

TEST DE WINGATE Y TEST DE BOSCO (COMO EVALUAR LA FUERZA DE NUESTROS DEPORTISTAS):

RAÚL PABLO GARRIDO CHAMORRO.

Servicio de Apoyo al Deportista del Centro de Tecnificación de Alicante.
Conselleria de Cultura, Educació i Esport de la Generalitat Valenciana

E-mail de Contacto: raulpablo@terra.es

TEST DE WINGATE:

INTRODUCCIÓN: Ante la necesidad de disponer un test para valoración de la **potencia anaeróbica** en función de la **fuerza máxima** del tren inferior en el Departamento de medicina del Deporte e Investigación del *Instituto Wingate de Educación Física y Deportes de Israel*, se desarrollo, 1974, un test que a la postre llevaría su nombre. El Test de Wingate, es utilizado actualmente en laboratorios y Centros Médico-Deportivos, para **evaluar la potencia anaeróbica de los deportistas**, y establecer a través de **un índice de fatiga**, las respuestas a ejercicios supramaximales y la capacidad para mantener estos tipos de esfuerzos. El test de Wingate fue diseñado para ser utilizado de forma simple, sin la necesidad de contar con personal altamente capacitado, con un bajo costo, con equipos accesibles, destinado a cuantificar el rendimiento muscular, a través de variables indirectas (fisiológicas y biomecánicas), para ser administrado a un amplio espectro de población, que incluye desde niños, hasta discapacitados físicos. La importancia de este test fue incrementandose desde su creación hasta la actualidad. Por ejemplo si no fijamos en el trabajo donde el recientemente fallecido **Carmelo Bosco** describe en 1983 su test (del que nos ocuparemos en la segunda parte de esta charla), justifica el valor de su prueba al comparar sus resultados con el test de Wingate. Debido a la existencia de varios test que valoran la potencia anaeróbica, los diversos autores se han visto obligados a valorar la utilidad de los mismos, con el objeto de establecer el más útil en las valoraciones medico deportivas. **Vandewalle** ha comparado los distintos test y ha concluido que no hay test mejores que otros y que cada uno tiene su utilidad. Por tanto y siguiendo a este autor la elección del tipo del test dependerá de las características del deporte estudiado y de las disponibilidades técnicas del centro donde se realiza el estudio. Otros estudios como el de **Patton** orientan en la misma dirección encontrando pocas diferencias en la valoración de los distintos test anaeróbicos. **Vaquera** intento relacionar la pliometría mediante multisaltos en el baloncesto y el test de wingate sin encontrar relación entre ambos test. El test de Wingate es una herramienta útil en la evaluación de una parte de la condición física: la potencia anaeróbica muy importante en todos aquellos deportes o actividades donde la **velocidad y la fuerza** sea una cualidad esencial del entrenamiento. Actualmente es vital la monitorización de estos dos parámetros así como su relación. Si tenemos por ejemplo un tenista veloz pero no potente, no conseguirá un saque útil. Y si es potente pero no veloz, no llegara a tiempo a las pelotas. Por tanto es importante no solo el trabajar estas cualidades, sino que la relación entre ambas sea la adecuada para su disciplina deportiva. No debemos olvidar, que si bien estos valores se pueden modificar durante el entrenamiento, existe un factor hereditario que condiciona tanto el punto de partida como el resultado final de nuestro trabajo. Además como se demuestra en muchos artículos y en la práctica clínica diaria, los valores en este test presentan diferencias significativas en función del género del deportista. Por lo que a la hora de realizar una valoración medico-deportiva se debe de hacer siempre con los deportistas de su mismo género. En esta charla revisaremos algunas características del test, su evolución, protocolo, interpretación de los resultados y su confiabilidad.

METODOLOGÍA MATERIALES NECESARIOS: En su forma más simple se puede utilizar un **cicloergómetro o bicicleta mecánica**, que tenga un dispositivo al que se le pueda agregar carga (peso) de forma manual, que posea un contador de revoluciones por minuto y un cronómetro para evaluar estas revoluciones *cada 5 segundos*. En la actualidad muchos laboratorios, poseen cicloergómetros de diversas marcas, estandarizados para este tipo de pruebas; que cuentan con interfaces conectadas a un ordenador, que mediante un software nos aporta todos los resultados y gráficas necesarias para evaluar el resultado del test.

DESARROLLO DEL TEST. El test anaeróbico Wingate requiere de un pedaleo con los miembros inferiores, **durante 30 segundos**, a la máxima velocidad, contra una resistencia constante. Es importante concienciar al deportista de que es **un prueba máxima**, esto quiere decir que al igual que en un formula 1 nos interesa saber su aceleración, es decir el tiempo que tarda en llegar al máximo (pretenderemos que sea inferior a 5 segundos). También debemos informar al deportista de que queremos ver cual es ese máximo. Si no realizamos estas dos afirmaciones, corremos el riesgo de que nuestro deportista *se reserve para llegar adecuadamente al final de la prueba*. Si este hecho se produce, daremos por inválida la prueba. Esta

resistencia es determinada de antemano, para obtener un rendimiento supramaximal, que supere de 2 a 4 veces la potencia aeróbica máxima, y que induzca a un intenso desarrollo de fatiga casi inmediata.

¿QUE DEBEMOS VALORAR EN EL TEST DE WINGATE? El test comienza con un periodo de **calentamiento** de 13 minutos que describiremos posteriormente, tras el cual el explorador introduce la carga en el cicloergómetro y desde parado se realiza una *cuenta atrás de 5 segundos*, tras los cuales comienza el test. El cual consta de las siguientes subpartes (Grafico 1):

- 1) El deportista empieza progresivamente a aumentar su **potencia** hasta llegar a un **máximo**. En esta parte del test **valoraremos el tiempo que se tarda en alcanzar el máximo**.
- 2) Debemos de interpretar el valor de esta **potencia máxima**.
- 3) Observaremos como va **descendiendo la potencia** a lo largo del test hasta acabar los 30 segundos. (Esta parte de la grafica nos informara de la cualidad del índice de fatiga)
- 4) Daremos una cuenta atrás durante los 5 últimos segundos intentando conseguir que el deportista se exprima al máximo en la bicicleta. Al finalizar de la prueba valoraremos la **potencia mínima** de la prueba.

Por tanto durante el test de Wingate se pueden medir los siguientes parámetros:

1) **Potencia máxima:** Es el valor más alto que se observa en la Gráfico 1. Este valor se puede expresar bien en estado puro (w) o para realizar comparaciones entre diferentes individuos se pondera por el peso (w/Kg). Nosotros en esta ponencia explicaremos otra manera de expresar este valor, que es relacionarlo con la masa muscular del deportista (w/Kg mus)

2) Otro valor a considerar es **el tiempo que se tarda en alcanzar el máximo**. (Gráfico 2) Si este pico es alcanzado antes de los 5'' (punto 1 en el Gráfico 2) individualizará sujetos con características más potentes, mientras que un retardo en este tiempo (punto 2 en el Gráfico 2), mostrará a aquellas personas que tengan más problemas para reclutar fibras musculares más veloz y coordinadamente la mayor cantidad de unidades motoras, necesarias para el esfuerzo, demostrando poca capacidad para este tipo de trabajos. Este valor por tanto se relaciona con la proporción de fibras rápidas frente a fibras lentas de nuestros musculos.

3) La **potencia mínima** (Gráfico 1) es el valor que se registra al final de la prueba y se expresa al igual que la potencia máxima en valores absolutos, ponderada por el peso del deportista y nosotros proponemos también ponderarla por el peso de su masa muscular.

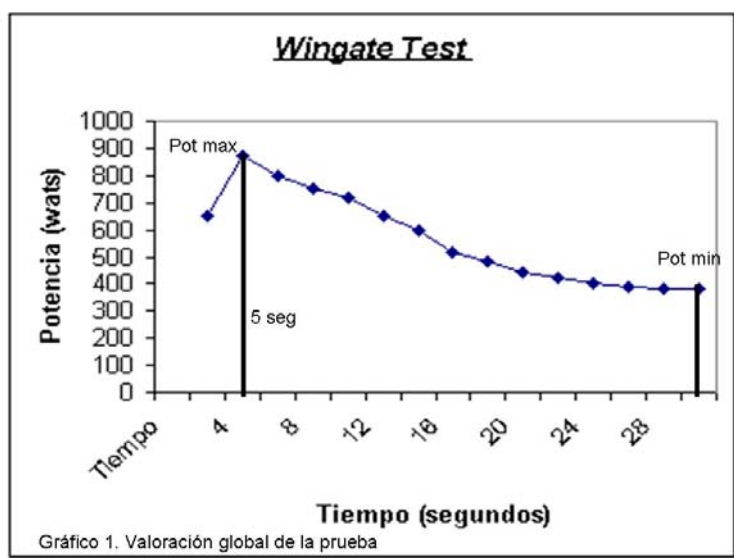


Gráfico 1. Valoración global de la prueba

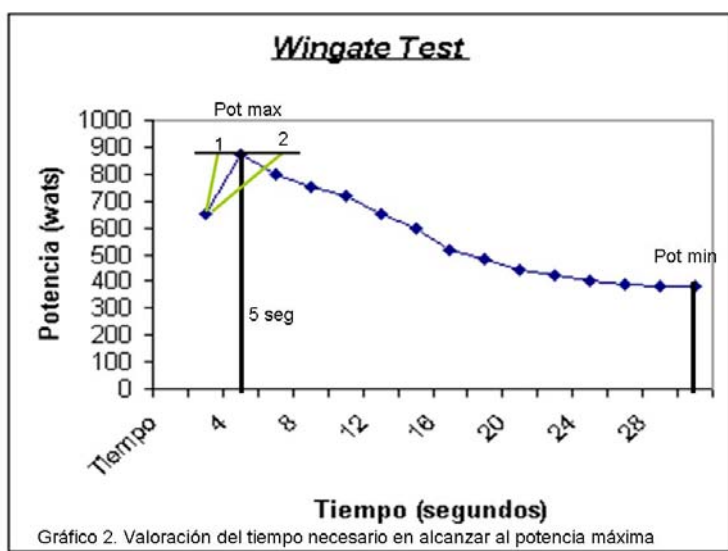


Gráfico 2. Valoración del tiempo necesario en alcanzar al potencia máxima

4) **Potencia media:** es el promedio de todos los valores durante los 30". Al igual que las dos potencias anteriores se expresa de manera absoluta, en función del peso del deportista y en función de su masa muscular.

