PubliCE, (PubliCE) 2003

Research

Masa Muscular y Masa Grasa, y su relación con la Potencia Aeróbica y Anaeróbica en Futbolistas de 18 a 20 años de Edad (Parte II)

Nestor J Ramos[1] y Lic. Gustavo D Zubeldía[1]

[1]*Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina.*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar la Masa Muscular y Masa Grasa, y su relación con la Potencia Aeróbica (PA) y Anaeróbica (PAN), en futbolistas juveniles. Se midieron 31 sujetos de 18.6 ± 0.19 años. El grupo estaba formado por 4 arqueros (Arq), 10 defensores (Def), 10 Mediocampistas (Med), 7 delanteros (Del). Las variables funcionales evaluadas fueron: la Potencia Aeróbica por medio del test de Cooper, la Potencia Anaeróbica Láctica (PAL) con el test de 40 segundos (40 SEG) y la Potencia Anaeróbica Aláctica (PAA) con los tests de 60 metros (60 MTS) y saltar y alcanzar (SyA). Se determinó indirectamente la potencia anaeróbica en watts a través de la ecuación de Sayers y el consumo máximo de oxígeno a través de la ecuación de Cooper. En cuanto a las variables antropométricas se midió: peso (kg), talla (cm), talla sentada (cm), perímetros (cm) y pliegues (mm). Se calcularon las variables indirectas de % Masa Muscular (% MM), % Masa Grasa (% MG), Masa Muscular en kg (MM kg) y Masa Grasa en kg (MG kg) con el método de 5 Componentes de Kerr. El método de investigación fue analítico - descriptivo y de tipo transversal. Se utilizó test Student y se cruzaron variables a través de la correlación de Pearson. Se encontró una correlación importante entre % MM y 60 MTS (-0.73); % MM y SyA (0.80). De otra manera entre % MM y 40 SEG la correlación fue pobre (0.28). El % MG tuvo correlaciones bajas con Cooper (-0.26), 40 seg. (-0.37), SyA (-0.25). Para un análisis más exhaustivo se dividió el grupo utilizando la mediana, donde el Grupo A tenía mayor % MM (46.49) y el Grupo B menor % M.M (39.66) $p < 0.0001$. Se hallaron diferencias significativas en 60 MTS $p < 0.001$, SyA $p < 0.001$ y Potencia Anaeróbica en Watts $p < 0.02$, a favor del grupo A. En el % de M.G (% MG 25.18 - % MG 21.19) $p < 0.0001$ se encontró diferencias significativas solo en el test de 40 seg $p < 0.04$, a favor del grupo B. Por último se aplico análisis de varianza (ONE WAY) para los diferentes puestos de juego, con posterior análisis a través de Tukey HSD test. En las variables morfológicas se encontraron diferencias significativas en: Peso $p < 0.0001$ para Arq vs Def, Med y Del, Talla $p < 0.037$ para Arq vs Med y Del, Talla Sentado $p < 0.05$ para Arq vs Def, Med y Del, MMkg $p < 0.01$ para Arq vs Def, Med y Del, MGkg $p < 0.0004$ para Arq vs Def, Med y Del % MG $p < 0.01$ para Arq vs Def, Med y Del. En las variables funcionales solo se halló diferencia en: Potencia anaeróbica aláctica expresada en Watts $p < 0.0001$ para Arq vs Def, Med y Del. Estos datos nos permiten concluir que: Un mayor desarrollo de la masa muscular incide de manera positiva sobre los valores obtenidos en los tests de PAA. Por otro lado el desarrollo del % MM no explica al rendimiento en la PAL ya que solo se encontró correlación en una posición de juego. Tampoco se encontró una alta relación entre el porcentaje de masa grasa y el rendimiento, ya que todos los futbolistas poseen un bajo % MG.

Palabras Clave: fútbol, antropometría, potencia, fuerza

...esta es la continuación del artículo "Masa Muscular y Masa Grasa, y su relación con la Potencia Aeróbica y Anaeróbica en Futbolistas de 18 a 20 años de Edad (Parte I)" con Pid: 171...

ASPECTOS FISIOLÓGICOS EN EL FÚTBOL

Demandas fisiológicas

El fútbol es un juego complejo en el cual las demandas fisiológicas son multifactoriales y varían marcadamente durante un partido. Las altas concentraciones de lactato sanguíneo y las elevadas concentraciones de amonio (NH_3) durante los períodos de juego, indican que ocurren grandes cambios metabólicos musculares e iónicos. Las demandas pueden ser muy altas, que ellas llevan a la fatiga, interfiriendo la performance física potencial y la performance técnica aún a intensidades submáximas de ejercicio. Las demandas fisiológicas varían con el nivel de competencia, estilo de juego, posición de juego y factores ambientales (Reilly, 1994). El patrón de ejercicio puede describirse como intervalado y acíclico, con esfuerzos máximos superpuestos sobre una base de ejercicios de baja intensidad (trote suave y caminata). Los jugadores realizan tipos diferentes de ejercicios que van desde estar parado hasta una carrera máxima. Además de tener bien desarrollada la capacidad física con una producción de potencia alta, los jugadores deberían también ser capaces de trabajar durante largo tiempo (resistencia). Esto distingue al fútbol de deportes en los que el ejercicio continuo se realiza con una intensidad, bien alta o moderada, durante todo el evento. Por lo anteriormente dicho, las actividades predominantes comprometen al metabolismo aeróbico, pero los eventos críticos en el juego dependen de las fuentes anaeróbicas de energía. Éstos se refieren al oportunismo a la ejecución de los movimientos rápidos y cortos para ganar la pelota y movimientos ágiles para pasar a los oponentes, tales como trabar a un jugador, saltar, acelerar, rematar, cambiar de dirección. También es importante la capacidad de recuperarse entre las series de esfuerzos, para poder estar preparado para esfuerzos máximos posteriores, cuando se presenten las oportunidades.

