



# Medios tecnológicos para la valoración de la fuerza y la potencia

**Prof. Adrián Vaccarini, Lic. Leandro Vilarriño Codina, Prof. Hugo Tinti, Prof. Matías Palarino**

## Contenido Temático Principal-

- *Descripción General del contenido del modulo.*
  - Introducción general.
  - Tecnología y deporte.
  - Fuerza y potencia.
  - Distintos tipos de tensión muscular.
  - Interpretación de las curvas de fuerza-potencia.
  - Concepto de Deficit lateral, Bilateral y facilitación.
  
- **Unidad 1:** -Encoder rotatorio.
  - Introducción:
  - Que es un Encoder rotatorio
  - Como Obtiene sus datos
  - Breve descripción de su funcionamiento
  - Interpretación de las variables obtenidas. (Fuerza, Potencia, Velocidad y Aceleración en sus distintas variables: Pico, media total, Impulsiva, tiempo pico, distancia pico, etc.)
  - Interpretación de las variables impulsivas como criterio actual.
  - Que se puede evaluar:
  - Déficits Lateral, Bilateral, facilitación. TIPS
  - Test incremental progresivo. (Determinación de zona M.E.M.) citar naclerio. TIPS
  - Determinación de la zona M.E.M (maximay rango de carga tolerable.
  - Saltos: SJ, DJ, CMJ, REBOUND JUMP. Índice elástico. Tips para evaluación.
  - Aplicación como control del entrenamiento:
    - Recomendación para el uso en el control del entrenamiento diario.
    - ¿Cómo organizo una sesión grupal para aplicar controles dentro del entrenamiento en deportes de equipo?
    - Armado de los datos de control y su realización in situ.
    - ¿Cómo utilizo los datos para planificar?
    - Determinación volumen test tolerancia
    - Entrenamiento por control de la Velocidad. Conclusiones Finales.
  
- **Unidad 2:** -Celda de Carga.
  - Introducción:
  - Que es una Celda de Carga
  - Como Obtiene sus datos
  - Breve descripción de su funcionamiento
  - Interpretación de las variables obtenidas. (Fuerza: Pico, Media, Tiempo en alcanzar el Pico, T30, T50, T90, Etc.)
  - Que se puede evaluar:
  - Déficits Lateral y Bilateral.

- Fuerza Máxima Isométrica.
  - Pico de fuerza en gestos dinámicos.
  - Valores de fuerza obtenidos en maquinas inerciales (Yo-Yo Squat).
  - Cuantificación de carga para estructuras que se deforman. (Bandas elásticas)
  - tips para el correcto desarrollo de los diferentes test)
  - Aplicación como control del entrenamiento:
  - Recomendación para el uso en el control del entrenamiento diario en planteles numerosos.
  - Armande de los datos de control y su realización in situ.
  - Criterios para controlar el costo mecánico de la sesión.
- **Unidad 3:** -Plataforma de fuerza Bipodal
    - Introducción:
    - Que es una Plataforma de fuerza
    - Como Obtiene sus datos
    - Breve descripción de su funcionamiento
    - Interpretación de las variables obtenidas. (Fuerza: Pico, Media, Tiempo en alcanzar el Pico, Integral, Etc.)
    - Que se puede evaluar:
    - Déficit Lateral y Bilateral.
    - Fuerza Máxima.
    - Tiempo de aplicación de fuerza
    - Valores de Fuerza unipodales en los saltos simples (SJ, CMJ, DJ, RJ, Running Drop)
    - Valores de Fuerza unipodales en los saltos Continuos.
    - Comportamiento de la aplicación de Fuerza en diferentes gestos
    - Protocolos de evaluación y su aplicación a la realidad de campo (tips para el correcto desarrollo de los diferentes test)
    - Aplicación como control del entrenamiento:
    - Recomendación para el uso en el control del entrenamiento diario en planteles numerosos.
    - Armande de los datos de control y su realización in situ.
    - Criterios para controlar el costo mecánico de la sesión.

## INTRODUCCION GENERAL

Antes de comenzar con el temario específico sobre los medios tecnológicos que nos servirán para valorar la fuerza y la potencia mecánica producida en diversos

ejercicios es importante recalcar el papel que en la actualidad juegan las nuevas tecnologías para el registro, procesamiento y análisis de datos, haciendo que cada vez sean más importantes en la optimización del proceso de entrenamiento y competición. Teniendo en cuenta que el movimiento deportivo puede ser analizado con una gran variedad de tecnología, que permiten una definición cada vez más exacta del modelo técnico/mecánico que se busca o se persigue como así también la velocidad y los momentos de aplicaciones de fuerzas obteniendo datos objetivos que nos permitan comparar el patrón motor evaluado o reproducido con el ideal. La tecnología deportiva nos permite ver y objetivar aquello que el ojo humano no puede medir ni cuantificar.

## TECNOLOGÍA Y DEPORTE

El entrenamiento deportivo es un proceso que persigue la producción de cambios en un sistema: *el cuerpo humano*. El sistema o conjunto de elementos que conforman un todo único puede referirse al deportista en su conjunto o a alguna de sus partes (p.ej. sistema cardiorrespiratorio, endocrino) o bien a las relaciones del deportista con el entorno, entrenador o médico (Lieberman y cols. 2002, Hughes y Bartlett 2002, Yeadon 1994)). La magnitud que caracteriza las propiedades del sistema se llama variable, teniendo cada sistema multitud de variables que permiten la definición de su estado. La recopilación de la información sobre el estado del sistema y la comparación de su valor real con el planificado se denomina *control del entrenamiento* (Lees A 2002, Lieberman y cols. 2002, Hughes y Bartlett 2002). El problema radica en que no siempre las modificaciones del sistema producen una modificación positiva en los resultados del deportista, o bien, la suma de los efectos inmediatos de las cargas del entrenamiento sobre el deportista (que suelen producir una disminución de su capacidad de rendimiento actual (González-Badillo, 1994, 2007) y de sus resultados deportivos) no producen un efecto acumulado satisfactorio). La toma de decisiones por parte del entrenador durante el proceso descrito en el párrafo anterior tiene que basarse en mediciones objetivas que, junto con la utilización adecuada de indicadores subjetivos (p.ej. estado general del deportista, intuición del entrenador) pueden garantizar el éxito deportivo. El problema radica en la selección de los indicadores que caracterizan al sistema y puedan ayudarnos a controlar el proceso. Es aquí donde la tecnología puede ayudarnos a controlar los ejercicios más adecuados y facilitar el registro y análisis de los

datos obtenidos. Un ejemplo en el que podemos verificar cómo la tecnología ha permitido obtener medidas más objetivas de las cargas ha sido en el entrenamiento de la fuerza, en el que la intensidad de las cargas ha pasado, de medirse a través del peso o carga movilizada, a controlarse con medidores lineales (encoders rotatorios/lineales) de desplazamiento o galgas de fuerza (Celdas de carga - Plataformas de fuerza) que miden la velocidad de ejecución, la fuerza, la potencia que se aplica o la aceleración. Esta tecnología permite objetivar la progresión del entrenamiento, requisito imprescindible para utilizar los procedimientos del control del entrenamiento como un medio para poder predecir las probabilidades que tiene el deportista de mejorar el ciclo de entrenamiento. (Adaptado de Mikel Izquierdo-Gonzales Badillo, 2006)

Esta realidad nos empuja a tener que cambiar la mirada, ya que el uso de Tecnología en el tiempo se ha limitado solamente a la evaluación, siendo esto sin duda una mirada reduccionista del potencial de los diferentes equipos. Es por eso que desde nuestro lugar proponemos utilizar estas herramientas para controlar y monitorear los entrenamientos ya que nos arrojarán datos cuantitativos y objetivos que nos permitirán detectar estados actuales de rendimiento individual y tendencias grupales de adaptación.

No es necesario el tener gran cantidad de piezas de evaluación para poder implementar los controles, solo hay que estructurar los entrenamientos de manera ordenada para que estos sean viables de monitorear, y es aquí donde la logística del entrenamiento comienza a tomar protagonismo.

## FUERZA Y POTENCIA

Es Necesario antes de profundizar en el tema comprender que la forma en que se manifiesta la fuerza en función del tiempo y la velocidad dependen de varios factores como ser: carga a desplazar, características del ejercicio a realizar (de acción secuencial, de empuje, de tracción), régimen de

activación muscular principal (concéntrico/excéntrico), nivel de entrenamiento del sujeto, empeño y voluntad de la persona para ofrecer el máximo de sus posibilidades, entre otros.

Desde el punto de vista mecánico la fuerza se manifiesta como una acción capaz de inducir cambios en el comportamiento de un cuerpo, modificando el estado del mismo pudiendo detenerlo o alterar su desplazamiento si esta en movimiento, desplazarlo si está quieto o deformarlo si esta fijo (Gonzalez Badillo & Ribas, 2002; Naclerio 2005).

Teniendo en cuenta que la fuerza ocupa un lugar esencial para cualquier ser humano, ya sea como capacidad física fundamental, limitante del rendimiento, o bien para garantizar la realización de cualquier acción motora (García, 1999; Siff y Verkhoshansky, 2000). La posibilidad de producir movimiento estará condicionada por la disponibilidad de energía que permita a la musculatura generar los niveles de fuerza necesarios para ejecutar la acción deseada (Kuznetsov, 1989). Esto depende de un complejo mecanismo controlado por el sistema nervioso central, que adecúa su función para realizar las acciones requeridas con la mayor eficiencia posible (García, 1999). Por lo tanto, el sistema nervioso central desarrolla un control superior que permite a cada sujeto generar los niveles de fuerza más adecuados en cada circunstancia específica (Gardiner, 2001; Siff y Verkhoshansky, 2000).

El entrenamiento de la fuerza, utilizando resistencias que actúan por medio de la gravedad (pesos libres, máquinas guiadas, etc.) u otras formas (máquinas hidráulicas, tensores, maquinas inerciales, etc.), es actualmente considerado una actividad esencial para garantizar un adecuado rendimiento físico aplicado a cualquier deporte, la movilidad y el funcionamiento del aparato locomotor, así como para mejorar la independencia funcional en personas mayores (Colado, 2004; Fleck y Kraemer, 1997; Jiménez, 2003; Jiménez y De Paz, 2003; Macaluso y De Vito, 2004; Newton y col, 2002).

La fuerza muscular y la potencia están relacionadas. Sin embargo, como lo discutiremos, un incremento en la fuerza no produce necesariamente el mismo incremento en la potencia. En la mayoría de las

actividades, la potencia es mucho más explicativa que la fuerza. Un rendimiento motor potente en movimientos como un lanzamiento de baseball, un golpeo de futbol depende del ritmo y secuenciación de la activación de las unidades motoras. Las técnicas de entrenamiento óptimas para la potencia, particularmente en habilidades motoras complejas, es pobremente entendido y se basa en observaciones empíricas de entrenadores y atletas. En la actualidad hay diversas tecnologías en el ámbito del deporte del alto rendimiento que nos brindan mayores herramientas para cuantificar-medir-dosificar las sesiones de entrenamiento. Es por eso que hoy en día los científicos del ejercicio y comienzan a comprender la relación compleja entre fuerza, potencia y desarrollo de habilidades.

### **Tipos de tensión muscular.**

Teniendo en cuenta que la fuerza muscular será de mayor o menor magnitud en función de la participación de dos mecanismos: por un lado, el sistema nervioso estimulando un mayor o menor número de unidades motoras responsables de la participación de más o menos fibras musculares en la acción muscular y, por

otro lado, la intensidad de esa acción que puede alterarse si varía la frecuencia con que los estímulos nerviosos se envían a las fibras musculares. Todo esto y dependiendo de la voluntad del individuo y de la carga que se moviliza, pueden dar como producto las siguientes situaciones:

- 1- Que el músculo se acorte venciendo la resistencia (Dinámico Concéntrico). Puntos de inserción se acercan. Fig. 1- C
- 2- Que el músculo se alargue siendo vencido por la resistencia (Dinámico Excéntrico). Puntos de inserción se alejan. Fig. 1- E
- 3- Que el músculo permanezca aparentemente inmóvil (Estático Isométrico), aunque a nivel interno, el músculo se contrae y los tendones soportan tensión por estiramiento. Puntos de inserción permanecen inmóviles. Fig. 1- I
- 4- Que el músculo primero se alargue (elongación) y luego de un período corto de contracción estática, se produzca la contracción dinámica concéntrica, siendo denominado este tipo de movimiento como ciclo de Estiramiento-Acortamiento muscular (CEA). (Adaptado Dr. Esteban Gómez). Fig. 2 A-B-C

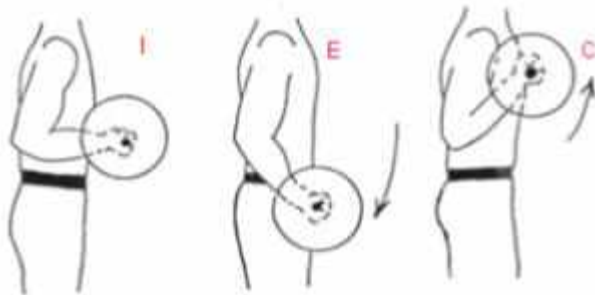


Fig. 1. Tipos de tensión. Isométrico. Excéntrico. Concéntrico.