5) **Índice de fatiga:** indica el grado porcentual de caída de la potencia durante el test. Este se calcula como la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de potencia, dividido el valor máximo por 100.

$$\text{Índice de Fatiga} = \frac{(\text{VMáx} - \text{VMín})}{(\text{VMáx} * 100)}$$

En el Gráfico 3 vemos como este valor puede intuirse al observar la grafica del test (grafico 3). La grafica nos va a informar de la **cualidad del índice de fatiga**. Esta información de cómo ha tolerado el esfuerzo es muy importante y a menudo se desperdicia. Ya que *dos deportistas con un mismo índice de fatiga pueden tener una cualidad distinta*. Por ejemplo uno de ellos puede tener una caída brusca tras la potencia máxima que luego mantiene a lo largo de la prueba. En este caso el deportista tendría dificultades para mantener el esfuerzo máximo. Mientras que otro deportista puede mantener la potencia máxima y tener una brusca caída al final de la prueba. Por tanto deduciríamos que no mantiene su potencia en esfuerzos máximos de más de un determinado segundo.

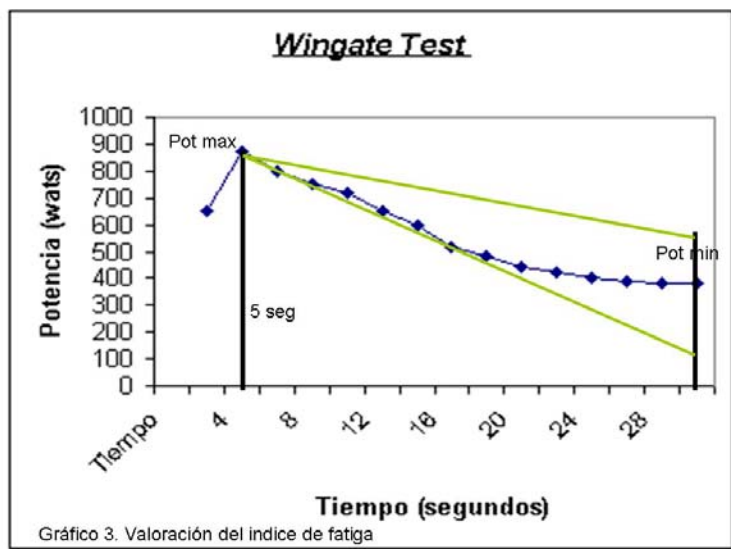


Gráfico 3. Valoración del índice de fatiga

Originalmente se creía que el pico de potencia máxima reflejaba los procesos **anaeróbicos alácticos**, y la potencia media la tasa de **glucólisis anaeróbica**. Estudios posteriores refutaron estas creencias y las tildaron de incompletas. En varias publicaciones se llama a la potencia media como la **capacidad anaeróbica**, pero esto se basa en una suposición no probada, por lo tanto no se aconseja mencionarlo de esa manera. Lo que sí podremos evaluar de este test es que para valores superiores a 1000-1200 vatios en hombres, y mayores de 800 vatios en mujeres, nos dan individuos con características muy potentes, y por sobretodo si son logrados en un plazo menor a los 5". Por otra parte si la caída de la curva (observando la gráfica), es abrupta, la persona testeada no tiene la capacidad de mantener valores de potencia extremadamente altos, cosa que sí ocurriría para curvas más amesetadas, y por último la potencia media nos reflejará la capacidad muscular de mantener estos tipos de esfuerzos, y la posibilidad de compararlos con otros individuos.

OPTIMIZACIÓN DE LA CARGA A EMPLEAR Elegir una carga para que cada sujeto provoque un pico de potencia máximo y una potencia media elevada, es de vital importancia, y un tema aún no resuelto del todo. Inicialmente la carga sugerida para el test de Wingate fue **de 0.075 kg** por kilogramo de peso corporal (suponiendo el uso de un cicloergómetro Monark). Esta elección se basó en un estudio realizado sobre un grupo de individuos no entrenados. Posteriormente se comprobó con otros estudios que la carga para desarrollar una potencia máxima óptima era superior a la sugerida originalmente, a pesar de que en la actualidad nosotros seguimos usando, el valor de carga propuesto en un comienzo. Estudios realizados posteriormente fueron variando, mediante diversas investigaciones la intensidad de la carga, según se probara con personas entrenadas, sedentarias, mujeres, atletas, niños, etc. En conclusión, la fuerza a implementar para medir un pico de potencia óptimo es levemente superior al sugerido originalmente en un 20 a 30%. Esto parece estar en una estricta relación con el nivel del sujeto, siendo más elevado en atletas. También este valor debe ser mayor en adultos que en niños, y secundariamente más alto en hombres que en mujeres. El modificar el factor de la carga en función del sujeto que realiza la prueba tiene una clara ventaja, nos permite afirmar mejor sus condiciones. Pero tiene el inconveniente de que perdemos la capacidad de comparación con el resto de los deportistas que valoramos. Esto nos lleva a un dilema de difícil solución y que en nuestro centro hemos decantado a favor de la utilización de una carga constante para todos los deportistas de 0.075 kg. En línea general el **Dr. Obed Bar-Or**, director del Centro de Ejercicio y Nutrición de Niños de la Universidad de Ontario (Canadá) recomienda, con un cicloergómetro Monark, utilizar una carga de **0.090 kg** por kg de peso corporal para sujetos adultos no atletas y una carga de **0.100 kg** por kg de peso corporal para los adultos atletas. Estos datos recolectados demuestran que para personas discapacitadas, o niños con enfermedades musculares o nutricionales, una elección de carga

basada en el peso corporal puede ser muy baja (de un 30 a un 50% de aquella calculada para su peso corporal). Por lo visto este tema no está completamente resuelto, pero la utilización unificada de cargas para los diferentes sujetos, nos podrán dar resultados muy interesantes de ser analizados y estudiados.

DURACIÓN DE LA PRUEBA. La prueba de Wingate, nació con una duración de 30'', basada en observaciones previas de test de **30, 45 y 60''**; donde todos los sujetos podían, a velocidad máxima, terminar la prueba de 30'', algunos no llegaban a finalizar la de 45'' y menos la de 60''. Posteriores estudios Ansley analizaron la posibilidad de implementar tiempos mayores o intermedios, pero fueron descalificados, por desvirtuar los valores estudiados (pico máximo de potencia anaeróbica, potencia anaeróbica media).

FORMULA PARA OBTENER LA POTENCIA Como mencionamos con anterioridad, de forma sencilla y contando con un cicloergómetro con contador de rpm y un cronómetro, podremos obtener el valor de potencia cada 5 segundos, de esta manera la gráfica, y los resultados del Test de Wingate. La fórmula es de fácil aplicación, y será necesario un ayudante que anote las revoluciones por minuto cada 5 segundos. La potencia queda expresada en **kilogrametros**.

$$\text{KGM} = (\pi * 0.5 * 10.152 * \text{peso} * \text{RPM}) / 12$$

Donde: π : Es el valor de 3.1416 0.5: indica el diámetro de rueda del cicloergómetro. Peso: es la carga obtenida de multiplicar 0.075 por el peso corporal. RPM: son las revoluciones cada parcial de 5 segundos. Los demás son valores constantes que deben ser respetados.

BRAZO DE PALANCA DEL PEDAL Esta medida es convencional en todos los cicloergómetros, **17.5 cm**. En todos los laboratorios se emplea esta longitud sin considerar la altura ni el largo de piernas del sujeto. En teoría el largo del brazo de palanca del pedal debería variar de acuerdo al largo de piernas del individuo y si la tarea es aeróbica o anaeróbica. Esto podría afectar varias variables comprometidas con el test. Estudios hechos al respecto mostraron que utilizar brazos de palanca del pedal con valores diferentes a 17.5 cm. no arrojan valores significativamente diferentes en el desarrollo del test, salvo que se estudie a niños o a personas muy mayores. Hemos encontrado también artículos que no demuestran diferencias significativas en función del ángulo de la rodilla y la potencia desarrollada en el test.

USO DE ESTRIBOS EN EL PEDAL Con el uso de estribos se encontraron que estudios realizados sobre jóvenes atletas y estudiantes de educación física, la potencia máxima y media se incrementaba de un 5 a un 12%. Parece ser que la razón de esto se sitúa en que la potencia de pedaleo puede desarrollarse en forma completa en todo el ciclo de pedaleo; por esto se aconseja la utilización de estos estribos para cualquier tipo de persona al cual se le aplique el test.

CONFIABILIDAD DEL TEST Todos los estudios realizados en condiciones climáticas estandarizadas dieron coeficientes de correlación entre **0.89 y 0.98**, siendo el valor óptimo de veracidad = 1. Es decir que, tanto para ancianos, niños, jóvenes, atletas y sujetos con alguna patología, este test mide con muy altas probabilidades la potencia máxima de un individuo y su capacidad para poder mantenerla, en miembros inferiores y superiores. Estos valores de correlación fueron mayores en todos los estudios para la potencia media que para el pico máximo de potencia.

EL EFECTO DE LA MOTIVACIÓN El efecto de la motivación puede jugar un rol muy importante a la hora de obtener los resultados. Durante cierto tiempo fue motivo de estudio, determinar si el rendimiento durante el test, podía ser manipulado mediante la aplicación de efectos motivadores. En un estudio hecho por **Geron e Imbar (1980)**, se aplicaron 7 tipos de motivaciones diferentes sobre individuos no atletas: presencia de audiencia, competencia entre individuos participantes, competencias entre grupos, castigos, premios, asociaciones en grupo y responsabilidad social. El descubrimiento fue curioso, los estímulos basados en información cognitiva tuvieron poco o ningún efecto sobre el rendimiento, mientras que la motivación de carácter emocional (premios, castigos) aumentó la performance, sobretudo el pico de potencia. También es de suma importancia el ambiente donde se desarrollan las pruebas; ya que las mismas conllevan un esfuerzo de características tan intensas que generan una pérdida tan alta de la homeostasis, que la persona puede sufrir de mareos, vómitos, pérdida del control de esfínteres y hasta pérdida del conocimiento. Es decir que se debe guardar la integridad y privacidad de aquel que realice este test. En contra de esta teoría en los estudios realizados por **Pujol** no encontró diferencias significativas en función de si el test se realizaba con o sin música.

