

# UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY



---

## Facultad de Ciencias de la Educación y la Comunicación Licenciatura en Educación Física

**TITULO: “Efectos de estimular la potencia anaeróbica aláctica y la potencia aeróbica máxima, sobre batería de sprint en jugadoras de hockey.”**

AUTOR: Prof. AMAYA, Pablo Matías Tutor: Galasso, Claudio

**01/11/2016**

## Contenido

<i>Introducción:</i> .....	6
<b>1 Marco Teórico</b> .....	<b>8</b>
1.1 Fisiología del ejercicio .....	9
1.1.1 Los Sistemas Energéticos: .....	10
1.1.2 Características y componentes: .....	11
1.1.3 Factores determinantes .....	12
1.2 Metabolismo anaeróbico aláctico .....	13
1.2.1 E.A.I (ejercicio de alta intensidad).....	13
1.3 Metabolismo Anaeróbico Láctico.....	17
1.3.1 Factores neuromusculares y metabólicos que regulan la velocidad de la glucólisis	18
1.3.2 Velocidad de la Glucólisis y Tipo de Fibra .....	19
1.3.3 Áreas Funcionales Anaeróbicas Glucolítica .....	20
1.4 Metabolismo Aeróbico.....	21
1.5 Consideraciones diferenciales entre cargas de entrenamiento continuo o intervalado	25
1.5.1 Virtudes y limitaciones de las cargas de entrenamiento, de modo progresivo ..	26
1.5.2 Fundamentos fisiológicos del modelo de cargas en "steady-state" .....	26
1.5.3 Entrenamientos en estado de equilibrio láctico (Lactate Steady-State - La SS)	27
1.5.4 Áreas funcionales según niveles de lactato .....	27
1.6 Reseña histórica .....	32
1.6.1 El hockey en nuestro país.....	34
1.6.2 Desarrollo técnico .....	35
1.6.3 Intensidad de esfuerzo.....	36
1.7 Perfil Antropométrico .....	38
1.8 Análisis de variables de desplazamientos, volumen e intensidad durante el juego...	40
1.9 Análisis del costo energético del dribbling.....	41
1.9.1 Categorías de análisis .....	41
1.10 La resistencia:.....	47
1.10.1 Entrenamiento de la PAM, Pradet propone determinadas características en los entrenamientos.....	47

1.10.2	Entrenamiento de la PAA, Pradeth propone determinadas características en los entrenamientos.....	49
1.11	Fuerza:.....	50
1.11.1	Clasificaciones:.....	50
1.11.2	Factores fisiológicos con los cuales esta expresión de fuerza se encuentra relacionada:.....	54
1.11.3	Medios de desarrollo de la fuerza máxima según Pradet:.....	55
1.12	Pliometría.....	56
1.12.1	Características de una Contracción Pliométrica.....	56
1.12.2	Efectos del entrenamiento pliométrico.....	56
1.12.3	Ventajas del entrenamiento pliometrico.....	57
1.13	Evaluación:.....	58
1.14	Test:.....	58
1.14.1	Importancia de los tests.....	58
1.14.2	Batería de Sprint.....	59
2	<i>HIPOTESIS</i> .....	62
2.1	Hipótesis general.....	62
2.2	Hipótesis de trabajo.....	63
3	<i>OBJETIVOS</i> .....	64
3.1	Objetivo General.....	64
3.2	Objetivos específicos.....	65
4	<i>MATERIAL Y METODOS</i> .....	66
4.1	Unidad, modelo y variable de estudio:.....	66
4.2	Diseño metodologico.....	66
4.3	Material.....	66
4.4	Cronograma de evaluaciones:.....	67
4.4.1	Evaluaciones principales:.....	67
4.4.2	Evaluaciones secundarias:.....	67
4.5	Esquema de trabajo.....	68
5	<i>RESULTADOS</i> .....	71
5.1	Análisis de resultados.....	71
6	<i>DISCUSION</i> :.....	78
7	<i>CONCLUSIÓN</i> :.....	81
8	<i>BIBLIOGRAFIA</i> .....	81

## RESUMEN

El siguiente trabajo consistió en realizar una evaluación de una **batería de sprint de 20 metros** en jugadoras del plantel superior de hockey sobre césped sintético del Club Atlético Universitario de Córdoba, estas evaluaciones fueron desarrolladas por medio de un test adaptado a las acciones de juego específicas del hockey teniendo en cuenta las distancias y la pausa que existe durante el juego.

Una vez realizado el test, se dividió al grupo aleatoriamente en 2 partes iguales, para de esta manera, realizar dos planificaciones y programaciones del entrenamiento con objetivos distintos.

Por un lado, uno de los grupos realizó una planificación de entrenamiento de Potencia aeróbica máxima, (PAM) el otro una planificación de entrenamiento de potencia anaeróbica aláctica (PAA), ambos programas son propuestos por Michel Pradet en su libro "La Preparación Física".

En cuanto a la PAM en la página 72 de dicho libro, Pradet hace referencia a 4 métodos diferentes de actividades que producen un efecto altamente desarrollador en la potencia aeróbica por medio de esfuerzos discontinuos. Nosotros tomamos el método de la duración "cortísima", el cual consiste en un encadenamiento permanente de esfuerzos ligeramente por encima del límite crítico de velocidad aeróbica (superiores a la VAM) y de recuperaciones activas de idéntica duración, por ejemplo 15"x 15" o 30"x 30", durante periodos de 10' aproximadamente en 2 o 3 series por sesión.

En cuanto a la PAA, en la página 46 del mismo libro, para su desarrollo propone actividades que, tengan una intensidad del esfuerzo máxima, que duren entre 3" y 7", y que el tiempo de recuperación permita reponer íntegramente al atleta, entre 1'30" y 3' aproximadamente y que esa recuperación sea de naturaleza semi-activa, con una cantidad total de trabajo de 10 repeticiones, o hasta que el sujeto no pueda mantener su máxima intensidad en la realización.

Al finalizar el periodo de entrenamiento que duró 8 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones semanales, se volvió a evaluar a todo el grupo con los mismos tests.

El propósito de este trabajo estuvo destinado a comparar dos métodos de entrenamientos con objetivos distintos, para un deporte específico. Y teniendo en cuenta los resultados obtenidos concluir cual método es conveniente para dicho deporte según etapa en que se encuentre.

Los resultados se analizaron mediante la comparación entre los resultados de las primeras evaluaciones (previa al periodo de entrenamiento) y las segundas evaluaciones (posterior al periodo de entrenamiento),

Por los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis de trabajo. Las variables obtenidas estadísticamente en los test no se corresponden con los resultados esperados, por lo siguiente:

- La mejoría de los promedios del grupo de PAA y el grupo de PAM en promedio de batería son iguales o no tiene diferencias significativas
- La mejoría de los mejores tiempos del grupo PAA y el grupo PAM son iguales o no tienen diferencias significativas.

En su lugar se observó que:

En cuanto al mejor tiempo de batería del grupo PAM **NO hubo mejoras significativas** en los mejores tiempos de las 2º baterías con respecto a los tiempos de las 1º baterías en el grupo de PAM.

En cuanto al mejor tiempo de batería del grupo PAA **hubo mejoras significativas** en los mejores tiempos de las 2º baterías con respecto a los tiempos de las 1º baterías en el grupo de PAA

En cuanto al promedio del mejor tiempo de batería del grupo PAA **hubo mejoras significativas** en los promedios de tiempo de las 2º baterías con respecto a los tiempos de las 1º baterías en el grupo PAA.

En cuanto al promedio del mejor tiempo de batería del grupo PAM **hubo mejoras significativas** en los promedios de los tiempos de las 2º baterías con respecto a los tiempos de las 1º baterías en el grupo PAM.



## Introducción:

La actividad deportiva es un fenómeno biológico y social extremadamente complejo. Fenómeno social por su naturaleza, con un contenido pedagógico y una orientación educativa. Para Matveiev (1983) el entrenamiento deportivo es la forma fundamental de preparación del deportista, basada en ejercicios sistemáticos, y la cual representa en esencia, un proceso organizado pedagógicamente con el objeto de dirigir la evolución del deportista. La práctica deportiva se ha introducido en nuestra sociedad con diferentes objetivos: el deporte escolar, recreativo, de competición, el deporte para todos, etc. Pero el más conocido y con mayor repercusión social es el deporte de competición. En su existencia y desarrollo existe una base biológica y, precisamente por esa razón, debe asumir un papel importante en la investigación científica, dirigida a solucionar los problemas de la construcción de un entrenamiento racional.

El problema de la racionalización de los modos de preparación que constituyen el entrenamiento ha sido siempre el centro del interés de los técnicos y se ha resuelto empíricamente con resultados más o menos acertados. Actualmente, la gran cantidad de datos empíricos y experimentales adquiridos ha permitido obtener reglas generales muy detalladas y se ha abierto la posibilidad de una sucesiva reformulación de este problema.

Programar significa sistematizar los contenidos del proceso de entrenamiento según los objetivos, bien definidos, de la preparación de un deportista y los principios específicos que determinan la forma correcta de la organización de las cargas de entrenamiento en un período de tiempo también definido. La programación es la mejor forma de planificar el entrenamiento de un nivel metodológico y científico más elevado, que permita mejorar las posibilidades de conseguir el objetivo fijado.

La investigación científica puede coadyuvar a controlar y mejorar la capacidad competitiva de los deportistas con una aproximación metodológica a gran escala, intentando reproducir la competición en el entrenamiento y el laboratorio.

Por todo ello, la elaboración de programas de entrenamiento deportivo debe considerarse en función del desarrollo de las aptitudes fisiológicas específicas para llevar a cabo una actividad deportiva determinada.

Desde el punto de vista fisiológico el hockey es un deporte aeróbico – anaeróbico, alternado intermitente, a predominio aeróbico, con pausas intra-juego asistemáticas e incompletas (Smaros)

Teniendo en cuenta todas las aportaciones, sobre el hockey sobre césped como disciplina deportiva colectiva, el propósito de este trabajo consistió en realizar una

evaluación de una batería de sprint de 20 metros en jugadoras de hockey de 1º división y reserva del Club Atlético Universitario de Córdoba.

Estas evaluaciones fueron desarrolladas por medio de un test adaptado a las acciones de juego específicas del hockey teniendo en cuenta las distancias y la pausa que existe durante el juego.

Una vez realizado el test, se dividió al grupo aleatoriamente en 2 partes iguales y se planificaron.

Por un lado, uno de los grupos realizó una planificación de entrenamiento de Potencia Aeróbica Máxima (PAM) con el objetivo de mejorar el promedio del tiempo de la batería y el otro una planificación de entrenamiento de Potencia Anaeróbica Aláctica (PAA), orientado a mejorar la velocidad máxima. Ambas propuestas extraídas de Michel Pradet en su libro, “La Preparación Física”.

Se tratará de concluir cuál de los dos métodos de entrenamiento (PAA – PAM) predispone al atleta de mejor manera para afrontar un sprint y a la vez mejorar la capacidad de repetir sprint (ya que son las situaciones y/o factores que se dan en el juego).

S propuso, trabajar por SEPARADO PAM y PAA, con el fin de analizar qué efectos produce sobre AMBAS el estímulo de SOLO UNA.

Al finalizar el periodo de entrenamiento se volvió a evaluar a todo el grupo con los mismos test.

En situaciones normales u óptimas, la planificación de este deporte debería contemplar la combinación de ambas capacidades.

Cabe destacar que durante el trabajo realizado los jugadores se hallaban en el período preparatorio de la temporada de competición, etapa en la que el objetivo principal del entrenamiento era incrementar el volumen de trabajo

Como se mencionó en líneas anteriores, para un completo y adecuado plan de entrenamiento es necesario combinar ambas planificaciones. Éste trabajo solo pretende aportar los resultados de cada planificación. Muchas veces los preparadores físicos nos vemos ante ciertas situaciones específicas donde los tiempos de entrenamientos se acortan o donde las necesidades de ciertos grupos varían con respecto a otras. Los resultados obtenidos en éste trabajo serán de mucha utilidad para dichos casos, aportando una opción clara y concreta de dichos objetivos.



## 1 MARCO TEORICO

Es necesario para enriquecer esta investigación, un marco teórico sustentador que pueda conceptualizar, analizar y profundizar aspectos relacionados con la temática elegida.

En el manual de fisiología médica de Ganong se hace referencia apuntando lo siguiente;

*"Durante el ejercicio muscular, los vasos sanguíneos musculares se dilatan y el flujo sanguíneo aumenta para incrementar el O<sub>2</sub> disponible. Hasta cierto punto, el aumento en el consumo de O<sub>2</sub> es proporcional a la energía gastada y todas las necesidades metabólicas se cubren con los procesos aeróbicos. Sin embargo, cuando el esfuerzo muscular es muy grande, la síntesis aeróbica de energía es insuficiente para cubrir la demanda metabólica. En estas condiciones continúa la utilización de la fosfocreatina para recuperar el ATP. Una parte de la síntesis del ATP se logra con el uso de la energía liberada por la degradación anaeróbica de la glucosa del lactato. El uso de la vía anaeróbica se auto limita porque, a pesar de la rápida difusión del lactato a la corriente sanguínea, se produce una acumulación muscular de lactato tal que, finalmente rebasa la capacidad de los amortiguadores tisulares y causa un descenso del ph que inhibe las enzimas. No obstante por periodos cortos, la presencia de una vía anaeróbica para la degradación de la glucosa permite un esfuerzo muscular mucho mayor que la que sería posible sin ella.*

*Los atletas entrenados pueden aumentar el consumo de O<sub>2</sub> de sus músculos en mayor medida que las personas sin entrenamiento, y son capaces de utilizar los ácidos grasos libres de manera más efectiva. Por consiguiente, pueden realizar un mayor esfuerzo sin agotar sus reservas de glucógeno ni aumentar la producción de lactato. También aprendieron a saciarse de carbohidratos durante varios días antes de una competencia, lo cual aumenta sus reservas musculares de glucógeno. Esta sola medida puede aumentar su resistencia."* <sup>(1)</sup>

*"La oxidación es la combinación de una sustancia con O<sub>2</sub> o la pérdida de hidrogeno, o pérdida de electrones. Los procesos inversos correspondientes se denominan reducción. Las oxidaciones biológicas están catalizadas por diferentes enzimas. Los cofactores o coenzimas son sustancias accesorias que casi siempre actúan como portadores para los productos de reacción. A diferencia de las enzimas, las coenzimas pueden catalizar diversas reacciones. Diversas coenzimas sirven como aceptadores de hidrogeno"* <sup>(2)</sup>

En cuanto al entrenamiento de la capacidad de resistencia y de la potencia, el libro de fisiología de Fox apunta lo siguiente;

*"los sistemas suministran ATP a distintas capacidades y a tasas diferentes, (potencia). En consecuencia, para cualquier ejercicio dado, la fuente energética predominante utilizada dependerá de la cantidad total y de la tasa de energía requerida en el ejercicio."*

*"En muchas actividades, los tres sistemas energéticos son importantes proveedores de ATP, aunque en cualquier prueba puede predominar en diferentes instantes un determinado sistema"<sup>(3)</sup>.*

Como punto de partida considero necesario realizar una breve explicación de los sistemas energéticos que se utilizan en este tipo de deportes y en cualquier actividad deportiva, los cuales ayudaran a comprender algunos conceptos relacionados con los mismos.

### 1.1 Fisiología del ejercicio

Es el campo de la Ciencia que estudia las respuestas del organismo humano a los estímulos físicos del ejercicio y la actividad física.

Abarca un amplio rango de efectos fisiológicos dependientes de:

- Volumen o duración del estímulo.
- Intensidad del estímulo.
- Frecuencia y densidad del estímulo.
- Medio ambiente.
- Status fisiológico del individuo.

La cuantificación del volumen o duración es vital para deducir los efectos metabólicos generados por la prolongación del esfuerzo de resistencia. También es importante porque ayuda a calcular la magnitud del gasto calórico y el uso de combustibles.

La intensidad del ejercicio es el factor más influyente en la duración de la carga de entrenamiento y en los porcentajes de utilización de los combustibles (carbohidratos y grasas).

La frecuencia de cargas de trabajo deben ser consideradas en una misma sesión, en sesiones de un día, en sesiones de una semana (microciclo), en varias semanas (mesociclos), en varios meses (macrociclos).

La densidad se refiere a las pausas utilizadas en un trabajo fraccionado en ejercicios aeróbicos / anaeróbicos, o pausas implementadas en series de fuerza en el gimnasio.

Las frecuencias de cargas y la densidad (relación entre el tiempo de trabajo y de pausa) son vitales para la prevención de la fatiga aguda y crónica, y para garantizar efectos biológicos de adaptación.

- **Medio ambiente biológico:** calor, humedad, frío, terreno, altura, vestimenta, calzado, etc.
- **Medio ambiente psicológico-emocional:** ambiente familiar, de trabajo, de la estructura deportiva, etc.
- **Medio ambiente sociológico** : situación económico-social

El estado fisiológico del sujeto es determinante en la tolerancia y aceptación de las cargas de trabajo. De acuerdo a la capacidad aeróbica del sujeto, mayor es la eficiencia del uso racional de combustibles, es decir a mayor VO<sub>2</sub>max., más combustión de grasas y menor uso de CHO. A mayor capacidad física mejores índices de recuperación ante cualquier tipo de carga de trabajo. Cuánta más historia deportiva previa en niñez y juventud, mayor capacidad de adaptación de un adulto, cualquiera sea el tiempo de interrupción en su ciclo deportivo. <sup>(5)</sup>

#### 1.1.1 Los Sistemas Energéticos:

*Los sistemas energéticos son un conjunto de reacciones químicas que tienen el objetivo resintetizar el ATP, para realizar las funciones vitales.*

*Se conocen tres sistemas energéticos:*

1. ATP-PC, llamado ANAERÓBICO ALÁCTICO
2. ANAERÓBICO LÁCTICO o GLUCOLÍTICO, también llamado ANAEROBICOLACTACIDO
3. AERÓBICO u OXIDATIVO

*El músculo precisa una fuente de energía particular. Esta se presenta bajo la forma de moléculas ricas en elementos fosfóricos: el adenosintrifosfato o ATP.*

*Estas moléculas alojadas a nivel de las fibras musculares, tienen la particularidad, cuando son estimuladas por el impulso nervioso, de disociarse liberando energía capaz de causar un acortamiento de las fibras. Así, el movimiento puede empezar y seguir mientras el ATP esté presente a nivel muscular para mantener la reacción.*

*Estas reservas de ATP no son importantes y, por eso, se agotan rápidamente. De ahí que la duración del movimiento sea escasa si el organismo no provee simultáneamente una aportación energética que pueda volver a sintetizar el ATP a medida que se gasta. Así, el ATP repuesto de esta forma puede nuevamente gastarse, suministrando energía y permitiendo el mantenimiento del trabajo muscular.*

*Conforme se va degradando el ATP, el organismo recurre a tres mecanismos capaces de aportar energía necesaria para que se de una nueva síntesis. Estos mecanismos son:*

*La vía anaeróbica aláctica o vía de los fosfatos rápidos en liberar energía.*

*La vía anaeróbica láctica o vía de la glucólisis rápida*

*La vía aeróbica o vía de la glucólisis lenta y oxidación mitocondrial*

*A partir de los primeros instantes del ejercicio se ponen en marcha los tres sistemas, pero lo hacen con una intensidad y unas características muy diferentes. Por lo tanto hay que distinguir rigurosamente cuál de ellos se jerarquiza por sobre los otros. <sup>(6)</sup>*

#### 1.1.2 Características y componentes:

- **Capacidad:** *cantidad total de energía que puede producir un sistema.*
- **Potencia:** *cantidad de energía que puede producir un sistema en unidades de tiempo.*
- **Interacción:** *hace relación al continuum energético, es decir, los tres sistemas siempre actúan.*
- **Predominio:** *uno de los sistemas puede predominar en algún momento de la actividad.*
- **Especificidad:** *específico de una disciplina o deporte.*

*Los tres sistemas de energía no operan de forma independiente durante el ejercicio sino que trabajan unidos para alterar el suministro de ATP y hacer frente a las necesidades energéticas del músculo. Los tres procesos tienen lugar al mismo tiempo; sin embargo, la proporción de ATP suministrado por medio de cada uno de estos procesos varía de acuerdo con la intensidad y duración del ejercicio o del deporte en cuestión.*

*En condiciones normales, en reposo, la mayor parte del ATP del músculo esquelético se regenera a través de procesos aeróbicos a un ritmo igual al de su utilización. Un aumento rápido de la intensidad del ejercicio se contrarresta por medio de una aceleración del ritmo de generación aláctica de ATP (principalmente PCr) y de glucólisis anaeróbica (generación láctica de ATP) y viene seguido de una aceleración más gradual del metabolismo aeróbico. <sup>(7)</sup>*

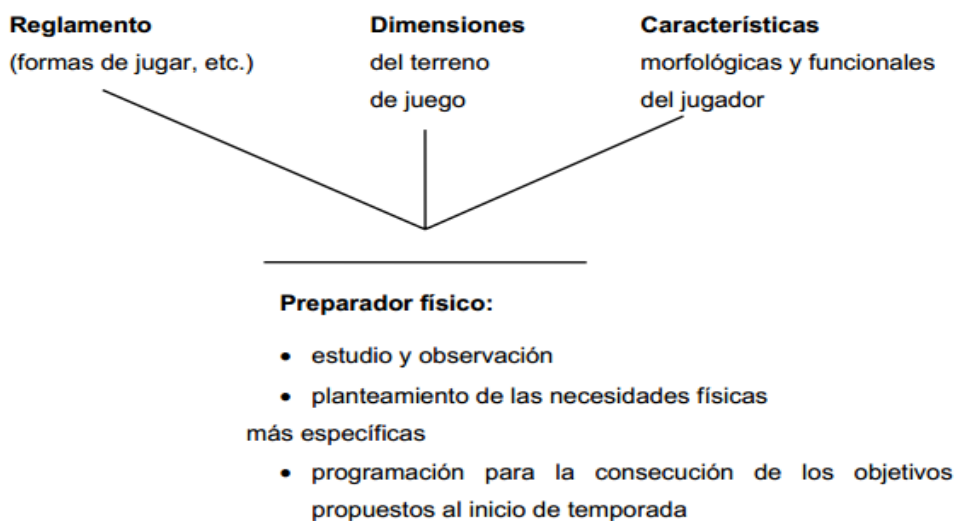
La elaboración de un programa de entrenamiento para desarrollar el sistema energético específico apropiado para el deporte que elige un atleta debe ser tan solo una de las tareas del entrenador, pues de deben tener en cuenta igualmente otros tipos de especificidad.