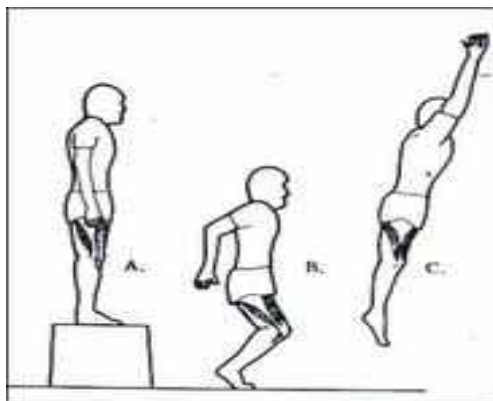


Fig. 2. Ciclo estiramiento-acortamiento muscular (CEA).

## Características de activación de las unidades Motoras (UM)

Cada moto neurona produce una fuerza de contracción de sus fibras musculares que varía según la frecuencia (Hz) con la que se estimule su nervio motor. (Sale, 1992) (González Badillo y Gorostiaga Ayestaran ,1997), también llamado *Reclutamiento temporal "sumación"* (Cometti, G.,1998)

- Principio de Hennemann (1965) (Figura 1): Cuando se realiza una contracción Isométrica submáxima de un musculo, no se activan (reclutan) todas las unidades motoras, sino que siguen el principio de talla (UM mas pequeñas ST) y, más adelante, cuando se necesita producir más fuerza (se incremente la carga) se van activando las UM de mayor talla FT. (González Badillo y Gorostiaga Ayestaran ,1997), (Martin D. ,2001), Paillard, 1982 se refiere como "*espacial de rampa*" (Cometti, G. (1998).

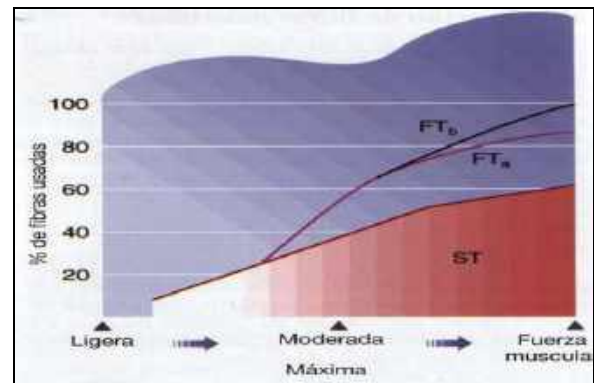


Fig. 3. Grafico

• En los movimientos explosivos, realizados a *Máxima velocidad*, pero produciendo una fuerza muy inferior a la Fuerza Máxima Isométrica (FMI), la frecuencia de estimulación (Hz) del nervio es muy superior a la frecuencia necesaria para obtener la máxima tensión (fuerza) de las fibras musculares inervadas por su nervio motor. "*Además, es muy posible que, en este caso, el reclutamiento de UM no siga el principio de talla*". Paillard (1982) se refiere como "*espacial balístico*". (González Badillo y Gorostiaga Ayestaran, 1997); (Cometti, G., 1998).

Este punto es determinante para interpretar y comprender como se altera, el reclutamiento de UM. Entonces, el mecanismo de reclutamiento y de frecuencia de impulso de las unidades motoras es distinto según se trate de contracciones submáximas graduales a velocidades submáximas o contracciones a máxima velocidad (con diferentes cargas) (Adaptado de González Badillo y

Gorostiaga Ayestaran, 1997); (Bosco, 2000) ;(Siff y Verkhoshasky, 2000).

Para simplificar lo descripto anteriormente cuando hablamos de reclutamiento hay que analizarlo desde 2 perspectivas (luego veremos una tercera) que son: por resistencia a vencer y por velocidad de ejecución, es decir si no contemplo las 2 en la misma situación estaría mal interpretando el posible reclutamiento de unidades motoras.

Entonces si una contracción voluntaria puede inducir un aumento en el reclutamiento de moto neuronas de primer orden en humanos, este efecto podría teóricamente aumentar la contracción muscular, y por lo tanto mejorar el rendimiento en la actividad explosiva (Bishop, David; Tillin Neale Anthony, 2009).

Este fundamento marca que los gestos realizados a la máxima velocidad posible o con el empeño máximo de la voluntad tiene un reclutamiento diferente y, por ende, un comportamiento grafico también diferente a gestos realizados a velocidades bajas con los mismos pesos.

De aquí deriva la importancia de poder controlar dichos gestos de una forma confiable.

### Interpretación de las curvas de Fuerza, Potencia y Velocidad.

A continuación, analizaremos de forma general el comportamiento de distintas manifestaciones en distintos ejercicios todos realizados a máxima velocidad y con diferentes porcentuales de trabajo.

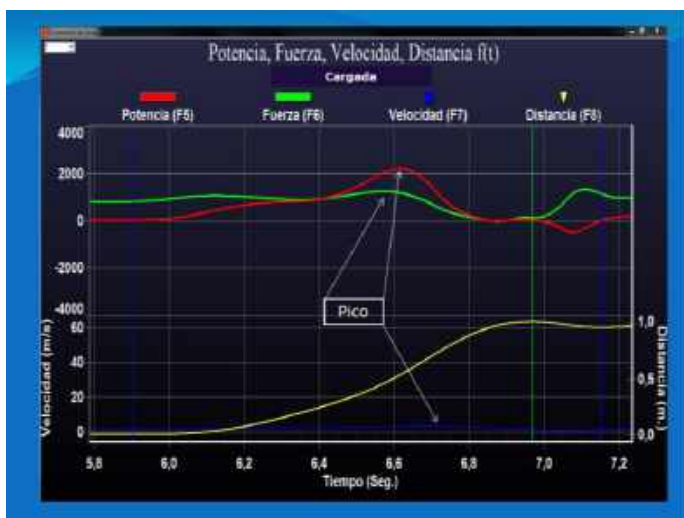


Fig. 4. Gesto de Cargada: Curvas Potencia(rojo), fuerza (verde) y velocidad(azul)

En la figura 4 vemos un gesto de Cargada en el cual se observa que el primer valor pico que encontramos (línea Verde) es el de fuerza, a continuación, aparece el de potencia (línea Roja) y luego el de velocidad (Línea Azul). En el análisis de lo gestos realizados a máxima velocidad este orden se repite ajeno al peso desplazado y al tipo de ejercicio con posible excepción de una repetición de fallo (RM), la cual se observa un 2do pico de fuerza (ver a continuación).

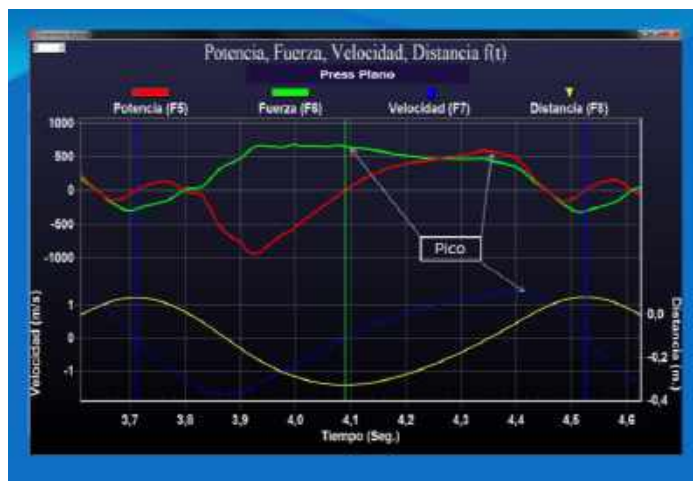


Fig. 5. Gesto de press plano. Curvas Potencia(rojo), fuerza (verde) y velocidad(azul).

Observando la figura 5, como así también las demás, este comportamiento se repite respetando siempre el orden planteado, primero el Pico de Fuerza, luego el Pico de Potencia y ultimo el Pico de velocidad.

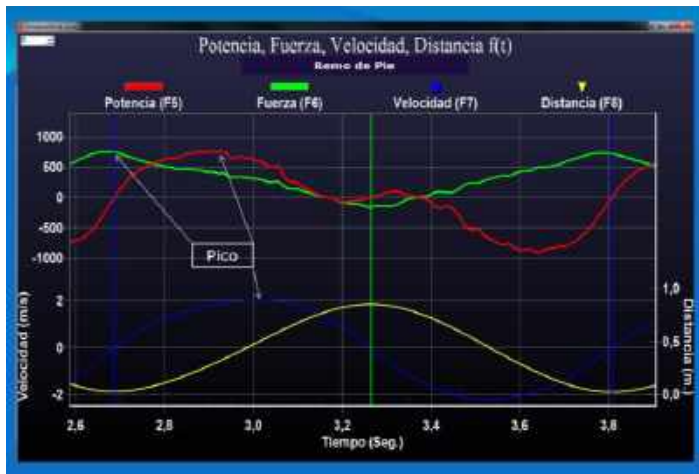


Fig. 6. Gesto de remo de pie. Curvas Potencia(rojo), fuerza (verde) y velocidad(azul).

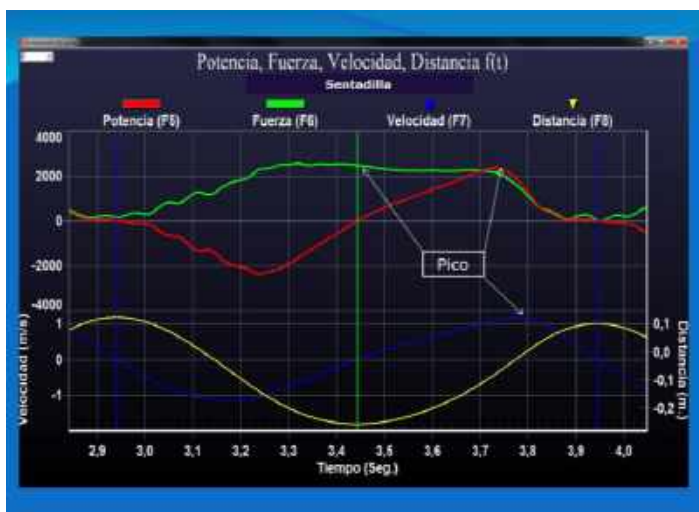


Fig. 7: Gesto de sentadilla Curvas Potencia(rojo), fuerza (verde) y velocidad(azul)

Este orden de aparición es lógico si pensamos que el mayor cambio de velocidad se produce al principio produciendo la mayor aceleración, por ende, fuerza. Tengamos en cuenta que la aceleración es determinante para la producción de fuerza en este tipo de acciones. Si la masa es constante, a mayor fuerza neta ejercida mayor será la aceleración 2º Ley de Newton, ley de Fuerza (Muñoz, C; Andisco, D. 2007). Luego aparece el Pico de Potencia que deriva de la multiplicación de la fuerza por la velocidad. Si observamos las diferentes curvas, donde la velocidad aumenta, pero cuando encuentra su pico, la fuerza ya ha comenzado a bajar, teniendo que encontrar claramente el pico de potencia antes que el de velocidad.

