Universidad Abierta Interamericana
Facultad de motricidad humana y deportes
Licenciatura en educación física y deportes

Título a obtener:
Licenciado en educación física y deportes

Título de tesis:
Entrada en calor con sobrecarga en jugadores juveniles de futsal

Autor: Cabezon, Tomas
Tutor: Jeriha, Marcos
Rosario, Santa fe, Argentina
Febrero, 2021

Resumen

La entrada en calor está presente como momento previo a un entrenamiento y a una competencia. Esta, por un lado, está conformada por distintos contenidos según el objetivo principal de la sesión de entrenamiento; por otro lado, haciendo referencia a la correspondiente al día de competencia, la misma predispone al deportista para rendir al máximo desde el inicio.

Esta investigación busco resolver el siguiente problema: en el futsal juvenil ¿la entrada en calor con sobrecarga, genera una mayor excitabilidad neuromuscular en comparación a una entrada en calor sin sobrecarga sin afectar la técnica de los jugadores?

A partir de la misma, se realizó una comparación de ambos tipos con el objetivo de comparar y concluir cuál de las dos resultaba con mejores valores en las evaluaciones hechas post entrada en calor.

En este estudio participaron 10 sujetos de 16 y 17 años pertenecientes a la 4ta división de futsal del Club Atlético Newells Old Boys, elegidos por conveniencia.

Las evaluaciones realizadas fueron: *Squat Jump* (salto en cuclillas), *Counter Movement Jump* (salto con contramovimiento), *Abalakov*, velocidad sin pelota, velocidad con pelota. Para estas evaluaciones se utilizó una plataforma de salto "Axon Jump", la cual, a través de un software y sensores ubicados en la misma, permite registrar el tiempo de vuelo y la altura alcanzada por el evaluado (en saltos), y el tiempo de contacto (en velocidad).

Los resultados de las mismas evidenciaron diferencias máximas de 5,3 centímetros en *Squat Jump*, 6,3 centímetros en *Counter Movement Jump*, 3,5 centímetros en *Abalakov*, 0,6 segundos en velocidad sin pelota y 0,6 segundos en velocidad con pelota, todas ellas a favor de la entrada en calor con sobrecarga.

A partir de estos datos obtenidos se llegó a la conclusión de que la utilización de sobrecarga, es decir, ejercicios de fuerza, en una entrada en calor representa un recurso valioso a utilizar previo a una competencia de futsal en jugadores juveniles.

Palabras claves: entrada en calor, fuerza, sistema neuromuscular, futsal.

Índice

Resumen 1

Índice 2

Introducción 4

Problema 5

Antecedentes 5

Justificación 7

Objetivos 8

General 8

Específicos 8

Hipótesis 9

Marco teórico 10

Entrada en calor 10

Concepto 10

Fuerza 12

Concepto 12

Clasificación de la fuerza. 12

Fuerza máxima 13

Fuerza rápida 14

Resistencia de fuerza 15

Los mecanismos de la fuerza 15

Factores influyentes en el desarrollo de la fuerza muscular 15

Factores limitantes de la producción de fuerza 15

Fuerza y pubertad 16

Sistema neuromuscular 17

Concepto 17

Tipos de músculos 17

Estructura del musculo esquelético 18

Tipos de fibras musculares 19

Tipos de fibra muscular y ejercicio 20

Acción de las fibras musculares 20

Impulso motor 21

Función del calcio 21

Teoría del filamento deslizante 21

Energía para la acción muscular 22

Final de la acción muscular 22

Tipos de acción muscular 22

Receptores sensitivos musculares 23

Reflejos 23

En resumen, acción muscular 25

Futsal 26

¿Qué es el futsal? 26
Demandas fisiológicas y condicionales del deporte 27
Marco metodológico 29
Tipo de estudio 29
Población 29
Muestra 29
Variables de estudio 29
Técnicas e instrumentos de recolección de datos 29
Resultados 32
Análisis de datos 33
Conclusiones 35
Bibliografía 36

Introducción

Todas las personas que pertenecen a un cuerpo técnico, sea del deporte que sea, están constantemente pensando la manera de superar a sus rivales. A partir de esto, cada uno de ellos buscar estar en cada detalle de la preparación de sus deportistas para así maximizar su rendimiento y con esto aumentar las probabilidades de ser el ganador.

Consideramos que la revolución tecnológica por la que estamos atravesando permite a cualquier integrante de los diferentes cuerpos técnicos hacerse consigo de material bibliográfico o trabajos de investigación proveniente de cualquier parte del mundo; esto, establece una paridad entre los entrenadores de los distintos equipos que antes no existía y, que obliga a los mismos, a estar más atentos a los detalles en busca de superar al rival.

Esta investigación que planteamos y llevamos adelante busca, en parte, marcar una diferencia y, justamente como lo mencionamos anteriormente, estar al tanto de todo detalle que permita estar por encima de cada rival de turno.

La entrada en calor es un momento importante previo a una competencia, ya que el mismo predispone a los jugadores de la mejor forma posible para enfrentar las demandas fisiológicas y condicionales del deporte, en este caso el futsal, cuyas exigencias son muy altas.

La gran mayoría, por no decir todos, de los equipos utilizan contenidos sin sobrecarga dentro de sus entradas en calor, como, por ejemplo: movilidad, trote, frenos y arranques, cambios de dirección, etc.

Este trabajo busca comparar, desde el punto de vista condicional, esa mencionada entrada en calor sin sobrecarga y una entrada con calor con sobrecarga, cuyos contenidos son, por ejemplo: sentadillas, subidas al banco, saltos, etc., para así concluir cuál de las dos logra una mayor excitabilidad neuromuscular y así predisponer y activar mejor al deportista para la competencia.

Problema

El futsal es un deporte que desde el punto de vista condicional se caracteriza por acciones en donde predomina la potencia; además, las acciones de juego que determinan el resultado de un partido están condicionadas, en su mayoría, por esta capacidad.

Estas acciones anteriormente mencionadas, tienen lugar desde el minuto 0 hasta el último segundo del partido, y las mismas, mantienen la intensidad de juego ya que en este deporte se permite hacer cambios entre jugadores de campo y suplentes de forma ilimitada.

Es por lo recientemente mencionado que los jugadores deben estar predispuestos físicamente para dar el 100% desde el inicio del partido. Generalmente, las entradas en calor de los equipos que compiten en este deporte, son sin sobrecarga, es decir, de las comúnmente denominadas como tradicionales.

Con este escenario planteado surge la incógnita de saber si una entrada en calor con sobrecarga predispone de una mejor manera a un jugador de futsal en comparación a una entrada en calor sin sobrecarga, cuyo deporte exige al competidor al máximo desde el inicio de la competencia.

A continuación, presentamos una serie de antecedentes en los cuales se comparó distintos tipos de entradas en calor, con y sin sobrecarga, y también la utilización de diferentes intensidades en la sobrecarga; todos estos concluyeron en que la utilización de sobrecarga en la entrada en calor conseguía mejores valores en evaluaciones de salto realizadas posteriormente a las mismas.

Antecedentes

Radcliffe y Radcliffe (1996) estudiaron el efecto de realizar medias sentadillas con cargas del 25 y 35% (baja intensidad) de 1RM y cargas del 45 y 65% (intensidad moderada) de 1RM en las entradas en calor, sobre una evaluación de salto *Counter Movement Jump*. A partir de los resultados llegaron a la conclusión de que el uso de un calentamiento especifico que incluye medias sentadillas, realizado de forma explosiva con intensidad baja a moderada, mejora el rendimiento del *Counter Movement Jump*.

Verkhoshansky (2000) cita en su libro Superentrenamiento, a Murria (1959) como el primero en hallar un incremento directo y estadísticamente significativo en la velocidad

de un movimiento sin carga (salto vertical) después de haber ejecutado el movimiento con peso adicional (sobrecarga).

Young y cols. (1998) estudiaron el efecto que, sobre el test de *Counter Movement Jump*, tiene la realización previa (4 minutos antes) de una serie de media sentadilla utilizando 5 repeticiones máximas, y comprobaron que podían conseguir mejoras estadísticamente significativas de un 2.8%.

Coppola (2007), en su tesis de grado, llega a la conclusión de que utilización de la sobrecarga en la entrada en calor es válida como método estimulativo y se obtienen mejores rendimientos físicos y técnicos en jugadores a comparación de una entrada en calor tradicional; llegando a esta conclusión con evaluaciones en plataforma de salto posterior a las entradas en calor.