<b>Predominio energético (de acuerdo a Brooks, 1990)</b>			
<u>Sistemas de Energía</u>	<u>Predominio</u> 100 %	<u>Tiempo Medio</u> 50 %	<u>Dinámica de inicio o final</u>
<u>Sistema ATP-PC</u>	4-6"	10"	<u>Agotamiento</u> 30"
<u>Sistema Anaeróbico Lactácido</u>	40" a 1' 15"	10"	<u>Inicio de acción</u> 1"
<u>Sistema Aeróbico</u>	1' 15" a 1' 30"	30"  (75-80% en 45"-50")	<u>Inicio de acción</u> Pocos segundos

(Extraído de apuntes de catedra, Fisiología2008- Juan Carlos Maza)

### 1.1.3 Factores determinantes

#### **FACTORES DETERMINANTES**



**Figura 6-2:** Esquema de una serie de factores determinantes para conseguir un estado de forma física óptima (Silla 1988).

*“Para obtener beneficios máximos del entrenamiento, la modalidad del ejercicio utilizado durante las sesiones del entrenamiento debe ser compatible con las que se emplean durante el desarrollo de la aptitud en cuestión.”*

*..“Otro tipo de especificidad se relaciona con los grupos musculares empleados durante el programa de entrenamiento.”*

*..“La magnitud de los cambios posteriores al entrenamiento eran mayor, por lo general, cuando el ejercicio se realizaba con los grupos de musculo entrenados que cuando se realizaba con los no entrenados.”*

*..“Los efectos del entrenamiento son específicos no solo con respecto a los grupos musculares sino también en relación con los tipo de movimientos de dichos grupos musculares. En otras palabras, el entrenamiento muscular parece ser específico de la aptitud motriz. En consecuencia, en todos los casos en que sea factible, los programas de entrenamientos deben contener actitudes de ejercicios relacionados tan de cerca como sea posible con aquellas que se realizan realmente durante la ejecución de la aptitud deportiva en cuestión.”<sup>(3)</sup>*

## 1.2 Metabolismo anaeróbico aláctico

### 1.2.1 E.A.I (ejercicio de alta intensidad)

*Ejercicio que es desarrollado a la máxima tasa de velocidad, desde el mismo comienzo del esfuerzo, y hasta su finalización.*

*El EAI es aquel que requiere de una producción de energía (máxima potencia en breves espacios de tiempo) que excede largamente la oferta de los procesos de máxima potencia aeróbica.*

*El EAI requiere de una muy rápida producción de ATP, que en un alto porcentaje es provisto por la metabolización de la Fosfocreatina (PC) y de la producción de Lactato, a partir de la Glucogenólisis y la Glucólisis.<sup>(10)</sup>*

*Según Bouchard, C. Taylor, A. Simoneau y Dulac, S. “Las pruebas de capacidad de rendimiento anaeróbicas de corto plazo: se define como la respuesta total der trabajo durante el ejercicio máximo que dura 10”. Puede considerarse como una medida de rendimiento anaeróbico aláctico que se apoya principalmente en la concentración de ATP en el musculo, el sistema ATP-PC y la glucolisis anaeróbica. La respuesta de rendimiento más alta durante esta prueba debería ser el equivalente a la máxima potencia”*

- Características salientes del metabolismo anaeróbico alactico

a) Sistema de rápida disponibilidad para la contracción muscular porque depende de pocas reacciones metabólicas (unireacción).

b) No depende del transporte y la utilización de O<sub>2</sub>.

c) Las moléculas de ATP-PC están acumuladas en el mecanismo contráctil del músculo.

d) La resíntesis y supercompensación del sistema depende mayoritariamente del aporte de ATP del Sistema Aeróbico y del S. A. Lactácido (remoción y oxidación intraesfuerzo).

Objetivos fisiológicos-metodológicos del entrenamiento del Sistema ATP-PC, a través de estímulos de velocidad

- Objetivo metabólicos:

# Aumento de la reserva de ATP-PC.

# Aumento de la velocidad de degradación.

# Aumento de la velocidad de resíntesis de PC.

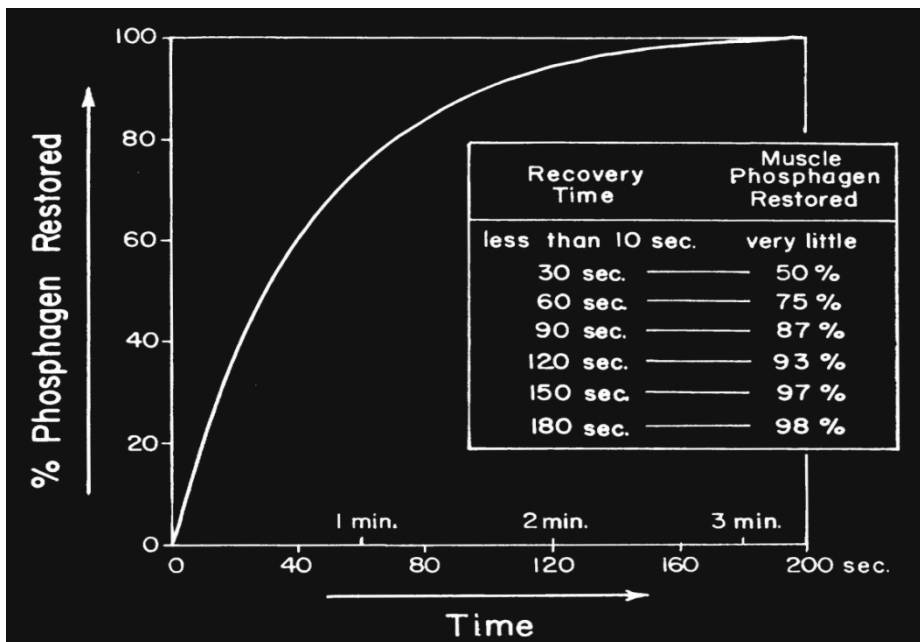
- Objetivo neuromuscular:

# Reclutamiento masivo de las Fibras FTIIb y FTIIa.

- Objetivo Técnico-Biomecánico:

# Ejecución del ejercicio con la técnica y el gesto deportivo específico, con conservación de la mecánica coordinativa.

Curva de recuperación de la Fosfocreatina  
Hultman y cols, 1967



(Extraído de apuntes de cátedra, Fisiología2008- Juan Carlos Maza)

- La recuperación de la Fosfocreatina (PC) tiene dos fases:
  - a) Tiempo Medio TM (recuperación 50 %) = 20"-30" (Fase Rápida)
  - b) Recuperación total = 4' - 5' a 20' - 30' (Fase Lenta)
  - La fase rápida es independiente de la caída del pH, y es activada por la resíntesis de PC por el sistema oxidativo, y ello sucede aunque el pH sigue descendiendo.
  - La fase lenta tiene una correlación inversa con la curva de lactato, ya que se asocia el descenso del H<sup>+</sup> con la desinhibición total de la CPK.
  - Por ello, la segunda fase es más lenta post-contracciones isométrica vs. contracciones dinámicas (> lactato residual).

Como es el proceso que se activa más rápidamente y con mayor intensidad, proporciona desde los primeros segundos del ejercicio, energía necesaria para la nueva síntesis del ATP.

Potencia: puede abastecer una gran cantidad de energía en un periodo de tiempo muy breve y, al mismo tiempo, mantener la renovación de ATP con una gran intensidad.

Capacidad: este proceso no puede mantener por mucho tiempo la contracción muscular.



Factores restrictivos: aunque ya existe el ATP, el proceso anaeróbico aláctico utiliza igualmente otro sustrato presente en los músculos, la fosfocreatina (CP). Así, la CP puede volver a sintetizar el ATP con una gran intensidad, pero está presente a nivel muscular solo en una mínima cantidad.

Efectos del proceso: una vez activado, este proceso ya no exige oxígeno para funcionar. Por otra parte, los productos de desgaste que genera no perturban la calidad de la contracción muscular. Los productos de desgaste tienen un efecto benéfico “activan”, de alguna forma, las reacciones energéticas que suceden. <sup>(9)</sup>

### 1.3 Metabolismo Anaeróbico Láctico

*El proceso anaeróbico láctico, comienza, al igual que el proceso aláctico, en los primeros segundos del ejercicio, pero se activa con una intensidad muy inferior a la del proceso aláctico, de manera que tienen que pasar 10" para que este proceso consiga colocarse, en el orden de importancia, en primer lugar. Aun así, es un proceso que no utiliza el oxígeno para funcionar, pero su sustrato de base está constituido por un azúcar almacenado a nivel muscular y hepático: el glucógeno. Como consecuencia de reacciones químicas complejas, el glucógeno se fracciona en unidades-glucosa y produce ácidopirúvico, hidrogeno y energía (que sirve para volver a sintetizar el ATP).*

*Los productos de desgaste del glucógeno (ácidopirúvico e hidrogeno) se combinan para producir ácido láctico. Por eso, se califica como proceso láctico.*

*Potencia: alcanza una importante magnitud, asegurando una potencia elevada aunque no máxima durante los esfuerzos. Por otra parte, esta intensidad crece hasta un tope que podríamos situar entre 30 y 40 segundos, duración más allá de la cual siempre se observa una disminución en los esfuerzos de elevada intensidad que utilizan con prioridad este proceso.*

*Capacidad: si la potencia máxima se alcanza en menos de 1', la glucolisis anaeróbica sigue asegurando la parte esencial de síntesis renovada del ATP (y entonces el mantenimiento de la contracción muscular) durante un lapso de tiempo más amplio, que se puede situar entre 2' y 3' aproximadamente; después se reabsorbe rápidamente y deja paso al proceso aeróbico.*

*Factores restrictivos: el proceso láctico no parece estar limitado por las reservas del sustrato energético. En efecto, el organismo posee suficiente glucógeno almacenado como para resistir un esfuerzo de varios minutos. Al contrario, parece que la acumulación, a nivel muscular, de productos de degradación del glucógeno y, más en particular, la acidificación que provocan, bloquea las contracciones musculares, y, por tanto, la posibilidad de seguir el ejercicio. El desarrollo de este proceso permite al atleta mejorar sus capacidades para mantener una contracción muscular de buena calidad a pesar de la disminución del pH. No pretende aumentar las reservas de glucosa. A menudo se habla de desarrollar la resistencia ante el "envenenamiento láctico", aunque algunos estudios recientes han demostrado claramente que el ácidoláctico producido no es necesariamente el veneno orgánico mencionado frecuentemente y que incluso, a veces, puede convertirse en sustrato energético.*

*Efectos del proceso: Activado por el proceso aláctico, el proceso láctico, a su vez, va a estimular la activación del proceso de oxidación. En particular, la disminución del pH muscular acelera la utilización de esta vía y aumenta el nivel de su intensidad.<sup>(11)</sup>*

#### *Adaptación en el sistema Glucolítico*

*El entrenamiento anaeróbico (series de 30 segundos) incrementa las actividades de enzimas glucolíticas y oxidativas clave. (fosforilasa, fosfofructuocinasa (PFK) lactatodeshidrogenasa LDH) . Las actividades de estas 3 enzimas aumentan entre un 10% y un 25% con series repetidas de ejercicio de 30 segundos.*

*Por lo tanto hemos de concluir que las ganancias en el rendimiento con estas formas de entrenamiento son el resultado de mejoras en la fuerza más que en la producción anaeróbica de ATP. <sup>(11)</sup>*

- El límite entre el aporte energético aláctico y láctico es virtual, es decir que ante la reducción de PC, hay un aporte casi instantáneo de resíntesis de ATP y PC por parte del Sistema Anaeróbico Láctico.*
- El Sistema Anaeróbico Láctico es sinérgico con el Sistema Fosfágeno por 10"-15", aunque luego (por el aumento exponencial de la concentración de Lactato) es antagónico, al inhibir o alterar la acción de las enzimas ATP-asa y CPKinasas.*
- La fatiga muscular (en esfuerzos breves) acontece por el vaciamiento de la PC.*
- La falta de delimitación de las distancias y tiempos de duración de los estímulos de velocidad genera esfuerzos inespecíficos.*
- El uso de pausas menores a las descritas también genera falta de especificidad, pérdida de la velocidad máxima, pérdidas de la coordinación fina, de la técnica del ejercicio, estados de sobre entrenamiento, fatiga y lesiones.<sup>(12)</sup>*

#### *1.3.1 Factores neuromusculares y metabólicos que regulan la velocidad de la glucólisis*

- Concentración previa de glucógeno en el músculo en contracción: a mayor concentración de glucógeno, mayor velocidad de degradación glucolítica.*
- Composición miofibrilar predominante en el músculo.*
- El factor más importante que regula la velocidad de la glucólisis es la velocidad o intensidad de la contracción muscular, que acelera el proceso en forma directamente proporcional. <sup>(13)</sup>*

### 1.3.2 Velocidad de la Glucólisis y Tipo de Fibra

- Las fibras FT tienen mayor velocidad de la glucólisis por:
  - \* Mayor Concentración de PHOS y PFK.
  - \* Mayor tasa de conversión de PHOS b en PHOS a, por mayor sensibilidad de la acción de la epinefrina.
  - \* Mayor nivel de ruptura de PC, lo que aumenta el Pi libre durante la contracción.

El ácido láctico no es un producto terminal de la glucólisis, sino un metabolito intermediario de la misma.

No es un desecho metabólico; es un importante combustible oxidativo, previa reconversión a piruvato, representa un metabolito que ahorra glucosa y glucógeno, brinda energía adicional en los eventos de resistencia, complementario de su papel decisivo como combustible principal en las pruebas de potencia y velocidad.

La conversión lactato-piruvato no está "gatillada" por la hipoxia: influye en ella, en forma determinante, la velocidad de la glucólisis lo que genera acumulación de Lactato y NADH+, alterando las proporciones Red-Ox [NADH+/NAD y APir/ALac] y "gatillando" la LDH. Los términos aeróbico / anaeróbico son mejor descriptos por las acepciones glucólisis lenta y glucólisis rápida.

La velocidad de contracción muscular es la causa más determinante en la regulación de la velocidad de la glucólisis.

Toda molécula de Lactato en algún "momento" y en algún "lugar" se reconvierte a Piruvato. La reversibilidad de la reacción Piruvato/Lactato es un factor determinante en los métodos de entrenamiento y competencia, tanto individual como colectiva. (Juan Carlos Maza, apuntes de cátedra año 2009)

El umbral anaeróbico o transición es un artificio metodológico del protocolo de evaluación en laboratorio/campo; los mecanismos alternantes de producción de energía, a veces reversibles, estables e inestables al mismo tiempo, transforman al "umbral anaeróbico" en una "ficción" fisiológica. No hay prueba o competencia deportiva con la estructura de un esfuerzo que sea usado para determinar el "umbral anaeróbico".<sup>(14)</sup>

### 1.3.3 Áreas Funcionales Anaeróbicas Glucolítica

- Potencia Anaeróbica Lactácido (PAL): Se refiere a la máxima producción de energía glucolítica no oxidativa, y está en relación a la velocidad de glucólisis y generación de lactato. Predominante en esfuerzos < al 1'.
- Tolerancia Anaeróbica Lactácido (TAL): Es considerada como la más elevada capacidad de soportar niveles de lactacidemia y acidosis elevada (con pH muy bajos), en esfuerzos máximos que duran entre 1' y 3' de duración.
- Resistencia Anaeróbica Lactácido (RAL): Es la más prolongada resistencia distancia/tiempo que un individuo puede soportar en estado aeróbico-anaeróbico submáximos. Predomina en esfuerzos sub máximos de 4' a 10'.

*El mecanismo de producción-remoción de lactato tiene profundas implicancias en los estados de equilibrio y desequilibrio lactácidos, afectando los conceptos "aeróbico" y "anaeróbico".*

*Los estados de equilibrio lactácido a diferentes niveles sanguíneos, son los que producen las mejores adaptaciones celulares al entrenamiento de resistencia.*

*Los estados de equilibrio lactácidos son tolerables hasta un "steady-state" de alrededor de 10 mmol/l. Intensidades mayores a este nivel no pueden ser mantenidas por mucho tiempo.*

*Cargas máximas de lactato, se pueden ejecutar solamente cuando, en forma previa, se desarrollaron los mecanismos de remoción del mismo (Áreas I y II).*

*Los estados de equilibrio lactácidos son entrenables, por métodos intervalados, no progresivos, o sea, a intensidades relativamente planas o similares en las repeticiones.*

*El desarrollo del entrenamiento por áreas funcionales es el método más apto para maximizar la capacidad, la resistencia y la potencia del sistema aeróbico.*

*La definición de áreas funcionales, a diferentes niveles de lactato, nos permite determinar cargas de entrenamiento con alta especificidad, optimizar la planificación y periodización de los ciclos de entrenamiento y aumentar la eficiencia de los procesos de recuperación.*

*La falta de delimitación de las distancias y tiempos de duración de los estímulos de velocidad genera esfuerzos inespecíficos.<sup>(15)</sup>*

#### 1.4 Metabolismo Aeróbico

*Al cabo de algunos minutos de esfuerzo, y en la medida en que el organismo ha mermado seriamente sus recursos energéticos anaeróbicos, acude a otro sistema de producción de energía para asegurar la renovación de síntesis del ATP.*

##### Proceso Fisiológico:

*El organismo, como consecuencia de la actividad muscular que ha producido, ha aumentado considerablemente la intensidad de trabajo de todas sus grandes funciones y, en particular, de su sistema respiratorio y circulatorio. Entonces está en condiciones de efectuar un aporte de oxígeno mucho mayor a nivel de todas las estructuras estimuladas por el ejercicio. Por eso, los músculos se benefician particularmente de la afluencia de oxígeno que transformara progresivamente las reacciones anaeróbicas que se producen en aeróbicas. En ese momento la glucólisis evoluciona para desembocar en reacciones que ya no producen ácido láctico, sino otros residuos eliminables de forma más fácil, como anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O) y calor.*

##### Potencia Aeróbica o PAM

*La potencia proporcionada por este sistema es menor que la garantizada por los procesos anaeróbicos. Está limitada por las posibilidades individuales de aporte de oxígeno a las células musculares. Cuanto más se beneficie este aporte de una fuerte absorción, mayor será por parte del atleta el mantenimiento de un esfuerzo gran intensidad. Cuando el ejercicio producido alcance límites en los que se utilice todo el oxígeno disponible a nivel muscular, se dice que el atleta ha llegado a su potencia aeróbica máxima (PAM). Esta intensidad de esfuerzo corresponde a la máxima posibilidad del atleta para mandar oxígeno a sus músculos con una fuerte absorción. Los fisiólogos dicen que ha alcanzado su VO<sub>2</sub> máx. o absorción máxima de oxígeno.*

##### Capacidad

*Proporciona una gran cantidad de energía capaz de mantener las contracciones musculares durante un tiempo importante (varias horas). Esta capacidad depende de los siguientes factores:*

- *Consume pocos substratos y así aumenta sus posibilidades de duración.*
- *Puede utilizar, para su funcionamiento, substratos energéticos muy diferentes que, además, se encuentran en cantidades importantes en el organismo, glucógeno, AGL y en caso de ser necesario, algunas proteínas orgánicas.*
- *Produce desechos que se eliminan con facilidad, evitando así una acumulación.<sup>(16)</sup>*