EFFECTOS DEL CALENTAMIENTO PREVIO Sobre este tema se realizaron pocos estudios, y los científicos aconsejan seguir incorporando experiencias al respecto. De algunos ellos se extrajo que la potencia media aumentaba en un 7% con un calentamiento de características intermitentes, comparada con el mismo grupo sin calentamiento, pero que el valor de la potencia máxima no se podía ver afectada. Otros

datos no publicados sugerían que un calentamiento intermitente era más propicio para este tipo de test, que un calentamiento continuo. En la actualidad en nuestro centro se realiza un calentamiento previo a la prueba consistente en 5 minutos de carrera continua muy suave, seguida de 5 minutos de estiramientos. Posteriormente el sujeto se coloca en el cicloergómetro y en este realiza un calentamiento de 3 minutos consistente en un rodaje suave, que se ve interrumpido por dos aceleraciones en la cadencia de pedaleo de 5 seg. Que se producen entre el segundo 60 y 65 del calentamiento y entre el 120 y 125. Al acabar el calentamiento se introduce la carga y se da una salida desde parado de 5 segundos. Independientemente del efecto o no del calentamiento, estudios realizados en distintas condiciones climáticas no han demostrado diferencias en cuanto al rendimiento del test.

EFFECTOS DEL RITMO CIRCADIANO EN LA POTENCIA ANAERÓBICA Según Souissi ha realizado un estudio valorando la influencia del ritmo circadiano en la potencia aeróbica desarrollada durante un test de Wingate. Valorando la potencia aeróbica en función de la temperatura oral, ya que considera este valor como indicativo del ritmo circadiano. Para ello ha realizado test a distintas horas del día (02 : 00, 06 : 00, 10 : 00, 14 : 00, 18 : 00 y 22 : 00 Horas) Separados los test como mínimo 48h. Observando como varía la medición de la potencia anaeróbica (medida con un test de Wingate) en función del ritmo circadiano. Souissi Ha demostrado como la potencia anaeróbica disminuye si el sujeto a estudio es sometido a una privación de sueño durante una noche. Las alteraciones se observan tanto si el test es realizado a mediodía o por la mañana. Este autor también en otro artículo nos demuestra como el test de Wingate da valores distintos en función de si el deportista lo hace por la mañana o por la tarde.

CONSIDERACIONES METABÓLICAS: Durante el test de Wingate y según demostró Jacobs mediante biopsias musculares disminuye el **ATP**(de 20.9 mmol X kg-1 a 13.8 mmol X kg-1), el **creatinfosfato** (de 62.7 mmol X kg-1 a 25.1 mmol X kg-1) y el **glucogeno** (de 360 mmol X kg-1 a 278 mmol X kg-1) y aumento el **latato**(de 9.0 mmol X kg-1 a 60.5 mmol X kg-1) a nivel muscular. Pero como demostraron otros estudios este test es demasiado rápido para mostrar cambios a nivel plasmático. Este dato indujo que determinados autores a principios de los ochenta mantuvieran posturas que dudaban del componente anaeróbico de este test. Estas discusiones se prolongaron en el tiempo y constituyeron uno de los principales frenos al desarrollo de este test. Hasta que en el año 2002 Beneke cerro esta polémica al definir claramente el componente anaeróbico de este test. Por otro lado estudios como los de Froese demuestran como la composición del músculo (*%de fibras lentas- fibras rápidas*) influye en la potencia máxima desarrollada durante el Test de Wingate.

EFFECTO DE LA HIPOHIDRATACIÓN Once integrantes de un equipo universitario de lucha hicieron la prueba anaeróbica "Wingate" en un estado euhidratado y en 3 niveles de hipohidratación, correspondiendo a 2%,4% y 5% de pérdida del peso corporal inicial (Jacobs, 1980). Fue inducida una deshidratación térmica pasiva, en días separados, mediante exposiciones a 56 grados centígrados (10 a 20% de humedad relativa), seguido de un periodo en el que el sujeto descansaba en un ambiente neutro durante 30' y luego realizaba la prueba anaeróbica "Wingate". El pico de potencia promedio en euhidratación fue de 859 watios comparada con 840,841 y 839 watios, con 2%, 4% y .5% de pérdida de peso corporal como estados de hipohidratación, respectivamente. Los valores respectivos para la potencia media fueron 639, 644, 631 y 636 watios. *Ninguno de estos valores difirieron significativamente, ni tampoco hubo diferencias de parámetros en la sangre, luego de realizados los ejercicios.*

COMPARACIÓN DEL WINGATE TEST CON EL RENDIMIENTO ANAERÓBICO EN EL CAMPO. Este test debe ser comparado con diferentes pruebas con las mismas características para corroborar que las variables que mide son confiables. La mayoría de las observaciones fueron realizadas en 7 laboratorios y se comparó con carreras a toda velocidad o piques, natación en distancias cortas, esfuerzos breves en patín sobre hielo y salto vertical. Todos los valores de correlación fueron superiores al 0.75, donde la mayor correlación se encontró con los piques cortos y los piques cortos de natación de 25 mts. A pesar de que los niveles de correlación son bastante altos, un buen resultado del "Test de Wingate" no nos asegura el éxito en las diferentes pruebas constatadas.

ESTUDIOS REALIZADOS USANDO EL TEST DE WINGATE. El test de Wingate es usado en la actualidad como una prueba básica en la valoración funcional de nuestros atletas. De ello se deduce que haya sido usado en multitud de artículos científicos. Así por ejemplo: Chromiak JA estudio la repercusión de la potencia máxima y el índice de fatiga en personas que durante 10 semanas se sometieron a un programa de entrenamiento. En su estudio intento demostrar diferencias entre los deportistas que tras el esfuerzo consumían agua y los que usaban agua con carbohidratos. Pero no logro encontrar diferencias significativas en cuanto a este parámetro. Spierer Realizo uso la prueba de Wingate para monitorizar la ganancia de potencia máxima y la evolución del índice de fatiga en tres grupos: un primer grupo con un nivel de entrenamiento adecuado un segundo grupo con un nivel de entrenamiento medio y un grupo de

sedentarios. A los tres grupos se les hizo un test de Wingate basal. Posteriormente se les hizo trabajar en un cicloergómetro durante 4 minutos a un 28% de su frecuencia cardiaca máxima, para posteriormente repetir el test de Wingate. Observando que la caída de los valores presentaba diferencias significativas entre los entrenados y no entrenados. (Es decir si el sujeto es sedentario pierde mas potencia que si esta entrenado) Pero no demuestra diferencias significativas entre los dos niveles de entrenamiento. (Es decir la pérdida de potencia máxima no se relaciona con el nivel de entrenamiento). Algunos autores como **Mastrangelo** han desarrollado ecuaciones para predecir la potencia máxima en función de parámetros antropométricos. Para ello ha validado la potencia con un test de Wingate. Este artículo nos describe una formula para extrapolar la potencia máxima en jóvenes varones entre 11 y 13 años. Los inconvenientes de la extrapolación de estos factores en atletas de elite es que pierde la personalización de las valoraciones funcionales. Aspecto fundamental a nuestro entender en la valoración de un deportista. Además la formula se extrapola de solo 40 sujetos. Por lo cual creemos que debe de ser estudiada con mayor profundidad para conseguir validarla. Uno de los artículos más interesantes sobre el test de Wingate es el realizado por **Fleming** en el que valora la importancia de las dietas con alto contenido en grasas y en proteínas sobre la evolución de la potencia máxima. Ya que tradicionalmente se venia manteniendo la teoría de que estas dietas producian una reducción de la masa muscular y por tanto se deduce que secundariamente deberían de perder potencia máxima. En este estudio demuestra como tras la dieta hay una perdida de peso y una perdida de potencia máxima total. Pero esta pérdida se ve compensada al ponderarla por el peso ya que es secundaria a la perdida de peso. Este estudio es muy interesante pero en su diseño no se ha realizado una valoración antropométrica por lo que no sabemos si esta perdiendo masa grasa o masa muscular. Si se completara con un estudio antropométrico podríamos además saber la evolución de la potencia máxima en relación al peso muscular. El test de Wingate también se ha usado para monitorizar el metabolismo en los ejercicios explosivos así **Moussa** ha realizado un estudio con un test de Wingate comparado con un test máximo de 6 segundos y ha determinado los valores de glucosa en plasma tras los mismo. Determinando que los niveles plasmáticos de glucosa son mayores tras 6 segundos que tras 30 segundos de esfuerzo. Justificando este dato a que cuando el esfuerzo se prolonga en el tiempo el músculo usa sus reservas de glucidos. Mientras que en los esfuerzos extremadamente cortos la glucosa usada no forma parte de estas reservas musculares. Otros autores como **Kocak** han querido responder a la pregunta si el consumo de creatina mejora la potencia máxima y la potencia media de nuestros deportistas. En este estudio hecho con dos grupos de luchadores unos que tomaban creatina y otros que no demostró como la suplementación de esta molécula producía un aumento de la potencia tanto máxima (produce un incremento de un 25% W/Kg) como media. Este dato nos hace replantearnos la posibilidad de considerar esta sustancia como doping. Ya que los deportistas que usan creatina según este estudio obtienen beneficios (un 25% de potencia suplementaria) frente a los que no la usan. Con respecto a este punto hay que observar que en artículos como el de **Laskowski** se demuestra una ganancia de potencia máxima (valorada con un test de wingate) tras la administración de una suplementación de proteínas de 0.5g/kg. Este estudio se realizo con judocas y comparo un grupo con suplementación frente a otro sin suplementación durante un periodo de entrenamiento. Otros artículo muy interesante a nuestro parecer es el realizado por **Groussard** en el realiza una relación entre los rendimientos de un test de Wingate y los niveles de antioxidantes en sangre determinando como niveles bajos de estas moléculas se relacionan con un índice de fatiga elevado. Bell demostró también las ganancias producidas por la efedrina para la mejora de la potencia anaeróbica durante el test de Wingate. Otras moléculas analizadas aunque con resultados no revelantes han sido la D-ribose la nandrolona, el bicarbonato o el ginseg aunque los resultados de estos suplementos no han demostrado su utilidad. Multitud de estudios relacionan el test de Wingate con las alteraciones de las catecolaminas. Estos estudios están intentando relacionar las catecolaminas con el índice de fatiga y utilizan el test de Wingate como prueba para validar sus resultados. Pero en la actualidad los resultados son demasiado dispares para usar estos parámetros en la práctica clínica.

