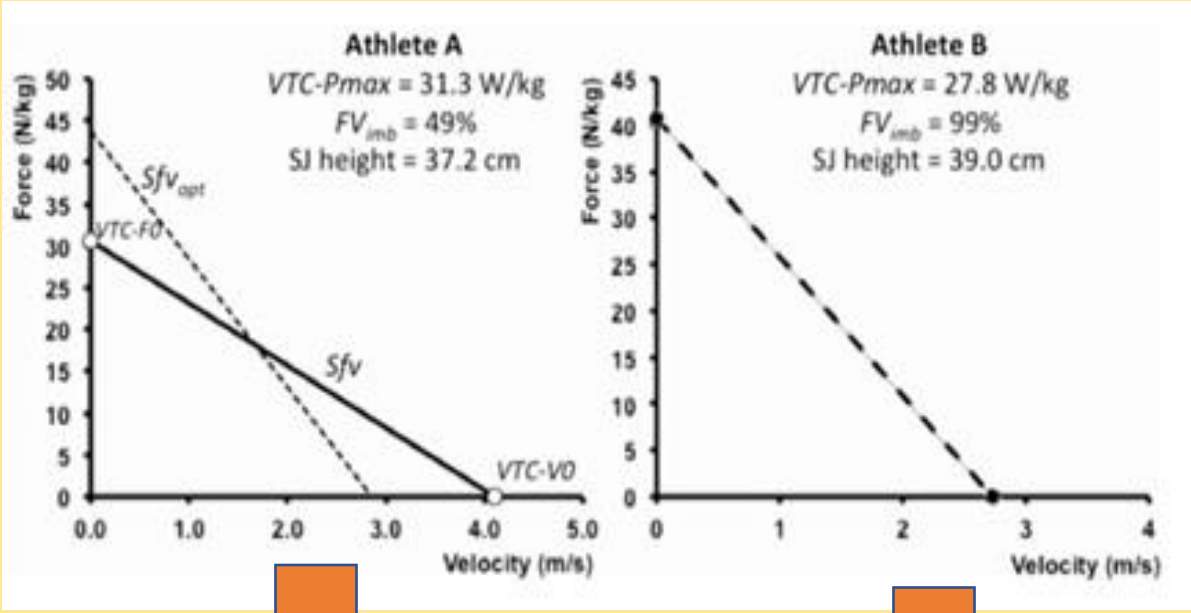
Preparación Física en Deportes de Equipo

Diego Hernán Villarejo García

Profesor asociado UMU
Preparador Físico elPozo Fútbol Sala

dvillarejo@um.es

Entrenamiento de FUERZA en Dep- Equipos



<u>Lunes y miércoles</u>
Sentadilla: 3x4 90%RM (0,50 m/s)
Peso Muerto: 3x6 (85%RM) (0,47 m/s)
Hip Trust: 3x6 (85%RM) (0,52 m/s)

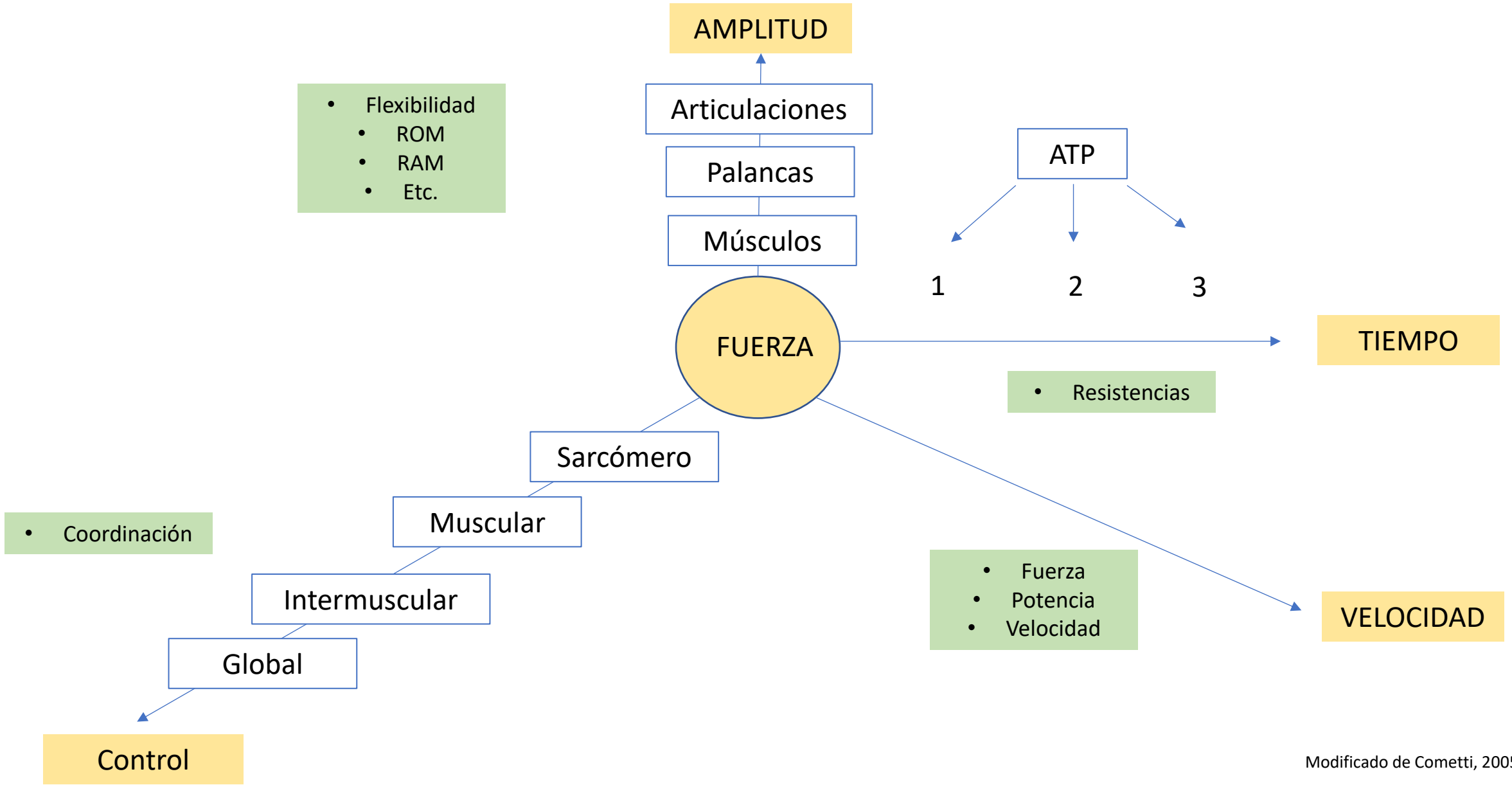
<u>Viernes</u>
Squat Jump: 3x4 20% PC

<u>Lunes y miércoles</u>
Sentadilla: 3x4 90%RM (0,50 m/s)
Squat Jump: 3x4 20% PC
CMJ: 3x6 PC

<u>Viernes</u>
DJ: 3x6 PC

Simplificando al máximo para que tus deportistas puedan entenderlo….

SISTEMA GLOBAL DE ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS



Modificado de Cometti, 2005.

FUERZA

Fuerzas internas

Fuerzas externas

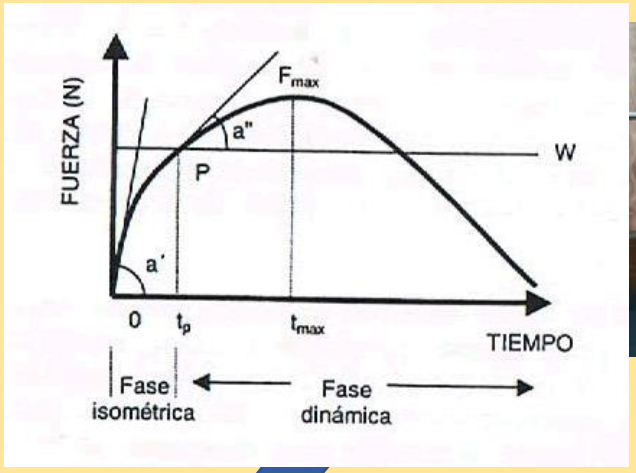
Fuerza útil

IMPORTANTE: No solo entender las fuerzas que generan movimiento. También las fuerzas que estabilizan.

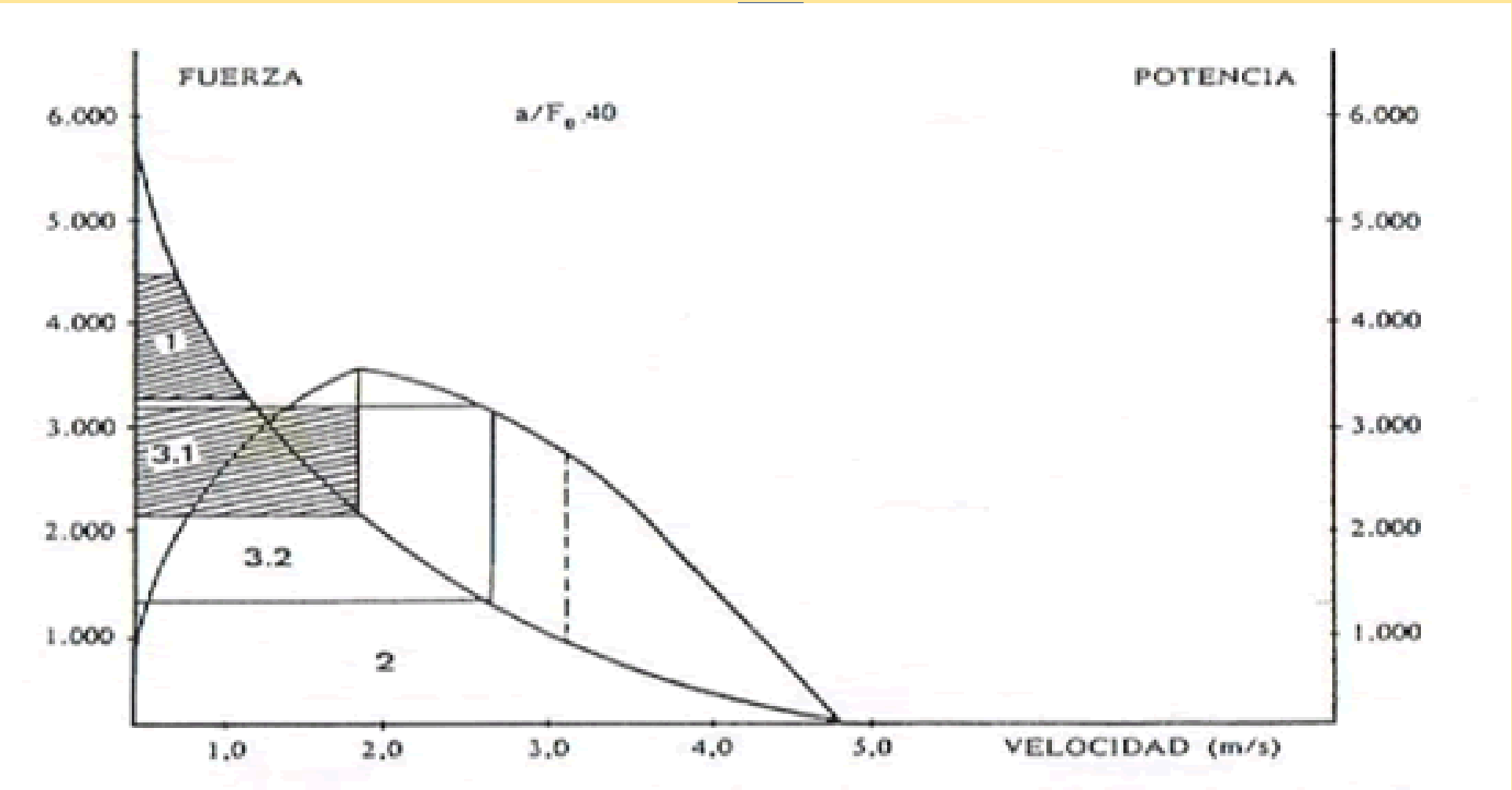
TIPOS DE FUERZA

- Fuerza estática máxima
- Fuerza dinámica máxima
- Fuerza dinámica relativa
- Fuerza útil

Unidad de medida N



VELOCIDAD


FUERZA
POTENCIA
a/F0 .40
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
1
3.1
3.2
2
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
VELOCIDAD (m/s)

~~"Fuerza explosiva"~~

Fuerza aplicada y tiempo necesario para hacerlo

Rate of force development (RFD)

=

Tasa de desarrollo de la fuerza

velocidad de aplicación de la fuerza

N s-1

Saltos

Rendimiento en los deportes (sprint, COD, aceleración, FDMA y FDMR, etc)

Fuerza
Velocidad
Potencia

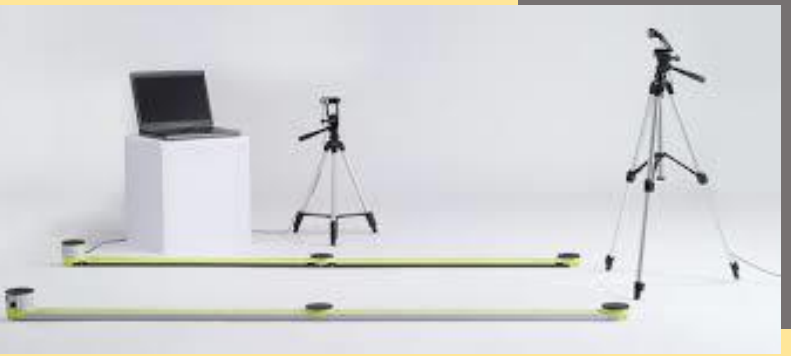
Evaluación del salto

a) velocidad máxima de despegue
b) desplazamiento de un punto
c) cálculo del tiempo de vuelo

Evaluación del salto

Cálculo del tiempo de vuelo

Plataformas de contacto



$$h_{tv} = \frac{1}{2} g \left(\frac{t_v}{2}\right)^2 = \frac{g(t_v)^2}{8}$$

- **Donde tv es el tiempo medido desde que los pies del saltador despegan del suelo hasta que vuelven a estar en contacto con él al acabar el salto, g es la aceleración debida a la gravedad (9.81 m/s)**

La Altura de salto DEPENDE DE:

a) la velocidad de despegue

b) masa del sujeto

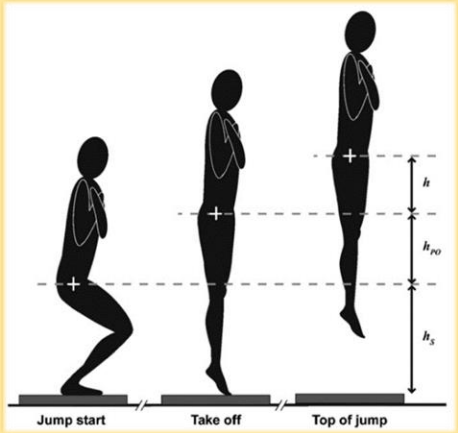
c) impulso vertical

$$(1) \quad \bar{F} = mg\left(\frac{h}{h_{PO}} + 1\right)$$

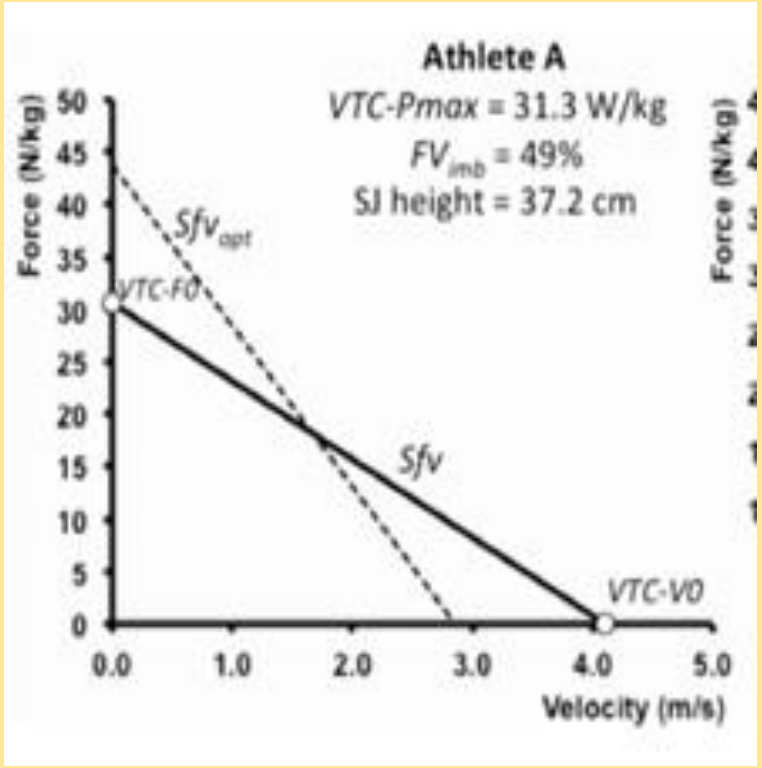
$$(2) \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

$$(3) \quad \bar{P} = mg\left(\frac{h}{h_{PO}} + 1\right)\sqrt{\frac{gh}{2}}$$

Siendo m la masa corporal del sujeto (en kg), g la aceleración gravitatoria (9,81m.s-2), hPO la distancia de empuje vertical, (es decir, el rango de extensión de los miembros inferiores en m) y h la altura de salto (en mts) (Samozino et al., 2008).



Entrenamiento de FUERZA en Dep- Equipos



A pizarra……..

$$Z_{(P_m.h_{PO})} = \left(-(g.\sin\alpha)^6\right)h_{PO} - 18g^3 h_{PO}{}^5 P_m^2 - 54 h_{PO}{}^4 P_m^4 + 6\sqrt{3}\sqrt{2(g.\sin\alpha)^3 h_{PO}{}^9 P_m^6 + 27 h_{PO}{}^8 P_m^8)^{1/3}},$$

Entrenamiento de FUERZA en Dep- Equipos

$$F_{0th} = \sqrt{-4 P_m S_{Fv} op},$$

$$v_{0th} = \frac{F_{0th}}{S_{Fv} op},$$

$$S_{Fv} op = -\frac{(g.\sin\alpha)^2}{3P_m} - \frac{\left(-(g.\sin\alpha)^4\right)h_{PO}{}^4 - 12(g.\sin\alpha)h_{PO}{}^3 P_m^2}{3h_{PO}{}^2 P_m Z_{(P_m.h_{PO})}} + \frac{Z_{(P_m.h_{PO})}}{3h_{PO}{}^2 P_m},$$

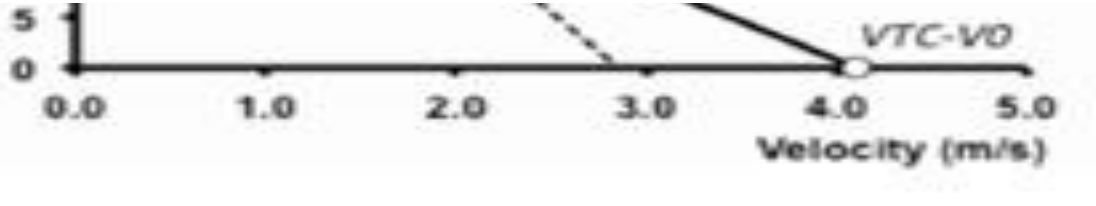
Ecuación 1	$Z_{(P_m.h_{PO})} = \left(-(g.\sin\alpha)^6\right)h_{PO} - 18g^3 h_{PO}{}^5 P_m^2 - 54 h_{PO}{}^4 P_m^4 + 6\sqrt{3}\sqrt{2(g.\sin\alpha)^3 h_{PO}{}^9 P_m^6 + 27 h_{PO}{}^8 P_m^8)^{1/3}},$
Ecuación 2	$S_{Fv} op = -\frac{(g.\sin\alpha)^2}{3P_m} - \frac{\left(-(g.\sin\alpha)^4\right)h_{PO}{}^4 - 12(g.\sin\alpha)h_{PO}{}^3 P_m^2}{3h_{PO}{}^2 P_m Z_{(P_m.h_{PO})}} + \frac{Z_{(P_m.h_{PO})}}{3h_{PO}{}^2 P_m},$
Ecuación 3	$F_{0th} = \sqrt{-4 P_m S_{Fv} op},$
Ecuación 4	$v_{0th} = \frac{F_{0th}}{S_{Fv} op},$

Ecuación 3

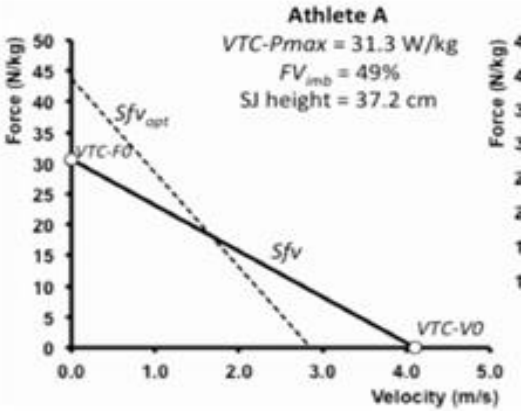
$$(1) \quad \bar{F} = mg\left(\frac{h}{h_{PO}} + 1\right)$$

$$(2) \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

$$(3) \quad \bar{P} = mg\left(\frac{h}{h_{PO}} + 1\right)\sqrt{\frac{gh}{2}}$$



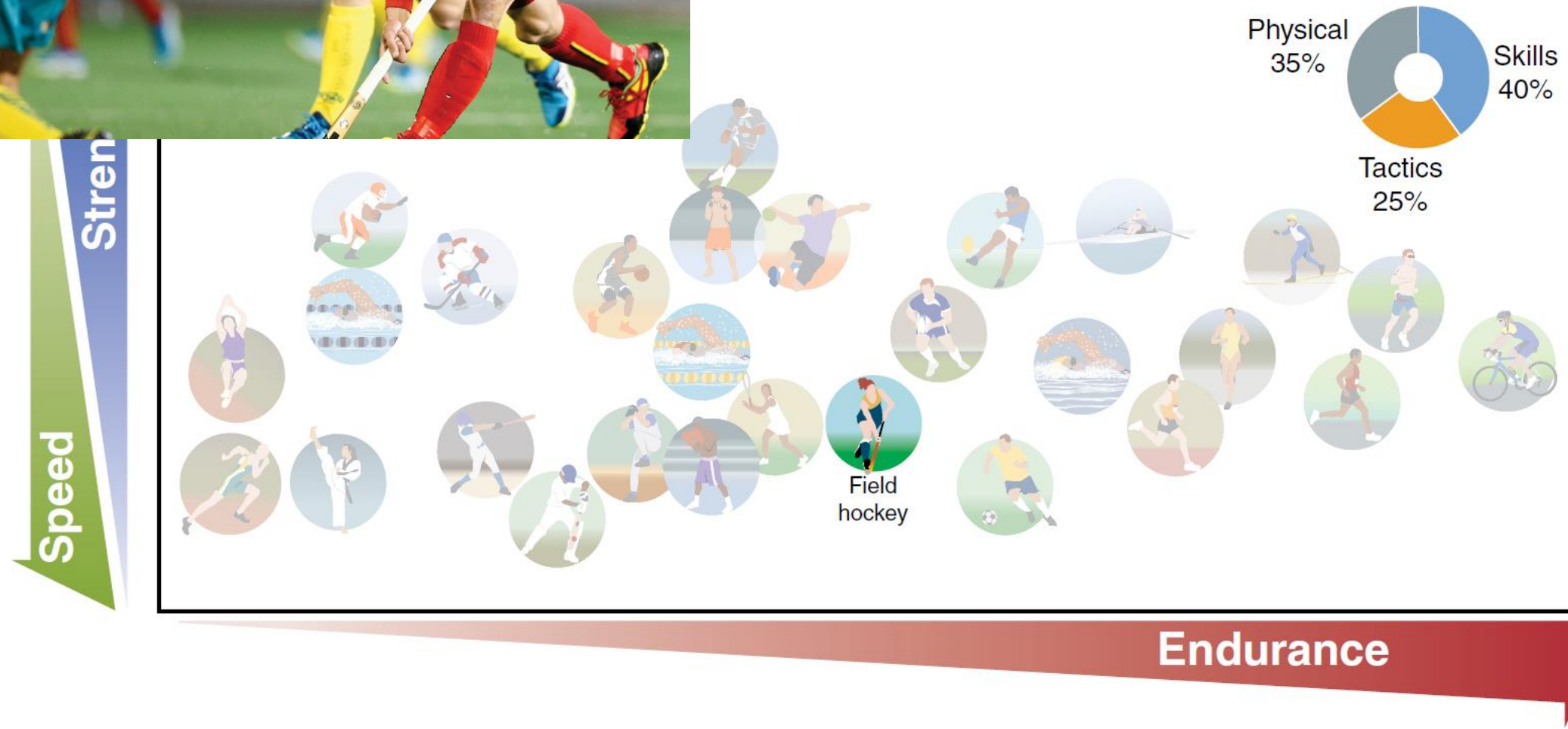
Entrenamiento de FUERZA en Dep- Equipos



Variable del perfil	Definición y cálculo	Interpretación práctica
F0 (N/kg)	Producción de fuerza máxima teórica de los miembros inferiores: Intercepción en eje Y de la relación lineal F-V	Rendimiento máximo de fuerza concéntrica (por unidad de masa corporal) que los miembros inferiores del atleta pueden producir teóricamente durante el empuje balístico. Determinado a partir de todo el espectro F-V, proporciona más información integradora sobre la capacidad de fuerza que, por ejemplo, la carga máxima de 1 repetición-carga concéntrica
V0 (m/s)	Velocidad de extensión máxima teórica de los miembros inferiores. Intercepción en eje X de la relación lineal F-V	Velocidad de extensión máxima de los miembros inferiores del atleta durante el empuje balístico. Determinado a partir de todo el espectro F-V y muy difícil, si no imposible, de alcanzar y medir experimentalmente. También representa la capacidad de producir fuerza a velocidades de extensión muy altas
$P_{máx}$ (W/kg)	Máxima potencia mecánica externa, calculada como $P_{máx} = (F_0 \times V_0) / 4$ o como el vértice de la relación polinomial de segundo grado P-V	Capacidad máxima de potencia del sistema neuromuscular de las extremidades inferiores del atleta (por unidad de masa corporal) en el movimiento de extensión concéntrico y balístico
Sfv	Pendiente de la relación F-V lineal, calculada como $Sfv = -F_0 / V_0$	Índice del equilibrio individual del atleta entre las capacidades de fuerza y velocidad. Cuanto más pronunciada es la pendiente, cuanto más negativo es su valor, más "orientado a la fuerza" el perfil F-V, y viceversa
Sfvopt	Para una determinada distancia de empuje, masa corporal y $P_{máx}$, es el valor único de Sfv que maximiza la altura de salto	El perfil F-V óptimo representa el equilibrio óptimo, para un individuo dado, entre las capacidades de fuerza y velocidad. Para una potencia máxima dada $P_{máx}$, este perfil se asociará, en igualdad de condiciones, con el mayor rendimiento de empuje balístico posible para este individuo. Los programas de entrenamiento deben ser diseñados para incrementar $P_{máx}$ y orientar Sfv hacia Sfv_{opt}
FVIMB (%)	Magnitud de la diferencia relativa entre Sfv y Sfv_{opt} para un individuo dado. Calculado como $[(Sfv / Sfv_{opt}) \times 100]$ y expresado en porcentaje	Magnitud de la diferencia entre los perfiles F-V reales y óptimos. Un valor de 100% significa $Sfv = Sfv_{opt}$, es decir, perfil F-V optimizado. Valores inferiores o superiores al 100% significan un desequilibrio con un déficit de fuerza o de velocidad, respectivamente. Cuanto mayor sea la diferencia con el valor óptimo del 100%, mayor será el desequilibrio de velocidad. Cuanto menor sea la diferencia con el 100% mayor será el desequilibrio de fuerza.

La posición del jugador de balonmano en los tres ejes ilustra la importancia relativa de las tres principales capacidades físicas de importancia para la participación de élite en el balonmano, reconociendo que esto varía entre las posiciones del campo (24) excepto el portero, que es una bestia diferente y no No requieren mucho entrenamiento de intervalos de alta intensidad. Fuera de los componentes críticos psicológicos y de la química del equipo, que son difíciles de cuantificar, el gráfico circular muestra la importancia relativa general de las habilidades, la

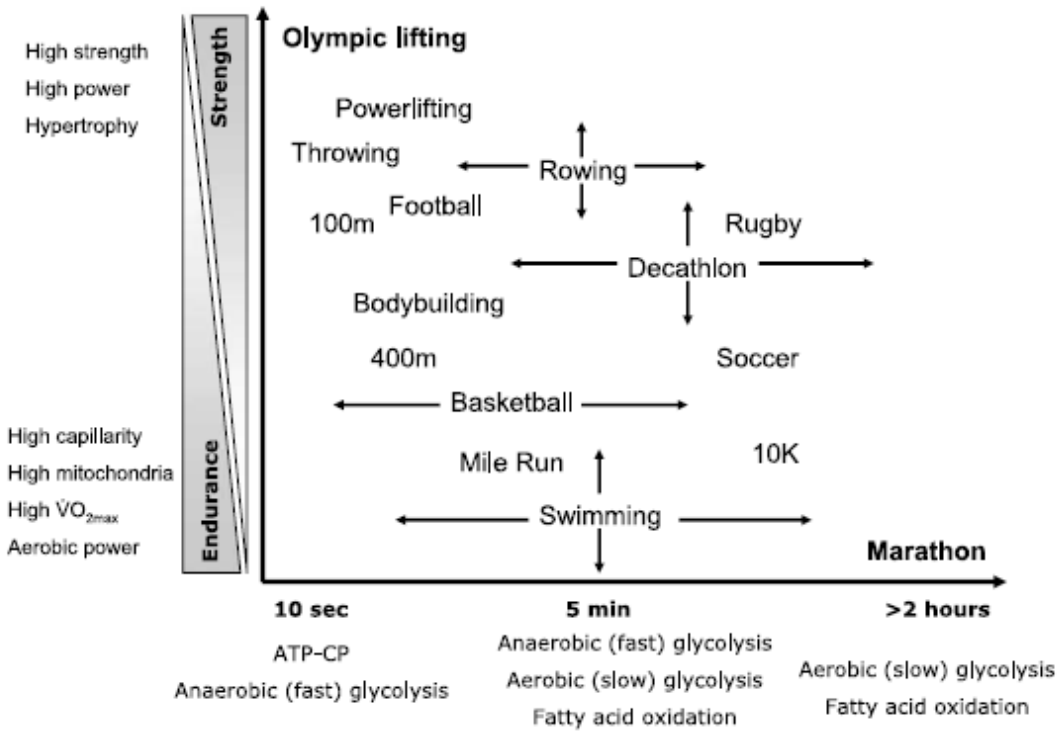
los tres ejes ilustra la importancia relativa de las tres
la participación de élite en el hockey sobre césped,
ciones. Fuera de los aspectos psicológicos críticos y los
ciles de cuantificar, el gráfico circular muestra la
%), la conciencia táctica (25 %) y las capacidades físicas (35



Strength
Speed
Basketball
Physical
33%
Skills
33%
Tactics
33%
Endurance

Strength
Speed
Endurance
Rugby union
Physical
35%
Skills
45%
Tactics
20%

Speed
Strength
Endurance
Soccer
Physical
25%
Skills
45%
Tactics
30%


High strength
High power
Hypertrophy
Strength
Endurance
High capillarity
High mitochondria
High $\dot{V}O_{2max}$
Aerobic power
Olympic lifting
Powerlifting
Throwing
Rowing
100m
Football
Rugby
Decathlon
Bodybuilding
400m
Soccer
Basketball
Mile Run
10K
Swimming
Marathon
10 sec
ATP-CP
Anaerobic (fast) glycolysis
5 min
Anaerobic (fast) glycolysis
Aerobic (slow) glycolysis
Fatty acid oxidation
>2 hours
Aerobic (slow) glycolysis
Fatty acid oxidation

Práctica 1, 2 y 3. Entrenamiento de fuerza en deportes de equipo

COMPETENCIAS

Conocer y comprender el perfil de fuerza – velocidad vertical y horizontal

Aplicar el método de evaluación del perfil de fuerza – velocidad vertical y horizontal

Interpretar el perfil de fuerza – velocidad vertical y horizontal

Optimizar el perfil planificando sesiones de entrenamiento

CONTENIDOS

a) Evaluación del perfil
b) Interpretación del perfil
c) Optimización del perfil

EVALUACIÓN

Asistencia, participación a las clases prácticas.

Llevar a la práctica el documento guía.

LECTURAS PREVIAS

https://www.assessport.com/que-es-perfil-fuerza-velocidad-y-que-implicaciones-tiene-entrenamiento/

https://jbmorin.net/2017/10/01/a-spreadsheet-for-jump-force-velocity-power-profiling/

https://jbmorin.net/2017/12/13/a-spreadsheet-for-sprint-acceleration-force-velocity-power-profiling/

https://pgnstrainingblog.es/?p=2554

OBSERVACIONES

- Es muy importante repasar los conceptos teóricos visto en clases teóricas, lectura previa y asistir con este documento a la práctica previamente leído.

GUÍA DE PRÁCTICA

Perfil fuerza-velocidad vertical

- El entrenamiento de fuerza según la evaluación del perfil de fuerza-velocidad-potencia es método desarrollado por los profesores e investigadores Samozino, Morín y Jiménez Reyes. Es un método científico, preciso, válido, fiable, rápido y de bajo costo para individualizar y optimizar el entrenamiento de fuerza en deportes de equipo.
- Este método tiene 3 etapas: a) Evaluación del perfil, b) Interpretación de resultados; y c) optimización del perfil

a) <u>Evaluación del perfil</u>:

- El perfil puede ser evaluado utilizando diferentes pruebas: 1) SJ con cargas crecientes; 2) cmj con cargas crecientes; 3 c) test de velocidad lineal.
- En esta práctica se evaluará el perfil vertical utilizando la prueba SJ y CMJ con cargas crecientes al ser los más sencillo de los tres anteriores.
- Esta prueba consiste en evaluar al deportista utilizando SJ o CMJ con cargas
- Las cargas del salto pueden ser 0,20,30,40 kg o deportista de nivel bajo 0% | 10% | 20% | 40% | 60% % de PC y deportista de nivel alto 0% | 20% | 40% | 60% | 80%). Hay protocolos que utilizan 2 o 3 cargas, aunque pierde fiabilidad (no recomendable para investigación).
- Paso 1: Pesar y medir al atleta. Las dos mediciones deben ser (Ilustración 1) distancia desde el suelo hasta el trocánter del fémur en posición inicial de salto, con las rodillas a 90º en posición de SJ y b) Longitud de la extremidad inferior

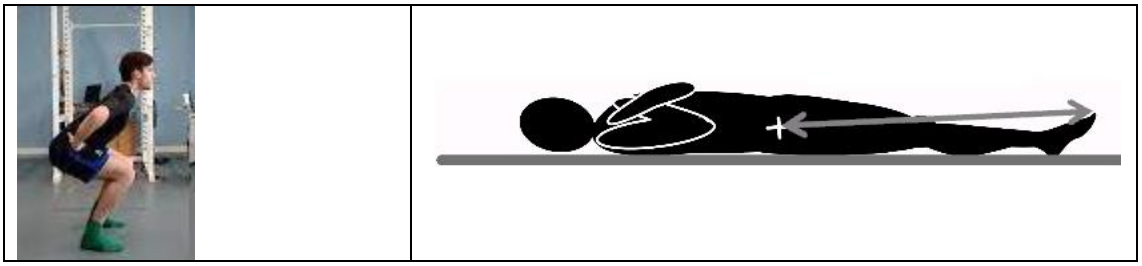


Ilustración 1

- Paso 2: Calentamiento. El objetivo de este calentamiento debe buscar movilidad optima de tobillo, rodilla cadera en plano sagital, movilidad torácica y de hombros. Estabilidad de rodilla y cadera en plano sagital, estabilidad lumbopelvica en los tres planos. Para ello puedo realizar ejercicios de movilidad activa articulación por articulación y de estabilidad con planchas, puentes, Dead Bugs. También puedo buscar el mismo objetivo realizando sentadillas y saltos. Antes de hacer las cargas debo recordar el SJ y no realizar CMJ.
- Paso 3: Realizar saltos: Podemos realizar 2-3 saltos con cada carga. En cargas altas debemos asegurar un tiempo de recuperación adecuado entre saltos (>30”-1´). Debemos controlas la técnica adecua del SJ y CMJ y controlar los 90º de flexión de rodillas del SJ y los 30º del CMJ Ej: https://www.youtube.com/watch?v=wa6-KgTOwkw&t=47s
- Cuando volquemos los datos a la hoja de cálculo debemos controlar que la r2 sea superior a 0,90. La R2 indica el ajuste de la regresión lineal de los saltos. Un r2 inferior puede indicar fatiga, saltos con técnicas diferentes o calentamiento

insuficiente. En caso de r2 inferior a 0,90 podemos repetir el salto (mejor opción para investigación) o eliminarlo (mejor opción para entrenamiento)

- Paso 4: Introducir los datos en la plantilla. En el siguiente link se puede descargar esta plantilla: https://www.researchgate.net/publication/320146284_JUMP_FVP_profile_spreadsheet/link/59d0a3d2aca2721f43671ba1/download

b) <u>Interpretación gráfica:</u>

- La interpretación del perfil es una de las características a destacar de este método. Esta interpretación se realiza por medio del análisis del grafico de la relación fuerza velocidad potencia.
- Antes de profundizar en la interpretación debemos tener en cuenta las variables (Tabla 1) que recoge el perfil f-v. (repasar apuntes de clases teóricas y definiciones al final de este documento. En el siguiente gráfico un resumen de estas variables:

Variable del perfil	Definición
F0 (N/kg)	Producción de fuerza máxima teórica de los miembros inferiores:
V0 (m/s)	Velocidad de extensión máxima teórica de los miembros inferiores.
$P_{máx}$ (W/kg)	Máxima potencia mecánica externa, calculada como ($F_0 \times V_0$) / 4
Sfv	Pendiente de la relación F-V lineal, calculada como Sfv = -F_0 / V_0
Sfvopt	Valor único de Sfv que maximiza la altura de salto
FVIMB (%)	Diferencia relativa entre Sfv y Sfv_{opt} expresada en porcentaje

Tabla 1

- Para la interpretación gráfica del perfil utilizaremos los ejemplos (Ilustración 2) dados en Morin y Samozino (2016).
  Ejemplo 1:

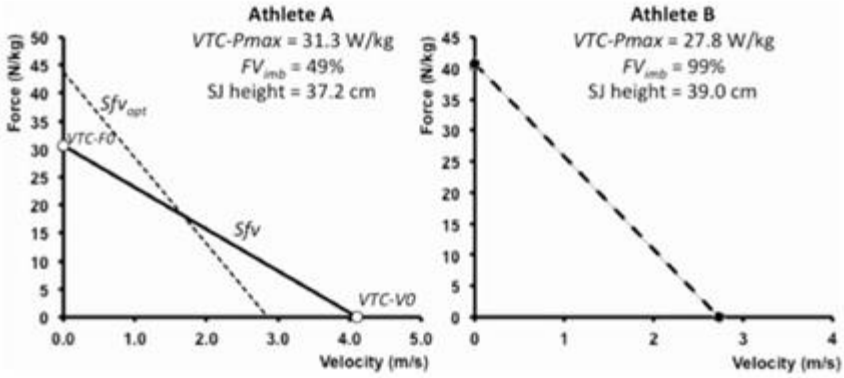


Ilustración 2

- En el Ilustración 2 podemos observar los deportistas A y B. El deportista A tiene una Pmax superior al deportista B (31,3 vs 27,8 W/kg), pero una altura máxima de salto inferior al deportista B (37,2 vs 39 cm). El deportista B, aunque su valor de Pmax es inferior consigue una altura de salto mayor debido a que solo tiene un 1% de FVimb (Sfv y Sfvopt similares) mientras el Deportista A tiene un 59%. Además, el deportista

A tiene un valor del FVimb inferior al 100% (49%), lo cual significa que tendría un alto déficit de fuerza (>51%).

Ejemplo 2:

- En la Ilustración 3 las dos deportistas poseen una Pmax similar, 30,7 vs 31,6 W/kg, sin embargo, el FVimb es diferente, 137 vs 72%. El deportista A tiene un déficit de velocidad del 37%, mientras que el deportista B tiene un déficit de fuerza del 28%.