Existe un cambio de actividad aproximadamente cada 4 segundos, que enfatiza la naturaleza intervalada del deporte. Cada partido implica 1000 a 1200 acciones que incorporan cambios rápidos y frecuentes de ritmo y dirección así como la ejecución de las habilidades de juego (Reilly y Thomas, 1976; Bangsbo y cols., 1991). La intensidad o tasa del esfuerzo tiende a disminuir hacia el final del juego y refleja los procesos fisiológicos asociados a la fatiga muscular (Bangsbo, 1994; Reilly, 1994). Esa caída del rendimiento también está asociada a una disminución de las reservas de glucógeno dentro de los músculos de las piernas. La característica más evidente de la performance de jugadores fatigados fue el menor número de sprints máximos en busca de la pelota. El aumento en el número de goles convertidos hacia el final de los partidos, es otra muestra de fatiga en ese momento. Una buena capacidad aeróbica puede proteger contra un descenso del ritmo de trabajo hacia el final del partido.

Distancia recorrida

La distancia total recorrida brinda una representación de la intensidad general del ejercicio y de la contribución individual al esfuerzo total del equipo. Los jugadores de la Liga Premier Inglesa completaron una distancia total de 10104 ± 703 m en los 90 minutos de juego (primer tiempo, 5216 ± 388; segundo tiempo, 4889 ± 379 m). El juego inglés requiere que los jugadores mantengan un alto nivel de actividad a lo largo del juego con el fin de recibir la pelota de un compañero o presionar a un adversario para poder ganar nuevamente el balón. En el estudio de Copa América 1995, la distancia total cubierta por jugadores sudamericanos fue significativamente menor: 8638 ± 1158 m (primer tiempo, 4389 ± 549; segundo tiempo, 4248 ± 628 m). En estas distancias, influye la táctica del fútbol sudamericano, donde se enfatiza la posesión de la pelota y se realizan pases decisivos rápidos. Se observa una reducción del 6% en la distancia total recorrida del segundo tiempo con respecto al primero. Este valor es similar a la disminución observada en el segundo tiempo por Bangsbo y cols. (1991). Esto representó una disminución del nivel de actividad que está relacionada con la fatiga. Ésta tiene correlación negativa con la potencia aeróbica, el nivel de glucógeno muscular y la acumulación progresiva de potasio en el músculo.

De todas formas, hay variaciones de partido a partido que muestran que los jugadores no recorren siempre la misma distancia máxima, y así probablemente no utilizan su capacidad física totalmente en cada partido. Por ejemplo, Ekblom (1986) observó que la distancia cubierta en alta intensidad de carrera durante los partidos a una temperatura de 30 ºC sólo estaba en la mitad (500 m) de la cubierta a una temperatura de 20 ºC (900 m). La performance física se altera en partidos jugados a una altitud mayor de 2000 m, ya que disminuye el consumo de oxígeno y el rendimiento de carrera. También aumentan las demandas fisiológicas en otras condiciones como jugar en un campo barroso o cuando la humedad es alta. Reilly y Thomas (1976) fracasaron a la hora de mostrar alguna diferencia en la distancia recorrida por juego entre los partidos locales y visitantes.

La importancia de la contribución aeróbica también está representada por actividades de baja intensidad que contabilizan el 80% del tiempo total; los trotes (hacia delante, atrás y laterales) sumaron un 30% del total, y la caminata (hacia delante y atrás) un 50%. El 15% restante del tiempo total se transcurre sin movimiento. Las pausas estáticas ocurren en un promedio de 267 ± 64 veces durante un partido, indicando la naturaleza más o menos continua del juego. La velocidad crucero y de sprints sumaron el 4% y 1% del tiempo total, respectivamente. Tales actividades representan la contribución anaeróbica al partido. Los esfuerzos de alta intensidad, a pesar de ser cruciales para la performance, son poco frecuentes (crucero, 65 ± 24; sprints, 21 ± 12) y de corta duración (crucero, 3.3 ± 0.8 seg.; sprints, 2.8 ± 0.9 seg.). La proporción

cociente entre pausa: baja intensidad: alta intensidad fue 3:16:1.

