueo individual		
	F. MÁXIMA 90% 3 3 2	8	2
3	Cuclillas + Saltos de vallas + Remates contra bloqueo doble		
	F. MÁXIMA 90% 3 3 2	8	2
6	Cuclillas + Saltos de valla + Remates con giros contra bloque doble.		
	F. MÁXIMA 95% 1 3 2 2	8	2
7	Cuclillas + Saltos de vallas + Remates con pelotas medicinales + Bloqueo desde un cajón		
	F. MÁXIMA 90% 3 3 3 3 3	12	4
11	Cuclillas + saltos con pesas+ Saltos de vallas + Remate en las 3 zonas delanteras		
	F. MÁXIMA 90% 6 6 6 6	24	2
12	Cuclillas + Saltos de vallas + Saques con saltos + Defensa		
	F. MÁXIMA 90% 2 4 3 2	11	2
13	Cuclillas + Saltos de Vallas +Remates contra bloqueo(en el aparato de remates)		
	F. MÁXIMA 90% 3 3 3	9	3
14	Cuclillas + Saltos con pesas + Saltos de valla + Bloqueo contra remate por la zona 3.		

	F. MÁXIMA 95%	2	2	2	2		8	3
15	Cuclillas + Saltos de valla +Bloqueo central (Desplazamientos Lateral derecho) contra remates.							
	F. MÁXIMA 95%	2	2	2			6	3
16	Cuclillas + Saltos de valla +Bloqueo central (Desplazamientos lateral izquierdo) contra remates.							
	F. MÁXIMA 95%	2	2	2			6	3
17	Cuclillas + Saltos de vallas + Bloqueo (individual)+Remates.							
	F. MÁXIMA 90%	3	3	3	3		12	2
18	Cuclillas + Saltos de vallas +Bloqueo central (Desplazamientos Lateral Derecho)+Remates							
	F. MÁXIMA 90%	3	2	3	1		9	3
19	Cuclillas + Saltos de vallas +Bloqueo central (Desplazamientos Lateral Izquierdo)+Remates							
	F. MÁXIMA 90%	3	2	3	1		9	3
20	Cuclillas+ Saltos de vallas +Bloqueo central (Desplazamientos a ambos Laterales) contra remates.							
	F. MÁXIMA 95%	1	2	2	1	1	7	3
22	Cuclillas + Saltos de vallas + Imitación de ataques y Bloqueo en la net.							
	F. MÁXIMA 100%	1	2	3			6	2

23	Cuclillas + Saltos de vallas + Remates con balones de diferentes pesos y tamaños.						
	F. MÁXIMA 100%	1	1	3		5	2
24	S. Cuclillas + salto rana(escalera) 2x1 + Remates(buscando altura)						
	F. MÁXIMA 100%	2	4	5		11	2
26	S. cuclillas + salto rana(escalera) 2x1 + imitación de boleo individual						
	F. MÁXIMA 95%	2	2	4		8	3
28	S. cuclillas + salto rana(escalera) 2x1 + Defensa + imitación Bloqueo						
	F. MÁXIMA 92%	2	4	3	1	10	2
29	S. cuclillas + salto mini valla(1 pierna) + Remates cruzado por las esquinas						
	F. MÁXIMA 92%	2	3	4			

Tabla 27. Planificación de los Mesociclos (CONTRASTE)

MESOCICLO Nº 1				
MESES	Septiembre			
FECHAS (días de la Semana) Agosto	9-12	16-19	23-26	30-2
MICROCICLOS	1	2	3	4
Sentadilla 50%+ 30%	1 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Prensa 50%+30%	1 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Extensiones 50%+30%	1 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Press Militar 50%+30%	1 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Curl Bíceps 50%+30%	1 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5

MESOCICLO Nº II				
MESES	Octubre			
FECHAS (días de la Semana)	6 – 9	13 -16	20-23	27-30
MICROCICLOS	5	6	7	8
Sentadilla 70%+ 30%	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Prensa 70%+30%	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Extensiones 70%+30%	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Press Militar 70%+30%	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Curl Bíceps 70%+30%	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5

MESOCICLO N° III				
MESES	Noviembre			
FECHAS (días de la Semana)	4-7	11-14	18-21	25-28
MICROCICLOS	5	6	7	8
Sentadilla 90%+ 30%	3 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Prensa 90%+30%	3 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Extensiones 90%+30%	3 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Press Militar 90%+30%	3 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5
Curl Bíceps 90%+30%	3 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5	2 series x5x5

Tabla 28. Microciclo

MICROCICLO 5			
DIAS	MARTES		VIERNES
FECHAS	Agosto 2		Agosto 5
EJERCICIOS	SERIES/REPETICIONES		
Sentadilla 50%+ 30%	2 series x5x5		2 series x5x5
Prensa 50%+30%	2 series x5x5		2 series x5x5
Extensiones 50%+30%	2 series x5x5		2 series x5x5

Tabla 29. Planificación de Sesión

Lugar, Fecha y Hora: Gimnasio Club tenis – Martes 02 de Agosto de 2016 – 7:00 p.m.

ACTIVIDAD	OBJETIVO	DURACION	DESCRIPCION	RECURSOS	
				HUMANOS	FISICOS
Calentamiento y flexibilización	Preparar el cuerpo para realizar esfuerzos más intensos, mejorar el rendimiento posterior y evitar lesiones.	10 Minutos	Ejercicios de movilización articular y flexibilización de MMSS- MMII en grupos musculares como hombro, brazo, antebrazo, cadera, pierna y tronco. En total se realizan 10 ejercicios de flexibilidad, de 30 seg c/u.	Participantes Educador Físico	<ul style="list-style-type: none"> • Colchonetas • Equipo sonido • Música lenta (120-130 bits) • Escala de Borg
Potenciación	Mejorar la resistencia muscular Core y cardiorespiratoria	40 Minutos	Se realizarán ejercicios enfocados a la fuerza de la musculatura Core combinados con la resistencia	Participantes Fisioterapeuta	<ul style="list-style-type: none"> • Colchonetas • Thera-band • Balones

			<p>cardiorespiratoria. Cada uno se ejecuta con 3 series de 8-10-10 repeticiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Coordinación Lumbopélvica en decúbito supino ✓ Flexión de tronco con retroversión de pelvis ✓ Coordinación Lumbopélvica en decúbito supino con balón ✓ Extensión cadera con codos apoyados ✓ Flexión y extensión de columna cuadrupedia ✓ Extensión bilateral de hombro y cadera en decúbito prono ✓ Extensión alterna de hombro y cadera en decúbito prono ✓ Coordinación Lumbopélvica en decúbito supino con balón 		<ul style="list-style-type: none"> • Equipo sonido • Música (140 bits) • Escala de Borg • Stabilizer pressure sistem
Vuelta a la calma	Disminuir	10	Involucrar ejercicios a más baja	Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Colchonetas

	gradualmente la presión sanguínea a los valores cercanos al reposo.	Minutos	intensidad y con ejercicios de estiramiento dinámico lentos con duración de 30 segundos en aquellos involucrados en la fase activa.	Fisioterapeuta	<ul style="list-style-type: none">• Equipo sonido• Bandas de estiramiento• Música relajación• Escala de Borg
--	---	---------	---	----------------	---

3.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL (POST-TEST)

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Algunos aspectos teóricos. En esta fase se revisó, ordenó, procesó e interpretó la información recolectada en torno a las variables de la investigación: En primer lugar se presenta las estadísticas descriptivas de las pruebas Salto Squat Jump (SJ) y Fuerza muscular. Posteriormente se presentan la tabla con el resumen de los resultados de ANOVA de DOS factores, donde se verificó si hubo o no variación en los puntajes obtenidos en el salto squat Jump (SJ). Esta prueba constituye la variable dependiente y uno de los factores es la prueba con niveles pretest y posttest y un segundo factor el método de entrenamiento(Maxex, Contraste y Control). Igualmente se hizo para la el test de fuerza muscular (FM), después de llevar a cabo un plan de entrenamiento de tres meses en adolescentes con edad entre 15 -17 años. Para probar la validez de los modelos fue necesario confirmar los contrastes de hipótesis mediante el estudio de los residuos: Normalidad y la realización de un contraste de homocedasticidad (homogeneidad o igualdad de las varianzas entre los grupos). A continuación se presenta el modelo estadístico para el diseño de una vía o prueba t-student.

a. Modelo del diseño

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Representa el nivel promedio obtenido en el Salto SJ en la i-ésima prueba (Pretest y posttest)

μ : Representa el promedio global obtenido en la i-ésima prueba

τ_i : Es el efecto obtenido en salto Jump (SJ) bajo la j-ésima PRUEBA (Pretes y posttest) después de varias semanas de entrenamiento.

β_j : Es el efecto obtenido en salto Jump (SJ) bajo el j-ésimo GRUPO de entrenamiento (Maxex, Contraste, control) después de varias semanas de entrenamiento.

ε_{ij} : Error aleatorio.

b. Los contrastes de hipótesis a verificar fueron las siguientes:

$$\begin{cases} H_0: \tau_{\text{pretest}} = \tau_{\text{posttest}} \\ H_1: \tau_{\text{pretest}} \neq \tau_{\text{posttest}} \end{cases}$$

En teoría significa que el salto de Squat Jump (SJ) en igual en el pretest que en el posttest en los puntajes de salto Jump de los adolescentes de edad entre 15- 17 años.

En las pruebas estadísticas aplicadas, se utilizó un nivel de significancia del 5% y para correr los datos se utilizó el software Statistix*10 y el SPSS.