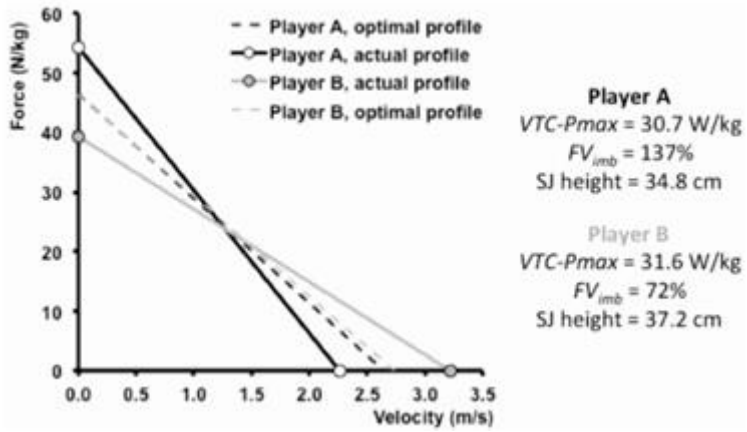


Ilustración 3

- Mediante estos datos podríamos individualizar en entrenamiento de ambos deportistas con el fin de potenciar su rendimiento en el salto. El deportista A debería orientar su entrenamiento en mover pequeñas cargas a gran velocidad, mientras que el deportista B debería orientar su entrenamiento en elevar su fuerza trabajando con altas cargas. A continuación, y según la propuesta de Jiménez-Reyes, Samozino, Brughelli, y Morin, (2017) explicaremos como optimizar el perfil de fuerza velocidad con el entrenamiento de fuerza.

Optimización del perfil fuerza – velocidad:

- Una vez definido si el déficit es de fuerza o velocidad y el porcentaje de este déficit debemos iniciar la prescripción del entrenamiento adaptándola a las necesidades individuales de cada deportista.
- Debemos diferenciar si el déficit de fuerza se produce a 30º o 90º de flexión de rodilla (línea roja o azul) (Ilustración 4)

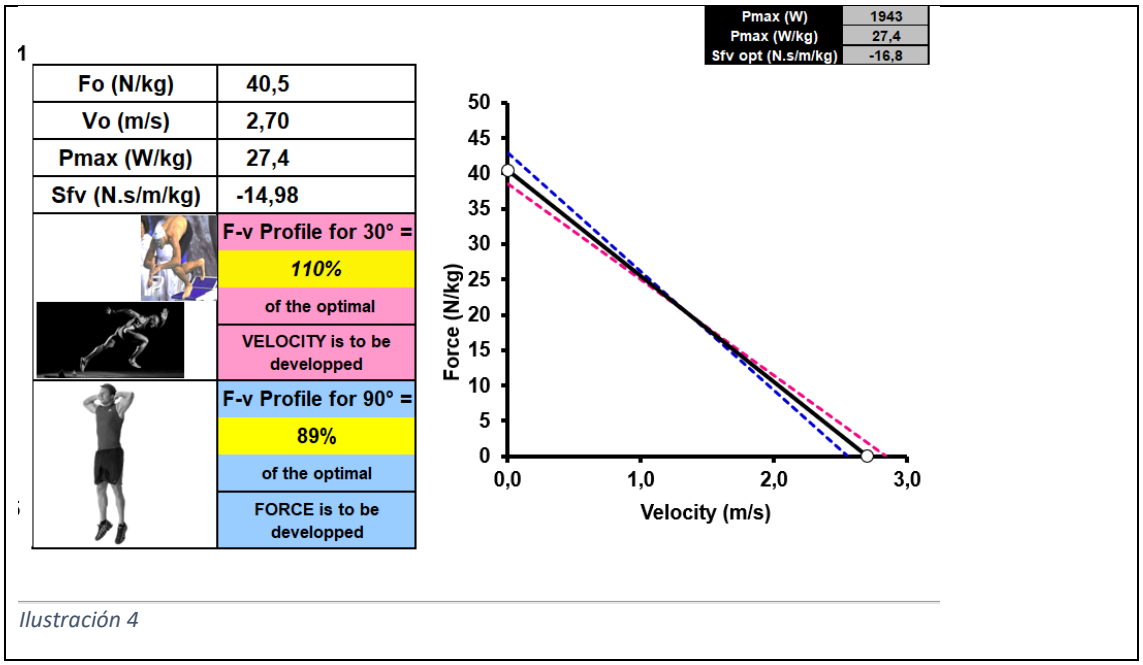


Ilustración 4

- En el caso de un déficit de fuerza, el entrenamiento debe tener como objetivo aumentar la P máx. mientras se reduce la imb de FV, aumentando las capacidades de fuerza (F0) como una prioridad.
- En caso de un déficit de velocidad, el entrenamiento debe tener como objetivo aumentar la P max mejorando las capacidades de velocidad máxima (es decir, la capacidad de producir fuerza a velocidades de contracción muy altas). Debe orientarse hacia esfuerzos de máxima velocidad durante movimientos de alta aceleración con una fase de frenado mínima o nula.
- En caso de un déficit bajo (es decir, el perfil de Fv real cercano al perfil óptimo calculado), el programa de entrenamiento debe apuntar a una combinación equilibrada de fuerza, velocidad y potencia para cambiar toda la relación de Fv hacia la derecha, y para aumentar la P máx. como una prioridad.
- Para la optimización del perfil se procederá en función del déficit detectado: a) seleccionar un método de entrenamiento, b) planificación y distribución de los métodos de los ejercicios, y c) selección de ejercicios y cargas de entrenamiento.
- a) En la Ilustración 5 se puede observar las gráficas de fuerza - velocidad – potencia y los “métodos de entrenamiento” que se deberían utilizar para mejorar los distintos espectros de las curvas de fuerza – velocidad – potencia.

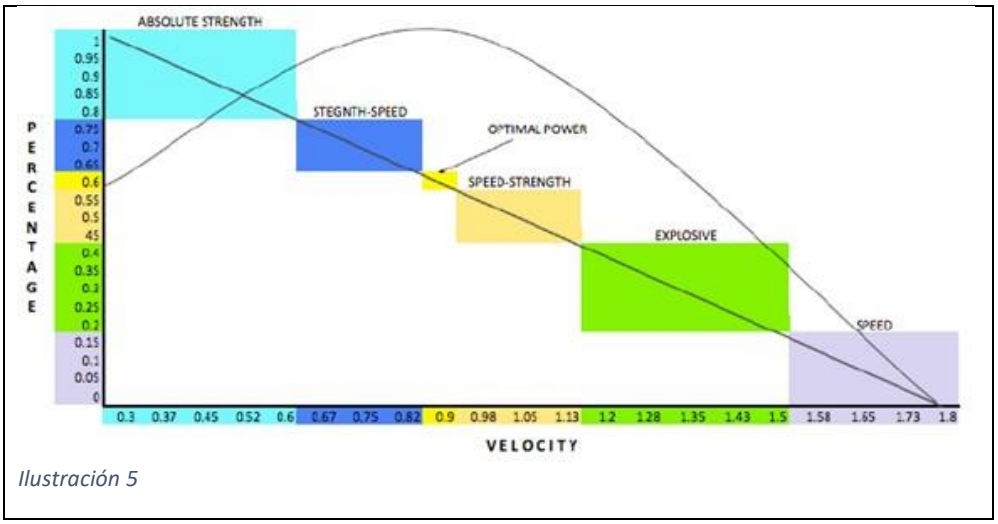


Ilustración 5

- b) En la Tabla 2 podemos observar la planificación y distribución de los métodos de entrenamiento de la fuerza que se pueden emplear según el déficit de fuerza detectado.

FV_{imb} categories	F-v profile in % of optimal thresholds (%)	Training loads ratio*
High force deficit	<60	3 Strength 2 Strength-power 1 Power
Low force deficit	60–90	2 Strength 2 Strength-power 2 Power
Well-balanced	>90–110	1 Strength 1 Strength-power 2 Power 1 Power-speed 1 Speed
Low velocity deficit	>110–140	2 Speed 2 Power-speed 2 Power
High velocity deficit	>140	3 Speed 2 Power-speed 1 Power

*FV_{imb}, F-v imbalance. *Ratio based on six exercises/wk, three sets/exercise and 18 sets/wk.*

Tabla 2

- c) En la Tabla 3 se puede observar la selección de ejercicios y cargas de entrenamiento que se podrían utilizar para optimizar el perfil
- Las intensidades de las cargas están expresadas por % de RM y peso corporal. Desde la asignatura recomendamos utilizar intensidades por velocidades de ejecución.

Loading focus/target	Exercises	Training loads
Strength	Back squat	80–90% 1RM
	Leg press	90–95% 1RM
	Deadlift	90–95% 1RM
Strength-power	Clean pull	80% 1RM
	Deadlift	80% 1RM
	SJ	>70% of BW
	CMJ	>80% of BW
Power	SJ	20–30% of BW
	CMJ	35–45% of BW
	Single leg SJ	BW
	Single leg CMJ	10% of BW
	Clean pull jump	65% 1RM
Power-speed	Depth jumps	
	SJ	BW
	CMJ	10% of BW
	Maximal Vertical Box Jump	
Speed	Maximal Roller Push-off	<BW
	CMJ with arms	BW

RM, repetition maximum; SJ, Squat Jump; BW, body weight; CMJ, Countermovement Jump.

Tabla 3

TEORÍA

- Denominamos fuerza a cualquier causa (acción, esfuerzo o influencia) que puede alterar el estado de movimiento o de reposo de cualquier cuerpo.
- La fuerza es una magnitud física (cantidad o propiedad física) que puede ser medible y asignada un valor.
- La gran importancia que tiene las capacidades de fuerza y velocidad en el rendimiento deportivo está fuera de debate y es aceptado como uno de los grandes objetivos del entrenamiento y preparación física en los deportes de equipo.
- Entendiendo la fuerza como la resultante de las fuerzas internas (capacidad muscular para contraerse) y de las fuerzas externas (resistencia de los cuerpos para modificar su estado de reposo o movimiento).
- Esta interacción de fuerza interna y externa es lo que se llama fuerza aplicada.
- Cuando aplicamos fuerza a una resistencia venciéndola una sola vez. Estaríamos hablando de Fuerza Dinámica Máxima Absoluta (FDMA).
- Cuando aplicamos fuerza a una resistencia venciéndola más de una vez estamos hablando de Fuerza Dinámica Máxima Relativa (FDMR).
- Cuando aplicamos fuerza en el propio gesto de competición estamos hablando de Fuerza Útil.

- La Fuerza Útil es muy difícil de medir por lo tanto debemos recurrir a medir la fuerza aplicada en cualquiera de sus manifestaciones (FDMA o/y FDMR). La medida de fuerza se expresan en Newton (N)
- En esta práctica debemos entender la velocidad en un sentido estrictamente mecánico, como la aplicación de fuerza en un espacio y un tiempo. La unidad de medida serán los metros por segundos (m/s).
- La Potencia es el producto de la Fuerza aplicada y la velocidad (FxV). Su unidad de medida son los watios (w).
- Muchas veces se ha tomado la Potencia como la referencia del estado de forma o producto del entrenamiento. Sin embargo, este valor como resultado único en el entrenamiento de la Fuerza puede dar lugar a equivocaciones.
- Estas equivocaciones pueden estar dadas porque su interpretación puede deberse a que uno de sus dos componentes (fuerzo o velocidad) prevalece sobre el otro.
- La relación fuerza – velocidad - potencia pueden ser entendidas atendiendo a la pendiente la curva Fuerza – Velocidad – Potencia (Ilustración 6).
- En la Ilustración 6 podemos apreciar como los mismos valores de potencia pueden ser producido por una demanda alta de la Fuerza o de velocidad.

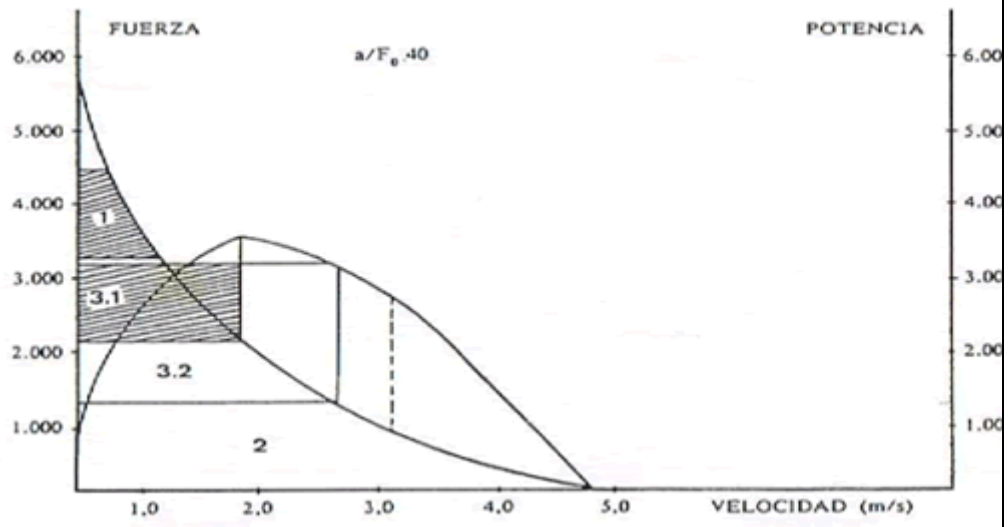


Ilustración 6

- El método desarrollado en la práctica 2 permite analizar la relación y proporciones de fuerza-velocidad en la curva de fuerza – velocidad -potencia.
- Una forma útil de medir la capacidad de aplicar fuerza en la unidad de tiempo (RFD) en las extremidades inferiores son los saltos.
- Los saltos están directamente relacionados con la aptitud neuromuscular y capacidad funcional de la persona.
- La relación entre el rendimiento en salto vertical y otras pruebas atléticas ha sido objeto de muchas investigaciones. Estás han demostrado una fuerte relación entre el rendimiento del salto y el rendimiento en las capacidades de fuerza y velocidad.
- Para realizar un salto se necesita aplicar fuerza al suelo y la altura del salto dependerá que esta sea aplicada a la máxima velocidad posible.

- Esta aplicación de fuerza en el salto puede ser un estimador de la fuerza y velocidad que los deportistas aplican en los gestos deportivos.
- Por lo tanto, uno de los objetivos del entrenamiento es mejorar esta aplicación de fuerza. En este sentido el salto y su evaluación nos podrían indicar el nivel de rendimiento.
- Las pruebas de saltos verticales se han utilizado para evaluar la relación entre fuerza, velocidad y potencia, aplicando cargas externas de forma progresiva, determinadas de forma absoluta o con relación al peso corporal.
- Los instrumentos utilizados para evaluar la altura de salto pueden ser por medio de cálculos de: a) velocidad máxima de despegue: b) desplazamiento de un punto; y c) cálculo del tiempo de vuelo.
- La plataforma de contacto utilizadas para evaluar saltos solo estima de forma directa el tiempo de vuelo. Todas las otras variables se estiman de forma indirecta o doblemente indirecta aplicando fórmulas matemáticas y estadísticas.
- Utilizando la fórmula de la Ecuación 1 se puede estimar la altura de salto utilizando una plataforma de contacto.

• $h_{tv} = \frac{1}{2} g \left(\frac{t_v}{2}\right)^2 = \frac{g(t_v)^2}{8}$	• *Donde tv es el tiempo medido desde que los pies del saltador despegan del suelo hasta que vuelven a estar en contacto con él al acabar el salto, g es la aceleración debida a la gravedad (9.81 m/s)*

Ecuación 1

- La altura del salto está influenciada por. a) la velocidad de despegue, b) masa del sujeto y e) impulso vertical.
- El impulso vertical está determinado por el rango de extensión de las extremidades inferiores (hpo) (Ilustración 7). Este hpo no es otra cosa que el ROM donde es aplicada la fuerza y la velocidad.

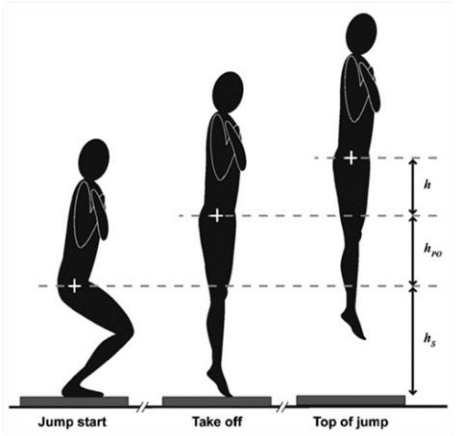


Ilustración 7

- La fuerza media, la velocidad media y la potencia media puede estimarse de forma doblemente indirecta utilizando las ecuaciones de regresión de Samozino et al. (2008) (Ecuación 2).

(1) $\bar{F} = mg\left(\frac{h}{h_{PO}} + 1\right)$ (2) $\bar{v} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$ (3) $\bar{P} = mg\left(\frac{h}{h_{PO}} + 1\right)\sqrt{\frac{gh}{2}}$	*Siendo m la masa corporal del sujeto más la sobrecarga externa (en kg), g la aceleración gravitatoria (9,81m.s-2), hPO la distancia de empuje vertical, es decir, el rango de extensión de los miembros inferiores desde la posición inicial hasta el despegue (en m) y h la altura de salto (en m) (Samozino et al., 2008).*

Ecuación 2

- Las fórmulas desarrolladas por Samozino, Morín y Jiménez Reyes permiten relacionar la producción de fuerza y la velocidad de despegue teóricas (V0 y F0) con las fuerzas y velocidades optimas (F_{opt} y V_{opt}).
- Estas relaciones se establecen comparando un perfil de equilibrio teórico (S_{fv}) y un perfil de equilibrio optimo (S_{fvop}) entre las capacidades de fuerza y velocidad.
- Estas relaciones se calculan también aplicando ecuaciones desarrolladas por estos autores para tales casos.
- A partir de una regresión lineal de la F media y la V media se pueden calcular la F0 y V0.
- La F0 y V0 corresponden a las capacidades máximas de fuerza y velocidad (Samozino et al. 2008).
- La potencia máxima se calcula (Pmáx) = (F0 × V0) / 4. (Samozino et al. 2008).
- Para el cálculo del perfil óptimo (S_{fvop}) (ecuación 1 y 2) y los valores máximos de fuerza óptimos (F_{0th}) (ecuación 3) y velocidad óptimos (V_{0th}) (ecuación 4) se utilizan los cálculos de la Ecuación 3 (Samozino et al. 2008).

Ecuación 1	$Z_{(P_m.h_{PO})} = \left(-(g.\sin\alpha)^6\right)h_{PO} - 18g^3h_{PO}{}^5P_m^2 - 54h_{PO}{}^4P_m^4 + 6\sqrt{3}\sqrt{2(g.\sin\alpha)^3 h_{PO}{}^9P_m^6 + 27h_{PO}{}^8P_m^8)^{1/3}}$,
Ecuación 2	$S_{Fv}op = -\frac{(g.\sin\alpha)^2}{3P_m} - \frac{\left(-(g.\sin\alpha)^4\right)h_{PO}{}^4 - 12(g.\sin\alpha)h_{PO}{}^3P_m^2}{3h_{PO}{}^2P_mZ_{(P_m.h_{PO})}} + \frac{Z_{(P_m.h_{PO})}}{3h_{PO}{}^2P_m}$,
Ecuación 3	$F_{0th} = \sqrt{-4P_mS_{Fv}op}$,
Ecuación 4	$v_{0th} = \frac{F_{0th}}{S_{Fv}op}$,

Ecuación 3

- La diferencia entre los perfiles F-V reales y óptimos es lo que se conoce como desequilibrios.
- Estos desequilibrios pueden calcularse con la fórmula: [(Sfv / Sfvopt) × 100]. Son expresados en porcentajes.

- Un valor de 100% significa Sfv = Sfvopt, es decir, perfil F-V optimizado. Valores inferiores o superiores al 100% significan un desequilibrio con un déficit de fuerza o de velocidad, respectivamente. Cuanto mayor sea la diferencia con el valor óptimo del 100%, mayor será el desequilibrio.

- En la Tabla 4 están las variables principales del perfil fuerza-velocidad en el salto vertical.

Variable del perfil	Definición y cálculo	Interpretación práctica
F0 (N/kg)	Producción de fuerza máxima teórica de los miembros inferiores: Intercepción en eje Y de la relación lineal F-V	Rendimiento máximo de fuerza concéntrica (por unidad de masa corporal) que los miembros inferiores del atleta pueden producir teóricamente durante el empuje balístico. Determinado a partir de todo el espectro F-V, proporciona más información integradora sobre la capacidad de fuerza que, por ejemplo, la carga máxima de 1 repetición-carga concéntrica
V0 (m/s)	Velocidad de extensión máxima teórica de los miembros inferiores. Intercepción en eje X de la relación lineal F-V	Velocidad de extensión máxima de los miembros inferiores del atleta durante el empuje balístico. Determinado a partir de todo el espectro F-V y muy difícil, si no imposible, de alcanzar y medir experimentalmente. También representa la capacidad de producir fuerza a velocidades de extensión muy altas
$P_{máx}$ (W/kg)	Máxima potencia mecánica externa, calculada como $P_{máx} = (F_0 \times V_0) / 4$ o como el vértice de la relación polinomial de segundo grado P-V	Capacidad máxima de potencia del sistema neuromuscular de las extremidades inferiores del atleta (por unidad de masa corporal) en el movimiento de extensión concéntrico y balístico
Sfv	Pendiente de la relación F-V lineal, calculada como $Sfv = -F_0 / V_0$	Índice del equilibrio individual del atleta entre las capacidades de fuerza y velocidad. Cuanto más pronunciada es la pendiente, cuanto más negativo es su valor, más "orientado a la fuerza" el perfil F-V, y viceversa
Sfvopt	Para una determinada distancia de empuje, masa corporal y $P_{máx}$, es el valor único de Sfv que maximiza la altura de salto	El perfil F-V óptimo representa el equilibrio óptimo, para un individuo dado, entre las capacidades de fuerza y velocidad. Para una potencia máxima dada $P_{máx}$, este perfil se asociará, en igualdad de condiciones, con el mayor rendimiento de empuje balístico posible para este individuo. Los programas de entrenamiento deben ser diseñados para incrementar $P_{máx}$ y orientar Sfv hacia Sfv_{opt}
FVIMB (%)	Magnitud de la diferencia relativa entre Sfv y Sfv_{opt} para un individuo dado. Calculado como $[(Sfv / Sfv_{opt}) \times 100]$ y expresado en porcentaje	Magnitud de la diferencia entre los perfiles F-V reales y óptimos. Un valor de 100% significa Sfv = Sfv_{opt}, es decir, perfil F-V optimizado. Valores inferiores o superiores al 100% significan un desequilibrio con un déficit de fuerza o de velocidad, respectivamente. Cuanto mayor sea la diferencia con el valor óptimo del 100%, mayor será el desequilibrio de velocidad. Cuanto menor sea la diferencia con el 100% mayor será el desequilibrio de fuerza.

Tabla 4

Perfil fuerza-velocidad horizontal

Teoría

- El rendimiento en un sprint depende de diferentes factores. Estos podrían agruparse en factores fisiológicos y mecánicos.
- Entre los factores mecánicos más estudiados están los factores técnicos (hablaremos en la práctica de COD) y factores condicionales: Aplicación de fuerza o fuerza útil.

- La aplicación de fuerza útil depende de las fuerzas que apliquemos al suelo (GRF o fuerzas reactivas)
- Estas GF tienen un vector vertical y horizontal.
- La aceleración de la masa corporal y la velocidad alcanzada en un sprint depende de la relación entre la fuerza aplicada vertical y horizontal. Ver ilistración siguiente:

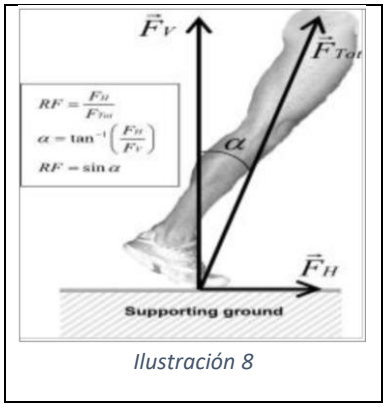


Ilustración 8

- También la fuerza útil en el sprint depende del ratio de aplicación de fuerza (RFD). Esto es la fuerza por el tiempo de aplicación.
- Por otro lado, se pueden determinar tres fases del sprint: 1) aceleración, 2) máxima velocidad y 3) pérdida de velocidad.
- En un primer momento de la fase de aceleración (ej. 2-3 primeros pasos o 1-2 mts iniciales) los tiempos de contacto con el suelo son mayores (RFD=aplicación de fuerza alta y tiempo de aplicación alto) y las fuerzas horizontales mayores (aproximadamente el doble que las fuerzas verticales)
- En un segundo momento de la fase de aceleración (a partir del 4-5 paso o de los 2-3 mts) los tiempos de contactos empiezan a disminuir (RFD=disminuye la aplicación de fuerza y el tiempo de aplicación) y la fuerza horizontal empiezan a disminuir, aumentando las fuerzas verticales.
- En la fase de velocidad máxima (20-40 mts aproximadamente en atletas de mediano rendimiento) la fuerza aplicada es menor, los tiempos de contactos son menores, y las fuerzas verticales mayores.
- Estos datos observados nos permiten concluir que: a) en la fase de aceleración es relevante poder aplicar más fuerza y en sentido horizontal; b) en la fase de velocidad máxima es relevante poder aplicar fuerza en menos tiempo y en sentido vertical.
- En un sprint, en los primeros apoyos donde la velocidad es baja, la capacidad para aplicar fuerza horizontalmente es alta, pero a medida que se progresa en la aceleración y nos aproximamos a conseguir nuestra velocidad máxima, la capacidad para aplicar fuerza horizontalmente disminuye
- La evaluación del perfil de fuerza-velocidad en el sprint nos permite de forma cuantitativa y cualitativa, saber el componente horizontal de la fuerza aplicada contra el suelo en función del incremento de velocidad generado en consecuencia en una aceleración.
- En definitiva, nos permite entender cuanta fuerza vamos perdiendo a medida que aumenta la velocidad. A medida que vamos perdiendo fuerza también perderemos velocidad final (recordar ejemplo de dos deportistas que en un sprint de 50 mts tienen el mismo tiempo pero lo recorren de diferente manera)

- Saber en que medida perdemos fuerza a medida que avanzamos en un sprint nos va a permitir determinar si necesitamos un entrenamiento de fuerza basado en la “fuerza” o en la “velocidad”.
- Dicho de otro modo, nos va a permitr saber si es mejor hacer ejercicios de fuerza con cargas altas o bajas o/y tomar decisiones de que tipo de ejercicios utilizar (pliométricos, sentadilla, peso muerto, arrastre, hip trust)

Evaluación del perfil

- Para saber esto solo debemos tomar un test de velocidad, medir los tiempos 6 tiempos (o 4 tiempos) en los 5m, 10m, 15m, 20m, 25m y 30m (aunque también se pueden tomar los tiempos sin el registro en los 15m y 25 mts y en algunos coaso si no disponemos de medios lo debemos hacer con tres tiempos) y aplicar una ecuación de regresión.
- Los autores Samozino, et. al., 2015, lo describen en su artículo y JB Morin nos permite descargar su hoja de Excel para no tener que hacer ningún cálculo: https://jbmorin.net/2017/12/13/a-spreadsheet-for-sprint-acceleration-force-velocity-power-profiling/

Interpretación:

- Esta hoja de cálculo no describe las variables: F0 (N/Kg), V0 (m/s), PMax (W/Kg), FV Slope, RFMax (%), Drf (%), VOpt (m/s) y Max Spd (m/s) (ver siguiente ilustración)
- F0 (N/kg): Corresponde a la intersección de la función lineal con el eje vertical (Y), nos da información sobre la capacidad de aplicar fuerza horizontal a velocidades bajas, es decir, durante los primeros apoyos de la aceleración.
- V0 (m/s): Corresponde a la intersección de la función lineal con el eje horizontal (X), nos de información sobre la capacidad de aplicar fuerza horizontal a velocidades altas, es decir, durante los últimos apoyos de la aceleración, cuándo se está cerca de conseguir la velocidad máxima.
- PMax (W/Kg): Potencia máxima conseguida durante la aceleración a partir de la relación óptima entre la fuerza horizontal y la velocidad.
- Vopt (m/s): Asociada a la variable anterior, velocidad a la que se consigue el pico de potencia en la aceleración.
- RF max (%): Conociendo el componente de fuerza horizontal (estimada), y el componente de fuerza vertical (gravedad), mediante la suma vectorial es posible estimar la fuerza total aplicada. Ésta variable, el % de Ratio de Fuerzas Máximo, nos da información sobre cual es el máximo % de fuerza horizontal que se aplica respecto a la fuerza total.
- Drf (%): Asociada a la variable anterior, la disminución del ratio de fuerzas, nos da información sobre como disminuye la relación entre la fuerza horizontal y la total (RF) durante la aceleración.

Ejemplo de las variables

F0 (N/kg)	V0 (m/s)	Pmax (W/kg)	FV Slope
7,31	7,84	14,33	-0,9
RF max (%)	Drf (%)	Vopt (m/s)	Max Speed (m/s)
42%	-8,79%	3,92	7,51

Ilustración 9

- En la siguiente ilustración se muestran valores normativos de diferentes muestras (deportistas ocasionales a deportistas profesionales)

F0 (N/kg)	V0 (m/s)	Pmax (W/kg)
3 a 12	5 a 12	6 a 30
RF max (%)	Drf (%)	Vopt (m/s)
20 a 60	-10 a -4	3,92 a 4,5

Ilustración 10

- A diferencia del perfil de f-v vertical, el perfil f-v horizontal realiza un perfil del atleta pero NO estima un perfil optimo.
- No obstante, estos datos nos permiten valorar el estado de forma y orientar el trabajo de fuerza para mejorar el sprint.
- La principal función del perfil de fuerza-velocidad en el sprint, es analizar por partes una aceleración para identificar «puntos débiles y puntos fuertes». Es decir, aportar información cualitativa sobre el proceso de aceleración. De esta manera, como ejemplifican J-B. Morin y P. Samozino en la Fig8, es posible que dos atletas que consigan exactamente el mismo resultado en un test de 20m, tengan perfiles muy diferentes, consiguiendo uno aplicar mucha fuerza horizontal en los primeros metros (a velocidades bajas) pero perdiendo esa capacidad a medida que incrementa su velocidad (ver ejemplo ilustración siguiente)

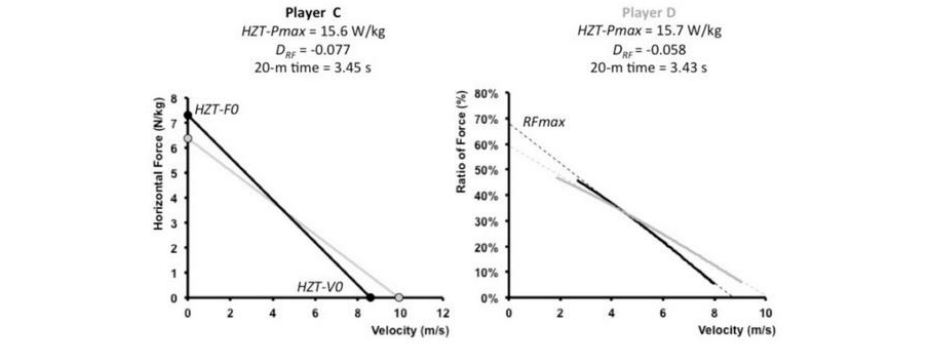


Figure 3 — Horizontal force–velocity profiles of 2 elite rugby union players (body mass for C, 108.8 kg, and D, 86.1 kg) obtained from maximal 30-m sprints. Both players reached their maximal running speed before the 30-m mark. Abbreviations: *HZT-Pmax,* maximal mechanical power output in the horizontal direction; D_{RF}, rate of decrease in ratio of force with increasing speed during sprint acceleration; *HZT-F0,* maximal horizontal force production; *HZT-V0,* maximal running velocity.

Ilustración 11

- Un atleta con un perfil orientado a la fuerza (F0 alta, V0 baja, Vopt baja, RFmax alto y Drf alto) por ejemplo, se beneficiará más de orientar su trabajo hacia cargas más bajas, que le permitan desarrollar velocidades más altas y trabajar la aplicación horizontal de la fuerza en ésta zona; sin embargo, un atleta con un perfil más orientado a la velocidad (F0 baja, V0 alta, Vopt alta, RFmax bajo y Drf bajo), probablemente se beneficiará más de orientar su trabajo hacia cargas más altas, que le permitan aplicar mucha fuerza en el componente horizontal, pese a moverse a velocidades bajas.

Optimización

- Una vez evaluados los atletas y analizados los datos por el entrenador (media, mediana, tabla de frecuencia, box plot, gráfica de gauss, est) toca entrenar.
- Para mejorar el perfil de f-v horizontal nos vamos a centrar en el método de sprint resistidos, asistidos o lanzados, aunque existe otros métodos eficaces (ej. pliometría)
- Los sprint resistidos pueden hacerse contra gomas, cuestas, trineos, compañeros, paracaídas.
- Existen diferentes métodos a la hora de seleccionar la carga: porcentaje del peso corporal, carga absoluta o pérdida de velocidad del deportista.
- Para calcular la pérdida de velocidad puedo utilizar el mismo sistema de evaluación del perfil f-v horizontal. Es decir, después de evaluar el perfil puedo evaluar a los deportistas con: 1x30m resistidos con el 25% del peso corporal, 1x30m resistidos con el 50% del peso corporal y 1x30m resistidos con el 75% del peso corporal.
- Los sprint asistidos pueden hacerse a remolques, asistencia de compañeros, sprint en pendientes.
- En caso de entrenar en cuestas hacia abajo no se recomienda que estas cuestas tengan una pendiente >4%. En caso de sprint a remolque la velocidad por encima de la velocidad máxima en sprint no debería ser <10%.

Práctica 4, 5 y 6. Entrenamiento de la fuerza. Perfil Vertical y horizontal.

COMPETENCIAS

Conocer y comprender el perfil de fuerza – velocidad vertical y horizontal

Aplicar el método de evaluación del perfil de fuerza – velocidad vertical y horizontal

Interpretar el perfil de fuerza – velocidad vertical y horizontal

Optimizar el perfil planificando sesiones de entrenamiento

CONTENIDOS

a) Evaluación del perfil
b) Interpretación del perfil
c) Optimización del perfil

EVALUACIÓN

Asistencia, participación a las clases prácticas.

Llevar a la práctica el documento guía.

LECTURAS PREVIAS

https://www.assessport.com/que-es-perfil-fuerza-velocidad-y-que-implicaciones-tiene-entrenamiento/

https://jbmorin.net/2017/10/01/a-spreadsheet-for-jump-force-velocity-power-profiling/

https://jbmorin.net/2017/12/13/a-spreadsheet-for-sprint-acceleration-force-velocity-power-profiling/

https://pgnstrainingblog.es/?p=2554

OBSERVACIONES

- Es muy importante repasar los conceptos teóricos visto en clases teóricas, lectura previa y asistir con este documento a la práctica previamente leído.

GUÍA DE PRÁCTICA

Perfil fuerza-velocidad vertical

- El entrenamiento de fuerza según la evaluación del perfil de fuerza-velocidad-potencia es método desarrollado por los profesores e investigadores Samozino, Morín y Jiménez Reyes. Es un método científico, preciso, válido, fiable, rápido y de bajo costo para individualizar y optimizar el entrenamiento de fuerza en deportes de equipo.
- Este método tiene 3 etapas: a) Evaluación del perfil, b) Interpretación de resultados; y c) optimización del perfil

a) <u>Evaluación del perfil</u>:

- El perfil puede ser evaluado utilizando diferentes pruebas: 1) SJ con cargas crecientes; 2) cmj con cargas crecientes; 3 c) test de velocidad lineal.
- En esta práctica se evaluará el perfil vertical utilizando la prueba SJ y CMJ con cargas crecientes al ser los más sencillo de los tres anteriores.
- Esta prueba consiste en evaluar al deportista utilizando SJ o CMJ con cargas
- Las cargas del salto pueden ser 0,20,30,40 kg o deportista de nivel bajo 0% | 10% | 20% | 40% | 60% % de PC y deportista de nivel alto 0% | 20% | 40% | 60% | 80%). Hay protocolos que utilizan 2 o 3 cargas, aunque pierde fiabilidad (no recomendable para investigación).
- Paso 1: Pesar y medir al atleta. Las dos mediciones deben ser (Ilustración 1) distancia desde el suelo hasta el trocánter del fémur en posición inicial de salto, con las rodillas a 90º en posición de SJ y b) Longitud de la extremidad inferior

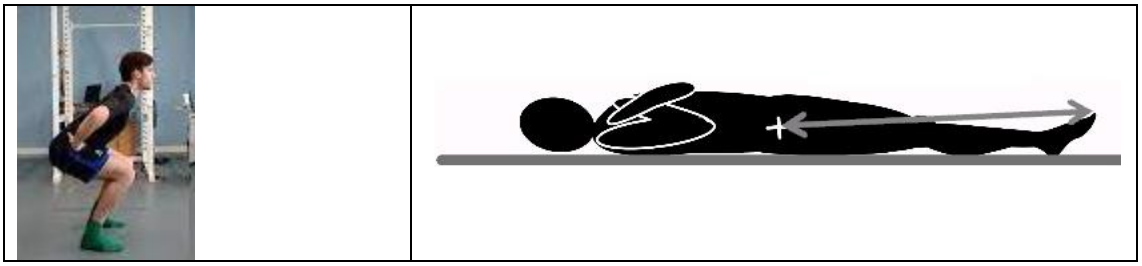


Ilustración 1

- Paso 2: Calentamiento. El objetivo de este calentamiento debe buscar movilidad optima de tobillo, rodilla cadera en plano sagital, movilidad torácica y de hombros. Estabilidad de rodilla y cadera en plano sagital, estabilidad lumbopelvica en los tres planos. Para ello puedo realizar ejercicios de movilidad activa articulación por articulación y de estabilidad con planchas, puentes, Dead Bugs. También puedo buscar el mismo objetivo realizando sentadillas y saltos. Antes de hacer las cargas debo recordar el SJ y no realizar CMJ.
- Paso 3: Realizar saltos: Podemos realizar 2-3 saltos con cada carga. En cargas altas debemos asegurar un tiempo de recuperación adecuado entre saltos (>30”-1´). Debemos controlas la técnica adecua del SJ y CMJ y controlar los 90º de flexión de rodillas del SJ y los 30º del CMJ Ej: https://www.youtube.com/watch?v=wa6-KgTOwkw&t=47s
- Cuando volquemos los datos a la hoja de cálculo debemos controlar que la r2 sea superior a 0,90. La R2 indica el ajuste de la regresión lineal de los saltos. Un r2 inferior puede indicar fatiga, saltos con técnicas diferentes o calentamiento

insuficiente. En caso de r2 inferior a 0,90 podemos repetir el salto (mejor opción para investigación) o eliminarlo (mejor opción para entrenamiento)

- Paso 4: Introducir los datos en la plantilla. En el siguiente link se puede descargar esta plantilla: https://www.researchgate.net/publication/320146284_JUMP_FVP_profile_spreadsheet/link/59d0a3d2aca2721f43671ba1/download

b) <u>Interpretación gráfica:</u>

- La interpretación del perfil es una de las características a destacar de este método. Esta interpretación se realiza por medio del análisis del grafico de la relación fuerza velocidad potencia.
- Antes de profundizar en la interpretación debemos tener en cuenta las variables (Tabla 1) que recoge el perfil f-v. (repasar apuntes de clases teóricas y definiciones al final de este documento. En el siguiente gráfico un resumen de estas variables:

Variable del perfil	Definición
F0 (N/kg)	Producción de fuerza máxima teórica de los miembros inferiores:
V0 (m/s)	Velocidad de extensión máxima teórica de los miembros inferiores.
$P_{máx}$ (W/kg)	Máxima potencia mecánica externa, calculada como ($F_0 \times V_0$) / 4
Sfv	Pendiente de la relación F-V lineal, calculada como Sfv = -F_0 / V_0
Sfvopt	Valor único de Sfv que maximiza la altura de salto
FVIMB (%)	Diferencia relativa entre Sfv y Sfv_{opt} expresada en porcentaje

Tabla 1

- Para la interpretación gráfica del perfil utilizaremos los ejemplos (Ilustración 2) dados en Morin y Samozino (2016).
  Ejemplo 1:

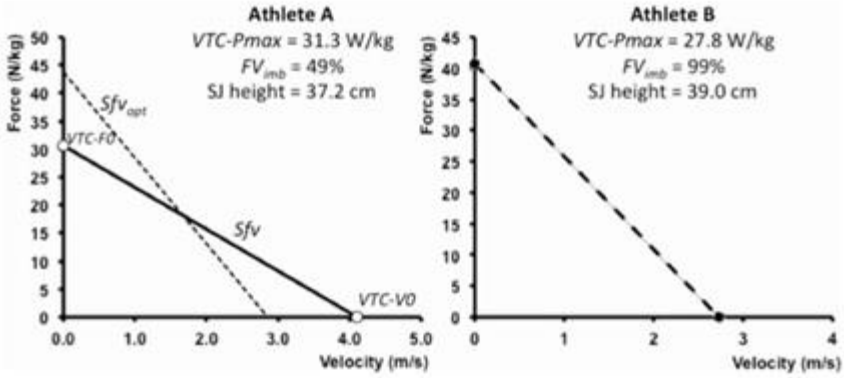


Ilustración 2

- En el Ilustración 2 podemos observar los deportistas A y B. El deportista A tiene una Pmax superior al deportista B (31,3 vs 27,8 W/kg), pero una altura máxima de salto inferior al deportista B (37,2 vs 39 cm). El deportista B, aunque su valor de Pmax es inferior consigue una altura de salto mayor debido a que solo tiene un 1% de FVimb (Sfv y Sfvopt similares) mientras el Deportista A tiene un 59%. Además, el deportista

A tiene un valor del FVimb inferior al 100% (49%), lo cual significa que tendría un alto déficit de fuerza (>51%).