### Factores restrictivos:

*El principal factor restrictivo es la intensidad.*

*Parece existir un umbral de intensidad por debajo del cual los esfuerzos efectuados son casi exclusivamente aeróbicos.<sup>(17)</sup>*

*"Algunas adaptaciones se producen dentro de los músculos, y muchas consisten en cambios en los sistemas energéticos. Además, se producen otros cambios en el sistema cardiovascular, mejorando la circulación hacia y dentro de los músculos."*

### Adaptaciones en el músculo

*El tipo de fibra muscular, el aporte capilar, el contenido en mioglobina, la función mitocondrial y las enzimas oxidativas.*

#### Tipo de fibra muscular,

*Fibras ST se hacen entre un 7% y 22% más grandes que las correspondientes fibras FT. El tamaño de las fibras musculares en los deportistas de resistencia parece tener escasa relación con la capacidad o con el rendimiento aeróbico. La mayoría de los estudios ha demostrado que el entrenamiento de la resistencia no cambia el porcentaje de fibras ST y FT.*

*Pruebas recientes indican que muchos años de entrenamiento de resistencia pueden hacer que determinadas fibras FTb adopten algunas de las características de la más oxidativas FTa.*

#### Aporte capilar

*Incrementan el número de capilares que rodean cada fibra muscular. Un 5 % y un 10% más de capilares en los músculos de sus piernas que en los individuos sedentarios.*

*Tener más capilares permite un mayor intercambio de gases, calor, desechos y nutrientes entre la sangre y las fibras musculares activas. Esto mantiene un ambiente apto para la producción de energía y para que tengan lugar contracciones musculares repetidas.*

#### Contenido de mioglobina

*Cuando el O<sub>2</sub> entra en las fibras musculares se combina con la mioglobina, compuesto que contiene hierro, transporta las moléculas de O<sub>2</sub> desde las membranas celulares hasta las mitocondrias. Las fibras ST contienen grandes cantidades de mioglobina. Las fibras F, por otro lado, son altamente glucolíticas, por lo que requieren, y tienen, poca mioglobina.*

*La mioglobina almacena oxígeno y lo libera en las mitocondrias cuando escasean durante la acción muscular. Esta reserva de O<sub>2</sub> es usada durante la transición del estado de reposo al de ejercicio proporcionando O<sub>2</sub> a las mitocondrias durante la demora entre el inicio del ejercicio y la incrementada liberación cardiovascular de O<sub>2</sub>.*

*El entrenamiento de la resistencia ha demostrado incrementar el contenido muscular de mioglobina entre un 75 y un 80%.*

#### Función mitocondrial

*La capacidad para utilizar O<sub>2</sub> y producir ATP a través de la oxidación depende del número, tamaño y eficacia de la mitocondrias musculares. Estas tres cualidades mejoran con el entrenamiento de la resistencia.*

*Cuando se incrementa el volumen del entrenamiento aeróbico también lo hace el número y el tamaño de la mitocondrias.*

#### Enzimas oxidativas

*El incremento del número y tamaño de la mitocondrias aumenta la capacidad aeróbica de nuestros músculos, pero estos caminos son intensificados todavía más por un incremento de la eficacia mitocondrial. El entrenamiento de la resistencia incrementa éstas actividades enzimáticas. <sup>(18)</sup>*

El hockey hierba es un juego rápido, con demandas intermitentes del metabolismo anaeróbico y largos períodos en que el suministro de energía aeróbica es predominante (Fox 1988; Cooper y col. 1982; Thoden y col. 1982; McArdle 1986).

*La valoración del consumo de oxígeno máximo de los jugadores de hockey hierba se ha llevado a cabo generalmente en el laboratorio, registrándose espirométricamente en pruebas de esfuerzo máximas progresivas. Los resultados de estos estudios pueden suponer un indicador importante de las cualidades condicionales en el jugador de hockey hierba, pero no nos informan sobre el gasto energético en competición.*

La valoración de las exigencias funcionales en la propia competición y la estimación del gasto metabólico han sido objeto de interés para los investigadores. Entre ellos podemos destacar a Reilly y Seaton (1990) quienes observaron un claro incremento del gasto energético cuando se realizan acciones técnicas como el dribbling. Los valores medios de VO<sub>2</sub>max registrados fueron de 59 ml/min/kg. El gasto energético del dribbling variaba además al aumentar la velocidad de desplazamiento en cinta rodante desde 44,5 hasta 60,8 kJ.<sup>(4)</sup>

*El cociente respiratorio (CR) es la proporción, en estado estable, entre el volumen de O<sub>2</sub> consumido por unidad de tiempo. Debe distinguirse del intercambio respiratorio (R), que es la proporción entre el CO<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub> en un momento determinado en el cual no se ha alcanzado el equilibrio. El R depende de factores distintos al metabolismo.*

*El CR y el R pueden calcularse para las reacciones fuera del cuerpo, para órganos y tejidos individuales y para el cuerpo completo.*

*La tasa metabólica se modifica por muchos factores. El más importante es el esfuerzo muscular. El consumo de O<sub>2</sub> se eleva, no solo durante el esfuerzo, sino también el*



*tiempo ulterior. Los alimentos recién ingeridos también aumentan la tasa metabólica debido a su acción dinámica específica (ADE). La ADE de un alimento es el gasto energético obligatorio que ocurre durante su asimilación al cuerpo. Otro factor que afecta el metabolismo es la temperatura ambiental.*

### 1.5 Consideraciones diferenciales entre cargas de entrenamiento continuo o intervalado

- *Las cargas aeróbicas continuas permiten generar la adaptación de base, con mejoría sobre los sistemas cardiovascular y respiratorio, la tasa de Hemoglobina, la capilarización muscular y el incremento del número de mitocondrias.*
- *El volumen y la intensidad de las cargas aeróbicas continuas, van "estereotipando" el metabolismo de la célula, con menor eficiencia en la mejoría de la resistencia y la potencia aeróbica.*
- *Comienzan con un aceptable consumo de O<sub>2</sub> relativo, pero suelen decaer en su VO<sub>2</sub> fraccional, con menor utilización de grasas y menor gasto calórico real.*
- *Se desarrollan menores velocidades relativas, con menor reclutamiento de las fibras FtIIa.*
- *Las cargas aeróbicas continuas, frecuentemente, generan fatiga muscular localizada por falta de resistencia muscular local.*
- *Las cargas aeróbicas intervaladas permiten una mayor intensidad relativa, por las pausas entre estímulos.*
- *Ello permite el reclutamiento y la adaptación específica de las Fibras FtIIa, quienes deben mejorar el mecanismo de producción-remoción de lactato, lo cual favorece las pruebas de medio-fondo y fondo, y los procesos de recuperación.*
- *Ello genera un compromiso aeróbico (VO<sub>2</sub>) relativo más elevado, lo que promueve una mayor utilización de grasas y mayor gasto calórico real en el tiempo ejercitado.*
- *Es el tipo de carga fundamental para mejorar específicamente la resistencia y la potencia aeróbica.*
- *Las pausas entre estímulos permiten una mejor tolerancia de los esfuerzos, a nivel de fatiga muscular local.<sup>(19)</sup>*

### 1.5.1 Virtudes y limitaciones de las cargas de entrenamiento, de modo progresivo

- *La característica fundamental del entrenamiento progresivo, obviamente, es el incremento constante de la intensidad de la carga durante un esfuerzo continuo o durante el desarrollo de entrenamiento intervalado, por repeticiones.*
- *La evidencia científica demuestra que el entrenamiento de carga progresiva, mejora la resistencia y la potencia aeróbica.*
- *Responde a la "ley de la glucólisis":  $a > intensidad, > velocidad de la glucólisis$  =====> incremento exponencial del lactato.*
- *El factor limitante más importante es que generalmente finaliza con niveles cercanos al VO2 máximo, y es muy frecuente invadir áreas de resistencia anaeróbica, lo que puede deteriorar los efectos aeróbicos de la resistencia.*
- *Son entrenamientos que suelen dejar efectos residuales lácticos, lo que obliga a una periodización de cargas menos frecuentes.<sup>(20)</sup>*

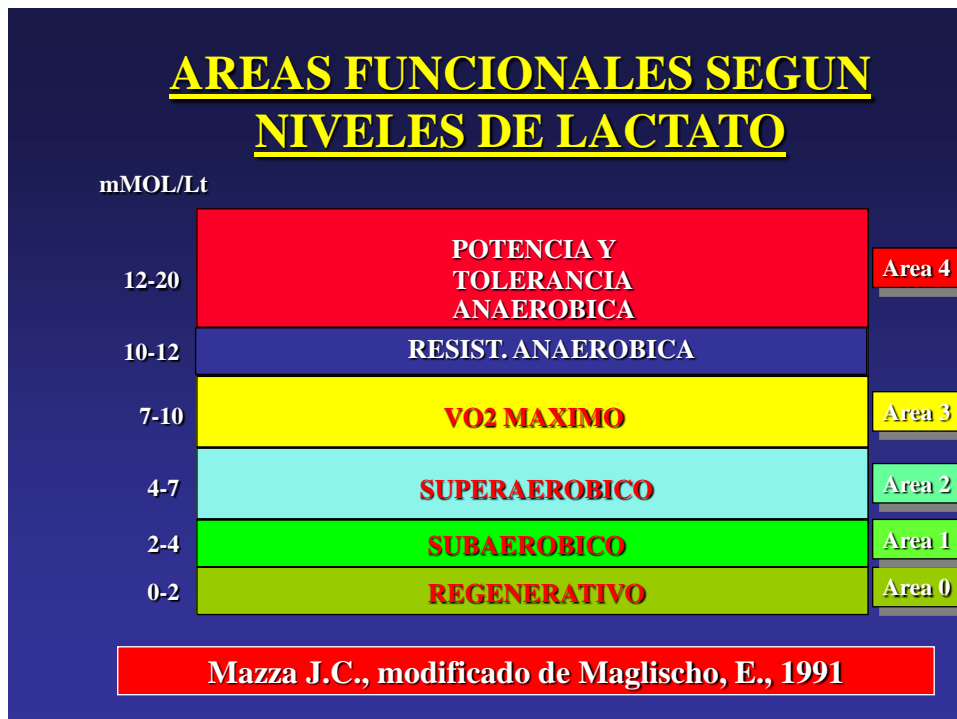
### 1.5.2 Fundamentos fisiológicos del modelo de cargas en "steady-state"

- *La característica fundamental del modelo en "SteadyState", es el mantenimiento constante de la intensidad de la carga durante un esfuerzo continuo o durante el desarrollo de entrenamiento intervalado, por repeticiones.*
- *Responde a la "ley del mecanismo producción-remoción de lactato":  $a intensidad estable, = producción / remoción de lactato$  =====> "steady-state láctico".*
- *La evidencia científica demuestra que el entrenamiento a carga constante, es más específico y más efectivo en la mejoría de la resistencia y la potencia aeróbica, ya que logra que las cargas mantengan el "stress" metabólico enzimático celular por periodos más prolongados de tiempo.*
- *Permite mejor planificación y periodización de cargas, con cargas más frecuentes y con menos efectos residuales de fatiga.<sup>(21)</sup>*

### 1.5.3 Entrenamientos en estado de equilibrio láctico (Lactate Steady-State - La SS)

- Representa un estado metabólico en el cual, ante un esfuerzo de intensidad dada, se alcanza un valor estable de lactato sanguíneo (producción = remoción), esfuerzo que puede ser mantenido sin alteración sustancial de este valor estable.
- Los estados de equilibrio láctico pueden ser clasificados por niveles funcionales, y son entrenables por:
  - a) Estímulos específicos.
  - b) Estímulos de tipo intervalado.
  - c) Estímulos a velocidad estable (NO progresivos) <sup>(22)</sup>

### 1.5.4 Áreas funcionales según niveles de lactato



(Extraído de apuntes de cátedra, Fisiología2008- Juan Carlos Maza)

#### 1.5.4.1 AREA FUNCIONAL REGENERATIVA

##### Objetivos Fisiológicos

- *Ejercicios de entrada en calor y vuelta a la calma.*
- *Remoción de lactato facilitando la reconversión de lactato a piruvato, proceso base de la recuperación deportiva, si se realiza inmediatamente finalizado un esfuerzo de compromiso láctico.*
- *Activar el sistema cardio-respiratorio y el metabolismo aeróbico de base.*
- *Aumento de la temperatura corporal*

##### Aspectos metodológicos

- *Duración: 20'-30'.*
- *Tipo: Generalmente continuo estable o "fartlek".*
- *Pausa: no*
- *Frecuencia: se puede cada 6 Hs. Si es necesario*
- *Volumen: 15-20 %.*
- *Ventilación: Respiración suave, por nariz.*
- *Nivel de lactato: 0,5 -2,0Mmol/lit.*
- *Combustible predominante: Grasas (> AGL) y Oxidación de Ac. Láctico.*

#### 1.5.4.2 AREA FUNCIONAL SUBAEROBICA

##### Objetivos Fisiológicos

- *Desarrolla la mayor potencia de remoción de lactato.*
- *Preserva la carga de glucógeno, usando grasas como combustible principal.*
- *Desarrolla la base funcional aeróbica central y periférica (Corazón-Pulmón-Capilares- Nro. de mitocondrias).*
- *Mantiene la base aeróbica.*
- *Preserva la magreza del individuo.*
- *Aumenta la tasa de glucogenosíntesis.*

- *Imprescindible para entrenar las intensidades más elevadas de entrenamiento (anaeróbicas).*

#### Aspectos metodológicos

- *Duración: 50'-60' (tiempo de trabajo + pausas).*
- *Tipo: Continuo o fraccionado largo.*
- *Pausas: 20"-40".*
- *Frecuencia: Cada 6-8 Hs.*
- *Volumen: 45-50 %.*
- *Ventilación pulmonar: Suave (boca/nariz). Habla normalmente.*
- *Nivel de lactato: 2-4 mmol/l.*
- *Combustible predominante: Grasas (AGL y TGL) y máxima Oxidación de Ac. Láctico.*

#### 1.5.4.3 AREA FUNCIONAL SUPERAEROBICA

##### Objetivos fisiológicos

- *Específico para aumentar la eficiencia del mecanismo de producción-remoción de lactato en "steady-state".*
- *Vital para mejorar la velocidad "cruce" en las carreras de medio fondo y fondo (Uso del "Lactate Turn-Over" [Rt] intra-carrera).*
- *Permite recorrer, a mejor ritmo, más distancia y repetir mayor cantidad/calidad de esfuerzos explosivos en los deportes de campo.*
- *Imprescindible para desarrollar la potencia del mecanismo de remoción activa después de series de alta intensidad, o luego de competencias.*
- *Aumenta la resistencia aeróbica, elevando el umbral de los estados de equilibrio aeróbico-anaeróbicos.*

### Aspectos metodológicos

- *Duración: 30'-50' (tiempo de trabajo + pausas).*
- *Tipo: Fraccionado intermedio.*
- *Pausas: 45"-1'15".*
- *Frecuencia: Cada 36-48 Hs.*
- *Volumen: 15-22 %.*
- *Ventilación: Jadeo moderado por boca. Habla entrecortado o no habla ("no le gusta hablar").*
- *Nivel de lactato: 4-7 mmol/lit.*
- *Combustible predominante: Glucógeno muscular.*

#### 1.5.4.4 AREA FUNCIONAL DE VO2 MAX.

##### Objetivos fisiológicos

- *Estimula la máxima capacidad de absorción de O2 a nivel mitocondrial, acelerando la velocidad enzimática del Ciclo de Krebs y de la cadena respiratoria.*
- *Aumenta la densidad mitocondrial y la concentración de enzimas del Ciclo de Krebs.*
- *Mejora los mecanismos cardio-respiratorios centrales y periféricos de transporte y difusión de O2 y CO2.*
- *En síntesis, incrementa la potencia aeróbica.*

### Aspectos metodológicos

- *Duración: 12'-25' (tiempo de trabajo + pausas).*
- *Tipo: Fraccionado corto*
- *Pausas: 2'-3'.*
- *Frecuencia: cada 60-72 Hs.*

- *Volumen: 5-6 %*
- *Ventilación: Jadeo evidente por boca, a predominio de la profundidad. No habla, o habla muy entrecortado.*
- *Nivel de lactato: 7-10 mmol/l.*
- *Combustible predominante: Glucógeno muscular y glucosa. <sup>(23)</sup>*



## 1.6 Reseña histórica

### DEPORTE EN CUESTION: HOCKEY SOBRE CESPED

*En 1527, en Irlanda se menciona el juego hockie: The horlinge of the little ball with hockie stickesor staves. 'El lanzamiento de una pequeña bola con palos o varas de hockey'.*

*Debido a estos antecedentes, es poco posible que varios siglos después, cuando los imperialistas británicos invadieron la India en 1757, hayan adoptado un juego parecido al hockey y lo hayan llevado a Europa. Parecidos al hockey son el hurling y el shinty.*

*En el siglo XVI, el pueblo amerindio de los mapuches (en el sur de Chile y Argentina) practicaba un deporte con una bola que debían dominar con bastones, llamado "Chueca" o "Palín".*

*Parece que un juego parecido al hockey moderno se practicó en escuelas públicas inglesas a principios del siglo XIX. El primer club de hockey fue el Blackheath Football and Hockey Club, en Londres, que se fundó alrededor de 1861. En 1871 se formó el Teddington Hockey Club y en 1875 la Asociación Inglesa de Hockey. En la década de 1880 el juego se asentó definitivamente y las mujeres comenzaron a practicarlo con entusiasmo. El actual organismo rector del deporte en su modalidad masculina, la Asociación de Hockey, se fundó en 1886 y la Asociación Inglesa Femenina de Hockey en 1895, un año después de que lo hiciera la Unión Irlandesa de Hockey de Mujeres. Durante la década de 1890 se jugaron partidos internacionales y el hockey fue incluido en los Juegos Olímpicos de 1908. A finales del siglo XIX se conformó la primera asociación de hockey sobre hierba. Las selecciones nacionales de India y Pakistán fueron las grandes dominadoras mundiales de este deporte durante muchas décadas.*

*En 1924 se creó la Federación Internacional de Hockey (FIH). En 1982 se unificaron los juegos masculinos y femeninos bajo los auspicios de la FIH, que en la década de 1990 cuenta con más de cien países miembros. El deporte ha estado dominado durante mucho tiempo por India y Pakistán, que han ganado todos los torneos olímpicos desde 1928 hasta 1968, pero más adelante han aparecido equipos de otros países que han roto la hegemonía que indios y pakistaníes han tenido a escala internacional; es el caso de Holanda, Alemania, Nueva Zelanda, Inglaterra, España y Australia. La Copa del Mundo de la FIH se celebró por primera vez en 1971 para hombres, y en 1974 para mujeres. En 1994 la Copa del Mundo masculina se celebró en la ciudad australiana de Sídney y fue ganada por Pakistán, que es el único país que la ha ganado cuatro veces.*

*La Copa del Mundo femenina se celebró el mismo año en Dublín y ganó por primera vez Australia. El Trofeo de Campeones se celebró por primera vez en Lahore (Pakistán) en 1978 y compiten anualmente los seis mejores equipos masculinos del mundo; el trofeo femenino comenzó en 1987. El campeonato de Europa comenzó en 1970 para hombres y en 1984 para mujeres; la competición es para selecciones nacionales y se celebra cada cuatro años. También se celebra la Copa de Europa de Equipos Campeones, organizada por primera vez en 1990 para hombres y 1991 para mujeres.*

*En la actualidad es un deporte olímpico y se celebran tanto campeonatos del mundo como de Europa, América del Sur, América del Norte y Panamericanos además de las ligas de cada país. Actualmente el hockey sobre césped está dominado internacionalmente por países como Argentina, Australia, China, España, Países Bajos y Reino Unido.<sup>(24)</sup>*

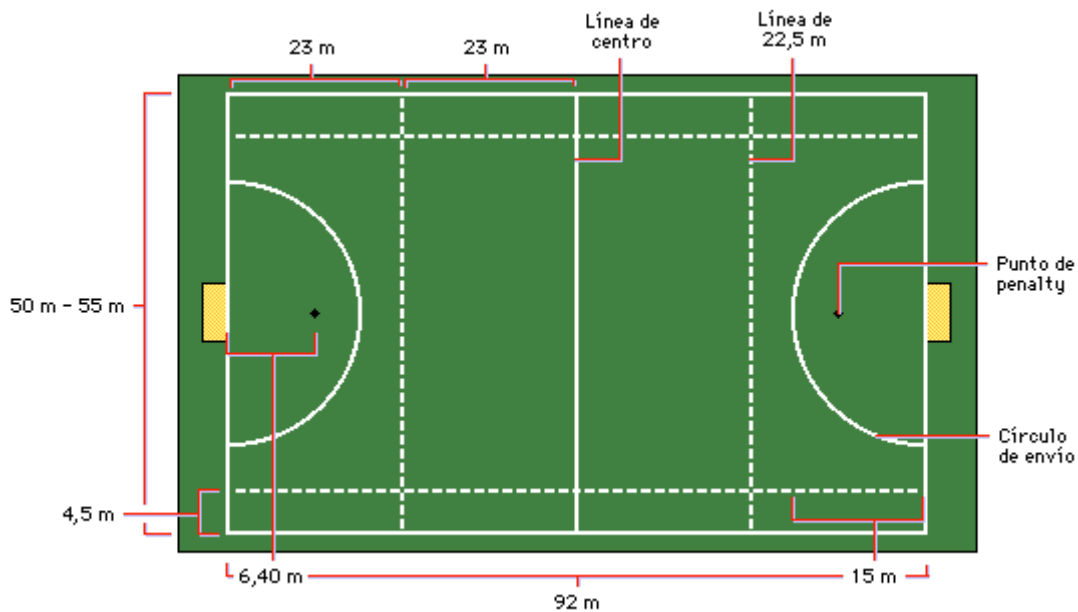
### 1.6.1 El hockey en nuestro país

Argentina es el primer país sudamericano en el que se practicó el hockey. El hockey sobre césped se practica en la Argentina desde la primera década del siglo XX, principalmente a partir de la influencia de la comunidad inmigrante británica, que lo adoptó como uno de los deportes preferidos para ser difundidos a través de las escuelas y colegios "ingleses", de gran predicamento en los sectores medios y altos.<sup>1</sup> En 1908 se fundó la Asociación Argentina de Hockey (AAH), adherida a la Hockey Association of England (HAE). Por la activa participación femenina desde sus inicios, se trata de uno de los deportes que más impulsaron el ingreso de las mujeres al deporte en la Argentina. El hockey sobre césped es practicado masivamente en colegios y clubes en todo el país, sobre todo entre las mujeres.