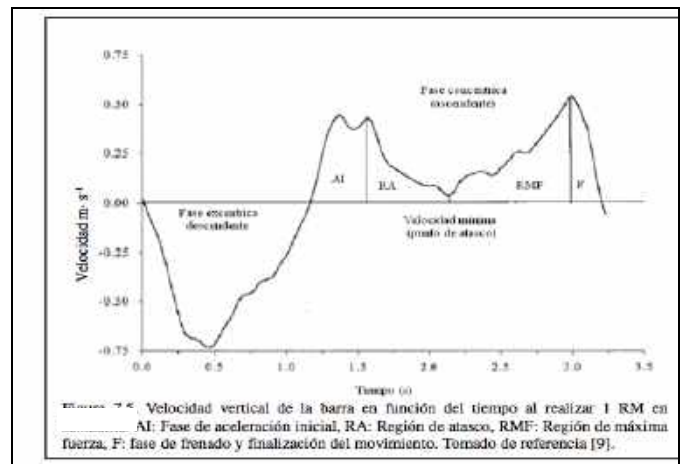


Fig. 7.1. Naclerio, Fernando 2010

Retomando la posible excepción de este comportamiento en una repetición al fallo RM, observemos la figura 7.1:

- 1) Aceleración inicial: Se inicia la fase ascendente (concéntrica) del movimiento hasta alcanzara el pico máximo de velocidad vertical de la barra o el 0 de aceleración (1er pico de velocidad).
- 2) Región de atasco: Luego del primer pico de velocidad 0 de aceleración, la aceleración transmitida a la barra cae hasta que la fuerza es incluso inferior a la determinada por el peso. En este momento, la aceleración y la velocidad vertical son mínimas produciéndose el punto de mayor dificultad mecánica del ejercicio.
- 3) Región de máxima fuerza: Una vez superado el punto de atasco (velocidad mínima), la aceleración transmitida y la velocidad de la barra se incrementan hasta alcanzar el mayor valor de fuerza aplicada y el 2º pico de velocidad, el segundo pico puede darse sin que este sea mayor que el primero
- 4) Frenado: luego del 2º pico de velocidad o el ultimo 0 de aceleración se produce una fase de desaceleración compensatoria que permite controlar a la barra al final del desplazamiento.

Estas 4 fases, han sido también descriptas en el press de banca (Wilson G.J., C., EB, and K., KG 1989, Naclerio 2010). El patrón de movimiento mostrado es propio de esfuerzos máximos realizados con pesos >90 al 100% del 1 RM o cercanos al fallo muscular en una serie con pesos menores (Wilson G.J., C., EB, and K., KG 1989, Naclerio 2010). Pero cuando se movilizan

con la mayor velocidad posible, pesos <80% 1RM, la cinética de la barra cambia significativamente observándose sólo dos fases bien definidas: 1) la fase de aceleración inicial y 2) la fase de frenado, desapareciendo así la región de atasco y la de máxima fuerza. Naclerio, F. (2010)., los comentarios subrayados pertenecen Asesoría científica Winlaborat 2014, realizados sobre el trabajo del Doctor Naclerio.

## DEFICIT BILATERAL

Henry A Becerra Riaño-José A Acero Jáuregui (2005), realizan una perfecta descripción de este fenómeno. Tal es así que nos parece más acorde reproducir parte de trabajo. Los ejercicios unilaterales (UL) independientes muestran fuerzas significativamente mayores que los ejercicios Bilaterales (BL) simultáneos, además los ejercicios BL que se comienzan en momentos ligeramente diferentes generaran fuerzas significativamente mayores que los ejercicios bilaterales simultáneos, y que las fuerzas desarrolladas durante éstos "desacoples" en los ejercicios BL serán similares a aquéllos que se habían generado unilateralmente; para ellos la interpretación que da Bernstein a los resultados podría promover la idea que el desacople en los ejercicios BL logra fuerzas musculares mayores porque los miembros pueden funcionar más independientemente; según Bernstein, es concebible que la iniciación asincrónica del desacople en los ejercicios BL puede facilitar una disolución temporal de la estructura coordinativa o intersegmental que acopla el mecanismo; esta estrategia de iniciación de tarea puede tener la clave en el SNC para asignar más atención o "energía" para la iniciación y ejecución de ejercicios BL desacoplados.

Así, mientras otros han demostrado la utilidad de la hipótesis de la estructura coordinativa (KELSO et al, 1979), (SWINNEN et al, 1988); (W ALTER & SW INNE N, 1990); en su estudio, Vint & Hinrichs sugieren que dicha explicación no es enteramente correcta y que se debería condicionar, sin embargo, que la estructura coordinativa es una construcción hipotética y está por consiguiente desprovista de alguna entidad física; además, que la conceptualización original probable de Bernstein de la estructura coordinativa fue: "una elegante, si no ingeniosa, explicación del infinitamente complejo problema de los grados de libertad" (VINT & HINRICHS, 1997).

De acuerdo con Harman y cols (13) el DBL es atribuido a un manejo neural reducido para activar los músculos de una acción bilateral simultánea o a factores no neurales tales como las relaciones fuerza-velocidad o fuerza-tensión. Hasta aquí un ligero resumen, que más allá de las causas es muy interesante aplicar el concepto como criterio de trabajo.

A continuación, compartimos unos informes realizados con celda de Carga sobre estos conceptos desde base de datos propia.

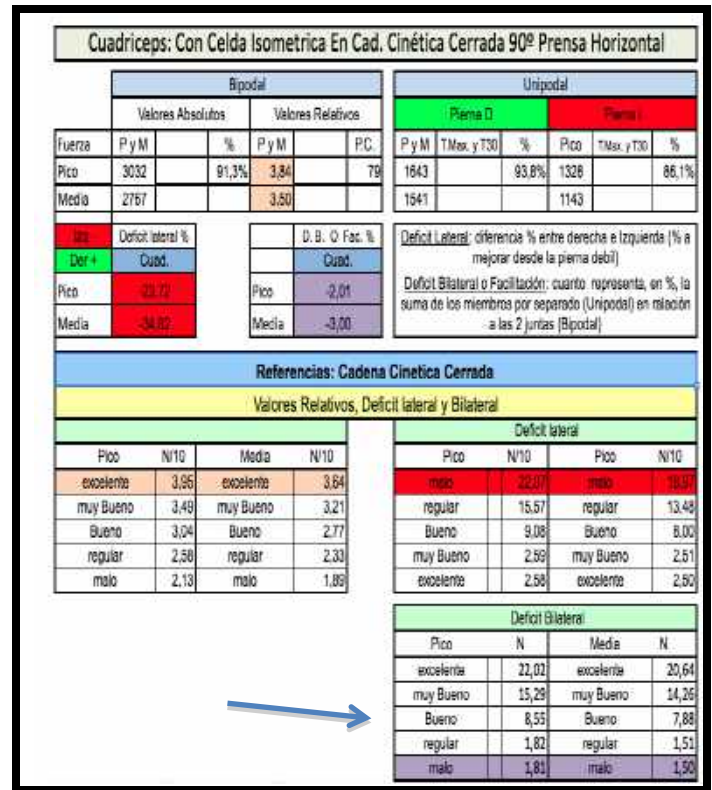


Fig. 7.2 Evaluación con Celda de Carga, Informe: Cuádriceps



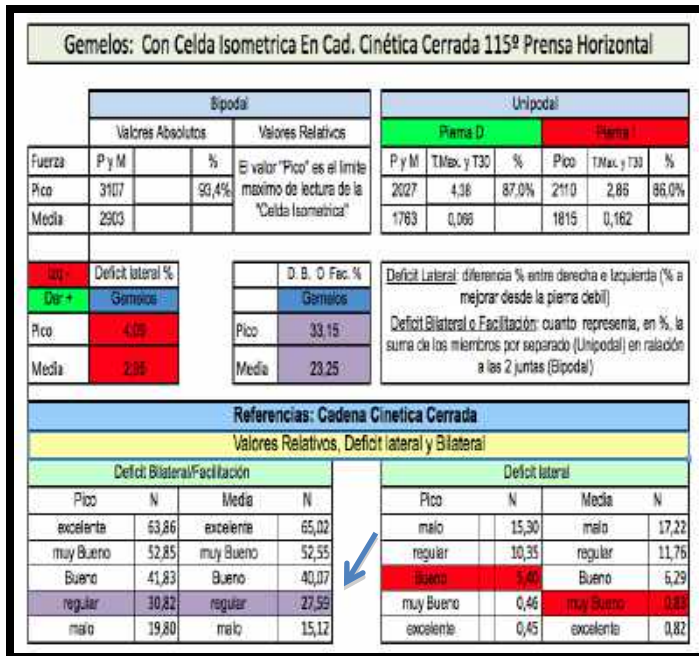


Fig. 7.3 Evaluación con Celda de Carga, Informe: Gemelos

Acero & Ibarguen, 2002: proponen el cálculo del % del déficit bilateral (%DBL) o del % de facilitación Bilateral (% FBL) (Método de  $\%DBL = [(BL - (ULDer + ULIzq)) / BL * 100]$ ). El objetivo es buscar porcentualmente que relación existe entre la suma de los 2 segmentos en relación con los 2 la vez (Bilateral). En las figuras 7.2 y 7.3, se observan 2 evaluaciones realizadas con Celda de carga, tanto para cuádriceps como para gemelos. La media (marcado con una flecha) que el valor para el cuádriceps es mucho menor que para el gemelo, mostrando un comportamiento diferente según el grupo muscular, entendemos que la ventaja mecánica del gemelo es la posible causa de esta diferencia.

## UNIDAD 1 – ENCODER ROTATORIO.

Para dar comienzo a la unidad número 1 donde entraremos en el abordaje detallado del encoder rotatorio sobre como se obtienen sus datos, como se interpretan las manifestaciones obtenidas (Fuerza, Potencia, Velocidad y Aceleración en sus distintas variables: Pico, media total, Impulsiva, tiempo pico, distancia pico, etc.), que se puede evaluar, como son los protocolos de evaluación y como puedo transferir y aplicar los datos obtenidos al campo, es necesario definir primero que es un encoder rotatorio.

Los Encoders rotatorios son dispositivos compuestos por un cable que se desenrolla y enrolla alrededor de un eje al que hace girar. Este envía una cantidad de impulsos para cada vuelta que realiza el eje, de modo que al conocer el tamaño del mismo y el espacio recorrido por cada giro, es posible calcular el desplazamiento realizado por cada vuelta que efectúa el eje del encoder. Los impulsos son transmitidos hacia una interface conectada a un ordenador, en donde por medio de un software específico que determina la posición y el tiempo en que se produce, se estima el desplazamiento realizado con una altísima resolución.

Los datos de posición, tiempo y desplazamiento permiten al software calcular los valores medios y picos de fuerza, potencia y velocidad (Baker 2001d; Bosco, 2000; Naclerio y col. 2005b); Entregando una tabla de datos por cada fase de movimientos (Excéntrico-Concéntrico),

- Detecta la posición, y desplazamiento del cable en función del tiempo cada 1 milisegundo (ms.) 1000Hz. (hay Encoders de menor cantidad de impulsos)
- Controla la amplitud del movimiento (ROM)
- Permite un máximo control del Rendimiento y el Entrenamiento en todas las direcciones de Fuerza. (Naclerio, 2004).



Fig. 8. Encoder rotatorio.

El encoder sirve para “Medir” la “Posición” en desplazamientos lineales (con un rango de tolerancias fiables y no necesariamente verticales). La necesidad de la verticalidad, tiene que ver con la posibilidad de valorar la potencia y fuerza mecánica, ya que estas se calculan con un constante gravitatoria ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ). Entendiendo que la fuerza que actúa sobre un sistema puede calcularse sumando la aceleración de la gravedad ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ) a la determinada instantáneamente por el sistema formado por la resistencia y el cuerpo del sujeto, para luego multiplicar este valor por la masa total del sistema (Enoka,2002).

En cualquier otro movimiento el valor es referencial, no pudiéndose extrapolar, pero si utilizarse de forma altamente confiable en dicho gesto. (Asesoría científica Winlaborat 2013).

Con respecto a la estructura y funcionamiento del dispositivo, cabe aclarar que el mismo cuenta con un cable de acero, el cual tiene una longitud aproximada de entre 3.30 y 3.60 mts., (pudiendo variar según la marca el fabricante) el cual por medio de un gancho se puede fijar a un cinturón para la evaluación por ejemplo de un salto, a una barra, a discos en alguna maquina isoinercial, a un segmento corporal, entre otras opciones.

Como bien dijimos anteriormente, el encoder se encarga de medir con precisión la **velocidad** del desplazamiento y la **aceleración** de este se calcula la **fuerza y la potencia** producida en cada una de las repeticiones del gesto evaluado con una altísima precisión. Estos dispositivos cuentan con un software, en el cual se debe ingresar manualmente la masa a movilizar para que luego pueda calcular los valores de fuerza y de esta la de potencia, con cada una de sus variables (Valor pico, media total, media impulsiva, etc.).

Es muy importante tener en cuenta que al momento que el operador accione el sistema, dándole inicio a la evaluación, el software toma como cero (momento de inicio de fase) la posición actual del cable, que en la figura 9 se lo ve enganchado en una barra, es decir, no importa que tan desenrollado o no este el cable del encoder, cuando se inicia la prueba esa posición en la que este es 0 de desplazamiento para el equipo y a partir de esta comienza a medir y estimar los datos.