Ejemplo 2:

- En la Ilustración 3 las dos deportistas poseen una Pmax similar, 30,7 vs 31,6 W/kg, sin embargo, el FVimb es diferente, 137 vs 72%. El deportista A tiene un déficit de velocidad del 37%, mientras que el deportista B tiene un déficit de fuerza del 28%.

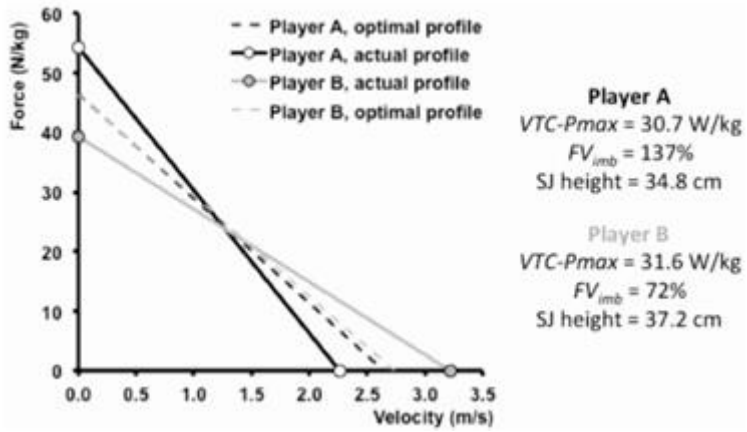


Ilustración 3

- Mediante estos datos podríamos individualizar en entrenamiento de ambos deportistas con el fin de potenciar su rendimiento en el salto. El deportista A debería orientar su entrenamiento en mover pequeñas cargas a gran velocidad, mientras que el deportista B debería orientar su entrenamiento en elevar su fuerza trabajando con altas cargas. A continuación, y según la propuesta de Jiménez-Reyes, Samozino, Brughelli, y Morin, (2017) explicaremos como optimizar el perfil de fuerza velocidad con el entrenamiento de fuerza.

Optimización del perfil fuerza – velocidad:

- Una vez definido si el déficit es de fuerza o velocidad y el porcentaje de este déficit debemos iniciar la prescripción del entrenamiento adaptándola a las necesidades individuales de cada deportista.
- Debemos diferenciar si el déficit de fuerza se produce a 30º o 90º de flexión de rodilla (línea roja o azul) (Ilustración 4)

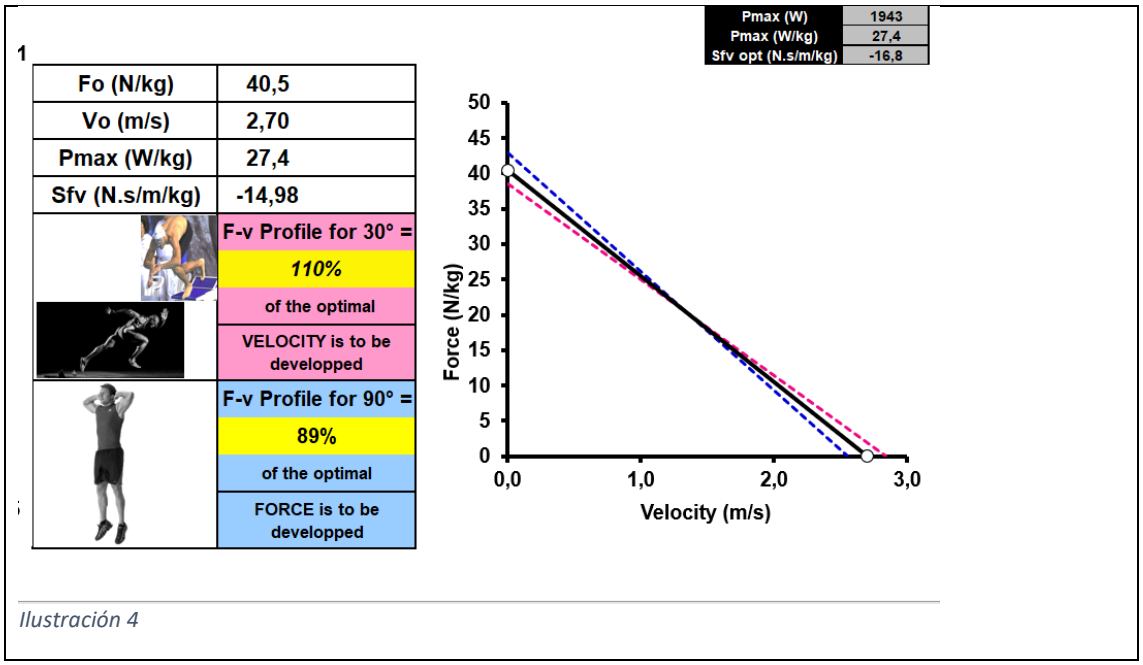


Ilustración 4

- En el caso de un déficit de fuerza, el entrenamiento debe tener como objetivo aumentar la P máx. mientras se reduce la imb de FV, aumentando las capacidades de fuerza (F0) como una prioridad.
- En caso de un déficit de velocidad, el entrenamiento debe tener como objetivo aumentar la P max mejorando las capacidades de velocidad máxima (es decir, la capacidad de producir fuerza a velocidades de contracción muy altas). Debe orientarse hacia esfuerzos de máxima velocidad durante movimientos de alta aceleración con una fase de frenado mínima o nula.
- En caso de un déficit bajo (es decir, el perfil de Fv real cercano al perfil óptimo calculado), el programa de entrenamiento debe apuntar a una combinación equilibrada de fuerza, velocidad y potencia para cambiar toda la relación de Fv hacia la derecha, y para aumentar la P máx. como una prioridad.
- Para la optimización del perfil se procederá en función del déficit detectado: a) seleccionar un método de entrenamiento, b) planificación y distribución de los métodos de los ejercicios, y c) selección de ejercicios y cargas de entrenamiento.
- a) En la Ilustración 5 se puede observar las gráficas de fuerza - velocidad – potencia y los “métodos de entrenamiento” que se deberían utilizar para mejorar los distintos espectros de las curvas de fuerza – velocidad – potencia.

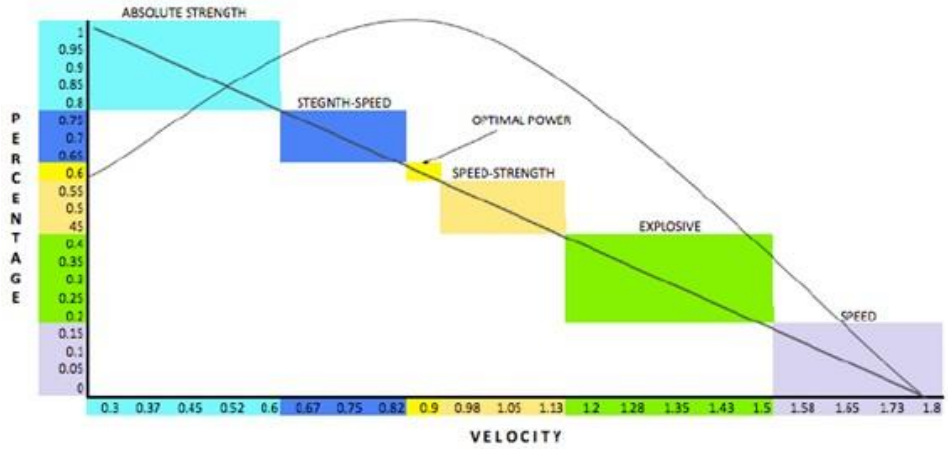


Ilustración 5

- b) En la Tabla 2 podemos observar la planificación y distribución de los métodos de entrenamiento de la fuerza que se pueden emplear según el déficit de fuerza detectado.

FV_{imb} categories	F-v profile in % of optimal thresholds (%)	Training loads ratio*
High force deficit	<60	3 Strength 2 Strength-power 1 Power
Low force deficit	60–90	2 Strength 2 Strength-power 2 Power
Well-balanced	>90–110	1 Strength 1 Strength-power 2 Power 1 Power-speed 1 Speed
Low velocity deficit	>110–140	2 Speed 2 Power-speed 2 Power
High velocity deficit	>140	3 Speed 2 Power-speed 1 Power

*FV_{imb}, F-v imbalance. *Ratio based on six exercises/wk, three sets/exercise and 18 sets/wk.*

Tabla 2

- c) En la Tabla 3 se puede observar la selección de ejercicios y cargas de entrenamiento que se podrían utilizar para optimizar el perfil
- Las intensidades de las cargas están expresadas por % de RM y peso corporal. Desde la asignatura recomendamos utilizar intensidades por velocidades de ejecución.

Loading focus/target	Exercises	Training loads
Strength	Back squat	80–90% 1RM
	Leg press	90–95% 1RM
	Deadlift	90–95% 1RM
Strength-power	Clean pull	80% 1RM
	Deadlift	80% 1RM
	SJ	>70% of BW
	CMJ	>80% of BW
Power	SJ	20–30% of BW
	CMJ	35–45% of BW
	Single leg SJ	BW
	Single leg CMJ	10% of BW
	Clean pull jump	65% 1RM
Power-speed	Depth jumps	
	SJ	BW
	CMJ	10% of BW
	Maximal Vertical Box Jump	
Speed	Maximal Roller Push-off	<BW
	CMJ with arms	BW

RM, repetition maximum; SJ, Squat Jump; BW, body weight; CMJ, Countermovement Jump.

Tabla 3

TEORÍA

- Denominamos fuerza a cualquier causa (acción, esfuerzo o influencia) que puede alterar el estado de movimiento o de reposo de cualquier cuerpo.
- La fuerza es una magnitud física (cantidad o propiedad física) que puede ser medible y asignada un valor.
- La gran importancia que tiene las capacidades de fuerza y velocidad en el rendimiento deportivo está fuera de debate y es aceptado como uno de los grandes objetivos del entrenamiento y preparación física en los deportes de equipo.
- Entendiendo la fuerza como la resultante de las fuerzas internas (capacidad muscular para contraerse) y de las fuerzas externas (resistencia de los cuerpos para modificar su estado de reposo o movimiento).
- Esta interacción de fuerza interna y externa es lo que se llama fuerza aplicada.
- Cuando aplicamos fuerza a una resistencia venciéndola una sola vez. Estaríamos hablando de Fuerza Dinámica Máxima Absoluta (FDMA).
- Cuando aplicamos fuerza a una resistencia venciéndola más de una vez estamos hablando de Fuerza Dinámica Máxima Relativa (FDMR).
- Cuando aplicamos fuerza en el propio gesto de competición estamos hablando de Fuerza Útil.

- La Fuerza Útil es muy difícil de medir por lo tanto debemos recurrir a medir la fuerza aplicada en cualquiera de sus manifestaciones (FDMA o/y FDMR). La medida de fuerza se expresan en Newton (N)
- En esta práctica debemos entender la velocidad en un sentido estrictamente mecánico, como la aplicación de fuerza en un espacio y un tiempo. La unidad de medida serán los metros por segundos (m/s).
- La Potencia es el producto de la Fuerza aplicada y la velocidad (FxV). Su unidad de medida son los watios (w).
- Muchas veces se ha tomado la Potencia como la referencia del estado de forma o producto del entrenamiento. Sin embargo, este valor como resultado único en el entrenamiento de la Fuerza puede dar lugar a equivocaciones.
- Estas equivocaciones pueden estar dadas porque su interpretación puede deberse a que uno de sus dos componentes (fuerzo o velocidad) prevalece sobre el otro.
- La relación fuerza – velocidad - potencia pueden ser entendidas atendiendo a la pendiente la curva Fuerza – Velocidad – Potencia (Ilustración 6).
- En la Ilustración 6 podemos apreciar como los mismos valores de potencia pueden ser producido por una demanda alta de la Fuerza o de velocidad.

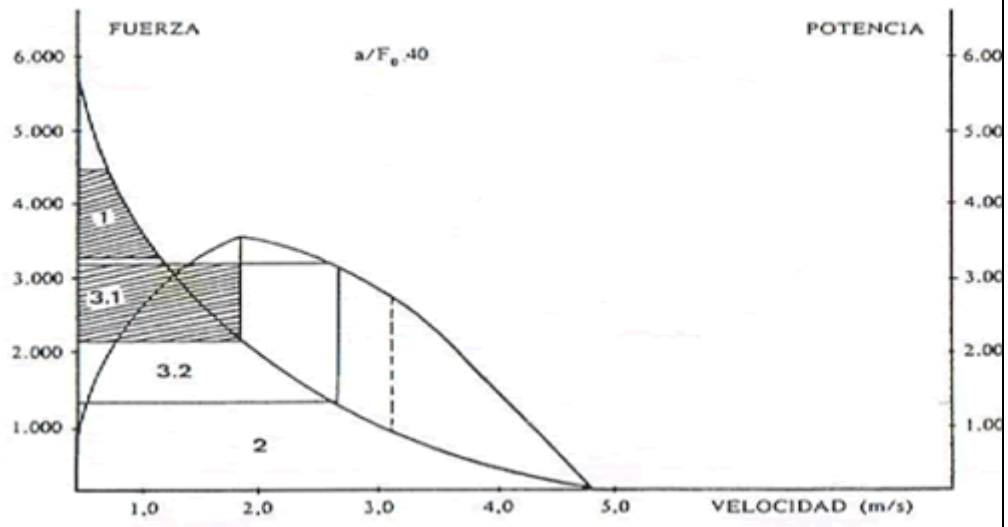


Ilustración 6

- El método desarrollado en la práctica 2 permite analizar la relación y proporciones de fuerza-velocidad en la curva de fuerza – velocidad -potencia.
- Una forma útil de medir la capacidad de aplicar fuerza en la unidad de tiempo (RFD) en las extremidades inferiores son los saltos.
- Los saltos están directamente relacionados con la aptitud neuromuscular y capacidad funcional de la persona.
- La relación entre el rendimiento en salto vertical y otras pruebas atléticas ha sido objeto de muchas investigaciones. Estás han demostrado una fuerte relación entre el rendimiento del salto y el rendimiento en las capacidades de fuerza y velocidad.
- Para realizar un salto se necesita aplicar fuerza al suelo y la altura del salto dependerá que esta sea aplicada a la máxima velocidad posible.

- Esta aplicación de fuerza en el salto puede ser un estimador de la fuerza y velocidad que los deportistas aplican en los gestos deportivos.
- Por lo tanto, uno de los objetivos del entrenamiento es mejorar esta aplicación de fuerza. En este sentido el salto y su evaluación nos podrían indicar el nivel de rendimiento.
- Las pruebas de saltos verticales se han utilizado para evaluar la relación entre fuerza, velocidad y potencia, aplicando cargas externas de forma progresiva, determinadas de forma absoluta o con relación al peso corporal.
- Los instrumentos utilizados para evaluar la altura de salto pueden ser por medio de cálculos de: a) velocidad máxima de despegue: b) desplazamiento de un punto; y c) cálculo del tiempo de vuelo.
- La plataforma de contacto utilizadas para evaluar saltos solo estima de forma directa el tiempo de vuelo. Todas las otras variables se estiman de forma indirecta o doblemente indirecta aplicando fórmulas matemáticas y estadísticas.
- Utilizando la fórmula de la Ecuación 1 se puede estimar la altura de salto utilizando una plataforma de contacto.

• $h_{tv} = \frac{1}{2} g \left(\frac{t_v}{2}\right)^2 = \frac{g(t_v)^2}{8}$	• *Donde tv es el tiempo medido desde que los pies del saltador despegan del suelo hasta que vuelven a estar en contacto con él al acabar el salto, g es la aceleración debida a la gravedad (9.81 m/s)*

Ecuación 1

- La altura del salto está influenciada por. a) la velocidad de despegue, b) masa del sujeto y e) impulso vertical.
- El impulso vertical está determinado por el rango de extensión de las extremidades inferiores (hpo) (Ilustración 7). Este hpo no es otra cosa que el ROM donde es aplicada la fuerza y la velocidad.

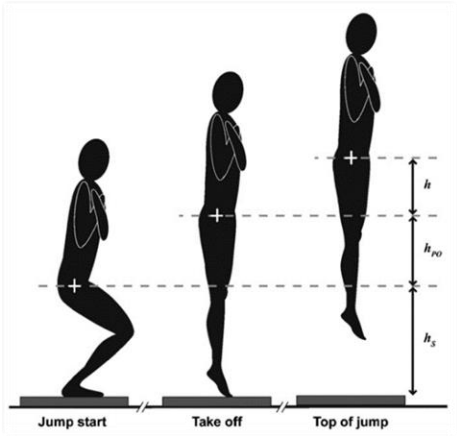


Ilustración 7

- La fuerza media, la velocidad media y la potencia media puede estimarse de forma doblemente indirecta utilizando las ecuaciones de regresión de Samozino et al. (2008) (Ecuación 2).

(1) $\bar{F} = mg\left(\frac{h}{h_{PO}} + 1\right)$ (2) $\bar{v} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$ (3) $\bar{P} = mg\left(\frac{h}{h_{PO}} + 1\right)\sqrt{\frac{gh}{2}}$	*Siendo m la masa corporal del sujeto más la sobrecarga externa (en kg), g la aceleración gravitatoria (9,81m.s-2), hPO la distancia de empuje vertical, es decir, el rango de extensión de los miembros inferiores desde la posición inicial hasta el despegue (en m) y h la altura de salto (en m) (Samozino et al., 2008).*

Ecuación 2

- Las fórmulas desarrolladas por Samozino, Morín y Jiménez Reyes permiten relacionar la producción de fuerza y la velocidad de despegue teóricas (V0 y F0) con las fuerzas y velocidades optimas (F_{opt} y V_{opt}).
- Estas relaciones se establecen comparando un perfil de equilibrio teórico (S_{fv}) y un perfil de equilibrio optimo (S_{fvop}) entre las capacidades de fuerza y velocidad.
- Estas relaciones se calculan también aplicando ecuaciones desarrolladas por estos autores para tales casos.
- A partir de una regresión lineal de la F media y la V media se pueden calcular la F0 y V0.
- La F0 y V0 corresponden a las capacidades máximas de fuerza y velocidad (Samozino et al. 2008).
- La potencia máxima se calcula (Pmáx) = (F0 × V0) / 4. (Samozino et al. 2008).
- Para el cálculo del perfil óptimo (S_{fvop}) (ecuación 1 y 2) y los valores máximos de fuerza óptimos (F_{0th}) (ecuación 3) y velocidad óptimos (V_{0th}) (ecuación 4) se utilizan los cálculos de la Ecuación 3 (Samozino et al. 2008).

Ecuación 1	$Z_{(P_m.h_{PO})} = \left(-(g.\sin\alpha)^6\right)h_{PO} - 18g^3h_{PO}{}^5P_m^2 - 54h_{PO}{}^4P_m^4 + 6\sqrt{3}\sqrt{2(g.\sin\alpha)^3 h_{PO}{}^9P_m^6 + 27h_{PO}{}^8P_m^8)^{1/3}}$,
Ecuación 2	$S_{Fv}op = -\frac{(g.\sin\alpha)^2}{3P_m} - \frac{\left(-(g.\sin\alpha)^4\right)h_{PO}{}^4 - 12(g.\sin\alpha)h_{PO}{}^3P_m^2}{3h_{PO}{}^2P_mZ_{(P_m.h_{PO})}} + \frac{Z_{(P_m.h_{PO})}}{3h_{PO}{}^2P_m}$,
Ecuación 3	$F_{0th} = \sqrt{-4P_mS_{Fv}op}$,
Ecuación 4	$v_{0th} = \frac{F_{0th}}{S_{Fv}op}$,

Ecuación 3

- La diferencia entre los perfiles F-V reales y óptimos es lo que se conoce como desequilibrios.
- Estos desequilibrios pueden calcularse con la fórmula: [(Sfv / Sfvopt) × 100]. Son expresados en porcentajes.

- Un valor de 100% significa Sfv = Sfvopt, es decir, perfil F-V optimizado. Valores inferiores o superiores al 100% significan un desequilibrio con un déficit de fuerza o de velocidad, respectivamente. Cuanto mayor sea la diferencia con el valor óptimo del 100%, mayor será el desequilibrio.

- En la Tabla 4 están las variables principales del perfil fuerza-velocidad en el salto vertical.

Variable del perfil	Definición y cálculo	Interpretación práctica
F0 (N/kg)	Producción de fuerza máxima teórica de los miembros inferiores: Intercepción en eje Y de la relación lineal F-V	Rendimiento máximo de fuerza concéntrica (por unidad de masa corporal) que los miembros inferiores del atleta pueden producir teóricamente durante el empuje balístico. Determinado a partir de todo el espectro F-V, proporciona más información integradora sobre la capacidad de fuerza que, por ejemplo, la carga máxima de 1 repetición-carga concéntrica
V0 (m/s)	Velocidad de extensión máxima teórica de los miembros inferiores. Intercepción en eje X de la relación lineal F-V	Velocidad de extensión máxima de los miembros inferiores del atleta durante el empuje balístico. Determinado a partir de todo el espectro F-V y muy difícil, si no imposible, de alcanzar y medir experimentalmente. También representa la capacidad de producir fuerza a velocidades de extensión muy altas
$P_{máx}$ (W/kg)	Máxima potencia mecánica externa, calculada como $P_{máx} = (F_0 \times V_0) / 4$ o como el vértice de la relación polinomial de segundo grado P-V	Capacidad máxima de potencia del sistema neuromuscular de las extremidades inferiores del atleta (por unidad de masa corporal) en el movimiento de extensión concéntrico y balístico
Sfv	Pendiente de la relación F-V lineal, calculada como $Sfv = -F_0 / V_0$	Índice del equilibrio individual del atleta entre las capacidades de fuerza y velocidad. Cuanto más pronunciada es la pendiente, cuanto más negativo es su valor, más "orientado a la fuerza" el perfil F-V, y viceversa
Sfvopt	Para una determinada distancia de empuje, masa corporal y $P_{máx}$, es el valor único de Sfv que maximiza la altura de salto	El perfil F-V óptimo representa el equilibrio óptimo, para un individuo dado, entre las capacidades de fuerza y velocidad. Para una potencia máxima dada $P_{máx}$, este perfil se asociará, en igualdad de condiciones, con el mayor rendimiento de empuje balístico posible para este individuo. Los programas de entrenamiento deben ser diseñados para incrementar $P_{máx}$ y orientar Sfv hacia Sfv_{opt}
FVIMB (%)	Magnitud de la diferencia relativa entre Sfv y Sfv_{opt} para un individuo dado. Calculado como $[(Sfv / Sfv_{opt}) \times 100]$ y expresado en porcentaje	Magnitud de la diferencia entre los perfiles F-V reales y óptimos. Un valor de 100% significa Sfv = Sfv_{opt}, es decir, perfil F-V optimizado. Valores inferiores o superiores al 100% significan un desequilibrio con un déficit de fuerza o de velocidad, respectivamente. Cuanto mayor sea la diferencia con el valor óptimo del 100%, mayor será el desequilibrio de velocidad. Cuanto menor sea la diferencia con el 100% mayor será el desequilibrio de fuerza.

Tabla 4

Perfil fuerza-velocidad horizontal

Teoría

- El rendimiento en un sprint depende de diferentes factores. Estos podrían agruparse en factores fisiológicos y mecánicos.
- Entre los factores mecánicos más estudiados están los factores técnicos (hablaremos en la práctica de COD) y factores condicionales: Aplicación de fuerza o fuerza útil.

- La aplicación de fuerza útil depende de las fuerzas que apliquemos al suelo (GRF o fuerzas reactivas)
- Estas GF tienen un vector vertical y horizontal.
- La aceleración de la masa corporal y la velocidad alcanzada en un sprint depende de la relación entre la fuerza aplicada vertical y horizontal. Ver ilistración siguiente:

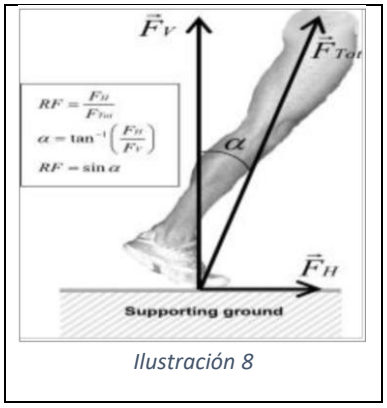


Ilustración 8

- También la fuerza útil en el sprint depende del ratio de aplicación de fuerza (RFD). Esto es la fuerza por el tiempo de aplicación.
- Por otro lado, se pueden determinar tres fases del sprint: 1) aceleración, 2) máxima velocidad y 3) pérdida de velocidad.
- En un primer momento de la fase de aceleración (ej. 2-3 primeros pasos o 1-2 mts iniciales) los tiempos de contacto con el suelo son mayores (RFD=aplicación de fuerza alta y tiempo de aplicación alto) y las fuerzas horizontales mayores (aproximadamente el doble que las fuerzas verticales)
- En un segundo momento de la fase de aceleración (a partir del 4-5 paso o de los 2-3 mts) los tiempos de contactos empiezan a disminuir (RFD=disminuye la aplicación de fuerza y el tiempo de aplicación) y la fuerza horizontal empiezan a disminuir, aumentando las fuerzas verticales.
- En la fase de velocidad máxima (20-40 mts aproximadamente en atletas de mediano rendimiento) la fuerza aplicada es menor, los tiempos de contactos son menores, y las fuerzas verticales mayores.
- Estos datos observados nos permiten concluir que: a) en la fase de aceleración es relevante poder aplicar más fuerza y en sentido horizontal; b) en la fase de velocidad máxima es relevante poder aplicar fuerza en menos tiempo y en sentido vertical.
- En un sprint, en los primeros apoyos donde la velocidad es baja, la capacidad para aplicar fuerza horizontalmente es alta, pero a medida que se progresa en la aceleración y nos aproximamos a conseguir nuestra velocidad máxima, la capacidad para aplicar fuerza horizontalmente disminuye
- La evaluación del perfil de fuerza-velocidad en el sprint nos permite de forma cuantitativa y cualitativa, saber el componente horizontal de la fuerza aplicada contra el suelo en función del incremento de velocidad generado en consecuencia en una aceleración.
- En definitiva, nos permite entender cuanta fuerza vamos perdiendo a medida que aumenta la velocidad. A medida que vamos perdiendo fuerza también perderemos velocidad final (recordar ejemplo de dos deportistas que en un sprint de 50 mts tienen el mismo tiempo pero lo recorren de diferente manera)

- Saber en que medida perdemos fuerza a medida que avanzamos en un sprint nos va a permitir determinar si necesitamos un entrenamiento de fuerza basado en la “fuerza” o en la “velocidad”.
- Dicho de otro modo, nos va a permitr saber si es mejor hacer ejercicios de fuerza con cargas altas o bajas o/y tomar decisiones de que tipo de ejercicios utilizar (pliométricos, sentadilla, peso muerto, arrastre, hip trust)

Evaluación del perfil

- Para saber esto solo debemos tomar un test de velocidad, medir los tiempos 6 tiempos (o 4 tiempos) en los 5m, 10m, 15m, 20m, 25m y 30m (aunque también se pueden tomar los tiempos sin el registro en los 15m y 25 mts y en algunos coaso si no disponemos de medios lo debemos hacer con tres tiempos) y aplicar una ecuación de regresión.
- Los autores Samozino, et. al., 2015, lo describen en su artículo y JB Morin nos permite descargar su hoja de Excel para no tener que hacer ningún cálculo: https://jbmorin.net/2017/12/13/a-spreadsheet-for-sprint-acceleration-force-velocity-power-profiling/

Interpretación:

- Esta hoja de cálculo no describe las variables: F0 (N/Kg), V0 (m/s), PMax (W/Kg), FV Slope, RFMax (%), Drf (%), VOpt (m/s) y Max Spd (m/s) (ver siguiente ilustración)
- F0 (N/kg): Corresponde a la intersección de la función lineal con el eje vertical (Y), nos da información sobre la capacidad de aplicar fuerza horizontal a velocidades bajas, es decir, durante los primeros apoyos de la aceleración.
- V0 (m/s): Corresponde a la intersección de la función lineal con el eje horizontal (X), nos de información sobre la capacidad de aplicar fuerza horizontal a velocidades altas, es decir, durante los últimos apoyos de la aceleración, cuándo se está cerca de conseguir la velocidad máxima.
- PMax (W/Kg): Potencia máxima conseguida durante la aceleración a partir de la relación óptima entre la fuerza horizontal y la velocidad.
- Vopt (m/s): Asociada a la variable anterior, velocidad a la que se consigue el pico de potencia en la aceleración.
- RF max (%): Conociendo el componente de fuerza horizontal (estimada), y el componente de fuerza vertical (gravedad), mediante la suma vectorial es posible estimar la fuerza total aplicada. Ésta variable, el % de Ratio de Fuerzas Máximo, nos da información sobre cual es el máximo % de fuerza horizontal que se aplica respecto a la fuerza total.
- Drf (%): Asociada a la variable anterior, la disminución del ratio de fuerzas, nos da información sobre como disminuye la relación entre la fuerza horizontal y la total (RF) durante la aceleración.

Ejemplo de las variables

F0 (N/kg)	V0 (m/s)	Pmax (W/kg)	FV Slope
7,31	7,84	14,33	-0,9
RF max (%)	Drf (%)	Vopt (m/s)	Max Speed (m/s)
42%	-8,79%	3,92	7,51

Ilustración 9

- En la siguiente ilustración se muestran valores normativos de diferentes muestras (deportistas ocasionales a deportistas profesionales)

F0 (N/kg)	V0 (m/s)	Pmax (W/kg)
3 a 12	5 a 12	6 a 30
RF max (%)	Drf (%)	Vopt (m/s)
20 a 60	-10 a -4	3,92 a 4,5

Ilustración 10

- A diferencia del perfil de f-v vertical, el perfil f-v horizontal realiza un perfil del atleta pero NO estima un perfil optimo.
- No obstante, estos datos nos permiten valorar el estado de forma y orientar el trabajo de fuerza para mejorar el sprint.
- La principal función del perfil de fuerza-velocidad en el sprint, es analizar por partes una aceleración para identificar «puntos débiles y puntos fuertes». Es decir, aportar información cualitativa sobre el proceso de aceleración. De esta manera, como ejemplifican J-B. Morin y P. Samozino en la Fig8, es posible que dos atletas que consigan exactamente el mismo resultado en un test de 20m, tengan perfiles muy diferentes, consiguiendo uno aplicar mucha fuerza horizontal en los primeros metros (a velocidades bajas) pero perdiendo esa capacidad a medida que incrementa su velocidad (ver ejemplo ilustración siguiente)

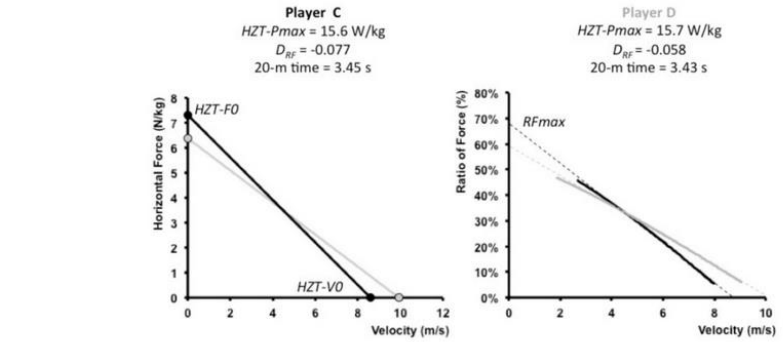


Figure 3 — Horizontal force–velocity profiles of 2 elite rugby union players (body mass for C, 108.8 kg, and D, 86.1 kg) obtained from maximal 30-m sprints. Both players reached their maximal running speed before the 30-m mark. Abbreviations: *HZT-Pmax,* maximal mechanical power output in the horizontal direction; D_{RF}, rate of decrease in ratio of force with increasing speed during sprint acceleration; *HZT-F0,* maximal horizontal force production; *HZT-V0,* maximal running velocity.

Ilustración 11

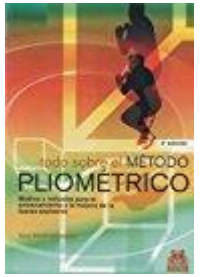
- Un atleta con un perfil orientado a la fuerza (F0 alta, V0 baja, Vopt baja, RFmax alto y Drf alto) por ejemplo, se beneficiará más de orientar su trabajo hacia cargas más bajas, que le permitan desarrollar velocidades más altas y trabajar la aplicación horizontal de la fuerza en ésta zona; sin embargo, un atleta con un perfil más orientado a la velocidad (F0 baja, V0 alta, Vopt alta, RFmax bajo y Drf bajo), probablemente se beneficiará más de orientar su trabajo hacia cargas más altas, que le permitan aplicar mucha fuerza en el componente horizontal, pese a moverse a velocidades bajas.

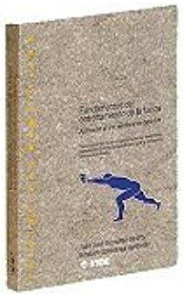
Optimización

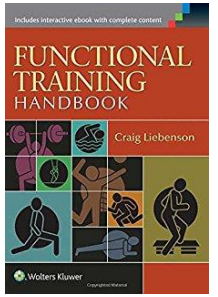
- Una vez evaluados los atletas y analizados los datos por el entrenador (media, mediana, tabla de frecuencia, box plot, gráfica de gauss, est) toca entrenar.
- Para mejorar el perfil de f-v horizontal nos vamos a centrar en el método de sprint resistidos, asistidos o lanzados, aunque existe otros métodos eficaces (ej. pliometría)
- Los sprint resistidos pueden hacerse contra gomas, cuestas, trineos, compañeros, paracaídas.
- Existen diferentes métodos a la hora de seleccionar la carga: porcentaje del peso corporal, carga absoluta o pérdida de velocidad del deportista.
- Para calcular la pérdida de velocidad puedo utilizar el mismo sistema de evaluación del perfil f-v horizontal. Es decir, después de evaluar el perfil puedo evaluar a los deportistas con: 1x30m resistidos con el 25% del peso corporal, 1x30m resistidos con el 50% del peso corporal y 1x30m resistidos con el 75% del peso corporal.
- Los sprint asistidos pueden hacerse a remolques, asistencia de compañeros, sprint en pendientes.
- En caso de entrenar en cuestas hacia abajo no se recomienda que estas cuestas tengan una pendiente >4%. En caso de sprint a remolque la velocidad por encima de la velocidad máxima en sprint no debería ser <10%.

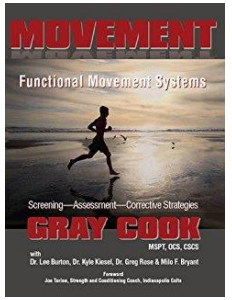
CLASE HOY

AGILIDAD (Conceptos, investigación, manifestación de la velocidad en deportes)

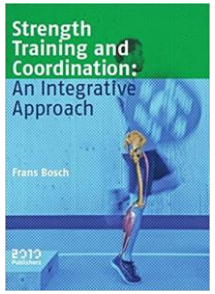


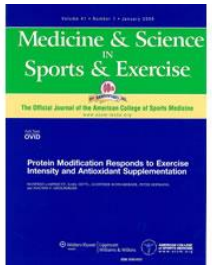






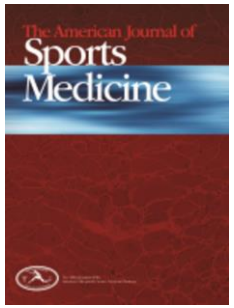
TEORÍA





CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

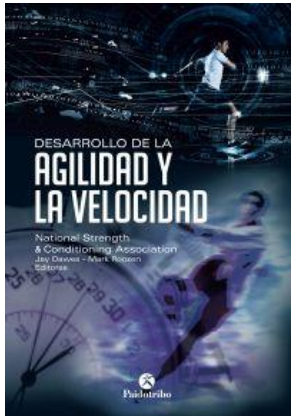
PRÁCTICA

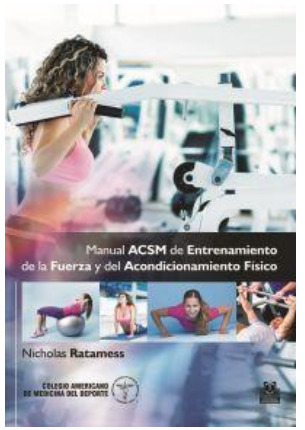


FUENTES

- Oliver (2015)
- Dawes (2017)
- Ratamess (2015)

TESIS DOCTORAL **Oliver Gonzalo-Skok**:
La velocidad en el cambio de dirección en los deportes de equipo: evaluación, especificidad y entrenamiento





CONOCIMIENTO CIENTÍFICO AGILIDAD

EVIDENCIA

→ **CORRELACIÓN** ***(NO CAUSALIDAD)***

→ **INTERVENCIÓN + DIFERENCIAS**

ESTADO DE LA CUESTION

Wisløff (2017)
Nimphius (2017)

…SE NECESITAN MÁS INVESTIGACIONES…
Ej: COD y valores metabólicos…

ACLARACIONES TERMINOLÓGICAS

¿Qué es?

- AGILIDAD
- VELOCIDAD
- RAPIDEZ
- CAMBIO DE DIRECCIÓN
- ACELERACIÓN
- SPRINT LINEAL
- Alguna más…?

Concepto de Velocidad

La velocidad es la capacidad de realizar uno o varios movimientos en el mínimo tiempo posible, pudiendo ser dichos movimientos gestos aislados de un segmento o parte del cuerpo, o movimientos globales que impliquen un desplazamiento.

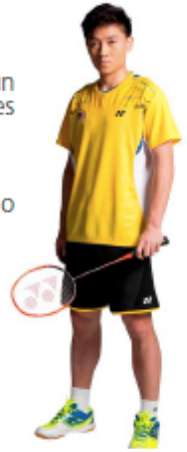
Para hablar de velocidad gestual o de velocidad de movimiento deben darse las condiciones siguientes:

- que la acción se realice a máxima o casi máxima intensidad,
- que las acciones sean de muy corta duración.
- que la fatiga no sea un factor muy determinante a la hora de llevarse a cabo la acción.

Tipos de velocidad

A menudo se distingue entre la velocidad de un movimiento aislado, gestual o acíclico (a veces denominada rapidez)

y la velocidad de movimientos cíclicos, continuos o encadenados (velocidad de desplazamiento).



Concepto de Velocidad

- La velocidad es una cualidad física que se encuentra condicionada por otros factores como son la fuerza, la técnica, la amplitud de movimiento, la toma de decisiones y, en menor medida, la resistencia.

Movimiento aislado (rapidez)

Cabe distinguir dentro de este concepto dos cuestiones: el tiempo de reacción (TR) y la velocidad del movimiento simple o aislado.

Tiempo de reacción (TR) es el tiempo que transcurre entre el inicio de un estímulo y el inicio de la respuesta solicitada al sujeto.