Cofré-Bolados, et al. (2018), en un trabajo de investigación comparando los efectos de diferentes tipos de entradas en calor para pruebas de potencia muscular, llegaron a la conclusión que los sujetos sometidos a entradas en calor con sobrecarga con una posterior transferencia a acciones rápidas (de tipo contraste), presentan un mayor rendimiento en pruebas de potencia muscular.

Esper (2002), realizo una investigación sobre la influencia de distintos tipos de entradas en calor sobre la saltabilidad. En la misma llego a la conclusión que los trabajos con sobrecarga combinados con saltos, resultaron ser más efectivos para aumentar la altura de evaluación de *Counter Movement Jump*.

A partir de esto se plantea: la sobrecarga utilizada en una entrada en calor previo a una competencia de futsal juvenil, ¿genera una mayor excitabilidad neuromuscular en comparación a una entrada en calor sin sobrecarga, sin afectar la técnica de los jugadores?

Justificación

La justificación de este trabajo de investigación radica en que el jugador de futsal debe estar predispuesto para dar el 100% de si, desde el minuto 0 ya que este deporte se caracteriza por su alta intensidad desde el inicio hasta el final.

En su mayoría, las entradas en calor que se realizan en este deporte son con contenidos sin sobrecarga, como ya mencionamos. Aquí buscamos comparar, desde un punto de vista condicional, la diferencia entre esa entrada en calor sin sobrecarga o también conocida como tradicional y una entrada en calor con sobrecarga.

Esta investigación, nos permitirá exponer sus diferencias y demostrar si la utilización de sobrecarga en una entrada en calor previo a una competencia, genera una mayor excitabilidad neuromuscular y por consecuencia, una mayor activación y predisposición del deportista hacia la competencia sin afectar a la técnica del mismo.

Objetivos

General

Comparar los resultados obtenidos en los test post entrada en calor con sobrecarga y sin sobrecarga en jugadores juveniles de futsal del Club Atlético Newells Old Boys.

Específicos

- Registrar los resultados obtenidos en las evaluaciones hechas post entradas en calor;
- Cuantificar los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas post entradas en calor;
- Analizar las diferencias obtenidas en los resultados de las evaluaciones realizadas posterior a las entradas en calor.

Hipótesis

La sobrecarga utilizada en la entrada en calor previa a una competencia, genera una mayor excitabilidad neuromuscular en comparación a una entrada en calor sin sobrecarga, de manera que predispone y activa mejor al deportista para un mayor rendimiento en la competencia, sin afectar la técnica del mismo.

Marco teórico

Entrada en calor

Concepto

La entrada en calor (EC) es un aspecto muy importante en la preparación de los deportistas tanto para el entrenamiento como para la competencia, a la cual no siempre se le da la importancia que merece.

Antes de la competición o al comenzar una sesión de entrenamiento, nos encontramos con la necesidad de incrementar la capacidad de trabajo progresivamente. A esta actividad de incremento de la capacidad de trabajo se la denomina, entrada en calor.

Es decir, es el conjunto de actividades o ejercicios, primero de carácter general y luego específicos, que se realizan antes de cualquier actividad física, con el fin de disponer las funciones orgánicas, musculares, nerviosas y psicológicas del deportista, y prepararlo para un rendimiento máximo (Álvarez del Villar, 1983).

Existe claridad en el hecho de que el contenido de la entrada en calor, puede modificar el posterior desempeño del deportista. Los músculos se contraen con mayor rapidez e intensidad cuanto mayor sea su temperatura dentro de unos límites fisiológicos seguros.

Como se mencionó anteriormente, la entrada en calor se define como la parte preparatoria e introductoria de una actividad motriz de esfuerzo considerable y/o como la fase inicial de cualquier tipo de sesión de carácter físico – deportivo. Dependiendo la actividad o deporte a realizar, la entrada en calor se va a direccionar hacia un perfil o hacia a otro.

Dentro de los objetivos de las entradas en calor, encontramos que las mismas buscan: aumentar progresivamente la frecuencia cardiaca, aumentar la temperatura corporal, lubricar las articulaciones para las actividades posteriores, facilitar la oxigenación de los músculos, prevenir lesiones, entre otros; en definitiva, disponer al deportista desde aspectos metabólicos, neuromusculares y psicológicos, para la actividad posterior a realizar.

Momentos

Centrándonos en el futsal, el mismo es un deporte denominado acíclico, y las entradas en calor para los deportes de estas características, según Piepoli, (s.f.), deben estar compuestas por lo siguiente:

- Carrera continua, movilidad y activación;
- Sprintes;
- Ejercicios de fuerza;
- Saltos;
- Ejercicios con pelota;
- Juegos reducidos.

Según otro autor, en este caso Di Santo (1999), los momentos que conforman la entrada en calor son:

- Activación cardiorrespiratoria;
- Movilidad articular central;
- Elongación general pasiva y balística;
- Entrada en calor especifica (aeróbico, fuerza, velocidad, con pelota, coordinativos específicos);
- Actividad formal de inespecífica a especifica.

Por otro lado, es necesaria la aclaración de que en un microciclo tipo (semana de entrenamiento y competición, generalmente de 7 días), no se utiliza un mismo formato de entrada en calor para todos los días.

Aquí es donde interviene uno de los grandes principios del entrenamiento deportivo, denominado principio de especificidad (el cual menciona que debemos entrenar las cualidades físicas específicas del deporte a realizar). Llevado a las entradas en calor de los distintos días que conforman el microciclo mencionado, las mismas van a estar orientadas a los contenidos principales de los distintos días según los objetivos de la sesión.

Por ejemplo: en una sesión de entrenamiento posterior a la competición, donde el objetivo principal es la recuperación, los contenidos que forman la EC serán distintos a los de una EC utilizada en el día del microciclo donde se realiza una práctica formal del deporte.

Generalmente, los días en donde las entradas en calor pueden ser similares, o incluso iguales, son los días de practica formal del deporte en la semana de entrenamiento y el día de competencia.

Fuerza

Concepto

Verkhoshansky (2002) menciona que la capacidad de fuerza que se manifiesta directamente en los esfuerzos físicos motrices de magnitud, depende de la reacción integral del organismo, que incluye la movilización de las cualidades y funciones psíquicas de todos sus sistemas fisiológicos. Por ello, no hay que reducir las manifestaciones de fuerza del deportista a un concepto utilitario de fuerza de los músculos, es decir, solo a las características mecánicas de sus propiedades contráctiles.

Además, hay que tener en cuenta que, la fuerza muscular, al ser un componente dinámico de cualquier movimiento deportivo, puede tener diversas características cualitativas en función de su velocidad, la resistencia externa y la duración del trabajo.

Goldspink (2002) define a la fuerza en el ámbito deportivo como la capacidad de producir tensión que tiene el musculo al activarse, o como también se entiende, al contraerse.

En este deporte, la fuerza útil descripta por González-Badillo (1995), tiene un papel considerable, definida como aquella fuerza que somos capaces de aplicar o manifestar a la velocidad que se realiza el gesto deportivo.

Clasificación de la fuerza.

Weineck (2005), realiza una clasificación de 3 tipos de fuerza y formas de manifestación de las mismas en el siguiente cuadro:

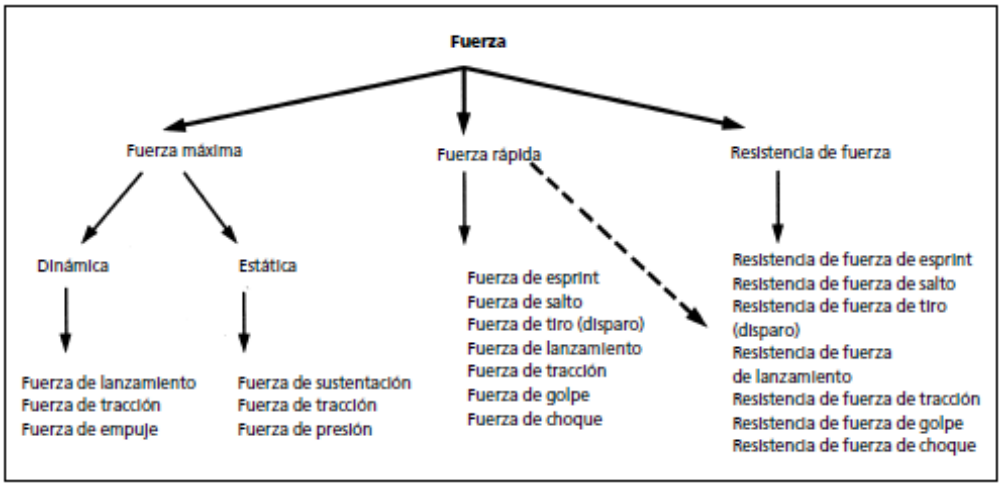


Figura 1. Clasificación de los tipos de fuerza y sus formas de manifestación.
Weineck (2005). Entrenamiento total.