Menos del 2% de la distancia total recorrida por jugadores de elite se desarrolla mientras están en posesión de la pelota. La mayor parte de las acciones desarrolladas durante un partido son, por lo tanto, "sin la pelota", ya sea corriendo para crear espacios, o apoyando a los compañeros de equipo que tienen la pelota o persiguiendo a los oponentes y corriendo para luchar y conseguir la pelota.

Si se relaciona la distancia recorrida con la posición de juego, los mediocampistas completaron una distancia significativamente mayor que los delanteros (mediocampistas, 9826 ± 1031; delanteros, 7736 ± 929 m). Es de conocimiento general que los mediocampistas recorren mayores distancias durante un partido que los laterales (Ekblom, 1986 y Reilly y Thomas, 1976). Esto se puede atribuir a que los mediocampistas tienen más flexibilidad táctica que otras posiciones, ya que sirven como conexión entre los delanteros y los defensores del equipo. Sus obligaciones no incluyen sólo apoyar a los atacantes en busca de goles sino también asistir a los zagueros en sus deberes ofensivos. Estos jugadores también están caracterizados por tener mayores niveles de capacidad aeróbica que otras posiciones.

Los perfiles de intensidad de los delanteros parecen estar caracterizados por arranques súbitos de esfuerzos de alta intensidad con el fin de facilitar una creación positiva de espacio o moverse buscando la oportunidad de convertir un gol. Estos esfuerzos de alta intensidad están entremezclados con períodos de recuperación de baja intensidad. Por esto, puede asumirse que los jugadores delanteros muestran un perfil más anaeróbico de actividad que otras posiciones.

En las investigaciones sobre los jugadores de la liga inglesa, los laterales realizaban sprints menos frecuentemente que los centrales. La distancia general recorrida a través de sprints era significativamente menor para los laterales y centrales que para los delanteros y mediocampistas. Las grandes cifras para el sprints entre los delanteros incluían fintas para atraer a los defensores fuera de su posición o carreras inadvertidas en fuera de juego no seguidos por un defensor.

Los defensores cubrieron una distancia total de 8696 ± 1031 m. Ellos tienen que retroceder hacia su propio arco a medida que avanzan los atacantes, esto requerirá que se muevan hacia atrás en busca de su arco. Los defensores deben "distraer" a los jugadores en ataque que están en posesión de la pelota, con el fin de ubicarse en una posición apropiada para tratar de "tacklear" y posiblemente ganar el balón. Las menores distancias se observan en los zagueros centrales, quienes tienden a poseer una alta producción de energía pero por un período muy breve y, consecuentemente, una elevada capacidad anaeróbica es importante para las actividades intensas y de corta duración.

El arquero recorre aproximadamente 4 km durante el partido, el 10% de los cuales era con el balón en su poder en los años 70 (Reilly y Thomas, 1976). Esta última cifra es apta para haber sido reducida por cambios posteriores de la regla relativa al desplazamiento del balón por el arquero y de la regla introducida en 1992 prohibiendo dar un pase para atrás. Mucha de la actividad de nivel inferior del arquero puede ser un mecanismo involuntario para mantener la excitación y la concentración en el partido antes que una imposición directa de las exigencias del juego. También puede ayudar a la termorregulación. Las demandas críticas son de naturaleza anaeróbica, al saltar para atajar la pelota y al tirarse al suelo para pararlo.

Gasto calórico

La distancia recorrida en un partido representa ligeramente la energía gastada por las demandas de las técnicas del juego, ya que el gasto calórico de un individuo está directamente relacionado con el trabajo mecánico (Reilly y Thomas, 1976). Éstas incluyen las aceleraciones y desaceleraciones frecuentes, las carreras angulares, los cambios de dirección, los saltos para disputar la posesión de la pelota, eludir las cargas y todos lo múltiples aspectos implicados en el juego.

El gasto calórico durante el juego ha sido estimado tanto a partir de los perfiles de tasas o intensidades de esfuerzo, como de los valores de la frecuencia cardíaca (FC). Las FC promediadas a lo largo del partido, son luego asociadas a la relación "FC - consumo de O_2", determinado para cada jugador en condiciones de laboratorio.

Debe enfatizarse de que existen diferencias individuales en la producción de energía aeróbica y anaeróbica durante un partido, debido a la variedad de factores que influencian la intensidad del ejercicio: motivación, capacidad física y la estrategia táctica.

El modelo del gasto se puede alterar cuando se juegan partidos extras a mitad de la semana. También habrá variaciones del gasto de energía diaria en las diferentes fases del período de competencias, y con casos individuales de jugadores, durante los procesos de recuperación de lesiones, que no pueden participar del entrenamiento completo.

El gasto de energía durante el entrenamiento en jugadores profesionales ingleses ha sido estimado en unos 6100 kJ (1500 kcal) (Reilly, 1979). Se debe reconocer que este valor varía día a día, y el entrenamiento se construye hacia un pico en la mitad de la semana con sesiones subsecuentes de menor intensidad, que ofician de recuperación y puesta a punto para el

partido del fin de semana. Los valores típicos se pueden exceder cuando los jugadores se entrenan dos veces por día.