Descriptive Statistics for PRUEBA = Pretest				
Variable	Promedio	D.estándar	Mínimo	Máximo
SJ	35,750	1,7754	33,000	39,000
FM	57,500	9,4409	40,000	75,000
Descriptive Statistics for PRUEBA = Postest				
Variable	Mean	SD	Minimum	Maximum
SJ	39,333	2,4077	35,000	44,000
FM	75,417	12,931	45,000	100,00

TABLA RESUMEN

Tabla 1. Resumen resultados ANOVA- Forma individual

Población: Adolescentes 15-17 años				
Nivel de significancia 5%				
Técnica estadística: ANOVA DE UN FACTOR				
PRUEBA SALTO SQUAT JUMP				
METODO	PRUEBA	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACION
MAXEX	Pretest	35.62	0.0000	Hay diferencias significativas
	Postest	40.12		
CONTRASTE	Pretest	36.00	0.0023	Hay diferencias significativas
	Postest	40.75		
CONTROL	Pretest	35.63	0.0477	Hay diferencias significativas
	Postest	37.12		
PRUEBA: FUERZA MUSCULAR				
MAXEX	Pretest	58.125	0.007	Hay diferencias significativas
	Postest	75.00		
CONTRASTE	Pretest	58.125	0.000	Hay diferencias significativas
	Postest	86.875		
CONTROL	Pretest	56.25	0.1748	NO hay diferencias significativas
	Postest	64.38		

TABLA RESUMEN MATRIZ CON TODOS LOS DATOS

Tabla 1. Resumen resultados ANOVA DE DOS FACTORES

Población: Adolescentes 15-17 años			
Nivel de significancia 5%			
Técnica estadística: ANOVA DE UN FACTOR			
PRUEBA SALTO SQUAT JUMP POR GRUPO			
METODO	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACION
CONTRASTE	38.38	0.0173	Hay diferencias significativas
MAXEX	37.87		
CONTROL	36.37		
PRUEBA SALTO SQUAT JUMP POR PRUEBA			
PRUEBA	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACION
PRETEST	35.75	0.0000	Hay diferencias significativas
POSTEST	39.33		

Tabla 1. Resumen resultados ANOVA DE DOS FACTORES

Población: Adolescentes 15-17 años			
Nivel de significancia 5%			
Técnica estadística: ANOVA DE UN FACTOR			
PRUEBA FUERZA MUSCULAR			
METODO	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACION
CONTRASTE	72.5	0.0071	Hay diferencias significativas
MAXEX	66.56		
CONTROL	60.31		
PRUEBA FUERZA MUSCULAR			
PRUEBA	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACION
PRETEST	57.5	0.0000	
POSTEST	75.42		

COMPARACIÓN DEL SOLO POSTEST EN LOS TRES GRUPOS (MAXEX, CONTRASTE, CONTROL)

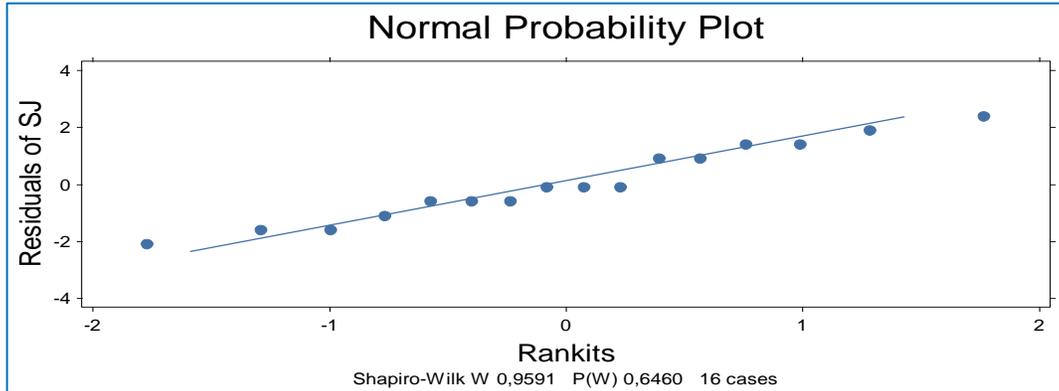
Tabla 1. Resumen resultados ANOVA EN POSTEST SJ Y FM

Población: Adolescentes 15-17 años			
Nivel de significancia 5%			
Técnica estadística: ANOVA DE UN FACTOR			
PRUEBA SALTO SQUAT JUMP POR METODO			
METODO	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACIÓN
CONTRASTE	40.750	0.0019	Hay diferencias significativas
MAXEX	40.125		
CONTROL	37.125		
PRUEBA FUERZA MUSCULAR			
CONTRASTE	86.87	0.0004	Hay diferencias significativas
MAXEX	75.00		
CONTROL	64.37		

RESULTADOS DE EDGAR ALONSO CORREA

En esta sesión se presenta la COMPARACIÓN entre pretest y posttest del SALTO Y DE LA FUERZA MUSCULAR PARA CADA UNO DE LOS GRUPOS (MAXEX, CONTRASTE Y CONTROL).

I. COMPARACIÓN DE PRETEST Y POSTEST SALTO SQUAT JUMP MAXEX
A.1 VERIFICACION DE SUPUESTO



A.2 ANÁLISIS DE VARIANZA

Analysis of Variance Table for SJ

Source	DF	SS	MS	F	P
PRUEBA	1	81,000	81,0000	42,39	0,0000
Error	14	26,750	1,9107		
Total	15	107,750			

Grand Mean	37,875
CV	3,65

Hay diferencias significativas en el test salto (SJ) en el pretest y posttest del método MAXEX.

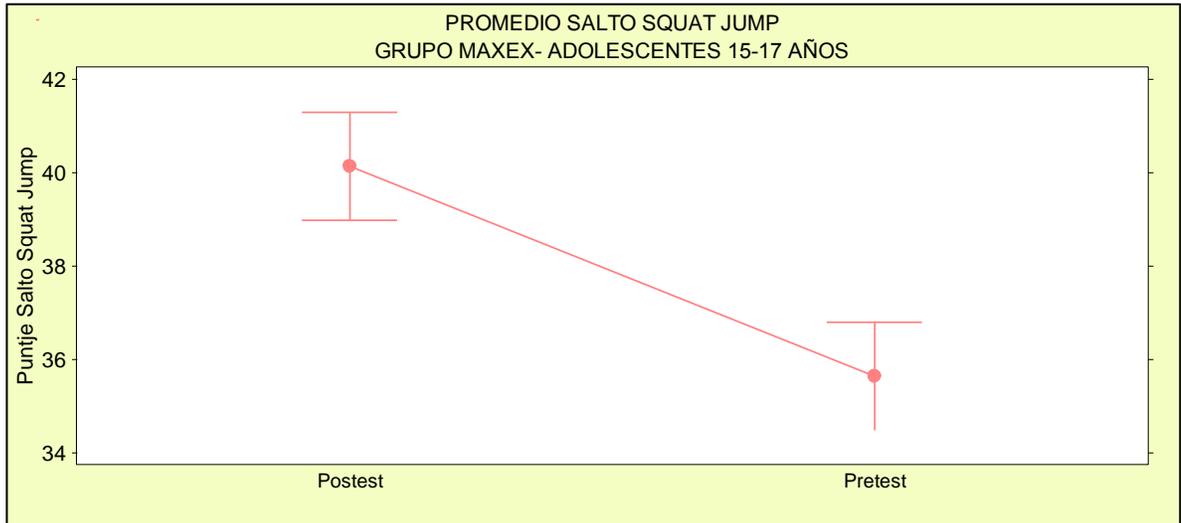
A.3 COMPARACIONES MULTIPLES

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of SJ for PRUEBA

PRUEBA	Mean	Homogeneous Groups
Posttest	40,125	A
Pretest	35,625	B

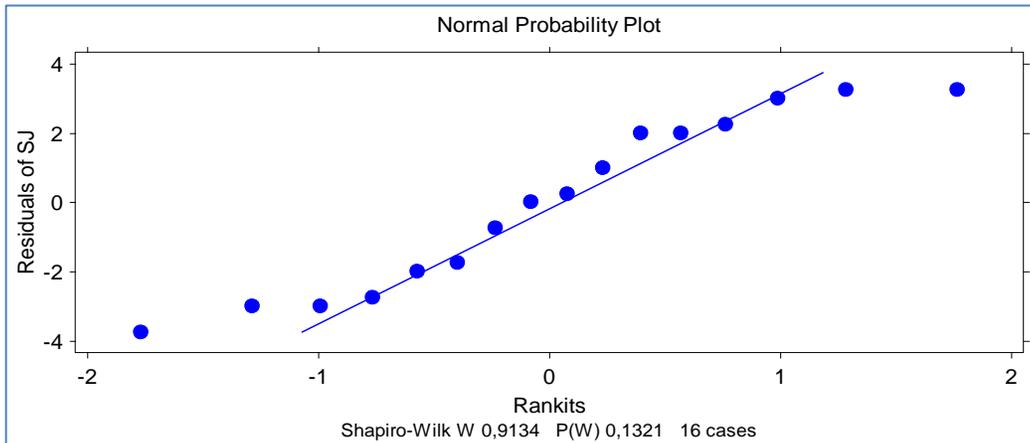
Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,6911
 Critical Q Value 3,035 Critical Value for Comparison 1,4832
 All 2 means are significantly different from one another.

A.4 GRAFICAS



A. COMPARACION DE PRETEST Y POSTEST METODO CONTRASTE

B.1 VERIFICACION DE SUPUESTO



B.2 ANALISIS DE VARIANZA

Analysis of Variance Table for SJ

Source	DF	SS	MS	F	P
PRUEBA	1	90,250	90,2500	13,81	0,0023
Error	14	91,500	6,5357		
Total	15	181,750			

Grand Mean	38,375
CV	6,66

Interpretación. Hay diferencias significativas en los puntajes de pretest y postest del Salto (SJ) en los adolescentes de 15-17 años.

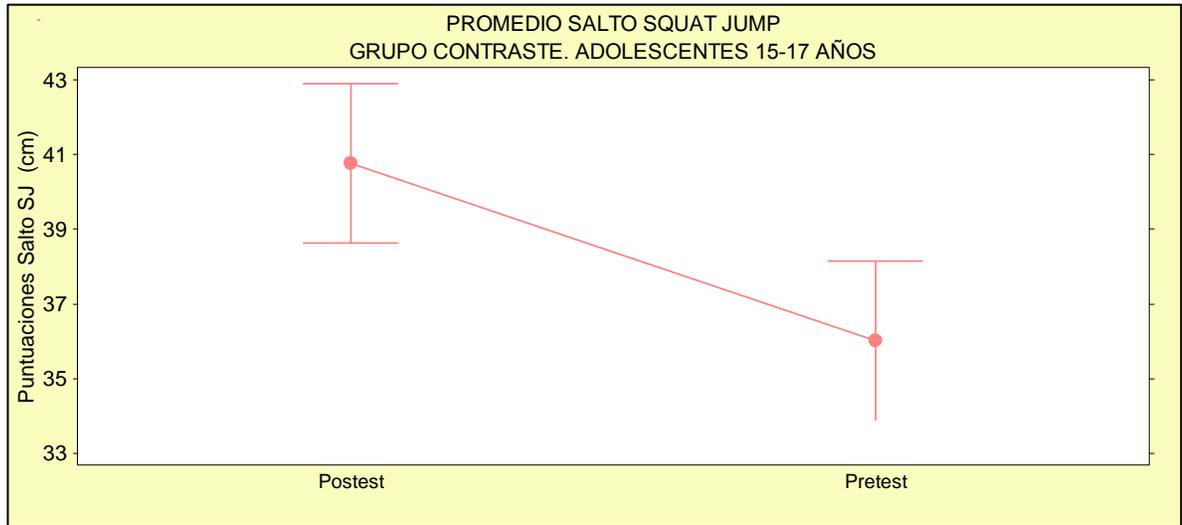
B.3 COMPARACIONES MULTIPLES

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of SJ for PRUEBA

PRUEBA	Mean	Homogeneous Groups
Postest	40,750	A
Pretest	36,000	B

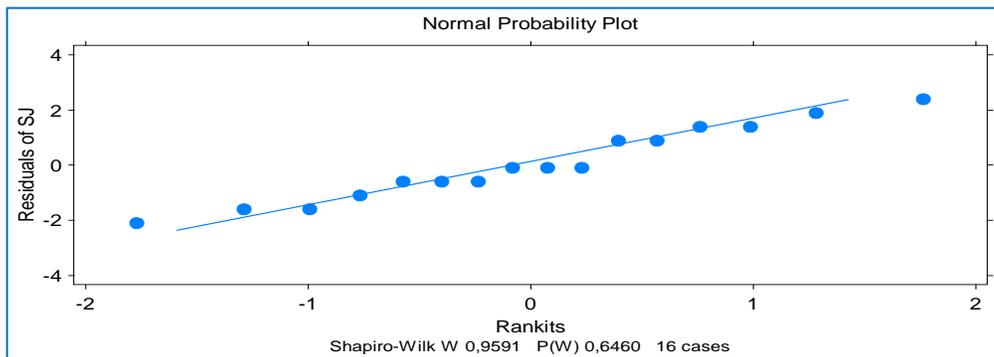
Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 1,2783
Critical Q Value 3,035 Critical Value for Comparison 2,7431
All 2 means are significantly different from one another.