Fig. 9 Encoder colocado en un press de banca mediante un velcro a la barra.



Fig. 10 Encoder colocado en una barra en su parte medial para la evaluación de un curl bíceps con barra.



Fig. 11 Encoder colocado en extremo distal de la barra para la evaluación de sentadilla media.

## INTERPRETACION DE LAS VARIABLES OBTENIDAS

Para comenzar a describir cada una de las variables que nos arroja esta herramienta para la evaluación o control del entrenamiento, antes que nada, debemos interpretar como se determina cada fase y que representa cada una de las variables en las graficas en relación al gesto medido.

Cada fase tiene un comienzo y un final, cuando se invierte el movimiento, es decir, se deja de bajar para empezar a subir (Fase concéntrica o Positiva), o cuando se deja de subir para empezar a bajar (Fase Excéntrica o negativa), se detecta el valor medio de velocidad 0, siendo este punto el indicador para demarcar el **Inicio de Fase o el final de Fase**.

**Tiempo de Fase:** Es el valor de la duración de la fase expresado en ms (milisegundos).

**Distancia de Fase:** Es el valor de la duración de la fase expresado en mts (metros).

**Pico:** El pico se considera el valor más alto encontrado dentro de la fase, es decir, en el caso de un encoder de 1000Hz, el dato más alto en 1 ms. Gráficamente se observa como el punto más alto de la curva, dentro de cada concéntrica.

**Media Total:** Es el valor promedio de todos los valores registrados, desde el inicio de la fase hasta el final de la fase.

**Media Impulsiva ( $0m/s^2$ ):** Es el valor promedio de todos los valores registrados desde el inicio de la fase hasta que se alcanza el ultimo valor  $0m/s^2$  de aceleración, dentro de la fase.

**Media Propulsiva ( $-9,81m/s^2$ ):** Es el valor promedio de todos los valores registrados desde el inicio de la fase hasta que se alcanza el último valor  $-9,81m/s^2$  de aceleración, dentro de la fase.

**Pico/Tiempo:** Momento en el cual se encuentra el valor Pico dentro de la fase, expresado en ms y tomando como 0 inicio de la fase.

**Pico/Distancia:** Momento en el cual se encuentra el valor Pico dentro de la fase, expresado en metros y tomando como 0 inicio de la fase de cada repetición

**Fase Impulsiva (%):** Porcentaje del tiempo de la fase en el cual se alcanzó el último valor  $0\text{m/s}^2$  de aceleración, dentro de la fase.

En la actualidad las variables más utilizadas son las impulsivas, o también las definidas como propulsivas (L. Sanchez-Medina, C. E. Pérez, J. J. González-Badillo, 2010).

Para poder realizar una compresión mayor de esta variable repasemos rápidamente algunos conceptos de base para después aplicarlos.

## ACELERACION

Para comenzar a hablar de aceleración, primero debemos definir la velocidad como una magnitud física de carácter vectorial que expresa el desplazamiento de un objeto por unidad de tiempo. La unidad de medida es el metro por segundo. En cambio, la aceleración se define como una magnitud vectorial que expresa el ritmo o nada de cambio de la velocidad de un móvil por unidad de tiempo. Su Unidad de medida es el metro por segundo cuadrado ( $\text{m/s}^2$ ).

Para la biomecánica la aceleración es la variación de la velocidad en el tiempo (Muñoz, C; Andisco, D. 2007).

El concepto de aceleración incluye tanto el aumento como la disminución de la rapidez, aunque en el último caso también se suele hablar de desaceleración (Muñoz, C; Andisco, D. 2007).

Un valor de aceleración equivalente a cero, puede implicar 2 estados: bien que estamos en reposo o bien que el móvil se está desplazando a una velocidad constante, pudiendo ser esta igual o distinta a cero. (Gutiérrez Dávila, M. 1999).

Analizándolo desde el entrenamiento, todo movimiento rápido se pone en marcha mediante la aceleración. Dos circunstancias determinan la dinámica y la longitud de la fase de aceleración:

- Magnitud de la resistencia externa: Cuanto mayor es ésta, mayor será la fuerza de aceleración que actúa sobre ella (a lo largo del recorrido)
- En el trayecto de aceleración la velocidad máxima posible se alcanza tan pronto como se pueda. (Adaptado: Martin D. 2001).

## ANALISIS E INTERPRETACION DE LA ACELERACION

Para un mejor entendimiento de cómo se comporta la aceleración analicemos, por un momento, en un gesto vertical, cómo se modifican las curvas de aceleración con diferentes resistencias (pesos) y a diferentes velocidades.

Dentro de este análisis, vemos como se comporta la fase impulsiva y que no puede explicar esto.

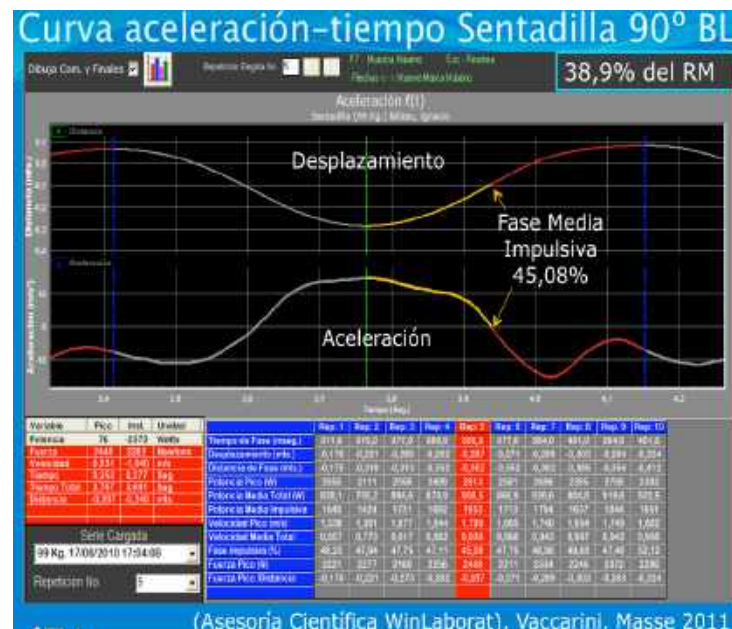


Figura 12. Comportamiento de una curva de aceleración al 38,9% de 1 RM a la máxima intención. La línea Verde (vertical) marca el inicio de la acción concéntrica y la Azul (Vertical) el final. La Fase Media Impulsiva explica durante cuanto % (45,08%) de Tiempo, del total de la fase, se realiza trabajo mecánico.



**Figura 13.** Comportamiento de una curva de aceleración al 50,8% de 1RM a la máxima intención. La línea (Vertical) marca el inicio de la acción concéntrica y la Azul (Vertical) el final. La Fase Media Impulsiva explica durante cuanto % (56,36%) de Tiempo, del total de la fase, se realiza trabajo mecánico.



**Figura 14.** Comportamiento de una curva de aceleración al 76,4% de 1 RM a la máxima intención. La línea Verde (Vertical) marca el inicio de la acción concéntrica y la Azul (Vertical) el final. La Fase Media Impulsiva explica durante cuanto % (69,25%) de Tiempo, del total de la fase, se realiza trabajo mecánico.

La secuencia de figuras 12, 13 y 14 muestran simplemente como en función del incremento de la resistencia a vencer el pico de aceleración va disminuyendo (punto más alto de la curva) cuando la intención es máxima. La primera figura muestra un pico más elevado que la última, en cambio la última figura al 76,4% de 1 RM muestra una menor disminución, es decir la aceleración es más constante a lo largo del recorrido, pero lógicamente con una

velocidad máxima alcanzada menor. Entonces cuanto más resistencia a vencer moviéndose, menor será el pico de aceleración, pero durante más tiempo estaré acelerando (curva más constante). Esto se demuestra observando el incremento porcentual de la fase media impulsiva, es decir, a medida que aumenta la carga el trabajo mecánico es durante más porcentaje del tiempo de la fase concéntrica.

Tengamos en cuenta que la aceleración es determinante para la producción de fuerza en este tipo de acciones. Si la masa es constante, a mayor fuerza neta ejercida mayor será la aceleración 2º Ley de Newton, ley de Fuerza (Muñoz, C; Andisco, D. 2007).



**Figura 15** Modificación de las curvas de fuerza en función de la aplicación de diferentes aceleraciones en una misma serie (de menos a más ejecutadas en forma voluntaria).

En las figuras anteriores siempre se trabajó con la máxima intención de vencer la carga, en la figura 15 lo que se observa es como al pasar las repeticiones se modifica la curva, es decir, cuando no se movió con el máximo de sus posibilidades (De la 6ª repetición para atrás) la curva se mostraba más plana (sin un pico marcado) mientras que cuando la intención de vencer el peso fue máxima la curva se modifica y aparece el pico de aceleración para cada repetición.

El objetivo de mostrar estos datos, no se limita a una simple gráfica, sino todo lo contrario, la idea es que lo expuesto hasta aquí, permita analizar de mejor manera los medios y ejercicios con los cuales decidiremos entrenar.

Después de lo desarrollado, estamos en condiciones de poder concluir que las próximas 2 afirmaciones pueden ser correctas o no según se den ciertas condiciones.

- En cada contracción concéntrica (superar o levantar una carga), el levantamiento de cierto peso con más aceleración siempre producirá un grado mayor de tensión intramuscular. (Christian Thibaudeau, 2007)
- Repeticiones más veloces involucrarán menor tensión muscular (Bruce-Low Smith 2007)

La primera afirmación estaría bien si se aclara que solo pasará en los primeros grados del recorrido con cargas bajas y que a medida que aumente la resistencia a vencer el grado de tensión se mantendrá durante más tiempo.

En Ejercicios de acción de empuje con pesos libres, en trabajos de F-V (máxima intención), existe una gran desaceleración al final del recorrido articular que tiende a ser mayor con pesos menores al 55% del 1 RM. (Naclerio por Jiménez Gutiérrez, 2008).

La segunda afirmación estaría en lo correcto cuando hablamos (párrafo anterior) de la ultima parte del recorrido donde ya no estoy acelerando con lo cual la producción de fuerza cae.

Esta fase del recorrido de desaceleración (o freno) puede abarcar entre el 24% y el 52% de la acción concéntrica. Este porcentaje aumenta cuanto más ligera es la resistencia. (Adaptado de Newton y Kraemer, 1994 en Naclerio por Jiménez Gutiérrez 2008).

En definitiva, los valores impulsivos explican el trabajo mecánico real y descartan la inercia generada por el impulso previo. A modo de ejemplo analicemos un salto, si tenemos 2 jugadores de Vóley que tienen la misma altura de salto, con estaturas muy similares, el más efectivo será el que alcance primero su altura máxima, por supuesto descartando la correcta lectura témporo espacial. La potencia impulsiva explica la relación entre el Pico de velocidad y el tiempo en alcanzar dicho pico (asesoría científica winlaborat 2013), entonces el que sea más potente en este caso alcanzará primero su altura máxima.

## **TEST INCREMENTAL PROGRESIVO Y DETERMINACION DE ZONA MEM (Máxima eficiencia mecánica)**

A continuación, detallaremos los pasos a seguir para la evaluación de un test incremental mediante el empleo de la formula de KIES propuesto por Santos Leyva, Naclerio y Pantoja (Kg a incrementar en series).

Para dar comienzo a la evaluación se debe determinar el peso inicial, siendo el objetivo del test evaluar la máxima producción de fuerza en el mayor espectro de resistencias posibles, la primera serie debía ser de una magnitud relativamente baja, para lo cual se comienza con un peso equivalente al 30% del Rm. (Verkhoshansky 2002). De no tener un valor previo sugerimos que el valor de inicio no supere el valor 2 (Leve) en la escala de percepción subjetiva del esfuerzo de Borg (Vaccarini 2009).

Como siguiente paso se debe estimar el numero de series totales a realizar por lo que una vez determinado el peso inicial no hay que pasar por alto que si bien hay que obtener datos con la mayor cantidad de resistencias posibles que representen porcentajes de peso relacionados a las diferentes direcciones de fuerza, también hay que evitar realizar un gran volumen de series que induzcan a una fatiga neuromuscular que perjudique el rendimiento en las ultimas fase de la evaluación, (Kraemer Et al 1996). Por consiguiente, se determina la realización de 8+2 intentos, de los cuales: La 1º y 2º serie deberían realizarse con pesos ligeros 30 al 45%, La 3º y 4º serie con pesos medios entre el 50 al 65%, La 5º y 6º serie con pesos medios-altos entre 70 y el 80%; La 7º y 8º Serie con casi máximos y máximos, entre el 85 al 95 o 100%.