EL TEST ANAERÓBICO WINGATE RELACIONADO CON LAS DISCIPLINAS DEPORTIVAS:

Si bien este test es de características válidas, según los científicos las comparaciones entre los distintos deportes se debe realizar dentro del mismo estudio, ya que las diferencias de protocolos, niveles de capacidades atléticas y edades, puede generar conclusiones inválidas. El Test de Wingate ha sido probado en multitud de deportes: Judo , luchadores futbolistas atletismo ciclismo, biatletas, Jugadores de baloncesto balonmano, taekondo

CALCULO DE LA POTENCIA POR KILOGRAMO DE MASA MUSCULAR

Para el cálculo de la potencia máxima como hemos visto en la exposición teórica se usa la siguiente formula:

$$KGM = (\pi * 0.5 * 10.152 * \text{peso} * \text{RPM}) / 12$$

Una vez calculada esta potencia la dividimos entre el peso del deportistas para obtener la potencia máxima por kilogramo de peso. Este valor es que tradicionalmente se ha venido utilizando para realizar comparaciones entre distintos deportistas y es el que habitualmente nos requieren los preparadores físicos para asimilar más fácilmente las cualidades de sus pupilos.

$$\text{Potmax/kg} = \text{KGM} / \text{Peso}$$

Pero este valor nos informa de la potencia que desarrolla un deportista por kilogramos de peso independientemente de que ese kilogramo sea de masa grasa, ósea, visceral o muscular. Este dato por tanto nos parece incompleto y por ello hemos propuesto una modificación a este valor que es dividir la potencia máxima no entre el peso del deportistas sino entre el peso de su masa muscular.

$$\text{Potmax/kg mus} = \text{KGM} / \text{Peso mus}$$

El problema por tanto radica en como conseguir calcular el peso muscular de un deportista. Para ello en el nuestro servicio hemos añadido al test de Wingate un prueba previa que es una antropometría. De ella mediante la **formula de Martin** conseguimos calcular el porcentaje muscular de nuestro deportista.

$$\text{Martin: Talla } X \quad \frac{0.0553 \times M^2 + 0.0987 \times A^2 + 0.0331 \times P^2 - 2445}{1000}$$

$$\begin{aligned} M: & \text{ PER MUSLO} - \pi \times \text{MUSLO}/10. \\ A: & \text{ Perímetro de antebrazo.} \\ P: & \text{ PER PIERNA} - \pi \times \text{PIERNA}/10. \end{aligned}$$

Por tanto si hemos calculado la potencia máxima con un test de Wingate y a este dato lo dividimos por el peso muscular en kilogramos obtendremos la potencia máxima por kilogramos de masa muscular (Potmax/kg mus) Este valor creemos que es el realmente útil para la valoración y comparación de nuestros deportistas de élite.

Exactamente los mismos calculo los deberemos hacer con la potencia mínima así calcularemos la potencia mínima por masa muscular según la siguiente formula.

$$\text{Potmin/Kg mus} = \text{Pot min} / \text{Peso mus}$$

Para la potencia media haremos exactamente lo mismo y así obtendremos la potencia media por kilogramo de masa muscular.

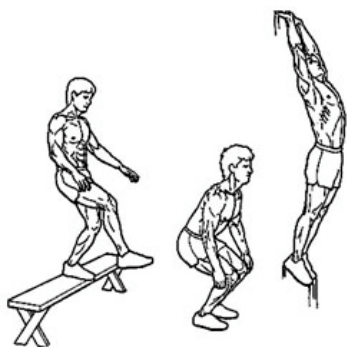
$$\text{Potmed/Kg mus} = \text{Pot med} / \text{Peso mus}$$

Para el índice de fatiga utilizaremos los mismos cálculos para poder valorar el índice de fatiga en función de la masa muscular de nuestro atleta.

$$\text{Índice de fatiga/Kg mus} = \text{Índice de fatiga} / \text{Peso mus}$$

TEST DE BOSCO (PLIOMETRIA):

HISTORIA: Fue el profesor Rodolfo Margaria durante la década de los 60, el primero en hablar de la relevancia del denominado *ciclo estiramiento-acortamiento* (CEA). Este investigador y médico demostró que una contracción concéntrica precedida de una excéntrica podía generar mayores niveles de fuerza que una contracción concéntrica aislada (Faccioni, 2001). Los trabajos del profesor Margaria fueron utilizados por la N.A.S.A. para desarrollar la manera más eficaz de caminar en la luna (Zanon, 1989). Pero no sólo fue la N.A.S.A. la que se apoyó en los trabajos de Margaria; también algunos entrenadores soviéticos empezaron a interesarse por el CEA. Así, en 1966, V.M. Zaciorskij utilizó el trabajo desarrollado por Margaria como base para crear un programa de entrenamiento que potenciase el aprovechamiento del reflejo de estiramiento (reflejo miotático) en las acciones de tipo explosivo. Este autor fue el que introdujo el término “**pliométrico**” (Zanon, 1989). En esa misma época, a mediados de la década de los 60, Yuri Verkhoshansky, entrenador soviético de saltadores y para muchos el **padre de la pliometría aplicada al deporte**, empezó a interesarse en la mejor manera de aprovechar la energía elástica acumulada en un músculo tras su estiramiento. Observando la técnica de los atletas de triple salto, Verkhoshansky se dio cuenta de que los mejores resultados correspondían a aquellos triplistas que menos tiempo permanecían en contacto con el suelo en cada uno de los apoyos. Para emplear poco tiempo en cada apoyo es necesario tener una gran fuerza excéntrica en los músculos implicados, ya que esto permitirá cambiar rápidamente de régimen excéntrico a régimen concéntrico, y así acelerar de nuevo el cuerpo en la dirección requerida (Faccioni, 2001). Los inesperados éxitos del velocista Valery Borzov durante las Olimpiadas de Munich 1972, hicieron que los entrenadores estadounidenses empezaran a interesarse por los novedosos regímenes de entrenamiento pliométrico de la Europa del Este. Así, Fred Wilt, primer autor estadounidense en hablar de las excelencias del método pliométrico, sugirió que las sorprendentes victorias de Borzov eran debidas en gran parte a su rutina pliométrica de entrenamiento (Faccioni, 2001). En la actualidad hay cientos de trabajos y libros en todo el mundo dedicados a este método de entrenamiento, lo que refleja la importancia del mismo para la preparación de deportistas de distintas modalidades, así como artistas de circo, de ballet clásico o militares de unidades especiales (Verkhoshansky, 1999).



PLIOMETRIA: Vamos a comenzar hablando de la pliometría. El término **PLIOMÉTRICO** proviene del griego PLYETHEIN, que significa “**augmentar**”, y METRIQUE, que significa “**longitud**”. A la tradicional división que agrupa las contracciones musculares en isométricas, anisométricas excéntricas y anisométricas concéntricas, Cometti (1998) añade un tercer grupo, concretamente dentro de las contracciones anisométricas: la contracción pliométrica, la cual combina ambos tipos de contracción. Es lo que otros autores denominan *contracción auxotónica*. Resulta a su vez interesante la clasificación de Vittori (1990) sobre las formas de manifestación de la fuerza:

a) **Activa:** correspondiente a un ciclo simple de trabajo muscular (acortamiento o estiramiento). Esta activación debe producirse desde una posición de total inmovilidad por ejemplo. Una extensión de las piernas realizada por la musculatura extensora partiendo desde la posición inmóvil de semiflexión de rodillas. En las manifestaciones activas de la fuerza se agrupan en:

- 1) las manifestaciones **dinámicas máximas** de la fuerza que aparece al desplazar la mayor carga posible en un solo movimiento y sin limitación de tiempo (**SJe**)
- 2) la manifestación **explosiva** de la fuerza que aparece en una activación muscular de los segmentos propulsivos lo más rápida y potente posible, partiendo desde una posición de total inmovilidad. (**SJ**)

b) **Reactiva:** correspondiente a un ciclo doble de trabajo muscular (estiramiento seguido de acortamiento). Por ejemplo en la realización de un salto vertical a dos piernas, desde parado en posición erguida, que exige una rápida semiflexión de las piernas, seguida por una igualmente rápida inversión del movimiento producida por la extensión de las piernas. En la fase de semiflexión, la musculatura genera las fuerzas de resistencia que se oponen a la flexión completa, provocada por la energía cinética desarrollada en el rápido descenso (primer ciclo de trabajo). La extensión provocada por el acortamiento muscular (segundo ciclo de trabajo) tiene lugar inmediatamente después de las tensiones internas creadas en la fase de estiramiento. (**CMJ**).

Autores como Schmidtbleicher distingue dos tipos extremos de ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA). Los **CEAS lentos** y los **CEAS rápidos**. Ambos coinciden respectivamente con los dos tipos de manifestaciones reactivas de la fuerza propuesta por Vittiri:

- 1) La manifestación **ELÁSTICO-EXPLOSIVA** de la fuerza (CEA lento) según **Bührle** como resultado de cambiar en las manifestaciones explosivas de la fuerza, las condiciones biomecánicas del estiramiento de la musculatura
 - a. Se tiene más tiempo para lograr mayores niveles de fuerza puesto que al inicio de la activación concéntrica ya se presenta una tensión muy alta (Fuerza inicial)
 - b. Durante la acción de frenado, se estira fuertemente la musculatura extensora de las piernas previamente contraída actuando como un muelle elástico y en la inmediata activación concéntrica, libera la energía acumulada. Los principales elementos elásticos del sistema músculo-tendinosa son los tendones y los puentes actino-miosínicos

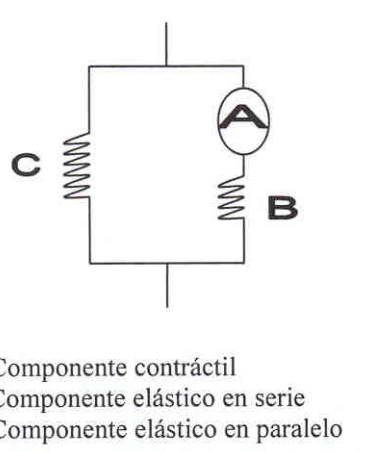
Resumiendo la energía cinética generada en la fase de descenso, se almacena en forma de energía elástica que en parte se liberará en forma de energía mecánica durante la fase de elevación

- 2) La manifestación **REFLEJO-ELÁSTICO-EXPLOSIVA** de la fuerza **CEA rápido** tiene lugar como consecuencia de una activación excéntrica de las extremidades propulsivas de amplitud limitada y lo más rápida posible.