B.4 GRAFICA ESTADÍSTICA



B. COMPARACION DE PRETEST Y POSTEST GRUPO CONTROL

C.1 VERIFICACION DE SUPUESTO



C.2 ANALISIS DE VARIANZA

Analysis of Variance Table for SJ

Source	DF	SS	MS	F	P
PRUEBA	1	9,0000	9,00000	4,71	0,0477
Error	14	26,7500	1,91071		
Total	15	35,7500			

Grand Mean	36,375
CV	3,80

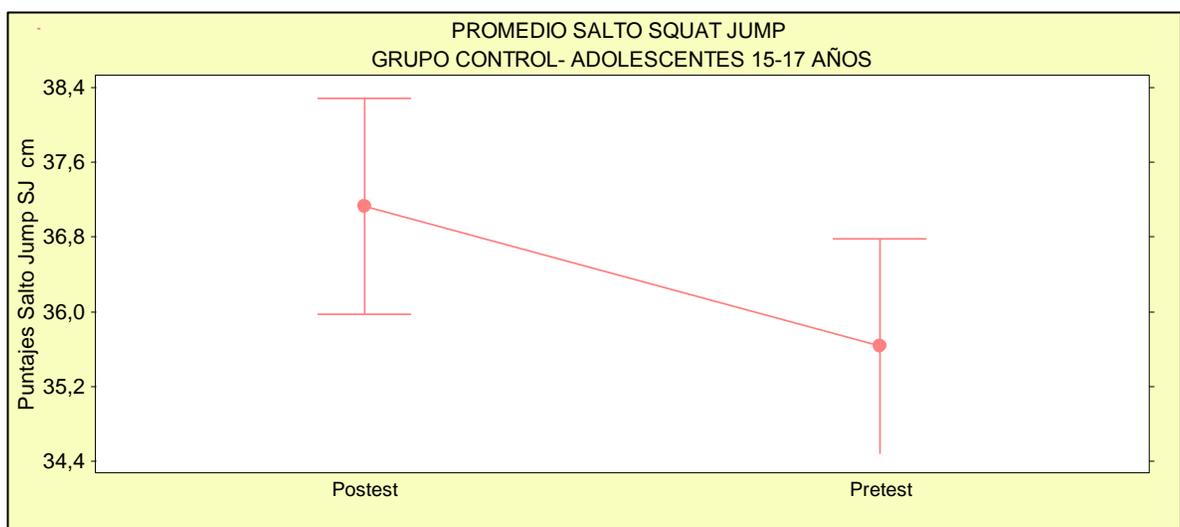
C.3 COMPARACIONES MULTIPLES

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of SJ for PRUEBA

PRUEBA	Mean	Homogeneous Groups
Postest	37,125	A
Pretest	35,625	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,6911
Critical Q Value 3,035 Critical Value for Comparison 1,4832
All 2 means are significantly different from one another.

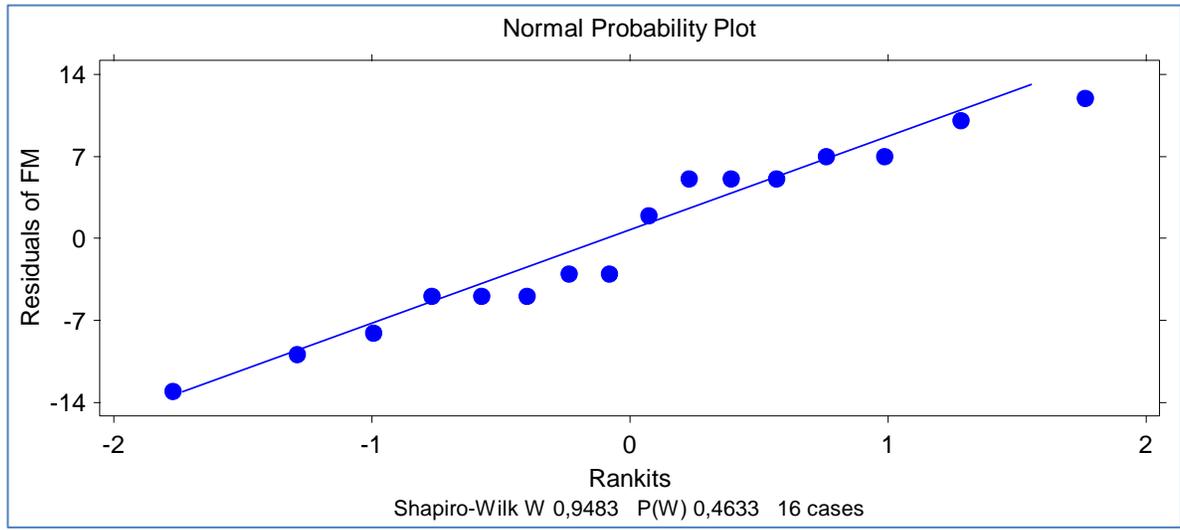
C.4 GRAFICA



II. FUERZA MUSCULAR

A. COMPARACIÓN PRETEST Y POSTEST GRUPO MAXEX

SUPUESTO DE NORMALIDAD



ANÁLISIS DE VARIANZA

Analysis of Variance Table for FM

Source	DF	SS	MS	F	P
PRUEBA	1	1139,06	1139,06	18,83	0,0007
Error	14	846,88	60,49		
Total	15	1985,94			

Grand Mean	66,563
CV	11,68

COMPARACIONES MULTIPLES

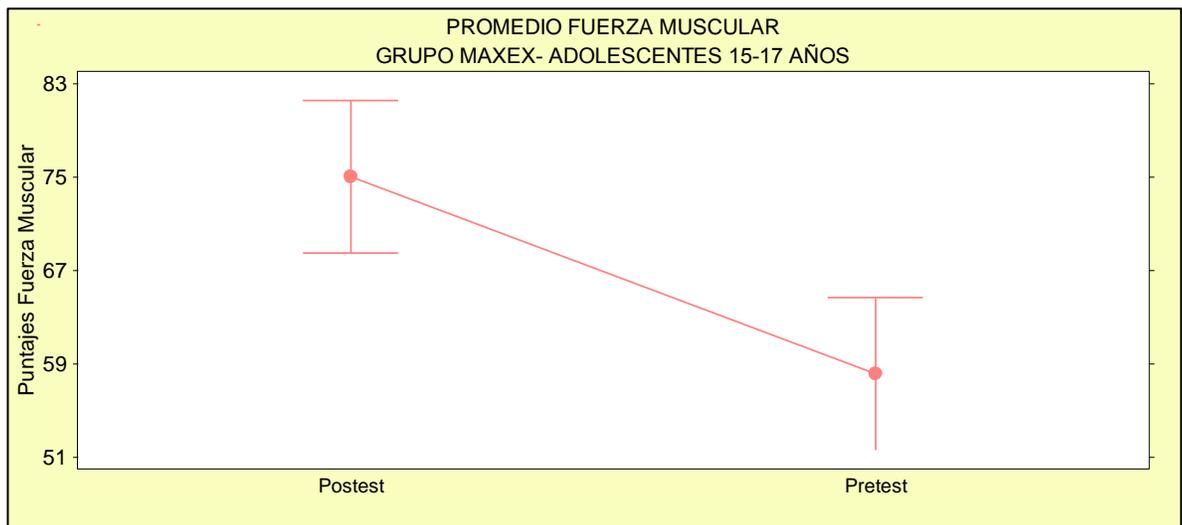
Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of FM for PRUEBA

PRUEBA	Mean	Homogeneous Groups
Postest	75,000	A
Pretest	58,125	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 3,8888

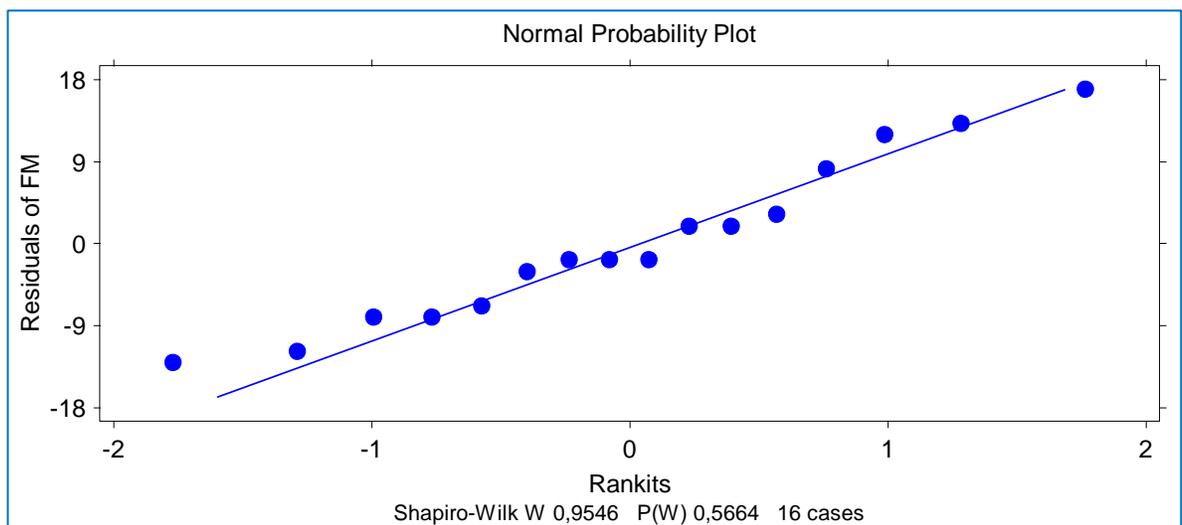
Critical Q Value 3,035 Critical Value for Comparison 8,3452
All 2 means are significantly different from one another.