Argentina mantiene una amplia superioridad deportiva en la práctica del hockey sobre césped en el continente americano, tanto en mujeres como en varones, habiendo ambos ganado la mayoría de las medallas de oro panamericanas y sin haber dejado disputar ninguna final.

En la primera mitad de la década de 1970 comenzaron a obtenerse excelentes resultados en la competencia mundial, sobre todo las mujeres que salieron dos veces subcampeonas del mundo en 1974 y 1976 y medalla de bronce en 1978. Pero la falta de apoyo estatal en la década de 1980 impactará negativamente sobre la consolidación del alto rendimiento alcanzado. Será a partir de la década de 1990 y sobre todo del año 2000, que el rendimiento de la selección femenina de hockey sobre césped de Argentina, conocida desde esos años como *Las Leonas*, alcanzaría los más altos niveles deportivos del mundo, apasionando a la población y popularizando el deporte. Entre el año 2000 y 2012, Las Leonas obtuvieron dos veces el Campeonato Mundial, cuatro medallas olímpicas, y cinco veces el Champions Trophy.

Entre los hombres, el seleccionado argentino ha obtenido ocho de las doce medallas de oro disputadas en los Juegos Panamericanos, tres diplomas olímpicos y dos medallas de oro en el Champions Challenge, donde encabeza el medallero histórico cumplidas seis ediciones.<sup>(24)</sup>



Campo de juego de hockey

#### 1.6.2 Desarrollo técnico

El Hockey se presenta como un juego invasivo de campo y se juega en una cancha de 90 metros de largo x 55 metros de ancho. Los equipos están compuestos por 11 jugadores, incluyendo un arquero. Al contrario de otros juegos con palo y pelota ("hurling", "lacrosse") la pelota es llevada con el palo sobre el césped y está prohibido usar la mano para tomarla. El partido se juega en dos mitades, cada una de 35 minutos, con un intervalo de 5 a 10 minutos. El juego requiere un amplio repertorio de destrezas y atributos físicos y psicomotrices.

En términos de desarrollo técnico, existen dos áreas de cambio que han afectado los requerimientos fisiológicos del deporte. Estas son el palo de Hockey y la superficie de juego. Los avances en la fabricación de los palos, en particular durante la última década, ha permitido que los jugadores alcancen mayores niveles de control de la pelota, y también han aumentado su potencia de tiro. Las propiedades físicas del palo también han cambiado, desde palos contruidos enteramente con madera hasta palos que son amalgama de madera y materiales hechos por el hombre como Kevlar y aluminio

Ahora es posible lograr una mayor velocidad en el tiro y en el pase con el mismo nivel de esfuerzo muscular.

El segundo factor significativo en el desarrollo técnico ha sido el advenimiento de la superficie sintética de juego.

### 1.6.3 Intensidad de esfuerzo

Fox (1984)<sup>(55)</sup> incluyó al Hockey, junto con el "lacrosse" y el Fútbol dentro de los deportes con una contribución al gasto calórico de un 30 % aeróbica y 70 % anaeróbica. Posteriormente, Sharkey (1986)<sup>(54)</sup> clasificó al deporte como limítrofe en el lado aeróbico (40 % anaeróbico, 60 % aeróbico) del "continuum" energético, agrupándolo con deportes de demandas mixtas como el canotaje, el kayak, el Lacrosse, el motocross y el montañismo.

El juego moderno con su potencial de actividad continua parece ser más demandante en términos aeróbicos que antes, y es adecuado mirar al deporte de alto nivel como aeróbicamente demandante, con frecuentes aunque breves esfuerzos anaeróbicos interpuestos.

Wein (1981)<sup>(56)</sup> aportó datos sobre las distancias cubiertas por los jugadores durante un partido en la segunda Copa Mundial de 1973. Estos indican que, en promedio, los jugadores estaban activos durante 20.6 minutos (30 % del tiempo de juego) y que en éste período cubrían 5.61 km, implicando un cociente entre esfuerzo y pausa de aproximadamente 2:5. Se informó que los defensores cubrían menos distancia (5.14 km) y los mediocampistas más (6.36 km) que el promedio. El jugador que cubrió la mayor distancia perteneció al equipo de Nueva Zelandia, y tuvo un valor de 8.82 km. A pesar de que no se reportó la confiabilidad del procedimiento de recolección de datos, la intensidad de esfuerzo por minuto cubre el rango de valores observados entre jugadores profesionales de Fútbol, siendo el valor medio algo menor. Si bien estos datos son algo viejos, la tendencia actual es correr más metros y hacerlos a mayores velocidades medias.

En general se reportó que los jugadores de Hockey hacen movimientos más de baja intensidad que alta intensidad, el 69 % en comparación con el 31 %. Se observó que los delanteros centrales realizan el mayor número de movimientos intensos (36 %), mientras que los defensores y los mediocampistas tenían un 70 % de movimientos de baja intensidad. Los movimientos intensos requieren un gran esfuerzo muscular para golpear la pelota, mientras que los movimientos de baja intensidad incluyen pases de precisión y "dribblings" (Wein, 1981)<sup>(53)</sup>. De todas las actividades con la pelota, el 61 % duraban entre 0.5 y 2.0 segundos, solamente el 5 % duraba más de 7 segundos. Claramente, gran parte de la intensidad de esfuerzo de los jugadores se refiere a movimientos sin la pelota.

El "dribbling" también supone respuestas fisiológicas elevadas para moverse a una velocidad determinada, en comparación con una carrera normal. Reilly y Saeton (1990)<sup>(54)</sup> midieron el gasto calórico, la frecuencia cardíaca, y la percepción subjetiva del esfuerzo en jugadores de Hockey que conducían una pelota en una cinta ergométrica a velocidades de 8 a 10 km/h. Se observó que el "dribbling" aumentaba el gasto calórico de 15 a 16 kJ/min por encima de lo observado en una carrera normal. La elevación media de la frecuencia cardíaca fue de 23 latidos/min, mientras que la percepción

subjetiva del esfuerzo aumentó desde valores correspondientes a ejercicios “muy suaves” y “suaves” hasta “algo intensos” e “intensos” en las 2 velocidades utilizadas en el experimento. El mayor costo calórico adicional en Hockey sobre césped en comparación con el “dribbling” de una pelota de Fútbol (Reilly&Ball, 1984), podría deberse, en parte, a factores posturales y también al ejercicio de brazos y hombros para utilizar el palo.

Hughes (1988)<sup>(62)</sup> comparó los rendimientos, en partidos femeninos internacionales, entre la superficie artificial y el juego sobre césped. En promedio, hubo significativamente más toques que posesión en la superficie artificial. Se sugirió que las destrezas del equipo son ejecutadas más fácilmente en canchas artificiales que en las naturales.

La ventaja principal de la superficie sintética es que las características del piso son más consistentes en toda el área de juego. Además la pelota viaja sobre la superficie con un mayor ritmo y velocidad (Malhotra et al, 1983)<sup>(52)</sup>

Los cambios en el juego inducido por la introducción de canchas sintéticas requieren del jugador moderno un mayor nivel de aptitud física. En un estudio sobre las demandas fisiológicas de éste deporte se utilizó un aparato Kofranyi-Michaelis para la medición de  $VO_2$  y del VE durante un partido de Hockey (Malhotra et al, 1983)<sup>(52)</sup>. El propósito del estudio fue comparar las respuestas fisiológicas del juego en superficies sintéticas y en el césped. Se observaron mayores respuestas fisiológicas en la cancha artificial, con un VE promedio de 56.8 vs 46.6 L/min y un  $VO_2$  promedio de 2.26 vs 1.91 L/min. Los valores de  $VO_2$  corresponderían a gastos calóricos de aproximadamente 46.5 kJ/min (11.1 kcal/min) 39.3 kJ/min (9.4 kcal/min) para las canchas artificial y de césped, respectivamente. El mayor estrés fisiológico de jugar en cancha sintética se debió al ritmo más rápido de juego y a las mayores velocidades de carrera. Sin embargo, el juego se llevó a cabo con 6 jugadores por equipo, en una mitad de la cancha, por lo cual los resultados no fueron una representación definitiva de los partidos disputados utilizando toda la cancha y con todos los jugadores

Las cifras revisadas por Reilly y Secher (1990)<sup>(61)</sup> mostraron la alta potencia anaeróbica de las jugadoras de Hockey, en comparación con jugadoras de otros deportes

El beneficio de una elevada potencia anaeróbica se hace evidente cuando se considera las frecuentes demandas para cambiar de ritmo y dirección en un contexto de juego. De hecho, Reilly y Bretherton (1986)<sup>(60)</sup> reportaron que la potencia anaeróbica era útil para discriminar entre jugadoras de élite y de nivel regional.

Por lo general, se considera el máximo consumo de oxígeno ( $VO_{2\text{máx}}$ ) como el mejor indicador de la potencia aeróbica máxima. El promedio de  $VO_{2\text{máx}}$  de jugadoras de Hockey de élite varía de 45 a 59 mL/kg/min (Reilly y Secher, 1990)<sup>(61)</sup>

A pesar de que el  $VO_2$  máx es responsable de producir un efecto en el entrenamiento, la magnitud de la mejoría está solamente en el orden del 25 al 30 % (Astrand y Rodahl, 1986)<sup>(59)</sup>.

Esta posición de flexión de columna ha sido descrita por Fox (1981) como una posición ergonómicamente errónea para la locomoción rápida ya que podría estar implicada en el riesgo de lesiones de espalda. De hecho, Cannon y James (1984) reportaron que durante un período de 4 años, el 8 % de los pacientes que se presentaban en la clínica por dolores de espalda eran jugadores de Hockey. Una encuesta realizada en los clubes de Hockey masculino en la región de Merseyside mostró que el 53 % de los que respondieron experimentaban dolor de columna lumbar (Reilly y Saeton, 1990)<sup>(54)</sup>.

Se ha mostrado que los jugadores corren más rápido en las superficies sintéticas que en el césped, en parte gracias a lo parejo de la superficie (Stanitski et al, 1984)<sup>(57)</sup>. Sin embargo, el césped absorbe 10 % más de energía, contribuyendo a un mayor efecto de amortiguación en cada impacto con el piso.

El hockey es desde el punto de vista fisiológico un deporte aeróbico – anaeróbico, alternado intermitente, a predominio aeróbico, con pausas intra-juego asistemáticas e incompletas (Smaros). Por lo que, debemos trabajar para desarrollar un atleta con una buena VAM, la cual le permitirá desarrollar repetidos sprints a lo largo del juego y también desarrollar un atleta con buena velocidad específica de sprint, la cual le permitirá poder disputar con éxito cualquier situación específica de juego, ya sea en defensa o en ataque

### 1.7 Perfil Antropométrico

El físico de las jugadoras de Hockey tiende a tener un perfil de somatotipo 3.5 / 4.0 / 2.5 (Bale y Mc Naught-Davis, 1983; Reilly y Bretherton, 1986; Willsmore, 1987). Scott (1991)<sup>(63)</sup> observó un somatotipo más definido 3.2 / 4.4 / 2.4 en jugadoras africanas. Un físico con más masa muscular es beneficioso en muchos aspectos del juego como choques y golpes con dos manos. Las jugadoras tuvieron un ectomorfismo bajo; Reilly y Bretherton (1986)<sup>(64)</sup> demostraron una desventaja específica del físico lineal, reportando una correlación negativa entre el ectomorfismo y la precisión en un test basado en destrezas de Hockey. Las jugadoras de Hockey, por lo general, son más endomórficas que las corredoras de fondo de un nivel competitivo similar, observación que también está reflejada en las estimaciones de la composición corporal.

A pesar de que la estatura no es necesariamente una predisposición para el Hockey de alto nivel, los valores promedio tienden a estar en el rango de 162 a 165 cm

País	n	Estatura (cm)	Peso Corporal (kg)	% grasa o adiposo	Referencias
Australia	16	165.8 ± 4.8	61.8 ± 7.4		Telford et al (1988)
Gales	10		59.0 ± 3.2	25.8 ± 2.7	Reilly et al. (1985)
Inglaterra	12	164.3 ± 5.6	60.6 ± 3.8	23.0 ± 1.6	Reilly y Bretherton (1986)
Inglaterra (regional)	12	162.5 ± 5.7	61.0 ± 5.6		Cheetham y Williams (1987)
Inglaterra (provincial)	43	164.6 ± 5.0	60.2 ± 5.2	22.7	Bale y McNaght-Davis (1983)

**Tabla 1.** Datos antropométricos de equipos antropométricos nacionales de Hockey femenino. Los valores representan las medias ± DE

Para el estudio de la composición corporal de las jugadoras se utilizó el método de 5 componentes de Dr.Kerr

- **Antropometría de 5 componentes**(Dr. Kerr 1988)

La antropometría es un método para estimar la composición corporal, donde se cuantifican mediciones y utilizamos el modelo anatómico de fraccionamiento en 5 componentes (Dr. Kerr, 1988), basado en estudios antropométricos en disección de cadáveres.

#### Medidas básicas

Peso

Talla

Talla sentado

#### Diámetros óseos(cm)

Biacromial

Tórax Transverso

Tórax Anteroposterior

Bi-iliocrestídeo

Humeral (biepicondilar)

Femoral (biepicondilar)

#### Perímetros (cm)

Cabeza

Brazo Relajado

Brazo Flexionado en Tensión

Antebrazo

Tórax Mesoesternal

Cintura (mínima)



Caderas (máxima)  
Muslo (superior)  
Muslo (medial)  
Pantorrilla (máxima)

***Pliegues cutáneos (mm)***

Tríceps  
Subescapular  
Supraespinal  
Abdominal  
Muslo (medial)  
Pantorrilla

1.8 Análisis de variables de desplazamientos, volumen e intensidad durante el juego. Análisis de tipos de movimientos y distancias (Weins y cols., matches de copas Mundiales, revisión 1987)

Dividió las actividades, en movimientos suaves/moderados y esfuerzos intensos:

Suaves/moderados: pases de precisión, conducción, dribbling a velocidades bajas e intermedias, carreras de recuperación activas.

Intensos: sprints, remates, lucha por la posesión de la bocha, dribbling rápido, carrera táctica sin bocha.

Análisis fraccional: Suaves moderados: 69%

Intensos 31% (los delanteros 36%)

Distancias medias recorridas: 5,610 metros.

Defensores: 5.140 metros

Mediocampistas/delanteros: 6.360 metros

Tiempo medio de actividad: 20,6 minutos (30% del total)

Interrupciones al juego cada 15-18 segundos (230 a 280 interrupciones)

Actividades con pelota: 41% duran entre 0,5 y 2 segundos.

5% duran > 7 segundos

## 1.9 Análisis del costo energético del dribbling

Reilly y Seaton (1990) analizaron el costo energético del dribbling del hockey sobre banda ergométrica especial.

El dribbling del hockey tiene más costo energético que el fútbol:

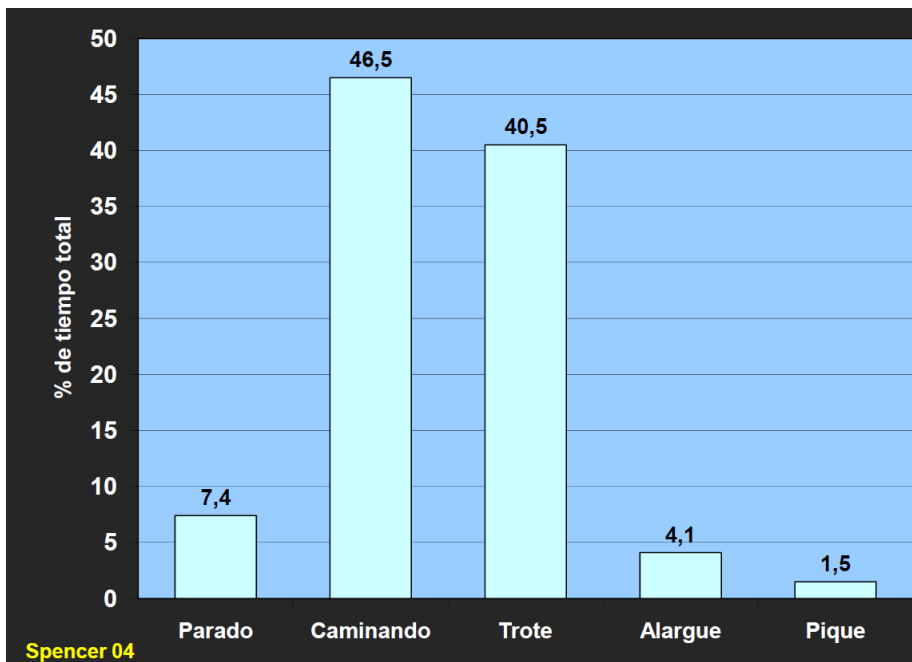
>35% que la carrera normal (fútbol >20%-25%)

Otro estudio realizado por Spencer en el año 2004 analizó el rendimiento durante partidos de hockey de alto rendimiento.