Además de los mecanismos que se dan en los **CEA lentos** como resultado del reflejo activado por la fase excéntrica, se obtiene una inervación reforzada que puede actuar de dos formas una vez puede reforzar las características elásticas del sistema músculo tendinoso y en otras conduce a una activación mas importante de la fase concéntrica aumentando de esta manera la fuerza aplicada. Independientemente de la terminología usada, la combinación de una contracción excéntrica y una concéntrica ("**contracción pliométrica**" para **Cometti** o "**manifestación reactiva de la fuerza**" para **Vittori**), constituye el estímulo más natural para el entrenamiento, dado que tiene en cuenta la naturaleza balística del movimiento humano (**Esper, 2000**). Considerando que en la mayoría de gestos deportivos toda contracción concéntrica va precedida de un estiramiento del músculo, nos daremos cuenta de la importancia del trabajo de **este ciclo estiramiento – acortamiento**. Esta es la razón por la que hoy en día está ampliamente aceptada la eficacia del método pliométrico, que se centra concretamente en la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, muy relacionado con la elasticidad. **Verkhoshansky (1999)** define esta capacidad reactiva como: "La capacidad específica de desarrollar un impulso elevado de fuerza inmediatamente después de un brusco estiramiento mecánico muscular"; es decir, es la capacidad de pasar rápidamente del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.

CONSIDERACIONES NEUROMUSCULARES

Centrándonos en el comportamiento que acontece en el músculo cuando variamos la longitud del mismo el componente elástico y el componente contráctil responden de una manera distinta a estas variaciones en la longitud del músculo (figura 1). En el caso del componente contráctil, formado por estructuras principalmente proteicas, debemos llegar a nivel del sarcómero (unidad funcional de la fibra muscular) para poder comprender el efecto del estiramiento sobre el mecanismo de la contracción. En un acortamiento máximo del sarcómero, éste alcanza una longitud de aproximadamente 1,5 μm , que es la longitud del filamento grueso (miosina) (**Barbany, 1992**). Por el contrario, en un estiramiento máximo, puede llegar al doble de su longitud en reposo, si bien no existiría ninguna superposición entre filamentos finos y gruesos.



- A: Componente contráctil
- B: Componente elástico en serie
- C: Componente elástico en paralelo

Figura 1. Modelo mecánico del músculo (Hill, 1939)

Para poder generar tensión es necesario que exista superposición entre ambos tipos de filamentos y, de esta manera, se puedan establecer los puentes de tracción. Experimentalmente se ha encontrado que la fuerza que puede ejercer un músculo es máxima cuando la longitud inicial del mismo es un 20 % mayor que la longitud de equilibrio (longitud del músculo desinsertado) (Astrand y Rodahl, 1992). Teniendo en cuenta que el músculo anclado a los huesos guarda una longitud entre un 10 y un 30% por encima de la longitud de equilibrio (Aguado, 1993), cabe decir que, atendiendo exclusivamente al componente contráctil, la longitud óptima para producir una fuerza máxima supone un estiramiento muy ligero de éste con respecto a su longitud de reposo (recordemos que hablamos de longitud de reposo en un músculo insertado, y de longitud de equilibrio en un músculo aislado, desinsertado).



Figura 2. La unidad funcional del tejido muscular, el sarcómero.

El componente elástico responde de distinta manera a los cambios de longitud. Recordemos que este componente, que transfiere al músculo propiedades mecánicas, elásticas y de protección, actúa tanto en serie (elasticidad de tendones y cuellos de las cabezas de miosina) como en paralelo (cubiertas conjuntivas y estructuras membranosas de la célula). Cuando el músculo es estirado, se genera un nivel de tensión en dicho componente que crece exponencialmente al grado de estiramiento, dadas sus especiales características elásticas (el comportamiento elástico de un tejido vivo no es igual al de un muelle, puesto que no sigue la *ley de Hooke*). Pero esta capacidad elástica tiene unos límites, de tal forma que, cuando se supera cierto grado de estiramiento se pierde dicha capacidad, pudiendo incluso llegar a romperse el músculo. Si buscamos la respuesta global del músculo al estiramiento, comprobamos que se produce una “suma” de los comportamientos de ambos componentes. Pero esta suma sólo se produce dentro de un pequeño rango de estiramiento. Según Barbany (1992), un estiramiento que supone un 110-120% de la longitud de reposo es el idóneo para asegurar una respuesta elástica aceptable sumada a una respuesta contráctil óptima. Por encima de esa longitud de elongación mejora la respuesta elástica (hasta cierto límite) pero disminuye la respuesta contráctil. De ahí la importancia de ajustar perfectamente la altura de caída en un *drop jump* (DJ), para que el estiramiento que buscamos sea el idóneo. En base a la actividad eléctrica muscular, López-Calbet y cols. (1995a) diferencian tres fases en los ciclos estiramiento-acortamiento, concretamente cuando se trata de un DJ:

1) Fase de preactivación, desde el momento en que aumenta la actividad mioeléctrica sobre los niveles basales hasta el momento de contacto con el suelo. En esta fase, los centros superiores del Sistema Nervioso Central ajustan el grado de preactivación y rigidez muscular en función de la magnitud del estiramiento previsto (a mayor altura de caída, mayor preactivación y por tanto mayor rigidez). Cuanto menor es la rigidez previa al contacto, menor es también la capacidad de movimiento reactivo posterior.

2) Fase de Activación (contracción muscular excéntrica), desde el contacto con el suelo hasta la finalización del alargamiento muscular. En esta fase se detectan picos de gran amplitud en la actividad eléctrica del músculo, debidos en parte a la oposición de los husos musculares al estiramiento (respuesta voluntaria) y al reflejo miotático (respuesta refleja), el cual facilita la activación de los músculos sometidos al estiramiento. Kilani y cols. (1989) comprobaron la relación directa que tiene el reflejo miotático con la altura alcanzada en un salto en el que los músculos implicados son preestirados. Pero el reflejo miotático no es la única respuesta de tipo reflejo que puede acontecer. Ante estiramientos importantes (cuando la altura de caída es muy elevada) se activa el *reflejo tendinoso de Golgi*, que se opone a la acción del reflejo miotático, protegiendo la integridad muscular.

Hoy en día también se considera la posibilidad de que el aparato contráctil, por sí solo, es capaz de generar más fuerza cuando ha sido estirado previamente de forma rápida y el tiempo entre la fase excéntrica y la concéntrica es mínimo. Esto es lo que se ha venido a denominar “*efecto de potenciación*”, aunque no está del todo explicado (López-Calbet y cols., 1995a). Es probable que se deba a las especiales características de las cabezas miosínicas y su comportamiento al establecer los puentes cruzados.

3) Fase de **Contracción muscular concéntrica**, donde se aprovecha la energía elástica acumulada anteriormente. Para utilizar de forma óptima dicha energía es necesario que la fase concéntrica suceda inmediatamente en el tiempo a la fase excéntrica. Si esto no se produce, la energía elástica acumulada se disipa en forma de calor. *Mouche* (2001) indica que la fase de transición no debe durar más de 200 ms. En un *DJ* en que la altura de caída es demasiado alta, el tiempo de transición entre fase excéntrica y fase concéntrica aumenta, lo que va en detrimento de la altura alcanzada posteriormente (*Bosco y cols.*, 1982). En definitiva, son muchos los factores neuromusculares implicados el ciclo de estiramiento-acortamiento, no existiendo aún un modelo que explique claramente la importancia de cada uno de ellos. Actualmente existe una corriente de autores que se inclinan por dar mucha más importancia al mencionado efecto de potenciación que a la utilización de la energía elástica acumulada, a la hora de explicar la ganancia en rendimiento que se produce tras un contramovimiento (*Bobbert y cols.* 1996; *Ingen-Schenau y cols.*, 1997); aún así y como ya hemos apuntado, serán necesarios nuevos trabajos que nos ayuden a comprender definitivamente el funcionamiento del complejo CEA.

DESCRIPCIÓN DEL TEST: En la actualidad, en la mayoría de los deportes, la potencia es una de las características más importantes para tener éxito. Para entrenar óptimamente la potencia es necesario evaluar correctamente la fuerza explosiva. La potencia anaeróbica como valor de referencia para la planificación del entrenamiento de la misma, también es importante. Gracias a este test que se basa en el método inventado por el Italiano D. Carmelo Bosco llamado "Test de Bosco" se cuenta con una herramienta más para valorar las características individuales y la selección de la cualidad específica de cada atleta o persona. El test de Bosco consiste en una serie de saltos diseñados originalmente por el recientemente fallecido Carmelo Bosco. Este test consiste principalmente en seis saltos.

- 1) Squat Jump
- 2) Countermovement Jump
- 3) Squat Jump con carga
- 4) Abalakov
- 5) Drop Jump
- 6) Saltos durante 15 segundos

Los saltos deportivos según **Bühle** se pueden clasificar en cinco grandes grupos:

- 1) Saltos desde cuclillas (p.e salto de trampolín en esquí)
- 2) Salto con impulso previo (p.e. salto en el bloqueo de voleibol)
- 3) Salto con impacto previo después de una rápida carrera de impulso (p.e. los saltos de atletismo)
- 4) Salto con impacto previo después de una carrera de impulso y con ayuda dinámica en el despegue (p.e. saltos en los ejercicios de suelo de gimnasia)
- 5) Saltos con impulso previo y con ayuda mecánica muy grande en el despegue (p.e. salto de trampolín en natación)

El inicio de este estudio lo vamos a basar siguiendo a **Baumann** en un análisis de las condiciones en las que pueden realizarse los saltos deportivos. Estas son:

- 1) La energía cinética del cuerpo al inicio del salto debe ser grande (con impulso previo) o prácticamente nula (desde parado)
- 2) El salto puede realizarse con una o dos piernas.
- 3) Alguna articulación de la cadena cinética puede no tenerse en cuenta por estar fijada(por ejemplo: la articulación del tobillo en el salto de trampolín o en el esquí)
- 4) El almacenamiento momentáneo de energía en la superficie de apoyo durante la impulsión, puede ser muy diferente: pequeño en suelo dura, grande en trampolín de gimnasia, cama elástica y trampolin de saltos en natación.
- 5) La creación de rotaciones puede ser necesaria (p.e: salto de altura) o no serlo (p.e. salto de bloqueo en voleibol).
- 6) La dirección de salto es diferente según los ejes del espacio y tiene distintos angulos de salida (por ejemplo y aproximadamente. 50° en el salto de altura 20° en el salto de longitud 90° en un bloqueo de voleibol. etc.