GRAFICA



B. GRUPO CONTRASTE FUERZA MUSCULAR

SUPUESTO DE NORMALIDAD



ANÁLISIS DE VARIANZA
Analysis of Variance Table for FM

Source	DF	SS	MS	F	P
PRUEBA	1	3306,25	3306,25	38,77	0,0000
Error	14	1193,75	85,27		
Total	15	4500,00			

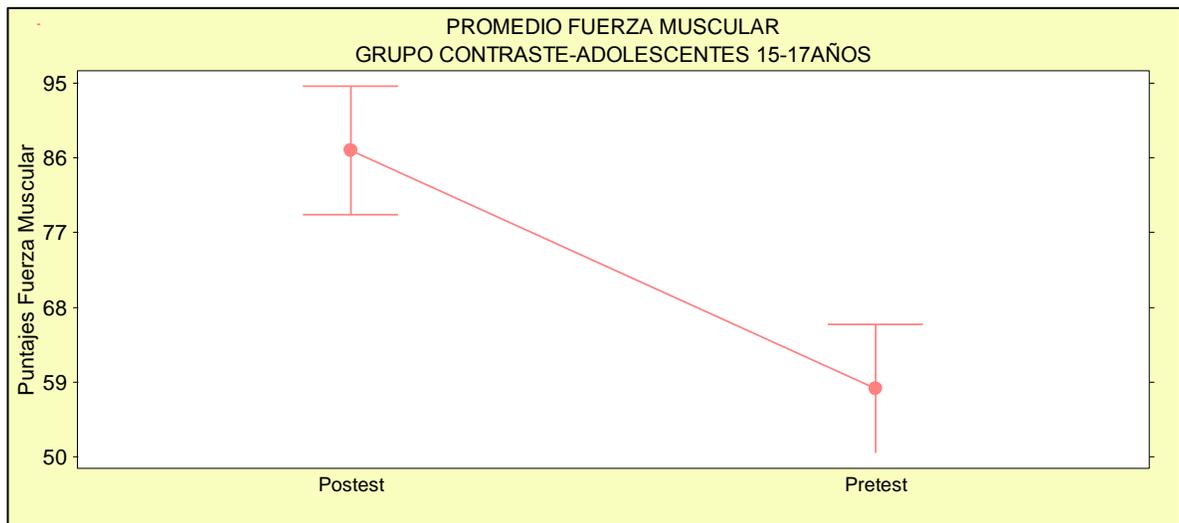
Grand Mean 72,500
 CV 12,74

COMPARACIONES MULTIPLES
Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of FM for PRUEBA

PRUEBA	Mean Homogeneous Groups
Postest	86,875 A
Pretest	58,125 B

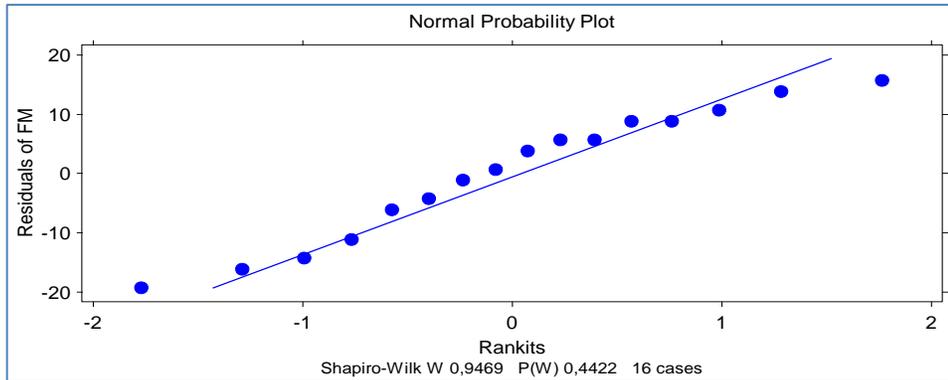
Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 4,6170
 Critical Q Value 3,035 Critical Value for Comparison 9,9080
 All 2 means are significantly different from one another.

GRAFICA



C. GRUPO CONTROL

SUPUESTO DE NORMALIDAD



C.2 ANALISIS DE VARIANZA

Analysis of Variance Table for Fuerza Muscular

Source	DF	SS	MS	F	P
PRUEBA	1	264,06	264,063	2,04	0,1748
Error	14	1809,38	129,241		
Total	15	2073,44			

Grand Mean	60,313
CV	18,85

C.3 COMPARACIONES MULTIPLES

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of FM for PRUEBA

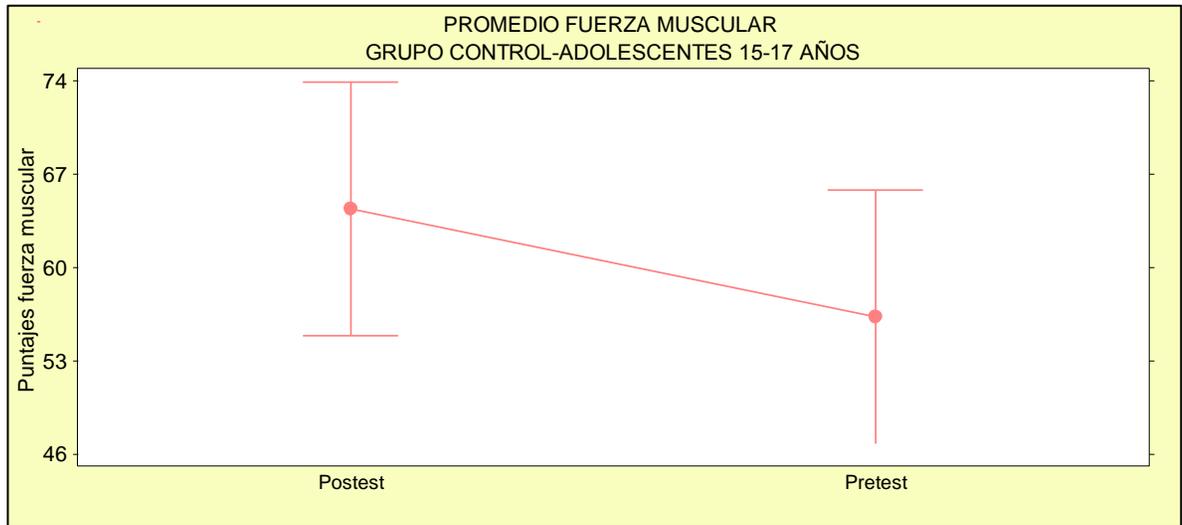
PRUEBA	Mean	Homogeneous Groups
Postest	64,375	A
Pretest	56,250	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 5,6842

Critical Q Value 3,035 Critical Value for Comparison 12,198

There are no significant pairwise differences among the means.

C.4 GRAFICA



Descriptive Statistics for PRUEBA = Pretest

Variable	Mean	SD	Minimum	Maximum
SJ	35,750	1,7754	33,000	39,000
FM	57,500	9,4409	40,000	75,000

Descriptive Statistics for PRUEBA = Postest

Variable	Mean	SD	Minimum	Maximum
SJ	39,333	2,4077	35,000	44,000
FM	75,417	12,931	45,000	100,00

TABLA RESUMEN DE PRETEST Y POSTEST POR GRUPO

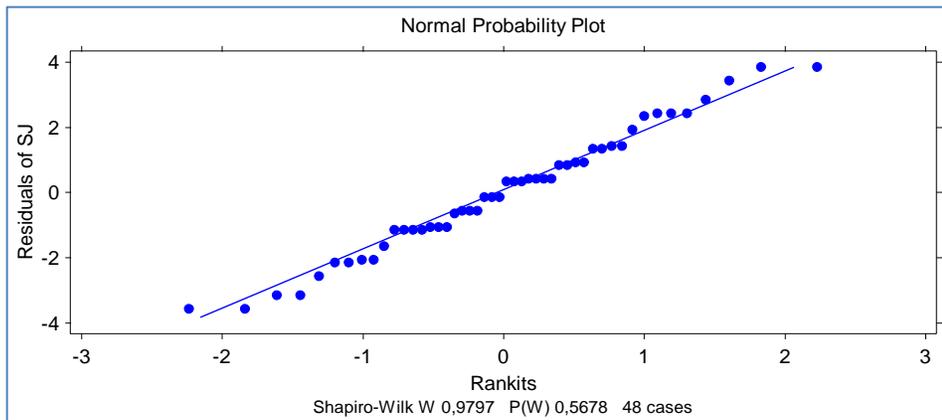
Tabla 1. Resumen resultados ANOVA- Pretest y postest por grupo

Población: Adolescentes 15-17 años				
Nivel de significancia 5%				
Técnica estadística: ANOVA DE UN FACTOR				
PRUEBA SALTO SQUAT JUMP				
GRUPO	PRUEBA	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACION
MAXEX	Pretest	35.62	0.0000	Hay diferencias significativas
	Postest	40.12		
CONTRASTE	Pretest	36.00	0.0023	Hay diferencias significativas
	Postest	40.75		
CONTROL	Pretest	35.63	0.0477	Hay diferencias significativas
	Postest	37.12		
PRUEBA: FUERZA MUSCULAR				
MAXEX	Pretest	58.125	0.007	Hay diferencias significativas
	Postest	75.00		
CONTRASTE	Pretest	58.125	0.000	Hay diferencias significativas
	Postest	86.875		
CONTROL	Pretest	56.25	0.1748	NO hay diferencias significativas
	Postest	64.38		

ANÁLISIS CON TODOS LOS DATOS

1. SALTO SQUART JUMP

SUPUESTO DE NORMALIDAD



ANÁLISIS DE VARIANZA

Factorial AOV Table for SJ

Source	DF	SS	MS	F	P
PRUEBA	1	154,083	154,083	39,61	0,0000
GRUPO	2	34,667	17,333	4,46	0,0173
Error	44	171,167	3,890		
Total	4	7	359,917		