- Hay un tiempo de reacción simple (hay una respuesta única a un estímulo conocido) y,
- un tiempo de reacción complejo o discriminativo (el sujeto tiene que discriminar entre varios estímulos diferentes y elegir una respuesta entre varias posibles).

https://www.youtube.com/watch?v=vQ8qCnRWP9U

https://www.youtube.com/watch?v=8qsJ0fUO39I

https://www.youtube.com/watch?v=kZNK9Wfkou4

https://www.youtube.com/watch?v=EPaxg2sMuBQ

https://www.youtube.com/watch?v=eEQT9bF2OQg

https://www.youtube.com/watch?v=WPVuC6ugmAw

BALONCESTO

Ben Abdelkrim et al. (2007)

1050 mov x partidos (carreras, diagonal, reverso, giros)

Cada 2” cambio de acción

BALONMANO

Michalsik et al.(2013)

825 a 2000 movimientos

2” a 5,6 “

60% COD

Desplazamientos laterales más habituales

FUTSAL

Dogramaci et al. (2011)

3”, a 7” cambio de patron

FUTBOL

Bloomfield et al. (2007)

1000 a 1500 patrones

1 cada 5-6”

Cada 2´ sin movimieto 3”

32% movimientos laterales

726 giros

609 giros entre 0º y 90º

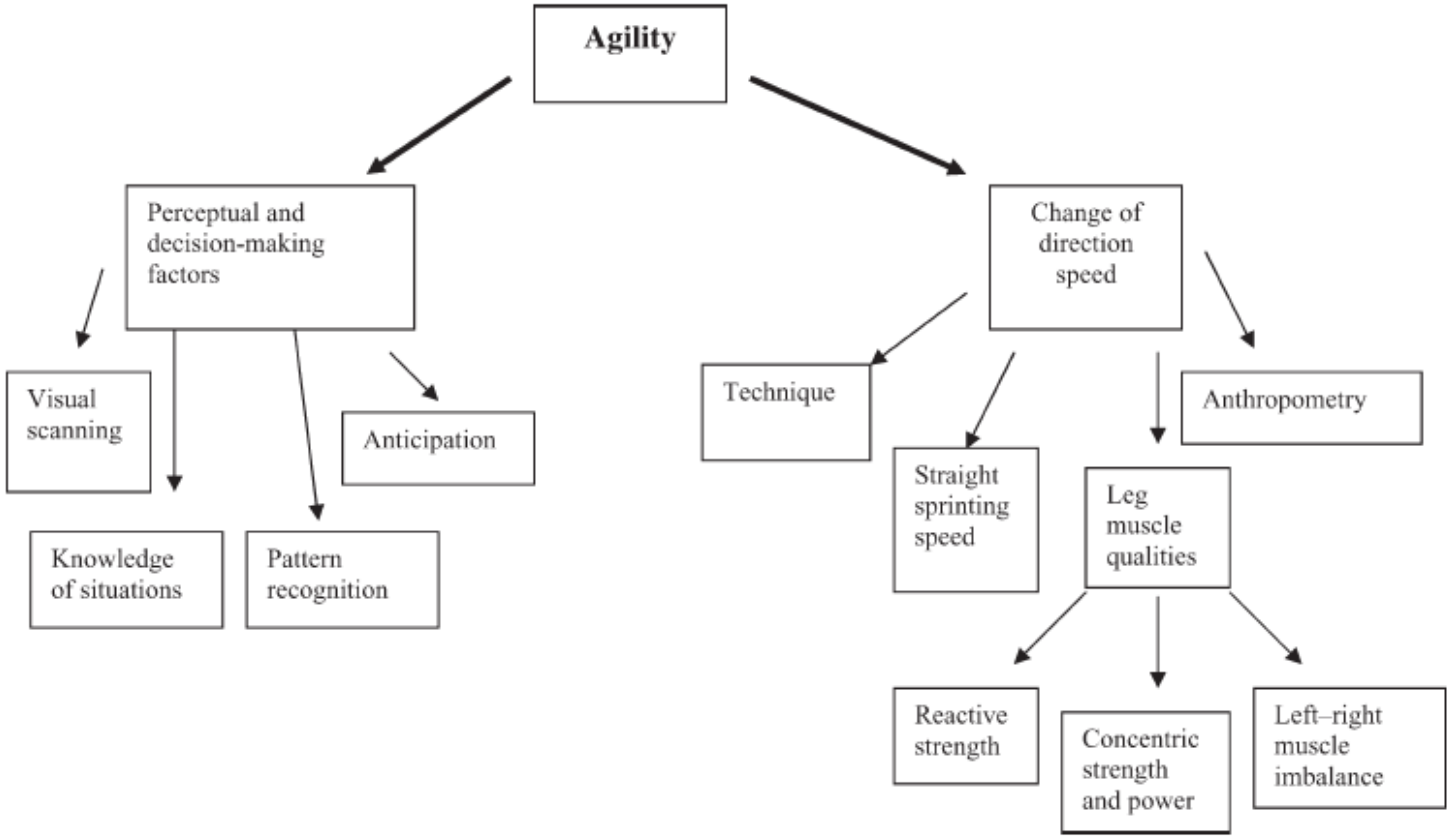


Figure 1. Universal agility components (modified from Young *et al.*, 2002).

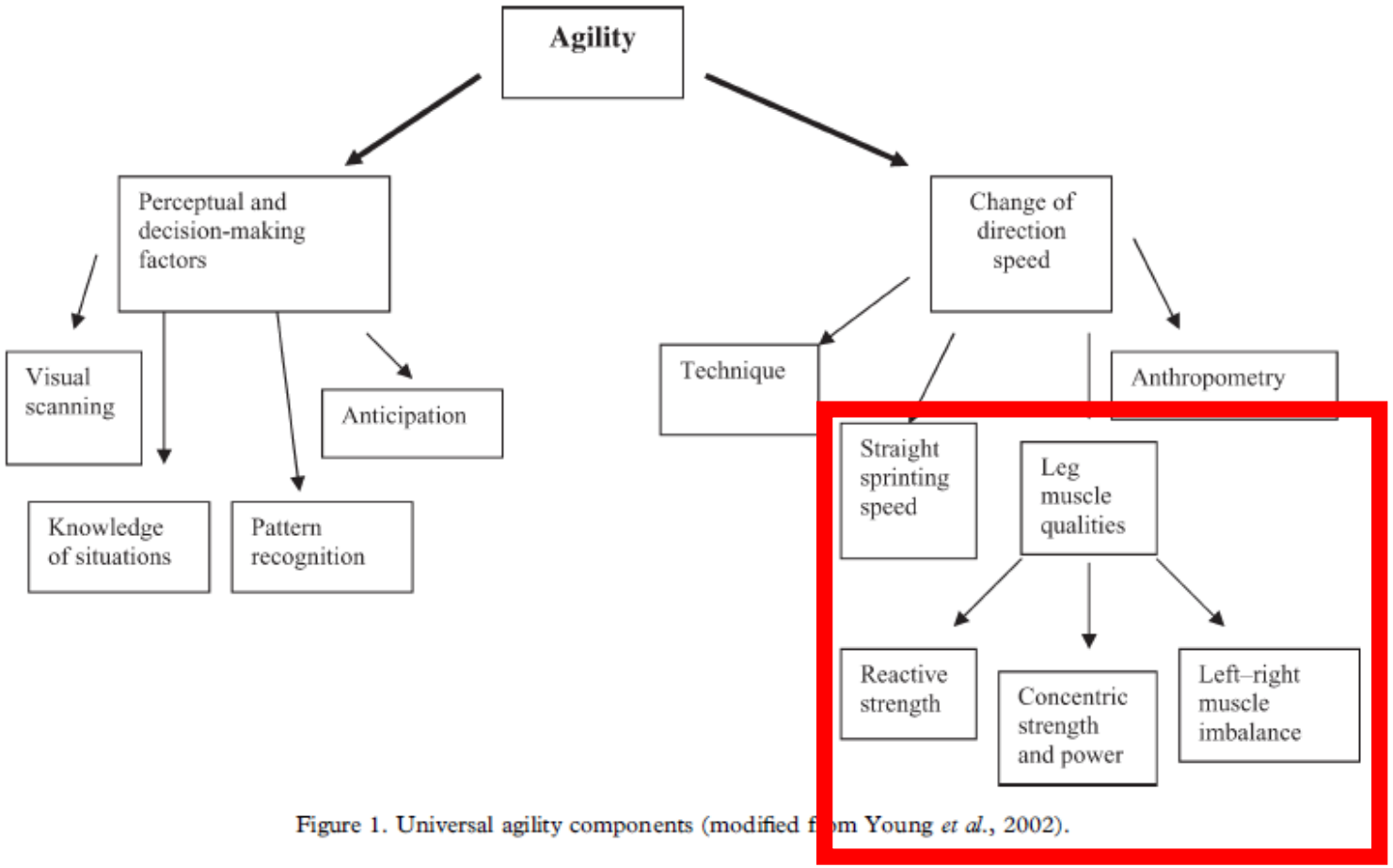


Figure 1. Universal agility components (modified f m Young *et al.*, 2002).

Test	1	2	3	4	5	6	7
Angle		160°	130°	100°	100°	100°	100°
# changes		2	2	2	3	4	5

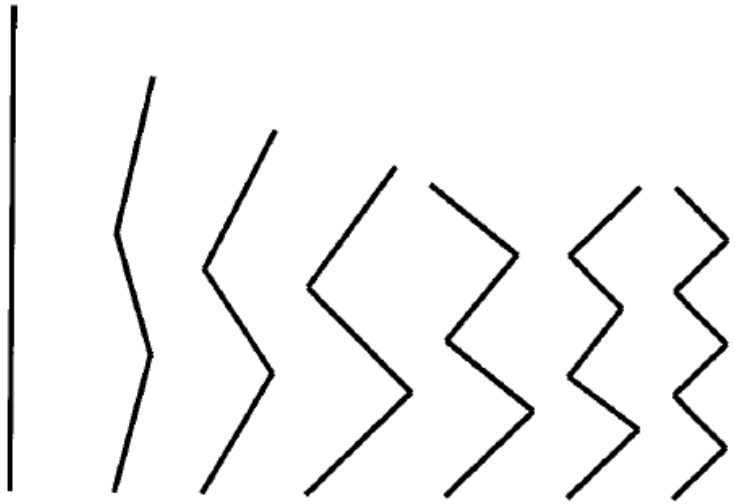
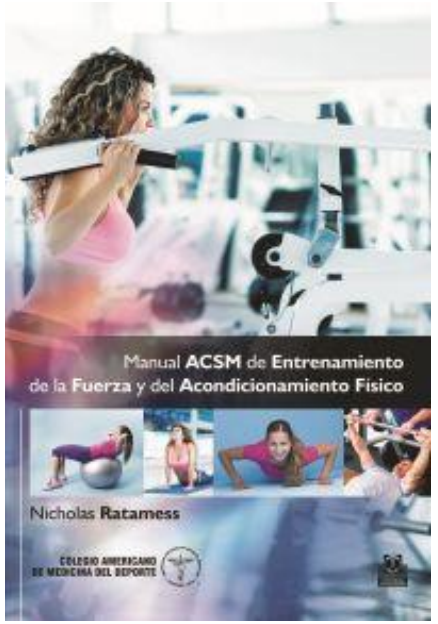


Figure 1. Description of the seven 30-m tests.



VELOCIDAD LINEAL Oliver, 2015

- Tendencia positiva en mujeres
- En hombres y profesionales pobre relación
- Posibilidad de que sujetos con menos niveles de fuerza dependiesen de su capacidad de aceleración
- Es posible que sean capacidades diferentes pero se necesitan más estudios para concluirlo

TESIS DOCTORAL Oliver Gonzalo-Skok: La velocidad en el cambio de dirección en los deportes de equipo: evaluación, especificidad y entrenamiento. **Disponible en:** Researchgate

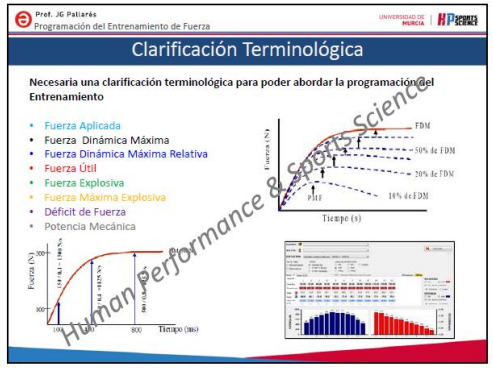
VELOCIDAD LINEAL Dawes, 2017

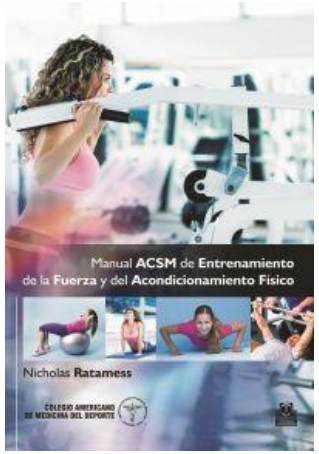
- Velocidad pico no pero con la capacidad de aceleración sí, sobre todo cuando se parte de estático.
- *No presenta evidencia.*

VELOCIDAD LINEAL

CONCLUSIONES:

- Todavía no hay evidencia que apoye que la velocidad pico sea importante
- Hay alguna evidencia que permite pensar que la capacidad de aceleración influya en un mejor rendimiento
- Atletas con menos nivel se pueden beneficiar más de un programa de entrenamiento de velocidad pero sobre todo de aceleración para COD





- Young, et al. (2002)

Relación positiva entre la fuerza reactiva y los COD pero mala correlacion entre la potencia concéntrica medida en sentadilla

- Marcovic, et al. (2007a; 2007b)

Fuerza máxima (sentadilla isométrica) y la fuerza potencia (CMJ) no predicen los COD

MANIFESTACIONES DE LA FUERZA Ratamess, 2015

Sprint lineal alta relación de las distintas manifestaciones de la fuerza.
¿En los COD?

MANIFESTACIONES DE LA FUERZA Dawes, 2017

Fuerza concéntrica

- *Peterson, et al. (2006) alta relación entre fuerza absoluta y fuerza relativa (sentadilla) en el rendimiento T test. Más relación entre mujeres que hombres.*
- *Relación menos aparente en deportistas elite.*
- ***Fuerza excéntrica***
- *Es importante para frenar el movimiento en el mínimo tiempo posible. Importante en la prevención de lesiones. No presenta evidencia.*

Ritmo de desarrollo de fuerza *(Fuerza explosiva o RFD)*

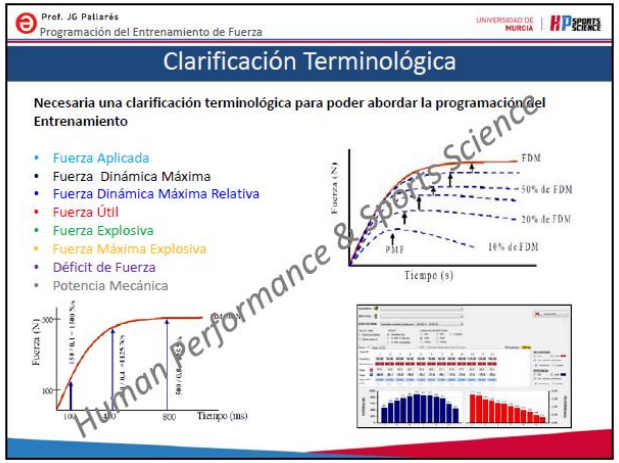
- *Más importante que la fuerza max ya que no hay tiempo para aplicarla. Tengo que aplicar la ´máxima fuerza en los 0,1-0,2 " que está el pie en contacto. No presenta evidencia.*

Ciclo estiramiento acortamiento

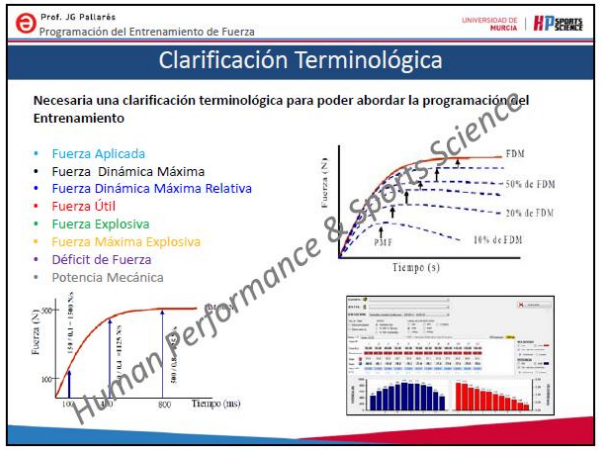
- Es importante al tener que aplicar fza en poco tiempo. Reflejo de estiramiento + energía elástica. No presenta evidencia (0,04" velocista de elite)

Fuerza de estabilización

- *Importancia de la estabilidad central* No presenta evidencia
- *Coxo – femoral glúteo mayor, medio y add (Wallace et al. 2007)*
- *Rodilla semimembranoso, gastrotecnio* l desempeñan un papel en el control del plano transversal y frontal durante las tareas de cutting *(Houck, 2003)*



MANIFESTACIONES DE LA FUERZA Oliver, 2015



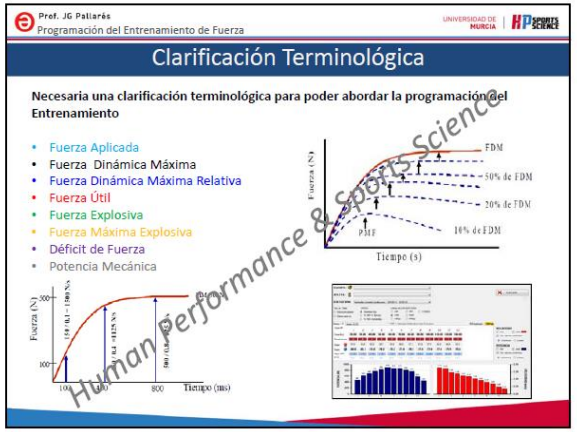
Fuerza reactiva

Young et. al. (2002); Castillo et. al. (2012)

VS

Jones et. al (2009); Marcovic (2007); Salaj (2011)

MANIFESTACIONES DE LA FUERZA Oliver, 2015



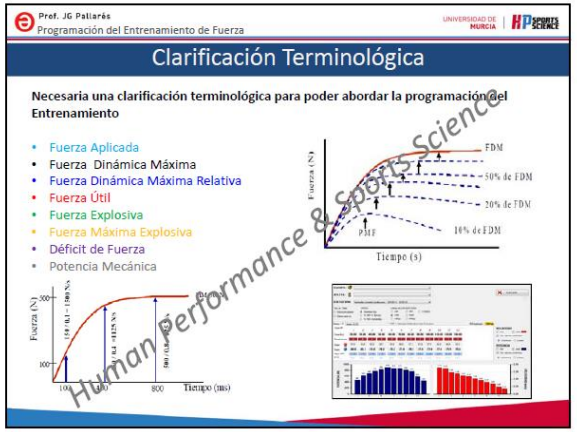
Fuerza y potencia

Fuerza máxima:1RM

- La Fza Max buen predictor en mujeres
- En hombre como en mujeres se correlaciona mejor con la fuerza relativa

Jones et. al (2009); Sekulic et. al. (2013); Nimphius et. al. (2010); Marcovic (2007); Peterson et. al. (2006)

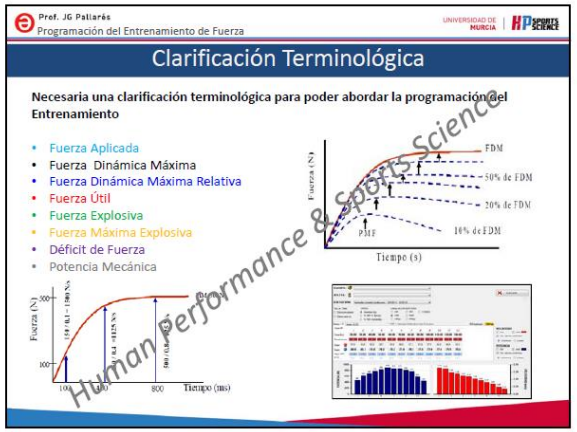
MANIFESTACIONES DE LA FUERZA Oliver, 2015



Fuerza explosiva en el eje vertical (SJ y CMJ)

- En mujeres puede ser el CMJ un buen predictor de los COD (Barnes et. al. 2007; Peterson et. al. 2006)
- EL SJ no muestra relación. Sí muestra relación esta fue negativa (Barnes et. al. 2007)
- En hombres no existe correlación entre SJ y COD (Peterson et. al. 2006; Salaj et. al. 2011)

MANIFESTACIONES DE LA FUERZA Oliver, 2015

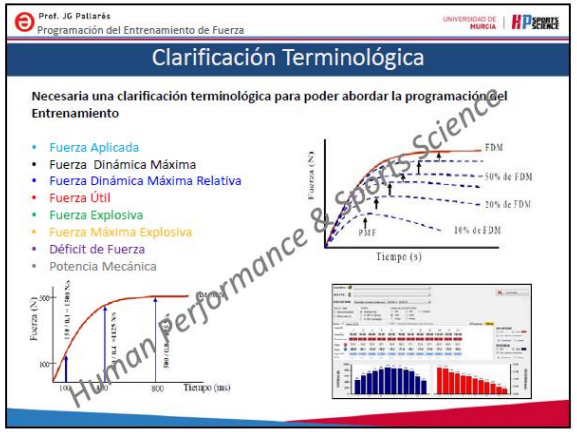


COD FUERZA APLICADA = ⬆ ➡

Fuerza explosiva en el eje horizontal (SJ y CMJ)

- Solo 3 estudios
- Petersen et. al. alta correlación entre T test y salto horizontal (alterno) en hombre y mujeres
- Salaj et.al y Markovic et. al. correlaciones bajas pero más altas que en el eje vertical

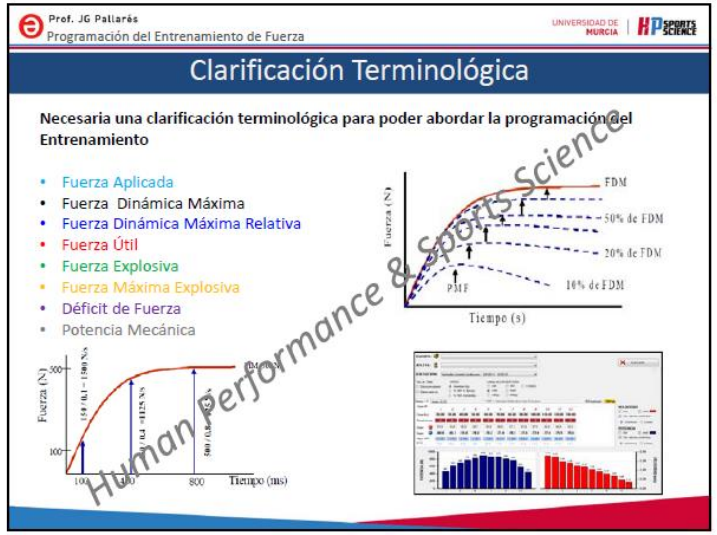
MANIFESTACIONES DE LA FUERZA Oliver, 2015



Fuerza concétrica excéntrica medida en isocinéticos

- Baja correlación entre Fza concéntrica bilateral y unilateral con COD
- Alta correlación entre la fza exc y COD medida en extensores de rodilla en atletas recreativos (Spiteri et. al.) y baja correlación en futbolista de élite
- Pruebas isocinéticas tienen poca relación con el gesto deportivos (Triple extensión)

MANIFESTACIONES DE LA FUERZA Oliver, 2015



Fuerza unilateral

- Alta correlación en sujetos con dominancia en pierna derecha entre CMJ unilateral derecho y COD (Castillo et. al. 2012) en hombre y mujeres.
- Alta correlación entre un DJ unilateral y un COD en hombres (Young et. al. 2012)
- Alta correlación entre el test one-leg rising y los COD (Marcovic, 2007)
- Correlación moderada en el salto horizonal y los COD (Meylan et. al. 2009)
- Correlación moderada en el triple salto unilateral y los COD (Delextrat, 2014)

Práctica 7 y 8. Entrenamiento de la velocidad, agilidad y COD

- MODELO Y COMPONENTES DE AGILIDAD
- DEFINICIÓNES DE CONCEPTOS
- PATRON MOTOR SÍNDROMES, CAPACIDADES PARA ENTRENAR LA ACELERACIÓN
- TÉCNICA
  - POSICIÓN BÁSICA
  - POSICIÓN DEL CUERPO
  - BRAZEO
  - APOYO DE PIES
  - FRECUENCIA Y ZANCADA

- MODELO Y COMPONENTES DE AGILIDAD

- "CAPACIDAD PARA CAMBIAR DE DIRECCIÓN ANTE UN ESTIMULO…."

Agility literature review: Classifications, training and testing

J. M. SHEPPARD[1] & W. B. YOUNG[2]

[1]*Australian Institute of Sport, Belconnen, ACT and* [2]*School of Human Movement and Sport Sciences, University of Ballarat, Ballarat, VIC, Australia*

(Accepted 4 November 2005)

Abstract

At present, no agreement on a precise definition of agility within the sports science community exists. The term is applied to a broad range of sport contexts, but with such great inconsistency, it further complicates our understanding of what trainable components may enhance agility. A new definition of agility is proposed: "a rapid whole body movement with change of velocity or direction in response to a stimulus". Agility has relationships with trainable physical qualities such as strength, power and technique, as well as cognitive components such as visual scanning techniques, visual scanning speed and anticipation. Agility testing is generally confined to tests of physical components such as change of direction speed, or cognitive components such as anticipation and pattern recognition. New tests of agility that combine physical and cognitive measures are encouraged.

Keywords: *Direction change, speed, anticipation, acceleration*

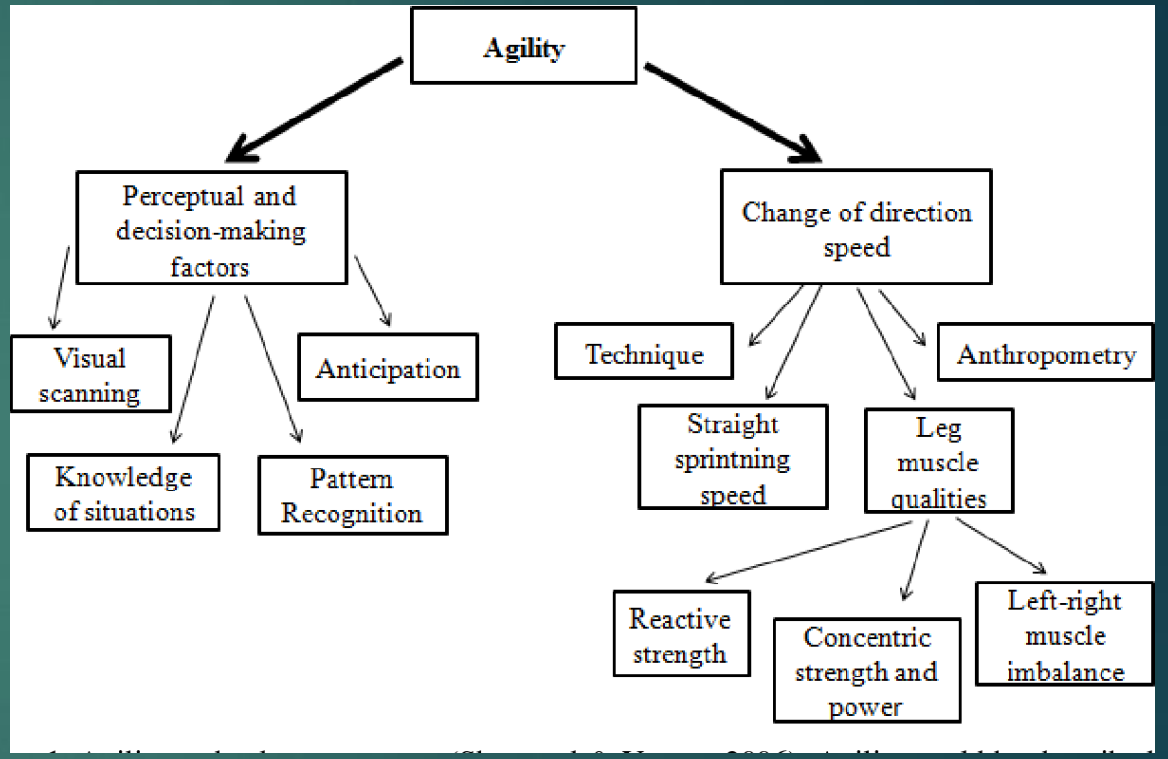
Introduction

Sprint training is an integral part of the overall training for track and field athletes, as well as field and court sports. Most sprint training focuses on drills and conditioning to develop acceleration and top speed straight sprinting (Blazevich, 1997a, 1997b; Delecluse, 1997; Donati, 1996; Francis, 1997; Knicker, 1997; Luchtenbern, 1990; Sheppard, 2003, 2004; Young, 1995; Young, Benton, Duthie, & Pryor, 2001a). Past research and reports have been published regarding sprinting phases, including the acceleration, maximal speed and speed endurance phases (Burggemann & Glad, 1990; Enoka, 2002; Kyrolainen, Komi, & Belli, 1999; Mann, 1981).

The current paradigm of speed development is undergoing change in the sport science community, wherein a greater emphasis is being placed not just on acceleration, top speed and speed endurance training, but also on change of direction speed drills (Fulton, 1992; Gambetta, 1996; Moreno, 1995; Sayers, 2000; Twist & Benicky, 1996). This represents an emphasis on the specificity of training with specific movement patterns, as straight sprint training appears to have little or no influence on the improvement of sprinting that involves changes of direction (Young, McDowell, & Scarlett, 2001b). Additional support for this is evidenced by a weak relationship between straight sprint performance and change of direction speed performance (Baker, 1999a; Buttifant, Graham, & Cross, 1999; Clark, Martin, Lee, Fornasiero, & Quinn, 1998; Tsitskarsis, Theoharopoulus, & Garefis, 2003; Young, Hawken, & McDonald, 1996).

Many field and court sports involve some straight sprinting, but more often repeated short sprinting with changes of direction. The ability to sprint repeatedly and change direction while sprinting is a determinant of sport performance in field and court sports, as evidenced by time and motion analysis, validation of testing batteries for elite and non-elite performers, and coaching analysis for sports such as rugby (Docherty, Wenger, & Neary, 1988; Meir, Newton, Curtis, Fardell, & Butler, 2001), field hockey (Keogh, Weber, & Dalton, 2003) and soccer (Reilly, Williams, Nevill, & Franks, 2000). Considering that field and court sports generally include these changes of direction in response to a stimulus (e.g. another player's movement, movement of play or the ball), it would seem important to provide testing and training that mimics this demand to increase specificity.

This article is a review of the literature that is relevant to defining agility, its relationships with



Young, 2002.
Shepard @ Young, 2002.

- **TÉCNICA AGILIDAD**

ACELERACIÓN – DESCELERACIÓN – COD – RE-ACELERACIÓN

- **TÉCNICA AGILIDAD**

ACELERACIÓN – DESCELERACIÓN – CAMBIO DIRECCIÓN

La velocidad es la **variación** del cambio de distancia por el tiempo.
km/hs
mts/s
La aceleración es la **magnitud** de cambio de velocidad en el tiempo.
100KM/H – 10”
1mts*1s

- **PATRON MOTOR DE LA ACELERACIÓN**

DOMINANTE DE CADERA

TRIPLE EXTENSIÓN

- **SÍNDROMES FUNCIONALES**

PIE PRONADOS

INHIBICIÓN GLÚTEA

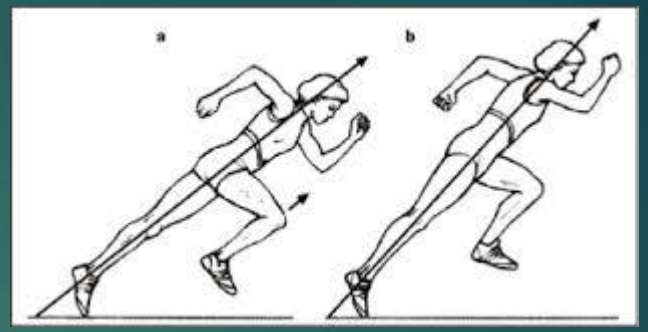
- **CAPACIDADES**

FUERZA CONCÉNTRICA (MEJORAR APLICACIÓN DE RFD)

CEA

ACELERACIÓN TÉCNICA

❑ POSICIÓN BÁSICA



❑ POSICIÓN DEL CUERPO

?

❑ BRAZEO

❑ APOYO DE PIES

?

❑ FRECUENCIA Y ZANCADA

https://www.youtube.com/watch?v=EAW87NsiGuI&feature=emb_logo

CALENTAMIENTO "MODERNO"

PROTOCOLO

RAUMNETAR	Aumentar temperatura central	Sistema cardiovascular	Patrones de movimientos específicos con desplazamientos
ACTIVAR	Aumentar la capacidad funcional Mejora ROM	Sistema nervioso periférico	Movimientos dinámicos de grupos musculares involucrados
MOVILIZAR			
POTENCIAR	Aumentar producción de fuerza Cambios de longitud del músculo a alta velocidad (CEO)	Sistema nervioso periférico y central	Ejercicios de velocidad y agilidad Ejercicios competición

Jeffreys, I. (2018). The Warm-up: Maximize Performance and Improve Long-term Athletic Development. Human Kinetics.

Racinais, S., Cocking, S., & Périard, J. D. (2017). *Sports and environmental temperature: From warming-up to heating-up.* Temperature (Austin, Tex.), 4(3), 227–257.

- **TÉCNICA AGILIDAD**

ACELERACIÓN – DESCELERACIÓN – COD – RE-ACELERACIÓN

- PATRON MOTOR DE LA DESACELERACIÓN
- DESACELERACIONES
- COD 45º; 90º Y 180º

#AGILITYTRAINING

- **PATRON MOTOR DE LA ACELERACIÓN**

DOMINANTE DE RODILLA

CORE: ANTINCLINACIÓN – ANTIROTACIÓN - ROTACIONALES

- **SÍNDROMES FUNCIONALES**

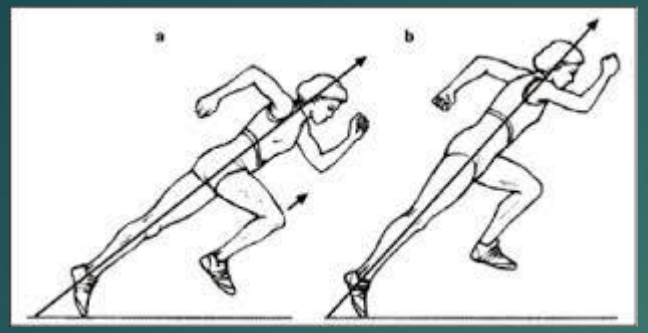
PIE PRONADOS

DORSIFLEXIÓN LIMITADA

- **CAPACIDADES**

FUERZA EXCÉNTRICA (isquios – add)

DESACELERACIÓN COD



- ❑ POSICIÓN DEL CUERPO
- ❑ FRECUENCIA PASOS

- ❑ APOYO DE PIES
- ❑ DROP

- ❑ COD (O-45º; 45º-90º; 90º-180º)
- ❑ CRUZANDO - ABRIENDO

- ❑ DESPLAZAMIENTOS LATERALES
- ❑ DESPLAZAMIENTOS HACIA ATRÁS

Práctica 9 y 10. Preparación física para mejorar la agilidad, velocidad y cambios de direcciones.

COMPETENCIAS

Conocer y comprender el concepto y modelo de agilidad.

Analizar y dominar diferentes pruebas de evaluación de la agilidad.

Planificar, desarrollar y controlar ejercicios para mejorar la aceleración en población de deportistas.

CONTENIDOS

En esta práctica se llevará a cabo: a) revisión del modelo de Young (2002); b) evaluación de la agilidad; b) técnicas de desaceleración, frenos, transiciones y cambios de dirección; c) evidencia científica.

EVALUACIÓN

Asistencia, participación y cumplir con el material de práctica.

LECTURA RECOMENDA

Parte práctica:

Capítulo 8. Páginas 234-252. Brewer C (2017). Las Destrezas Motoras Atléticas. Tutor. Madrid.

Parte teórica:

Capítulo 15. Ratamess, N. (2015) *Manual ACSM de Entrenamiento de la Fuerza y el Acondicionamiento Físico.* Editorial Paidotribo. Barcelona.

Capítulo 1, 2 y 3. Dawes, J., & Roozen, M. (2017). *Desarrollo de la agilidad y la velocidad: NSCA.* Paidotribo.

Capitulo 1,2,3,4,5,6. Skok, OG (2015). *La velocidad en el cambio de dirección en los deportes de equipo: evaluación, especificidad y entrenamiento* (disertación doctoral, Universidad de Zaragoza).

OBSERVACIONES

- Es muy importante la lectura previa a la práctica y asistir con el "documento de la Guía de práctica"
- Es recomendable la lectura previa del material de "lectura recomendable parte práctica"

Guía de práctica

- La velocidad es la **variación** del cambio de distancia por el tiempo.
- La aceleración es la **magnitud** de cambio de velocidad en el tiempo.
- La agilidad es la **capacidad** para cambiar de dirección ante un estímulo.
- Durante un sprint lineal (60 mts. aproximadamente) se producen tres momentos: a) aceleración; b) mantenimiento de la velocidad, y c) resistencia a la velocidad o desaceleración.

- En los deportes de equipo es muy difícil alcanzar esos 60 mts para llegar a la velocidad máxima.
- En los deportes de equipo el deportista debe adaptarse al contexto variable de las situaciones de juego. Estas situaciones de juego son cambiantes y difícil de mantener más de 2"- 6".
- En estas situaciones cambiantes el deportista de equipo debe reconocer y reaccionar ante un estímulo, acelerar, desacelerar y cambiar de dirección.
- Por lo tanto, es muy difícil entrenar y extrapolar los métodos de entrenamiento de los sprint lineales a los deportes de equipo. De hecho, la evidencia indica que es muy difícil transferir la capacidad de sprint líneal a los cambios de direcciones.
- Esta complejidad de factores es lo que han descrito en el modelo de agilidad (Young y Farrow, 2002)
- Este modelo indica dos grandes grupos de factores. El grupo de factores relacionados con la percepción y toma de decisión, y el grupo de factores relacionados con los cambios de dirección (COD)
- Dentro del grupo de factores de los COD, la técnica de estos cambios de dirección es un elemento fundamental para mejorar la agilidad. La evidencia científica avala esta afirmación (ej: Green, Blake, Caulfield, 2011; Marshall et. al., 2014)
- Los COD se pueden describir en varias fases: a) aceleración, b) desaceleración, c) COD, y d) re-aceleración.

a) <u>Aceleración</u>

- Antes de acelerar debo asegurar una posición correcta de inicio de la aceleración. Es importante para generar un movimiento eficaz y eficiente.
- Esta posición de inicio puede ocurrir desde diversas posturas corporales: Estables – inestables; bipedestación, decúbitos, arrodillado o sentado; con dos apoyos de pies, simétricos o asimétricos, o con un apoyo.
- Para comenzar con el proceso de entrenamiento-enseñanza de estas posturas iniciales se puede empezar con la "postura inicial".
- Los factores técnicos que más influencia en la aceleración son: a) colocación del pie; c) Ajuste de la zancada para acelerar y desacelerar; y, c) inclinación y postura corporal.
- En los deportes de equipo las aceleraciones ocurren fundamentalmente con dominio de los planos sagital (desplazamientos hacia adelante y atrás) y en plano frontal (desplazamientos laterales).
- Para acelerar se debe apoyar el pie con los metatarsos. No dedos, no de talón. (Para desacelerar si debo apoyar toda la planta del pie)
- En la pierna de vuelo, los tobillos deben permanecer en dorsiflexión con los dedos hacia arriba (en la fase intermedia y final). En la pierna de apoyo y en la fase temprana debe mantenerse la dorsiflexión (tibia en positivo) pero en la fase tardía debe realizarse una flexión plantar acompañando la extensión de cadera y rodilla (triple extensión)
- En una aceleración se debe ajustar los dos componentes de la zancada: frecuencia y longitud.
- La longitud de la zancada se puede mejorar aumentado la capacidad de aplicar fuerza al suelo.
- La frecuencia se puede mejorar con el entrenamiento pliométrico, balístico, de fuerza, etc., pero es **<u>fundamental</u>** controlar la técnica para evitar errores de sobre zancada o apoyos parásitos que disminuyen el rendimiento.

- El patrón de movimiento de movimiento en la aceleración es la triple extensión de tobillo, rodilla y cadera. Este patrón se explicará en la práctica 10.

b) Desaceleración

- En el deporte se puede desacelerar para llegar a una posición de partida, para cambiar de dirección o para hacer una transición.
- La desaceleración implica acciones asimétricas y control de las rotaciones.
- Para desacelerar debo retrasar el centro de gravedad (CG) de la base de sustentación (BS)
- Para desacelerar la aplicación de las fuerzas internas deben igualar las fuerzas externas producidas por la masa del atleta en velocidad.
- Para comenzar a desacelerar el pie del atleta debe estar por delante del CG.
- Debo comenzar con el talón, después el antepié estable y con el tobillo en dorsiflexión, absorbiendo las fuerzas con la rodilla y cadera.
- El CG debe estar bajo y el tronco equilibrado.
- Es recomendable empezar con desaceleraciones lineales y entornos cerrados y evolucionar desaceleraciones no lineales y entornos abiertos.
- Se necesitan una serie de contactos con el suelo de alta frecuencia. Es decir, que es necesario aumentar el número de pasos (más frecuencia de pasos) y disminuir la distancia entre ellos (disminuir la zancada)
- Los movimientos de transición pueden ser el punto de partida para cualquier aceleración (no solo se acelera de la posición básica). Estos movimientos de transición pueden ser hacia adelante, atrás y de lado. Técnicamente son movimientos diferentes a las aceleraciones hacia adelante, atrás y de lado.
- En el desplazamiento hacia atrás debo tener las caderas alineadas con los hombros, mantener el tobillo en dorsiflexión para contactar con la punta del pie y transferir el peso del cuerpo a toda la planta del pie. Cuando el CG se desplace hacia atrás de la base de sustentación debo empujar con talón.
- En el movimiento lateral puedo empujar o llegar y tirar.

c) COD

- Los cambios de dirección son movimientos en plano transversal.
- Los cambios de dirección nos llevan a posiciones de aceleración.
- Estos movimientos son conducidos por la cabeza, hombros y caderas, ayudados por la acción de los brazos con movimientos rápidos.
- En estos cambios de dirección debo adelantar mi CG sobre la BS.
- En el paso pivoteando (90º aproximadamente) debo realizar una rotación externa de cadera con la pierna que conduce, cargando el peso del cuerpo en la otra pierna. Debe destacarse que el pie de la pierna que conduce pivote, mientras que el pie de la pierna que carga no.
- En el paso cruzado ambos pies pivotean.
- El giro de 180º desde una posición estática es muy parecido al pasado pivoteado. Previamente debo realizar un pre-estiramiento de los músculos extensores de cadera realizando una sentadilla rápida y corta.
- El giro de 180º desde posición dinámica lo puedo iniciar con una acción precoz de rotación de tronco, cadera y piernas.
- Las acciones de regate el atleta debe ser capaz de cambiar de dirección en menos de 0.2”.
- Estas acciones pueden ser con el pie interior y con el pie exterior.