Estas condiciones tan diferentes obligan en cada deporte a distintas necesidades en la técnica de ejecución del salto y en los requisitos de la condición física, especialmente en lo referente a la capacidad de fuerza, pero todos los saltos competitivos presentan las siguientes características comunes:

- 1) Las piernas son el principal sistema propulsivo
- 2) La velocidad de despegue debe ser máxima (así la altura/distancia de salto también será máxima)
- 3) El camino y el tiempo de impulsión están limitados (debido al impulso que lleva el deportista o con el objeto de anticiparse a un adversario)

Estas tres características implican una máxima transferencia del trabajo mecánico de impulsión al sistema que forma el deportista y debido al limitado tiempo de realización es necesaria la máxima eficacia muscular. Por tanto aparecen aquí dos componentes

- 1) **LA FUERZA:** Característica fundamental de la contracción muscular
- 2) **LA TÉCNICA:** de ejecución

Estos tipos de salto pueden valorarse usando los ejercicios de salto propuestos por **Bosco** en su test para la valoración de las manifestaciones de la fuerza. De tal manera que el salto de cuclillas se podría asimilar al **squat jump** y a la manifestación de la **fuerza explosiva**. El salto con impulso previo se podría asimilar al **conuntermouvemnet jump** y al **Abalakov** respondiendo a la **fuerza elástico explosiva** y el salto con impacto previo al **drop jump** y a la manifestación **Reflejo-elástico-explosiva**.

ASPECTOS MATEMÁTICOS: En el caso de un salto vertical, se tiene que el impulso mecánico dividido por la masa del sujeto nos proporciona la velocidad vertical de su centro de gravedad en el momento del despegue (V_v). La elevación del centro de gravedad del sujeto se corresponde a la altura del salto. La altura que se logra en un salto vertical depende de la velocidad vertical de despegue usando la **fórmula de caída de los cuerpos**.

$$h = V_v^2 / 2g,$$

En donde g =constante gravitatoria 9,81 m/s².

Podemos calcular la velocidad vertical de despegue del deportista conociendo el tiempo de vuelo (tiempo de elevación más tiempo de caída)

$$V_{Z_f} = g \cdot t_v / 2$$

Se utilizan procedimientos matemáticos para procesarlos automáticamente en un ordenador, en el pasado se puso de relieve la capacidad de salto, hasta que dos grandes fisiólogos y biomecánicos introducen la genial idea de medir la elevación del centro de gravedad del sujeto durante la prueba de salto, se observa el tiempo empleado en la fase de vuelo (**Asmussen y Bonde-Petersen, 1974**). De lo anterior, se obtiene que:

$$h = t_v^2 \times 1,226 ;$$

En el cual t_v =tiempo de vuelo se mide entre el registro de la fuerza que desarrolla el momento del despegue y la que se produce en el momento del contacto con el suelo después del salto, es decir, en el impacto de caída. Este interesante procedimiento de cálculo se utiliza en sucesivos trabajos científicos. En estas fórmulas H_v es la altura de vuelo del centro de masa del deportista, V_z y V_{Z_f} son las velocidades verticales de despegue y g la aceleración de la gravedad y t_v el tiempo de vuelo. Puesto que el impulso de una fuerza es igual a la variación de la cantidad de movimiento que produce

$$F \cdot \Delta t = m \cdot V_{Z_i} - m \cdot V_{Z_f}$$

Donde V_{Z_i} es la velocidad vertical al inicio de la fase ascendente (que para este caso le asignamos el valor de cero). V_{Z_f} es la velocidad vertical de despegue. m la masa del deportista. F la fuerza que aplica el deportista en la fase de aceleración. Δt el tiempo durante el que se aplica dicha fuerza.

El impulso vertical acelerante, por tanto será:

$$\boxed{\phantom{F \cdot \Delta t = m \cdot V_{Z_i} - m \cdot V_{Z_f}}}$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot V_{Z_f}$$

Y de aquí se deduce que

$$F = m \cdot V_{Z_f} / \Delta t$$

De el libro "Aptitud Física. Características Morfológicas. Composición Corporal" de el autor **Pedro Alexander**, se desprende lo que sigue: Con el peso (p) del sujeto en kilogramos y la altura alcanzada (h) en metros, se calcula la potencia (P) en kilográmetros por segundo producida por el sujeto durante la ejecución del ejercicio. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = (4.9)^{0.5} \cdot p \cdot (h)^{0.5}$$

Ejemplo: Un sujeto de 80,0 Kg. Salta y alcanza una altura de 0,70 mts.

$$P = (4.9)^{0.5} \cdot 80 \text{ Kgs.} \cdot (0.70 \text{ mts})^{0.5} = 148.16 \text{ Kgm/seg.}$$

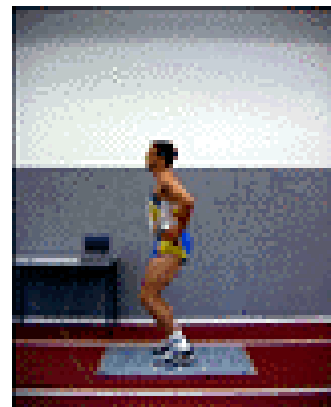
DESCRIPCIÓN DEL TEST: El objetivo del sistema de medición (con el que realizamos el Test de Bosco) es calcular la altura de los saltos que efectúan las personas evaluadas así como su potencia, proporciona estos datos que son esenciales para llevar a cabo el "Test de Bosco". Para llevar a cabo este sistema se necesita una plataforma en donde se efectuarán los saltos y se contará con un dispositivo que envíe la señales necesarias por el puerto de la computadora. Al obtener estas señales el programa calcula los distintos datos que se desean conocer que son:

- 1) La altura promedio.
- 2) El número de saltos.
- 3) La mayor y la menor altura.
- 4) La potencia desarrollada.

Es importante que el sistema manipule una base de datos. También es importante que el sistema tenga la posibilidad de imprimir los resultados, así como mostrar gráficamente los saltos que se ejecutan. La utilización del tiempo para el cálculo directo de la elevación del centro de gravedad tiene gran influencia en la idea de construir un aparato que permita registrar el tiempo de vuelo durante la ejecución de un salto, sin utilizar las sofisticadas y costosas plataformas de fuerza. La solución se encuentra al usar una alfombra conductiva (o capacitiva) que se conecta a un sistema de cronometraje electrónico, microprocesador, ordenador, cronómetro, etc, que se acciona automáticamente por el mismo sujeto que salta, en el momento del despegue abre el circuito y al momento en que el pie toca el terreno en aterrizaje, cierra el circuito. En los primeros intentos de diseño solamente se midió el tiempo de vuelo; sucesivamente, al irse desarrollando la electrónica, los microprocesadores calculan automáticamente la altura (h) del salto y en las pruebas de potencia, el tiempo de trabajo, tiempo de contacto con el terreno, y la potencia mecánica desarrollada, que se expresa en Watt/Kg. Emplean modelos matemáticos y procedimientos biomecánicos para calcular el tiempo total de contacto, el de trabajo positivo, así como el de trabajo negativo o excéntrico se usa la fórmula de **Asmussen y Bond-Petersen** (1974).

TIPOS DE SALTO

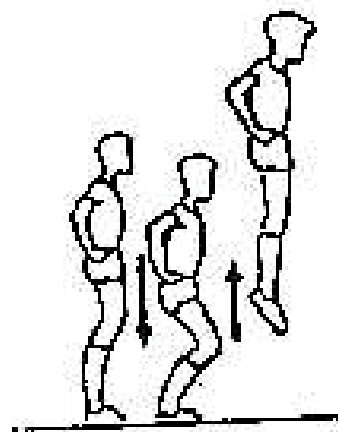
- 1) **El "Squat Jump" (salto de talón).** *Descripción:* se trata de efectuar un "detente" partiendo de una posición semiflexionada (flexión de rodillas a 90°) sin movimiento hacia abajo. El movimiento debe efectuarse con las manos sobre las caderas y el tronco recto. El **Squat jump** (SJ) consiste en la realización de un salto vertical máximo partiendo de la posición de flexión de piernas de 90°, sin ningún tipo de rebote o contramovimiento. Los miembros superiores tampoco intervienen en el salto puesto que las manos deben permanecer en la cadera desde la posición inicial hasta la finalización de salto. El sujeto en la fase de vuelo debe mantener el cuerpo erguido, las piernas extendidas y pies en flexión plantar efectuando la caída en el mismo lugar de inicio,



con los brazos fijados en la cadera. Objetivo: Fuerza explosiva, reclutamiento de UM, % FT. Modalidad: trabajo concéntrico. Relación: Abalankow, Salto largo sin impulso, Cybex 4,2 rad/seg. (**Bosco y col, 1983c**). **DETERMINANTES DE LAS MANIFESTACIÓN “EXPLOSIVA”**. El ejercicio que se utiliza para valorar la manifestación explosiva de la fuerza es el Squat Jumps (SJ). Desde una posición de semiflexión en total inmovilidad, se realiza una rápida y vigorosa extensión-enderezamiento de las piernas. Tradicionalmente, los brazos han venido colocándose en jarras, con las manos en la cintura, otros autores para reducir al máximo la ayuda que puede representar al despegar las manos, proponen realizar dicho salto con un bastón de madera (pica) apoyada en la nuca como si de una barra de pesas se tratara. El máximo esfuerzo, en la extensión del tren inferior, debe permitir la realización de n salto vertical lo más alto posible. A esta manifestación al factor “capacidad contráctil “ se añade un segundo factor, relativo a la **CAPACIDAD DE SINCRONIZACIÓN** de la contracción de las fibras para tener un valor mas homogéneo **RECLUTAMIENTO INSTANTÁNEO**. Dada la dificultad que presenta algunos deportistas de realizar el SJ desde una posición de total inmovilidad, durante los últimos años para sustituirlo, se ha venido utilizando el **ROCKET JUMP (RJ)**. Los deportistas “ maduros “ presentan en este ejercicio valores prácticamente idénticos que en el SJ. El Rocket Jump consiste también en un salto vertical, pero desde la posición de sentadilla profunda, con apoyo metatarsiano manteniendo los talones altos alejados del suelo y sujetando un pico sobre la nuca.