Existe un consenso general entre los investigadores que el fútbol competitivo de alto nivel supone un gasto calórico estimado de 4000 - 6000 kJ para un jugador de 70 kg. Esto representa un promedio de casi el 70% del VO_2 máx. Los músculos activos no son los únicos órganos que necesitan una fuente constante de energía del torrente sanguíneo: el cerebro está involucrado íntegramente en el juego (tomando continuamente decisiones y haciendo elecciones tácticas) siendo la glucosa su única fuente de energía. Es probable que reiterados esfuerzos de alta intensidad durante el juego reduzcan considerablemente las reservas de glucógeno en músculo e hígado, lo que manifiesta la necesidad de contar con una adecuada cantidad de CHO antes del partido y poner atención en la reposición de estos niveles luego del mismo. Los ácidos grasos circulantes se elevan al final del partido. El metabolismo de las proteínas no es pronunciado, ya que el aporte energético es menor al 10% (Wagenmakers y cols., 1989), con lo cual el uso de aminoácidos como suplemento energético no está recomendado en jugadores de fútbol.

Moverse hacia los costados o hacia atrás aumenta el gasto calórico, más de lo que hace la locomoción normal. Ejecutar destrezas tales como "driblear" con la pelota también eleva el gasto energético y el lactato sanguíneo. Esto puede explicarse, hasta cierto punto, por una necesidad mayor de mantener el equilibrio, por una longitud de zancada más corta y por una frecuencia de zancada mayor que las utilizadas en la carrera, lo que disminuye la eficiencia de la carrera (Cavanagh y Williams, 1982). El costo energético adicional de dribling es probablemente mayor durante un partido (que durante un test de laboratorio), ya que el balón a menudo se toca con más frecuencia para protegerlo del oponente, aunque el costo energético extra, influye sólo en pequeña medida en el total del gasto energético.

Producción de NH_3

La concentración de NH_3 en sangre aumenta durante un partido de fútbol, lo que indica que los músculos produjeron NH_3, con lo cual parecen ser activadas las reacciones de la adenilato quinasa y la adenosín monofosfato deaminasa (Lowenstein, 1990, Tullson y Terjung, 1990). Es probable que la deaminación de AMP sea la fuente primaria de NH_3 durante el fútbol. La baja concentración de glucógeno muscular ha sido asociada con aumento de NH_3 y producción de IMP durante ejercicio intenso (Spencer y Katz, 1991). La concentración de NH3 es menor en el segundo tiempo, en comparación con el primero, asociado a una bajada de la intensidad del esfuerzo y de las concentraciones de lactato sanguíneo en el segundo tiempo.

Consumo de oxígeno

En los jugadores profesionales, la tasa de trabajo promedio durante un partido de fútbol, al ser estimado a partir de variables tales como la frecuencia cardiaca, es aproximadamente del 70% de consumo de oxigeno máximo (VO_2 máx.). Esto corresponde a una producción de energía de unos 5700 kJ (1360 kcal) para una persona que pesa 75 kg con un VO_2 máx. de 60ml/kg/min. El VO_2 máx. mejora significativamente en la pretemporada, en la cual se pone énfasis en el entrenamiento aeróbico (Reilly, 1979). Cuando se encuentran dos equipos con iguales habilidades, aquel con una capacidad aeróbica superior tendrá una ventaja, siendo capaz de jugar el partido a un ritmo más rápido. Apor (1988) brindó datos sobre jugadores húngaros, que mostraron una correlación perfecta entre rango/orden entre el promedio del VO_2 máx. de los equipos y la posición final en el Campeonato de Primera División. Los VO_2 máx. medios para el primer, segundo, tercer y quinto equipos fueron 66.6, 64.3, 63.3 y 58.1 ml/kg/min, respectivamente.

Cociente Respiratorio (RQ)

Es difícil establecerlo durante un partido de fútbol, pero puede hacerse durante ejercicio intermitente estandarizado simulando el modelo de actividad del fútbol. Mediciones de este tipo resultan en valores RQ de 0.85, 0.87 y 0.91 a tasas de trabajo que corresponde a 55, 71 y 81% del VO_2 máx., respectivamente. Esta relación entre el valor de RQ y la intensidad relativa de trabajo es comparable a la obtenida durante un ejercicio intermitente de larga duración (Essén, 1978; Bangsbo y cols., 1992). Basado en estas determinaciones y en mediciones de FC durante un partido de fútbol, de que el VO_2 máx se estima, los valores R medios durante un partido pueden calcularse en 0.88.

Esto corresponde a una contribución de CHO y grasas de 60 y 40%, respectivamente de la oxidación total. Utilizando estos números puede calcularse la oxidación total de CHO y grasas en un partido.

Glucógeno Muscular

La información acerca de la utilización de glucógeno muscular durante un partido de fútbol puede obtenerse de las determinaciones de glucógeno en las biopsias musculares tomadas antes y después del mismo. La diferencia en volumen de glucógeno representa la utilización neta de glucógeno del músculo (turnover de glucógeno), pero no muestra el intercambio de glucógeno total, ya que la resíntesis de glucógeno ocurre probablemente durante el reposo y los períodos de ejercicio de baja intensidad durante un partido (Nordheim y Vollestad, 1990).