El autor además menciona que la fuerza nunca aparece en las diferentes modalidades bajo una forma pura abstracta, sino que siempre aparece en una combinación o forma mixta de los factores de rendimiento de la condición física.

Fuerza máxima

La fuerza máxima es la máxima fuerza posible que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer en contracción máxima voluntaria (Weineck, 2005).

Mayor aún que la fuerza máxima es la fuerza absoluta. La diferencia entre fuerza absoluta y fuerza máxima se denomina déficit de fuerza.

En cuanto a la fuerza máxima, Weineck (2005), distingue entre fuerza máxima estática y dinámica. La fuerza máxima estática es, según Frey (1997) citado por Weineck, la fuerza máxima que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer con contracción voluntaria contra una resistencia insuperable; la fuerza máxima dinámica es la fuerza máxima que el sistema neuromuscular es capaz de realizar con contracción voluntaria dentro de una secuencia motora.

La fuerza máxima estática es siempre mayor que la dinámica, puesto que una fuerza solo es máxima si se mantiene un equilibro entre la carga (carga limite) y la fuerza de contracción del musculo.

La fuerza máxima depende de los siguientes componentes:

- De la sección transversa fisiología del musculo;
- De la coordinación intermuscular;
- De la coordinación intramuscular.

La mejora de la fuerza máxima se consigue a través de cada uno de esos tres componentes.

Fuerza rápida

La fuerza rápida tiene que ver con la capacidad del sistema neuromuscular para mover el cuerpo, partes de él u objetos con velocidad máxima.

Los movimientos de fuerza rápida están regulados mediante programas, esto es, transcurren según un programa almacenado en el sistema nervioso central. Para los movimientos de fuerza rápida los deportistas con talento presentan un programa motor o temporal llamado corto; y los menos dotas uno largo. El entrenamiento puede mejorar estos programas temporales dentro de unos ciertos límites (Weineck, 2005).

Los programas temporales cortos se caracterizan por un impulso directo y rápido sobre los músculos principales. El modelo de inervación se caracteriza por fases de preinervacion marcadas, ascenso pronunciado de la actividad principal, concentración de la actividad en la primera mitad de la fase de trabajo y buena coactivacion entre los músculos principales. Como consecuencia de la preinervacion se produce una mejora de la reactividad de los husos musculares y una mayor rigidez y elasticidad del musculo. El ascenso pronunciado de la actividad crea las condiciones necesarias para una contracción rápida e intensa.

Por el contrario, el modelo de inervación del programa temporal largo no muestra una activación rápida de los músculos principales. Las fases de preinveracion están mucho menos marcadas o no existen en modo alguno, y el posterior desarrollo de la actividad está interrumpido por fases de actividad reducida, fases de meseta o valle.

La pendiente de la curva de ascenso de la fuerza como parámetro de la capacidad de fuerza rápida depende principalmente de tres factores: del programa temporal en cuestión, del tipo de fibra musculares activadas y de la fuerza de contracción de las fibras musculares utilizadas.

Resistencia de fuerza

La resistencia de la fuerza es, según Harre (1976), la capacidad del organismo para soportar la fatiga con rendimientos de fuerza prolongados.

En este caso, al aumentar el peso que se supera disminuye el número de repeticiones posible, es decir, las repeticiones aumentan a medida que el peso a superar disminuye.

Los mecanismos de la fuerza

Cometti (2000) detalla que la posibilidad de que un deportista desarrolle una fuerza importante depende de diferentes factores, entre ellos: estructurales, nerviosos y en relación con el estiramiento

- Estructurales: la hipertrofia, las fibras musculares y el aumento de los sarcomeros en serie;
- Nerviosos: el reclutamiento de las fibras musculares, la sincronización de las unidades motoras y la coordinación intermuscular;
- Estiramiento: el reflejo miotatico y la elasticidad muscular.

Factores influyentes en el desarrollo de la fuerza muscular

Según Wilmore y Costill, el desarrollo de la fuerza muscular depende de:

- El número de unidades motoras activadas;
- El tipo de unidades motoras activadas;
- El tamaño del musculo;
- La longitud inicial del musculo cuando se activa;
- El ángulo de la articulación;
- La velocidad de acción del musculo.

Factores limitantes de la producción de fuerza

Siff y Verkhoshansky (2004) mencionan los siguientes:

- Entrenabilidad;
- Eficiencia neuromuscular;
- Eficiencia biomecánica;
- Factores psicológicos;

- Dolor y miedo al dolor;
- Lesión y miedo a lesionarse;
- Fatiga.

Fuerza y pubertad

Cappa D., (2000) detalla que hasta que los niños no ingresan al estadio de Tanner 5 (14/15 años), no se producen las modificaciones hormonales (incremento de la testosterona) como respuesta para el entrenamiento de sobrecarga.

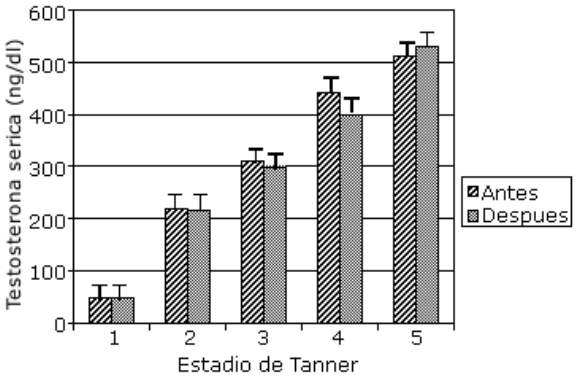


Figura 2. Relación entre estadios de Tanner y niveles de testosterona. Cappa D. (2000), adaptado de Fahey (1979). Entrenamiento de la potencia muscular.

Si bien el tamaño muscular y la respuesta hormonal son importantes para el incremento de la fuerza, también lo es el sistema neural. Las modificaciones que se producen en este sistema como consecuencia del entrenamiento de la fuerza se denominan adaptaciones neurales. En niños y adultos estas modificaciones son las primeras que se producen como respuesta al entrenamiento de la fuerza y la potencia.

Como es de conocimiento, la fuerza va muy ligada a la cantidad de testosterona. Esta produce un incremento muy importante cuando se supera la pubertad.

Si analizamos la curva de desarrollo porcentual del sistema neural, vemos como el mismo está casi totalmente desarrollado cuando ingresamos a la pubertad. Esto otorga la posibilidad de que los niños mejoren principalmente el reclutamiento de fibras y la frecuencia de disparo de las motoneuronas, y que incrementen sus niveles de fuerza.

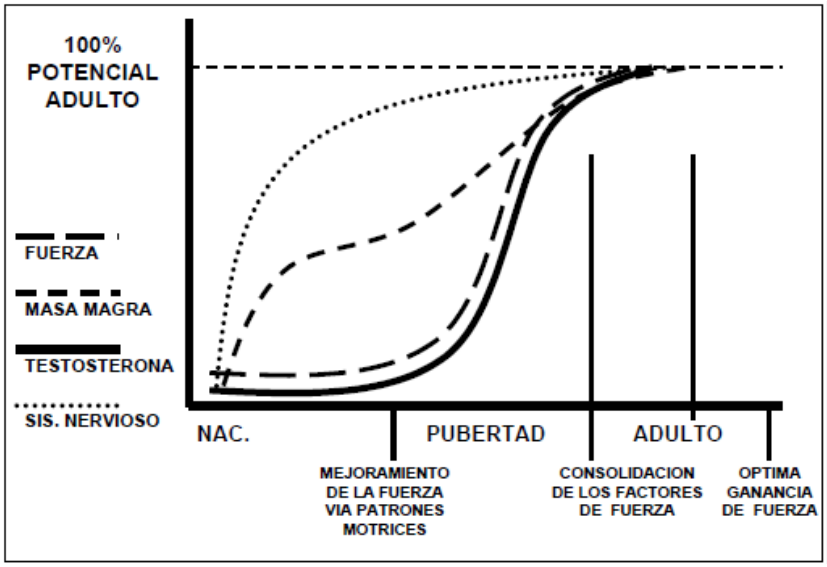


Figura 3. Fuerza, masa magra, testosterona, sistema nervioso y su curva en etapas de la vida. Cappa (2000), recuperado de Fleck, S. y Kraemer, W. (1999). Entrenamiento de la potencia muscular.