Al no tener RM anterior, la propuesta seguir apoyándose en la escala de Borg, realizando 2 cargas entre los valores 3 y 5, más 2 cargas entre 5 y 8, para luego buscar el RM en no más de 4 o 6 RM. (asesoría científica winlaborat 2012). Se puede realizar con menos series totales.

Teniendo en cuenta lo anteriormente citado se debe calcular el incremento secuencial a través de las series, por lo que una vez determinado el valor de la resistencia inicial y final y considerando el número máximo de series a efectuar, debe considerarse el incremento de los pesos, para que se puedan valorar los porcentajes cercanos a los enunciados anteriormente, por lo cual se aplicó la siguiente fórmula para

determinar la cantidad de peso a incrementar entre series:

$$(\text{Peso de 1MR directo} - \text{Peso inicial}) / (\text{Series totales} - 1), = \text{KIES (Kilos a Incrementar Entre Series)}.$$

Por ejemplo, si un sujeto tiene un RM de 40Kg, la determinación del peso inicial será:  
 $40 \text{ Kg} * 30\% = 12 \text{ Kg}.$

Los kilos a incrementar de serie a serie serán:  
 $\text{KIES} = (12 \text{ Kg} - 40 \text{ kg}) / (8-1) = 4 \text{ Kg}.$

Por lo cual el test iniciaría con un peso de 12 Kg, y se incrementaría de a 4 Kg por serie.

### Finalización del test y estimación del peso máximo 1MR

De acuerdo al nivel de Rm determinado en el test inicial, así como la percepción subjetiva que expresaba el sujeto al final de cada serie, se estimó la evolución de los pesos a lo largo del test progresivo (Randall et al 2002). De esta manera, cuando el sujeto se aproximaba al valor de Rm, las pausas se alargaban llegando a ser de 5 minutos antes de realizar la última serie, en la cual se debía movilizar un peso muy próximo al alcanzado en el test de Rm directo (Lesuer et al 1997; Kemmler, et al 2000) por José S Leyva Rodríguez, Dunia P García y Fernando Naclerio 2004.

### DETERMINACION ZONA MEM.

Esta se define como el rango de resistencias que configuran una “ventana” para el óptimo entrenamiento de la Potencia Máxima de movimiento, la cual puede localizarse a diferentes niveles de fuerza y valores porcentuales de la RM (Baker 1999; 2001 por Naclerio), dependiendo del tipo de ejercicio, el nivel de fuerza y experiencia de la persona evaluada.

Luego de la evaluación del test progresivo, pasamos al análisis de los datos, en donde por cada una de las series vamos a encontrar diversos valores de fuerza, potencia, velocidad y aceleración con sus antes mencionadas variables.

La zona de máxima eficiencia mecánica (Zona MEM) no es más que el rango entre el 93 y el 100 % de la potencia máxima producida cuando se incrementa la resistencia externa, o sea, la diferencia del 7% de la potencia máxima. No obstante, es válido usar rango desde el 90% del valor más alto de potencia encontrado, dependiendo del tipo de curva y ejercicio.

"Esta zona, aunque está influenciada por muchos factores de diversos órdenes (Genéticos, antropométricos, mecánicos, tipo de ejercicio, entre otros) también, marcaría la tendencia funcional del deportista a adaptarse a un tipo de entrenamiento específico, es decir, que es altamente influenciado por el tipo de entrenamiento desarrollado en un período de tiempo" (Astrand, Badillo, Baker, Naclerio).

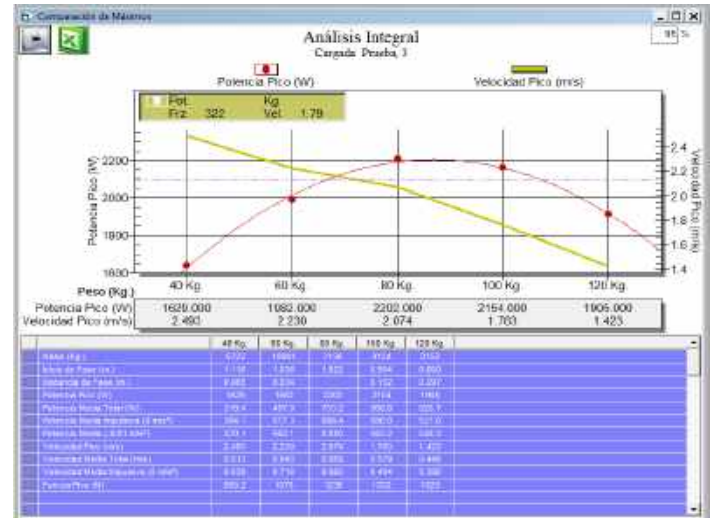


Fig 16: Determinación de zona MEM luego de un test incremental progresivo con 5 series.

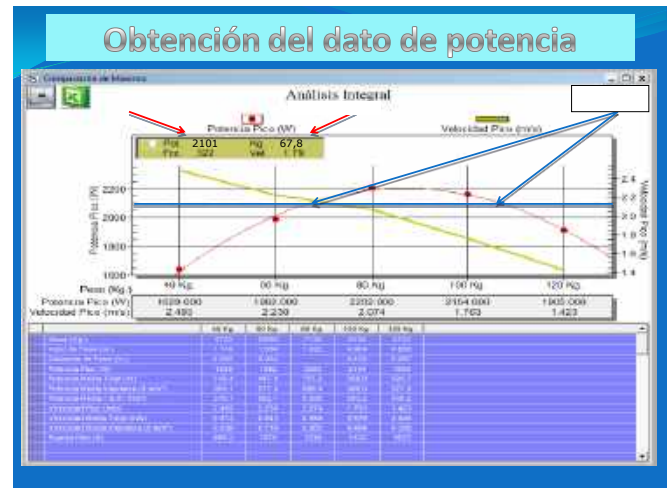


Fig 17: De terminación de zona MEM ajuste polinómico 2º grado, corte al 95% potencia máxima alcanzada.

En ambas figuras se observa una curva en rojo, siendo esta la de potencia impulsiva. En la figura 17 se ven 2 flechas y una línea que corta la curva de potencia. Estos puntos marcan el 95% del valor más alto de la curva, entonces tenemos al rango de carga en el cual se puede trabajar que este caso sería con cargas entre

68kg a 107kg que representa entre 50,3% a 79,2% del RM. Dentro de este rango la decisión de la carga, depende tanto del nivel de fuerza y potencia relativa, como de la necesidad del sujeto.

## EVALUACION DE SALTOS.

Mediante el uso del encoder, podemos evaluar amplia variedad de saltos como ser salto con contra movimiento, salto desde posición Squat, salto en profundidad, saltos continuos, entre otros, pudiendo a cada uno de estos agregarle el impulso o no de brazos, ser a una o ambas piernas, dependiendo del objetivo de la evaluación.

Se debe tener en cuenta al momento de la evaluación con esta herramienta, que para ser posible la misma, el ejecutante debe colocarse un cinturón a la altura de la cadera, de forma firme, de manera tal que el cinturón no se mueva al momento de la ejecución del salto. Unido a este cinturón, ira el cable de acero del encoder, ubicado al mismo al costado de la cadera.

Una consideración general es que el cinturón este por debajo de la ropa para evitar todo tipo de movimiento en la indumentaria que pueda mover de lugar el cinturón al momento del salto. Es importante aclarar esto, ya que como mencionamos al comienzo de la unidad, el cero para el encoder va a ser la altura a la que se encuentre el cinturón al momento de dar inicio al software.

Como regla general, a modo de protocolo, se debe situar al saltador dentro de un cuadrado de 60 cm x 60 cm, con el encoder sobre el suelo de lado al cuadrado.

Esto es importante ya que si el saltador pisa alguna de las líneas de demarcación o sale fuera de estas el error en la altura medida de salto alcanzado es mayor o igual a 1cm, por lo que debería descartar el dato y evaluar nuevamente.

Un punto importante a tener en cuenta en este tipo de evaluaciones, y una ventaja de este dispositivo en comparación a la alfombra de contactos o plataforma de fuerzas, es que el encoder mide la altura que se eleva el centro de gravedad, no importando lo que haga despues de conseguir su maxima altura, en cambio la alfombra de contactos o plataforma de fuerza, estiman la altura alcanzada en función al tiempo de vuelo por medio de formulas gravitacioneles, pudiendo esta evaluación verse influenciada por las acciones que realice el ejecutante luego del salto (ej. Flexionar caderas en el aire o agruparse en el momento de caída, caer con los talones, lo que llevaría a mayor cantidad de tiempo de vuelo y por lo tanto a una mayor altura de

salto alcanzada) por lo que el margen de error es grande sumando a esto que no se toma como ascenso el momento de extensión del tobillo ya que en estos dispositivos (alfombra contacto, plataformas de fuerzas) permanecen en contacto a las superficies.

Uno de los objetivos de la evaluación del salto puede ser medir la altura alcanzada, pero también podemos obtener diversas variables de las antes mencionadas y que serán de suma importancia a la hora del armado de un plan de entrenamiento como ser (potencia producida, tiempo en alcanzar la máxima altura, tiempo en alcanzar el pico de velocidad, etc.), además de las ya conocidas.

A continuación, en la figura 18 se puede observar la evaluación de un CMJ con impulso de brazos en donde la altura alcanzada fue de 55cm. Como se puede observar en la imagen al lado izquierdo de la pantalla del software se agrega la masa (en el caso de un salto el peso corporal) para que luego se estimen los datos de fuerza y potencia y todos los valores relativos (Tabla 1).

Masa (Kg.)	86,5
Tiempo de Fase (ms.)	310
Inicio de Fase (m.)	0,56
Q	0,726
Potencia Pico (W)	5023
Potencia Media Total (W)	2151
Potencia Media Impulsiva (0 m/s <sup>2</sup> )	2396
Potencia Media (-9.81 m/s <sup>2</sup> )	2151
Potencia Pico /Tiempo (Seg.)	0,204
Potencia Pico /Distancia (m.)	-0,067
Velocidad Pico (m/s)	2,757
Velocidad Media Total (m/s)	1,543
Velocidad Media Impulsiva (0 m/s <sup>2</sup> )	1,342
Velocidad Media (-9.81 m/s <sup>2</sup> )	1,543
Velocidad Pico /Tiempo (Seg.)	0,261
Velocidad Pico /Distancia (m.)	0,091
Aceleración Pico (m/s <sup>2</sup> )	17,35
Aceleración Media Total (m/s <sup>2</sup> )	7,948
Aceleración Media Impulsiva (0 m/s <sup>2</sup> )	10,57
Aceleración Media (-9.81 m/s <sup>2</sup> )	7,948
Aceleración Pico /Tiempo (Seg.)	0,18
Aceleración Pico /Distancia (m.)	-0,121



Fase Impulsiva (%)	83,87
Fuerza Pico (N)	2347
Fuerza Media Total (N)	1534
Fuerza Media Impulsiva (0 m/s <sup>2</sup> )	1761
Fuerza Media (-9.81 m/s <sup>2</sup> )	1534
Fuerza Pico /Tiempo (Seg.)	0,18
Fuerza Pico /Distancia (m.)	-0,121
Impulso (N/Seg.)	1761

Tabla 1. Datos evaluación salto CmJ + Impulso de brazo.



Fig. 18 A. Grafica de salto CmJ / B. Grafica de salto SJ.

## PROTOCOLO DE EVALUACION PARA DIVERSOS SALTOS

Antes de dar detalle da como se evalúa cada uno de

estos saltos mediante el empleo del encoder, detallaremos cuales son las pautas para la correcta ejecución.

**Squat Jump (SJ)**, se realiza partiendo desde una posición de semiflexión, con un ángulo de 90° en la articulación de las rodillas y cadera, con el objetivo de reducir la influencia del componente elástico muscular, es necesario el ejecutante mantenga esta posición entre uno y cuatro segundos, para luego saltar verticalmente intentando alcanzar la mayor altura posible. En este ejercicio se considera adecuada una variación angular de  $\pm 2^\circ$  sobre los 90° sugeridos en la articulación de rodillas.

Para establecer el ángulo de partida se puede recurrir a la utilización de un goniómetro externo que le permitirá conocer el ángulo en que se inicia el movimiento ascendente.



Fig. 18.1 Salto SJ.