- El T – Test sirve para evaluar la agilidad en los desplazamientos hacia adelante, de lado y hacia atrás.
- El test de Illinois es uno del test más usado para evaluar la agilidad.
- El test 505 nos permite discriminar entre un cambio de dirección con pierna izquierda y derecha.

d) Re-aceleraciónes

- En esta fase se deben considerar los mismos aspectos que en las aceleraciones, con el matiz de tener en cuenta el movimiento que precederá a esta re-aceleración.
- Los movimientos de transición pueden ser el punto de partida para cualquier aceleración (no solo se acelera de la posición básica). Estos movimientos de transición pueden ser hacia adelante, atrás y de lado. Técnicamente son movimientos diferentes a las aceleraciones hacia adelante, atrás y de lado.

RSA(Repeated Sprint Ability)

- Es la capacidad para repetir sprints de forma intermitente (Barbero, Bishop, Méndez Villanueva. 2006)
- Esfuerzos máximos o casi-máximos (al menos dos) de menos de 10” de duración, que son reproducidos intermitentemente e intercalados con periodos de recuperación incompleta (60”-90”) (Bangsbo & Fiorenza, 2017)
- Esfuerzos Intermitentes de alta intensidad +18 km/h (Castagna et.al., 2018)
- Esfuerzos que se producen al 150% VAM (Fukuda et. al., 2016)
- Pueden ser COD o no COD (Sánchez, et. al., 2016).

RSA relación con otras capacidades

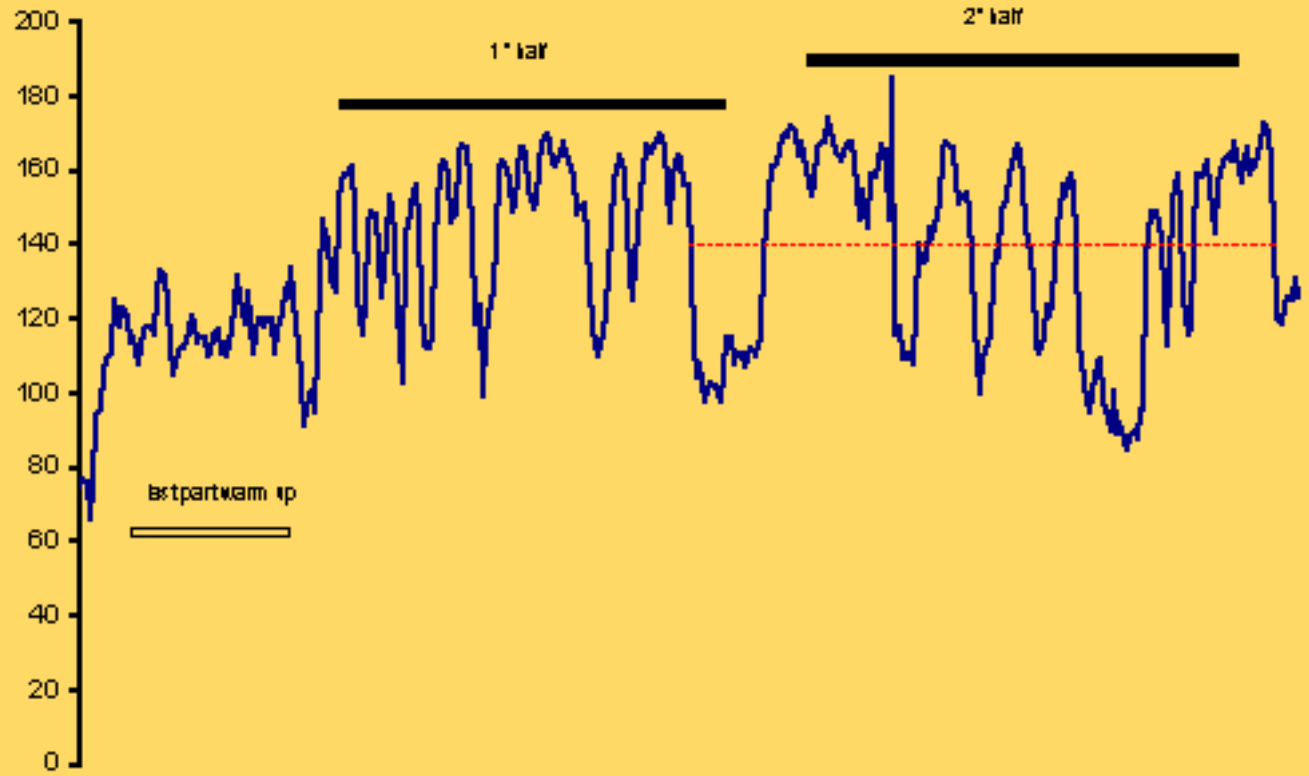
- Atletas diferentes deportes con mayor niveles de fza mejor 1 sprint (Malone, et. al., 2019)
- CMJ predictor de rendimiento en RSA en baloncesto (Stojanovic, et. al., 2012)
- Futbolistas amateur con mayor Vo2 max mejor rendimiento en sprint repetidos (Rodriguez-Fernandez, 2019)
- El Vo2 max tiene relación con la mayor distancia recorrida y a intensidades mayores de 18 km/h en futbolistas profesionales (Swaby, et.al., 2015)
- Futbolistas profesionales con mayor Vo2 max de 55 ml.kg.min no mejoran sprint repetidos (Turner y Bishop, 2019)
- Durante el sprint la vía energética predominantes es la atp-pc. Durante la pausa aumenta la importancia de las vías oxidativas (Miloni, 2017)

EVALUACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LOS ESFUERZOS INTERMITENTES ALTA INTENSIDAD

Demandas del deporte

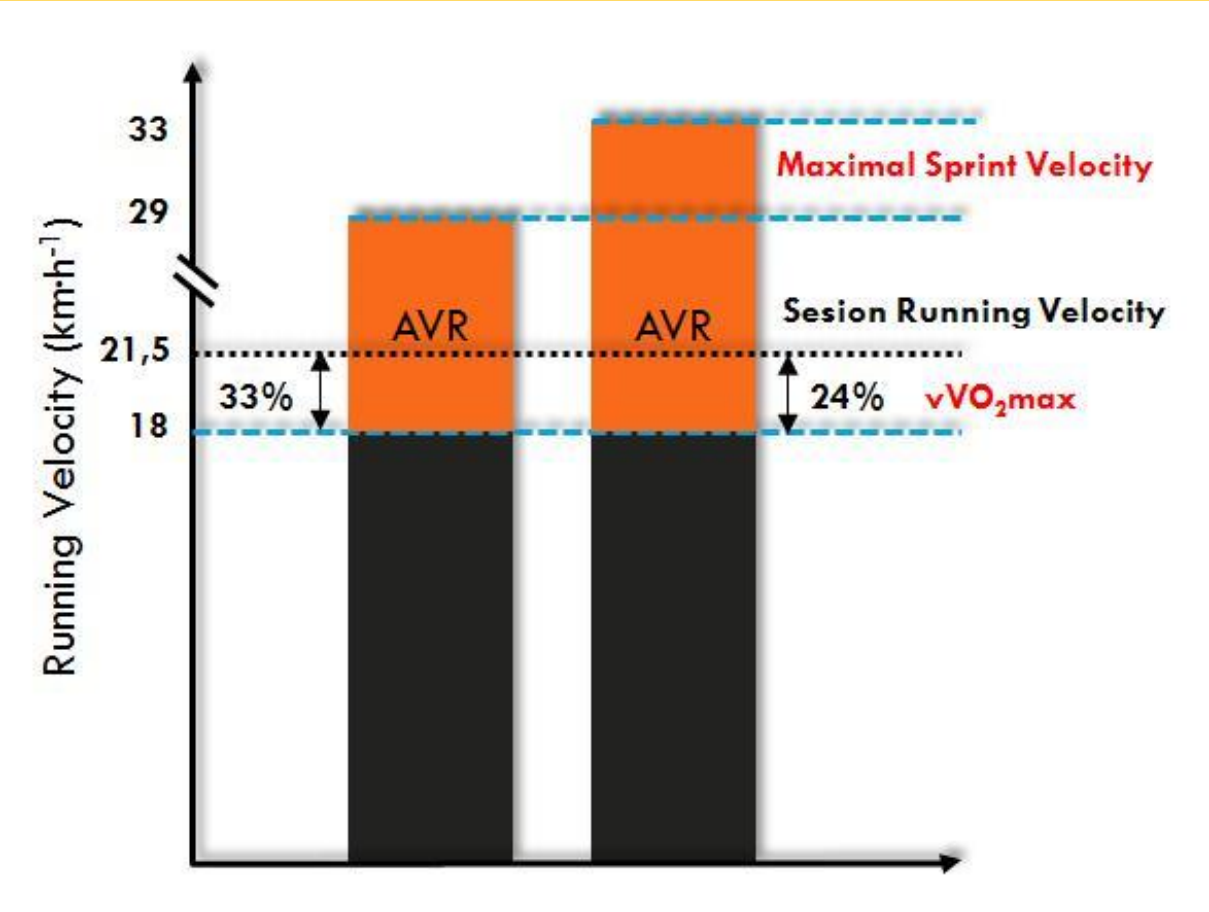
- 0,5” a 3” mantengo el mismo desplazamiento
- 75% desplazamientos son laterales
- 279 Cambios de dirección por partido (COD)
- 20 saltos
- 134 combates
- 9-10 lanzamientos
- 22 Bloqueos

Frecuencia cardíaca
Oscila entre 145 – 190
Media 170



Atletas = VO2 Max

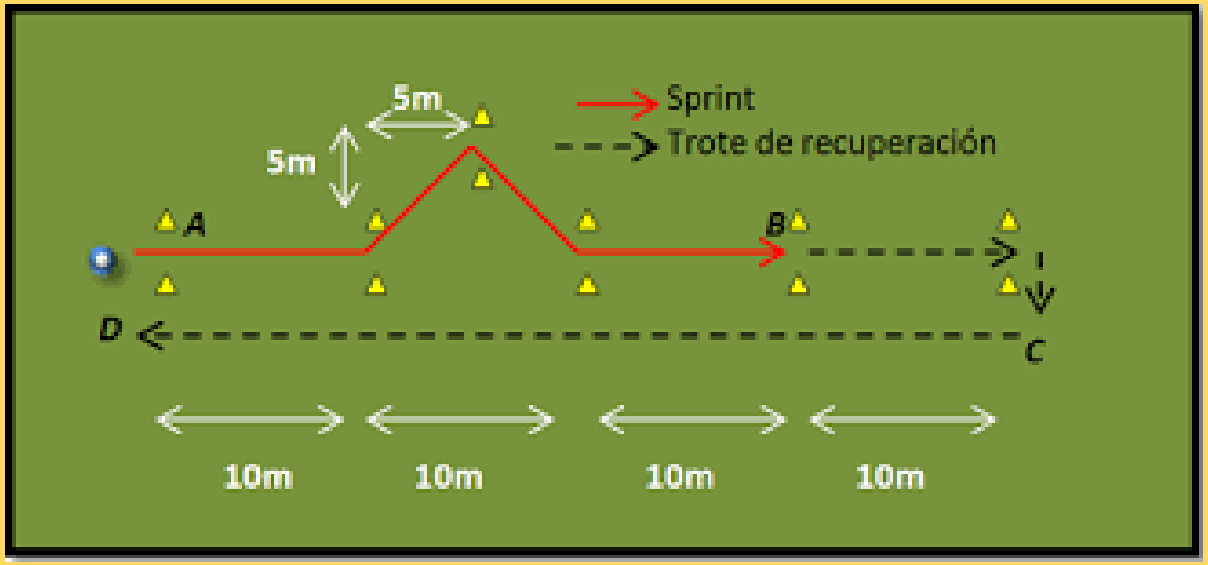
- NO VAM
- SÍ MÁXIMA V SPRINT



Evaluación RSA

- ❑ Respetar principio de especificidad (Calzado, superficie, COD, Pausa) (Ammar, et. al., 2019)

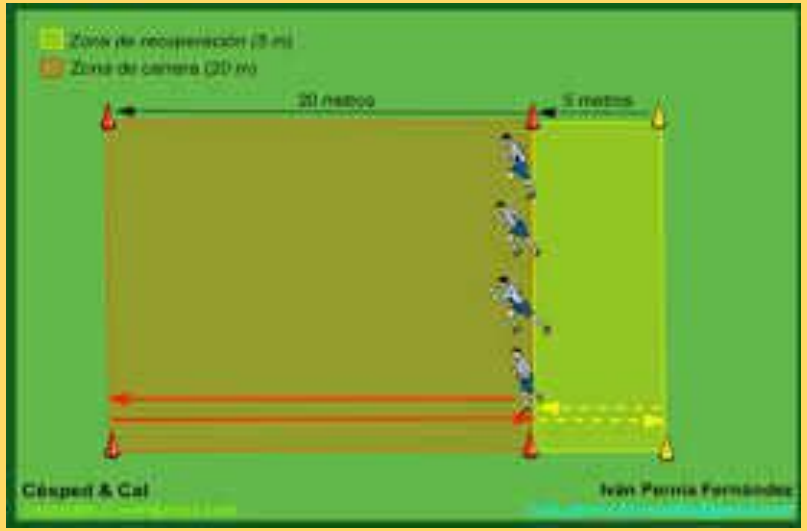
- ❑ Test Bangsbo (Bangsbo, 1994),
- ❑ Esfuerzos intermitentes : Yo – yo test, 30-15 IFT



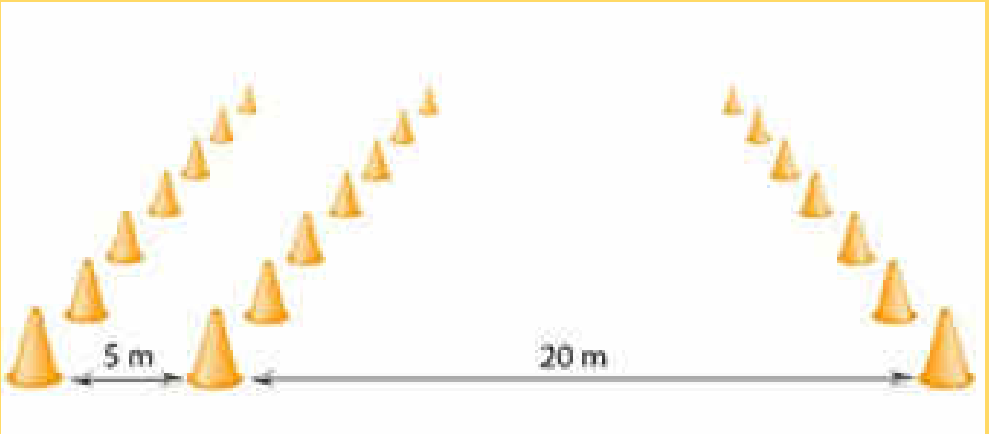
Bangsbo

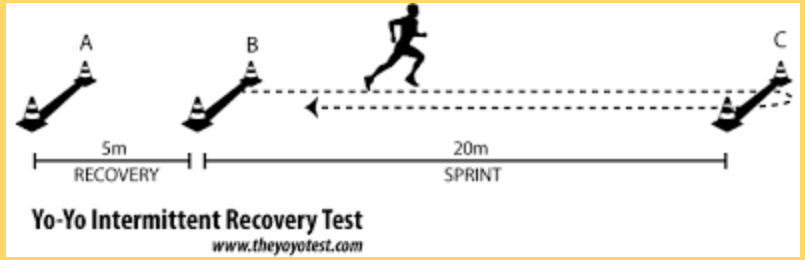
https://www.youtube.com/watch?v=GT8VRnqJGH8

- ✓ Mejor tiempo
- ✓ Tiempo medio 7 sprint
- ✓ Diferencia entre mejor y peor (Índice fatiga)



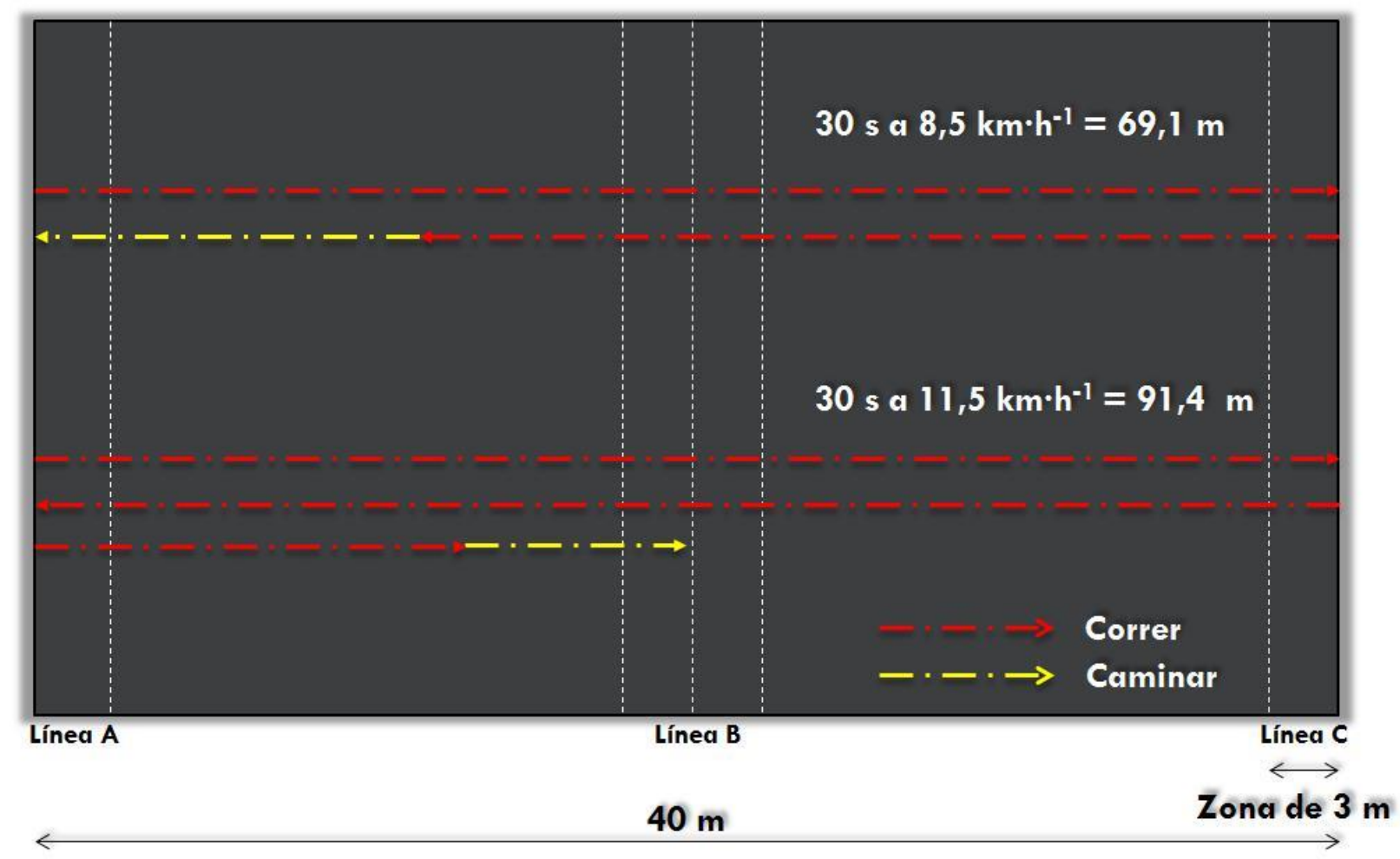
- **Yo-Yo Endurance Test (VO2 Max)**
- **Yo-Yo Intermittent Endurance Test (resistencia intermitente)**
- **Yo-Yo Intermittent Recovery Test (recuperación intermitente)**
- **8 – 11 Km/h**





YO –YO Test
https://www.youtube.com/watch?v=-NcbEfhw6bc

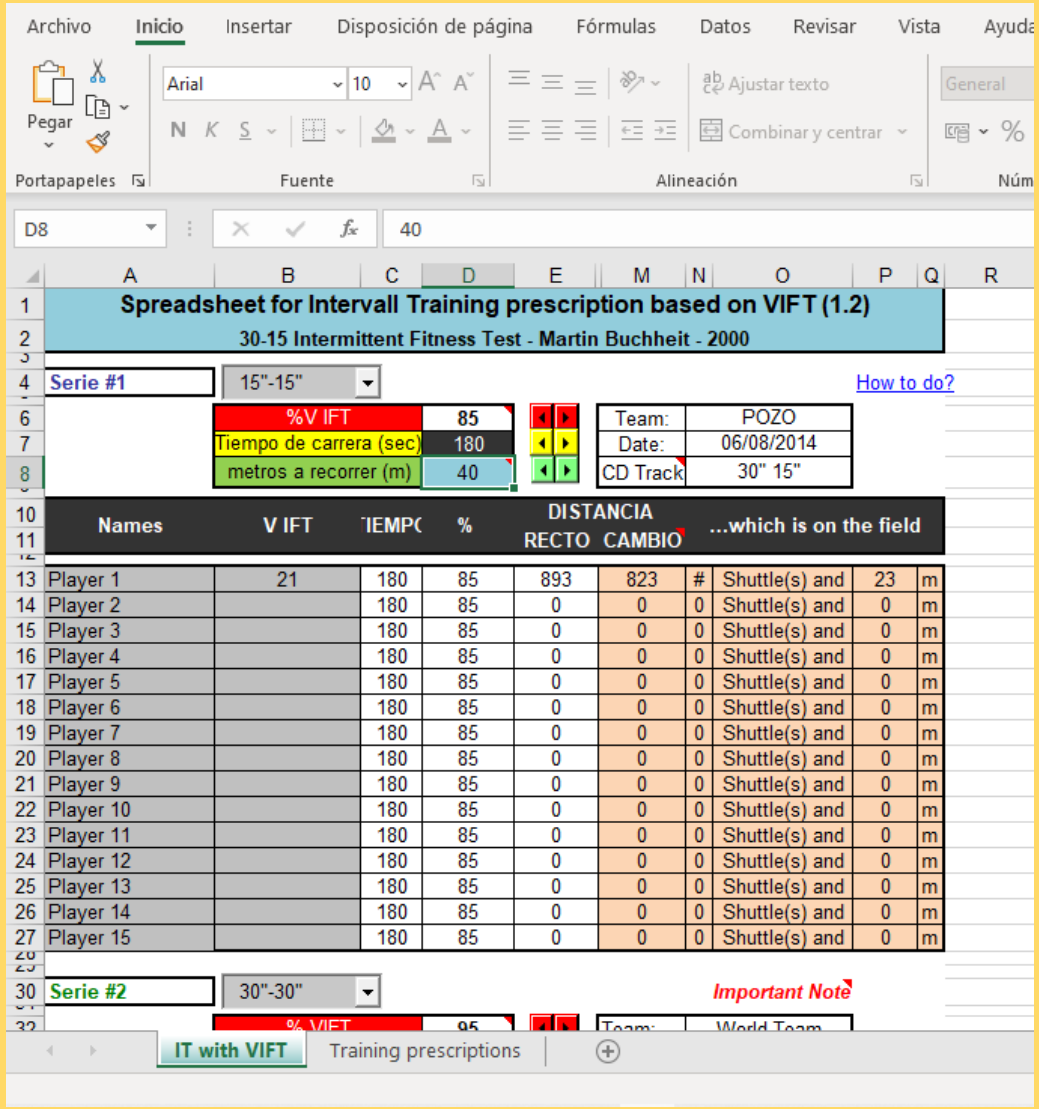
30 -15 IFT



- **Evaluar la Aptitud Física**
- **Velocidad de Referencia para Individualizar.**
- **Entrenamientos Programar Sesiones de Entrenamiento Interválico.**

https://www.youtube.com/watch?v=Kh9ZxVeKjrI&t=46s

https://www.youtube.com/watch?v=2xl-gkOGNT8



Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Pegar | Arial | 10 | Ajustar texto | Combinar y centrar | General

Portapapeles | Fuente | Alineación | Núm

D8 | 40

Spreadsheet for Intervall Training prescription based on VIFT (1.2)

30-15 Intermittent Fitness Test - Martin Buchheit - 2000

Serie #1 | 15"-15" | How to do?

%V IFT	85
Tiempo de carrera (sec)	180
metros a recorrer (m)	40

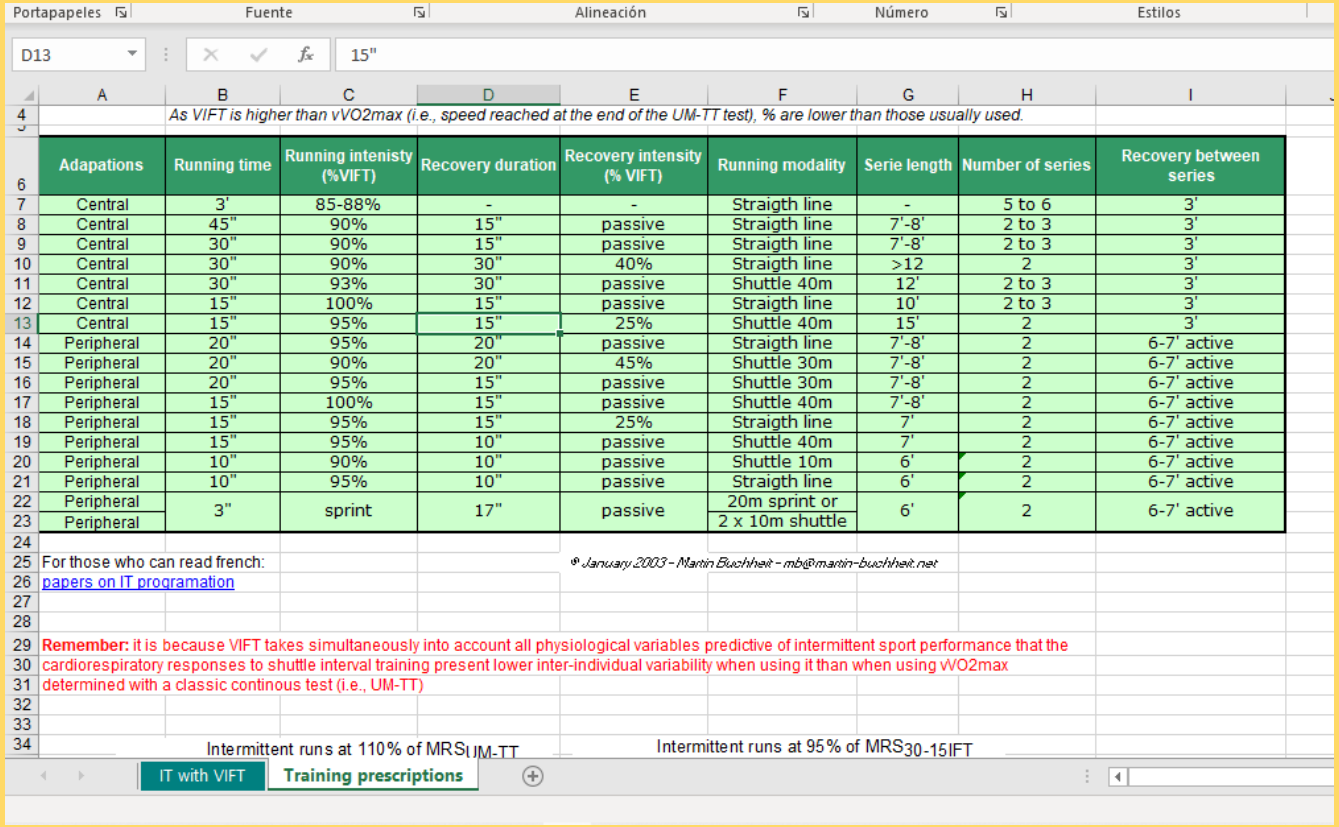
Team:	POZO
Date:	06/08/2014
CD Track	30" 15"

Names	V IFT	TIEMPO	%	DISTANCIA RECTO	DISTANCIA CAMBIO	...which is on the field			
Player 1	21	180	85	893	823	#	Shuttle(s) and	23	m
Player 2		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 3		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 4		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 5		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 6		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 7		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 8		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 9		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 10		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 11		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 12		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 13		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 14		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 15		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m

Serie #2 | 30"-30" | *Important Note*

% VIFT	95
Team:	World Team

IT with VIFT | Training prescriptions



Portapapeles | Fuente | Alineación | Número | Estilos

D13 | 15"

As VIFT is higher than vVO2max (i.e., speed reached at the end of the UM-TT test), % are lower than those usually used.

Adapations	Running time	Running intenisty (%VIFT)	Recovery duration	Recovery intensity (% VIFT)	Running modality	Serie length	Number of series	Recovery between series
Central	3'	85-88%	-	-	Straigth line	-	5 to 6	3'
Central	45"	90%	15"	passive	Straigth line	7'-8'	2 to 3	3'
Central	30"	90%	15"	passive	Straigth line	7'-8'	2 to 3	3'
Central	30"	90%	30"	40%	Straigth line	>12	2	3'
Central	30"	93%	30"	passive	Shuttle 40m	12'	2 to 3	3'
Central	15"	100%	15"	passive	Straigth line	10'	2 to 3	3'
Central	15"	95%	15"	25%	Shuttle 40m	15'	2	3'
Peripheral	20"	95%	20"	passive	Straigth line	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	20"	90%	20"	45%	Shuttle 30m	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	20"	95%	15"	passive	Shuttle 30m	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	15"	100%	15"	passive	Shuttle 40m	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	15"	95%	15"	25%	Straigth line	7'	2	6-7' active
Peripheral	15"	95%	10"	passive	Shuttle 40m	7'	2	6-7' active
Peripheral	10"	90%	10"	passive	Shuttle 10m	6'	2	6-7' active
Peripheral	10"	95%	10"	passive	Straigth line	6'	2	6-7' active
Peripheral	3"	sprint	17"	passive	20m sprint or 2 x 10m shuttle	6'	2	6-7' active

For those who can read french:
papers on IT programation

© January 2003 - Martin Buchheit - mb@martin-buchheit.net

Remember: it is because VIFT takes simultaneously into account all physiological variables predictive of intermittent sport performance that the cardiorespiratory responses to shuttle interval training present lower inter-individual variability when using it than when using vVO2max determined with a classic continous test (i.e., UM-TT)

Intermittent runs at 110% of MRS$_{UM-TT}$ | Intermittent runs at 95% of MRS$_{30-15IFT}$

IT with VIFT | Training prescriptions

Práctica 12 Evaluación y entrenamiento de los sprint repetidos RSA

COMPETENCIAS

Conocer y comprender la teoría, metodología y la evidencia científica del entrenamiento de capacidad para repetir sprint (RSA)

Analizar y dominar diferentes test de evaluación para deportes intermitentes

Planificar, desarrollar y controlar sesiones de entrenamiento de RSA

CONTENIDOS

a) Test RSA

EVALUACIÓN

Asistencia, participación y cumplir con el material de práctica.

OBSERVACIONES

- Es muy importante la lectura previa a la práctica y asistir con el "documento de la Guía de práctica"
- Es recomendable la lectura previa del material de "lectura recomendable"

Guía de práctica

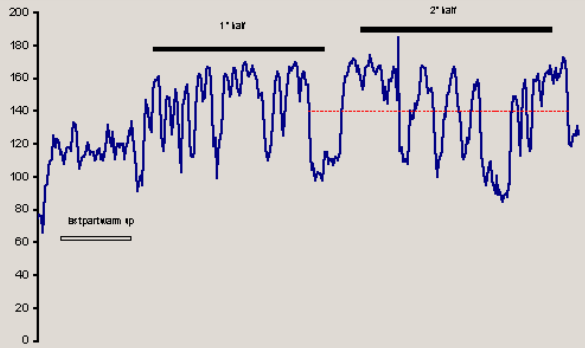
¿ Otros datos físicos?

0,5" a 3" mantengo el mismo desplazamiento
75% desplazamientos son laterales
279 Cambios de dirección por partido (COD)
20 saltos
134 combates
9-10 lanzamientos
22 Bloqueos

¿ Es la carrera continua un método específico para balonmano ?

E

Frecuencia cardíaca
Oscila entre 145 - 190
Media 170



FATIGA EN LOS DEPORTES DE EQUIPO

• Fatiga temporal	• (+La) (+ k intersticial) (- ATP – PC)	• (- esfuerzos rep) (- habilidades) (- calidad
• En los momentos finales	• - Glucógeno muscular	• (- Distancias) (-velocidades) (+ lesiones)
• Con stress térmico	• Deshidratación	• 2.5 % perdida peso
• Después del descanso	• (- temp corporal Redistribución del flujo sang) (- ROM)	• (- Distancias) (- velocidades)
• 24 – 48hs posteriores	• (+ Cortisol) (- CMJ) (Depresión sist. Inmune)	• (- fuerza) (- capacidad funcional)

RSA(Repeated Sprint Ability)

- Es la capacidad para repetir sprints de forma intermitente (Barbero, Bishop, Méndez Villanueva. 2006)
- Esfuerzos máximos o casi-máximos (al menos dos) de menos de 10" de duración, que son reproducidos intermitentemente e intercalados con periodos de recuperación incompleta (60"90") (Bangsbo & Fiorenza, 2017)
- Esfuerzos Intermitentes de alta intensidad +18 km/h (Castagna et.al., 2018) con pausas de recuperación incompleta
- Esfuerzos que se producen al 150% VAM (Fukuda et. al., 2016)
- Pueden ser COD o no COD (Sánchez, et. al., 2016).

Evaluación RSA

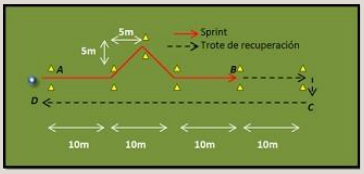
•8 x 35 m con 30 s recuperación (Fitzmon, 1993)
•6 x 40 m con 24 s recuperación (Rushall, 1990)
• 7 x 30 m con 20 s recuperación (Oliver, 2005)
•8 x 30 m con 25 s recuperación (Impellizzeri, 2008)

❑ Test Balsom (1993)

Figura 2. Test de Balsom. Elaboración propia.

- ✓ Mejor tiempo
- ✓ Peor tiempo
- ✓ Tiempo medio 7 sprint
- ✓ Suma de tiempos

❑ Test Bangsbo (Bangsbo, 1994)



Bangsbo

https://www.youtube.com/watch?v=GT8VRnqJGH8

<u>Índices fatiga</u>

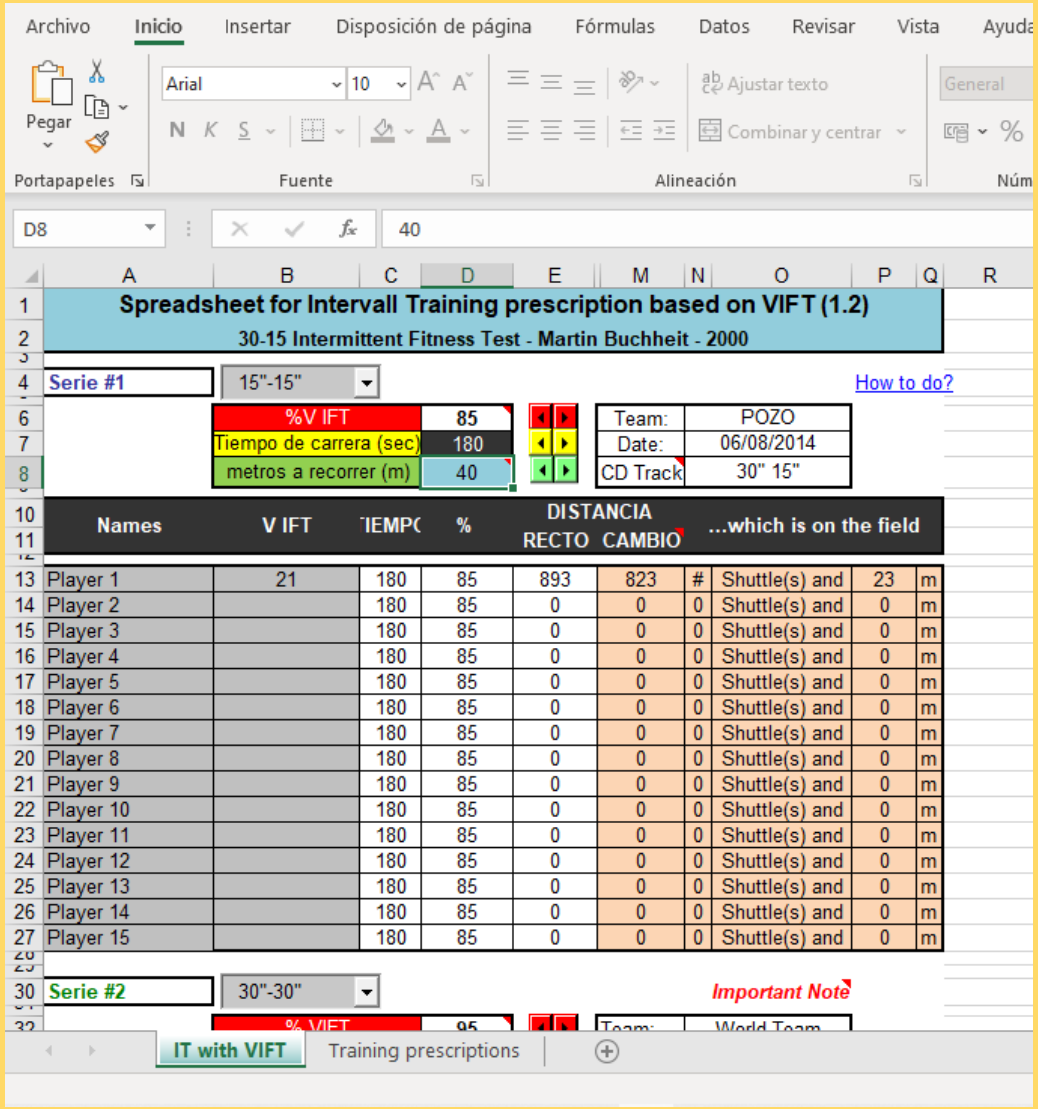
- ✓ Diferencia entre mejor y peor (Bishop, et. al. 2011)
- ✓ Media entre 2 mejores y 2 peores (Wragg. Et. al. 2000)
- ✓ Fitzsimons, et. al. 1993)

$$\text{IFF} = \left(\frac{\sum \text{tiempos}}{\text{mejor tiempo} \times \text{n}^{\text{o}}\ \text{sprints}} \times 100\right) - 100 = ___\ \%$$

RSA relación con otras capacidades

- ❑ Atletas diferentes deportes con mayor niveles de fza mejor 1 sprint (Malone, et. al., 2019)
- ❑ CMJ predictor de rendimiento en RSA en baloncesto (Stojanovic, et. al., 2012)
- ❑ Futbolistas amateur con mayor Vo2 max mejor rendimiento en sprint repetidos (Rodriguez-Fernandez, 2019)
- ❑ El Vo2 max tiene relación con la mayor distancia recorrida y a intensidades mayores de 18 km/h en futbolistas profesionales (Swaby, et.al., 2015)
- ❑ Futbolistas profesionales con mayor Vo2 max de 55 ml.kg.min no mejoran sprint repetidos (Turner y Bishop, 2019)
- ❑ Durante el sprint la vía energética predominantes es la atp-pc. Durante la pausa aumenta la importancia de las vías oxidativas (Miloni, 2017)

Simplificando al máximo….



Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Pegar | Arial | 10 | Ajustar texto | General | Combinar y centrar | Portapapeles | Fuente | Alineación | Núm

D8 | 40

Spreadsheet for Intervall Training prescription based on VIFT (1.2)

30-15 Intermittent Fitness Test - Martin Buchheit - 2000

Serie #1 | 15"-15" | How to do?