Sistema neuromuscular

Concepto

El sistema neuromuscular está formado por el sistema musculo esquelético y el sistema nervioso.

La función principal del musculo esquelético es la producción de fuerza o tensión con la finalidad de transmitir esta tensión a las palancas óseas y producir el movimiento o sostén del cuerpo humano.

Para tales fines, la cantidad de tensión que utiliza un musculo para realizar algún movimiento, necesita de un centro o sistema que la regule, el cual es el sistema nervioso.

Tipos de músculos

Las miríadas de funciones del sistema muscular las ejecutan tres tipos de músculos:

- Liso: se hallan en las paredes de la mayoría de los vasos sanguíneos, órganos internos, etc.; y se denominan músculos involuntarios;
- Cardiaco: el corazón; no se halla bajo nuestro control consciente (es decir, es un musculo involuntario);

- Esquelético: produce tensión con la finalidad de generar movimiento o sostener el cuerpo humano; el control es voluntario.

Estructura del musculo esquelético

Lo primero que encontramos en un musculo es el tejido conectivo exterior, esto se denomina epimisio, que rodea todo el musculo. Dentro del mismo, se encuentran pequeños haces de fibras envueltos por una vaina de tejido conectivo. Estos haces reciben el nombre de fascículos; el tejido conectivo que lo envuelve se llama perimisio.

Luego, encontramos las fibras musculares, que son las células musculares individuales. Cada una de las fibras musculares esta también cubierta por una vaina de tejido conectivo, denominada endomisio

Las fibras musculares están conformadas por una membrana de plasma, denominada sarcolema. Además de los túbulos transversales, retículo sarcoplasmatico, abertura hacia el túbulo T y el sarcoplasma, otra de las estructuras más importantes que se encuentran dentro de la fibra muscular es la miofibrilla.

Las miofibrillas son los elementos contráctiles de los músculos esqueléticos. Las miofibrillas aparecen como largos filamentos de subunidades todavía más pequeñas: las sarcomeras.

Una sarcomera es la unidad funcional básica de una miofibrilla. Cada miofibrilla se compone de numerosas sarcomeras unidos de un extremo a otro en las líneas Z. Cada sarcomera incluye lo que halla entre cada par de líneas Z, en la siguiente secuencia:

- Una banda I (zona clara);
- Una banda A (zona oscura);
- Una zona H (en medio de la banda A);
- El resto de la banda A;
- Una segunda banda I.

Dentro de una miofibrilla, podemos diferenciar dos tipos de pequeños filamentos de proteínas que son los responsables de la acción muscular, estos son: actina y miosina (las estriaciones observadas en las fibras musculares son el resultado de la alineación de estos filamentos, uno al lado del otro).

La banda clara I indica la región de la sarcomera donde solamente hay filamentos delgados de atina. La banda oscura A representa la región que contiene tanto los filamentos gruesos de miosina como los filamentos delgados de actina. La zona H es la porción central de la banda A, que aparece solamente cuando la sarcomera se halla en estado de reposo. Solo está ocupada por los filamentos gruesos de miosina

Tipos de fibras musculares

No todas las fibras musculares son iguales. Un mismo musculo esquelético contiene dos tipos principales de fibras: de contracción lenta (ST) o tipo I y de contracción rápida (FT) o tipo II.

Las fibras de contracción lenta necesitan aproximadamente 110ms para alcanzar su máxima tensión cuando son estimuladas. Las fibras de contracción rápida, por otro lado, pueden alcanzar su máxima tensión en unos 50 ms.

Por un lado, solo se han identificado un tipo de fibra ST.

Por otra parte, las fibras FT pueden clasificarse con mayor detalle. Los dos tipos más importante son las de contracción rápida de tipo a (FTa) y las de contracción rápida de tipo b (FTb).

Caracteristica	Contraccion lenta Tipo I	Contraccion rapida a Tipo IIa	Contraccion rapida b Tipo IIb
Capacidad oxidativa	Alta	Moderadamente alta	Baja
Capacidad glucolitica	Baja	Alta	La mas alta
Velocidad contractil	Lenta	Rapida	Rapida
Resistencia a la fatiga	Alta	Moderadamente alta	Baja
Fuerza de la unidad motora	Baja	Alta	Alta

Figura 4. Características de los tipos de fibras musculares. Wilmore y Costill (1994). Fisiología del esfuerzo y del deporte.

En una unidad motora ST, la neurona motora tiene un pequeño cuerpo circular e inerva una agrupación de entre 10 y 180 fibras musculares. Por el contrario, una unidad motora FT tiene un cuerpo celular más grande y más axones, e inerva entre 300 y 800 fibras musculares.

En consecuencia, las fibras motoras FT alcanzan su punto máximo de tensión más deprisa y generan relativamente más fuerza que las fibras ST.

La diferencia en el desarrollo de la fuerza entre las unidades motoras FT y ST se debe al número de fibras musculares por unidad motora, no a la fuerza generada por cada fibra.

Si hablamos de porcentajes, según Wilmore y Costill (1994), la mayoría de los músculos están compuestos por aproximadamente un 50% de fibras ST, un 25% de fibras FTa y otro 25% de fibras FTb.

Tipos de fibra muscular y ejercicio

En general, las fibras ST de contracción lenta tienen una elevada resistencia aeróbica, es decir de producción de energía en presencia de oxígeno. Las fibras ST son muy eficaces en la producción de ATP a partir de la oxidación de los hidratos de carbono y de las grasas.

La capacidad para mantener la actividad muscular durante un periodo de tiempo prolongado es conocida como resistencia muscular, por lo que las fibras ST tienen una elevada resistencia aeróbica. Por ello, se movilizan con más frecuencia durante las pruebas de resistencia a baja intensidad.

Por otro lado, las fibras FT tienen una relativamente mala resistencia. Están mejor adaptadas para rendir anaeróbicamente (sin oxígeno) que las fibras ST. Esto significa que su ATP se forma a través de las vías anaeróbicas y no mediante la oxidación.

Las unidades motoras FTa generan considerablemente más fuerza que las unidades motoras ST, pero se fatigan más fácil debido a su limitada capacidad de resistencia.

Acción de las fibras musculares

Cada fibra muscular esta inervada por un solo nervio motor, finalizando cerca de la mitad de la fibra muscular. El único nervio motor y todas las fibras musculares a las que inerva recibe colectivamente la denominación de unidad motora. Esta sinapsis entre un nervio motor y una fibra muscular se denomina unión neuromuscular. Es el lugar donde se produce la unión entre los sistemas nervioso y muscular.

Entonces, una unidad motora consta de una sola neurona motora y de todas las fibras musculares a las que abastece.

Impulso motor

El proceso es iniciado por el impulso de un nervio motor. El impulso nervioso llega a las terminaciones del nervio, denominadas axones terminales, que están localizadas muy cerca del sarcolema. Cuando el impulso llega, estas terminaciones nerviosas segregan una sustancia neurotransmisora denominada acetilcolina que se une a los receptores en el sarcolema. Si se une una cantidad suficiente de acetilcolina a los receptores, se transmitirá una carga eléctrica a todo lo largo de la fibra muscular que permitirá que el sodio traspase la membrana celular del musculo. A esto se lo conoce como una despolarización que resulta en disparar o generar un potencial de acción. Un potencial de acción debe generarse en la célula muscular entes de que esta pueda actuar.

Función del calcio

Además de despolarizar la membrana de la fibra, el impulso eléctrico viaja a través de la estructura de túbulos de la fibra (túbulos T y retículo sarcoplasmatico) hacia el interior de la célula. La llegada de una carga eléctrica hace que el retículo sarcoplasmatico libere grandes cantidades de iones de calcio (Ca++) almacenados en el sarcoplasma.

Una vez los iones de calcio son liberados del retículo sarcoplasmatico, se unen con la troponina en los filamentos de actina. Entonces, la troponina, con su fuerte afinidad por los iones calcio, inicia el proceso de acción levantando las moléculas de tropomiosina de los lugares activos de los filamentos de actina.