Grand Mean	37,542
CV	5,25

COMPARACIONES MULTIPLES

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of SJ for PRUEBA

PRUEBA	Mean Homogeneous Groups
Postest	39,333 A
Pretest	35,750 B

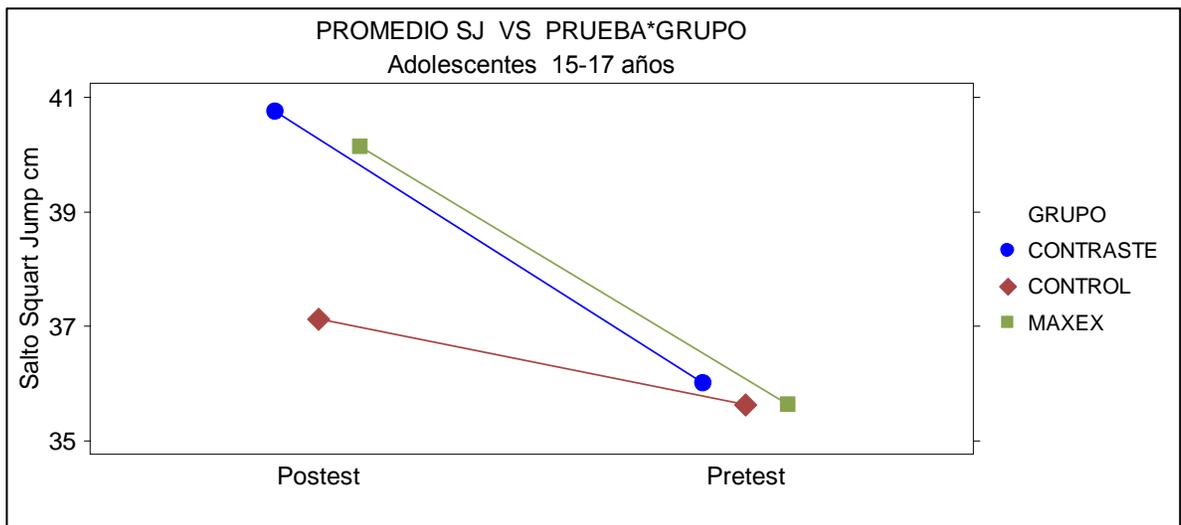
Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,5694
Critical Q Value 2,848 Critical Value for Comparison 1,1466
All 2 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of SJ for GRUPO

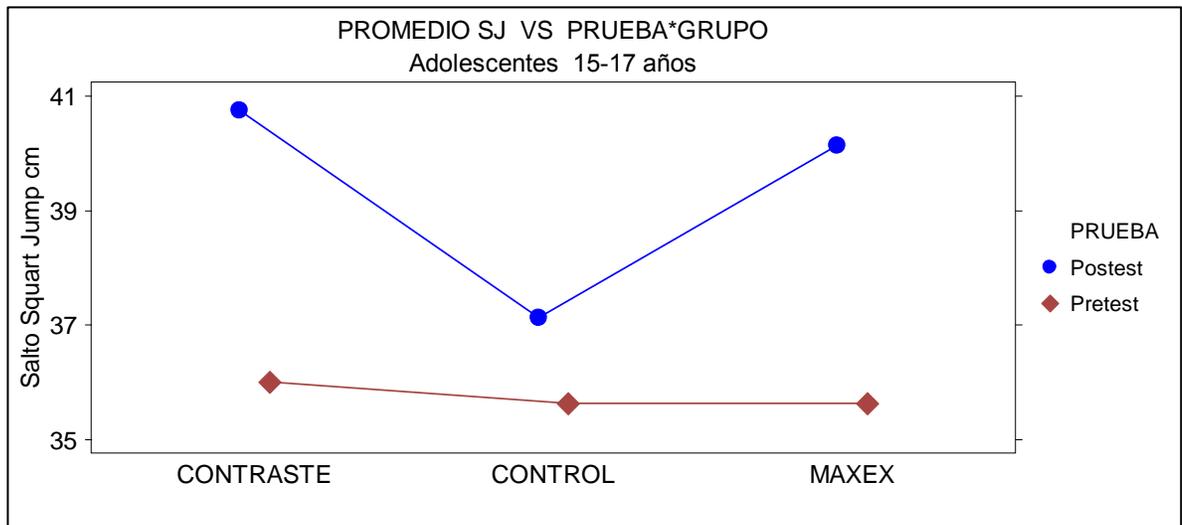
GRUPO	Mean Homogeneous Groups
CONTRASTE	38,375 A
MAXEX	37,875 AB
CONTROL	36,375 B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,6973
Critical Q Value 3,431 Critical Value for Comparison 1,6918
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

GRAFICA



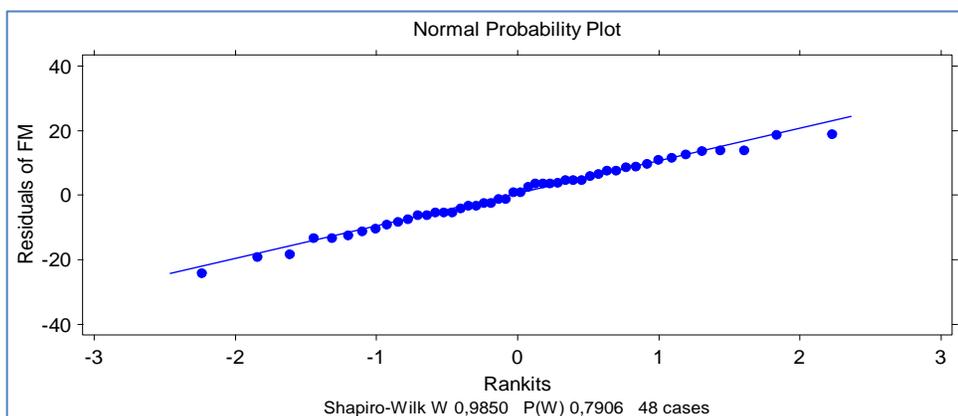
GRAFICA



ANÁLISIS CON TODOS LOS DATOS

FUERZA MUSCULAR

SUPUESTO DE NORMALIDAD



ANÁLISIS DE VARIANZA

Factorial AOV Table for FM

Source	DF	SS	MS	F	P
PRUEBA	1	3852,08	3852,08	36,01	0,0000
GRUPO	2	1188,54	594,27	5,55	0,0071
Error	44	4707,29	106,98		
Total	47	9747,92			

Grand Mean	66,458
CV	15,56

COMPARACIONES MULTIPLES

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of FM for PRUEBA

PRUEBA	Mean	Homogeneous Groups
Postest	75,417	A
Pretest	57,500	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 2,9859
Critical Q Value 2,848 Critical Value for Comparison 6,0131
All 2 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of FM for GRUPO

GRUPO	Mean	Homogeneous Groups
CONTRASTE	72,500	A
MAXEX	66,563	AB
CONTROL	60,313	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 3,6569
Critical Q Value 3,431 Critical Value for Comparison 8,8721
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

GRAFICA

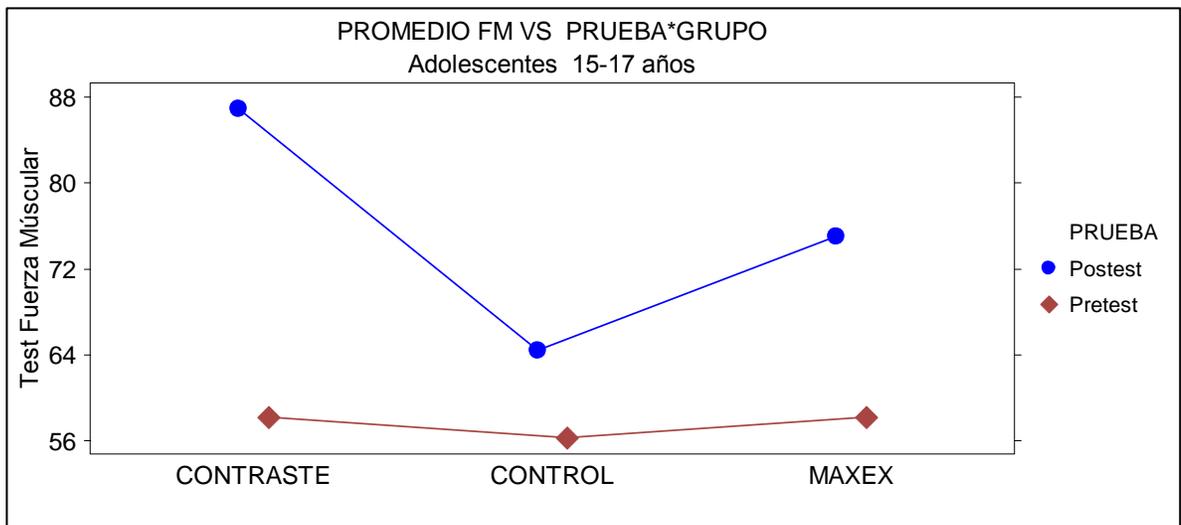
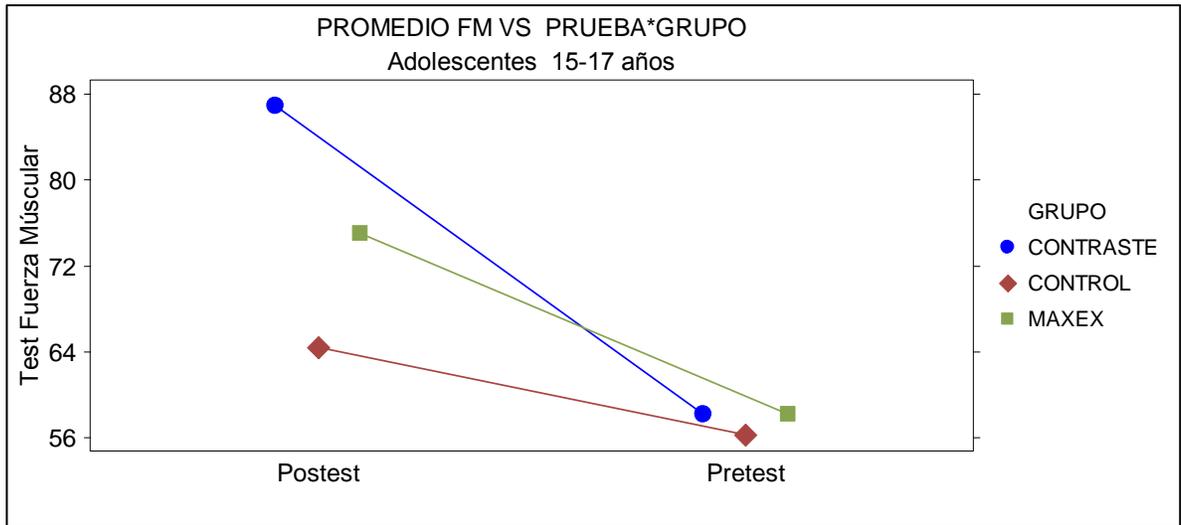


TABLA RESUMEN MATRIZ CON TODOS LOS DATOS

Tabla 1. Resumen resultados ANOVA DE DOS FACTORES

Población: Adolescentes 15-17 años			
Nivel de significancia 5%			
Técnica estadística: ANOVA DE DOS FACTORES			
PRUEBA SALTO SQUAT JUMP POR GRUPO			
METODO	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACIÓN
CONTRASTE	38.38	0.0173	Hay diferencias significativas
MAXEX	37.87		
CONTROL	36.37		
PRUEBA SALTO SQUAT JUMP POR PRUEBA			
PRUEBA	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACIÓN
PRETEST	35.75	0.0000	Hay diferencias significativas
POSTEST	39.33		