- 14 jugadores seleccionados de hockey masculino de Australia
- $26 \pm 3$  años
- $76.7 \pm 5.6$  kg
- $57.9 \pm 3.6$  ml/kg/min
- No había arqueros
- Partido Australia – Alemania
- Análisis por cámaras

### 1.9.1 Categorías de análisis

- Parado: sin movimiento.
- Caminando: con movimiento pero ambos pies en contacto con el piso.
- Trote: hay fase de vuelo pero con la rodilla a baja altura.
- Alargue: hay fase de vuelo con movimientos vigorosos
- incluyendo movimientos laterales, atrás y adelante.
- Piques: esfuerzos máximos con gran extensión de la rodilla



(Extraído de apuntes de catedra, Fisiologia2008- Juan Carlos Maza)

Frecuencia de movimiento	Primer tiempo	Segundo tiempo
Parado	30 ± 8	29 ± 8
Caminando	124 ± 19	120 ± 19
Trotando	129 ± 6	128 ± 10
Alargando	49 ± 22	52 ± 21
Pique	11 ± 6	11 ± 7

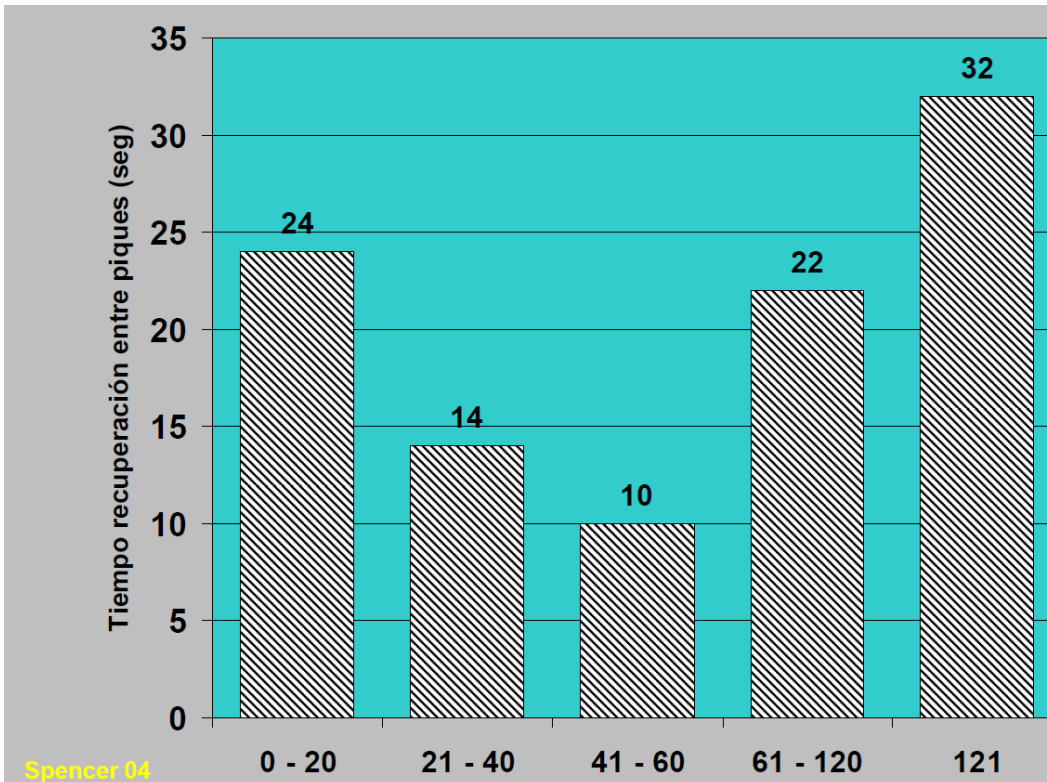
Spencer 04

(Extraído de apuntes de catedra, Fisiologia2008- Juan Carlos Maza)

Tiempo de duración de la acción (seg)	Primer tiempo	Segundo tiempo
Parado	6.3 ± 3.2	6.8 ± 3.8
Caminando	8.4 ± 1	8.2 ± 0.6
Trotando	6.1 ± 0.7	6.3 ± 0.9
Alargando	3.1 ± 0.6	3.4 ± 0.5
Pique	2.1 ± 0.6	2.2 ± 0.6

Spencer 04

(Extraído de apuntes de catedra, Fisiologia2008- Juan Carlos Maza)



(Extraído de apuntes de catedra, Fisiologia2008- Juan Carlos Maza)

**Series de piques repetidos:**

**Se define como al menos 3 piques seguidos con una pausa menor a 21 seg.**

**Se observaron 17 ocasiones de series de piques repetidos para 10 posiciones diferentes dentro de la cancha.**

	Cantidad de piques	Tiempo pausa entre piques
1	6	20.2
2	4	17.3
3	3	5.2
4	6	20.5
5	5	16.5
6	3	15.4
7	5	20
8	4	15.5
9	3	9.1
10	4	16.1
11	3	15.2
12	6	19.9
13	3	5.2
14	7	15.1
15	3	5
16	4	16.9
17	3	20.5
<b>Promedio</b>	<b>4.2 ± 1.3</b>	<b>4.2 ± 1.3</b>

Spencer 04

(Extraído de apuntes de catedra, Fisiologia2008- Juan Carlos Maza)

- Otro Estudio realizado por [Macutkiewicz D, Sunderland C.](#)<sup>(58)</sup> Cuyo objetivo fue evaluar los patrones de actividad de un partido de hockey de campo de jugadoras de élite utilizando un sistema de posicionamiento global (SPI Elite, GPS sports, Fyshwick, Australia). La actividad de las 25 jugadoras se analizó durante 13 partidos internacionales, por un total de 158 análisis jugador del partido. La media general el tiempo de juego fue de  $48 \pm 4$  min pero esto varió en función de la posición de juego

Defensores:  $56 \pm 11$  min

Centrocampistas:  $50 \pm 10$  min

Delanteros:  $38 \pm 7$  min

$p < 0,001$ ,  $d = 0,57$  a  $1,92$ ).

En total, el  $55,5 \pm 6,3\%$  del tiempo de partido se realizó ejercicio de baja intensidad (de pie:  $5,8 \pm 2,7\%$ ; a pie:  $49,7 \pm 5,6\%$ ).

Ejercicios de intensidad moderada representaron el  $38,1 \pm 5,0\%$  (jogging:  $25,8 \pm 3,5\%$ ; trote suave:  $12,3 \pm 2,9\%$ ) de los Jugadores, y el resto se compone de ejercicios de alta intensidad (carrera rápida:  $4,9 \pm 1,4\%$ ; sprint:  $1,5 \pm 0,6\%$ ). Los delanteros pasaron más

tiempo realizando ejercicios de moderada (41,4%) y alta intensidad (7,7%) que los defensores y los centrocampistas ( $P < 0,001$ ).

Teniendo en cuenta la importancia de que los jugadores de dicho deporte tengan una buena velocidad de sprint y una capacidad que le permita repetir reiteradas veces esta acción, tenemos la obligación de mejorar estos aspectos, en cuanto a lo mencionado anteriormente distintos autores han investigado concluyendo en lo siguiente:

El ejercicio de sprint de alta intensidad y corta duración, con sus respectivas pausas que permiten la recuperación, son el tipo de esfuerzo predominante requerido durante la mayoría de los deportes de dinámica intermitente (Bishop et al, 2005). Por ello, la capacidad de recuperarse y de reproducir una elevada generación de potencia en una batería de sprints es un importante requerimiento de la preparación física de los deportistas que practican esta modalidad de deportes. Un mayor conocimiento de las limitaciones del rendimiento y las causas de fatiga en esta actividad es crucial para mejorar la eficacia de la preparación física en deportes que requieren prestación de ejercicios intermitentes realizados a una elevada tasa de esfuerzo.

El Licenciado Gustavo Metral en un artículo publicado en PubliCE Standard, "Respuestas bioquímicas al ejercicio de sprint repetido. Aplicaciones para deportes de dinámica intermitente." Hace mención a este tema<sup>(29)</sup>:

*"Las mejoras del metabolismo aeróbico se han relacionado al incremento en la capacidad de recuperación durante las pausas del ejercicio intenso, sin embargo es posible que el entrenamiento de la resistencia pueda disminuir la velocidad máxima de sprint. La progresiva elevación de la fosforilación oxidativa a medida que el ejercicio de sprint es repetido podría representar una posibilidad metabólica para la mejora del sistema aeróbico utilizando esta modalidad de ejercicio. Durante los últimos 10 años se han publicado en la literatura una serie de trabajos que demuestran que el entrenamiento intervalado de sprint (4 a 8 series de 30" con una pausa de 2 a 4 minutos) desarrollado durante 2 a 8 semanas puede mejorar el consumo de oxígeno (McDougall et al, 1998)<sup>(30)</sup>, la actividad de enzimas del ciclo de Krebs y cadena respiratoria como (McDougall et al 1998; Burgomaster et al 2006; Burgomaster et al 2005)<sup>(31)</sup>, el tiempo hasta la fatiga al 80% del  $VO_2$  pico (Burgomaster et al 2005) y la concentración de glucógeno muscular (Burgomaster et al 2006; Burgomaster et al 2005)<sup>(32)</sup>. La incorporación de esta modalidad de entrenamiento a los deportes de dinámica intermitente permitiría generar mejoras en el metabolismo aeróbico, manteniendo y/o mejorando la potencia muscular con un bajo volumen de entrenamiento."*

Jeffrey Watts en una publicación de la página [www.sobrentrenamiento.com](http://www.sobrentrenamiento.com) cita a Gaesser & Poole. Donde dice, "El sistema oxidativo es responsable de la recuperación entre y después de la realización de series de ejercicio intenso restaurando los sustratos energéticos depletados durante la actividad tales como el ATP, la PC y las reservas celulares de oxígeno"<sup>(33)</sup>.

Si bien se acuerda que el sistema aeróbico desempeña un importante rol en la recuperación, no hay acuerdo respecto de que la inclusión de entrenamientos de tipo aeróbico en un programa de entrenamiento mejorará el rendimiento de los atletas involucrados en deportes predominantemente anaeróbicos. Una mirada a las adaptaciones al entrenamiento debería sugerir que no es necesaria la utilización de entrenamientos de tipo aeróbico para este propósito y que además puede limitar las mejoras en el rendimiento."

El Doctor Juan Carlos Mazza propone, "*La resíntesis y supercompensación del sistema anaeróbico aláctico depende mayoritariamente del aporte de ATP del sistema aeróbico y del S. A. Lactácido (remoción y oxidación intra-esfuerzo)*"<sup>(34)</sup>

También propone:

- *Las actividades aeróbicas intervaladas permiten una mayor intensidad relativa, por las pausas entre estímulos.*
- *Ello permite el reclutamiento y la adaptación específica de las Fibras Ft IIa, quienes deben mejorar el mecanismo de producción-remoción de lactato, lo cual favorece las pruebas de medio-fondo y fondo, los juegos deportivos intermitentes y los procesos de recuperación.*
- *Ello genera un compromiso aeróbico (VO<sub>2</sub>) relativo más elevado, lo que promueve una mayor utilización de grasas y mayor gasto calórico real en el tiempo ejercitado.*
- *Es el tipo de carga fundamental para mejorar específicamente la resistencia y la potencia aeróbica.*
- *Las pausas entre estímulos permiten una mejor tolerancia de los esfuerzos, a nivel de fatiga muscular local.*

*Durante los esfuerzos explosivos de 1" a 8"-10" de duración, ambos sistemas anaeróbicos son sinérgicos y contribuyen en diferentes proporciones, a la generación de energía rápida. Pero a consecuencia de esas acciones metabólicas, se producen simultáneamente la depleción de las reservas de ATP y PC, así como la producción de cantidades moderadas de lactato intramuscular, generándose la necesidad de resíntesis de PC y remoción de AL simultáneos, Durante los periodos de acción activa suave-moderada o esfuerzos pasivos entre esfuerzos explosivos.*

*Los esfuerzos intermitentes, en juegos como el futbol y hockey son pausas intra juego asistemáticas (no se sabe cuánto duran) e incompletas (los tiempos son incompletos para una completa recuperación) lo que produce un déficit progresivo de la reserva de PC y un incremento moderado en la concentración de AL. Esto genera alteraciones en la*

*fuerza, de la velocidad máxima y de la coordinación fina, lo que empeora la eficiencia y la precisión de la mecánica deportiva específica.*

*El aumento de lactato también genera hiperventilación pulmonar, incoordinación general, obnubilación leve, alteraciones perceptivas del entorno y pérdida de la relación distancia-balón-jugadores.*

*Los procesos de resíntesis de PC y la remoción de AL intra juego están altamente asociados, predominantemente al funcionamiento y la eficiencia de la resistencia aeróbica intervalada e intermitente y la potencia aeróbica máxima (VO<sub>2</sub> máx.)*

#### 1.10 La resistencia:

De forma general podemos decir que la resistencia es *“la facultad de efectuar durante un tiempo prolongado una actividad con una intensidad dada sin la disminución de la eficacia”* (Zatsiorsky).

Por lo tanto, mejorar la resistencia también significa desarrollar tanto la facultad de soportar durante más tiempo un esfuerzo de intensidad fija, como la de producir un esfuerzo de intensidad superior, durante un intervalo de tiempo igual.

##### 1.10.1 Entrenamiento de la PAM, Pradet propone determinadas características en los entrenamientos

*Actividades que de intensidades de esfuerzos máximos por lo menos iguales al 100% de la PAM del atleta.<sup>(36)</sup> Entiéndase PAM cuando el ejercicio producido alcanza límites en los que se utiliza todo el oxígeno disponible en el músculo. Representa la máxima capacidad del atleta para mandar oxígeno a los músculos con una fuerte absorción. También llamado Vo<sub>2</sub> máximo o máximo consumo de oxígeno.<sup>(37)</sup> En otro capítulo del mismo libro afirma, “... debemos remarcar el considerable interés que reviste la práctica de los esfuerzos de tipo aeróbico en el marco de la preparación física. Éstos estimulan todas las funciones encargadas de aportar el oxígeno a nivel muscular y, en particular, estimular las funciones circulatorias. De la misma forma, participa en la eliminación de los desechos de la contracción muscular y en el suministro de los substratos energéticos necesarios. Al mismo tiempo, favorecen el funcionamiento óptimo de todos los procesos energéticos y, así, pues, son de una utilidad incontestable....” “... el proceso aeróbico contribuye a desarrollar la voluntad del atleta que se somete a él, su resistencia a la fatiga, cualquiera que sea su origen y éstas no son todas sus ventajas. Sin esta determinación, ¿no se puede plantear ningún éxito deportivo! Por esto el desarrollo del proceso aeróbico tendrá que estar presente en cada planificación de entrenamiento, ya sea cualquier especialidad deportiva.”<sup>(38)</sup>*



*Padet propone dos caminos, uno de esfuerzos continuos y otros de esfuerzos intermitentes. Dentro de los esfuerzos intermitentes propone 4 métodos:*

- *Esfuerzos discontinuos e intermitentes de larga duración*
- *Esfuerzos discontinuos de duración media*
- *Esfuerzos discontinuos de corta duración*
- *Y el método de cortísima duración, el cual ampliamos dado a que es el método que se realizó en la planificación*

*Este método de entrenamiento consiste en un encadenamiento permanente de esfuerzos ligeramente por encima del límite crítico y de recuperaciones activas de idéntica duración. Los encadenamientos propuestos más frecuentemente son los que alternan esfuerzos y recuperaciones de 15"o 30". Hay que continuar esta alternancia sin interrupción durante periodos bastante largos, no menos de 10 minutos y repetirlos más de una vez (dos o tres) en una misma sesión <sup>(39)</sup>*

### 1.10.2 Entrenamiento de la PAA, Pradet propone determinadas características en los entrenamientos

*La intensidad de la acción siempre tiene que ser máximo, es decir corresponder al nivel más elevado en términos absolutos, que el atleta pueda expresar. También es positivo permitir la realización de esfuerzos por encima del límite máximo, lo que por supuesto, solo es posible gracias al uso de situaciones estructuradas. Lanzados o en cuestas.*

*La duración de la actividad siempre estará comprendida entre 3 y 7 segundos. Por debajo de 3, la brevedad del esfuerzo hace que la estimulación del proceso aláctico sea insuficiente, por encima ya no parece situarse solo en ese proceso.*

*La duración de la recuperación debe ser lo suficiente que permita reponer íntegramente el atleta. Si no se respeta este principio los ejercicios sucesivos no podrán realizarse con la misma calidad y en consecuencia perderán todo su valor. (Duración entre 1:30 y 3 minutos) No hay que prolongar un exceso de la recuperación porque se provocaría una disminución de la atención y del nivel de excitabilidad del atleta, lo que perturbaría la calidad del ejercicio futuro.*

*La naturaleza de la recuperación tiene que ser completa y a la vez semi activa, o sea tiene que permitir la eliminación de los desechos producidos, no representar un gasto energético importante y estimular el sistema neuromuscular del atleta, es especial las facultades de atención.*

*La cantidad total de trabajo depende por supuesto del nivel del entrenamiento del sujeto y la naturaleza del trabajo propuesto. El signo más objetivo es la aparición de una disminución de la intensidad del trabajo. (Alrededor de 10 repeticiones)<sup>(35)</sup>*

### 1.11 Fuerza:

*La fuerza en cuanto propiedad humana, es la facultad de vencer una resistencia exterior o de oponerse a esta fuerza gracias a la contracción muscular.*<sup>(40)</sup>

Antes de comenzar con la descripción de las distintas manifestaciones de fuerza, es de importancia definir a la contracción muscular:

La Enciclopedia Libre Universal en Español, 2009 la define como *“el proceso fisiológico por el que los músculos realizan la fuerza para desplazar el contenido de la cavidad a la que recubren (músculo liso) o mover el organismo a través del medio o a otros objetos (músculo estriado).*

El trabajo de fuerza en las diferentes disciplinas deportivas está adquiriendo un papel preponderante dentro de los programas de entrenamiento. Hemos de considerar que, en toda búsqueda de rendimiento deportivo, es importante tener en cuenta una amplia gama de elementos que, de forma directa o indirecta, van a propiciar la consecución del mismo. En primer lugar, y como factor primordial, es imprescindible adquirir un conocimiento exhaustivo de las características de la prueba o pruebas deportivas a las que debe someterse el deportista y determinar los niveles de fuerza que son demandados en la misma, circunstancia que posibilitará el diseño acertado de programas individualizados y específicos de entrenamiento de fuerza que nos puedan aproximar a la mayor eficacia de actuación.

La fuerza en el ámbito deportivo se entiende como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse o, como se entiende habitualmente, el contraerse. A nivel ultraestructural, la fuerza está en relación con el número de puentes cruzados de miosina que pueden interactuar con los filamentos de actina <sup>(41)</sup>.

“La Fuerza se define como la capacidad de un músculo o grupo de músculos determinados para generar una fuerza muscular bajo unas condiciones específicas” Dr. Yuri VERKHOSHANSKY

#### 1.11.1 Clasificaciones:

- **Basándose en la longitud del músculo** (Zaciorskij)<sup>(46)</sup>
  1. Fuerza estática o isométrica (sin variación de la longitud muscular).
  2. Fuerza concéntrica (con acortamiento muscular).
  3. Fuerza excéntrica (con alargamiento muscular).

Zarcioskij ('88) propone, además, esta otra clasificación

1. **Fuerza tónico-explosiva:** superación de resistencias muy elevadas con rápido reclutamiento muscular) La tensión muscular explosiva –tónica se produce cuando el músculo se contrae con una tensión que se desarrolla velozmente y con un elevadísimo empleo de fuerza, que alcanza su máximo al final de la sollicitación. Características deportivas propias de: arrancada, saltos con pesas, lances de lucha, lanzamiento de elementos pesados. Cualidad de Fuerza explosiva y absoluta.
2. **Tensión explosiva-reactiva-balística:** superación de resistencias externas mínimas precedidas por pre-estiramiento muscular. Se produce cuando el músculo se contrae con empleo repentino máximo de la fuerza, que ocurre cuando el mismo se encuentra en condiciones de acentuado sobre estiramiento favorecido por la elasticidad. Deportes característicos: saltos atléticos, lanzamientos, patinaje artístico, voleibol, etc.
3. **Tensión explosivo-balística:** superación de resistencias externas mínimas precedidas por un movimiento de parada o estático. Se produce cuando el músculo se contrae repentinamente, con un empleo máximo de fuerza, para vencer una relativamente pequeña resistencia externa. Movimientos característicos de los lanzamientos atléticos, boxeo.
4. **Tensión muscular veloz-acíclica:** se produce cuando el músculo se contrae con una sola tensión, en la que la fuerza se usa para vencer la inercia de la parte del cuerpo empeñada a la que se ha unido una despreciable resistencia externa. Movimientos característicos del boxeo, tenis, deportes de equipo.<sup>(42)</sup>

#### Basándose en los valores de aceleración (kutznezov)

- a. Dinámica (caracterizada por contracciones con acortamiento y estiramiento del músculo.)
  - a1) Fuerza explosiva (máxima aceleración contra resistencia que no alcanzan la máxima, sino que se encuentran por debajo.
  - a2) Fuerza rápida-fuerza veloz (rápido reclutamiento de las unidades motrices con resistencias mínimas).
- a. Fuerza lenta (aceleraciones bajas con resistencias elevadas).

- b. Estática (caracterizada por contracciones musculares sin modificaciones de la longitud del músculo).

**Basándose en el tiempo de aplicación (Harre)**

1. Fuerza máxima (es la fuerza más elevada que el sistema neuromuscular puede ejercitar en una contracción motriz voluntaria (CMV) con elevadas resistencias externas).
2. Fuerza veloz o rápida (es la capacidad del sistema neuromuscular para superar resistencias externas bajas con gran velocidad de contracción de las UM).
3. Fuerza resistencia (es la capacidad del músculo para enfrentarse a la fatiga en rendimientos prolongados de fuerza media baja).
4. Fuerza especial (es la expresión del tipo de fuerza característica de un determinado gesto deportivo).
5. Fuerza absoluta (es la cantidad más elevada de fuerza que un deportista es capaz de desarrollar independientemente del peso corporal).
6. Fuerza relativa (es la relación entre la fuerza desarrollada y el peso corporal del deportista expresado en kg).

**Basándose en el tipo de movimiento producido (Roi y cols., 1990):**

- a. Estática o isométrica.
- b. Anisométrica:
  - Concéntrica.
  - Excéntrica.
  - Pliométrica.
  - Isocinético (43)

Verkoshansky identifica 8 tipos de tensión como resultado de expresiones cualitativas de la fuerza presentes en los distintos deportes.



### 1.11.2 Factores fisiológicos con los cuales esta expresión de fuerza se encuentra relacionada:

#### 1.11.2.1 *La composición muscular:*

El reclutamiento de los distintos tipos de fibras musculares van a depender de la frecuencia de impulsos nerviosos, por ejemplo las fibras lentas comenzaran a ser estimuladas en intensidades bajas, luego seguirán las fibras rápidas tipo IIa y por último las IIb con intensidades mayores y por agotamiento de las anteriores. Este reclutamiento progresivo de unidades motoras (U.M.) se da en actividades donde la intensidad del ejercicio aumenta gradualmente o en ejercicios de larga duración. En los ejercicios explosivos las fibras que responden a los impulsos nerviosos son las de tipo IIb y IIIm (denominadas superrápidas) siendo estas las que cuentan con mayor velocidad de acción.