Puesto que la tropomiosina normalmente oculta los puntos activos, bloquea la atracción entre el puente cruzado de miosina y el filamento de actina. No obstante, una vez la tropomiosina ha sido separada de los lugres activos mediante la troponina y el calcio, las cabezas de miosina pueden unirse a los puntos activos de los filamentos de actina.

Teoría del filamento deslizante

Cuando un puente cruzado de miosina se une a un filamento de actina los dos filamentos se deslizan uno a lo largo del otro.

El brazo del puente cruzado y la cabeza de miosina experimentan una fuerte atracción intermolecular que hace que la cabeza se incline hacia el brazo y que tire de los filamentos de actina y miosina en direcciones opuestas. Esta inclinación de la cabeza se denomina ataque de fuerza. La tracción del filamento de actina que supera la miosina provoca el

acortamiento del musculo y la generación de fuerza. Uniones repetidas y ataques de fuerza hacen que los filamentos se deslicen unos a lo largo de los otros dando lugar a la aparición del nombre: teoría del filamento deslizante.

Este proceso continua hasta que los extremos de los filamentos de miosina llegan a las líneas Z. durante este deslizamiento (contracción), los filamentos de actina son llevados unos más cerca de los otros y sobresalen hacia la zona H, sobreponiéndose en última instancia. Cuando esto sucede, la zona H deja de ser visible.

Energía para la acción muscular

La acción muscular es un proceso activo que requiere energía. Además del lugar de enlace para la actina, una cabeza de miosina contiene un punto de enlace para el ATP (adenosintrifosfato). La molécula de miosina debe enlazarse con el ATP para que la acción muscular se produzca ya que aquel proporciona la energía necesaria.

La enzima ATPasa, que está localizada sobre la cabeza de miosina, divide el ATP para de ADP (adenosindifosfato), Pi (fosfato inorgánico) y energía. La energía liberada en esta descomposición del ATP se usa para unir la cabeza de miosina con el filamento de actina. Por lo tanto, el ATP es la fuente química de energía para la acción muscular.

Final de la acción muscular

La acción muscular continua hasta que el calcio se agota. Entonces, el calcio es bombeado nuevamente hacia el retículo sacoplasmatico, donde es almacenado hasta que llega un nuevo impulso nervioso a la membrana de la fibra muscular. El calcio es devuelto al retículo sarcoplasmatico mediante un sistema activo de bombeo del calcio.

Cuando el calcio es eliminado, la troponina y la tropomiosina son desactivadas. Esto bloquea el enlace de los puentes cruzados de miosina y de los filamentos de actina e interrumpe la utilización de ATP. En consecuencia, los filamentos de miosina y de actina vuelven a su estado original relajado.

Tipos de acción muscular

El movimiento muscular puede clasificarse generalmente en tres tipos de acciones:

- Concéntricas: se genera tensión y el musculo se acorta;
- Estáticas o isométricas: se genera tensión sin modificar la longitud del musculo;

- Excéntricas: se genera tensión y el musculo se alarga.

Receptores sensitivos musculares

El control adecuado del funcionamiento muscular exige, no solo la excitación del musculo, sino también una retroalimentación permanente con la información sensitiva que llega a ella procedente de cualquier musculo, para indicar su estado funcional en cada momento.

Para comunicar esta información, los músculos y sus tendones reciben una inervación abundante por parte de dos tipos especiales de receptores sensitivos:

1. Los husos musculares: distribuidos por todo el vientre muscular, envían información hacia el sistema nervioso sobre la longitud del musculo o la velocidad con la que varía esta magnitud; además, por ejemplo, estabiliza la posición corporal durante las acciones motoras a tensión;
2. Los órganos tendinosos de Golgi: se encuentran situados en los tendones musculares y transmiten información sobre la tensión tendinosa o su ritmo de cambio.

Cada uno, está conectado con unas 10 a 15 fibras musculares, que lo estimulan cuando este pequeño haz se tensa debido a la contracción o el estiramiento del musculo. Por lo tanto, la principal diferencia en la excitación del órgano tendinoso de Golgi en comparación con el huso muscular, reside en que el huso detecta la longitud del musculo y los cambios de la misma, mientas que el órgano tendinoso identifica la tensión muscular.

Las señales de estos dos receptores tienen como propósito el control muscular intrínseco. Transmiten información no solo hacia la medula espinal, sino también hacia el cerebelo e incluso a la corteza cerebral, contribuyendo a que cada una de estas proporciones del sistema nervioso intervenga en el control de la contracción muscular.

Reflejos

- Reflejo miotatico muscular: siempre que se estira bruscamente un musculo, la activación de los husos causa la contracción refleja de las fibras musculares esqueléticas grandes en el musculo estirado y también en los músculos sinérgicos más íntimamente ligados. El reflejo miotatico puede dividirse en dos componentes: el dinámico y el estático.

- Dinámico: surge con la potente señal dinámica transmitida desde las terminaciones sensitivas primarias de los husos musculares, originada por su estiramiento o distensión rápida. Se transmite un impulso potente hacia la medula espinal; esto provoca instantáneamente una enérgica contracción refleja (o descenso de la contracción). Por tanto, el reflejo sirve para oponerse a los cambios súbitos sufridos en la longitud muscular. Este reflejo finaliza una fracción de segundo después de que el musculo se haya estirado (o distendido) hasta alcanzar su nueva longitud.

- Estático: inicia posteriormente al dinámico. Este reflejo es más débil y se mantienen un periodo prolongado desde ese instante. Este, deriva de las señales receptoras estáticas continuas transmitidas por las terminaciones primarias y secundarias.

Además de las funciones mencionadas, el reflejo miotatico tiene la capacidad de evitar las oscilaciones o sacudidas en los movimientos corporales, es decir, se trata de una función amortiguadora o suavizadora.

- Reflejo tendinoso de Golgi: el órgano tendinoso, ofrece una respuesta dinámica y una respuesta estática, al igual que el huso muscular, siendo potente su reacción cuando la tensión muscular aumenta bruscamente (respuesta dinámica), pero calmándose en cuestión de una fracción de segundo hasta un nivel constante de disparo más bajo que casi es directamente proporcional al valor de esta variable (respuesta estática).

Este reflejo tiene un carácter plenamente inhibidor. Por lo tanto, aporta un mecanismo de retroalimentación negativa que impide la producción de una tensión excesiva en el propio musculo.

Si la tensión aplicada sobre el musculo y, por lo tanto, sobre el tendón, se vuelve intensísima, el efecto inhibidor originado por el órgano tendinoso puede llegar a ser tan grande que conduzca a una reacción brusca en la medula espinal capaz de causar la relajación instantánea de todo el musculo. Este efecto se llama reacción de alargamiento.

Otra función consiste en igualar las fuerzas de contracción de las distintas fibras musculares. A saber, aquellas fibras que ejerzan una tensión excesiva quedan inhibidas por su intervención, mientras que las que produzcan una tensión demasiado ligera reciben una mayor excitación debido a la ausencia de la inhibición refleja. Esto dispersa la carga

muscular entre todas las fibras e impide la lesión de zonas aisladas de un musculo donde una pequeña cantidad de fibras pudiera verse sobrecargada.

En resumen, acción muscular

Según Guyton y Hall (2011), el inicio y la ejecución de la acción muscular se produce en las siguientes etapas secuenciales:

1. Un potencial de acción viaja a lo largo de una fibra muscular hasta sus terminales sobre las fibras musculares.
2. En cada terminal, el nervio secreta una pequeña cantidad de la sustancia neurotransmisora acetilcolina.
3. La acetilcolina actúa en una zona local de la membrana de la fibra muscular para abrir múltiples canales de cationes activados por acetilcolina, a través de moléculas proteicas que flotan en la membrana.
4. La apertura de los canales activados por acetilcolina permite que grandes cantidades de iones sodio difundan hacia el interior de la membrana de la fibra muscular. Esto provoca una despolarización local que, a su vez, conduce a la apertura de los canales de sodio activados por voltaje. Esto inicia un potencial de acción en la membrana.
5. El potencial de acción viaja a lo largo de la membrana de la fibra muscular de la misma manera que los potenciales de acción viajan a lo largo de las membranas de las fibras nerviosas.
6. El potencial de acción despolariza la membrana muscular, y buena parte de la electricidad del potencial de acción fluye a través del centro de la fibra muscular, donde hace que el retículo sarcoplasmatico libere grandes cantidades de iones calcio que se han almacenado en el interior de este retículo.
7. Los iones calcio inician fuerzas de atracción entre los filamentos de actina y miosina, haciendo que se deslicen unos sobre otros en sentido longitudinal, lo que constituye el proceso contráctil.
8. Después de una fracción de segundo los iones calcio son bombeados de nuevo hacia el retículo sarcoplasmatico por una bomba de Ca++ de la membrana y permanecen almacenados en el retículo hasta que llega un nuevo potencial de acción muscular; esta retirada de iones calcio desde las miofibrillas hace que cese la contracción muscular

Futsal

¿Qué es el futsal?