%V IFT	85
Tiempo de carrera (sec)	180
metros a recorrer (m)	40

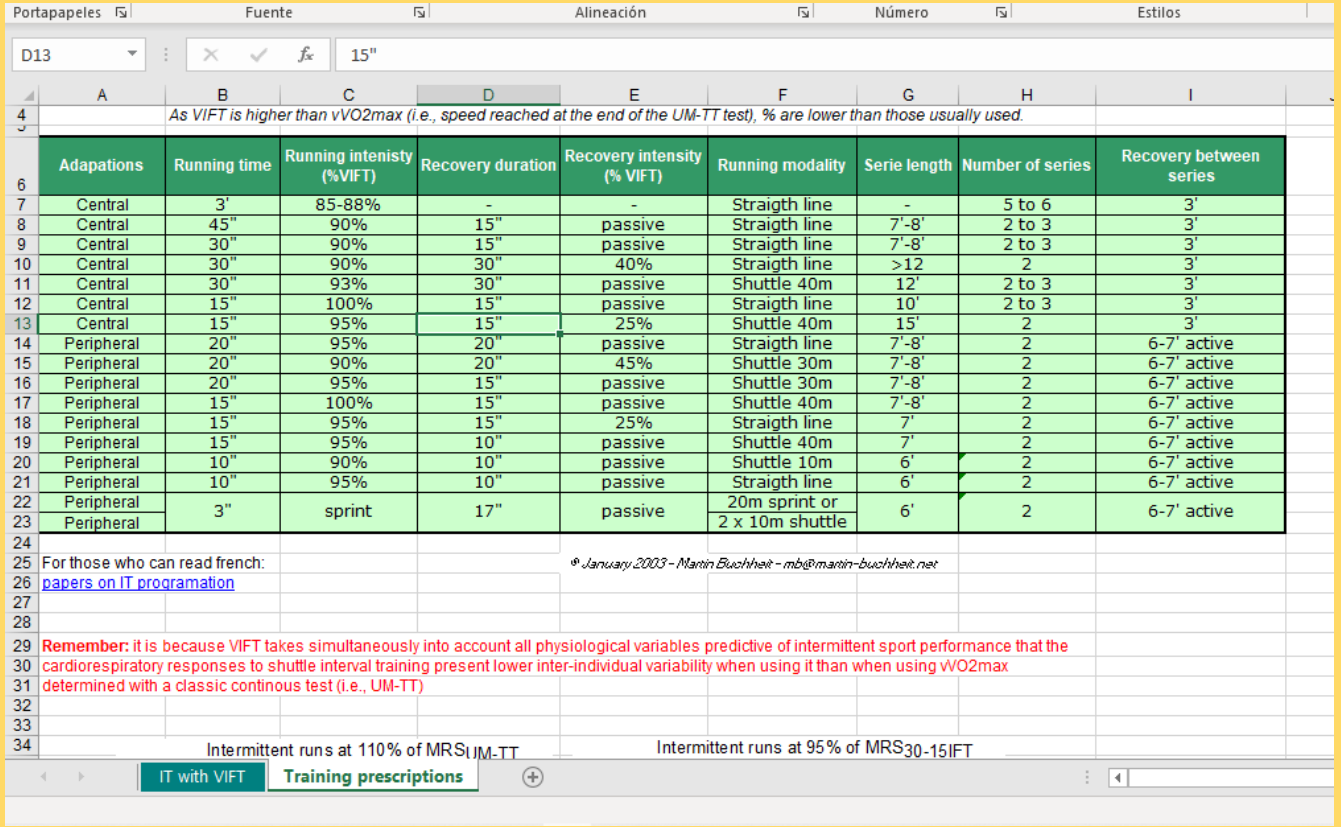
Team:	POZO
Date:	06/08/2014
CD Track	30" 15"

Names	V IFT	TIEMPO	%	DISTANCIA RECTO	DISTANCIA CAMBIO	#	…which is on the field		
Player 1	21	180	85	893	823	#	Shuttle(s) and	23	m
Player 2		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 3		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 4		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 5		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 6		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 7		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 8		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 9		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 10		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 11		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 12		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 13		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 14		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 15		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m

Serie #2 | 30"-30" | *Important Note*

% VIFT | 95 | Team: | World Team

IT with VIFT | Training prescriptions



Portapapeles | Fuente | Alineación | Número | Estilos

D13 | 15"

As VIFT is higher than vVO2max (i.e., speed reached at the end of the UM-TT test), % are lower than those usually used.

Adapations	Running time	Running intenisty (%VIFT)	Recovery duration	Recovery intensity (% VIFT)	Running modality	Serie length	Number of series	Recovery between series
Central	3'	85-88%	-	-	Straigth line	-	5 to 6	3'
Central	45"	90%	15"	passive	Straigth line	7'-8'	2 to 3	3'
Central	30"	90%	15"	passive	Straigth line	7'-8'	2 to 3	3'
Central	30"	90%	30"	40%	Straigth line	>12	2	3'
Central	30"	93%	30"	passive	Shuttle 40m	12'	2 to 3	3'
Central	15"	100%	15"	passive	Straigth line	10'	2 to 3	3'
Central	15"	95%	15"	25%	Shuttle 40m	15'	2	3'
Peripheral	20"	95%	20"	passive	Straigth line	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	20"	90%	20"	45%	Shuttle 30m	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	20"	95%	15"	passive	Shuttle 30m	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	15"	100%	15"	passive	Shuttle 40m	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	15"	95%	15"	25%	Straigth line	7'	2	6-7' active
Peripheral	15"	95%	10"	passive	Shuttle 40m	7'	2	6-7' active
Peripheral	10"	90%	10"	passive	Shuttle 10m	6'	2	6-7' active
Peripheral	10"	95%	10"	passive	Straigth line	6'	2	6-7' active
Peripheral / Peripheral	3"	sprint	17"	passive	20m sprint or 2 x 10m shuttle	6'	2	6-7' active

For those who can read french:

papers on IT programation

© January 2003 - Martin Buchheit - mb@martin-buchheit.net

Remember: it is because VIFT takes simultaneously into account all physiological variables predictive of intermittent sport performance that the cardiorespiratory responses to shuttle interval training present lower inter-individual variability when using it than when using vVO2max determined with a classic continous test (i.e., UM-TT)

Intermittent runs at 110% of MRS$_{UM-TT}$ | Intermittent runs at 95% of MRS$_{30-15IFT}$

IT with VIFT | Training prescriptions

TÍTULO CITA

High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle
M Buchheit, PB Laursen
Sports medicine 43 (5), 313-338

Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome?
M Buchheit
Frontiers in physiology 5, 73

Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring
DJ Plews, PB Laursen, J Stanley, AE Kilding, M Buchheit
Sports medicine 43 (9), 773-781

Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load
M Buchheit, C Gindre
American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology 291 (1 …

Match running performance and fitness in youth soccer
M Buchheit, A Mendez-Villanueva, BM Simpson, PC Bourdon
International journal of sports medicine 31 (11), 818-825

The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players
M Buchheit
The Journal of Strength & Conditioning Research 22 (2), 365-374

Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription

Escribe aquí para buscar

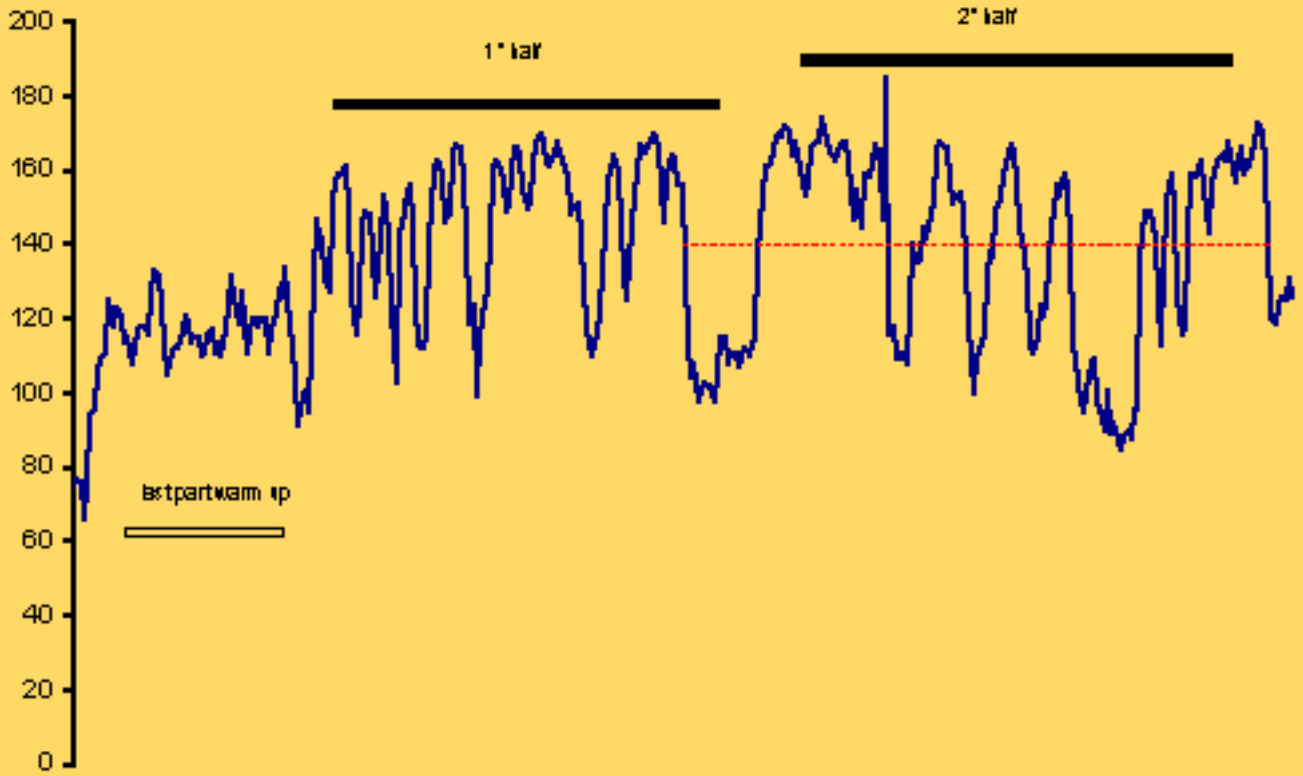
Empezando por el principio: Análisis de las demandas del deporte

IMPORTANTE PARA EL TRABAJO

- 0,5” a 3” mantengo el mismo desplazamiento
- 75% desplazamientos son laterales
- 279 Cambios de dirección por partido (COD)
- 20 saltos
- 134 combates
- 9-10 lanzamientos
- 22 Bloqueos
- 32.5 – 54.1 VO2 Max (ml x kg x min)

Krüger K, Pilat C, Uckert K, Frech T, Mooren FC. Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. J Strength Cond Res. 2014

Frecuencia cardíaca
Oscila entre 145 – 190
Media 170

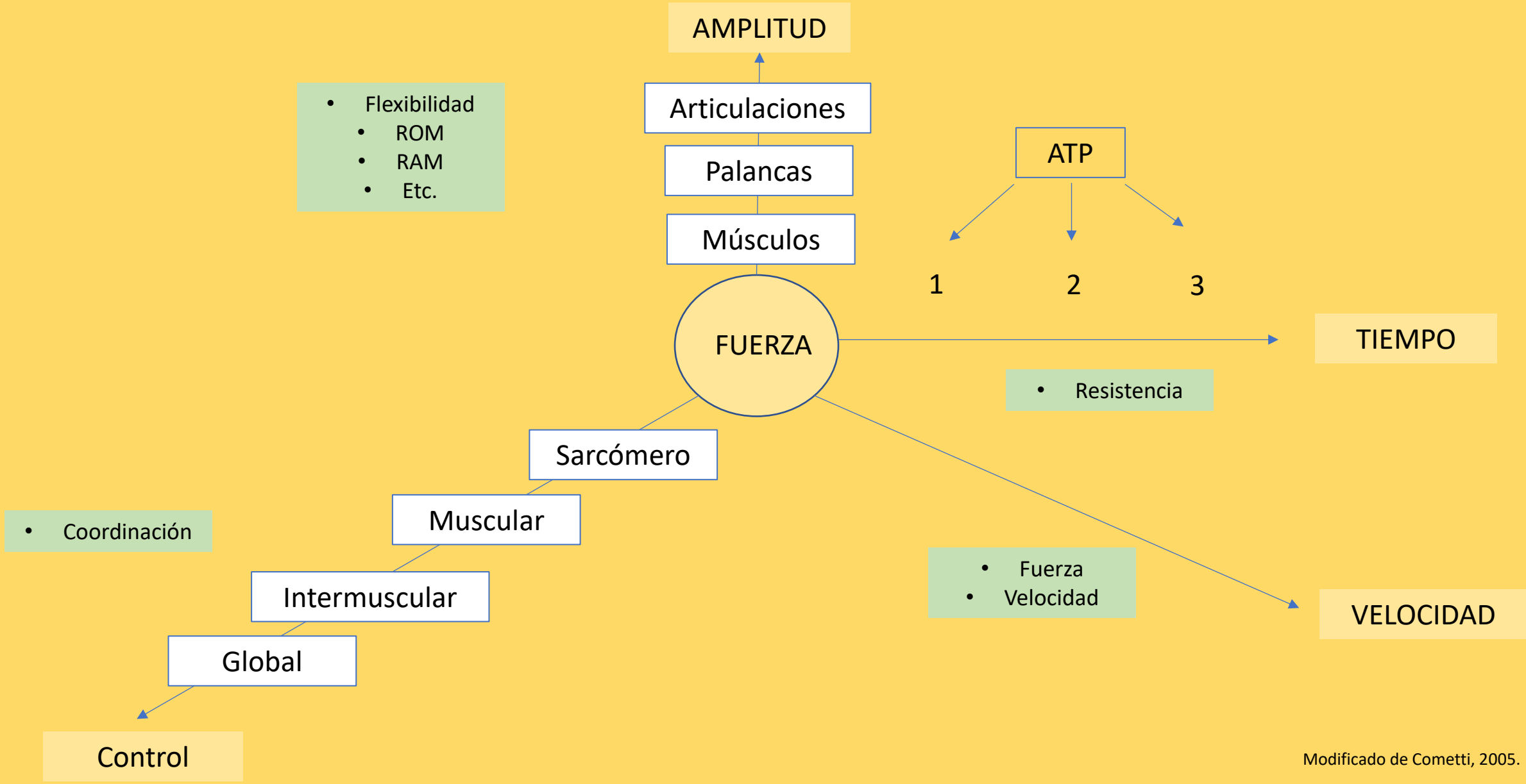


Krüger K, Pilat C, Uckert K, Frech T, Mooren FC. Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. J Strength Cond Res. 2014

¿De que depende el rendimiento físico en los deportes de equipo?

Resistencia cardiovascular
Capacidad para COD
ROM específico

Fuerza



Modificado de Cometti, 2005.

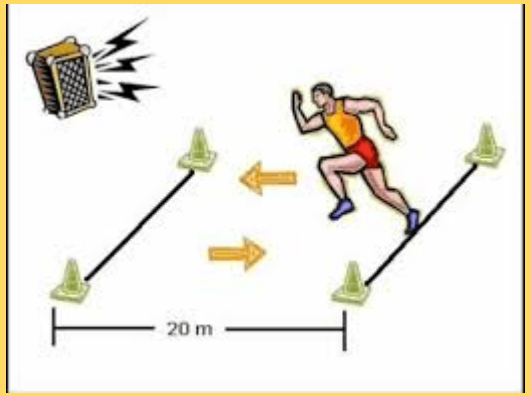
¿Cómo se mide la resistencia cardiovascular?
¿Cuál es la unidad de medida?

Se puede expresar de forma absoluta o relativa

¿Cómo la estimamos?

❖ Resistencia cardiovascular

Capacidad para realizar ejercicio aeróbico de forma prolongada con intensidades de moderadas a altas



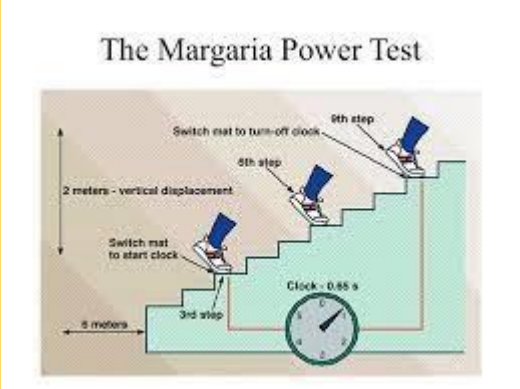
PRUEBAS

- Máximas
- Sub máximas

- Campo
- Laboratorio

- Directas
- Indirectas

- Continuas
- Intervaladas

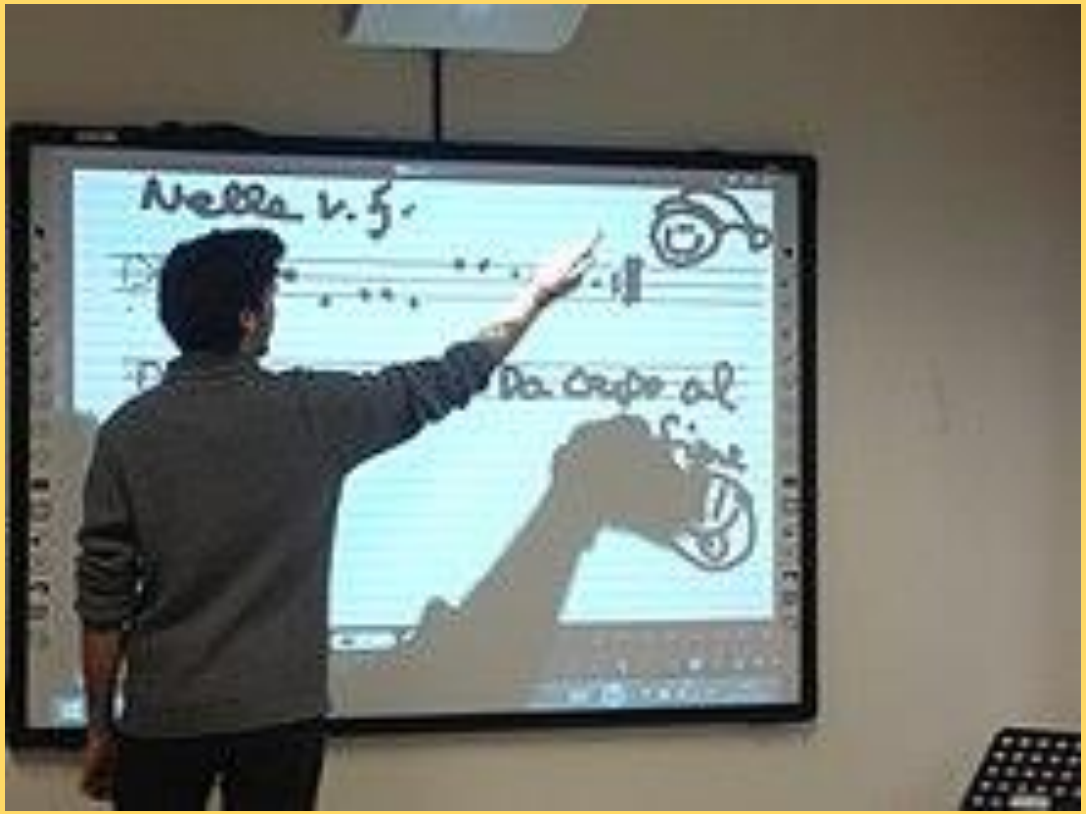


Capitulo 1:American College of Sports Medicine.(2007).*Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio* (Vol.44).Editorial Paidotribo.

¿En que se basan los test?

Relación lineal
Entre vo2 max. y:

- Velocidad
  - FC
- Esfuerzo percibido
  - Potencia



- Test laboratorio O2/CO2
- VO2 / FC
- VO2 / RPE
- Test Campo VAM

Deportes de resistencia se puede programar trabajo resistencia cardiovascular por:

VAM

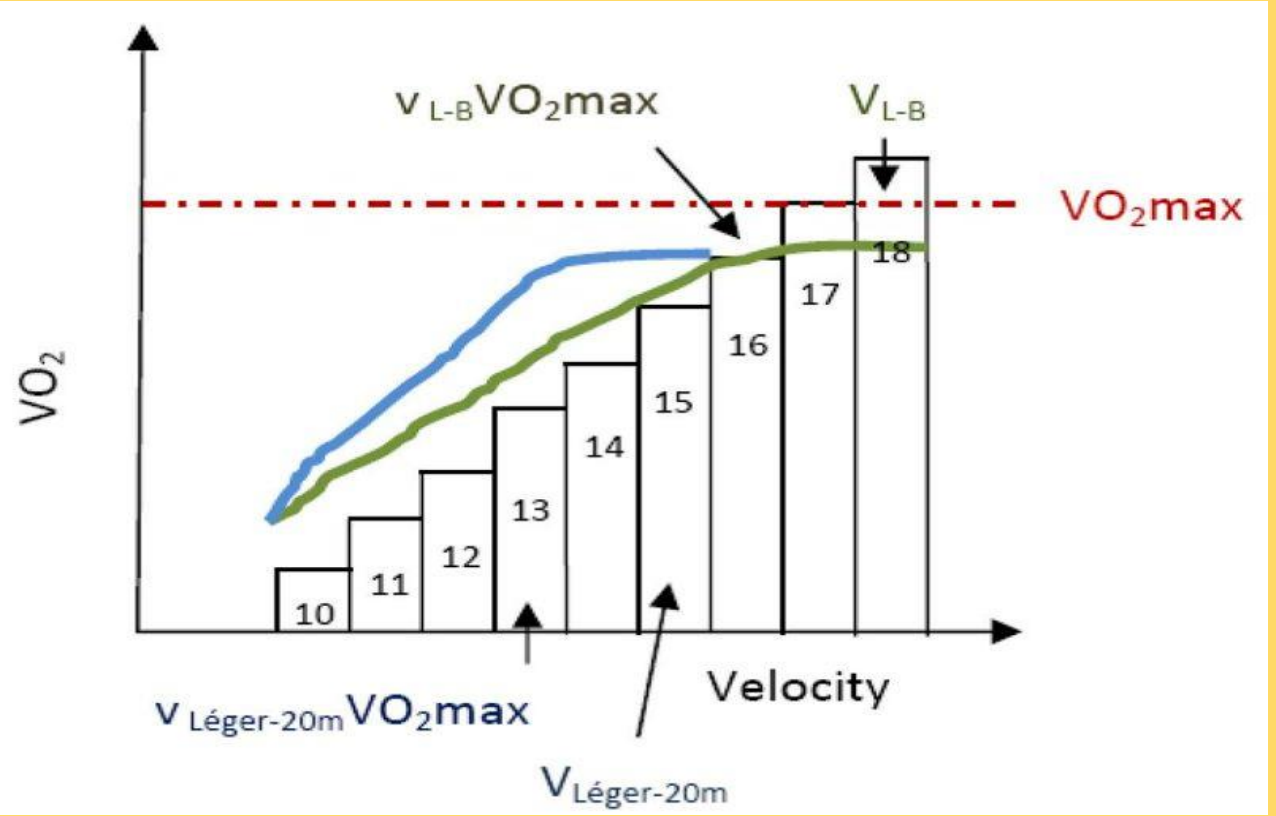
FC

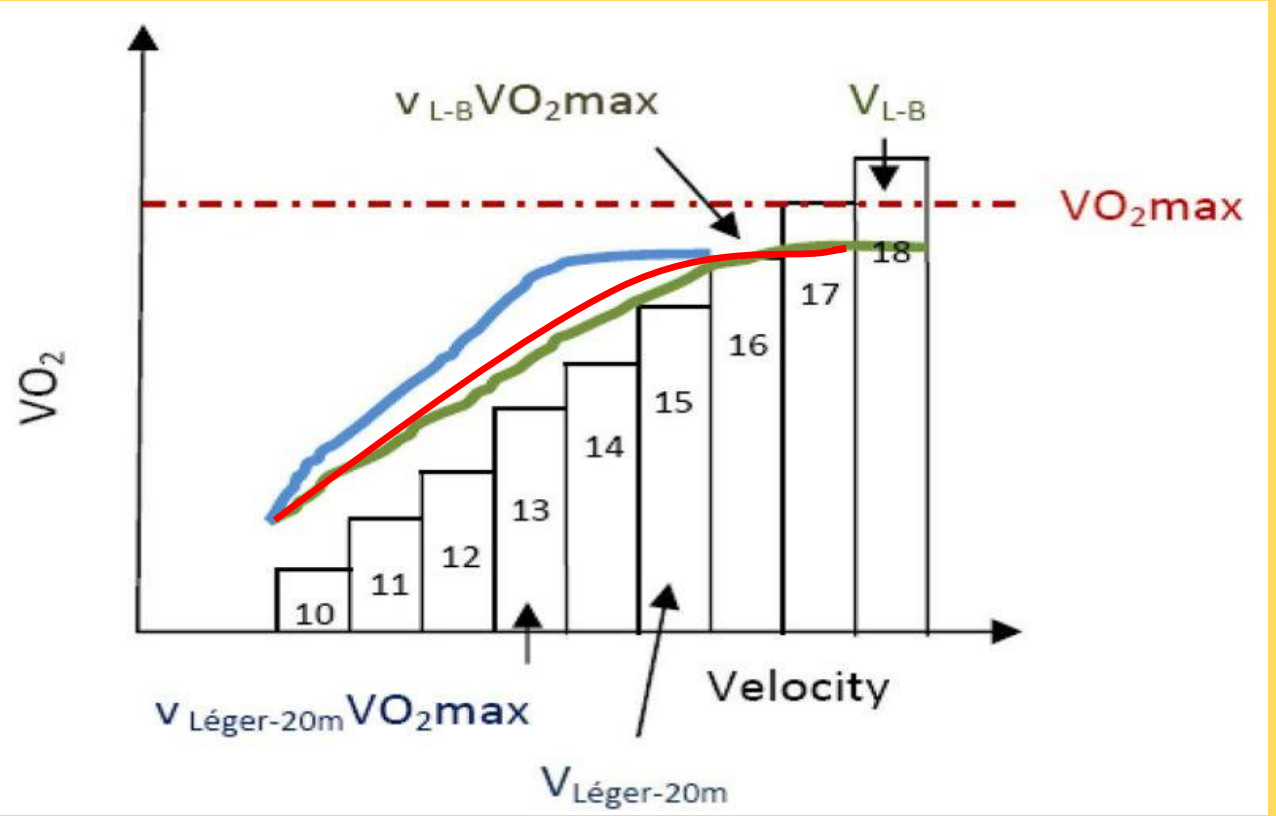
% VO2 Max.

% VT1-2

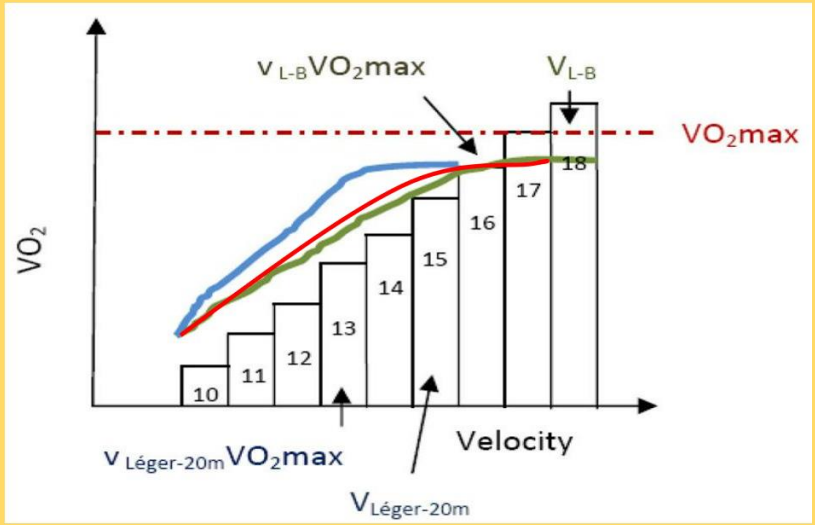
RPE

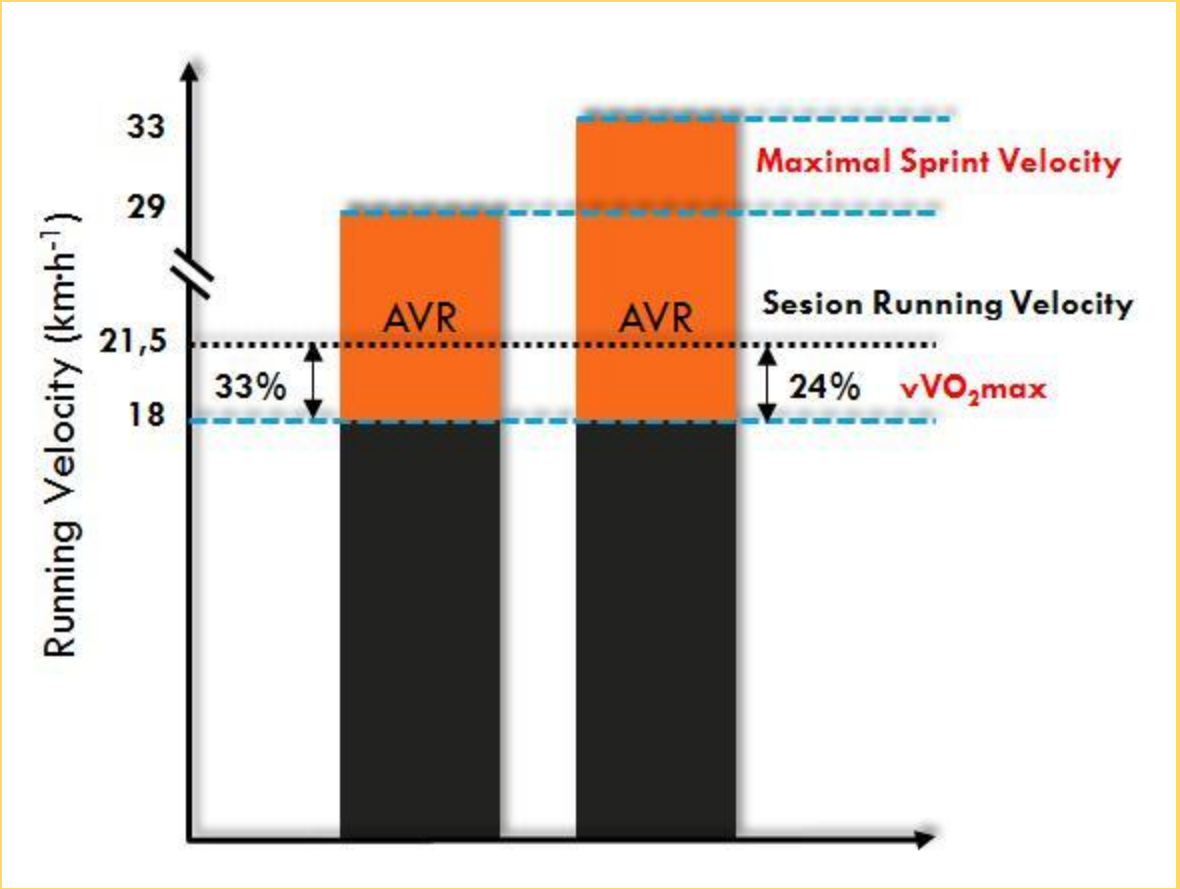
¿y en deportes de equipo…?


v L-B VO2max
VL-B
VO2max
VO2
10
11
12
13
14
15
16
17
18
Velocity
v Léger-20m VO2max
VLéger-20m


v L-B VO2max
VL-B
VO2max
VO2
10
11
12
13
14
15
16
17
18
Velocity
v Léger-20m VO2max
VLéger-20m

Reserva velocidad

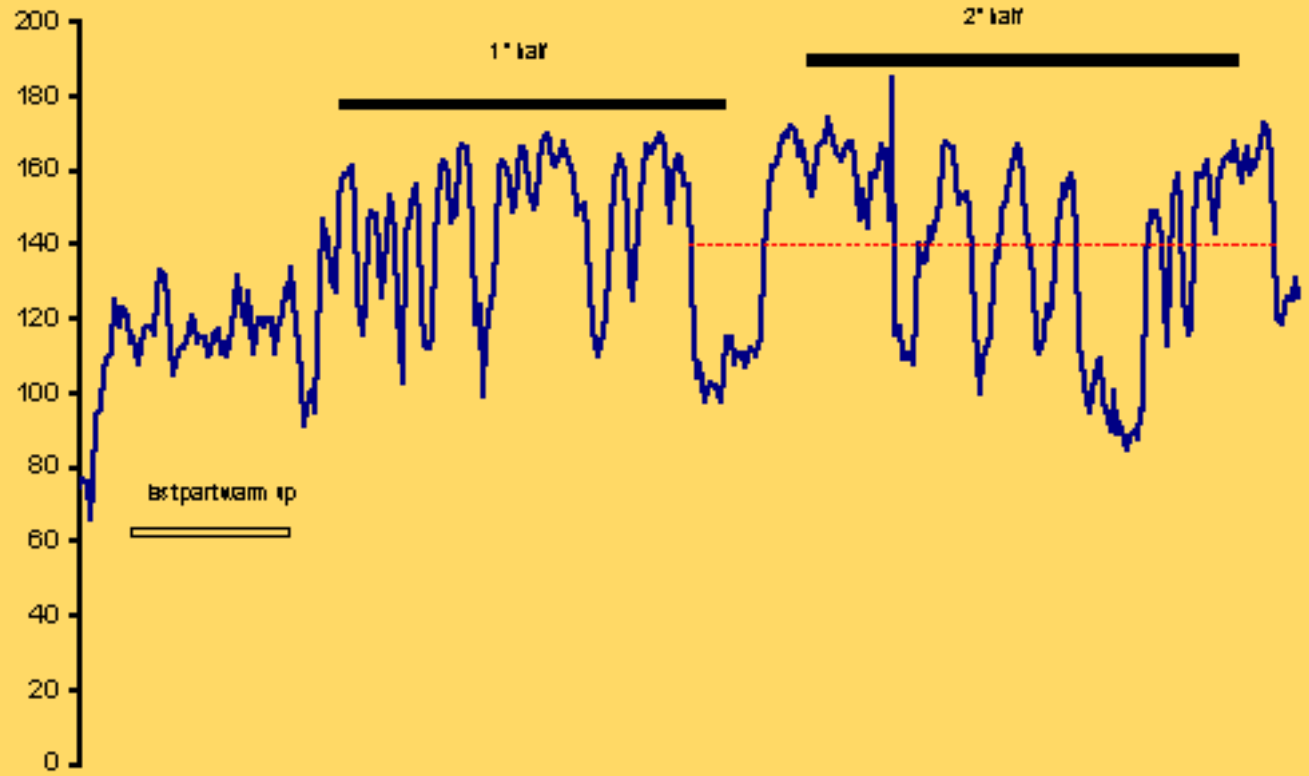




¿De que depende el rendimiento en los deportes de equipo?

- Capacidad para COD
- Capacidad para recuperarme entre esfuerzos (VO2 Max)
- Capacidad para solicitar sistema AER y ANA

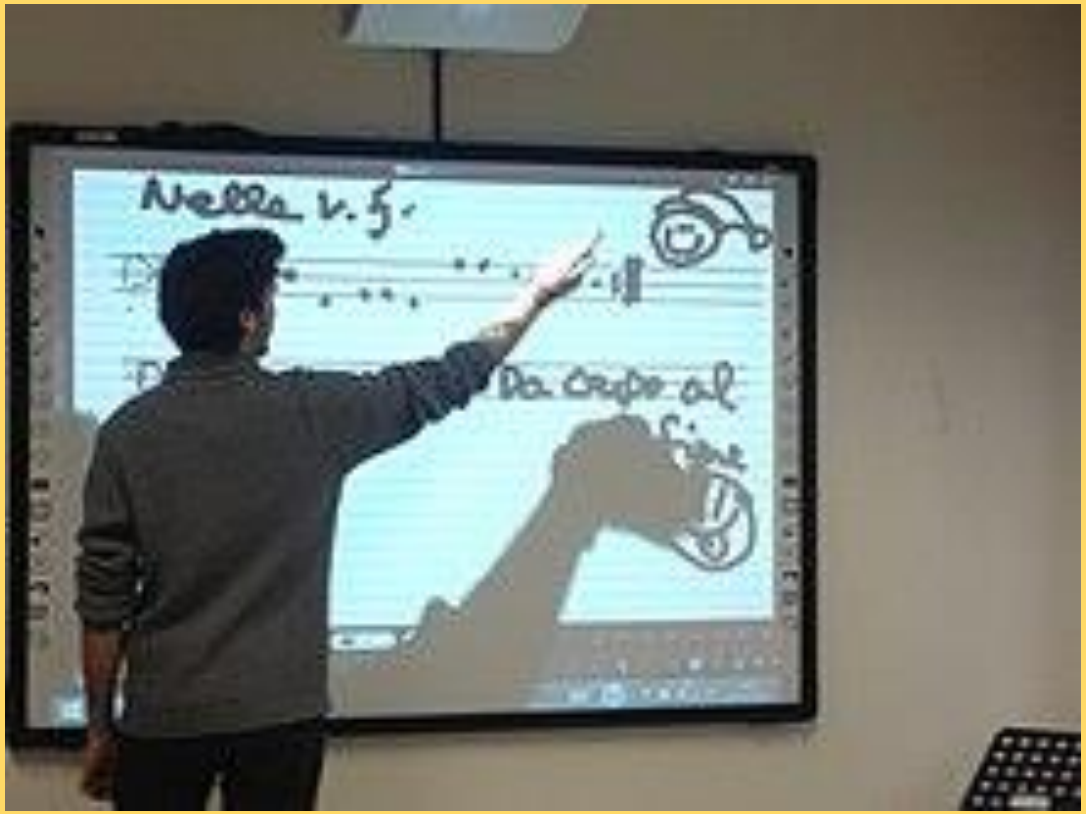
Frecuencia cardíaca
Oscila entre 145 – 190
Media 170



¿En que se basan los test?

Relación lineal
Entre vo2 max. y:

- Velocidad
  - FC
- Esfuerzo percibido
  - Potencia



- Test laboratorio O2/CO2
- VO2 / FC
- VO2 / RPE
- Test Campo VAM

Deportes de resistencia se puede programar trabajo resistencia cardiovascular por:

VAM

FC

% VO2 Max.

% VT1-2

RPE

POTENCIA

Práctica 10 y 11. Preparación física para mejorar la resistencia cardiovascular

COMPETENCIAS

Conocer y comprender la teoría, metodología y la evidencia científica del entrenamiento de esfuerzos intermitentes

Analizar y dominar diferentes test de evaluación para deportes intermitentes

Planificar, desarrollar y controlar sesiones de entrenamiento de esfuerzos intermitente.

CONTENIDOS

a) Test IFT 30- 15
b) Sesión de entrenamiento intermitente en función de la velocidad final.

EVALUACIÓN

Asistencia, participación y cumplir con el material de práctica.

LECTURAS PREVIAS

Es muy importante la lectura previa a la práctica:

https://g-se.com/el-30-15-ift-bp-J57cfb26d337da

http://www.jlmartinsaez.com/blog/yo-yo-intermittent-recovery-test

https://30-15ift.com/downloads/

OBSERVACIONES

- Es muy importante repasar los conceptos teóricos visto en clases teóricas, lectura previa y asistir con este documento a la práctica previamente leído.

Guía de práctica

- En esta práctica veremos como evaluar y preescribir entrenamiento para la mejora de la resistencia cardiorrespiratoria en deporte de equipos.
- Tradicionalmente los test utilizados en esfuerzos intermitentes estimaban de forma indirecta el VO2 max., utilizando como referencia la vVO2 max (VAM).
- Si bien la VAM es un índice verdadero y válido de la función aeróbica máxima, la velocidad final de un test debe considerarse como una velocidad compuesta, ya que no se relaciona exclusivamente con el VO2máx.
- El VAM puede ser estimado de forma fiable con la utilización de analizadores de gases (en el laboratorio sobre un tapiz rodante o en el campo con un dispositivo portátil) También puede ser estimado con pruebas de campo.
- Aunque suelen exhibir una buena correlación, las velocidades finales de un test (y la VAM) obtenidas con diferentes test incrementales (de campo) difieren unas de otras.
- Si los test de estimación incluyen COD, el costo energético de la carrera es mucho mayor, de manera que la pendiente de la relación VO2/velocidad es mucho mayor. Por lo tanto,

para un VO2máx dado (i.e., valor final), tanto la VAM como la velocidad final alcanzada serán substancialmente menores durante un test de “ir y volver” (Ilustración 1)

- La VAM alcanzada durante un el test de ir y volver es mucho menor de la alcanzada durante un test en línea recta, y es dependiente de la capacidad para realizar cambios de dirección.