2) **El Countermovement o contramovimiento**

jump. Descripción: La única diferencia con el "squat jump" reside en el hecho que el atleta empieza en posición de pie y ejecuta una flexión de piernas (las piernas deben llegar a doblarse 90° en la articulación de la rodilla). Inmediatamente seguida de la extensión. Entonces lo que se ha provocado es un estiramiento muscular que se traduce por una fase excéntrica. En el **Counter Movement Jump (CMJ)**, el sujeto parte de la posición de pie, con las manos sujetas a las caderas, donde permanecen desde la posición inicial hasta el final el salto. Se trata de realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas, formando durante la bajada un ángulo de 90° con las rodillas, e inmediatamente realizar un salto vertical máximo. Se ha



de observar el salto con los mismos criterios de validación que el SJ. Objetivo: Fuerza explosiva, reclutamiento UM, %FT, reutilización energía elástica, coordinación intra e intermuscular. Modalidad: Trabajo concéntrico, precedido por una actividad excéntrica. Relación: Abalankow, Salto largo sin impulso, Cybex 4,2 rad/seg. (Bosco y col, 1983c), fuerza isométrica máxima, área de las fibras veloces del vasto lateral (Mero y col.). 1991) y con él % de fibras veloces en los extensores de las piernas (**Bosco y Komi, 1979ª**). **DETERMINANTES DE LAS MANIFESTACIÓN “ Elástico-explosiva”** Para valorar esta manifestación reactiva, el ejercicio utilizado es el **SALTO CON CONTRAMOVIMIENTO** o **countermouvemnet jump (CMJ)** que consiste en un rápido movimiento de semiflexión- extensión de las piernas, partiendo desde la posición erecta y, al igual que en el ejercicio anterior, con un pica sobre los hombros sujeta con las manos En este ejercicio, la elevación que se consigue es mayor que en Squat Jump , porque a los factores que determinan el tipo de manifestación precedente se añada, en este, el efecto debido al **COMPONENTE ELÁSTICO**, de aquí el nombre de fuerza elástica-explosiva. Durante el estiramiento la energía elástica potencial se almacena en los elementos elásticos en serie y puede ser reutilizada en forma de trabajo mecánico en el inmediatamente posterior trabajo concéntrica, si el período de tiempo entre las fases excéntrico y concéntrica es corto (tiempo de acoplamiento). Si el tiempo de acoplamiento es muy largo, la energía elástica se disipa en forma de calor. La diferencia porcentual en la altura lograda entre los ejercicios (SJ yCMJ) se defina como índice de elasticidad ya que los que principalmente las diferencia es este factor

$$I.E. = ((CMJ-sj)/SJ)*100$$

3) **Squat Jump con carga. Descripción:** se trata de efectuar un "detente" partiendo de una posición semiflexionada (flexión de rodillas a 90°) sin movimiento hacia abajo. El movimiento debe efectuarse con las manos soportando una carga apoyada en el cuello y el tronco recto. En función de la carga utilizada y el peso del individuo tendremos diferentes saltos. Con cargas progresivas: Salto con diferentes sobrecargas. Capacidad de reclutamiento de fibras. **DETERMINANTES DE LA MANIFESTACIÓN**

“Máxima Dinámica”. El ejercicio utilizado consiste en una flexión máxima de las piernas, seguida de una extensión-enderezamiento (**SENTADILLA COMPLETA o SQUAT MÁXIMO**) efectuada con la máxima carga posible que pueda desplazarse una sola vez y sin limitación del tiempo. Este es el único ejercicio de lo que se proponen para el control de las manifestaciones que no tiene las características dinámicas de un salto. Las manifestaciones de la “Máxima dinámica de la fuerza representa la fuerza de base, esto que supone poner en juego la propiedad fundamental y diferenciadora del músculo y en la que están especializadas las fibras musculares: la contracción. Por tanto, podemos suponer que el factor característico de esta manifestación de la fuerza es la **CAPACIDAD CONTRÁCTIL**. Para las demás manifestaciones de la fuerza, el movimiento de flexo-extensión de las piernas es muy rápido y potente, generando un impulso que transferido al atleta, le lleva a realizar un salto. Si dicho salto se realiza sobre una plataforma de contacto conecta a un cronometro con la técnica de ejecución adecuada, es posible saber el tiempo de vuelo y, por tanto, la altura alcanzada por el centro de masas de deportistas

$$Hv = Tv^2 * g / 8$$

Donde Hv es la altura en metros que alcanza el centro de masa del deportista Tv es el tiempo de vuelo en segundos y g la aceleración de la gravedad (9.81 m*s² de promedio)

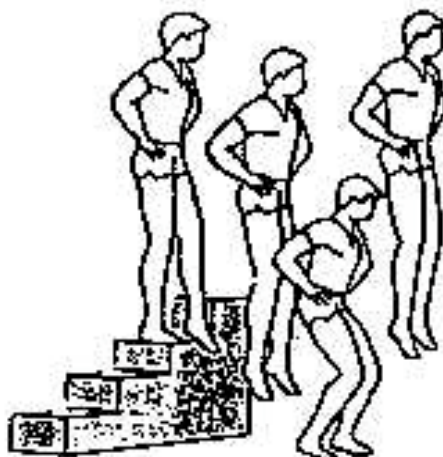
4) Abalakow .Proviene del Antigua test de Abalakow que se realizaba de la siguiente manera: El ejecutante de pie frente a una pared; brazos al costado del cuerpo, planta de los pies totalmente apoyadas en el piso, la punta de los pies deben tocar la pared, la punta de los dedos de la mano impregnados con tiza o humedecidas con agua. Evaluador de pie sobre una silla ubicada al lado del ejecutante. El ejecutante extiende ambos brazos hacia arriba y marca en la pared con la punta de los dedos mayores. Luego manteniendo los dos brazos en alto se separa aproximadamente 30 cm. de la pared ubicándose de perfil a la misma; toma impulso por medio de una semiflexión de piernas, pudiendo bajar brazos salta buscando la máxima altura y con el dedo medio de la mano más próxima a la pared toca la misma lo más alto posible. Tres tentativas y se registra la mejor. En la actualidad el test de Abalakow se realiza sobre la plataforma de salto permitiendo al deportista el uso de los brazos de tal manera que toma impulso por medio de una semiflexión de piernas (las piernas deben llegar a doblarse 90° en la articulación de la rodilla), seguida de la extensión .Pudiendo ayudarse de los brazos durante la realización del salto. Durante la acción de flexión el tronco debe permanecer lo más recto posible con el fin de evitar cualquier influencia del mismo en el resultado de la prestación de los movimiento inferiores. En ejercicio propuesto por algunos autores como **Vitotti** para valorar la manifestación “reflejo- elástico-explosiva es el **ABALAKOW** que es prácticamente igual al CMJ pero con ayuda de brazos. Es decir, los brazos extendidos por detrás del tronco se llevan adelante- arriba en una oscilación vigorosa, coordinada y sincronizada con la semiflexión-extensión de las piernas. Según los factores que determinan la fuerza manifestada en este ejercicio son presumiblemente: el componente contráctil, las capacidades de reclutamiento y sincronización, el componente elástico y el reflejo. Pero teniendo en cuenta que la ejecución de este ejercicio viene a durar ente 500 y 600 ms y que aproximadamente el 50% de este tiempo es amortiguante (fundamentalmente excéntrico) resulta que el reflejo de estiramiento se libera en dicha fase y no en la acelerante (Según **Tihany** 1988 la unión entre los filamentos de actina y miosina tiene una duración limitada que es de 20-60 ms para las fibras rápidas y aproximadamente del doble para las fibras lentas y por tanto solo ayuda a frenar el movimiento descendente. Sin embargo, la oscilación de brazos extendidos produce en la fase amortiguante un mayor momento de fuerza principalmente en los cuádriceps que logran un reclutamiento de unidades motoras de mayor umbral de excitación. En la fase acelerante, al oscilar los brazos adelante-arriba, disminuirá dicho momento de fuerza y la velocidad vertical que llevan será transmitida al sistema cuando los brazos se bloqueen (se paren bruscamente) Por la diferencia porcentual entre las altura logradas en el Abalakow y en el CMJ podemos cuantificas estos dos producidos por los brazos y que definimos como **ÍNDICE DE UTILIZACIÓN DE BRAZOS**

$$\text{Índice de utilización de brazo} = (ABK - \text{CMJ}) / (\text{CMJ}) * 100$$

La capacidad contráctil y por tanto la manifestación máxima de la fuerza, constituyen el denominador común de las demás manifestaciones de la fuerza. Presentando esta una relación con la manifestación máxima dinámica que va disminuyendo, a medida que desciende su incidencia porcentual sobre el total manifestado. Es decir, la relación será alta entre la manifestación máxima dinámica y la manifestación explosiva debido a que grande es el aporte de la capacidad contráctil en toda manifestación explosiva de la fuerza) y. al contrario, la relación será baja entre la manifestación máxima dinámica y el reflejo elástico-explosivo.

5) **El "Drop Jump" (salto desde un nivel vertical)** *Descripción:* Se trata de efectuar un salto

luego de una caída de una altura determinada, como muestra la figura (partiendo de una posición con piernas extendidas y con un movimiento hacia abajo). El movimiento continuo debe efectuarse con las manos sobre las caderas y el tronco recto. El test está estandarizado sobre 5 alturas de caída: 20 cm. - 40 cm. - 60 cm. - 80 cm. - 100 cm. **DETERMINANTES DE LA MANIFESTACIÓN "REFLEJO-ELÁSTICO – EXPLOSIVA"** Para verificar y valorar la manifestación "reflejo- elástico-explosiva" de la fuerza, se utilizan como test fundamentalmente dos ejercicios, uno dirigido predominantemente a la musculatura extensora de las pierna (el DROP JUMP) y otro dirigido predominantemente a la musculatura extensora de los pies (**REACTIVIDAD de Vittori-Bosco**) En estos ejercicio de salto, como consecuencia de la poca deformación del sistema que forma el deportista y