#### 1.11.2.2 *La frecuencia de impulsos nerviosos:*

*El aumento de la frecuencia en los impulsos nerviosos (se miden en Hertz) provoca un aumento de la obtención de la fuerza en el menor tiempo posible.*

Valores de Hz a los cuales son estimulados los distintos tipos de fibras:

Fibras lentas tipo I 10 a 33 Hertz

Fibras rápidas IIa 33 a 50 Hertz

Fibras rápidas IIb 50 a 75 Hertz

Fibras explosivas IIIm +de 75 Hertz

#### 1.11.2.3 *La coordinación intramuscular e intermuscular:*

Se trata de la utilización simultánea de las UM reclutadas (intermuscular) en donde el aspecto técnico de la ejecución o gesto deportivo es imprescindible.

La coordinación intramuscular, trata de sincronizar todas las UM necesarias a una frecuencia óptima para obtener la máxima contracción (trabajos con cargas altas, ejercicios polimétricos, combinaciones entre cargas altas y ejercicios explosivos, etc.).

#### 1.11.2.4 La fuerza máxima y la fuerza de aceleración:

Según la curva de fuerza y velocidad (Hill 1938)<sup>(47)</sup> se puede deducir que la tensión de un músculo merma con el aumento de la velocidad de contracción y se incrementa con la el aumento de la velocidad de alargamiento (es decir que a cuanta más fuerza tengamos vamos a ser capaces de desplazar un objeto a mayor velocidad.), buscando, de esta manera, a través del entrenamiento mejorar la curva de fuerza-velocidad. Un concepto que se relaciona con la curva fuerza-tiempo es el de potencia muscular, esta se puede definir como el producto entre la velocidad de acortamiento y la tensión desarrollada por el músculo durante su contracción concéntrica en cada instante del movimiento.

Podemos decir, entonces, que la potencia es la resultante de esta expresión:

$$P = F \times V$$

Donde "P" es la Potencia, "F" la Fuerza y "V" la velocidad.

Si nos situamos en un trabajo de Potencia muscular de miembros inferiores, donde realizáramos una serie de saltos, éstos provocarían una fuerte activación de las unidades motoras, con un acrecentamiento simultáneo de la fuerza de contracción excéntrica, aumentando de esta manera el tono muscular y favoreciendo a la prestación muscular en la fase concéntrica siguiente. En el trabajo excéntrico, la fuerza aumenta hasta un cierto punto, paralelamente a la velocidad de estiramiento. El músculo resiste el estiramiento, oponiendo una fuerza mayor a la que se produce en la contracción concéntrica. Según Hill (1950) Cada músculo fue creado para alcanzar potencias y eficiencias máximas en sus rangos más importantes de velocidad. Lo más importante de esta curva es el pico máximo de potencia, al cual se puede llegar con cargas que oscilan entre 30 a 40% de 1 RM a una velocidad máxima del 35 al 45% de la Velocidad máxima.

#### 1.11.3 Medios de desarrollo de la fuerza máxima, los 3 métodos propuestos por

Pradet:

- El método de las cargas máximas
- El método de las cargas no máximas repetidas un número máximo de veces
- El método de las cargas no máximas movilizadas con una velocidad máxima *que es al método que le prestaremos más atención.*

Se organiza en torno a establecer una relación óptima entre la intensidad de la carga y la velocidad de movilización



Teniendo en cuenta estas características, las contracciones que más se utilizarán serán las concéntricas y las polimétricas que permiten ejecutar el movimiento con rapidez suficiente, los movimientos que se ejecuten se elegirán en función de este criterio.

Influye sobre los factores neuromusculares de ahí que aparezcan consecuencias positivas sobre todos los parámetros que llevan a la coordinación neuromuscular

La intensidad del esfuerzo comprendido entre el 50 y el 70% del máximo del atleta en un movimiento dado (concéntrico)

El trabajo debe durar entre 6 y 7 segundos. y 5 a 6 series (4 movimientos aprox.)

La recuperación debe ser suficientemente larga para que las reservas energéticas utilizadas sean repuestas y a la vez corta para que la excitación neuromuscular, que con el organismo produce un esfuerzo máximo aláctico, se mantenga. Recuperación de 2 a 3 minutos.

### 1.12 Pliometría

#### C.E.A.

El Ciclo de estiramiento acortamiento se produce durante un movimiento que involucra una contracción muscular excéntrica-isométrica y concéntrica, en ese orden y con un tiempo de acoplamiento muscular breve. (Knuttgen y Kramer 1987, Badillo 2002.)

La pliometría es un método de entrenamiento caracterizado por la utilización de CONTRACCIONES PLIOMÉTRICAS o CICLOS DE ESTIRAMIENTO ACORTAMIENTO (CEA).

*"El CEA consiste en la combinación de una contracción excéntrica que sigue inmediatamente con una contracción concéntrica (CC), con lo cual se consigue una mejora del trabajo producido gracias al reflejo de estiramiento miotático y a la elasticidad muscular o capacidad del músculo para almacenar energía elástica durante el estiramiento y utilizarla parcialmente en una contracción realizada inmediatamente después"* <sup>(65)</sup>

#### 1.12.1 Características de una Contracción Pliométrica

- La contracción concéntrica viene precedida de una excéntrica.
- Genera fuerza reactiva.
- El tiempo total de aplicación de la fuerza es inferior a los 200ms.

#### 1.12.2 Efectos del entrenamiento pliométrico

- Disminuye el umbral de estimulación del Reflejo Miotático.
- Aumenta la frecuencia de descarga neural.
- Aumenta el umbral de estimulación del reflejo del O.T.G.
- Disminuye el tiempo de acoplamiento.

- Aumenta la rigidez muscular (Stiffness).
- Mejora la co-contracción de los músculos sinergistas.
- Incrementa la inhibición de los músculos antagonistas.
- Incrementa la fuerza máxima.
- MEJORA LA EFICIENCIA DE LAS CONTRACCIONES PLIOMÉTRICAS.

### 1.12.3 Ventajas del entrenamiento pliometrico

- Desarrolla muy rápidamente el máximo impulso dinámico de la fuerza.
- El valor del IDF es mayor al resto de las tipologías de trabajo.
- Este mayor IDF es alcanzado sin utilizar ninguna sobrecarga complementaria.
- La transición Exc./Conc. Es más rápida que en otros casos.
- Desarrolla niveles de tensión muscular superiores a la fuerza máxima voluntaria.

Verkhoshansky, 2002

Un estudio realizado por López Ochoa; Fernández Gonzalo y De Paz Fernández, J. en el año 2013 acerca de "Evaluación del efecto del entrenamiento pliométrico en la velocidad" El propósito del mismo fue investigar el efecto del entrenamiento pliométrico en la velocidad en estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León, en un periodo de entrenamiento de 4 semanas, con dos sesiones semanales, en una muestra formada por 18 sujetos ( $23 \pm 1$  año), divididos en dos grupos, el Grupo de Entrenamiento, compuesto por 13 sujetos y el Grupo Control, formado por 5 sujetos. Los resultados analizados en un Test de velocidad de 30m. liso revelaron diferencias significativas en el Grupo Entrenamiento después de las sesiones de entrenamiento, aumentando la velocidad de 0-10m. y de 0-30m. ( $p < 0,05$ )

En cuanto a la aceleración también se obtuvieron cambios significativos, con una mejora de 0-10m. ( $p < 0,05$ )

Estos resultados demuestran que el entrenamiento pliométrico puede aumentar la velocidad de 0-10m. y de 0-30m., reduciendo el tiempo en recorrer dicha distancia.

### 1.13 Evaluación:

*"La evaluación es una operación sistemática, integrada en la actividad educativa con el objetivo de conseguir su mejoramiento continuo, mediante el conocimiento lo más exacto posible del alumno en todos los aspectos de su personalidad, aportando una información ajustada sobre el proceso mismo y sobre todos los factores personales y ambientales que en ésta inciden. Señala en que medida el proceso educativo logra sus objetivos fundamentales y confronta los fijados con los realmente alcanzados."* (A. Pila Teleña)

### 1.14 Test:

La palabra test procede del latín "testa" que quiere decir prueba, de allí su amplia difusión como término que identifica las herramientas y los procedimientos de evaluación. *"Es el instrumento utilizado para poner a prueba o de manifiesto determinadas capacidades o cualidades o características de un individuo. No tiene otra misión que la de medir"*. (A. P. Teleña)

#### 1.14.1 Importancia de los tests

Es un instrumento imprescindible para controlar los procesos de entrenamiento a corto, medio y largo plazo: *"ofrece la posibilidad de diagnosticar las carencias existentes, especialmente las físicas, (para corregir errores), que no siempre pueden verse durante el juego"* (Binz, 1885).

El conocimiento de las cualidades físicas evaluadas y sus datos deben ser conocidas por todo el cuerpo técnico, por los deportistas y jugadores y especialmente por el director técnico, el cuál debe saber las características con que cuenta cada jugador para poder afrontar los distintos encuentros deportivos

#### 1.14.2 Batería de Sprint

La idea de esta batería de sprint es fragmentar la realidad y descontextualizarla para su estudio. Estas restricciones propias del enfoque analítico dificultan una visión más global y, en consecuencia, más cercana a la realidad. Se pierde la visión de las interrelaciones entre el fenómeno estudiado y el resto de aspectos o variables presentes, además de no tener en cuenta la influencia del entorno en cada momento.

Se tuvieron en cuenta para la selección de la batería de sprint las pausas que existen durante el juego y las distancias que las jugadoras recorren,

La pausa de 45 segundos es incompleta ya que alcanza a recuperar alrededor de un 65% de las reservas de fosfocreatina.

El número de acciones de alta intensidad que realizan los jugadores durante un partido es elevado (Krustrup et al., 2006), la forma en que aparecen es aleatoria, pueden emerger de manera dispersa o concentrada, en un (ARJOL, J L. y GONZALO, O. Revista de Preparación Física en el Fútbol. ISSN: 1889-5050) determinado espacio y tiempo, de acuerdo a las demandas tácticas variables del juego (Carling, et al., 2012).

Del total de la distancia que los jugadores corren a máxima intensidad el 50% es menor a 15 metros (2 3 segundos) y un 30% es de 20/30 metros (3 y 4 segundos), por eso la selección de 20 metros en la batería de sprint.

Como se recoge en diferentes estudios, el concepto de RSA se aplica a la repetición de 3 (o más sprints) con una recuperación inferior a 21" y con una recuperación activa entre ellos (Carling, Le Gall, & Dupont, 2012; Gabbett&Mulvey, 2008; Spencer, 2006). De forma más amplia, también se entiende por RSA la capacidad de realizar un cierto número de esfuerzos de alta o máxima intensidad, de duración breve, menores de 10 segundos, que se repiten en el tiempo de forma aleatoria y con periodos de recuperación incompleta, generalmente, menores de 90 segundos, que aparecen durante el tiempo total de la competición, es decir, a lo largo de los más de 90 minutos de juego en el caso del fútbol (Barbero, Méndez Villanueva, & Bishop, 2006b)

Una de las variables a nivel fisiológico para mejorar el rendimiento en la capacidad para repetir sprints, sería una mejora en la capacidad de resíntesis de la fosfocreatina, tal y como expresan Bishop, Girard y Mendez-Villanueva (2011) sugiriendo que el rendimiento de la RSA se puede mejorar mediante entrenamientos específicos que aumenten la tasa de resíntesis de este sustrato energético.

Se ha observado que el rendimiento en la RSA se encuentra influenciado por diversos factores, tales como el máximo consumo de oxígeno ( $VO_2$  max) (Aziz et al. 2000;

Bishop et al. 2003; Bishop y Spencer 2004; Hamilton et al. 1991; Tomlin y Wenger 2001), cinética del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) (Dupont et al. 2005), capacidad de tamponar/bufferizar los iones hidrogeno ( $H^+$ ) (Bishop y Edge 2006; Bishop y Spencer 2004), y la concentración de glucógeno muscular (Balsom et al. 1999). Muchos otros factores que facilitan la producción de energía aeróbica durante los esfuerzos de sprint repetidos también son importantes para mejorar el rendimiento en la RSA. Por ejemplo, la concentración de enzimas aeróbicas, tamaño y número de mitocondrias (Holloszy and Coyle 1984) y la densidad capilar (Andersen y Henriksson 1977), podrían ser todos importantes durante la realización de esfuerzos repetidos intermitentes de alta intensidad.

### **Disponibilidad de Pc y Rsa**

*"Durante un esfuerzo de seis segundos a intensidad máxima, alrededor del 50 % de la energía obtenida del metabolismo anaeróbico proviene de la fosfocreatina (PCr). Dado que la recuperación total de sus depósitos requiere entre tres y cinco minutos, los tiempos de recuperación pueden ser insuficientes en el contexto de los deportes de equipo, provocándose una resíntesis parcial de los depósitos de PCr antes de la siguiente acción explosiva"* (Barbero et al., 2006a).

### **Metabolismo glucolítico y Rsa**

*"La producción de ATP mediante la glucólisis anaeróbica, se activa rápidamente también, con una tasa máxima de utilización de 6 a 9 mmol/ (tejido seco) por segundo. Si un ejercicio de alta intensidad se prolonga en el tiempo hasta los 30 segundos, la participación de la PCr pierde protagonismo y la glucólisis anaeróbica es la que adquiere protagonismo, siendo el principal soporte energético"* (Barbero et al., 2006a). *"No obstante, durante los consecuentes esprines, la producción de ATP por esta vía sufre un gran decrecimiento en la producción de energía, por diferentes mecanismos, tales como la acidosis resultante de la degradación anaeróbica del glucógeno y la inhibición de dos enzimas clave como la fosforilasa y la fosfofructoquinasa"*(Barbero et al., 2006a; Bishop et al., 2011).

Esto se verifica en el estudio de Gaitanos, Williams, Boobis y Brooks (1993) donde se comprobó que en una prueba de esprines repetidos, durante el primer esprín la contribución energética por parte de la glucólisis anaeróbica fue del 44 %, mientras que en los sucesivos esprines, fue reduciéndose hasta llegar al último esprín en torno a un 16 %. En esta línea Girard, Mendez-Villanueva y Bishop (2011) expusieron índices similares, donde la contribución anaeróbica al principio del primer esprín fue del 40 % y en los sucesivos esprines llega a reducirse a menos del 10 %

### **Metabolismo aeróbico y rsa**

A medida que aumenta el volumen o la distancia del ejercicio, se produce una reducción en la contribución del metabolismo glucolítico y un aumento de la participación aeróbica. Por lo que, el metabolismo aeróbico contribuye de forma significativa en los últimos esprines, demostrado en algún estudio, como en el de Barbero et al. (2006a) donde se analizó de forma directa el consumo de oxígeno durante un test RSA, en el cual, los datos muestran que el metabolismo aeróbico va incrementando según aumenta el número de esprines con cifras que pueden superar el 70% del consumo máximo de oxígeno tal y como sugieren Girard et al. (2011) que atletas de deportes de equipo con valores de consumo máximo de oxígeno entre 50-65 ml/kg/min, pueden llegar a alcanzar su en los últimos esprines

*"Los ejercicios basados en RSA son caracterizados por varios sprints entremezclados con períodos breves de recuperación. Tal ejercicio resulta en respuestas metabólicas similares a las que ocurren durante los partidos reales, como una disminución en el pH muscular, fosfocreatina y ATP, la activación de la glucólisis anaeróbica y un involucramiento significativo del metabolismo aeróbico. La utilización de entrenamientos similares al test utilizado para evaluar la RSA ha sido últimamente cuestionada, ya que la mejora de la RSA en el test aplicado, podría deberse a la mejora de los patrones motores y coordinativos que influyen en el test más que a la mejora de la RSA per se"* (Bucheit, 2012).

## 2 HIPOTESIS

### 2.1 Hipótesis general

Se propone que en los trabajos de características anaeróbicos aláctico, también llamados predominantemente fosfagénicos, con características de corta duración (unos 6" o 7") realizados a máxima intensidad (100%) denominados también Entrenamientos de Alta Intensidad (EAI), como lo son los sprints por ejemplo, se degrada ATP-PC disponible en el músculo, por medio de una cadena unirreaccional, de muy rápida disponibilidad.

Si así fuese, el grupo que entrena potencia anaeróbica aláctico (PAA) estaría estimulando el aumento de reserva de ATP-PC, el aumento de la velocidad de degradación y el aumento de la velocidad de resíntesis.

Por otro lado, los trabajos de características de potencia aeróbica, son actividades por lo general de media y larga duración. La degradación de ATP-PC es por medio de cadenas mucho más largas, por lo que, si bien se obtiene mayor energía por cada mol de ATP, esta energía se obtiene en un tiempo mayor.

Es por esto que el grupo que entrena potencia aeróbica máxima (PAM) estaría estimulando la capacidad de absorción de oxígeno mitocondrial, aumentando la velocidad de enzimas del ciclo de Krebs y cadena respiratoria, manteniendo como combustible predominante el glucógeno muscular y la glucosa.

## 2.2 Hipótesis de trabajo

Por un lado, el grupo de jugadoras de hockey que entreno PAA durante dos meses estimulando el aumento de las reservas de ATP-PC, el aumento de la velocidad de degradación y el aumento de la velocidad de resíntesis; debería obtener mayor mejora que el grupo PAM en el mejor tiempo de sprint

Por otro lado el grupo que entreno PAM durante igual periodo, estimulando la capacidad de absorción de oxígeno mitocondrial, aumentando la velocidad de enzimas del ciclo de Krebs y cadena respiratoria, manteniendo como combustible predominante el glucógeno muscular y la glucosa; debería obtener una mayor mejora en el promedio de la batería que el grupo PAA.



### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo General

Comparar dos métodos de entrenamiento como lo son potencia anaeróbica aláctica y potencia aeróbica máxima sobre batería de sprint de 20 metros analizando el mejor sprint y el promedio del total de la batería en jugadoras del plantel superior y reserva de hockey del club atlético universitario de Córdoba

### 3.2 Objetivos específicos

- Evaluar con una batería de sprint antes y después del periodo de entrenamiento.
- Cuantificar las mejoras en cuanto a la capacidad de repetir sprint y la velocidad de carrera de dos planes distintos de entrenamiento como lo son PAM y PAA
- Inferir que metodología de entrenamiento brinda mejoras en la velocidad de sprint y también la capacidad de repetir sprint

## 4 MATERIAL Y METODOS

### 4.1 Unidad, modelo y variable de estudio:

Se trabajó con 26 jugadoras de hockey del club Universitario de 1º división y reserva.

Todos eran sujetos jóvenes y se hallaban en buen estado de salud, circunstancia determinada previamente mediante un reconocimiento médico-deportivo. Los sujetos participaron en el estudio voluntariamente, como parte del proceso de valoración funcional y control del entrenamiento. Los sujetos fueron además informados de la investigación en curso y se solicitó de ellos su participación y colaboración activa. Los jugadores se hallaban en el período preparatorio de la temporada de competición, etapa en la que el objetivo principal del entrenamiento era incrementar el volumen de trabajo general. Las valoraciones se realizaron en la ciudad de Córdoba durante los meses de septiembre a noviembre de 2011

### 4.2 Diseño metodológico

Se evaluaron 26 jugadoras de jockey de primera división y reserva del club Universitario con lo que llamamos una batería de sprints, la cual consistió en 20 sprints de 20 metros. Se dividieron aleatoriamente en dos grupos y se las entrenó de forma diferenciada, utilizando un método de entrenamiento propuesto por Michel Pradet de potencia anaeróbica aláctica y potencia aeróbica máxima. Luego de 8 semanas de entrenamiento, se volvió a evaluar a las jugadoras para comparar el método más efectivo que nos de mayores mejoras en los resultados en la batería de sprint. Se midió el tiempo en realizar cada sprint y el promedio de tiempo de la batería completa. Ambas variables se compararon previo y posterior al entrenamiento.

### 4.3 Material

En la siguiente lista están detallados los elementos utilizados para la realización de las baterías y el registro de las mismas:

- Fotocélulas
- Cronómetros
- Conos
- Materiales poliméricos (vallas-escaleras)
- Barras-discos-mancuernas
- Sogas-pelotas de tenis-bochas de hockey-palos de hockey
- Equipo de audio
- Protocolos de ambos test

#### 4.4 Cronograma de evaluaciones:

Dentro de las evaluaciones o test realizados a los sujetos, clasificamos como primarias o principales y secundarias o accesorias.

En las evaluaciones principales nos brindaron datos para luego poder comparar o analizar las posibles mejoras que se hayan logrado mediante el entrenamiento.