**El drop jump o salto con caída previa**, consiste en realizar un salto inmediatamente luego de caer desde una altura determinada. La altura de caída varía según las características y la capacidad de cada deportista para tolerar las cargas aplicadas durante la fase de amortiguación y poder invertir velozmente el sentido del movimiento para realizar un salto vertical en contra de la gravedad por medio de una acción de estiramiento acortamiento muscular (CEA).

La caída se realiza, sin ningún tipo de impulso previo, sino adelantando una pierna y a continuación la otra para dejarse caer. El objetivo de este test es determinar la altura de caída con la cual se alcanza el mejor rendimiento o se logra más altura en el salto posterior. Luego esta altura de caída que resulto más efectiva

puede ser utilizada para el entrenamiento o incluso alturas inferiores a esta.



Fig. 18.2 Salto DJ.

**Salto con contra movimiento o Counter movement Jump (CMJ).** Desde la posición inicial de pie, se inicia el gesto ejecutando un contra-movimiento preparatorio en donde la persona desciende hasta alcanzar misma posición inicial del SJ. Desde esta posición se invierte el sentido del movimiento para realizar un salto con la mayor fuerza posible aprovechando el efecto potenciador determinado por el



Fig. 18.3 Salto CMJ.

## REBOUND JUMP O SALTOS REACTIVOS

El individuo debe colocarse en posición erguida con las manos en la cintura, teniendo que efectuar repetidos SALTOS EN CONTRA MOVIMIENTO (por número de saltos asignados previamente o por tiempo límite para realizar los saltos que se pueda).

Durante la acción de flexión de rodillas, el tronco debe permanecer lo más erguido posible para evitar de esta manera cualquier posible influencia en el rendimiento de los miembros inferiores.

## RELACION ENTRE CMJ/SJ

### Estimación del Índice Elástico

La capacidad de salto efectuado en CMJ se pone de manifiesto por medio de complejos fenómenos que involucran tanto a los procesos neuromusculares como la propiedad viscoelástica muscular, en este caso siendo de principal importancia los músculos asociados a las articulaciones en la triple extensión; tobillo, rodilla y cadera. Para poner en evidencia las propiedades elásticas musculares se deben utilizar los valores del SJ con los de CMJ. La diferencia “comúnmente” a favor del CMJ atribuye al estiramiento previo a la fase de empuje. A esta diferencia se le denomina índice elástico y corresponde a la capacidad de sacar beneficio del pre estiramiento.

$$\text{La fórmula para el cálculo del Índice Elástico} = \frac{\text{CMJ}}{\text{SJ}} \times 100$$

### Tips a tener en cuenta cuando se evalúa con encoder.

- **Si se evalúa un CMJ**, se debe pedir al ejecutante que se coloque en el centro del cuadrado con rodillas completamente extendidas y con los pies completamente apoyados. Una vez la posición es la correcta, se debe dar inicio al sistema. • El CMJ permite valorar la fuerza explosiva con reutilización de energía elástica y aprovechamiento del reflejo miotático. (Elástico-explosiva).

- **Si se evalúa un SJ**, se debe pedir al ejecutante que se coloque en el centro del cuadrado, con rodillas completamente extendidas y con los pies completamente apoyados. Conseguida esta posición se da inicio al sistema pidiéndole luego que baje hasta formar 90 ° en articulaciones de rodilla y cadera, con ambos pies en completo contacto con el piso sosteniendo esta posición por 3 segundos y dar la orden del salto vertical. Con esto nos aseguramos que el sistema tome el cero cuando estaba de pie con rodillas extendidas, llevándolo luego a la posición de Squat para luego medir solo la fase concéntrica del salto. El SJ permite, mediante la altura alcanzada por el individuo en este test, valorar la fuerza explosiva de los miembros inferiores.

- **Si se evalúa un DJ**, al igual que las demás el inicio deber darse con el sujeto en el centro del cuadrado, con rodillas completamente extendidas y con los pies completamente apoyados. Luego ya con el sistema activado sube a la plataforma y se deja caer.

## Otras alternativas de uso



Fig. 18.4 Encoder en un Caudricera



Fig 18.5 Encoder gesto de Jab Boxeo



Fig. 18.6 Encoder en un Prensa horizontal.

**Nota: cuando se utilice un encoder para evaluar en máquinas, tener mucho cuidado a cargas bajas y altas ya que, en el momento de invertir el movimiento, pasando de la fase excéntrica a concéntrica (negativa a positiva) si los discos se golpean pueden hacer vibrar el cable del encoder, ya que está enganchado en los kilos de la maquina “ladrillos”, pudiendo ver un pico de fuerza muy elevado, que solo obedece al golpe producido por la caída del peso.**

## APLICACIÓN COMO CONTROL DEL ENTRENAMIENTO

A continuación, daremos paso a propuestas de control del entrenamiento mediante el uso del encoder en el día a día haciendo una bajada a la realidad de campo, mostrando que no hace falta la necesidad de gran cantidad de herramientas para poder llevar a cabo los mismos.

Los pautas iniciales que se tienen que tener en cuenta a la hora de monitorear un entrenamiento para que estos puedan ser viable son; donde se va a colocar el control, que la pausas de rotación permitan la llegada de un deportista por vez, contar con una planilla ordenada según orden de llegada con registros anteriores para una fácil visualización, dejar en claro que es un punto de control dentro del entrenamiento por lo que se deben brindar al máximo al momento de la medición (máximo empeño y voluntad).

Planilla de control de potencia (Muestra de un grupo, dividiendo la planilla)

Fecha	Carga	P.C	ToTal	Pot. X Eval.	16-Jul	18-Jul	20-Jul	21-Jul	21-Jul
1	80	89.3	169	2141	2556	2548	2505		2416
2	70	74.3	144	2256	2227	2259	2373		2368
3	60	90	150		2136	2198	2281		2358
4	60	73.4	133	1976	2168	2232	2196		2005
5	55	77	132	2029					1982
6	55	65.7	121	2002	1977	1971	1983		2080
7	55	61.2	116	1970	1931	2009	1506		

Pot.	Pot.	Limite	S1	S2	S3	S4	S5	NPC
		2338						26.09
		2156						32.23
		2122						26.2
		2009						30.41
		1826						26.35
		1872						31.66
		1807						32.61

Fig. 19. Planilla de control de potencia.

Al momento de organizar el entrenamiento para poder monitorear de forma ágil y práctica, sin entorpecer la sesión, la selección correcta de los ejercicios o la organización de estos va a ser determinante para el éxito de la misma.

Desde nuestro Criterio, después de usar tecnología para entrenar y habiendo analizado diversos trabajos de investigación, en los cuales las conclusiones indicaban que la falta de resultado es por la mala selección de ejercicios o su deficiente realización por falta de especificidad (adaptado Carlok, Stone 1998; Hawley 2003), entendemos que el ejercicio elegido es muy importante. Ahora bien, lo que sí es determinante es su organización, si esta no respeta un orden lógico (potenciamiento pos activación, P.A.P) la obtención de resultados no será de la misma magnitud. No tener en cuenta estos criterios conlleva a un mal control de la carga.

Para organizar las cargas dentro de la sesión de entrenamiento y apoyándonos en los beneficios de la PAP, nosotros proponemos dos métodos; el método contraste y el método complejo. Duthie, Grant M. y Cols (2002)

- Método Contraste: Alternar serie a serie las cargas.
- Método Complejo: Terminar las series planteadas (para una carga determinada) y pasar a las cargas más bajas.

El método de contrastes, también conocido como “método búlgaro” debido a su país de origen, es muy claro en su propuesta: alternar cargas que van desde el 40-50% al 90% con movimientos a máxima velocidad (Cometti, 1999). Y a diferencia de los métodos piramidales de entrenamiento de la fuerza, aquí las cargas pesadas se alternan (se “contrastan”) con las cargas livianas. Esto trae como resultado un aumento de la fuerza explosiva gracias a la activación de unidades motoras rápidas. (Ver fundamentos de P.A.P. Vaccarini, Romero 2009)

En su forma más básica puede llegar a emplear dos ejercicios, aunque en algunos casos pueden emplearse 3 sin ningún problema. Por otro lado, existe una variante interesante propuesta por Cometti (1999), donde las cargas pesadas se combinan con ejercicios sin carga. A este tipo de trabajo el autor se refiere

como “contrastos acentuados”, y si bien ha demostrado ser bastante efectivo, todavía requiere de mucha investigación antes de llegar a sólidas conclusiones. Es importante diferenciar al método de contrastes del método complejo, un poco más nuevo y también aplicable en los deportes de conjunto, donde las cargas

altas se contrastan con pliometría, carreras o incluso trabajos técnico tácticos.

No obstante, la diferencia central entre los métodos radica solamente en la organización y no en el uso de diferentes ejercicios.

Pasamos a ejemplificar el momento en el que aplicaríamos el control/medición dentro de la sesión.

Suponiendo que la sesión de entrenamiento sería la detallada en la Tabla 3.

Fuerza Velocidad Zona Max. según nivel de fuerza y Potencia relativa	
6 series x Sentadilla (6") + (Cargada Simplificada PSE 3-4) + (3 x Saltos Positivos) Contraste x 2 Relación 1 x 1 x 1 Rotación Auxiliares (3 x Tirante Ruso + 3 x Curl Nordico)	
Tiempo de trabajo 6-8"	Relación de Pausa 1:20-25 Aprox. 3'
Velocidad de ejecución máxima. Control con encoder en sentadilla.	

Tabla 3. Sesión de entrenamiento.

Siendo el objetivo de la sesión el trabajo de fuerza velocidad, utilizaríamos como ejercicio principal la sentadilla. Teniendo valores de referencia en cada uno de los deportistas evaluados elaboraríamos una planilla de control (tabla 2) en la cual detallaríamos la carga externa que debería movilizar cada uno de estos mas su peso corporal ya que este dato sería el que se ingresaría al software para la estimación de datos. Dicho dato surge de la evaluación incremental que se explica anteriormente. Adjuntaríamos también a la planilla los valores de referencia en cuanto a la potencia mecánica que deberían ser alcanzados cada uno de ellos, también obtenidos de la evaluación y de registros en los entrenamientos anteriores.

Control del entrenamiento.																					
Fecha					Pot. X Eval.	12-jul	18-jul	25-jul							Limite	Registro entrenamiento					
Apellido	Carga	P.C.	ToTal		Pot.	Pot.	Pot.	Pot.	Pot.	Pot.	Pot.	Pot.	Pot.	Serie1	Serie 2	Serie 3	Serie 4	Serie 5	Serie 6		
<b>Grupo 1</b>																					
1	A	80	89,3	169	2141	2588	2598	2506													
2	B	70	74,3	144	2256	2229	2259	2373													
3	C	70	86,6	157	2443	2488	2587	2526													
4	D	60	90	150	2047	2136	2198	2261													
5	E	60	72,2	132	2003	2224	2416	2079													
<b>Grupo 2</b>																					
1	F	75	78,9	154	2210	2293	2284	2398													
2	G	65	85,3	150	2360	2470	2372	2274													
3	H	65	76,7	142	2426	2304	2341	2389													
4	I	65	70,5	136	1725	1955	1970	1904													
5	J	65	67,2	132	1780	2020	1900	1810													

**En rojo mejores registros. En azul Límite de potencia. En negro Registros anteriores.**

Tabla 2. Planilla control.

Con estos nos estaríamos asegurando de que cada deportista de el máximo como también encontrar momentos puntuales del estado de forma (capacidad de rendimiento actual) de cada individuo, para en función de esto ir tomando decisiones dentro de la sesión.

Ejemplo de esto podría ser que alguno de los deportistas no alcance registros habituales dentro de las primeras 3 series planteadas, por lo que podríamos decidir cortar su entrenamiento y pensar que esta en un momento de merma a nivel físico, por lo que podríamos replantear un microciclo de descarga para posteriormente levantar y alcanzar los niveles óptimos dependiendo del momento de la temporada.

Basándonos en la tabla 2 y tabla 3, en la cual detallamos la sesión de entrenamiento y la planilla de registros para control deberíamos aclarar que para que esto pueda ser llevado a cabo con solo un encoder, nos encontramos en la necesidad de dividir los trabajos por estaciones en dos grupos, de manera tal que al armar grupos de 5 deportistas, cuando el deportista C (el 3° del grupo 1) está finalizando el control de potencia en sentadilla y comienza a rotar al siguiente ejercicio (cargada simplificada), estaría preparándose para comenzar la serie (deportista D del grupo 1 mientras el B estaba realizando cargada simplificada). De esta manera mientras el E del grupo 1 se encuentra en la ejecución de sentadilla el C esta realizando la cargada simplificada y el A esta haciendo los saltos positivos,

ya que siempre se deja la pausa de un compañero para pasar el próximo ejercicio.