El futsal es un deporte colectivo de colaboración-oposición, que se caracteriza por la necesidad de adaptación del jugador a un entorno cambiante y dinámico, con escaso tiempo y espacio para percibir, tomar decisiones, y ejecutar las acciones que aporten soluciones al juego para lograr un objetivo propuesto (ganar).

Es un deporte de elevado compromiso motor y de práctica muy intensa. Todo el proceso de la habilidad motriz tiene como objetivo lograr eficiencia en las acciones del juego.

Se juega sobre una superficie lisa, no abrasiva, con dimensiones que van desde 25 a 42 metros de longitud y 15 a 25 metros de ancho (generalmente las canchas son de 40 metros de largo y 20 metros de ancho).

Se enfrentan dos equipos con el objetivo de ganar. La forma de realizarlo, es haciendo más goles que el rival. Se juega con un elemento, la pelota, la cual tiene una característica peculiar: pica/bota poco (al soltarla desde una altura de 2 metros, no puede picar a más de 65 centímetros ni a menos de 50 centímetros del suelo).

El espacio de juego está condicionado por la participación simultánea en situación de colaboración (compañeros) y oposición (rivales). Se trata de un juego de 5 vs 5 (4 jugadores de campo y 1 arquero) con opciones de realizar sustituciones constantes de forma ilimitada con los suplentes, lo que dinamiza la participación y la intensidad de juego.

Los partidos de división reserva y primera división (jugadores mayores a 18 años), se conforman de 2 periodos/tiempos de 20 minutos de juego neto cada uno (juego neto: momento en que la pelota está dentro de la cancha en movimiento). En todas las interrupciones que tenga el partido, como, por ejemplo: la pelota sale de la cancha, hay una infracción, etc., el cronometro se detiene.

En los partidos de divisiones juveniles e infantiles, los tiempos de partido son diferentes. Haciendo referencia a los partidos de 4ta división masculina (15/16 a 17/18 años) de Asociación Rosarina de Futbol (ARF), que regula el futsal, los tiempos de juego son de 2 periodos/tiempos de 28 minutos sin parar el cronometro (es decir, cuando, por ejemplo: la pelota sale fuera de la cancha, etc., el cronometro no se detiene).

Demandas fisiológicas y condicionales del deporte

El futsal es un deporte marcado por esfuerzos intermitentes (tiempos cortos de esfuerzos con tiempos cortos de pausa/recuperación), donde el espacio pequeño y tiempo de juego, provoca acciones de máxima intensidad; el trabajo de la fuerza y la resistencia a la fuerza explosiva son esenciales para mantener un elevado ritmo de juego; y donde la adecuada preparación física es fundamental para conseguir una apropiada recuperación de los constantes esfuerzos a alta intensidad.

El jugador de futsal necesita una gran potencia muscular y capacidad anaeróbica alactica. Debe ser capaz de tener una buena tolerancia para soportar niveles medio-altos de ácido láctico; debe tener una adecuada base aeróbica para soportar los esfuerzos y favorecer su recuperación. (Manual de la UEFA para entrenadores de futsal).

Durante un partido de futsal se realizan de promedio entre 150-170 interrupciones durante el juego, teniendo los intervalos de juego una duración promedio de entre 15 segundos y 18 segundos y los intervalos de pausa entre estos una duración promedio de entre 12 segundos y 14 segundos.

El futsal, como mencionamos anteriormente, es un deporte con esfuerzos de características intermitentes, en donde se alternan permanentemente esfuerzos de gran intensidad con breves periodos de pausa, teniendo una relación aproximada trabajo-pausa de 1-1.

García (2004), en su estudio menciona que este deporte demanda un gran compromiso neuromuscular en los jugadores, debido a la gran cantidad de acciones técnicas realizadas durante el mismo, así como los permanentes cambios de ritmo, intensidades y desplazamientos realizados; en donde se efectúan un promedio de 671 acciones diferentes y consecutivas a intensidades variadas durante un partido.

Durante un partido de futsal se alternan acciones y desplazamientos a diferentes intensidades teniendo una distancia promedio de recorrido cada una de estas de entre 3 y 8 metros, con valores máximos que oscilan entre los 15 y 21 metros.

Un jugador tiene contacto con el balón en un partido completo de futsal durante aproximadamente 2 minutos y 20 segundos, lo cual hace ver la importancia del desarrollo técnico de los jugadores que los capacite para poder resolver con precisión las situaciones del juego durante los breves periodos de tiempo en que tienen el balón en los pies.

Un jugador realiza de promedio durante un partido completo de Futsal 106 sprints con un recorrido promedio de cada uno de estos de 3 metros, lo que hace ver la importancia del desarrollo de la fuerza explosiva y de la velocidad de reacción y aceleración; más aún si tenemos en cuenta que por lo general es en estas acciones donde se puede estar definiendo el resultado de un partido.

Además, en este estudio el autor describe que un jugador de fútbol sala recorre en un partido de media 3350 metros, describiendo la distancia por intensidades:

Esfuerzos	Velocidad	Intensidad	%	Metros
Caminata	4 km/h	-	17%	585
Trote lento	8.5 km/h	45-55%	25.6%	856
Carrera rapida	16 km/h	85-100%	28%	938
Sprint	27 km/h	Maxima	19.4%	651
Contacto con balon	Variada	Variada	10%	320

Tabla 1. Características de la carrera de un jugador de futsal durante un partido. Se observa que un jugador de futsal recorre la mayor distancia del partido en una intensidad del 85-100%.

Con respecto a la frecuencia cardiaca durante un partido, el autor registra los siguientes datos:

- Media: 150-160 ppm
- Máxima: 184-198 ppm
- Mínima: 128-132 ppm

Suarez y Salamanca (s/f), realizan una búsqueda de autores que investigan los valores de consumo máximo de oxigeno (VO2max) en jugadores de futsal:

Autores	Sujetos	Vo2max
Barbero, J. C. y barbero V.	Jugadores profesionales	51,35 ml/kg/min
Alvarez Medina y cols.	Jugadores profesionales	54,86 ml/kg/min
Alvarez Medina y cols.	Jugadores no profesionales	57,8 ml/kg/min
Tomlin y Wenger	Jugadoras recreacionales	47,6 ml/kg/min

Tabla 2. Valores de consumo máximo de oxigeno (VO2max) de jugadores de futsal.

En base a todos estos datos es posible concluir que es un deporte de prestación intermitente aerobica-anaerobica con un alto nivel condicional en relación a demandas de potencia y velocidad.

A edad juvenil, seguramente algunos datos varíen en cuanto a cantidades/volúmenes; lo que no cambia son las características condicionales del deporte.

Marco metodológico

Tipo de estudio

Estudio cuasi experimental de tipo cuantitativo.

Población

Jugadores de futsal de la 4ta división del Club Atlético Newells Old Boys.

Muestra

10 jugadores de 16 y 17 años pertenecientes al futsal del Club Atlético Newells Old Boys elegidos por conveniencia.

Variables de estudio

- Dependiente: capacidad muscular;
- Independiente: entrada en calor con sobrecarga y entrada en calor sin sobrecarga.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Entrada en calor sin sobrecarga. 1/12/2020 – 9hs (estadio cubierto Newells):

- Bloque 1 (orgánico): en 2 filas y en una distancia de 15 metros:
  - Trote de ida y vuelta de frente;
  - Trote de ida con circunduccion de hombros; vuelta con trote de frente;
  - Trote de ida con balanceo alterno de brazos adelante y atrás; vuelta con trote de frente;
  - Trote de ida con rotación de tronco; vuelta con trote de frente 2 y 2 diagonales;
  - Desplazamiento lateral de ida 2 y 2; vuelta con trote de espaldas;
  - Trote de ida con abducción de cadera; vuelta con trote de espaldas;
  - Trote de ida con aducción de cadera; vuelta con trote de espaldas;
  - Trote de ida con balanceo alterno de piernas adelante; vuelta con trote de espaldas 2 y 2 diagonales;
  - Salticado de ida; vuelta con trote de frente;
  - Frenos y arranques lineales y diagonales.