##### 4.4.1 Evaluación principal:

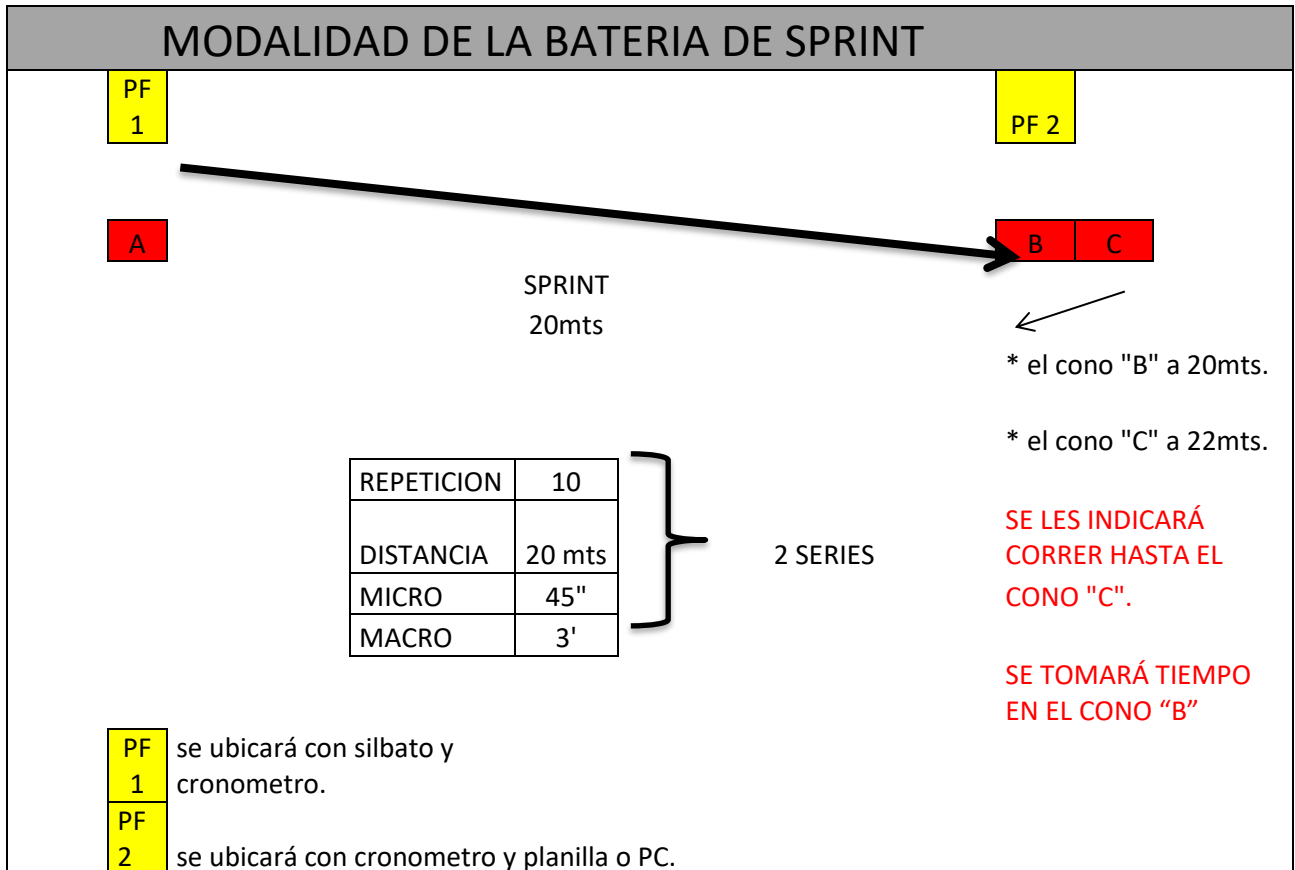
- Batería de sprint

En cuanto a las evaluaciones secundarias o accesorias estarían los que nos brindan datos que algunos son importantes para la elaboración de los planes de entrenamiento, y otros no es necesario realizar un seguimiento de los mismos, más bien son a modo informativo de las condiciones en las que se encuentran las jugadoras.

##### 4.4.2 Evaluaciones secundarias:

- Yo-Yo test. Nivel 1 (endurance 1 level) Dr. Bangsbo.
- Saltos:
  - a. Abalakov
  - b. Contramouvment
  - c. Squatjump
- Antropometria de 5 componentes(Dr. Kerr, 1988)

#### 4.5 Esquema de trabajo



\* la micro pausa es activa, caminando, volviendo al cono "A"

#### FUNCION PF1

\*El PF 1 indicará con la mano 5" antes del momento de partida, con la mano hará la respectiva regresión y en el momento de partida sonará el silbato.  
\*El PF1 al momento de que el PF2 levante la mano al pasar el atleta por los 20 mts iniciará el cronometro para controlar las pausas.

#### FUNCION PF2

\*El PF2 iniciará el cronometro en el momento que suene el silbato y lo detendrá al momento que el atleta pase por la línea del cono "B", (en ese mismo momento levantará la otra mano).  
\*El PF2 luego de detener el crono y levantar la mano, volverá el crono a 00 y anotará el registro.

#### RECOLECCION DE DATOS

\*Se registrará muy rigurosamente las condiciones del test, para volver a realizarlo en las Mismas condiciones por ejemplo: terreno, temperatura, hs del día, calzado.

**PERIODIZACION GRUPO PAA**

**SEMANAS**

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

<b>FUERZA</b>	<b>FUERZA</b>	<b>FUERZA</b>	<b>FUERZA</b>				
Derivados de levantamiento	DLP	DLP	DLP	DLP			
		Trabajos pliométrico	PLIO	PLIO	PLIO	PLIO	
			Trabajos asistidos	ASIST	ASIST	ASIST	ASIST

DIVISION CORPORAL



MMII	50%
MMSS	20%
MEDIA	25%
preventivo	5%

MESO	MICRO SEMANA	SESION	CANT REP SESION	CANT REP SEMANAL	%PC
1	1	1	150	300	50%
		2	150		
	2	3	125	250	55%
		4	125		
	3	5	115	230	60%
		6	115		
	4	7	110	220	70%
		8	110		
2	5	9	110	220	65%
		10	110		
	6	11	115	230	60%
		12	115		
	7	13	125	250	55%
		14	125		
	8	15	150	300	50%
		16	150		

**PERIODIZACION GRUPO PAM**

MESO	MICRO SEMANA	SESION	VOLUMEN SEMANAL	VOLUMEN SESION	%VAM	METODOL PRADET	VAM en 20mts / % TIME EN SEG (")		20% (mas)
1	1	1	4Km	2Km	100%	30"x30"	100%	100%	5,25"
		2		2Km			6	6	
	2	3	4Km	2Km	100%	30"x30"	100%	100%	4,25"
		4		2Km			6	6	
	3	5	3,2Km	1,6Km	110%	25"x25"	100%	110%	4,25"
		6		1,6Km			6	5,4	
	4	7	3,2Km	1,6Km	110%	25"x25"	100%	110%	4,25"
		8		1,6Km			6	5,4	
2	5	9	2,4Km	1,2Km	120%	20"x20"	100%	120%	4"
		10		1,2Km			6	4,8	
	6	11	2,4Km	1,2Km	120%	20"x20"	100%	120%	4"
		12		1,2Km			6	4,8	
	7	13	1,92Km	0,96Km	125%	15"x15"	100%	125%	3,5"
		14		0,96Km			6	4,5	
	8	15	1,92Km	0,96Km	125%	15"x15"	100%	125%	3,5"
		16		0,96Km			6	4,5	

SEMANA	DISTANCIA	%VAM	TIME 20mts	VOL PRADET	RECORR D 20	PAUSA	REPET	SERIES	x SESION
1y2	20mts	100	5",30	30"	5	30"	10 macro 2'	2	2Km
3y4	20mts	110	4",50	25"	4	25"	10 macro 2'	2	1,6Km
5y6	20mts	120	4"	20"	3	20"	10 macro 2'	2	1,2Km
7y8	20mts	125	3",5	15"	2	15"	12 macro 2'	2	0,96Km

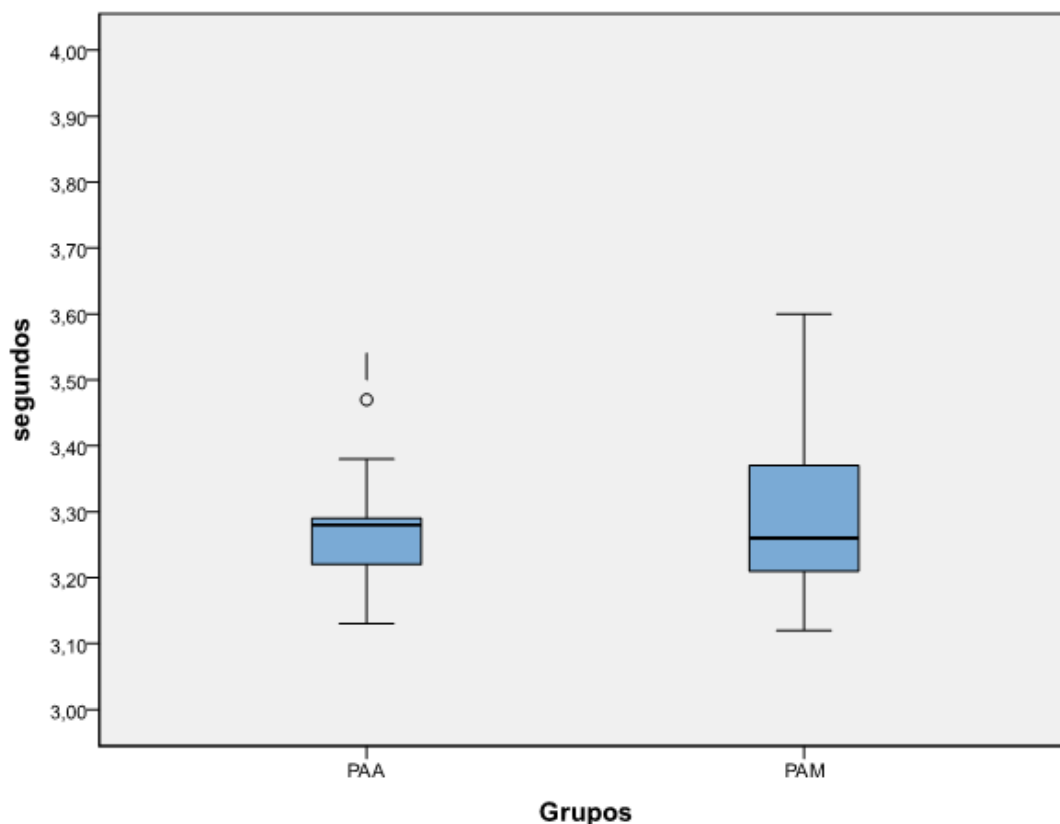
## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análisis de resultados

Los resultados se analizaron mediante la comparación entre las primeras evaluaciones (previa al periodo de entrenamiento) y las segundas evaluaciones (posterior al periodo de entrenamiento).

Test de diferencias apareadas para medias de dos muestras emparejadas y prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

**Comparación entre grupo PAA y grupo PAM mejor tiempo de batería**

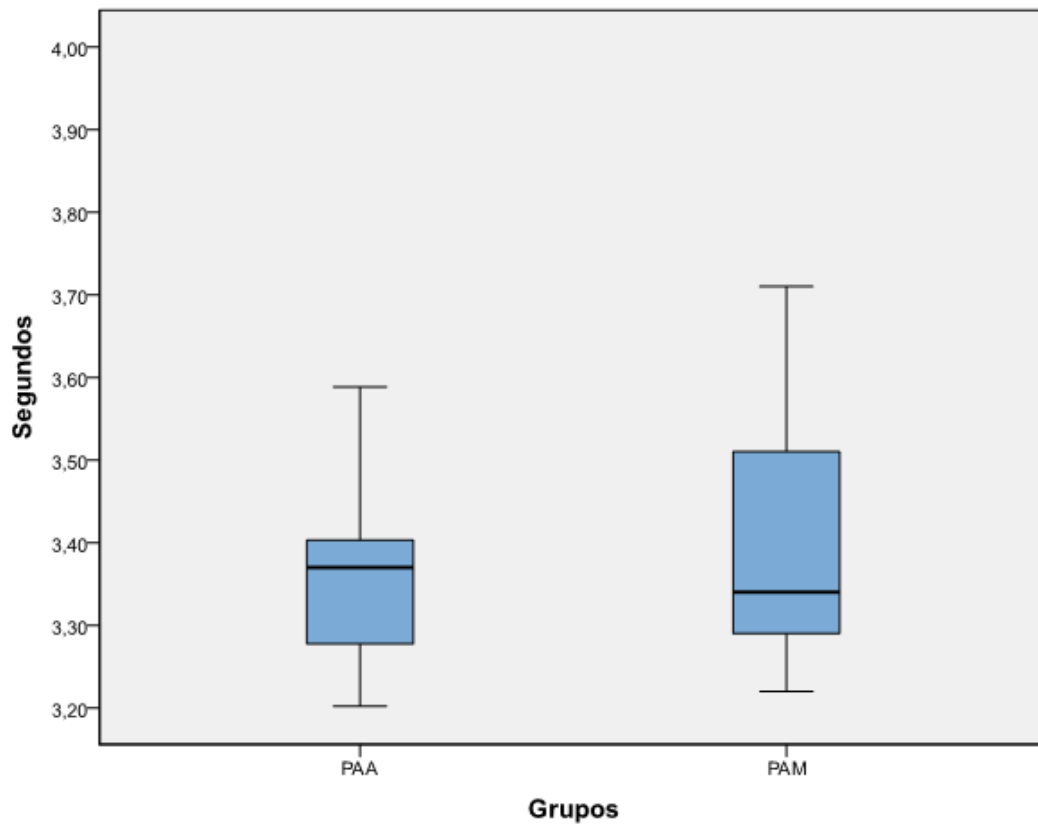


**$p > 0,01$**

El grupo PAA obtuvo un promedio de mejor tiempo de 3,26 segundos, mejorando un 2,39% con respecto a la primera evaluación, mientras que el grupo PAM obtuvo 3,29 segundos, mejorando 0,30% con respecto a la primera evaluación



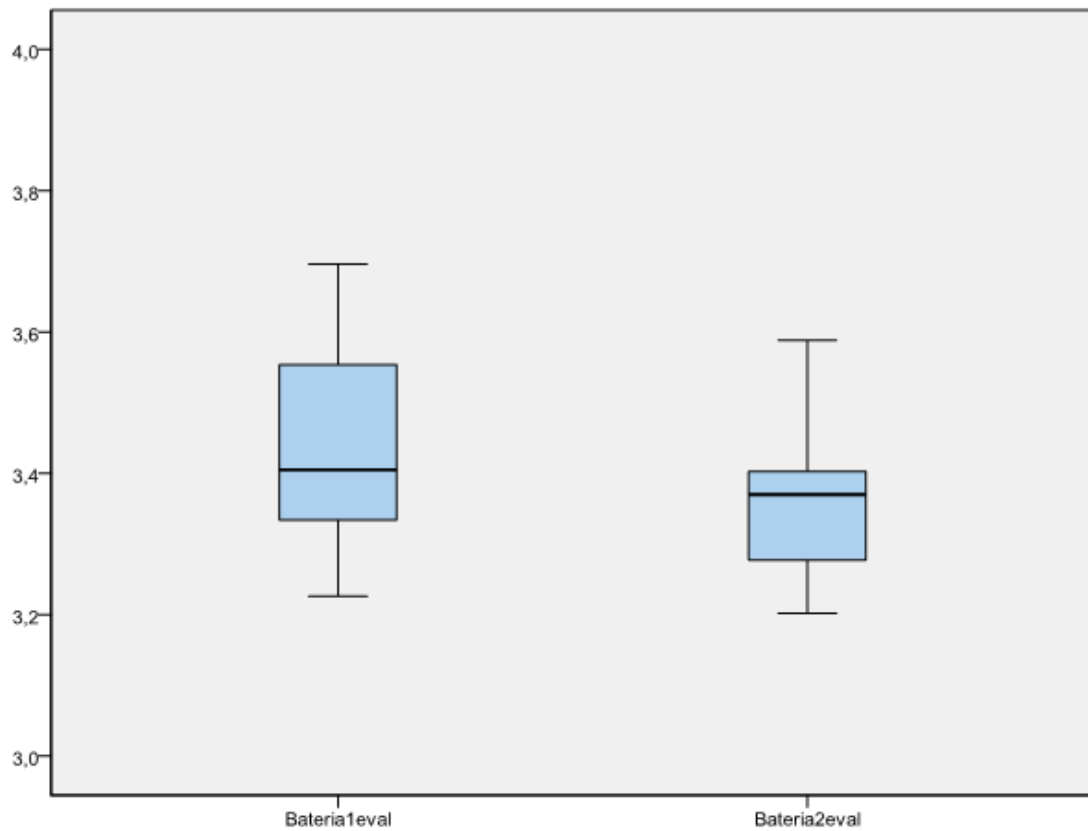
### Comparación entre grupo PAM y PAA promedio de batería



$p > 0.01$

El grupo PAA obtuvo un promedio de batería de 3,35 segundos, mejorando un 2,33% con respecto a la primera evaluación, mientras que el grupo PAM obtuvo 3,40 segundos, mejorando 1,16% con respecto a la primera evaluación.

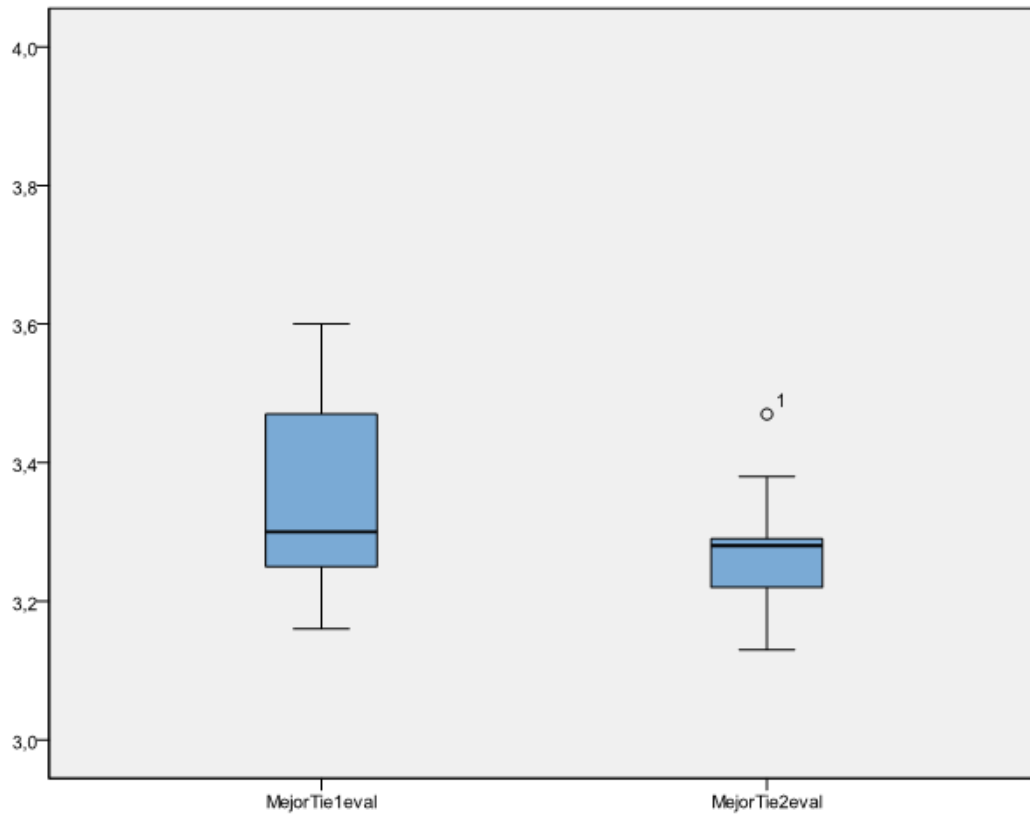
### Promedio batería grupo PAA



**p<0,01**

En la primera evaluación el grupo PAA obtuvo un promedio de 3,43 segundos y en la segunda evaluación obtuvo 3,35 segundos. Las diferencias entre las evaluaciones luego del periodo de entrenamiento mejoraron 2,33% el promedio de la batería.