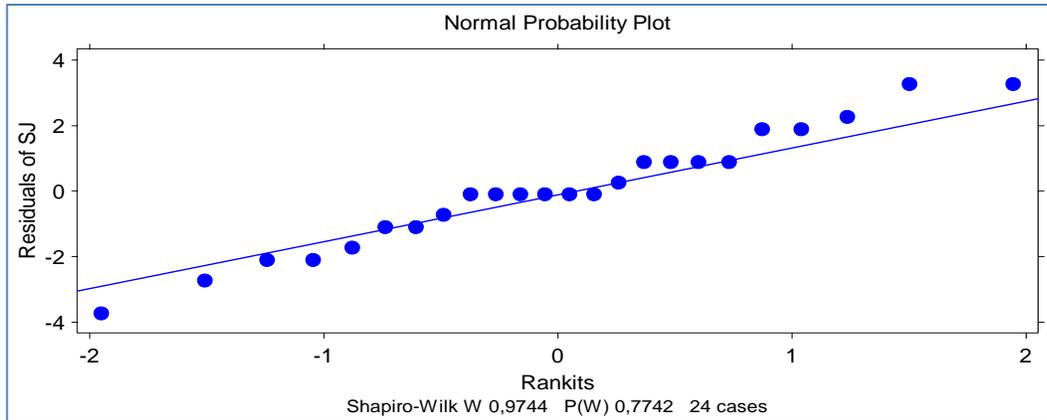
Tabla 1. Resumen resultados ANOVA DE DOS FACTORES

Población: Adolescentes 15-17 años			
Nivel de significancia 5%			
Técnica estadística: ANOVA DE DOS FACTORES			
PRUEBA FUERZA MUSCULAR			
METODO	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACIÓN
CONTRASTE	72.5	0.0071	Hay diferencias significativas
MAXEX	66.56		
CONTROL	60.31		
PRUEBA FUERZA MUSCULAR			
PRUEBA	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACIÓN
PRETEST	57.5	0.0000	Hay diferencias significativas
POSTEST	75.42		

COMPARACIÓN DEL SOLO POSTEST EN LOS TRES GRUPOS (MAXEX, CONTRASTE, CONTROL)

SALTO SQUART JUMP

SUPUESTO DE NORMALIDAD



ANALISIS DE VARIANZA

Analysis of Variance Table for SJ

Source	DF	SS	MS	F	P
GRUPO	2	60,083	30,0417	8,61	0,0019
Error	21	73,250	3,4881		
Total	23	133,333			

Grand Mean	39,333
CV	4,75

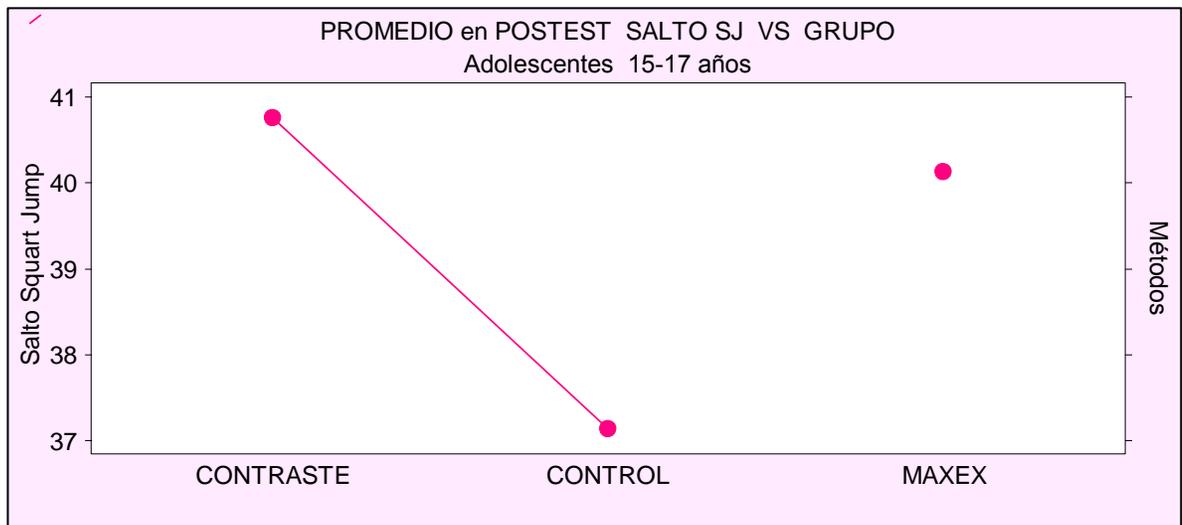
COMPARACIONES MULTIPLES

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of **SJ** for GRUPO

GRUPO	Mean	Homogeneous Groups
CONTRASTE	40,750	A
MAXEX	40,125	A
CONTROL	37,125	B

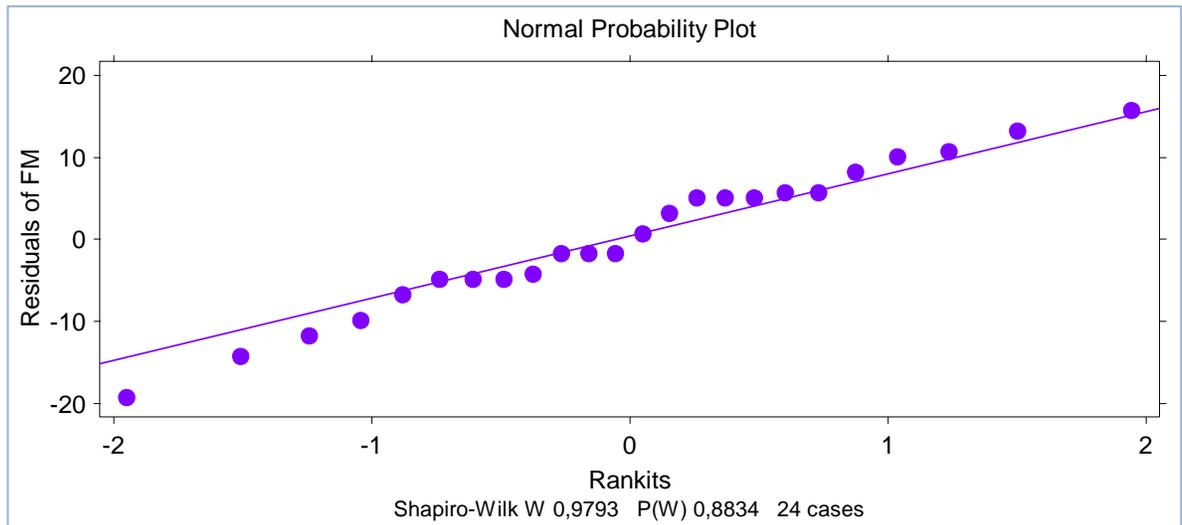
Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,9338
Critical Q Value 3,566 Critical Value for Comparison 2,3545
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

GRAFICA



COMPARACIÓN DEL SOLO POSTEST EN LOS TRES GRUPOS (MAXEX, CONTRASTE, CONTROL)

FUERZA MUSCULAR



ANALISIS DE VARIANZA

Analysis of Variance Table for FM

Source	DF	SS	MS	F	P
GRUPO	2	2027,08	1013,54	11,70	0,0004
Error	21	1818,75	86,61		
Total	23	3845,83			

Grand Mean	75,417
CV	12,34

COMPARACIONES MÚLTIPLES

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of FM for GRUPO

GRUPO	Mean	Homogeneous Groups
CONTRASTE	86,875	A
MAXEX	75,000	B
CONTROL	64,375	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 4,6531
Critical Q Value 3,566 Critical Value for Comparison 11,732
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

GRAFICA

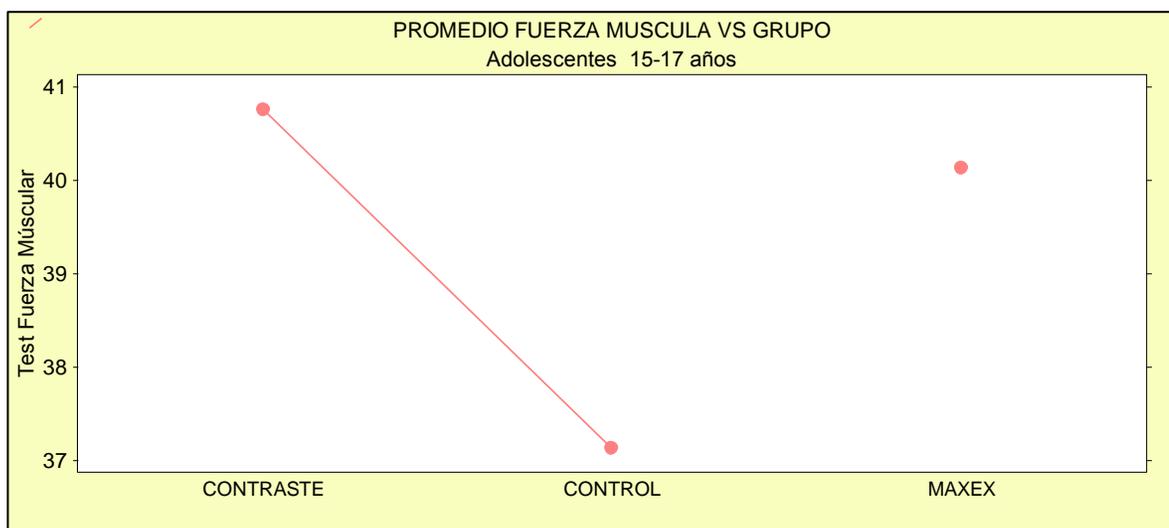


Tabla 1. Resumen resultados ANOVA EN POSTEST SJ Y FM

Población: Adolescentes 15-17 años			
Nivel de significancia 5%			
Técnica estadística: ANOVA DE UN FACTOR			
PRUEBA SALTO SQUAT JUMP POR METODO			
MÉTODO	PROMEDIO	P-VALOR	INTERPRETACIÓN
CONTRASTE	40.750	0.0019	Hay diferencias significativas
MAXEX	40.125		
CONTROL	37.125		
PRUEBA FUERZA MUSCULAR			
CONTRASTE	86.87	P-VALOR	INTERPRETACIÓN
MAXEX	75.00	0.0004	Hay diferencias significativas
CONTROL	64.37		

4. DISCUSIÓN

En el presente estudio evaluamos la hipótesis de que si diez y seis semanas de entrenamiento utilizando dos métodos maxex y contraste puede producir mayores mejoras en el rendimiento físico en jóvenes-adolescentes saludables. Se observó que los sujetos que participaron en el entrenamiento contraste fueron capaces de obtener mayores mejoras en la potencia del tren inferior en comparación con los sujetos que participaron en un programa de entrenamiento utilizando el método maxex. Si bien es necesario considerar los efectos agudos y crónicos del entrenamiento sobre el rendimiento, dichas mejoras en la potencia inferior probablemente se debieron a la adición del entrenamiento pliométrico utilizando sobrecarga del 30% de 1-RM al programa de entrenamiento contraste.