- Bloque 2 (neuromuscular):
  - Serie 1: zigzag (10 metros) + coordinación en fleje (5 metros) + velocidad lineal (15 metros);
  - Serie 2: frenos y arranques frontales (10 metros) + coordinación en fleje (5 metros) + velocidad lineal (15 metros);
  - Serie 3: slalom (10 metros) + coordinación en fleje (5 metros) + velocidad lineal (15 metros);
  - Serie 4: saltos bipodales frontales (40 centímetros) + coordinación en fleje (5 metros) + velocidad lineal (15 metros).
- Bloque 3 (técnico):
  - Pase y recepción en parejas enfrentados: ambas piernas, reduciendo y ampliando distancias, con suela, balanza, pie a pie;
  - Posesión de pelota 8vs2 (recupera 1 minuto cada pareja).

Entrada en calor con sobrecarga. 4/12/2020 – 9hs (estado cubierto Newells):

- Bloque 1 (orgánico): en 2 filas y en una distancia de 15 metros:
  - Trote de ida y vuelta de frente;
  - Trote de ida con circunduccion de hombros; vuelta con trote de frente;
  - Trote de ida con balanceo alterno de brazos adelante y atrás; vuelta con trote de frente;
  - Trote de ida con rotación de tronco; vuelta con trote de frente 2 y 2 diagonales;
  - Desplazamiento lateral de ida 2 y 2; vuelta con trote de espaldas;
  - Trote de ida con abducción de cadera; vuelta con trote de espaldas;
  - Trote de ida con aducción de cadera; vuelta con trote de espaldas;
  - Trote de ida con balanceo alterno de piernas adelante; vuelta con trote de espaldas 2 y 2 diagonales;
  - Salticado de ida; vuelta con trote de frente;
  - Frenos y arranques lineales y diagonales.
- Bloque 2 (neuromuscular):
  - Serie 1: sentadilla isométrica (8 segundos) + 4 saltos bipodales frontales (40 centímetros) + coordinación en fleje (5 metros) + velocidad lineal (15 metros);

- Serie 2: 8 subidas al banco alternado (con 10% del peso corporal) + 4 saltos bipodales rasantes + coordinación en fleje (5 metros) + velocidad lineal (15 metros);
- Serie 3: 4 ½ sentadillas (con 35% del peso corporal) + 4 saltos unipodales frontales alternados (40 centímetros) + coordinación en fleje (5 metros) + velocidad lineal (15 metros);
- Serie 4: 4 2° tiempo de potencia en tijera (con 35% del peso corporal) + 4 saltos unipodales en tijera al banco + coordinación en fleje (5 metros) + velocidad lineal (15 metros).

- Bloque 3 (técnico):
  - Pase y recepción en parejas enfrentados: ambas piernas, reduciendo y ampliando distancias, con suela, balanza, pie a pie;
  - Posesión de pelota 8vs2 (recupera 1 minuto cada pareja).

Para las evaluaciones utilizamos una plataforma de salto "Axon Jump", la cual, a través de un software y sensores ubicados en la misma, permite registrar el tiempo de vuelo y la altura alcanzada por el evaluado.

Evaluaciones realizadas:

- *Squat Jump*: salto vertical desde una media sentadilla, con los brazos en la cintura. Permite medir la fuerza concéntrica del musculo;
- *Counter Movement Jump*: salto vertical desde una posición de parado, con impulso y los brazos en la cintura. Permite medir la capacidad elástica del musculo (CEA, ciclo estiramiento-acortamiento);
- *Abalakov*: salto vertical desde una posición de parado, con impulso y utilización de los brazos. Permite medir la capacidad elástica del musculo en coordinación con la utilización de brazos
- Velocidad en 30 metros: lineal ida y vuelta;
- Velocidad en 30 metros con pelota: lineal ida y vuelta.

Resultados

Sujetos \ Evaluaciones	Squat Jump		Diferencias	Counter Movement Jump		Diferencias	Abalakov		Diferencias
	EC con SC	EC sin SC		EC con SC	EC sin SC		EC con SC	EC sin SC	
Sujeto 1	38,3	36,6	1,7	39,1	37,6	1,5	42,3	41,5	0,8
Sujeto 2	39,5	34,2	5,3	39,7	36,3	3,4	43,1	39,6	3,5
Sujeto 3	36,5	34,3	2,2	38,1	35,5	2,6	41,1	38,6	2,5
Sujeto 4	41,9	40,8	1,1	44,8	38,5	6,3	47,9	45,3	2,6
Sujeto 5	37,5	36,3	1,2	39,6	38,5	1,1	45,5	43,5	2
Sujeto 6	33,1	32,1	1	35,2	32,1	3,1	37,4	34,2	3,2
Sujeto 7	39,6	38,5	1,1	43,1	42,4	0,7	46,3	44,1	2,2
Sujeto 8	31,1	29,7	1,4	34,2	32,1	2,1	36,3	35,3	1
Sujeto 9	42,9	39,6	3,3	46,5	44,1	2,4	49,1	47,7	1,4
Sujeto 10	40,1	38,1	2	43,6	39,7	3,9	45,5	42,1	3,4

Tabla 3. Resultados de las evaluaciones de salto. EC con SC (entrada en calor con sobrecarga) – EC sin SC (entrada en calor sin sobrecarga). Los datos evidenciados en esta tabla están expresados en centímetros (cm.).

Sujetos \ Evaluaciones	Velocidad sin pelota		Diferencias	Velocidad con pelota		Diferencias
	EC con SC	EC sin SC		EC con SC	EC sin SC	
Sujeto 1	5,9	6,3	-0,4	6,3	6,9	-0,6
Sujeto 2	5,8	6,2	-0,4	6,6	6,9	-0,3
Sujeto 3	5,3	5,9	-0,6	6,3	6,7	-0,4
Sujeto 4	5,1	5,4	-0,3	6,1	6,3	-0,2
Sujeto 5	5,4	5,7	-0,3	5,9	6,2	-0,3
Sujeto 6	5,6	5,8	-0,2	6,5	6,9	-0,4
Sujeto 7	5,1	5,6	-0,5	6,1	6,5	-0,4
Sujeto 8	5,7	6,3	-0,6	6,8	7,2	-0,4
Sujeto 9	5,5	5,8	-0,3	5,7	6,3	-0,6
Sujeto 10	5,8	6,1	-0,3	6,2	6,4	-0,2

Tabla 4. Resultados de las evaluaciones de velocidad. EC con SC (entrada en calor con sobrecarga) – EC sin SC (entrada en calor sin sobrecarga). Los datos evidenciados en esta tabla están expresados en segundos (seg.).

Antes de llevar a cabo el análisis estadístico para probar la hipótesis de interés, para cada una de las 5 evaluaciones se definen las siguientes variables:

- Xi medición de i-ésimo sujeto haciendo una entrada en calor con sobrecarga, i=1,...,10
- Yi medición del i-ésimo sujeto haciendo una entrada en calor sin sobrecarga, i=1,...,10
- Di = Xi − Yi, i=1, ..., 10

Para las evaluaciones de *Squat Jump*, *Counter Movement Jump* y Abalakov se prueba:

H0)$\eta d = 0$ vs H1)$\eta d > 0$

Para las evaluaciones de velocidad con y sin pelota se prueba:

H0)$\eta d = 0$ vs H1)$\eta d < 0$

donde ηd es la mediana de la distribución de las diferencias Di.

Evaluacion	Estadistica (Z)	Probabilidad asociada
Squat Jump	2.754	0.003
Counter Movement Jump	2.752	0.003
Abalakov	2.752	0.003
Velocidad sin pelota	-2.774	0.003
Velocidad con pelota	-2.776	0.003

Tabla 5. Test de rangos señalados de Wilcoxon – aproximación normal.

A un nivel de significación del 5%, los deportistas muestran un mejor desempeño en cada una de las evaluaciones realizando una entrada en calor con sobrecarga.