El glucógeno intramuscular (en ambos tipos de fibras, I y II), la degradación de los TAG, y el consumo en las piernas de glucosa y AGL plasmáticos, es incrementado durante el ejercicio intermitente.

En un estudio sueco, las concentraciones medias de glucógeno muscular en el muslo de cinco jugadores fueron 96, 32 y 9 mM/kg de peso magro, en el descanso y después de un partido amistoso, respectivamente. También se descubrió que los jugadores con un reducido contenido de glucógeno en sus músculos del muslo al comienzo del partido recorrían 25% menos distancia que los demás. Una diferencia todavía más marcada se observaba para la velocidad de carrera: los jugadores con bajo contenido de glucógeno recorrían el 50% de la distancia total caminando y el 15% a velocidad superior, en comparación con el 27% caminando y el 24% carrera de sprints para los jugadores con grandes niveles iniciales de glucógeno muscular (Saltin, 1973).

La alimentación precedente, el nivel de entrenamiento y los factores del medio ambiente también influencian la selección del combustible durante el ejercicio. La utilización del glucógeno muscular y de la glucosa originada en la sangre por parte de los músculos activos se incrementa con el aumento de la intensidad del ejercicio (Romijn y cols., 1993). Con el incremento de la duración del ejercicio, declina la contribución del glucógeno, mientras que la de la glucosa de la sangre aumenta (Romign y cols., 1993).

Hay una pronunciada utilización de glucógeno en los músculos de las piernas durante un partido. La depleción de glucógeno es un factor potencial de contribución para la fatiga durante un partido de fútbol, y puede limitar la capacidad de los jugadores para mantener la performance de carrera en alta intensidad, especialmente durante los últimos momentos de un partido. Se afirma que con una disponibilidad aumentada de CHO anterior a, y durante el ejercicio, da como resultado una mejor performance (Costill y Hargreaves, 1992).

Se puede concluir que un partido de fútbol resulta en una alta dependencia de las reservas de los CHO endógenos, factor que se relaciona altamente con la alimentación.

Niveles de lactato

La glucólisis en los músculos parece ser activada y el lactato ser formado casi inmediatamente una vez que comenzó el ejercicio (Hultman y Sjoholm, 1983; Boobis, 1987). Además se produce un alto índice de lactato continuamente durante el ejercicio intenso. La concentración de lactato en la sangre es a menudo usada como indicador de la producción de energía anaeróbica lactácida en fútbol.

Los niveles de lactato sanguíneo varían a lo largo del juego (de 4 a 8 mM/l), y por momentos podrían llegar a niveles que superan los 8 mM/l: los esfuerzos por encima de esta intensidad requerirán mayores períodos de recuperación para que el lactato producido pueda ser removido de la sangre.

Los menores niveles de lactato observados inmediatamente luego del partido, en comparación con los registrados al final del primer tiempo, reflejan tanto el aumento en el uso proporcional de grasa como combustible por parte de los músculos activos a medida que progresa el juego, así como a la disminución en la intensidad de esfuerzo, como evidencia de la ocurrencia de la fatiga.

Puede haber grandes diferencias entre sujetos en la producción de lactato, ya que la cantidad de ejercicio de alta intensidad en un partido depende de factores como la motivación del jugador, el estilo de juego, las tácticas y estrategias. Este último factor puede explicar también diferencias importantes entre equipos y partidos, por ejemplo, se observaron valores medios más altos de lactato sanguíneo cuando los equipos utilizaron marca hombre a hombre en comparación con la defensa en zona (Gerisch y cols., 1988).

Existe evidencia creciente que el lactato, derivado de la caída del glucógeno muscular y de la glucosa sanguínea, es un importante intermediario metabólico, siendo potencialmente tanto un sustrato para el metabolismo oxidativo en el músculo cardíaco y en la musculatura esquelética, además de un precursor gluconeogénico (Brooks, 1991).

Frecuencia Cardiaca

En un estudio realizado en el Campeonato Nacional de 1ª División de Costa Rica se vio que los jugadores se mantuvieron a intensidades de juego en un rango de 83 a 91% de la FC máx. como promedio. También se encontró que el jugador pasa más de la mitad del tiempo de juego a una intensidad superior al 85% de su FC máx., desde un 45% hasta un83% del tiempo de juego, dependiendo de la posición del jugador y del partido analizado (Solano y cols., 2000).

La FC tiene un promedio cercano a los 170 lat/min. Ésta podría permanecer a este nivel hacia el final del juego, a pesar de una caída en la intensidad. Esto podría reflejar el rol del sistema circulatorio en la regulación de la temperatura corporal y la prevención de golpes de calor, así como en el transporte de oxígeno a los músculos activos.

La FC se elevará más allá de la normal relación FC - VO_2, por ejemplo durante las condiciones estáticas, durante ejercicios con grupos musculares pequeños y bajo tensión emocional y de temperatura (Ästrand y Rodahl, 1986). Sin embargo, la sobreestimación del VO_2 debido a estos factores parece ser poco importante en el fútbol, ya que domina el ejercicio dinámico con grandes grupos musculares y la intensidad del ejercicio es regularmente alta. Así, el ritmo de trabajo relativo promedio en un partido de fútbol parece ser aproximadamente el 70% del VO_2 máx.