Los resultados de diversas investigaciones llevadas a cabo sugieren que la combinación del entrenamiento pliométrico y el entrenamiento de la fuerza puede ser útil para mejorar el rendimiento muscular (Adams et al., 1992; Fatouros et al., 2000). Por ejemplo, Fatouros y colaboradores (2000) reportaron que luego de 12 semanas de entrenamiento, los sujetos adultos que combinaron el entrenamiento pliométrico con el entrenamiento de la fuerza tuvieron un incremento en el salto vertical del 15% mientras que los sujetos que realizaron solo entrenamiento pliométrico o entrenamiento de la fuerza exhibieron mejoras del 11 y 9% respectivamente. Similares hallazgos fueron reportados recientemente por Myer y colaboradores (2005) quienes observaron que un programa de entrenamiento con múltiples componentes de seis semanas de duración y que incluyó ejercicios con sobrecarga, ejercicios pliométricos y ejercicios de velocidad, produjo mejoras significativas en la fuerza, capacidad de salto y en la velocidad en atletas mujeres adolescentes en comparación con un grupo de control que no se ejercitó. En el estudio mencionado previamente (Myer et al., 2005) no se puede dilucidar cuál de los componentes del entrenamiento fue más efectivo ni si los efectos fueron combinados.

Tal como se observara previamente en poblaciones de adultos (Sale and MacDougall, 1981), aparentemente los programas de entrenamiento que incluyen movimientos que son biomecánicamente y metabólicamente específicos respecto de los test de rendimiento pueden probablemente inducir mayores mejoras en las medidas seleccionadas. Si bien hay pocas actividades de entrenamiento, si es que en realidad hay alguna, que tenga una transferencia del 100% a la actividad deportiva, en términos de especificidad, nuestros hallazgos sugieren que un programa combinado que incluya diferentes tipos de entrenamientos que sean específicos de los test (i.e., entrenamiento pliométrico y entrenamiento con sobrecarga) y diferentes esquemas de aplicación de la carga (i.e., saltos de alta velocidad y sentadillas con altas cargas) puede ser más efectivo para mejorar el rendimiento en actividades de potencia en jóvenes. La pliometría de alta velocidad que consiste en una rápida acción muscular excéntrica seguida de una potente contracción concéntrica, es importante para mejorar la tasa de desarrollo de la fuerza durante los saltos y los sprints mientras que el entrenamiento con sobrecarga de alta intensidad es necesario para mejorar la fuerza muscular y la aceleración (Fleck and Kraemer, 2004).

De esta manera, los efectos del entrenamiento pliométrico y del entrenamiento con sobrecarga pueden ser en realidad sinérgicos, siendo sus efectos combinados mayores que los efectos de cada programa por si solo. Si bien en el presente estudio no se realizaron test

para evaluar la activación neuromuscular, el entrenamiento pliométrico pudo también “preparar” al sistema neuromuscular para las demandas del entrenamiento con sobrecarga activando vías neurales adicionales y mejorando en mayor grado la preparación del sistema neuromuscular. Esta potencial ventaja pudo ser particularmente beneficiosa durante las primeras semanas de entrenamiento cuando los participantes se encuentran aprendiendo como realizar los ejercicios con sobrecarga en la forma correcta. Si bien, esta sugerencia es consistente con el trabajo de otros investigadores (Linnamo et al., 2000), se necesitan investigaciones adicionales para explorar los mecanismos responsables de estas adaptaciones en los jóvenes.

También es posible que la realización de ejercicios de estiramiento estático antes del entrenamiento con sobrecarga pueda haber tenido efectos negativos sobre el rendimiento. Aunque la realización de estiramientos estáticos antes del entrenamiento con sobrecarga es una práctica común entre atletas jóvenes (Martens, 2004; Shehab et al, 2006), reciente evidencia sugiere que una serie aguda de estiramientos estáticos previa al evento principal puede tener un impacto negativo sobre el rendimiento de fuerza y potencia en niños y adolescentes (Faigenbaum et al., 2005; Zakas et al., 2006). Si bien la realización regular de ejercicios de estiramiento estático puede mejorar la producción de fuerza y la velocidad de contracción (Hortobagyi et al., 1985; Hunter and Marshall, 2002; Wilson et al., 1992), los efectos agudos del estiramiento estático sobre el rendimiento de fuerza y potencia deberían ser considerados a la hora de evaluar los resultados de este estudio. Claramente se necesitan estudios adicionales para evaluar si el impacto negativo de una serie aguda de estiramientos estáticos tendrá consecuencias a largo plazo sobre las ganancias inducidas por el entrenamiento en la fuerza y la potencia.

En la presente investigación, los sujetos que participaron en el programa combinado de entrenamiento con sobrecarga y entrenamiento pliométrico tuvieron mejoras significativamente mayores en la potencia del tren superior, tren inferior, en la velocidad y en la agilidad que los sujetos que realizaron estiramientos estáticos y entrenamiento con sobrecarga. El entrenamiento pliométrico combinado con el entrenamiento con sobrecarga produjo mejoras en la potencia del tren superior (medida mediante el lanzamiento de balón medicinal) del 14.4% en comparación con la mejora del 5.6% observada en el grupo que realizó estiramientos estáticos y entrenamiento con sobrecarga. Si bien ambos grupos realizaron ejercicios con sobrecarga para el tren superior, esta diferencia probablemente se debió a los ejercicios pliométricos para el tren superior realizados con balones medicinales y que fueron incorporados en el programa de entrenamiento combinado. Estos datos concuerdan con los hallazgos de Vossen y colaboradores (2000) quienes observaron que la adición de ejercicios pliométricos para el tren superior incrementó su capacidad de rendimiento en el tren superior.

Los sujetos que realizaron el entrenamiento combinado de pliometría y sobrecarga también tuvieron una mejora significativamente mayor en el salto en largo que los sujetos que realizaron los estiramientos estáticos y el entrenamiento con sobrecarga (6.0% vs 1.1%, respectivamente). Aunque el entrenamiento combinado de pliometría y sobrecarga resultó en mayores ganancias en el salto vertical que el entrenamiento con sobrecarga y estiramientos estáticos (8.1% y 3.4%, respectivamente), no se observaron diferencias significativas entre los grupos, aunque si se observó una tendencia hacia la significancia ($p = 0.07$). Estos hallazgos pueden deberse a la elección de los ejercicios pliométricos incluidos en nuestro programa. Si bien los ejercicios pliométricos para el tren inferior tienen un componente

horizontal y un componente vertical, la mayoría de los ejercicios se enfocaron en rebotar o saltar hacia delante y no verticalmente. Al parecer hubiera sido necesario incorporar ejercicios pliométricos para el tren inferior que hicieran foco en el salto vertical para promover ganancias en el rendimiento en los saltos verticales mayores a las que pueden obtenerse con el entrenamiento de sobrecarga y estiramientos estáticos. Esta sugerencia es consistente con los hallazgos de otros investigadores que han observado mejoras en el salto vertical en jóvenes que realizaron en forma regular saltos con caída, los cuales implican dejarse caer desde una plataforma y luego saltar en forma vertical lo más rápidamente y lo más alto posible (Diallo et al., 2001; Matavulj et al., 2001).

Si bien cierta evidencia sugiere que el entrenamiento pliométrico y el entrenamiento con sobrecarga puede incrementar la velocidad en los adultos (Delecluse et al., 1995), los datos acerca de los efectos del entrenamiento de sobrecarga o el entrenamiento combinado de pliometría y sobrecarga sobre la mejora de la velocidad en jóvenes son limitados. Myer y colaboradores (2005) demostraron que un programa de entrenamiento con múltiples componentes de 6 semanas de duración y que incluyó ejercicios con sobrecarga, ejercicios pliométricos y ejercicios de velocidad, produjo mejoras significativas en el esprint en 9.1 m en mujeres atletas adolescentes. Similarmente, Kotzamanidis (2006) reportó que la velocidad de carrera mejoró en niños prepúberes luego de 10 semanas de entrenamiento pliométrico. Sin embargo, Kotzamanidis (2006) observó mejoras en la velocidad para distancias de carrera de 0 a 30 m, 10 a 20 m y 20 a 30 m, pero no en la distancia de 0 a 10 m. En el presente estudio, ninguno de los programas de entrenamiento influyó el rendimiento de velocidad medido con el test de esprint en 9.1 m. La corta distancia que representan los 9.1 m no permitió a los participantes alcanzar su máxima velocidad de carrera.

El entrenamiento combinado provocó la mejora significativa en el test de agilidad de ir y volver en comparación con el entrenamiento de sobrecarga por sí solo (3.8% vs 0.3%, respectivamente). Este hallazgo demuestra la necesidad de un programa de acondicionamiento con múltiples componentes para mejorar el rendimiento en actividades que implican aceleración, desaceleración y cambios de dirección. Se podría hipotetizar que un programa de acondicionamiento comprehensivo que incluya ejercicios pliométricos, de sobrecarga y ejercicios orientados a la mejora de la técnica de la mecánica de carrera puede mejorar en mayor medida el rendimiento de carrera en los jóvenes.

Los resultados de esta investigación también demuestran que tanto el entrenamiento combinado de pliometría y sobrecarga (sin estiramientos estáticos) como el entrenamiento con sobrecarga por sí solo (con estiramientos estáticos) pueden mejorar la flexibilidad en los jóvenes (medida mediante el test de flexibilidad v-test).

A pesar de las preocupaciones tradicionales acerca de que el entrenamiento con sobrecarga puede resultar en una pérdida de flexibilidad, los resultados de la presente investigación sugieren que el entrenamiento con sobrecarga combinado con estiramientos estáticos o el entrenamiento con sobrecarga combinado con el entrenamiento pliométrico puede mejorar la flexibilidad en aproximadamente un 28%. Otros investigadores han reportado ganancias en la flexibilidad en jóvenes que participaron en un programa de entrenamiento con sobrecarga (Faigenbaum et al., 2005; Lillegard et al., 1997).

Una limitación de este estudio a corto plazo es que no se incluyó un grupo que entrenara solo con ejercicios de sobrecarga. No obstante, el foco del presente estudio fue comparar los efectos de seis semanas de entrenamiento combinado de pliometría y sobrecarga con el entrenamiento de sobrecarga y estiramientos estáticos en niños. Asimismo, nosotros tampoco valoramos la maduración biológica antes del comienzo del estudio. Si bien, no se observaron diferencias pre entrenamiento respecto de las características físicas o de rendimiento entre los grupos, es posible que los participantes en cada grupo difirieran en su maduración biológica. Por último, aunque la duración de las sesiones de entrenamiento para ambos grupos fue de 90 minutos, el grupo que realizó el entrenamiento combinado de pliometría y sobrecarga tuvo un mayor acondicionamiento físico que el grupo que realizó entrenamientos de sobrecarga y pliometria por si solos.