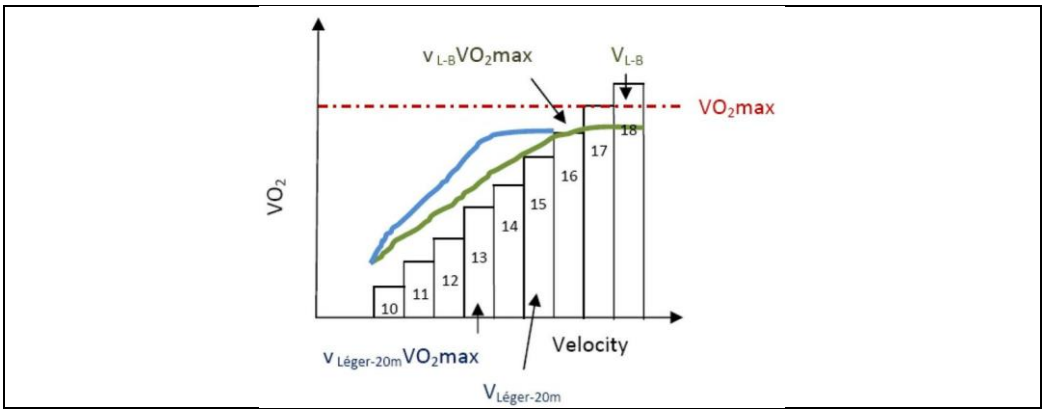


Ilustración 1

-

- Estos tipos de esfuerzos son considerados “mixtos” ya que solicitan tanto el sistema aeróbico como el anaeróbico (debido a que la velocidad de carrera es mayor a la VAM).
- Debido a que se utilizan velocidades supra máximas, y particularmente debido a las aceleraciones y desaceleraciones repetidas en los cambios de dirección, este tipo de ejercicio probablemente estresará significativamente al sistema neuromuscular.
- También las respuestas fisiológicas de los deportistas se verán moduladas por la capacidad de recuperación inter esfuerzo de los individuos. Un deportista que presenta ajustes cardiovasculares/metabólicos/neuromusculares más rápidos durante el período de recuperación, probablemente experimentará una menor reducción del rendimiento durante las repeticiones
- En este sentido el termino VAM como velocidad máxima aeróbica y como herramienta para estimar el Vo2 Max en deportistas de equipo, presenta el problema de que al utilizarlo está excluyendo los COD, las fuentes anaeróbicas de energía y la capacidad de recuperación entre esfuerzos del deportista. Por lo tanto, lo más conveniente es remplazarlo por el término V+nombre del test. Ej: V30-15IFT
- Esta velocidad final del test será la tomada como referencia para evaluar y entrenar entendiendo que implica una Reserva Anaeróbica de Velocidad (AVR)
- La AVR (Ilustración 2), es una cualidad primordial a evaluar y a tener en cuenta para la prescripción del entrenamiento. La AVR representa una “reserva” de velocidad de carrera una vez que un individuo ha alcanzado su vVO2máx (diferencia entre la máxima velocidad de sprint y la vVO2máx).

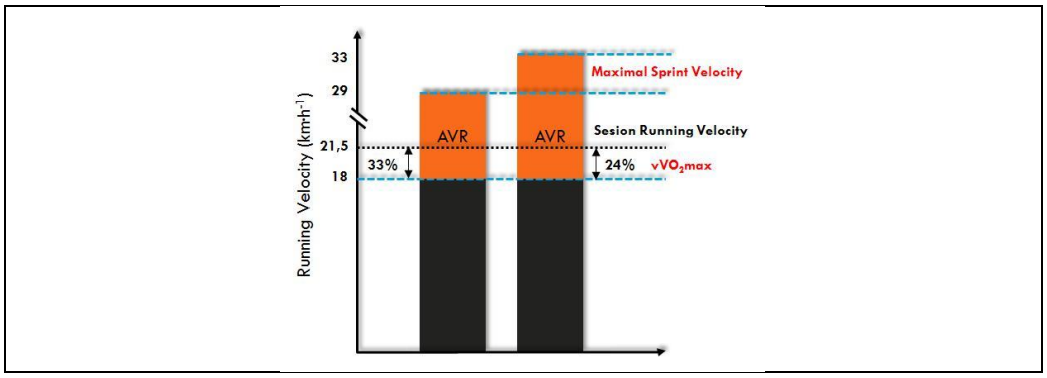


Ilustración 2

- LA AVR permite estimar la misma carga de trabajo a dos deportistas con con el mismo VO2 max pero velocidades de sprint diferentes. Como se puede ver en la Ilustración 2 el jugador A con una VO2máx de 18 km·h-1 y una velocidad máxima de sprint de 29 km·h-1 (medida como el mejor tiempo durante un sprint de 40-50 m), exhibirá una AVR de 29-18 = 11 km·h-1; mientras que el jugador B con una vVO2máx similar pero con una velocidad máxima de sprint de 33 km·h-1 tendrá una mayor reserva para utilizar durante carreras de alta intensidad (AVR = 14 km·h-1). Por ejemplo, para un ejercicio de tipo intermitente (15 s x 15 s) realizado al 120% de la vVO2máx (21.5 km·h-1), a pesar de una carga cardiorrespiratoria similar (suponiendo que ambos jugadores tuvieran similares capacidades de COD y de recuperación inter esfuerzo), es evidente que el jugador A trabajará a un mayor porcentaje de su AVR (33% vs 24%). Por lo tanto, la carga de entrenamiento no será equivalente para ambos deportistas.
- La velocidad alcanzada al final del test 30-15 IFT refleja parcialmente, entre otras cualidades fisiológicas, la AVR de un individuo. Su utilización como velocidad de referencia para programar carreras intermitentes de alta intensidad, y no la vVO2máx o cualquier velocidad determinada mediante un test continuo, garantiza que todos los jugadores presenten una carga aeróbica y anaeróbica similar.
- El test 30-15 IFT es un test de campo desarrollado, validado y utilizado para evaluar los esfuerzos intermitentes.
- Este test surge como alternativa a test tradicionales que se utilizaban para evaluar la resistencia cardiovascular en deportes intermitentes.
- Este test ha demostrado tener altos niveles de fiabilidad y validez para relacionar su velocidad final con la máxima función aeróbica y con la capacidad anaeróbica (VO2 max., y AVR), también con cualidades neuromusculares y de COD, con la capacidad de recuperación inter-esfuerzo y con la capacidad para repetir sprints.
- Concretamente el 30-15 IFT consiste en carreras ida y vuelta de 30 s inter espaciadas con períodos de recuperación de 15 s. La velocidad inicial es de 8 km·h-1 y se incrementa en 0.5 km·h-1 en cada etapa subsiguiente de 30 s (los jugadores bien entrenados pueden comenzar el test con una velocidad de 10 o incluso de 12 km·h-1). Los jugadores deben correr ida y vuelta entre dos líneas separadas por una distancia de 40 m a un ritmo determinado por una señal auditiva.
- El test 30-15 IFT puede utilizarse para:
    - Como Velocidad de Referencia para Individualizar Entrenamientos intervalados de Alta Intensidad que Incluyan Cambios de Dirección
    - Los Porcentajes de la VIFT se Utilizan para Programar Sesiones de Entrenamiento Interválico.
    - Para evaluar la aptitud física de los jugadores a lo largo de la temporada.

- Para mejorar el perfil de un jugador en combinación con los resultados obtenidos con tests adicionales.

- La VIFT es generalmente entre 2 y 5 km·h-1 mayor que la vVO2máx.
- El VO2máx puede estimarse a partir de la VIFT de acuerdo con la siguiente ecuación: VO2 máx30-15IFT (mL·kg-1·min-1) = 28.3 - 2.15 G - 0.741 A -0.0357 W + 0.0586 A x VIFT + 1.03 VIFT. Donde G es el sexo (mujeres = 2, hombres = 1); A es la edad y W es el peso en kg.
- El 30-15 presenta alto grado de confiabilidad y puede ser utilizado para monitorear los cambios en la aptitud física de los individuos a lo largo de una temporada. Un cambio de aproximadamente 1 etapa (i.e., 0.5 km·h-1) ya es significativo.
- La VIFT se relaciona, con la máxima función aeróbica, la capacidad anaeróbica, cualidades neuromusculares de COD, capacidad de recuperación interesfuerzo y capacidad para repetir sprints (ver ilustración 3)

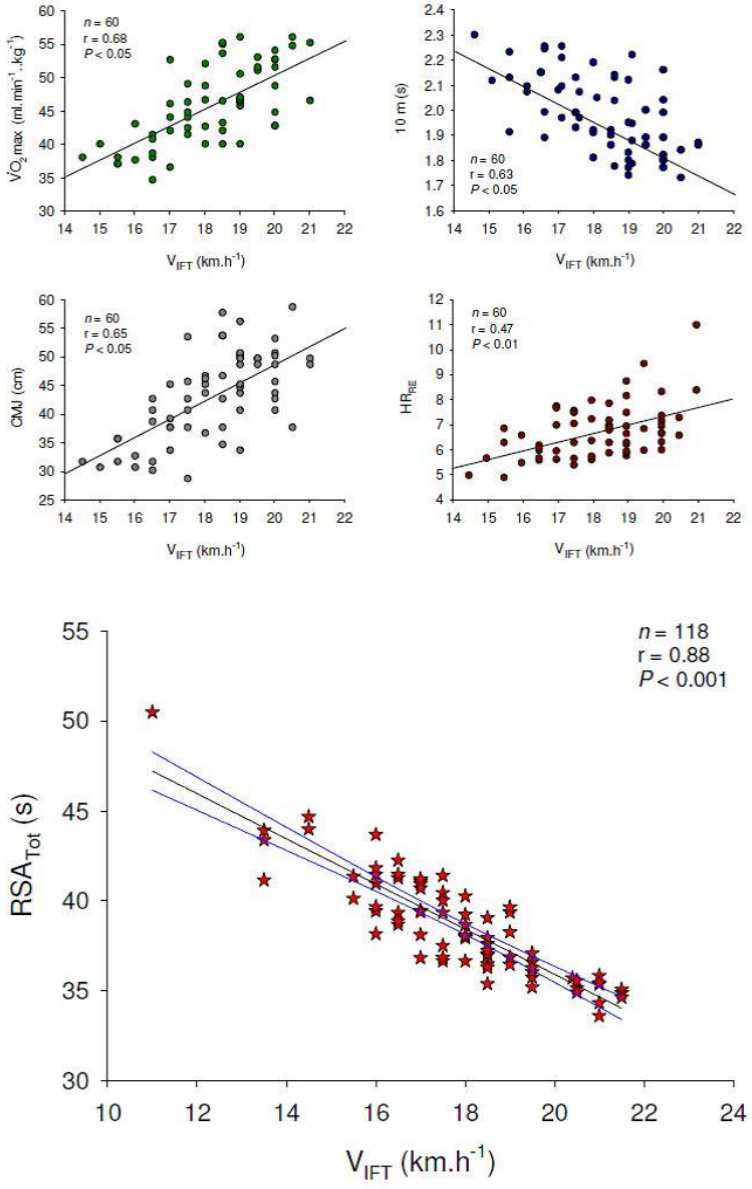


Ilustración 3

- La pregunta que nos deberíamos hacer ahora es: ¿Cómo mejorar el Vo2 Max, la AVR, Los COD, la capacidad para recuperarnos entre esfuerzos y la capacidad para mantener esos esfuerzos? El entrenamiento intervalado de alta intensidad (HITT) es una de la herramienta que contamos para mejorar todo lo anterior.
- Por definición (Bucheitt, et. al. 2018) el HIIT generalmente se define como “un ejercicio que consiste en series repetidas de trabajo de alta intensidad realizadas por encima del umbral de lactato (un esfuerzo percibido como "duro" o mayor) o velocidad/potencia críticas, intercaladas con períodos de ejercicio de baja intensidad o descanso completo” (ilustración 4).

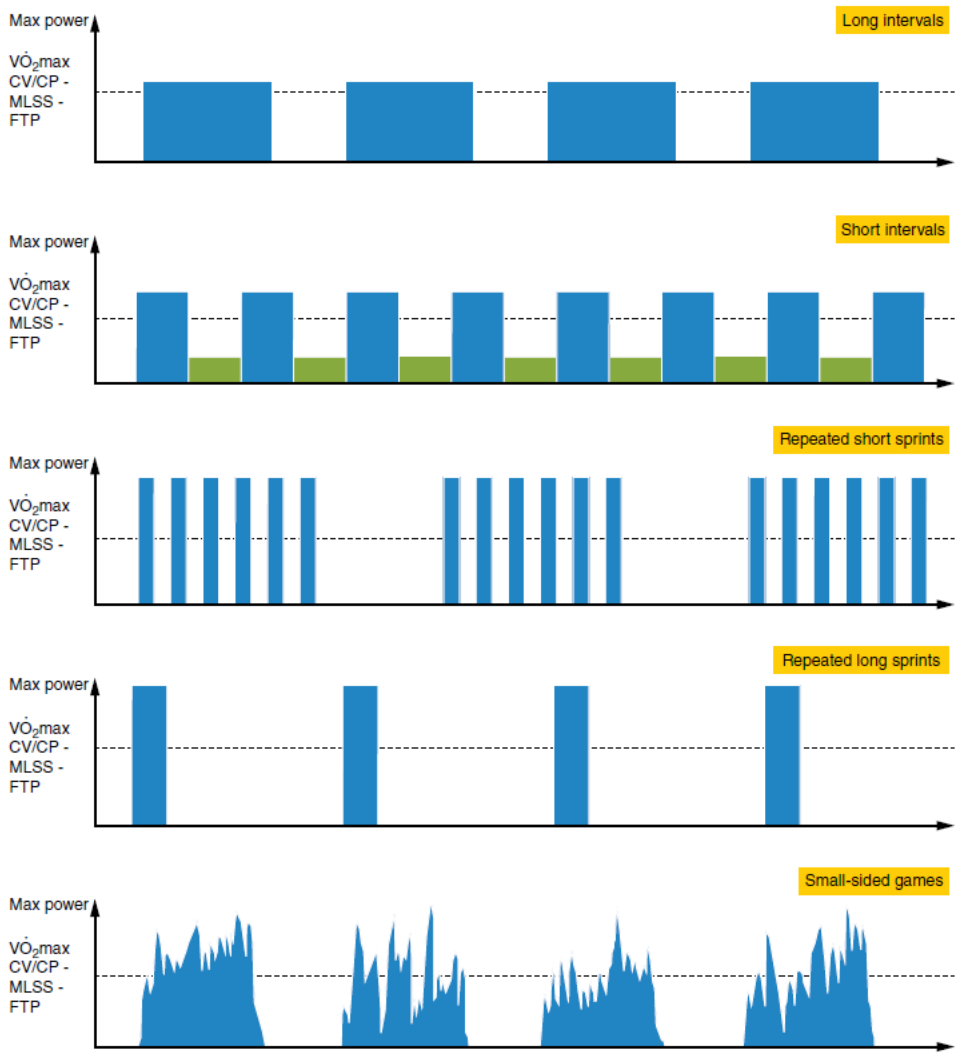


Ilustración 4

Diagrama esquemático que ilustra el concepto general de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) definido como sesiones repetidas de ejercicio de alta intensidad realizadas por encima del umbral de lactato o velocidad/potencia crítica, intercaladas con períodos de ejercicio de baja intensidad o descanso completo. Se muestran los cinco formatos principales de HIIT, incluidos intervalos largos, intervalos cortos, sprints repetidos de corta y larga duración y entrenamiento basado en juegos. Barras azules = intervalos de esfuerzo, verdes = intervalos de alivio.

- El entrenamiento por intervalos se propuso originalmente como un método que permitía a los atletas realizar mayores volúmenes de trabajo de acondicionamiento con menos tensión fisiológica.

- En la ilustración siguiente podemos observar las variables que se pueden manipular por parte del entrenador en un HITT:

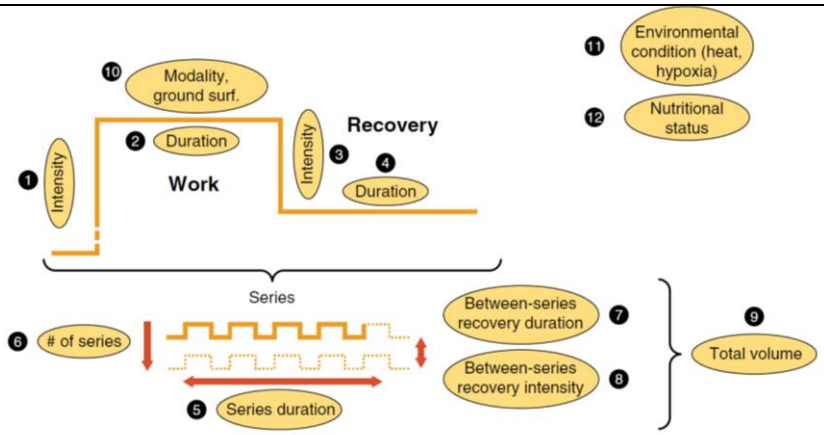


Ilustración 5

Las 12 variables que se pueden manipular para prescribir diferentes sesiones de HIIT (11). Estos incluyen (1) intensidad de la serie de trabajo, (2) duración de la serie de trabajo, (3) intensidad del período de recuperación, (4) duración del período de recuperación, (5) número de intervalos o duración de la serie, (6) número de series de intervalos y (7) la duración de la recuperación entre series y (8) la intensidad. Las variables 1 a 8 representan el (9) trabajo total realizado. Además, otros factores que desempeñan un papel importante en el resultado fisiológico de una sesión de HIIT son (10) el modo de ejercicio y la superficie del terreno para el HIIT basado en carrera, (11) el entorno (calor y altitud) y (12) la nutrición del atleta. prácticas.

- Intensidad: Para estos autores, la intensidad puede determinarse en un rango. En el extremo inferior del rango de intensidad se encuentra la velocidad crítica o estado estable de lactato máximo (MLSS), una intensidad que se puede mantener en gran medida durante 30 a 60 minutos. En el extremo superior de este rango, está la velocidad máxima de sprint o la potencia máxima instantánea (ver ilustración 6)

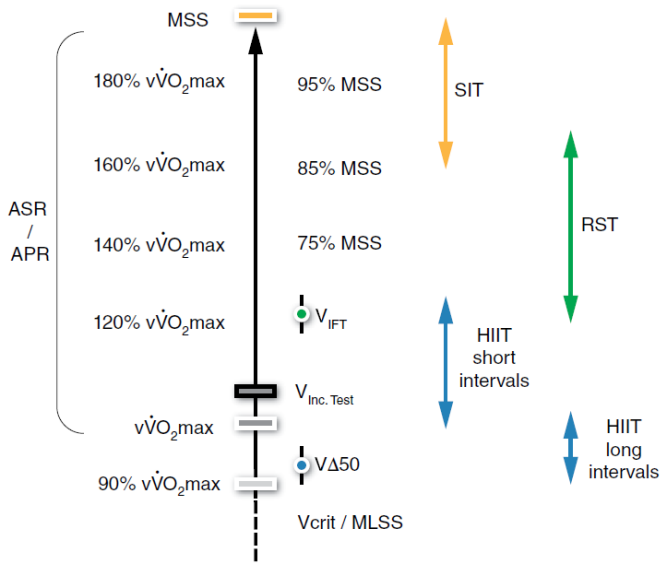


Ilustración 6

Rango de intensidad utilizado para los distintos formatos de HIIT. ASR: reserva de velocidad anaeróbica; APR: reserva de potencia anaeróbica; MLSS: estado estacionario de lactato máximo; MSS: velocidad máxima de sprint; RST: entrenamiento de sprints repetidos; SIT: entrenamiento interválico de velocidad; (O2max: consumo máximo de oxígeno; v(O2max: velocidad de carrera

mínima requerida para obtener (O2max, VΔ50: velocidad a mitad de camino entre v VO2maxy MLSS; Vcrit: velocidad crítica; VIFT: velocidad máxima alcanzada al final del ciclo intermitente de 30-15 prueba de condición física VIncTest: velocidad máxima de prueba incremental. Adaptado con permiso de Springer Nature de M. Buchheit y P.B. 5 (2013): 313-338.

- Duración: El período máximo durante el cual se puede mantener una tarea de ejercicio a una velocidad o producción de potencia constante es una función inversa y curvilínea de la intensidad del ejercicio, y es específica de la fibra muscular (o volumen/proporción de fibras musculares comprometidas). Cuanto mayor sea la intensidad del ejercicio, menor será su duración y, a la inversa, dentro de los propios límites individuales.
- En el rango de intensidad propuestos por los autores la duración puede ir desde los 6" hasta los 60´.
- Pausas: Además del tiempo de la pausa se ha discutido la intensidad de la pausa (activa vs pasiva). No hay evidencia que indique que una pausa activa permite eliminar el lactato en sangre.
- La dinámica de recuperación está determinada por la intensidad y duración del período de recuperación elegido. La intensidad y duración del período de recuperación comparten una relación energética similar con la intensidad y duración del período de ejercicio. Es decir, nos recuperaremos más rápido en un periodo de tiempo determinado cuando la intensidad sea menor y, además, podremos recuperarnos más cuando la duración de la recuperación sea prolongada. Visto desde otro ángulo, podemos aumentar la carga de trabajo general y la tasa metabólica de una sesión HIIT determinada cuando aumentamos la intensidad de la recuperación (hacia la potencia crítica) o reducimos la duración de la recuperación.
- Se puede recomendar el uso típico de recuperación pasiva para permitir el mantenimiento de la calidad del trabajo (intervalos cortosy sprint repetidos), y a su vez, un Tlim más largo y un uso de recuperación activa para mantener un mínimo de Vo2 y reducir el tiempo de Vo2 en series posteriores (intervalos largos).
- Duración de las series: Cuanto más dura una sesión de HIIT, mayor es el consumo del sistema aeróbico, ya que los sistemas a corto plazo (CP/glucolítico/W') se ven sometidos a una carga cada vez mayor, sin un tiempo de recuperación adecuado.
- Si acortamos la duración de la serie (es decir, el número de repeticiones), generalmente mejoramos la tasa o la calidad metabólica dentro de un período de tiempo determinado, lo que podría ser apropiado en el contexto de permitirnos centrarnos en otros aspectos del rendimiento, como por ejemplo para el equipo donde se puede priorizar el entrenamiento técnico y táctico.
- La duración de las series no debe ser inferior a 3 o 4 min para permitir a los atletas alcanzar una meseta de O2 (o cerca de VO2max). Generalmente, las duraciones de las series están entre 4 min (énfasis en la calidad) y 14 min (énfasis en la resistencia)
- Número de series: Cuanto mayor sea el número de series, más larga será la sesión general y, de la misma manera, mayor será la carga de trabajo que esto genere (ver nuevamente ilustración 7). El efecto aquí también es generalmente impulsar el estímulo de adaptación aeróbica, a menos que la duración de la recuperación sea larga y pasiva. Por el contrario, reducir el número de series reduce el volumen total de la carga de entrenamiento. Esta variable está esencialmente relacionada con nuestra carga de entrenamiento, ya sean kilómetros recorridos o potencia producida durante un tiempo determinado, ya que la respuesta metabólica cuantitativa se puede equiparar entre diferentes duraciones de series dependiendo del tipo de recuperación
- Intensidad y duración de la recuperación entre series: Si bajamos nuestra intensidad entre series, aceleraremos la recuperación de W'. Del mismo modo, si alargamos la duración de la recuperación entre series, amplificaremos la recuperación W'.

- Por el contrario, una mayor intensidad de recuperación entre series o una duración más corta reducirán la tasa de recuperación W' y aumentarán la tasa metabólica dentro de un período de tiempo determinado. En consecuencia, al igual que con la intensidad y duración de nuestro período de recuperación, podemos facilitar un trabajo de mayor calidad en una serie de entrenamiento posterior (con una recuperación pasiva y larga) o lograr una tasa metabólica más alta en un período de tiempo determinado en el caso de que estemos intentando lograr una mayor carga de trabajo aeróbico durante un período determinado.

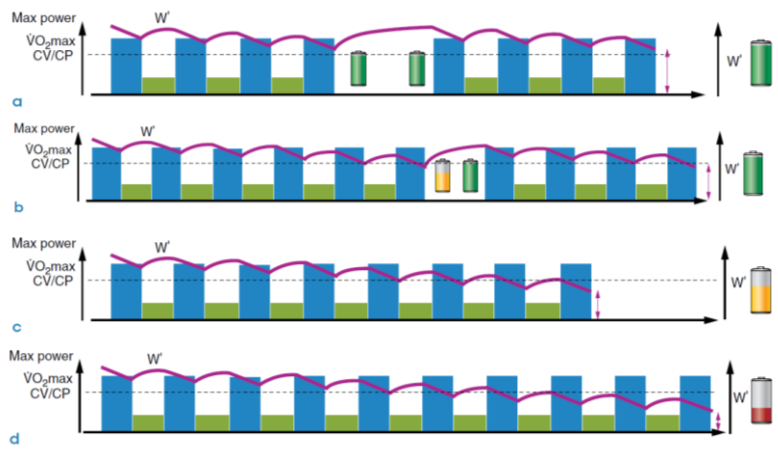


Ilustración 7

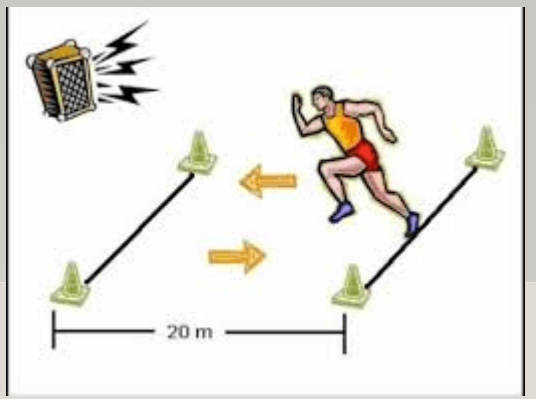
Impacto teórico de variar la duración de la serie. (a) W' se mantiene en esta sesión HIIT de 2 × (secuencias de 4 × 4 min) separadas por un período de recuperación de una sola serie. (b) Progresión hacia una sesión ligeramente más exigente. (c) Alternar a la sesión A, sin el período de recuperación de la serie (es decir, 8 × 4 min). (d) Una duración de serie excesivamente larga sin una recuperación adecuada

- Volumen total: Este volumen debe ser cuantificado (ver práctica cuantificación) conociendo el trabajo total realizado (entrenamiento técnico y táctico, competiciones, etc).
- Modalidades del ejercicio: existen muchas modalidades (carrera, bicicleta, circuitos técnicos, juegos reducidos, etc.) que pueden ajustarse a las necesidades metabólicas, neuromusculares y fisiológicas que se necesiten. Pero también a necesidades psicológicas y técnico tácticas. En este sentido se debe buscar el principio de variabilidad del entrenamiento sin oponer los principios de especificidad, progresión y reversibilidad del entrenamiento.

CAPACIDADES RELACIONADAS CON LA SALUD/RENDIMIENTO

❖ Resistencia cardiovascular

Capacidad para realizar ejercicio aeróbico de forma prolongada con intensidades de moderadas a altas



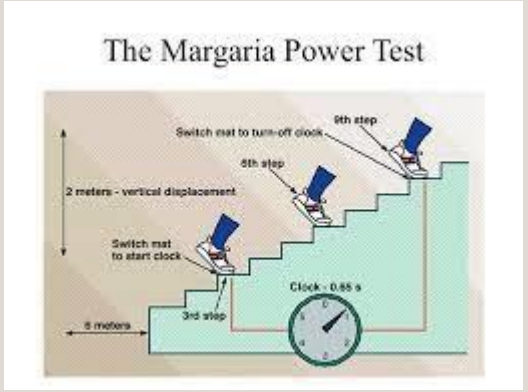
PRUEBAS

- Máximas
- Sub máximas

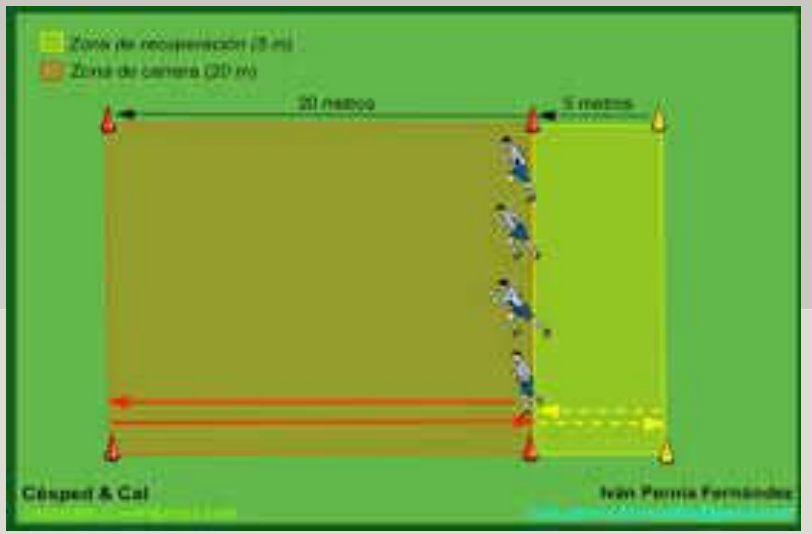
- Campo
- Laboratorio

- Directas
- Indirectas

- Continuas
- Intervaladas

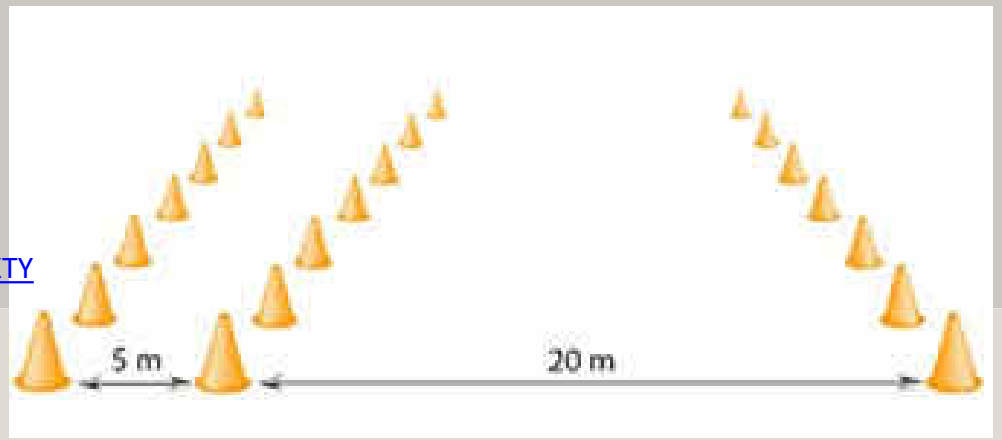


Capitulo 1:American College of Sports Medicine. (2007). *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio* (Vol. 44). Editorial Paidotribo.



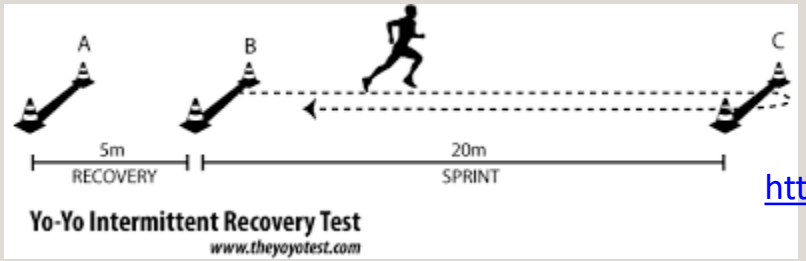
- **Yo-Yo Endurance Test (VO2 Max)**

https://www.youtube.com/watch?v=aqgRbxTfKTY



- **Yo-Yo Intermittent Endurance Test (resistencia intermitente)**

https://www.youtube.com/watch?v=XLMySKbUNgo



- **Yo-Yo Intermittent Recovery Test (recuperación intermitente)**

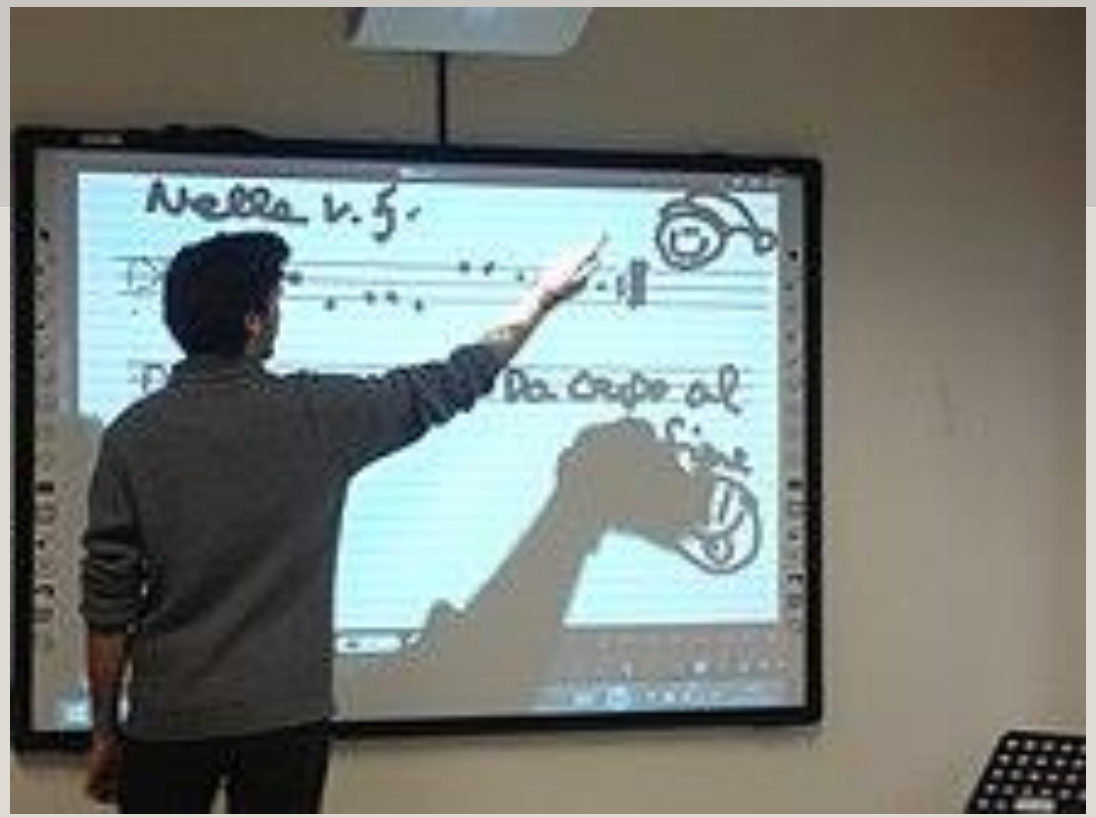
https://www.youtube.com/watch?v=nkOk_P5VnOA&t=199s

- **Niveles I y II**

¿En que se basan los test?

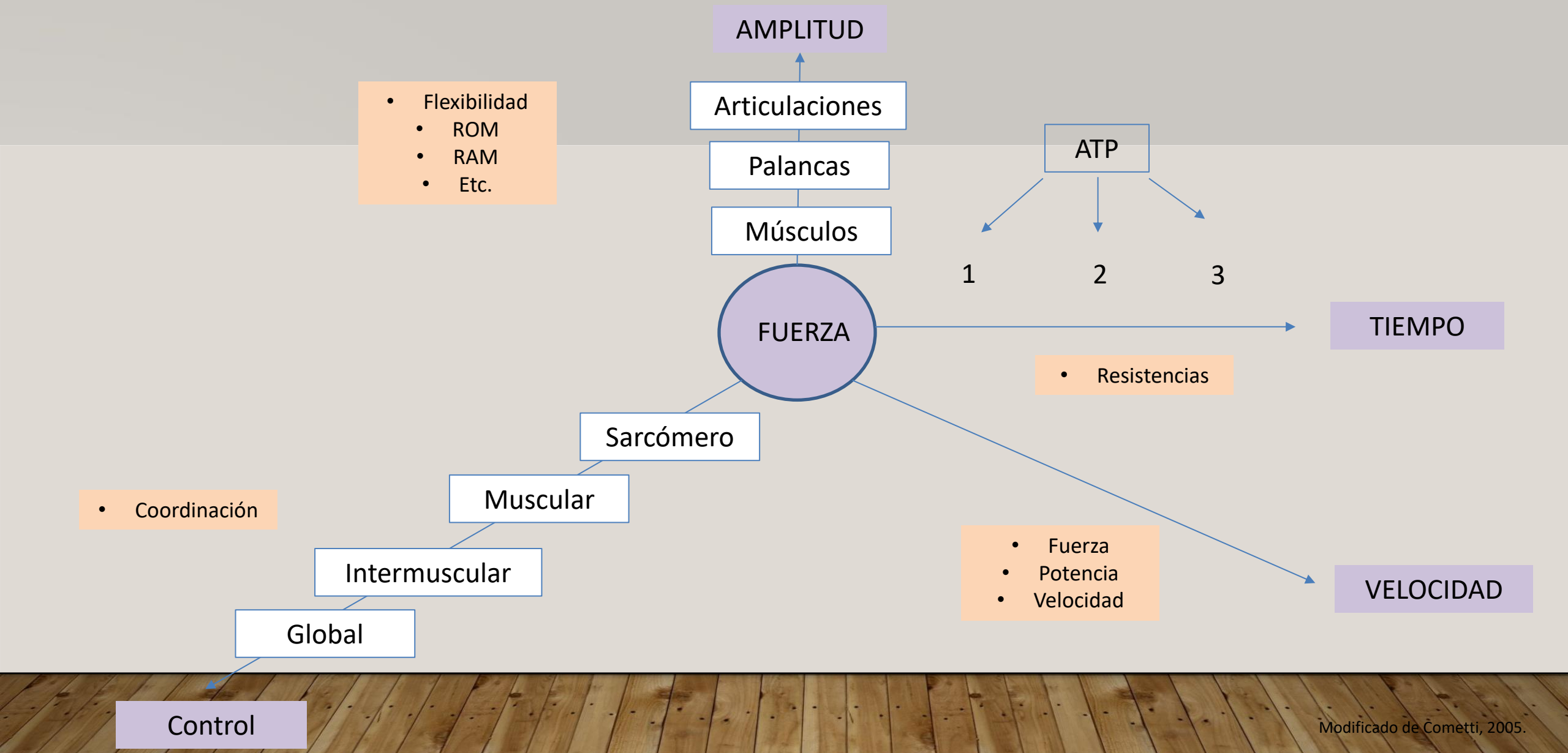
Relación lineal
Entre vo2 max. y:

- Velocidad
  - FC
- Esfuerzo percibido
  - Potencia



- Test laboratorio O2/CO2
- VO2 / FC
- VO2 / RPE
- Test Campo VAM

SISTEMA GLOBAL DE ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS



Modificado de Cometti, 2005.

Palier	Intervalos							
5	1 14 " (40 m)							
9	1 36 " (80 m)							
11	1 (120 m)	2 1:19" (160 m)						
12	1 (200 m)	2 (240 m)	3 2:20 " (280 m)					
13	1 (320 m)	2 (360 m)	3 (400 m)	4 3:41" (440 m)				
14	1 (480 m)	2 (520 m)	3 (560 m)	4 5:01 " (600 m)	5 (640 m)	6 (680 m)	7 (720 m)	8 6:21" (760 m)
15	1 (800 m)	2 (840 m)	3 (880 m)	4 7:39 " (920 m)	5 (960 m)	6 (1000 m)	7 (1040 m)	8 8:57 " (1080 m)
16	1 (1120 m)	2 (1160 m)	3 (1200 m)	4 10:15" (1240 m)	5 (1280 m)	6 (1320 m)	7 (1360 m)	8 11:32" (1400 m)
17	1 (1440 m)	2 (1480 m)	3 (1520 m)	4 12:48" (1560 m)	5 (1600 m)	6 (1640 m)	7 (1680 m)	8 14:04" (1720 m)
18	1 (1760 m)	2 14:41" (1800 m)	3 (1840 m)	4 15:19 " (1880 m)	5 (1920 m)	6 15:56" (1960 m)	7 (2000 m)	8 16:34" (2040 m)
19	1 (2080 m)	2 17:10" (2120 m)	3 (2160 m)	4 17:47 " (2200 m)	5 (2240 m)	6 18:24" (2280 m)	7 (2320 m)	8 19:01" (2360 m)
20	1 (2400 m)	2 19:38" (2440 m)	3 (2480 m)	4 20:14" (2520 m)	5 (2560 m)	6 20:51" (2600 m)	7 (2640 m)	8 21:27´´ (2680 m)
21	1 (2720 m)	2 22:03" (2760 m)	3 (2800 m)	4 22:39 " (2840 m)	5 (2880 m)	6 23:15" (2920 m)	7 (2960 m)	8 23:51" (3000 m)
22	1 (3040 m)	2 24:27" (3080 m)	3 (3120 m)	4 25:02 " (3160 m)	5 (3200 m)	6 25:38" (3240 m)	7 (3280 m)	8 26:14" (3320 m)
23	1 (3360 m)	2 26:49" (3400 m)	3 (3440 m)	4 27:24 " (3480 m)	5 (3520 m)	6 27:58" (3560 m)	7 (3600 m)	8 28:34" (3640 m)

REVIEW ARTICLE

Sports Med 2008; 38 (1): 37-51
0112-1642/08/0001-0037/$48.00/0

© 2008 Adis Data Information BV. All rights reserved.