A primera vista este valor parece alto, ya que se ha observado que el jugador está de pie o camina durante casi la mitad del partido. Sin embargo, los jugadores realizan muchas actividades que requieren de energía que no se detectan mediante el análisis de la distancia recorrida en el partido, es decir, aceleraciones, cambios de dirección, desaceleraciones, saltos y contracciones musculares estáticas.

Fuente	F.C (Lat * Min)	Medición
Seliger	160	Juego Modelo (10')
Seliger	165	Partido Modelo (10')
Reilly	157	Partido Entrenamiento
Ogushi	161	Partido Amistoso (90')
Ali y Farrally	169	Partido Amistoso (90')

Tabla 15. *Valores de frecuencia cardiaca en futbolistas durante un partido de fútbol. (Autores varios).*

Estudio	Equipo	1° Tiempo	2° Tiempo
Agnevik	1° Div. (Suecia) 2° Div. (Suecia)	4.9 ± 1.9	4.1 ± 1.3
Smaros 1986	2° División 3° División 4° División	8.5 (5.1-11.5) 5.5 (3-12.6) 4 (1.9-6.3)	6.6 (3.2-8) 3.9 (1-8.5)
Rhole y Espersen 1988	1° y 2 ° División	5.1 ± 1.6	3.9 ± 1.6
Bansgbo 1991	1° y 2° División Dinamarquesa.	4.9 (2.1-10.3)	4.4 (2.1-6.9)
Bansgbo 1994	Partido De Liga De Dinamarca.	2.6 (2.0-3.6)	2.7 (1.6-4.6)

Tabla 16*. Aunque en nuestra investigación no hallamos evaluado lactato, pero de manera informativa a continuación presentamos datos sobre la dinámica del lactato durante y después de un partido de fútbol (Mmol/L).*

ESTUDIOS QUE RELACIONAN MASAS CORPORALES CON POTENCIA AERÓBICA Y ANAERÓBICA

En un estudio sobre 61 futbolistas profesionales que entrenaban regularmente se encontró una correlación de 0.56 entre la Potencia Anaeróbica medida por el test de 40´´ y la masa muscular (MM). Determinada por la aplicación del método Drinkwater y Ross (Narváez Perez, Alvarez Casado, Zabala, Barbieri; 1984). Además se encontró una r= 0.65 entre potencia anaeróbica y longitud de miembros inferiores y entre esta última y la Masa Muscular una r= 0.73.

En un trabajo de comparación de Potencia Anaeróbica y variables antropométricas (Huck, 1992), con 38 voleibolistas de equipos nacionales sudamericanos, se encontró que las diferencias halladas entre los grupos en la producción de Potencia anaeróbica se debió a las diferencias existentes en las masas corporales. Las diferencias en la kg MM fue significativa con f =7.66 a favor con el equipo con mejores resultados en la producción de Potencia Anaeróbica.

En una investigación sobre futbolistas amateurs (Club Velez Sarfield) de 7° Y 6° división (16 – 17 años) se encontró una buena correlación, r =0.82, entre la masa magra y la Potencia Anaeróbica (test de saltar y alcanzar, fórmula de Lewis), no así los tests de 40 segundos - la masa magra r =0.45; y masa magra - 50 mts; r = -0.42.

También se correlacionó % Tejido Adiposo y Cooper encontrando una r =-0.2. En un trabajo de Tesis (Licenciado Cordero., 1995) se Correlacionó en 40 Basquebolistas la Potencia Anaeróbica el % de MM. Los resultados fueron los siguientes: Saltar y Alcanzar – % MM: r = 0.37 (P<0.005); 40 Segundos (Wingate test) - % MM: r = 0.1 (P<0.001).Cuando se los dividió por grupos se encontró los siguientes resultados:

Grupo 1: Saltar y Alcanzar (S y A) - % MM r = 0.3; Grupo 2: S y A- % MM r = 0.57; Grupo 4: S y A - % MM r = 0.4.

Wisloff, Helgerud, Holff, con jugadores de elite perteneciente a la Liga de Noruega, realizaron correlaciones entre VO_2 máx y Masa Corporal (Body Mass); encontrando una r =0.75. También relacionaron VO_2 máx y Fuerza máxima (90° sentadilla) obteniendo una r =0.67. En jugadores de fútbol universitarios (20 y 25 años) se halló una r = 0.64 a 0.78 entre Fuerza de piernas y Masa Libre de Grasa (Fat Free Mass) (p<.001), una r = -0.6 a -0.74 entre % de Tejido Adiposo y Fuerza de Piernas (Máquina isokinetica) (p<.001).

El Centro de Osteopatía Médicas, Bs. As, Argentina, (Wittich A, Oliveri MB) realizó en jugadores de fútbol y sujetos control una correlación entre la edad y el porcentaje de grasa corporal (by dual X-ray absorptiometry). Encontrando una r = 0.53 P<0.001. para jugadores de fútbol y r =0.13 P<0.01para sujetos control.