5. CONCLUSIONES

- Los programas de FE son beneficiosos para mejorar la performance de los atletas y se aconsejan ejercicios 2-3 veces a la semana (grado de recomendación A), de forma sistemática (50-75 – 95% de 1-RM). El programa de ejercicios debe comenzar en un nivel bajo y el progreso en frecuencia, duración e intensidad depende del nivel de acondicionamiento y fuerza, por ende la progresión de los ejercicios debe ser lenta y gradual (grado de recomendación D) y los deportistas deben ser animados a mantener la continuidad de los ejercicios (grado de recomendación B), los cual les sirve como retroalimentación para sus AVD. Los programas de estiramiento (grado de recomendación D) o fortalecimiento muscular también son beneficioso para algunos pacientes (Grado de recomendación C, nivel de evidencia IIB). La relajación puede ser usado en el tratamiento, dependiendo de las necesidades de cada paciente (grado C de recomendación, nivel de evidencia IIB) (Heymann 2010).
- El entrenamiento de fuerza explosiva (maxex-contraste) debe incluir el uso de contracciones concéntricas, excéntricas e isométricas del músculo y la realización de ejercicios individuales y múltiples, en conjuntos bilaterales y unilaterales, aplicados acorde al contexto del paciente, según las metas y objetivos individuales, la capacidad física y nivel de entrenamiento, sobre todo en los sujetos con FM (ACSM 2009).

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, K., O'Shea, J.P., O'Shea, K.L. and Climstein, M (1992). *The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production*. Journal of Strength and Conditioning Research 66, 36-41
2. American Alliance of Health, Physical Education, Recreation and Dance (1999). *Physical best activity guide. Elementary Level. Human Kinetics*. Champaign, IL
3. Arthur, M. and Bailey, B (1998). *Conditioning for football. Human Kinetics*. Champaign, IL
4. Bompa, T (2000). *Total training for young champions. Human Kinetics*. Champaign, IL
5. Brown, M.E., Mayhew, J.L. and Boleach, L.W (1986). *Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 26, 1-4
6. Chu, D.A (1998). *Jumping into plyometrics, 2nd edition Human Kinetics*. Champaign, IL
7. Chu, D., Faigenbaum, A. and Falkel, J (2006). *Progressive plyometrics for kids*. Healthy Learning, Monterey, CA
8. Cossor, J.M., Blanksby, B.A. and Elliot, B.C (1999). *The influence of plyometric training on the freestyle tumble turn*. Journal of Science and Medicine in Sport 2, 106-116
9. Delecluse, C.H., Van Coppenolle, E., Willems, M., Van Leemputte, M., Diels, R. and Goris, M (1995). *Influence of high resistance and high velocity training on sprint performance*. Medicine and Science in Sports and Exercise 27, 1203-1209
10. Diallo, O., Dore, E., Duche, P. and Van Praagh, E (2001). *Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 41, 342-348
11. Faigenbaum, A., Bellucci, M., Bernieri, A., Bakker, B. and Hoorens, K (2005). *Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children*. Journal of Strength and Conditioning Research 19, 376-381
12. Faigenbaum, A.D., Kraemer, W.J., Cahill, B., Chandler, J., Dziados, J., Elfrink, L.D., Forman, E., Gaudiose, M., Micheli, L., Nitka, M. and Roberts, S (1996). *Youth resistance training: Position statement paper and literature review*. Strength and Conditioning Journal 18, 62-75
13. Faigenbaum, A.D., Milliken, L.A., Moulton, L. and Westcott, W.L (2005). *Early muscular fitness adaptations in children in response to two different resistance training regimens*. Pediatric Exercise Science 17, 237-248
14. Falk, B. and Tenenbaum, G (1996). *The effectiveness of resistance training in children. A meta-analysis*. Sports Medicine 22, 176-186
15. Fatouros, I.G., Jamurtas, A.Z., Leontsini, D., Kyriakos, T., Aggelousis, N., Kostopoulos, N. and Buckenmeyer, P (2000). *Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jump performance and leg strength*. Journal of Strength and Conditioning Research 14, 470-476

16. Flanagan, S., Laubach, L., DeMarco, G., Borchers, S., Dressman, E., Gorka, C., Lauer, M., McKelvy, A., Metzler, M., Poepelman, J., Redmond, C., Tichar, S., Wallis, K. and Weseli, D (2002). *Effects of two different strength training modes on motor performance in children*. Research Quarterly for Exercise and Sport 73, 340-344
17. Fleck, S.J. and Kraemer, W.J (2004). *Designing resistance training programs. 3rd edition*. Human Kinetics, Champaign, IL
18. Harman, E. and Pandorf, C (2000). *Principles of test selection and administration. In: Essentials of strength training and conditioning. Eds: Baechle, T. and Earle, R. 2nd edition*. Champaign, IL: Human Kinetics. 275-307
19. Hewett, T.E., Riccobene, J.V., Lindenfeld, T.N. and Noyes, F.R (1999). *The effects of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: A prospective study*. American Journal of Sports Medicine 27, 699-706
20. Hortobagyi, T., Faludi, J., Tihanyi, J. and Merkely, B (1985). *Effects of intense stretching - flexibility training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint*. International Journal of Sports Medicine 6, 317-321
21. Hunter, J.P. and Marshall, R.N (2002). *Effects of power and flexibility training on vertical jump technique*. Medicine and Science and Sports and Exercise 34, 478-486
22. Kotzamanidis, C (2006). *Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys*. Journal of Strength and Conditioning Research 20, 441-445
23. Lillegard, W., Brown, E., Wilson, D., Henderson, R. and Lewis, E (1997). *Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females: effects of gender and maturity*. Pediatric Rehabilitation 1, 147-157
24. Linnamo, V., Newton, R., Hakkinen, K., Komi, P., Davie, A., McGuigan, M. and Triplett-McBride, T (2000). *Neuromuscular responses to explosive and heavy resistance loading*. Journal of Electromyography and Kinesiology 10, 417-424
25. Marginson, V., Rowlands, A., Gleeson, N. and Eston, R (2005). *Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after and initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys*. Journal of Applied Physiology 99, 1174-1181
26. Martel, G., Harmer, M., Logan, J. and Parker, C (2005). *Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players*. Medicine and Science in Sports and Exercise 37, 1814-1819
27. Martens R (2004). *Successful coaching. 3rd edition*. Champaign, IL: Human Kinetics
28. Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, J., Tihanyi, J. and Jaric, S (2001). *Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 41,159-164
29. Myer, G., Ford, K., Palumbo, J. and Hewitt, T (2005). *Neuromuscular training improves performance and lower extremity biomechanics in female athletes*. Journal of Strength and Conditioning Research 119, 51-60
30. Polhemus, R., Burkhart, E., Osina, M. and Patterson, M (1981). *The effects of plyometric training with ankle and vest weights on conventional weight training programs form men and women*. National Strength and Conditioning Association Journal 2, 13-15

31. Safrit, M (1995). *Complete guide to youth fitness testing*. Human Kinetics, Champaign, IL
32. Sale, D. and MacDougall, D (1981). *Specificity in strength training: A review for the coach and athlete*. Canadian Journal of Applied Sports Science 6, 87-92
33. Shehab, R., Mirabelli, M., Gorenflo, D. and Fetters, M (2006). *Pre-exercise stretching and sports related injuries: Knowledge, attitudes and practices*. Clinical Journal of Sports Medicine 16, 228-231
34. Shrier, I (2004). *Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature*. Clinical Journal of Sports Medicine 14, 267-273
35. Vossen, J.F., Burke, D.G. and Vossen, D.P (2000). *Comparison of dynamic push-up training and plyometric push-up training on upper-body power and strength*. Journal of Strength and Conditioning Research 14, 248-253
36. Wilson, G.J., Elliot, B.C. and Wood, G.A (1992). *Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training*. Medicine and Science in Sports and Exercise 24, 116-123
37. Zakas, A., Doganis, G., Galazoulas, C. and Vamvakoudis, E (2006). *Effect of acute static stretching duration on isokinetic peak torque in prepubescent soccer players*. Pediatric Exercise Science 18, 252-261

7. ANEXOS

Anexo 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Cúcuta, _____ de _____ de 2016.

Yo _____ mayor de edad e identificado con Cedula de Ciudadanía N°: _____ de _____, actuando en nombre propio;

HAGO CONSTAR:

Que he sido informado hoy por el Lic. En Educación Física Recreación y Deportes RENÉ LEONARDO CALDERÓN LINDARTE, identificado con la cedula de ciudadanía N° de Cúcuta con Registro Profesional N° ., sobre el proyecto de investigación titulado “EFECTOS DE DOS MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN LA MUSCULATURA DEL TREN INFERIOR SOBRE LA ALTURA DE SALTO EN TENISTAS DE 15 A 17 AÑOS DEL CLUB TENIS DE CÚCUTA

Me han informado también que la atención en este programa es integral y puede generar: Efectos colaterales como: mareos, desmayos, dolor de cabeza. Riesgos previstos tales como caídas, golpes, contusiones y/o esguinces. Se me informó sobre la existencia de riesgos poco previstos o imprevistos que se pueden presentar bajo condiciones de atención adecuada, y se me permitió preguntar y aclarar las dudas generales sobre la atención. También he sido informado sobre mi derecho a rechazar el programa o revocar este consentimiento y sobre las consecuencias posibles de esta determinación.

Por lo anterior, doy mi consentimiento para participar en el programa:

Firma del participante _____

Cedula del participante: _____

Firma Testigo 1: _____

Cedula Testigo 1: _____

Firma Testigo 2: _____

Cedula Testigo 2: _____

Firma del Investigador: _____

Cedula del Investigador: _____

En Cúcuta, a los _____ días del mes de _____ de 2016.

1. RECURSOS DISPONIBLES

6.1 TALENTO HUMANO:

*Docentes del Departamento de Educación Física, Recreación y Deportes de la Universidad de Pamplona; principalmente:

*Competidores del Club tenis de Cúcuta; quienes se constituirán en la población y la muestra respectivamente.

*Estudiantes / maestros que desarrollan la propuesta.

6.2 MATERIALES:

*Plataforma de Contacto

6.3 DIDÁCTICOS:

- Los diferentes test que se aplicaran para la evaluación y el control respectivo (SJ):

* Test de Bosco

* Test de 1RM, con cargas Submaximas sólo de control

- El programa AXON JUMP, que servirá para evaluar la fuerza reactiva por medio del protocolo de Bosco.