Este es un ejemplo de tantos que pueden ser puestos en práctica durante un entrenamiento. Otro modo de control-medición dentro de un entrenamiento puede ser mediante el uso del encoder durante una entrada en calor, en donde los deportistas son sacados por el evaluador, y realizan entre dos y tres saltos por ejemplo un CMJ, una vez realizado siguen con la entrada en calor y midiéndose a otro deportista. Esto nos permitirá detectar estados actuales de rendimiento individual y tendencias grupales de adaptación, para luego tomar decisiones. Teniendo en cuenta la cantidad de datos que nos arroja esta herramienta, va a depender pura y exclusivamente del evaluador el dato que desee estudiar, ya que no solo debería poner foco a la altura del salto, sino también a la potencia generada, al tiempo en alcanzar la máxima altura, entre otros.

### Protocolos: -Déficit lateral

- Compara miembro fuerte y débil, podemos visualizar gráficamente el grado de desequilibrio.
- El valor de la Carga puede salir de un porcentaje del RM si lo tuviera, alrededor del 60% o si no buscar una carga valor 4 “algo pesado” en la escala de PSE Borg, para la pierna débil.

-Se comienza con el miembro lesionado o débil llevándolo a realizar el mayor número de repeticiones posibles (al menos 6). Sucesivamente, se realiza mismo número de repeticiones con el miembro sano o fuerte, para obtener la comparación entre los dos miembros.

-Se pueden observar todas las variables descriptas anteriormente.

### **-Test de tolerancia a la carga:**

Una vez realizado el test incremental o ya seleccionada la carga de trabajo, se realizan todas las series posibles permitiendo un descenso máximo del 10% del mejor valor (Potencia media impulsiva se recomienda). Las repeticiones se manejan con el mismo criterio.

El terminar podremos obtener la cantidad de series que puede realizar con una carga determinada y el rango de repeticiones óptimo.

La pausa oscila entre 2 a 3 min y las repeticiones 4 a 15 dependiendo del tipo de ejercicio y el porcentaje de trabajo.

### **TIPS A TENER EN CUENTA A LA HORA DE EVALUAR CON ENCODER.**

Dependiendo del ejercicio que se evalúa, se debe tener en cuenta diversos factores a la hora de utilizar esta herramienta.

- Si se desean obtener valores reales en cuanto a fuerza y potencia producida, los gestos evaluados deben ser eminentemente verticales (con una tolerancia de desplazamiento horizontal, movimiento natural del ejercicio arranque, por ejemplo) ya que los datos se estiman en función a una constante gravitatoria ( $-9.81 \text{ m/s}^2$ ).
- Se debe tener en cuenta que el cero para el encoder es la posición a la que se encuentre el extremo del cable de acero y el momento en el que el operador de inicio al sistema.
- Al momento de evaluar saltos, se tiene que marcar un cuadrado en el piso de 60cm x 60cm del cual el ejecutante no debe salirse ni pisar las líneas.
- Se debe cargar manualmente la masa movilizada. Tener en cuenta los ejercicios en los que se moviliza el peso corporal, para agregarlos a la masa movilizada, como por ejemplo un salto.
- Si se evalúa un salto, el ejecutante debe colocarse el cinturón por debajo de la remera

en forma ajustada para evitar que este se mueva y cambie el cero de inicio.

- En el caso que se desee evaluar algún gesto que no describa una trayectoria vertical, los datos que se arrojen de fuerza y potencia pueden ser tenidos en cuenta para comparaciones entre mismos gestos, siendo estos solo datos referenciales, ya que pierden la constante gravitacional. (ej. Golpe).
- Cuando se utilice un encoder para evaluar en maquinas, tener mucho cuidado a cargas bajas y altas ya que, en el momento de invertir el movimiento, pasando de la fase excéntrica a concéntrica (negativa a positiva) si los discos se golpean pueden hacer vibrar el cable del encoder, ya que esta enganchado en los kilos de la maquina “ladrillos”, pudiendo var un pico de fuerza muy elevado, que solo obedece al golpe producido por la caída del peso.

### **ENTRENAMIENTO POR CONTROL DE LA VELOCIDAD.**

Tradicionalmente se diseña y planifica ciclos o etapas del entrenamiento de la fuerza bajo los métodos tradicionales basados en porcentajes de una repetición en un test máximo o en un test sub máximo, la realización de determinado número de repeticiones al fallo que el entrenador crea más conveniente en el cual rango de repeticiones suele ser entre 5 y 10 repeticiones según las preferencias y orientaciones particulares del entrenador y posteriormente la elección de alguna fórmula que prediga el peso indirecto con el cual hubiese realizado una repetición (1RM). Es indispensable utilizar la fórmula que mejor correlacione con el tipo de ejercicio y la cantidad de repeticiones testeadas. No es menester de este apartado profundizar sobre dicho procedimiento, pero si establecerlo como un punto teórico inicial para el desarrollo de la materia.

La curva fuerza velocidad explica la relación existente entre la carga y la velocidad de desplazamiento de la masa externa, la figura 20, explica en forma rápida y concisa esta estrecha relación en función de los porcentajes previamente nombrados.

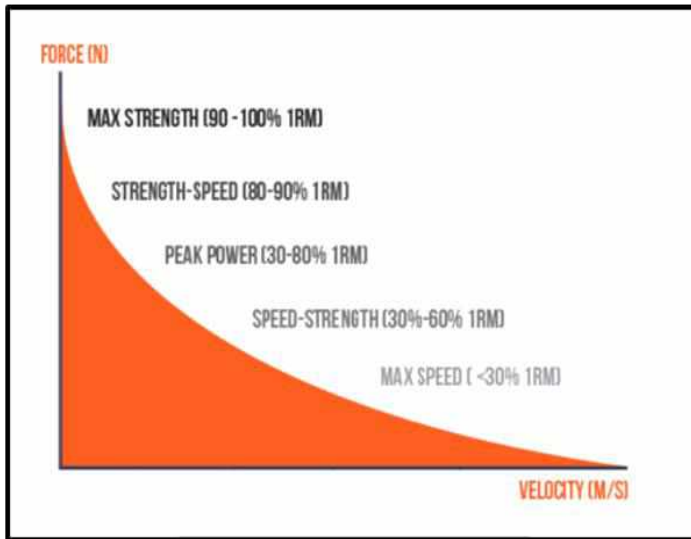


Fig. 20. Relación Fuerza Velocidad.

Podemos observar claramente la relación existente entre los diferentes porcentajes según la zona elegida a entrenar.

Profundizando sobre nuestra temática particular hay que centrarse en diferentes velocidades de entrenamiento, por lo que la propuesta tradicional para el entrenamiento de la fuerza pierde fortaleza y vigencia si contamos con dispositivos que nos permitan medir en tiempo real la velocidad a la que el atleta es capaz de movilizar la carga externa, hecho realmente importante para buscar adaptaciones fisiológicas superiores si solamente en la caja de herramientas contamos con porcentajes de una repetición máxima sin controlar como se desplaza en el rango de movimiento del ejercicio la masa elegida.

La figura 21, explica y establece diferentes zonas de entrenamiento de la fuerza según la velocidad de desplazamiento de la masa externa.

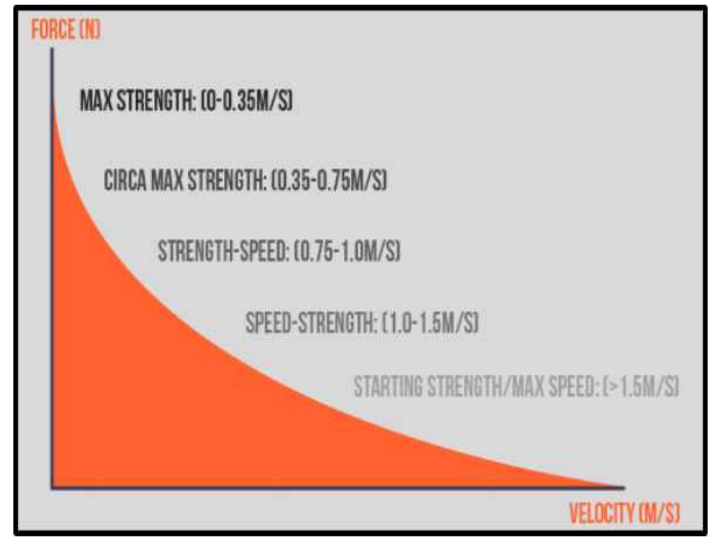


Fig. 21. Relación zona de fuerza y Velocidad asociada a dicha zona.

Aunque la formación basada en la velocidad ha sido una metodología prometedora para diseñar programas de entrenamiento de la fuerza sin los inconvenientes potenciales que presenta la medición de 1-RM. Por otro lado, el acceso a esta tecnología para la medición y control del entrenamiento tiene un inconveniente importante; tanto elementos para la medición de la velocidad de la barra, tales como transductores lineales (LT), acelerómetros profesionales o sistemas de video no son asequibles o prácticos para muchos entrenadores de la fuerza y acondicionamiento físico.

Como se mencionó anteriormente, los transductores lineales tienen una limitación importante; son caros (más de 1500 USD para los modelos más populares), lo que limita su uso fuera del laboratorio o en el ámbito cotidiano de los deportes profesionales y amateurs. Por esta razón es necesario encontrar alternativas precisas para realizar el seguimiento de la velocidad de la barra en el campo de las ciencias del deporte, tanto por la sencillez y la asequibilidad.

Existen dispositivos portátiles que permiten el seguimiento basado en la velocidad como el "Push Band" entre los más conocidos (PUSH Inc., Toronto, Canadá) el cual brinda fiabilidad y comodidad siendo operado el mismo desde la aplicación de un teléfono celular o iPad.

El Push Band se usa y coloca con el siguiente protocolo; en el antebrazo dominante, con la mano supina, en la parte superior del cúbito distal a 1-2 cm del codo, y con el botón principal situado proximalmente. En la figura 22, se observa la correcta colocación para su uso.



Fig.22. Posición del Push Band.

Consta de un acelerómetro de 3 ejes y un giroscopio que proporciona 6 grados de libertad en su sistema de coordenadas. Un filtro Butterworth que se utiliza para suavizar los datos de aceleración, y la velocidad vertical se calcula mediante la integración de la aceleración vertical con respecto a las ecuaciones de tiempo utilizando la siguiente formula:

$$v_i(t) = v_0 + \int_0^f a dt$$

Donde  $t$  es el tiempo,  $v(t)$  es la velocidad instantánea en función del tiempo  $i$ ,  $v_0$  es la velocidad a partir del inicio de la fase concéntrica en sentadillas por detrás,  $f$  determina la finalización de la fase concéntrica, y  $a$  es la aceleración instantánea.

A continuación, el “Push band” calcula la velocidad media del movimiento por un promedio de todas las velocidades instantáneas registradas durante la fase concéntrica:

$$v_m = \frac{\sum_i^n v_i}{n}$$

Donde  $v$  es la velocidad media de la fase concéntrica en el ejercicio de sentadilla,  $v_i$  es la velocidad instantánea medida y  $n$  es el número total de velocidades instantáneas registradas durante la fase concéntrica del movimiento.

Por último, la velocidad pico se calcula como la velocidad más alta registrada durante la fase concéntrica.

Una de las ventajas del sistema de medición con acelerometría “Push Band” es que no necesita ningún procedimiento de calibración del sistema para poder trabajar.

La frecuencia de muestreo es de 200 Hz. Para grabar los datos medidos con el Push Band, el sistema estaba vinculado a un v.1.10.4 aplicación para el iPhone usando un PUSH Bluetooth. En dicha aplicación antes de cada serie se debe cargar la masa utilizada.

En un estudio publicado en The Journal of Strength and Conditioning Research · November 2015 por Carlos Balsalobre Fernández y J. Del Campo Vecino, utilizando un transductor lineal y el sistema “Push band” en el ejercicio de sentadilla por detrás con 5 cargas progresivas demuestran que el sistema es válido y fiable para el control del entrenamiento de la fuerza en tiempo real. Por lo tanto, “Push Band” se puede utilizar para supervisar y controlar la velocidad de ejecución con precisión. Sin embargo, no debe ser utilizado de forma intercambiable con transductores lineales debido a la presencia de un sesgo sistemático entre estos dispositivos. Esto podría tener grandes aplicaciones prácticas para la fuerza y acondicionamiento de entrenadores, especialmente para aquellos que pretenden llevar adelante la implementación de programas de entrenamiento de la fuerza basada en la velocidad, ya que la velocidad de movimiento puede ser monitoreados con cualquier iOS o Android Smartphone portátil no siendo un dispositivo inaccesible económicamente.