Análisis de datos

En todas las evaluaciones realizadas, tanto en los saltos *Squat Jump*, *Counter Movement Jump* y *Abalakov*, como en las de velocidad con y sin pelota, podemos observar que en todos los sujetos existe una diferencia favorable en la entrada en calor con sobrecarga.

Por el lado del *Squat Jump* la diferencia máxima encontrada es en el sujeto 2, donde la misma es de 5,3 centímetros; a contraparte, la diferencia mínima expuesta en la evaluación es en el sujeto 6, siendo esta de 1 centímetro. La diferencia media de todos los evaluados es de 1,7 centímetros del sujeto 1. El promedio de todos los sujetos es de 2,03 centímetros.

Por otro lado, en la evaluación de *Counter Movement Jump* la diferencia máxima encontrada es de 6,3 centímetros en el sujeto 4; la diferencia mínima es de 0,7 centímetros del sujeto 7. La diferencia media encontrada entre todos los evaluados es de 2,6 centímetros del sujeto 6. El promedio de diferencias expuesto de todos los sujetos evaluados es de 2,7 centímetros.

Además, en la evaluación de *Abalakov* la diferencia máxima detallada es de 3,5 centímetros del sujeto 2; la diferencia mínima expuesta en la evaluación es de 0,8 centímetros perteneciente al sujeto1. La diferencia media de todos los sujetos es de 2,5 centímetros encontrada en el sujeto 3. El promedio de diferencias encontradas de todos los sujetos es de 2,26 centímetros.

Ahora bien, por el lado de las evaluaciones de velocidad sin pelota encontramos la diferencia máxima es de 0,6 segundos en los sujetos 3 y 8. La diferencia mínima expuesta por la evaluación es de 0,2 segundos del sujeto 6. La diferencia media en los sujetos

evaluados es de 0,4 segundos en los sujetos 1 y 2. El promedio de diferencias hallado es de 0,39 segundos.

Por último, en las evaluaciones de velocidad con pelota la diferencia máxima es de 0,6 segundos de los sujetos 1 y 9. La diferencia mínima es de 0,2 segundos de los sujetos 4 y 10. La media en las diferencias de los evaluados es de 0,4 de los sujetos 3, 6, 7 y 8. El promedio de las diferencias expuestas por las evaluaciones es de 0,38 segundos.

Conclusiones

En una primera instancia nos parece acertado que para tomar la decisión de realizar este tipo de entrada en calor previo a una competencia hay que tener en cuenta ciertos puntos, entre ellos: el plantel de jugadores tiene que tener una experiencia previa con trabajos de sobrecarga; los mismos deben haber experimentado previamente en un entrenamiento o en un amistoso este tipo de entrada en calor; además de la aprobación por parte de los jugadores para realizar este tipo de entrada en calor previo a una competencia, el cuerpo técnico tiene que acompañar la propuesta; si existe la posibilidad, se debe medir la fatiga generada en el deportista y compararla con una entrada en calor tradicional para así reducir las probabilidades de lesión o de que los jugadores no puedan mantener sus niveles de rendimiento durante la competencia.

Basados en todos los datos recolectados en la investigación y expuestos anteriormente, podemos concluir que la entrada en calor con sobrecarga previo a una competencia genera una mayor excitabilidad neuromuscular, por lo cual predispone y activa mejor al deportista para un mayor rendimiento en la competencia, sin afectar la técnica del mismo.

Con esta afirmación validamos la hipótesis planteada.

Bibliografía

1- Álvarez del Villar, C. (1983). *Preparación física del fútbol basada en el atletismo*. Madrid, España: Gymnos.

2- Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento*. Barcelona, España: Paidotribo.

3- Cappa, D. (2000). *Entrenamiento de la potencia muscular*. Mendoza, Argentina: Sobreentrenamiento.

4- Cofré-Bolados, C. et al. (2018). Efecto de tres entradas en calor sobre la potenciación post activación en pruebas de potencia muscular. *Journal of Sport and Health Research.* Recuperado de: http://www.journalshr.com/papers/Vol%2010_N%202/JSHR%20V10_2_4.pdf

5- Cometti, G. (2000). *Métodos modenos de musculación.* Barcelona, España: Paidotribo.

6- Coppola, C. (2007). *Sobrecarga en la entrada en calor en futbol* (Tesis de grado). Universidad Abierta Interamericana, Rosario, Argentina.

7- Esper, A. (2002). Influencia de distintas entradas en calor en la saltabilidad. *Efedeportes.* Recuperado de: https://www.efdeportes.com/efd50/saltab1.htm

8- Fahey TD, Del Valle-Zuris A, Oehlsen G, Trieb M, Seymour J. (1979). Pubertal stage differences in hormonal and hematological response to maximal exersice in males. *Journal of Applied Physiology*. 46:823-27. https://doi.org/10.1152/jappl.1979.46.4.823

9- FIFA, (s.f.). *Manual de entrenamiento de futsal.*

10- Fleck, S. y Kraemer, W. (1999). *Fundamentos do treinamento de força*. Porto Alegre, Brasil: Artmed.

11- García, G. A. (Octubre de 2004). *Caracterización de los esfuerzos en el futbol sala basado en el estudio cinemático y fisiológico de la competición.* Efdeportes. https://www.efdeportes.com/efd77/futsal.htm

12- Goldspink, G., y Harridge, S. D. R. (2002). Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle. *Encyclopedia of Sports Medicine, vol III* (pp. 231-251). Blackwell Science.

13- González, G. C. y Grandi M., (s.f.). *Neuroanatomía. Apuntes de catedra, facultad de ciencias médicas UNR.* Rosario, Argentina: Servicio de publicaciones de la Universidad Nacional de Rosario.

14- Guyton, A. C. y Hall, J. E., (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Elsevier.

15- Huter-Becker, A., Schewe, H. y Heipertz, W., (2006). *Fisiología y teoría del entrenamiento.* Badalona, España: Paidotribo.

16- Juárez, C. (2006). *Entrada en calor con sobrecarga.* Apeffa. Asociación de profesores de educación física del futbol argentino. Buenos Aires, Argentina.

17- López, H. J. V., (2017*). Manual de la UEFA para el entrenador de futsal.* Nyon, Suiza: Artgraphic Cavins.

18- Moreno, M. A. (2009). *Los esfuerzos en el futbol sala*. *Curso de entrenadores de III nivel.* Madrid, España.

19- Parada, L. A., (2015). *Preparación física en el futbol sala. Entrenamiento integral del jugador.* Badalona, España: Paidotribo.

20- Piepoli, A., (s.f.). *Calentamiento.* Parma, Italia.

21- Pizzi, E. (2020). *Preparación física aplicada al futsal.* Buenos Aires, Argentina.

22- Radcliffe, J.C., y Radcliffe, L. (1996). Effects of different warmup protocols on peak power output during a single response jump task. *Medicine and Science in Sports and Exercise, Volumen 28* (5), 189. https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1996/05001/EFFECTS_OF_DIFFERENT_WARM_UP_PROTOCOLS_ON_PEAK.1125.aspx

23- Sanchez, P. (2014). Futbol sala a estudio. *Mundo entrenamiento, el deporte bajo evidencia científica.* https://mundoentrenamiento.com/futbol-sala-estudio/

24- Smilios, I. et al. (2010). Rendimiento en saltos verticales y la actividad eléctrica muscular utilizando el ejercicio de media sentadilla con intensidades bajas y moderadas. *G-SE sobreentrenamiento.* https://g-se.com/efectos-de-la-entrada-en-calor-sobre-el-rendimiento-en-saltos-verticales-y-la-actividad-electrica-muscular-utilizando-el-ejercicio-de-media-sentadilla-con-intensidades-bajas-y-moderadas-1270-sa-x57cfb271e0a42

25- Suarez, S. (2014). *Factores de rendimiento del fútbol sala.* Madrid, España.

26- Tilio, D. (2020). *Futsal, preparación física. Parámetros generales del proceso de entrenamiento.* Buenos Aires, Argentina.

27- Verkhoshansky, Y., (2002). *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo.* Barcelona, España: Paidotribo.

28- Weineck, J., (2005). *Entrenamiento total.* Barcelona, España: Paidotribo.

29- Wilomre, J. H. y Costill D.L., (1994*). Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona, España: Paidotribo.

30- Young W.B., Jenner, A. and Griffiths K (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research,*

Volumen 12 (2), 82-84. https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/1998/05000/Acute_Enhancement_of_Power_Performance_From_Heavy.4.aspx