The Yo-Yo Intermittent Recovery Test

A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports

Jens Bangsbo,[1] *F. Marcello Iaia*[1,2] and *Peter Krustrup*[1]

1 Institute of Exercise and Sport Sciences, University of Copenhagen, Copenhagen Muscle Research Centre, Copenhagen, Denmark
2 Faculty of Exercise Sciences, State University of Milan, Milan, Italy

Yo-Yo IR1 test:

$\dot{V}O_{2max}$ (mL/min/kg) = IR1 distance (m) × 0.0084 + 36.4

Yo-Yo IR2 test:

$\dot{V}O_{2max}$ (mL/min/kg) = IR2 distance (m) × 0.0136 + 45.3

Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krustrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports medicine*, *38*(1), 37-51.

Table 1: Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Level 1) norms for adult MEN

	MALES	
rating	meters	level
elite	> 2400	> 20.1
excellent	2000–2400	18.7–20.1
good	1520–1960	17.3–18.6
average	1040–1480	15.7–17.2
below average	520–1000	14.2–15.6
poor	< 520	< 14.2

Existen valores de referencias para casi todos los deportes de equipos y poblaciones

MUESTRA	YOYO IR 1	MUESTRA	YOYO IR 1
Top elite male soccer	2420 m.	Top elite female	1600 m.
Moderate elite soccer	2190 m.	Moderate elite female	1360 m.
Sub-elite players	2030 m.	Sub-elite female	1160 m.
Moderately trained soccer players	1080 m.		

Table 2: Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Level 1) norms for adult WOMEN

	FEMALES	
rating	meters	level
elite	> 1600	> 17.5
excellent	1320–1600	16.6–17.5
good	1000–1280	15.6–16.5
average	680–960	14.6–15.5
below average	320–640	13.1–14.5
poor	< 320	< 13.1

¿Y ahora que?

Programación

Resistencia cardiovascular se puede programar teniendo en cuenta:

%VAM

%FC

% VO2 Max.

% VT1-2

RPE

POTENCIA

VELOCIDAD FINAL TEST (vf-yoyo)

JUEGOS REDUCIDOS

ZONA O RITMO	ABREV.	OBJETIVO	INTENSIDAD %VO_{2max} %$FC_{reserva}$	INTENSIDAD %FC_{max}	INTENSIDAD %VAM	INTENSIDAD [Lact] mmol·L^{-1}	MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO PARA SU DESARROLLO
Recuperación activa o Regenerativo	R0	• Preparar al deportista para la actividad principal de la sesión • Recuperar al organismo entre estímulos (i.e., eliminar sustancias de desecho metabólico, descenso de la temperatura central, rellenado de los depósitos energéticos, etc.).	<65	<65	<65	-	• Continuo Uniforme Extensivo
Umbral aeróbico	R1	• Aumentar la eficiencia aeróbica. • Mejorar la capacidad de soportar esfuerzos aeróbicos prolongados mediante la mejora de la oxidación de grasas y el aumento de sus depósitos.	65-75%	70-80%	65-75%	1-2	• Continuo Uniforme Extensivo • Continuo Uniforme Intensivo • Continuo Variable 1
Umbral anaeróbico	R2	• Aumentar la capacidad de soportar esfuerzos aeróbicos prolongados en condiciones de umbral anaeróbico. • Mejora de la oxidación del glucógeno y sus depósitos. • Adaptaciones centrales: ↑Afinidad por la hemoglobina, ↑Difusión pulmonar, ↑Volumen sistólico, ↑Gasto cardiaco, ↑Volemia.	75-85%	80-90%	75-85%	2-4	• Continuo Variable 1 • Continuo Variable 2 • Interválico Extensivo Largo
Consumo Máximo de Oxigeno	R3	• Aumentar la capacidad de soportar esfuerzos en condiciones próximas e iguales al VO_{2max}. • Adaptaciones periféricas: ↑densidad capilar, ↑densidad mitocondrial, ↑enzimas oxidativas, ↑reservas de glucógeno.	90-95%	95-98%	90-95%	4-6	• Interválico Extensivo Largo • Interválico Extensivo Medio
	R3+		100%	100%	100%	6-8	• Interválico Extensivo Medio • Interválico Intensivo Corto
Capacidad anaeróbica	R4	• Mejorar la capacidad de tolerar elevadas concentraciones de acidosis metabólica. Sistema Buffer. • Aumentar la capacidad glucolítica. Enzimas glucolíticas.	-	-	105-120%	8-14	• Interválico Extensivo Medio • Interválico Intensivo Corto • Repeticiones Largas
Potencia anaeróbica	R5	• Maximizar la tasa de producción de energía mediante la vía glucolítica anaeróbica. • Incrementar los depósitos de fosfágenos de alta energía.	-	-	120-140%	Máx.	• Repeticiones Medias • Repeticiones Cortas
Potencia anaeróbica aláctica	R6	• Maximizar la producción de energía mediante la vía anaeróbica aláctica (fosfágenos de alta energía). • Velocidad máxima. Velocidad Resistida y Asistida.	-	-	> 160% Vel. Máx.	-	• Interválico Intensivo Muy Corto • Repeticiones Cortas

Tabla 1- Zonas y Adaptaciones.

% Vo2 Max

	Método*	Abrev.	Zona Etto.	INTENSIDAD %VAM	INTENSIDAD %VO_{2max}	INTENSIDAD %$FC_{reserva}$	INTENSIDAD %FC_{max}	INTENSIDAD %UmAnae	INTENSIDAD [Lact] mmol·L^{-1}	VOLUMEN T' $Total_{Sesión}$	VOLUMEN T' Rep	VOLUMEN Nº Rep.	VOLUMEN Nº Series	DENSIDAD T' $Recup_{Repet}$	DENSIDAD T' $Recup_{Series}$
Continuos	Continuo Extensivo	CE	R0 R1	< 65	< 65	< 65	< 70	70 - 65	1-2	varias horas - 30 min	varias horas - 30 min	-	-	-	-
	Continuo Intensivo	CI	R1 R2	65 - 80	65 - 80	65 - 80	70 - 80	70 - 80	1-2	90 min - 30 min	90 min - 30 min	-	-	-	-
	Continuo Variable 1	CV1	R1 R2	75 - 90	75 - 90	75 - 90	80 - 95	85 - 100	2-4	60 min - 30 min	> 5 min	-	-	-	-
			R0 R1	60 - 75	60 - 75	60 - 75	65 - 80	60 - 85			< 3 min				
	Continuo Variable 2	CV2	R2 R3	85 - 95	85 - 95	85 - 95	90 - 95	100 - 110	4-6	40 min - 20 min	entre 3 y 5 min	-	-	-	-
			R0 R1	60 - 75	60 - 75	60 - 75	65 - 80	60 - 85			> 3 min				
Fraccionados	Interv. Extensivo Largo	IEL	R2 R3	85 - 95	85 - 95	85 - 95	90 - 95	90 - 105	3-5	70 min - 45 min	15 min - 2 min	6 - 10	-	2 min - 5 min	-
	Interv. Extensivo Medio	IEM	R3 R3+ R4	90 - 105	90 - 105	90 - 105	95 - 100	-	6-8	45 min - 35 min	3 min - 1 min	12 - 15	-	1 min - 3 min	-
	Interv. Intensivo Corto	IIC	R3+ R4	100 - 115	100 - 115	-	-	-	8-14	30 min - 25 min	1 min - 20 s	3 - 4	3 - 4	30 s - 2 min	10 min - 12 min
	Interv. Intensivo Muy Corto	IIMC	R6	> 160	Velocidad Máxima					60 min - 50 min	15 s - 8 s	3 - 4	6 - 8	2 min - 3 min	5 min - 10 min
	Repet. Largas	RL	R4	105 - 120	-	-	-	-	8-14	70 min - 40 min	3 min - 2 min	3 - 6	-	10 min - 12 min	-
	Repet. Medias	RM	R5	120 - 140	-	-	-	-	15-20	70 min - 40 min	90 s - 45 s	3 - 6	-	10 min - 12 min	-
	Repet Cortas	RC	R5 R6	140 - 160	-	-	-	-	10-15	70 min - 40 min	30 s - 20 s	6 - 10	-	8 min - 10 min	-
Control y Puesta a Punto	Competición y Control	CyC	Especif. Prueba	Misma que en Competición o ligeramente superior o inferior					Específico de la Prueba o ligeramente menor	70 min - 40 min	T'Comp o ±20%T'Comp	1 - 3	-	10 min - 20 min	-
	Series Rotas	SR	Especif. Prueba	Igual que en Competición						Variable según T' de la Prueba	Proporcional al número de tramos	1 - 3	-	2 min - 10 min	-
	Series Simuladoras	SS	Especif. Prueba								Variable según distribución esfuerzo	1 - 3	-	10 min - 20 min	-

Tabla 2 – Métodos de Entrenamiento.

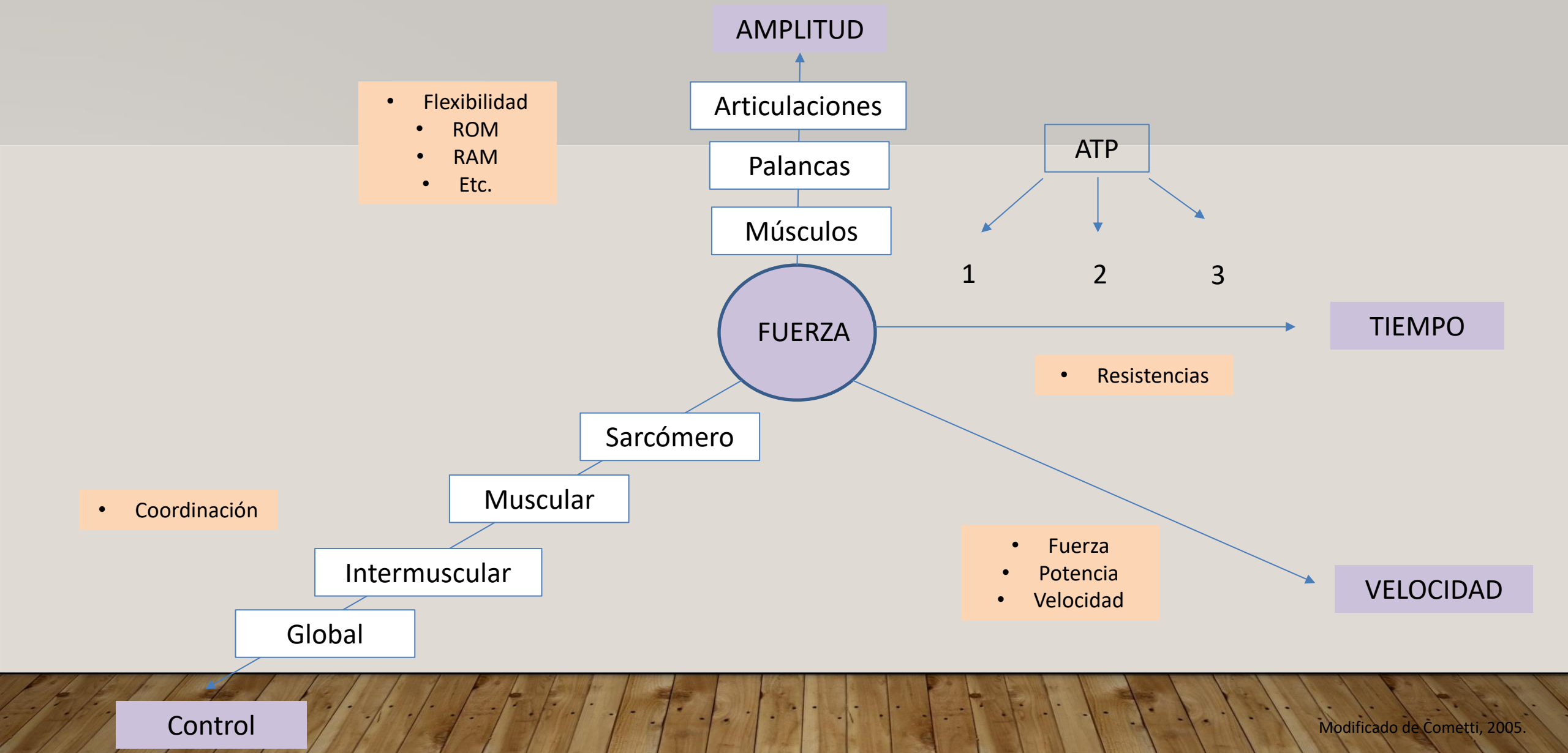
Vf-yoyo

Intensidad: Vfyoyo 90-100% x mts
Volumen: 50-70% Vfinal
Repeticiones: 4-8 (20”-60”)
Series: 3-4
Micropausa:15-30”
Pausa 60-180”

Nivel de velocidad	Vel. En km/h	Tiempos entre beeps	Tiempo entre intervalos	Número de beeps	Números de Intervalos	Metros recorridos	Tiempo de trabajo	Tiempo de trabajo + Pausas	Tiempo de trabajo + Pausas (Acumulado)
5	10	7” 20	14"40	2	1	40	14,4	24,4	24,4
9	12	6”	12"	2	1	80	12	22	46,4
11	13	5” 53	11"06	4	2	160	22,12	42,12	88,52
12	13,5	5” 33	10"66	6	3	280	31,98	61,98	150,5
13	14	5” 14	10"28	8	4	440	41,12	81,12	231,62
14	14,5	4” 96	9"92	16	8	760	79,36	159,36	390,98
15	15	4” 80	9"60	16	8	1080	76,8	156,8	547,78
16	15,5	4” 64	9"24	16	8	1400	74,24	154,24	702,02
17	16	4” 50	9"	16	8	1720	72	152	854,02
18	16,5	4” 36	8"72	16	8	2040	69,76	149,76	1003,78
19	17	4” 23	8"46	16	8	2360	67,68	147,68	1151,46
20	17,5	4” 11	8"22	16	8	2680	65,76	145,76	1297,22
21	18	4"	8"	16	8	3000	64	144	1441,22
22	18,5	3" 89	7"78	16	8	3320	62,24	142,24	1583,46
23	19	3" 79	7"58	16	8	3640	60,64	140,64	1724,1

Nivel de velocidad	Números de Intervalos	Intervalos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
5	1	40							
9	1	80							
11	2	120	160						
12	3	200	240	280					
13	4	320	360	400	440				
14	8	480	520	560	600	640	680	720	760
15	8	800	840	880	920	960	1000	1040	1080
16	8	1120	1160	1200	1240	1280	1320	1360	1400
17	8	1440	1480	1520	1560	1600	1640	1680	1720
18	8	1760	1800	1840	1880	1920	1960	2000	2040
19	8	2080	2120	2160	2200	2240	2280	2320	2360
20	8	2400	2440	2480	2520	2560	2600	2640	2680
21	8	2720	2760	2800	2840	2880	2920	2960	3000
22	8	3040	3080	3120	3160	3200	3240	3280	3320
23	8	3360	3400	3440	3480	3520	3560	3600	3640

SISTEMA GLOBAL DE ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS



Modificado de Cometti, 2005.

RSA(Repeated Sprint Ability)

- Es la capacidad para repetir sprints de forma intermitente (Barbero, Bishop, Méndez Villanueva. 2006)
- Esfuerzos máximos o casi-máximos (al menos dos) de menos de 10” de duración, que son reproducidos intermitentemente e intercalados con periodos de recuperación incompleta (60”-90”) (Bangsbo & Fiorenza, 2017)
- Esfuerzos Intermitentes de alta intensidad +18 km/h (Castagna et.al., 2018)
- Esfuerzos que se producen al 150% VAM (Fukuda et. al., 2016)
- Pueden ser COD o no COD (Sánchez, et. al., 2016).

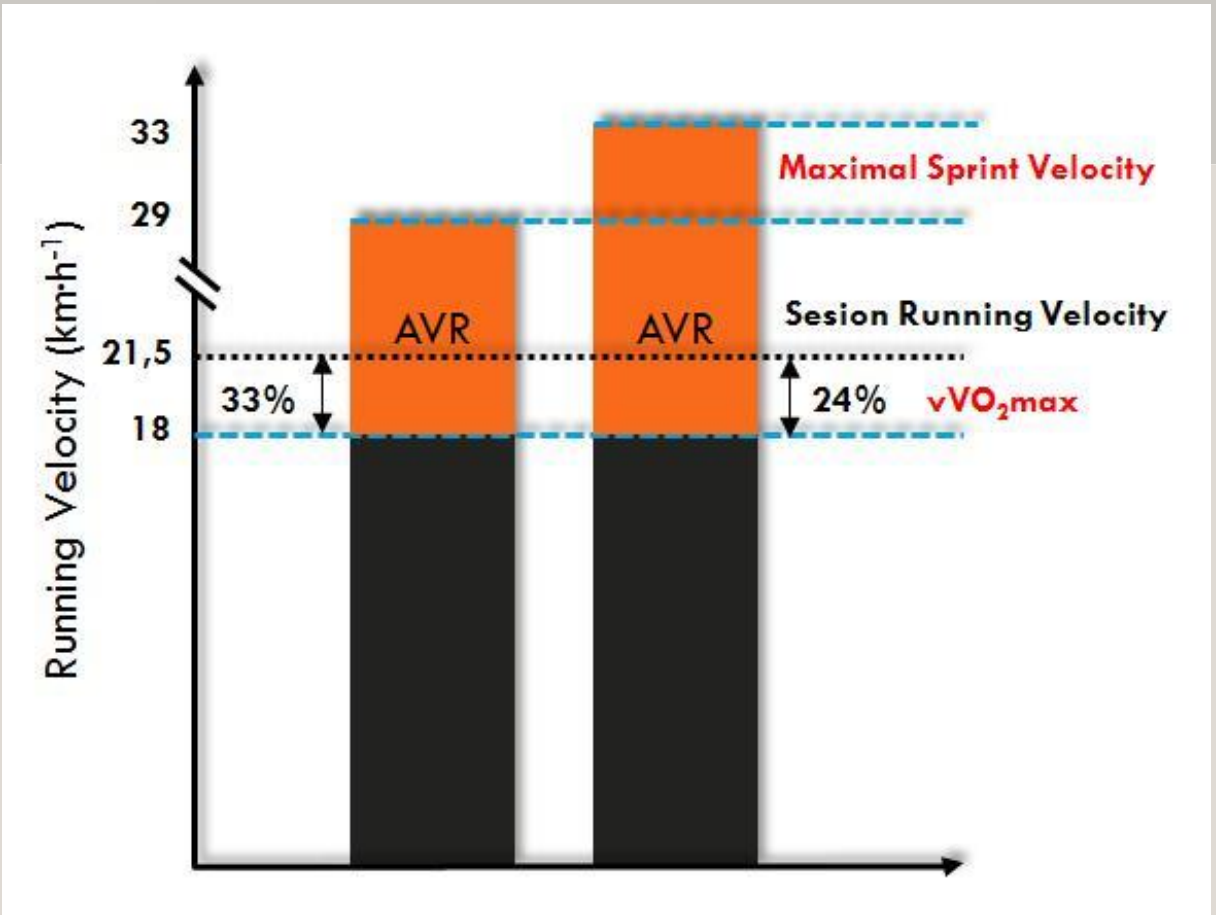
RSA relación con otras capacidades

- Atletas diferentes deportes con mayor niveles de fza mejor 1 sprint (Malone, et. al., 2019)
- CMJ predictor de rendimiento en RSA en baloncesto (Stojanovic, et. al., 2012)
- Futbolistas amateur con mayor Vo2 max mejor rendimiento en sprint repetidos (Rodriguez-Fernandez, 2019)
- El Vo2 max tiene relación con la mayor distancia recorrida y a intensidades mayores de 18 km/h en futbolistas profesionales (Swaby, et.al., 2015)
- Futbolistas profesionales con mayor Vo2 max de 55 ml.kg.min no mejoran sprint repetidos (Turner y Bishop, 2019)
- Durante el sprint la vía energética predominantes es la atp-pc. Durante la pausa aumenta la importancia de las vías oxidativas (Miloni, 2017)

EVALUACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LOS ESFUERZOS INTERMITENTES ALTA INTENSIDAD

Atletas = VO2 Max

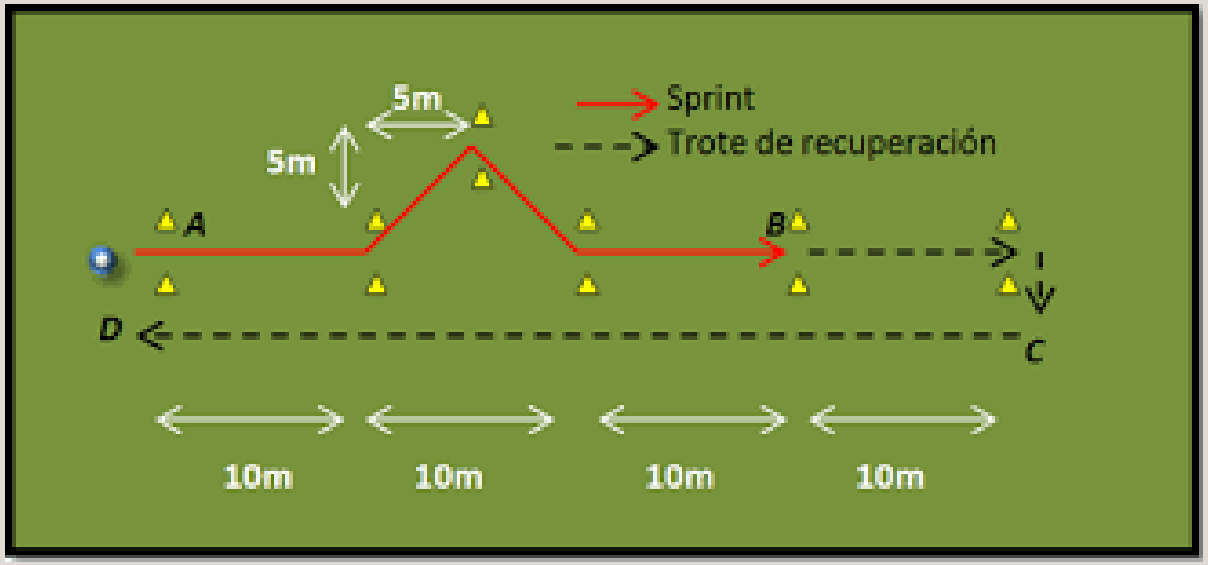
- NO VAM
- SÍ MÁXIMA V SPRINT



Evaluación RSA

- ❑ Respetar principio de especificidad (Calzado, superficie, COD, Pausa) (Ammar, et. al., 2019)

- ❑ Test Bangsbo (Bangsbo, 1994),
- ❑ Esfuerzos intermitentes : Yo – yo test, 30-15 IFT

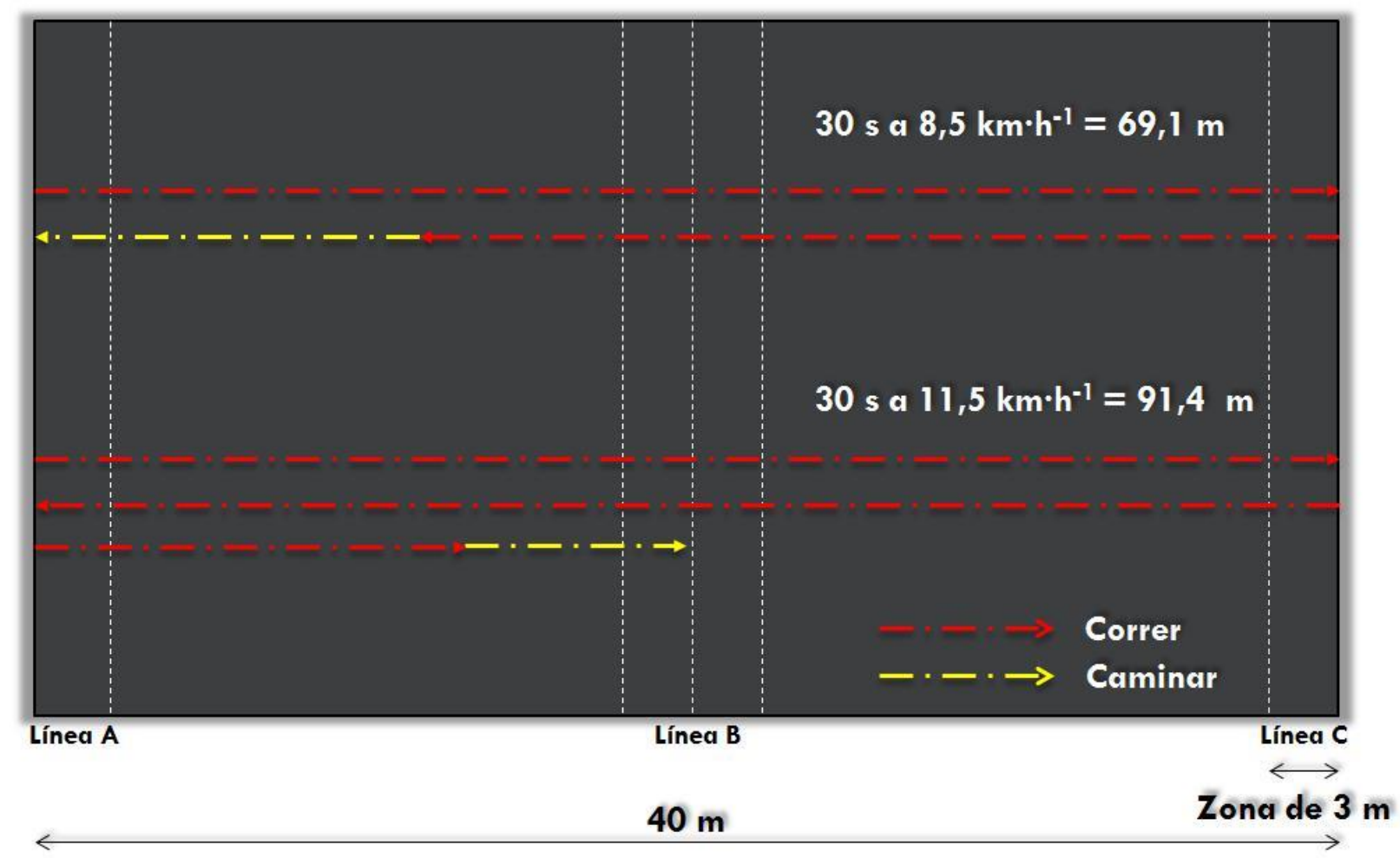


Bangsbo

https://www.youtube.com/watch?v=GT8VRnqJGH8

- ✓ Mejor tiempo
- ✓ Tiempo medio 7 sprint
- ✓ Diferencia entre mejor y peor (Índice fatiga)

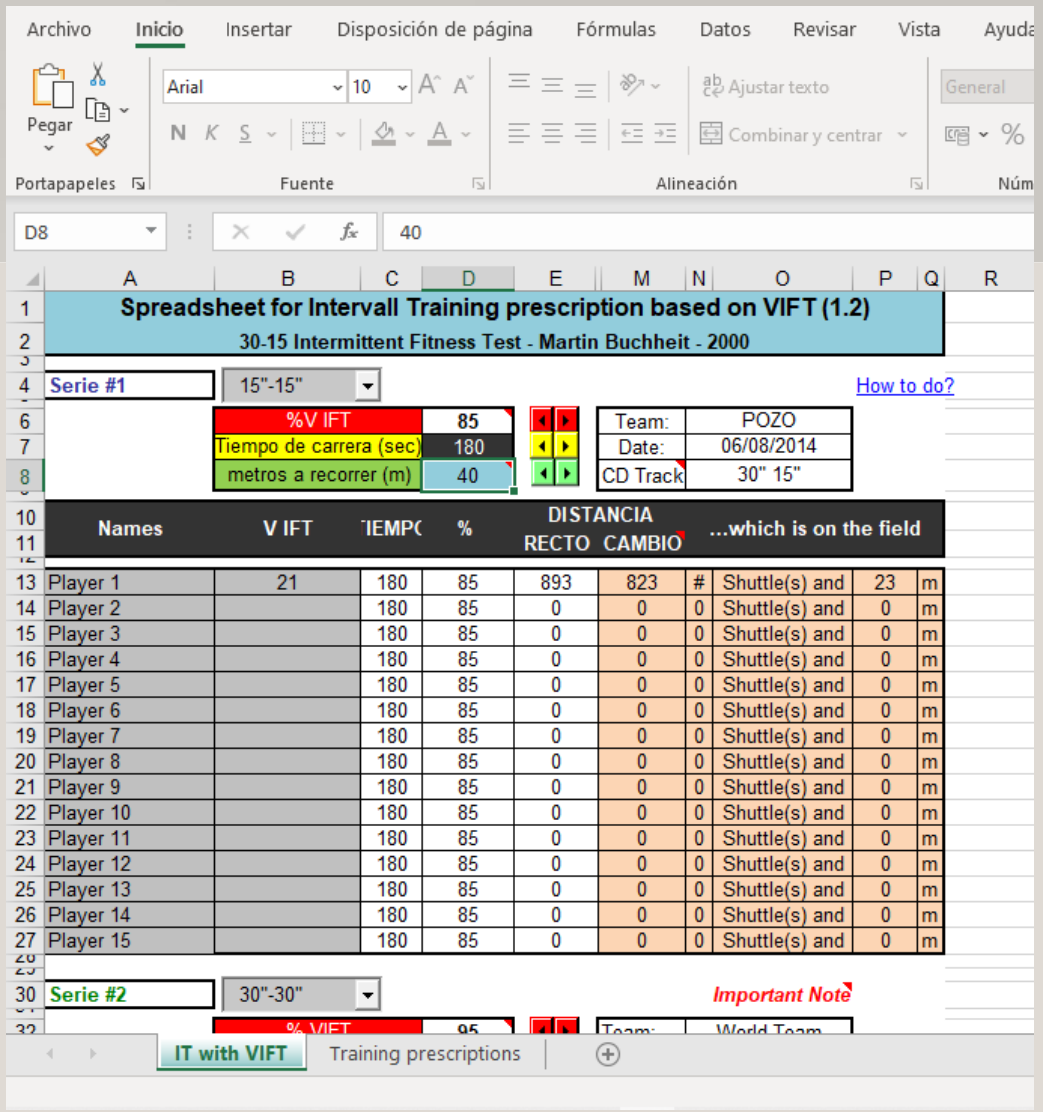
30 -15 IFT



- **Evaluar la Aptitud Física**
- **Velocidad de Referencia para Individualizar.**
- **Entrenamientos Programar Sesiones de Entrenamiento Interválico.**

https://www.youtube.com/watch?v=Kh9ZxVeKjrI&t=46s

https://www.youtube.com/watch?v=2xl-gkOGNT8



Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Pegar | Arial | 10 | Ajustar texto | Combinar y centrar | General

Portapapeles | Fuente | Alineación | Núm

D8 | 40

Spreadsheet for Intervall Training prescription based on VIFT (1.2)

30-15 Intermittent Fitness Test - Martin Buchheit - 2000

Serie #1 | 15"-15" | How to do?

%V IFT	85
Tiempo de carrera (sec)	180
metros a recorrer (m)	40

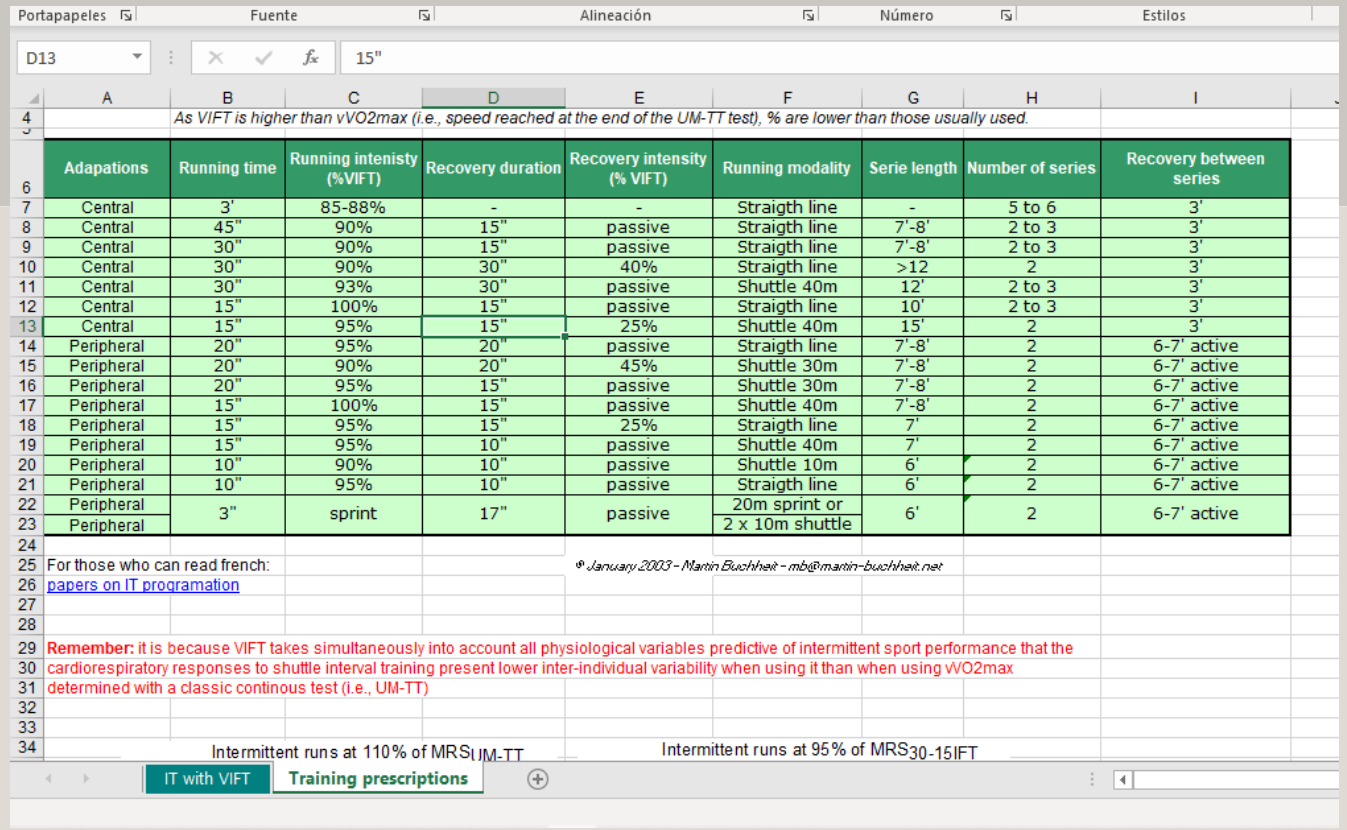
Team:	POZO
Date:	06/08/2014
CD Track	30" 15"

Names	V IFT	TIEMPO	%	DISTANCIA RECTO	DISTANCIA CAMBIO	...which is on the field			
Player 1	21	180	85	893	823	#	Shuttle(s) and	23	m
Player 2		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 3		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 4		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 5		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 6		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 7		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 8		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 9		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 10		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 11		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 12		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 13		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 14		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m
Player 15		180	85	0	0	0	Shuttle(s) and	0	m

Serie #2 | 30"-30" | *Important Note*

% VIFT	95
Team:	World Team

IT with VIFT | Training prescriptions



Portapapeles | Fuente | Alineación | Número | Estilos

D13 | 15"

As VIFT is higher than vVO2max (i.e., speed reached at the end of the UM-TT test), % are lower than those usually used.

Adapations	Running time	Running intenisty (%VIFT)	Recovery duration	Recovery intensity (% VIFT)	Running modality	Serie length	Number of series	Recovery between series
Central	3'	85-88%	-	-	Straigth line	-	5 to 6	3'
Central	45"	90%	15"	passive	Straigth line	7'-8'	2 to 3	3'
Central	30"	90%	15"	passive	Straigth line	7'-8'	2 to 3	3'
Central	30"	90%	30"	40%	Straigth line	>12	2	3'
Central	30"	93%	30"	passive	Shuttle 40m	12'	2 to 3	3'
Central	15"	100%	15"	passive	Straigth line	10'	2 to 3	3'
Central	15"	95%	15"	25%	Shuttle 40m	15'	2	3'
Peripheral	20"	95%	20"	passive	Straigth line	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	20"	90%	20"	45%	Shuttle 30m	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	20"	95%	15"	passive	Shuttle 30m	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	15"	100%	15"	passive	Shuttle 40m	7'-8'	2	6-7' active
Peripheral	15"	95%	15"	25%	Straigth line	7'	2	6-7' active
Peripheral	15"	95%	10"	passive	Shuttle 40m	7'	2	6-7' active
Peripheral	10"	90%	10"	passive	Shuttle 10m	6'	2	6-7' active
Peripheral	10"	95%	10"	passive	Straigth line	6'	2	6-7' active
Peripheral	3"	sprint	17"	passive	20m sprint or 2 x 10m shuttle	6'	2	6-7' active
Peripheral								

For those who can read french:
papers on IT programation

© January 2003 - Martin Buchheit - mb@martin-buchheit.net

Remember: it is because VIFT takes simultaneously into account all physiological variables predictive of intermittent sport performance that the cardiorespiratory responses to shuttle interval training present lower inter-individual variability when using it than when using vVO2max determined with a classic continous test (i.e., UM-TT)

Intermittent runs at 110% of MRS$_{UM-TT}$ | Intermittent runs at 95% of MRS$_{30-15IFT}$

IT with VIFT | Training prescriptions

Práctica 9. I Entrenamiento de la resistencia cardiovascular. Evaluación de los esfuerzos intermitentes de alta intensidad utilizando Yo¿ Yo test.

COMPETENCIAS

Conocer y comprender la teoría, metodología y la evidencia científica del Entrenamiento de esfuerzos intermitentes

Analizar y dominar diferentes test de evaluación para deportes intermitentes

Planificar, desarrollar y controlar sesiones de entrenamiento de esfuerzos intermitente.

CONTENIDOS

a) Test Yo-Yo

EVALUACIÓN

Asistencia, participación y cumplir con el material de práctica.

Puede optar para entregar una sesión para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor de alguna de las articulaciones vista en la práctica (50% de la nota del trabajo teórico – práctico obligatorio).

REFERENCIAS

http://www.jlmartinsaez.com/blog/yo-yo-intermittent-recovery-test

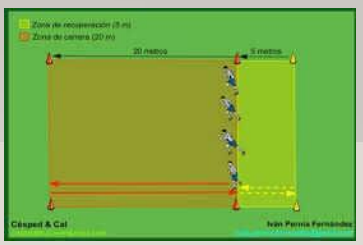
OBSERVACIONES

- Es muy importante la lectura previa a la práctica y asistir con el "documento de la Guía de práctica"
- Es recomendable la lectura previa del material de "lectura recomendable"

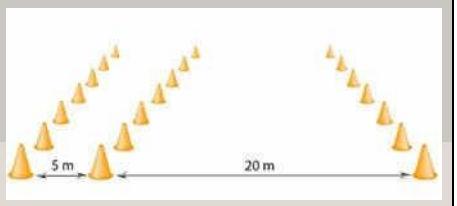
Guía de práctica

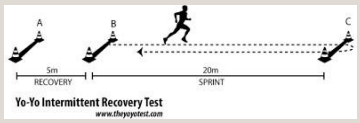
- El yo – yo test estima el VO2 max, de forma progresiva y máxima. El test consiste en realizar carreras de ida y vuelta sobre un tramo de 20 metros, a una velocidad que aumenta progresivamente, hasta alcanzar el agotamiento.
- El Yo-Yo test tiene 3 variantes:
    - Yo-Yo Endurance Test (resistencia)
    - Yo-Yo Intermittent Endurance Test (resistencia intermitente)
    - Yo-Yo Intermittent Recovery Test (recuperación intermitente)

Cada variante dispone de dos niveles de dificultad. El primer nivel empieza a 8 km/h y el segundo a 11 km/h.



- **Yo-Yo Endurance Test (VO2 Max)**
- **Yo-Yo Intermittent Endurance Test (resistencia intermitente)**
- **Yo-Yo Intermittent Recovery Test (recuperación intermitente)**
- **8 – 11 Km/h**





YO –YO Test
https://www.youtube.com/watch?v= -NcbEfhw6bc