Por otro lado, la Federación de Fútbol Italiano y asociación de árbitros Italianos (Castagna C, D´ Ottavio, S) se relacionó el VO_2 máx en términos relativos ml x kg^{-1} x min^{-1} y absolutos l/min. con la distancia recorrida durante todo el juego; VO_2 máx. relativo r = 0.77 y VO_2 máx. absoluto r =0.87. También se correlacionó el tiempo que permanecían inmóviles durante el match, encontrando: VO_2 máx. relativo r =-0.85 y VO_2 máx. absoluto r =-0.86.

Bangsbo en 20 futbolistas, correlacionó la distancia cubierta en el test intermitente y distancia cubierta durante un match encontrando una r =0.16. Luego correlacionó al mismo test con lo recorrido durante el match pero a alta intensidad, encontrando una r =0.70. De otra manera, Al-Hazzaa HM, y col. en jugadores de fútbol de Arabia Saudita encontraron una relación inversa entre el VO_2 máx y Pico de potencia (peack power, Wingate anaerobic test) r =-0.54; P<0.05. y una relación positiva con Pico de potencia en 30´´ r =0.45; P<0.005

En la de la Copa América 95' (SOKIP, 1995) se realizó un análisis estadístico, encontrando correlaciones significativas entre endomorfismo (el componente endomórfico del somatotipo se refiere a la adiposidad relativa del sujeto) y la distancia total cubierta en el modo "caminando" r =-0.66, P<0.05. No se observaron correlaciones significativas para ninguna de las otras relaciones entre las variables antropométricas y perfiles de esfuerzos. De igual manera, analizando futbolistas sudamericanos se encontró una r =0.43 entre Masa Corporal y la distancia total recorrida durante un partido de fútbol (Distancia =9020 mts) (P<0.05). También una r =0.53 entre MM Y Distancia total recorrida durante el partido de fútbol (P <0.05) (Reilly, Cárter JE, Rienzi, Martin A)

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es analítico - descriptiva y de tipo transversal.

CARACTERÍSTICAS Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

El club Atlético Lanús se encuentra participando en Primera División “A”, y el 80 % del plantel profesional es proveniente del Fútbol Juvenil (antes llamado Fútbol de Inferiores). Este comienza a los 12 años con la Pre-Novena, participando en el torneo organizado por A.F.A. El plan de trabajo en el desarrollo físico es coordinado por Profesores en Educación Física, hasta llegar a 4° División. Este plantel de sujetos esta integrado por jugadores del interior del país y también de la Provincia de Buenos Aires. Para el desarrollo de la muestra se tomaron jugadores de fútbol pertenecientes a 5° División, 4° División y Reserva del Club Atlético Lanús. Cabe aclarar que solamente se estudiaron aquellos sujetos que realizaban la práctica de fútbol con el cuerpo técnico del fútbol juvenil. La selección de la muestra es intencional, está compuesta por jugadores que tienen mayor continuidad en el juego y aquellos que tienen una antigüedad mayor a 2 años en este mismo club. La muestra incluyó a 31 sujetos; 4 arqueros, 10 defensores, 10 volantes y 7 delanteros.

VARIABLES INCLUIDAS EN EL ESTUDIO

Variables Directas

Peso (kg), talla (cm), talla sentado (cm), pliegues, perímetros, altura en el test de Saltar y Alcanzar (cm), metros en el test

de 40 seg, tiempo en el test de 60 mts (seg) y metros en el test de Cooper.

Variables Indirectas

Edad cronológica, % masa muscular, % masa grasa, VO_2 máximo, potencia anaeróbica (watts), masas grasa (kg) y masa muscular (kg).

PROTOCOLO PARA LAS EVALUACIONES FUNCIONALES

POTENCIA AERÓBICA

TEST DE COOPER

El ejecutante debe correr/caminar el tiempo total de 12 minutos, la mayor distancia posible, en una pista marcada cada 10 mts, el evaluador registra los metros recorridos. La fórmula aplicada para la obtención del consumo de oxígeno es la siguiente:

VO_2 máx. (ml x kg^{-1} x min^{-1}) = (DIST. 12 min (mts) – 504) / 45

POTENCIA ANAERÓBICA LÁCTICA

TEST DE 40 SEGUNDOS

Prueba administrada por dos evaluadores (A y B), el evaluador A ubicado a la altura de la línea de partida con brazo en alto, B en posesión del silbato y cronómetro marca la finalización de la prueba, ubicado en el borde externo de la pista a la altura de 250 mts. El ejecutante de pie sobre la línea de partida, a la señal del evaluador A (¡listo….ya!), Inicia la prueba debiendo correr en 40´´ la mayor distancia posible. Lo hará a la carrera y máxima velocidad.

POTENCIA ANAERÓBICA ALÁCTICA

TEST DE SALTAR Y ALCANZAR CON IMPULSO

El ejecutante de pie frente a una pared; brazos al costado del cuerpo, planta de los pies totalmente apoyadas en el piso, la punta de los pies deben tocar la pared, la punta de los dedos de la mano impregnados con tiza o humedecidas con agua. Evaluador de pie sobre una silla ubicada al lado del ejecutante. El ejecutante extiende ambos brazos hacia arriba y marca en la pared con la punta de los dedos mayores. Luego manteniendo los dos brazos en alto se separa aproximadamente 30 cm de la pared ubicándose de perfil a la misma; toma impulso por medio de una semi flexión de piernas, pudiendo bajar brazos salta buscando la máxima altura y con el dedo medio de la mano más próxima a la pared toca la misma lo más alto posible. Tres tentativas y se registra la mejor.