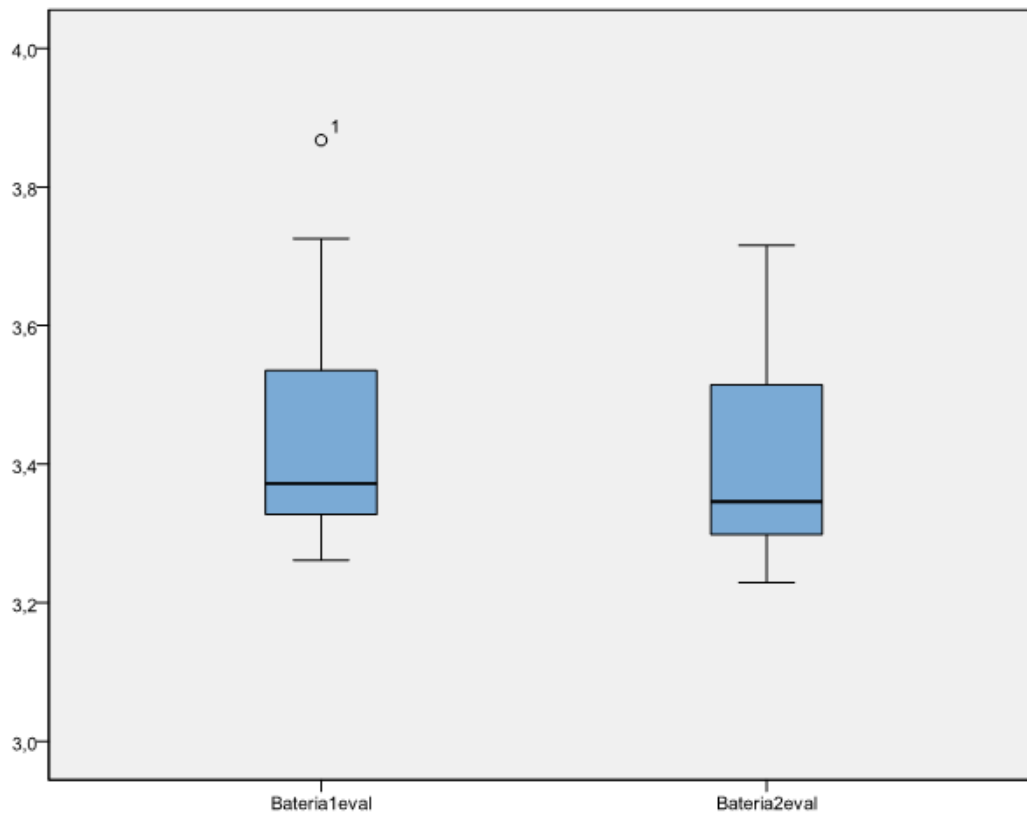
### Mejor tiempo de batería Grupo PAA



**p<0,01**

En la primera evaluación el grupo PAA obtuvo un promedio del mejor sprint de 3,34 segundos, y en la segunda evaluación obtuvo 3,26 segundos. Las diferencias entre las evaluaciones luego del periodo de entrenamiento mejoraron un 3,79 % el promedio del mejor sprint.

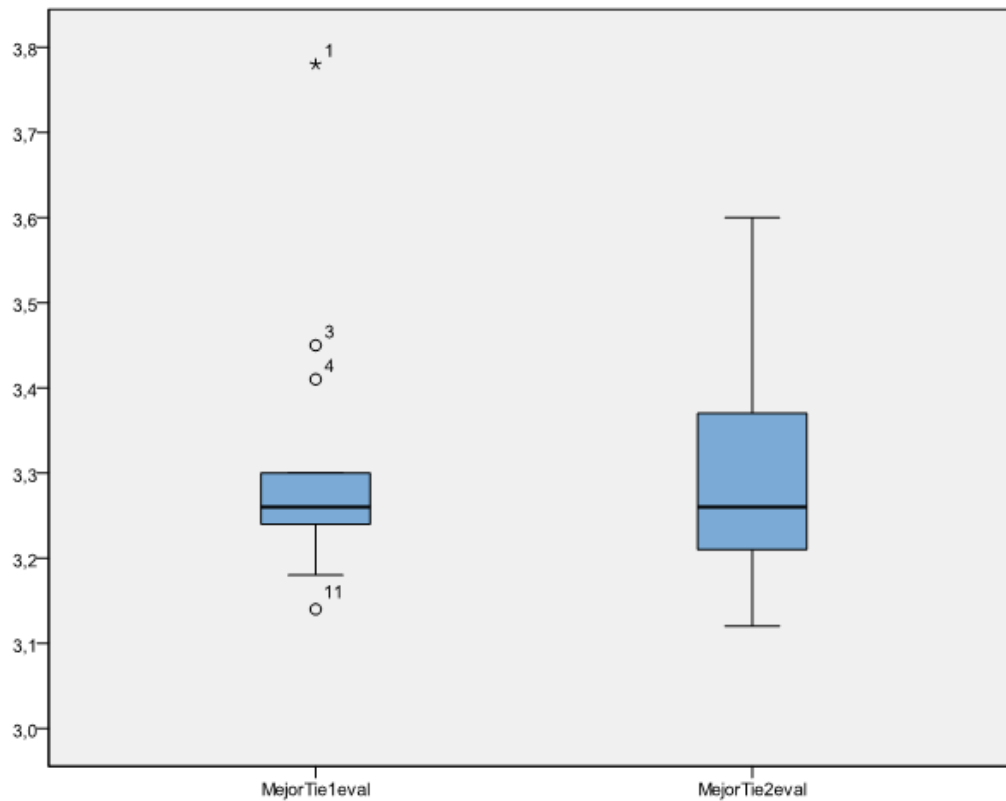
### Promedio de batería Grupo PAM



**p<0.01**

En la primera evaluación el grupo PAM obtuvo un promedio de 3,44 segundos y en la segunda evaluación obtuvo 3,40 segundos. Las diferencias entre las evaluaciones luego del periodo de entrenamiento mejoraron 1,16 % el promedio de la batería.

### Mejor tiempo batería Grupo PAM



$p > 0.01$

En la primera evaluación el grupo PAM obtuvo un promedio del mejor sprint de 3,30 segundos, y en la segunda evaluación el grupo 3,29 segundos. Las diferencias entre las evaluaciones luego del periodo de entrenamiento mejoraron solo el 0,3 % del tiempo de sprint.

MEJOR TIME BATERIA	1° evaluación	2° evaluación	Conclusión estadística p valor
time prom PAA	<b>3,34</b>	<b>3,26</b>	<b>&lt;0,01</b>
time prom PAM	<b>3,30</b>	<b>3,29</b>	<b>&gt;0,01</b>

PROMEDIO BATERIA	1° evaluación	2° evaluación	Conclusión estadística p valor
time prom PAA	<b>3,43</b>	<b>3,35</b>	<b>&lt;0,01</b>
time prom PAM	<b>3,44</b>	<b>3,40</b>	<b>&lt;0,01</b>

MEJOR TIME BATERIA	PAA	PAM	Conclusión estadística p valor
Tiempo	<b>3,26</b>	<b>3,29</b>	<b>&gt;0.01</b>

PROMEDIO BATERIA	PAA	PAM	Conclusión estadística p valor
Tiempo	<b>3,35</b>	<b>3,40</b>	<b>&gt;0,01</b>

## 6 DISCUSION:

Luego de realizar el análisis de datos se puede concluir que el entrenamiento propuesto ya sea para el grupo PAM como el grupo PAA, ha tenido resultados positivos por diversos motivos.

Por un lado, el entrenamiento propuesto de PAA predispone a la mejora de la velocidad máxima de sprint como así también el promedio de la batería. Por otro lado, el entrenamiento propuesto de PAM también predispone a la mejora del promedio de la batería como así también a la velocidad máxima de sprint.

Durante las semanas que duro el entrenamiento se enfatizó en que se realizaran los ejercicios propuestos, haciendo hincapié en el cómo de la ejecución y en el correcto uso de la técnica con el fin de que cada ejercicio tuviese su efecto metabólico.

Se pudo observar, en las primeras semanas de entrenamiento, una fatiga muscular y un cansancio corporal general que fue desapareciendo con el transcurso del tiempo, esto se pudo deber a que el grupo recibió una carga o un stress que modificó su medio interno, más aun de lo que se suponía modificar con las primeras cargas, por ello el método de entrenamiento propuesto por Pradet hubiese tenido un mejor resultado si el grupo de jugadoras hubiese tenido una base más sustentable.

Si bien el grupo de jugadoras con las cuales se realizaron las pruebas están entrenadas con muy diversas formas y técnicas, se pudo observar que debido a la adquisición de nuevas habilidades, o a la mejora de determinadas técnicas en las menos experimentadas (envión, arranque, malabares, pliometría, o simplemente técnicas de elongación) o el refuerzo de algunas técnicas en las jugadoras más experimentadas, las actividades propuestas permitieron una mejora en la coordinación neuromuscular.

En el trabajo propuesto por el Prof. Mariano Paschetta "Efectos de estimular la potencia anaeróbica aláctica y la potencia aeróbica, sobre test de 30mts.en jugadoras de hockey" Se observó: que hubo mejoras significativas en la velocidad de sprint en test de 30 metros entre la 1° y la 2° evaluación en el grupo de PAA, como así también en el grupo de PAM. Aunque que para la muestra evaluada estos métodos de entrenamiento no tienen la diferencia que se esperaba entre un grupo y otro para la mejora de la velocidad de sprint.

Gaitanos et al 1993, reportaron que durante un protocolo de 10 sprints de 6" con pausas de 30" la caída en la producción de potencia entre el primer y décimo sprint fue de 27%, mientras que la resíntesis de ATP anaeróbico disminuyó en un 64%.<sup>(50)</sup>

No obstante, la producción de potencia muscular no cae proporcionalmente junto a la tasa glucolítica, debido a un aumento de la fosforilación oxidativa (Bogdanis et al, 1996) a media que los sprints se repiten y posiblemente a la mejora de la eficiencia mecánica (Bogdanis et al, 1996)<sup>(51)</sup>. Es aparente que la producción de potencia durante el ejercicio de sprint repetido esté limitada principalmente por la tasa de resíntesis de fosfocreatina en la pausa del ejercicio (Bogdanis et al 1996<sup>(48)</sup>) y por la concentración de potasio intersticial<sup>(49)</sup> (Nielsen J et al 2003; Aagaard P and Bangsbo J,2006), más que por una disminución en el pH (Bogdanis et al, 1996).

Las mejoras del metabolismo aeróbico se han relacionado al incremento en la capacidad de recuperación durante las pausas del ejercicio intenso, sin embargo es posible que el entrenamiento de la resistencia pueda disminuir la velocidad máxima de sprint.

En cuanto al entrenamiento de fuerza y potencia muscular relacionado con la RSA, parece ser que la mayor o menor duración de la recuperación entre series en el entrenamiento de fuerza (15-20 RM) podría orientar el trabajo más hacia la mejora de la RSA, con recuperaciones más cortas, o hacia la mejora de fuerza, mediante recuperaciones más prolongadas (S. Hill-Haas, Bishop, Dawson, Goodman, & Edge, 2007)<sup>(66)</sup>. Además, otro trabajo realizado con cargas altas en media sentadilla, parece que obtendría mejoras superiores en la RSA, respecto a un entrenamiento con cargas moderadas (Bogdanis et al., 2011).

Considero que hubiese sido más específico realizar un test lineal incremental como el test continuo i.e., el test de la Universidad de Montreal o su modificación, el Vam-Eval. Ya que la velocidad final alcanzada durante el test de ir y volver sobre 20 m está lejos de la alcanzada durante un test en línea recta y depende tanto de la capacidad para realizar cambios de dirección, que utilizar el término VAM para estas velocidades es definitivamente engañoso (Buchheit, 2010) si bien se le suma un 20 % a la velocidad final

Así mismo luego de realizado el trabajo de campo, surgen alternativas a la batería de sprint, por ejemplo el test de sprint. Esto nos brindaría datos como el índice de fatiga, pues en nuestro trabajo al ser más larga la micro pausa que dicho test, y la distancia a recorrer es tan corta, la jugadora alcanza a recuperarse más para realizar el siguiente sprint. De la otra forma el rendimiento iría en detrimento en cuanto al tiempo realizado. Esto luego de las semanas de entrenamiento se hubiese podido mejorar, hipotéticamente un grupo más que el otro.

Otra variante de la batería de sprint podría ser una recuperación completa de la fosfocreatina entre cada sprint, sin la necesidad de hacer 20 sprints, sino más bien sacar el mejor tiempo de 3 sprints, por ejemplo.

Otra alternativa sería realizar un test más específico del deporte evaluando también la agilidad y coordinación incluyendo elementos propios del deporte como la pelota y el palo, teniendo en cuenta los aspectos fisiológicos antes mencionados.

Otro aspecto se nos ocurre es un periodo de adaptación previa a las jugadoras a determinados movimientos de halterofilia que algunas jugadoras desconocían.

En cuanto al mejor tiempo de batería del grupo PAM **NO hubo mejoras significativas** en los mejores tiempos de las 2º baterías con respecto a los tiempos de las 1º baterías en el grupo de PAM. Creemos esto se debe principalmente que entreno la potencia aeróbica durante 8 semanas, en vez de la potencia anaeróbica aláctica. También a que el mejor tiempo es tomado de las 20 pasadas que realiza.

En cuanto al mejor tiempo de batería del grupo PAA **hubo mejoras significativas** en los mejores tiempos de las 2º baterías con respecto a los tiempos de las 1º baterías en el grupo de PAA



En cuanto al promedio del mejor tiempo de batería del grupo PAA **hubo mejoras significativas** en los promedios de tiempo de las 2º baterías con respecto a los tiempos de las 1º baterías en el grupo PAA.

En cuanto al promedio del mejor tiempo de batería del grupo PAM **hubo mejoras significativas** en los promedios de los tiempos de las 2º baterías con respecto a los tiempos de las 1º baterías en el grupo PAM.

En cuanto a las evaluaciones secundarias realizadas como los saltos por ejemplo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos PAA y PAM.

## 7 CONCLUSIÓN:

Por los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis de trabajo. Las variables obtenidas estadísticamente en los test no se corresponden con los resultados esperados, por lo siguiente:

- La mejoría de los promedios del grupo de PAA y el grupo de PAM en promedio de batería son iguales o no tiene diferencias significativas
- La mejoría de los mejores tiempos del grupo PAA y el grupo PAM son iguales o no tienen diferencias significativas.

## 8 BIBLIOGRAFIA

1. GANONG; (2006) Fisiología Médica, vigésima ed., California. 68-70. Manual Moderno.
2. GANONG; (2006) Fisiología Médica, vigésima ed, California 268-271. Manual Moderno.
3. FOX; (1987) Fisiología del deporte, Sistema nervioso neuronas y sinapsis 182-183. México Panamericana.
4. REILLY y SEATON (1990)
5. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
6. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
7. WILLMORE –COSTILL; (2000) Fisiología del esfuerzo y el deporte. pág. 146-150 Paidotribo
8. WILLMORE –COSTILL; (2000) Fisiología del esfuerzo y el deporte. Pág. 154-157 Paidotribo
9. PRADET M. (1999) La preparación física, los mecanismos de la nueva síntesis de ATP pág. 25, Barcelona España INDE
10. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
11. PRADET M. (1999) La preparación física, los mecanismos de la nueva síntesis de ATP. pág. 27, 28. Barcelona, España INDE
12. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
13. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
14. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
15. PRADETM. (1999) La preparación física, los mecanismos de la nueva síntesis de ATP. pág. 28, 29, 31, 32
16. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
17. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
18. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
19. PRADET M. (1999) La preparación física, los mecanismos de la nueva síntesis de ATP. Pag
20. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
21. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
22. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
23. [https://es.wikipedia.org/wiki/Hockey\\_sobre\\_c%C3%A9sped](https://es.wikipedia.org/wiki/Hockey_sobre_c%C3%A9sped)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Hockey\\_sobre\\_c%C3%A9sped\\_en\\_Argentina](http://es.wikipedia.org/wiki/Hockey_sobre_c%C3%A9sped_en_Argentina)
24. DAL MONTE
25. MAZZA J.C; apuntes de cátedra de fisiología del entrenamiento. 2007.
26. REILLY y SEATON (1990)
27. Bishop D et al, 2005
28. METRAL G; PubliCE Standard, "Respuestas bioquímicas al ejercicio de sprint repetido. Aplicaciones para deportes de dinámica intermitente."
29. McDougal D et al, 1998. [www.sobreentrenamiento.com](http://www.sobreentrenamiento.com).
30. McDougall D et al 1998; Burgomaster K et al 2006; URL [www.sobreentrenamiento.com](http://www.sobreentrenamiento.com).

31. BURGOMASTER K et al 2005. [www.sobreentrenamiento.com](http://www.sobreentrenamiento.com).
32. JEFREY and WATTS. [www.sobreentrenamiento.com](http://www.sobreentrenamiento.com). 2004
33. MAZZA J. C; fragmento de artículo publicado en [sobreentrenamiento.com](http://sobreentrenamiento.com)
34. PRADET M; (1999) La preparación Física. Acciones que desarrollan el proceso aeróbico. Pág.70 Barcelona – España.INDE
35. PRADET M;(1999) La preparación Física. Los Mecanismos de la nueva síntesis del ATP. Pág.28. Barcelona – España.INDE
36. PRADET M; (1999) La preparación Física, Los Mecanismos de la nueva síntesis del ATP. Pág.27. Barcelona – España.INDE
37. PRADET M; (1999) La preparación Física, Acciones que desarrollan el proceso anaeróbico alactico. Pág. 45-48. Barcelona – España.INDE
38. PRADET M; (1999) La preparación Física, Acciones que desarrollan el proceso anaeróbico alactico. pág. 72. Barcelona – España.INDE
39. PRADET M; (1999) La preparación Física, Fuerza. pág. 95. Barcelona – España.INDE
40. Bompa, O. Tudor "periodización de la fuerza "La nueva onda del entrenamiento de la fuerza" 1995
41. Bosco. "La preparación física en el voleyball y el desarrollo de la fuerza en los deportes explosivo-balísticos" 1985
42. Lopez Chicharro J. "Fisiología del Ejercicio" Ed. Panamericana 2° Edición
43. Verkoshansky Y. "Teoría y metodología del entrenamiento"
44. PRADET M; (1999) La preparación Física, Fuerza. pág. 95. Barcelona – España.INDE
45. Science and Practice of Strength Training" de Zatsiorsky y Kraemer.2006
46. Lopez Chicharro J. "Fisiología del Ejercicio" Ed. Panamericana 2° Edición *Fuerza y velocidad (Hill 1938)*
47. Bogdanis G, Nevill M, Boobis L, Lakomy K (1996). *Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise*. J ApplPhysiol80: 876-884.
48. Nielsen J, Mohr M, Klarskov C, Kristensen M, Krstrup P, Juel C, Bangsbo (2003). *Effects of high intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle*. J Physiol554, 857-870.
49. Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. Journal of applied physiology, 75(2), 712-719.
50. Revisión sobre la capacidad de repetir esprints o RSA en jugadores de fútbol. Universidad del País Vasco. Prof Sáenz Tomás, Juan
51. Malhotra MS, Ghosh AK, Kanna GL (1983). *Physical and physiological stresses of playing hockey on grassy and Astroturf fields*. Society for National Institutes of Sports Journal 6: 13-20
52. Wein H (1971). *The advanced science of hockey*. Pelham Books, London, 1981. Wessel JA, Koenig FB. *Field hockey*. In Larson LA (Ed) Encyclopedia of sports sciences ad medicine, pp. 679-680. Collier-Mac Millan, London

53. Reilly T, Scaton A (1990). *Physiological strain unique to field hockey*. Journal of sports Medicine and Physical fitness 30:142-146
54. Fox EL (1984). *Sports Physiologi*. Sauunders, Philadelphia
55. Wein H (1971). *The advanced science of hockey*. Pelham Books, London, 1981. Wessel JA, Koenig FB. *Field hockey*. In Larson LA (Ed) Encyclopedia of sports sciences ad medicine, pag. 679-680. Collier-Mac Millan, London
56. Staniski CL, Mc Master JH, Ferguson RJ (1984). *Synthetic turf and grass: a comparative study*. Sport Medicine 2: 22-26
57. [Macutkiewicz D](#), [Sunderland C](#) 2011 Sport, Health and Performance Enhancement (SHAPE) Research Group, School of Science and Technology, Nottingham Trent University, Nottingham, UK.
58. Astrand PO, Rodhal K (Eds) (1986). *Textbook of work physiology*. McGraw - Hill, New York
59. Reilly T, Bretherton S (1986). *Multivariate analysis of fitness or female field hockey players*. In day JAP. Perspectives in Kinanthropometry, pp, 135-142, Human Kinetics, Champaign, Ill
60. Reilly T, Secher N (1980). *Physiologi of sports: an overview*. In Reilly T et al.(Ed) Physiologi of sports pp, 465-485. E & FN Spon, London
61. Hughes M (1988). *Computerized notation analysis in field games*. Ergonomics 31: 1585-1592
62. Scott PP (1991). *Morphological characteristics of elite male field hockey players*. Journal of Sports medicine and PhysicalFitness 31: 57-61
63. Reilly T, Bretherton S (1986). *Multivariate analysis of fitness or female field hockey players*. In day JAP. Perspectives in Kinanthropometry, pp, 135-142, Human Kinetics, Champaign, Ill
64. (Bosco, 1988; González y Gorostiaga, 1995; García, 1997)
65. Hill-Haas, S., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., & Edge, J. (2007). Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability. [RandomizedControlled Trial]. J SportsSci, 25(6), 619-628