como consecuencia de un nivel suficiente de fuerza excéntrica y ,en parte una mayor cantidad de tejido conjuntivo (en los componentes elásticos en serie y en paralelo) , el deportista se beneficia de la rigidez (**stiffness**) favoreciendo el rebote mecánico. Además de los factores que entran en juego en el CMJ, durante la ejecución de estos saltos se verifican generalmente las condiciones que provocan el "reflejo de estiramiento" Esto favorece durante un esfuerzo máximo, el reclutamiento de un mayor número de unidades motoras que permiten el desarrollo de una enorme cantidad de tensión en un corto periodo de tiempo. Por tanto durante la ejecución de estos saltos contribuye tanto la elasticidad como el *reflejo miotático*. Dicho de otra manera, en ambos ejercicios, a las capacidades o factores ya mencionados: contráctil, reclutamiento-sincronización y elástica, se añade el factor "**CAPACIDAD REFLEJA Y DE REBOTE**". El ejercicio de DROP JUMP (DJ) consiste en un salto vertical consecuente con una rápida flexo-extensión de corta amplitud (**BDJ Bounce drop jump**), después de una caída desde cierta altura. Es decir se busca la máxima altura limitando, en lo posible, la deformación músculo-articular de las articulaciones de la cadena cinética de salto, después de un violento contacto con el suelo. En este ejercicio, el contacto con el suelo, desde nuestro punto de vista ha de ser plantar para buscar que el sector muscular más fuertemente solicitado en la amortiguación sea el cuádriceps. Aquí por tanto, el tiempo de contacto será más largo que en el siguiente ejercicio, como ya veremos, aunque no deberían superarse en mucho los 200 milisegundos En el caso de un Drop Jump con mayor amplitud de recorrido articular más cercana a un CMJ y por tanto, mayor deformación (**CDJ- counter drop jump**) en la altura lograda disminuiría el aporte debido al factor de "rebote" y la coordinación del reflejo miotático con la fase acelerante del salto; por otra parte, puede que se potencie la respuesta elástica de la musculatura puesta en juego (mayor sollicitación del glúteo mayor que en el BDJ. La altura de vuelo que se alcanza con este es superior a la lograda en el CMJ y mas grande es, por tanto, el impulso neto. Resumiendo, es verosímil la hipótesis según la cual la más que apreciable cantidad de energía cinética desarrollada en la caída se transfiere a la musculatura de la cadena cinética de salto, estimulándola en un repentino estiramiento necesario par producir un plus de fuerza por vía elástico-refleja. El test de reactividad consiste en una sucesión de 5-6 saltos verticales seguidos de un rápido y cortísimo movimiento de muelle. En el se busca la máxima altura Relacionando la altura lograda en SJ0 con las SJ50 y SJ100 se obtienen los denominados índices fuerza- velocidad

$$\text{Índice f-V100} = \text{SJ100/SJ0} * 100$$

$$\text{Índice F-V50} = \text{SJ50/SJ0} * 100$$

Por ejemplo, en el mismo caso anterior de saltos de Atletismo, el índice F-V100 después de ciclos de trabajo donde el objetivo fundamental es el desarrollo de la manifestación máxima dinámica su valor debe ser 43 ± 2 mientras que en periodos de competición debe ser 40 ± 2 (y el índice f-v50 debe ser superior a 60). En los últimos años se han sustituido los test de gradiente de manifestación elástico-explosiva que es igual que el anterior pero en lugar de SJs se realizan CMJs con las mismas sobrecargas mencionadas. realizando dicho test a la largo de temporada, vemos la evolución del gradiente y si es necesario,

podemos corregir la estrategia de entrenamiento. Limitando en lo posible la deformidad músculo-articular de la cadena cinética de salto como consecuencia del violento contacto con el suelo después del vuelo precedente. Aquí el apoyo tiene lugar sobre la parte metatarsiana del pie y no sobre toda la planta siendo el tiempo de contacto inferior a 160 milisegundos y, sin duda el sector muscular más fuertemente solicitado es el triceps sural y sus sinérgicos. La menor deformación producida en el test de reactividad ha llevado a muchos técnicos a utilizarlo sobre todo como ejercicio de valoración indirecta del stiffness (rigidez del sistema de impulsión. A diferencia de los que sucede en los test utilizados para valorar otras manifestaciones de la fuerza, tanto el Drop Jump como la Reactividad, el cronometro unido a la plataforma de contactos debe estar preparado para permitir el registro tanto de los tiempos de vuelo, como de los tiempos de contacto; pues la valoración de las capacidades se hará, tanto por la cantidad de fuerza manifestada (en base a la altura de vuelo) como por el tiempo necesario para manifestarla (en base a los tiempos de contacto) Relacionando ambos datos puede calcularse el rendimiento en fuerza reactiva (**Kevin**) la capacidad reactiva R (**Verkoshanky**) y el denominado coeficiente de calidad Q mediante las siguientes formulas:

Rendimiento de Fuerza Reactiva = Hv/Tc

Coficiente de Calidad = Tv/Tc

Capacidad Reactiva (R) = Hv/Hd

Además **Vittori** desde hace más de quince años usa la potencia mecánica

Potencia = $(tv^2 * g^2) / (4 * Tc)$

Donde: P es la potencia en Wat/kg de peso corporal. Tv el tiempo de vuelo en segundos. Tc el tiempo de contacto en segundo G la aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2 de promedio)

Aplicando esta fórmula. Mayor rendimiento se tendrá:

- 1) Para un mismo tiempo de contacto con una mayor altura de vuelo
- 2) Con la disminución del tiempo de contacto, sin variación en la altura de vuelo
- 3) Mejor aún, con un aumento de la altura de vuelo y un disminución del tiempo de contacto.

También y según autores como **Tihany** en relación al DROP JUMP parecen racionales las siguientes observaciones

- 1) En el caso de que los porcentajes de fibras rápidas y lentas involucradas en la fase de impulso son aproximadamente iguales (50%)
 - a. Si con el aumento de la altura de la caída o del drop (Hd), el tiempo de contacto (Tc) permanece lo más corto posible y la altura de salto (Hv) aumenta, la acumulación y recuperación de energía viene realizada por las fibras rápidas
 - b. Si con el aumento de Hd se alarga y Hv permanece casi constante, se recupera energía principalmente de las fibras lentas
- 2) Si el porcentaje de fibra rápidas supera claramente el 50% aumentando Tc disminuye Hv
- 3) Si, por el contrario, el porcentaje de fibras rápidas es claramente inferior al 50%, los Tc se incrementan rápidamente al aumentar Hd, pero Hv aumenta hasta cierto punto

En consecuencia la altura óptima (dependiendo de la composición fibrilar) será aquella en la que las fibras de un determinado tipo sean más eficaces. Si Hd es demasiado grande, pueden no lograrse Hv mayores, en parte como resultado de una inhibición por influencia de los órganos tendinosos de Golgi y por influencias inhibitorias de la inervación que tiene su origen en el sistema nervioso central (experimentalmente puede observarse, las diferentes Hd, que se reduce la señal EMG ya antes del contacto con el suelo, es decir, antes de la aparición de grandes valores de tensión originados por el estiramiento).

6) Saltos durante 15 segundos. Se realizan saltos durante 15 segundos realizando poca amortiguación entre cada salto Valoración de la potencia mecánica, del metabolismo anaeróbico aláctico y láctico, durante la ejecución de saltos continuos del tipo CMJ con una duración de 5 a 60 segundos. **TEST DE SALTOS CONTINUOS CMJ.15", 30", 45", y 60"**. En los protocolos del Dr. Bosco se utiliza el SJ, pero nosotros utilizamos el CMJ. Debido a que consideramos que esta forma es más específica, para poder confeccionar los programas de entrenamiento. La forma de ejecutar el test es igual que el CMJ pero continuada durante 5 a 60 segundos. De 5 a 15 segundos nos permiten conocer la capacidad de producir potencia utilizando el sistema ATP-CP fundamentalmente. Desde los 30 a los 60 segundos además la

resistencia la potencia anaeróbica aláctica y la pérdida de capacidad de producción de energía elástica (resistencia a la fatiga).

7) **El Squat Jump adaptado al tren superior (SJB)**, se realiza desde la posición siguiente: El sujeto se sitúa perpendicularmente al suelo apoyando las manos con los brazos extendidos, las rodillas se sitúan en el borde de un banco de gimnasia sueca de 30 cm de altura perpendicular al Sensor de salto, de forma que la posición de partida de los hombros sea de una flexión de 90°. Desde esta posición se flexionarán los codos hasta un ángulo de 90°, tras permanecer cinco segundos en dicha posición el sujeto realizará una extensión rápida de codos para despegar lo máximo posible del suelo. La ejecución se realizará sin ningún balanceo de tronco o contramovimiento de brazos.

8) **El Counter Movement Jump adaptado al tren superior (CMJB)**, Se realiza desde la posición siguiente: El sujeto se sitúa perpendicularmente al suelo apoyando las manos con los brazos extendidos, las rodillas se sitúan en el borde de un banco de gimnasia sueca de 30 cm de altura perpendicular al Sensor de salto, de forma que la posición de partida de los hombros sea de una flexión de 90°. Desde esta posición se realizará un movimiento rápido de flexo-extensión de los codos, formando durante la bajada un ángulo de 90°, e inmediatamente se despegará del suelo intentando conseguir la mayor altura posible.

VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SALTO: Realizando toda la batería de test de salto se puede confeccionar el PERFIL DE CAPACIDADES o de manifestaciones de la fuerza. Por comparación del perfil de un individuo con el perfil de una especialidad de salto determinada (establecida a partir de un número suficiente de individuos con un rendimiento competitivo similar), sabremos que factores deben privilegiarse en la estrategia de entrenamiento. Así, por ejemplo, para los altos de Atletismo (donde la manifestaciones específica durante la batida es la reflejo-elástico- explosiva y la mayor altura se logra en el Drop Jump) puede establecerse dicho perfil aplicando la siguiente fórmula

$$DJ = (SJc) + (SJ - SJc) + (CMJ - sj) + Abk + CMJ + (DJ + Abk)$$

Afirmando que

SJc= capacidad contráctil

SJ-SJc= Capacidad de Reclutamiento y sincronización

CMJ-SJ= Capacidad elástica

Abk-CMJ= Capacidad de Utilización de Brazos

DJ-Abk= Capacidad Refleja y de Rebote

GRADIENTE DE LAS MANIFESTACIONES EXPLOSIVA Y ELASTICO-EXPLOSIVA Para saber si el efecto que se buscaba con los medios de entrenamiento ha guardado la proporción deseada entre la fuerza y la velocidad de contracción muscular, se utiliza el test de GRADIENTE DE MANIFESTACIÓN EXPLOSIVA. En este test de deben ejecutarse SJ con diferentes sobrecargas

SJo Squat jump con sobrecarga.

SJ25 Squat Jump con sobrecarga de 25% del peso corporal.

SJ50% Squat Jump con sobrecarga del 50% del peso corporal.

SJ75% Squat Jump con sobrecarga del 75% del peso corporal.

SJ100% Squat Jump con sobrecarga del 100% del peso corporal.

GRADIENTE DEL DROP JUMP De la misma manera que en el caso anterior podría constituirse la grafica del gradiente de manifestaciones reflejo-elástico-explosiva o GRADIENTE DE DROP JUMP, mediante drop jumps realizados desde diferentes alturas de caída (cada 15 ó 20 cm.). Este test nos ofrece valiosas informaciones: por ejemplo, para seleccionar la altura de caída óptima puesto que si es excesiva además de no mejorar la manifestación que nos interesa se puede dañar las estructuras articulares más blandas. La altura de caída seleccionada debe ser aquella que ofrece la mejor potencia en la curva de tendencia.