Las siguientes imágenes muestran gráficamente la sencillez de la utilización evitando capacitaciones profesionales específicas.



Pantalla de selección de del ejercicio (Figura 23).



Fig. 23. Selección del ejercicio de tabla de posibles ejercicios a controlar disponible en dicha aplicación.

Grafica en tiempo real con devolución de datos de la serie (Figura 24).



Fig. 24. Grafica serie tras serie del detalle de las repeticiones.

Datos al instante de la velocidad media y potencia media registrada en la serie (Figura 25).



Fig. 25. Media de la serie.

En la figura 26, podemos ver el mejor registro de velocidad de la serie.



Fig. 26. Mejor registro de velocidad de la serie.

En la figura 27, podemos ver el gráfico de barras correspondiente a la potencia generada en cada una de las repeticiones dentro de una serie.



Fig. 27. Gráfico de Potencia de la serie.

## CONCLUSIONES FINALES

A la propuesta mencionada al inicio del apartado (APLICACIÓN COMO CONTROL DEL ENTRENAMIENTO) en donde utilizamos controles por potencia media impulsiva, podemos sumar la descripta anteriormente por medio del dispositivo “Push Band” utilizando como parámetro de control a la velocidad de ejecución.

Gonzales Badillo (1991) propone el entrenamiento controlado por medio del “carácter de esfuerzo” a través de la velocidad de desplazamiento de una carga. A medida que avancemos sobre el siguiente apartado, vale aclarar que siempre haremos mención a la velocidad media impulsiva. Gonzales Badillo afirma que, si pudiéramos medir la velocidad de desplazamiento en cada repetición en cada uno de nuestros ejercicios con información inmediata durante la sesión de entrenamiento, sabríamos si la carga que se desplaza es la adecuada o no, y un descenso determinado de velocidad sería válido para suspender el entrenamiento o bajar la carga.

Entendemos que la velocidad es una variable directamente relacionada a la fuerza, en donde a mayor fuerza aplicada a una resistencia a vencer, mayor será la velocidad que se le imprime a esta. Como mencionamos anteriormente, la velocidad está presente y es factor sumamente importante a la hora de hablar de potencia, ya que la misma surge de la relación entre la fuerza y la velocidad. Izquierdo y cols. (2006), analizaron la pérdida de velocidad en varios ejercicios a diferentes porcentajes de RM y encontraron que para cada individuo era la misma comparada con el mismo ejercicio. Sánchez Medina y Gonzales Badillo (2011) afirman que cada porcentaje de RM tiene su propia velocidad.

Gonzales Badillo y Ribas (2002), mencionan que cuando uno busca el rendimiento deportivo, las acciones musculares deben ser sometidas a entrenamientos en donde se solicite la máxima o casi máxima velocidad en cada ejecución ya que con el tiempo debemos lograr que la aplicación de fuerza de nuestro deportista ante una carga determinada sea menor (aplicar más fuerza en menos tiempo). Aquí volvemos a mencionar el “empeño” y la “voluntad” del deportista por dar en cada repetición el máximo de sus posibilidades.

Gonzales Badillo menciona que debemos regirnos por el “carácter del esfuerzo”, el cual nunca o casi nunca debería de ser máximo, entendiendo esto y asociándolo a la variable en cuestión (velocidad) y sabiendo que a medida que avanzan las repeticiones de una serie, la velocidad de desplazamiento comienza a disminuir, no deberíamos permitir que la velocidad de desplazamiento de nuestro deportista disminuya más de un 20% o 30% en relación a la velocidad de la primera repetición.

Desde nuestra mirada, podemos concluir que observar la velocidad de desplazamiento es una variable útil si contamos con un dispositivo o tecnología que nos brinde como dato de una serie o múltiples series en un entrenamiento y desde allí establecer zonas de entrenamiento de la fuerza considerando la variable velocidad.

Si contamos con dispositivos que aparte de brindarnos como dato la velocidad, nos pueda

informar de otros datos importante a la hora de diseñar o comparar series o repeticiones dentro la serie, como la aceleración y sus picos, potencia media total y potencia media impulsiva nos permitirá hacer un análisis más profundo por la riqueza misma de la información.

La aceleración es un dato considerablemente rico a la hora de analizar procesos y comparar test re test, y es por esta razón que nosotros optamos por mirar la potencia media impulsiva, la cual incluye a la velocidad y es un valor que explica un poco más los procesos de entrenamiento.

Sabemos que la capacidad de aplicar fuerza con la máxima velocidad posible determina los niveles de potencia muscular, la cual ha sido considerada como un indicador clave de la intensidad de esfuerzos físicos (Cronin y Sleivert, 2005, Graham, 2002). Este parámetro, junto con la relación determinada entre la fuerza y la velocidad en distintos ejercicios, han sido utilizados para describir las características funcionales, así como los efectos de los entrenamientos aplicados en diferentes actividades deportivas (Baker, 2001, Naclerio et al., 2007).

Es por eso que, con el objetivo de facilitar el control cotidiano de los entrenamientos de fuerza, algunos investigadores han intentado asociar la intensidad de los esfuerzos con la percepción subjetiva de esfuerzo (Robertson y col., 2003; Sumniski y col., 1997).

De acuerdo con Robertson y col (2003), la percepción del esfuerzo se define como la intensidad subjetiva del esfuerzo, estrés, disconformidad o grado de fatiga que se siente durante el ejercicio.

Los autores concluyeron en que la sensación de estrés creada por una carga de trabajo físico responde tanto al peso (porcentaje) que representa la sobrecarga utilizada, en comparación con la máxima posible de movilizar en una única repetición máxima, como al volumen de repeticiones o trabajo efectuado, respecto a la mayor cantidad que es posible realizar llegando al fallo muscular siendo estos múltiples factores asociados al individuo que tendrán que ver con su historia de entrenamiento y su condición genética.

Por lo tanto, en el caso de los ejercicios de fuerza, la utilización de la percepción para controlar a intensidad de los entrenamientos debería realizarse tanto al inicio, para reflejar la magnitud del peso, como al final, para indicar el volumen relativo del esfuerzo realizado.

En el estudio realizado por Naclerio Ayllón, F., Barriopedro Moro, M. I., & Rodríguez Romo, G. (2008) en el cual estudian el control de la intensidad de los entrenamientos de fuerza por medio de la percepción subjetiva de esfuerzo, demuestran que a escala RPE OMNI-RES 0-10 es una herramienta útil para controlar la intensidad de los entrenamientos de fuerza contra resistencias, especialmente cuando se realizan series continuas y se desean delimitar los momentos en donde se producen caídas del 10% o 20% de la potencia de movimiento.

Nuevas investigaciones en el ámbito y el desarrollo del entrenamiento de la fuerza actual promulgan nuevos parámetros que son tenidos en cuenta a la hora de programar y diseñar ciclos de entrenamiento para la mejora de una manifestación de fuerza.

Entre los más estudiados se encuentra, la velocidad, su zona de entrenamiento y la pérdida de la misma como parámetro de control que, si bien como medida cualitativa es viable y objetivable, incluir la potencia nos permitirá controlar factores individuales con un margen más amplio y más profundo de la problemática y del complejo análisis del proceso de entrenamiento de la fuerza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Kuznetsov, V.V. (1998) Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto nivel
2. Martin, Dietrich *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*, 2006
3. Naclerio Ayllón, Fernando. *Seminario de fuerza*, 2006
4. Naclerio, Fernando en Alfonso Jiménez Gutiérrez. *Entrenamiento personal, Bases fundamentos y aplicaciones*. IndeEspaña 2005
5. Naclerio, Fernando en Alfonso Jiménez Gutiérrez *Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza: aplicación de métodos, recursos y tecnologías*, IndeEspaña 2008
6. Siff, Mel y Verkhoshasky, Yuri *Super Entrenamiento*, 2000
7. Muñoz, Juan Carlos; Andisco, Daniel Enrique. *Concepto de Biomecánica (con aplicaciones para ciencias de la salud y el deporte)*. Buenos Aires, Argentina (2007)
8. Gutiérrez Davila, Marcos *Biomecánica Deportiva (bases para el análisis)* Sintesis, Madrid(1999)
9. **Bruce-Low; Stewart; Smith, David** *Ejercicios Explosivos en el Entrenamiento Deportivo: Una Revisión Crítica*, 2007
10. Thibaudeau, C. *El libro negro de los secretos de entrenamiento*, **F.Lepine**, 2007
11. Cometti, Gilles *La preparación física del fútbol* **Paidotribo** , Barcelona, 2002
12. Tous Fajardo, Julio *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*, **Ergo**, Barcelona, 1999
13. Gonzales Badillo y Rivas Serna. *Bases y programación del entrenamiento de la fuerza* , **Inde**, España 2002
14. Bisciotti, Gian Nicola; Sagno, Jean Marcel Traducción: Scarfó Ricardo Luis (PUEF-UNLP) *Aspettibioenergeticidella corsa frazionatanel calcio*”, SdS-Scuoladello Sport, **Rivista di Cultura Sportiva**, anno XIX N° 50, 21-27, ottobre-dicembre 2000
15. Bompa, O. Tudor. Periodización de la fuerza, la nueva onda en el entrenamiento de la fuerza / Tudor, O. Bompa. Ediciones Biosystem.
16. González Badillo, J. J. Fundamentos del Entrenamiento de la Fuerza. Z Aplicación en alto Rendimiento: Texto Básico del Master Universitario de alto rendimiento del Comité Olímpico Español y la universidad Autónoma de Madrid / J.J Badillo. Barcelona: Editorial Gorostiaga 1997.
17. Nacleiro Ayllón, Fernando. Fundamentos Científicos Aplicados a la valoración y entrenamiento de la fuerza muscular.
18. MIKEL IZQUIERDO REDÍN - JUAN JOSÉ GONZÁLEZ BADILLO. ENCUENTRO SOBRE ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO Departamento de Formación [formacion.iad.ctcd@juntadeandalucia.es](mailto:formacion.iad.ctcd@juntadeandalucia.es) Tecnologías y aplicaciones en la evaluación de la fuerza. Mayo 2006.
19. Bishop, David; Tillin Neale Anthony *Factores moduladores de la potenciación Post-Activación y su Efecto sobre el Rendimiento en Actividades Explosivas Subsiguientes*, 2009
20. Naclerio, Fernando VALORACIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR EN DEPORTISTAS. Panamericana 2010.
21. Henry A Becerra Riaño; José A Acero Jáuregui, 2005, El fenómeno del déficit bilateral (DBL) una aproximación a su recorrido histórico.
22. González-Badillo EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA PARA NIÑOS Y JÓVENES: PAUTAS PARA SU DESARROLLO 2007
23. L. Sanchez-Medina1, C. E. Perez, J. J. Gonzalez-Badillo Importance of the Propulsive Phase in Strength Assessment. Int J Sports Med 2010; 31: 123 129
24. Naclerio, Fernando Análisis De Las Expresiones De Fuerza Velocidad Y Potencia En Los Ejercicios Contra Resistencias 2005.
25. Vaccarini, Adrian. Simposio percepción subjetiva del esfuerzo G-SE 2009.
26. Santos Leyva José; Pantoja Garcia, Dunia; Naclerio ayllón Fernando. Relación entre los parámetros de fuerza, potencia y velocidad, en jugadores de softball 2004.
27. Duthie, Grant M. Young, Warren B. Aitken, David A. *Efectos Agudos de la Utilización de Altas Cargas sobre el Rendimiento en el Salto desde Sentadilla: Una Evaluación de los Métodos Complejo y de Contraste para el Desarrollo de la Potencia*. **PubliCE Premium**. 02/03/2005. Pid: 432.
28. Gonzales Badillo (1991) “HALTEROFILIA”. Madrid. Comité Olímpico Español.
29. Izquierdo, M., Ibáñez, J., González-Badillo, J. J., Häkkinen, K., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., ... & Gorostiaga, E. M. (2006). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1647-1656.
30. González-Badillo, J. J., & Ribas, J. (2002). Programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: Inde.
31. Sanchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 43(9), 1725-1734.
32. Naclerio Ayllón, F., Barriopedro Moro, M. I., & Rodríguez Romo, G. (2008). Control de la intensidad de los entrenamientos de fuerza por medio de la percepción subjetiva de esfuerzo.