FORMULA PARA LA PREDICCIÓN DE LA POTENCIA ANAERÓBICA (SAYERS 1999)

POTENCIA (WATTS) = 48.3 x COUNTER MOVEMENT JUMP (cm) + 50.1 x PESO (kg) –1980; $r^2 = 0.74$; SEE =631.9

TEST DE 60 METROS

Prueba administrada por dos evaluadores A y B, el ejecutante de pie ubicado inmediatamente detrás de la línea de partida. El evaluador A ordena la iniciación de la prueba a la voz de ¡listo……ya! , simultáneamente baja el brazo que mantenía levantado.

El evaluador B acciona el cronómetro y el ejecutante corre los 60 mts. a la máxima velocidad posible. El evaluador detiene el cronómetro en el instante que el ejecutante cruza la línea de llegada.

INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se utilizó una ficha dividida en dos partes. Una para la obtención de datos Antropométricos (Ver Anexo A) y la otra para el registro de las evaluaciones funcionales (Ver Anexo B).

Los instrumentos para este trabajo de investigación son:

- Cronómetros.
- Pinza de pliegues. Marca Harpenden. Modelo HSK-BL.

- Cinta Lufkin de 3 metros de longitud. (Precisión: 0.1 cm)
- Balanza CAM (Tipo Báscula, precisión 0.1 kg)
- Tallímetro Stanley.
- Pista de 400 mts.

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

- Medias y desvío estándar para valores de referencia.
- Se usó r de Person para las correlaciones entre variables antropométricas y funcionales.
- Se realizó t de Student, para la división de los grupos con mayor y menor % MM - % MG; y los valores alcanzados en sus respectivos tests.
- ANOVA a una vía (one way) para comparaciones por puesto, tanto para capacidades funcionales como antropométricas (Software SPSS 10.0, Tukey HSD).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

- **Etapa 1:** Selección del tema, Revisión bibliográfica que se relacionen con dicho tema y elaboración del protocolo de las evaluaciones.
- **Etapa 2:** Toma de las evaluaciones. (2 semanas para las evaluaciones de campo y 2 semanas para las mediciones antropométricas).
- **Etapa 3:** Desarrollo de los objetivos, hipótesis.
- **Etapa 4:** Recolección de información.
- **Etapa 5:** Elaboración del marco teórico.
- **Etapa 6:** Análisis estadístico.
- **Etapa 7:** Elaboración de los resultados y conclusiones.
- **Etapa 8:** Presentación del trabajo.

RESULTADOS

Se obtuvieron los valores medios y desvíos estándares de la muestra de 31 futbolistas evaluados de todas las variables mencionadas en Materiales y Métodos. Los resultados generales se presentan en las Tabla 17 para los variables antropométricas y en la Tabla 18 para las variables funcionales.

Variables	Media y Desvío	C.V. %
Edad Milesimal (años)	18.64 ± 0.18	1.00
Peso (kg)	72.25 ± 5.48	7.59
Talla (cm)	175.2 ± 5.23	2.98
Talla Sentado (cm)	89.58 ± 2.44	2.72
Masa Muscular (kg)	32.04 ± 3.05	9.52
Masa Grasa (kg)	17.14 ± 2.70	15.79
% Masa Muscular	43.22 ± 1.29	2.99
% Masa Grasa	23.84 ± 2.19	9.21
Suma de Pliegues(mm)	92 ± 14.01	15.22

Tabla 17. *Resultados de las variables antropométricas.*

Variables	Media y Desvío	C.V %
Cooper (mts)	3097 ± 75.94	2.45
40 segundos (mts)	303 ± 5.08	1.67
60 metros (seg)	8.19 ± 0.08	1.00
Press Banca (kg)	70.2 ± 5.18	8.28
VO_2 máx. (ml x kg^{-1} x min^{-1})	57.63 ± 1.68	2.92
Saltar y Alcanzar (cm)	61.15 ± 2.71	4.43

Tabla 18. *Resultados de las variables funcionales.*

Por otro lado, a continuación se muestran los resultados obtenidos del análisis de coeficiente de correlación de Pearson (Ver tablas 19 y 20):

En primer lugar se correlacionó la variable antropométrica % MM y los tests que predicen la PAA y PAL. Se encontró una fuerte correlación en: % MM vs S y A (expresado en centímetros) r = 0.80; también se encontró una alta correlación negativa en % MM vs 60 mts (expresado en segundos) r = –0.73. Se hallaron correlaciones débiles en % MM vs 40 seg (expresado en metros) r = 0.28, % MM vs PAA (expresado en watts) r = 0.44.

% Masa Muscular	40 seg (mts)	60 mts (seg)	S y A (cm)	PAA (watt)
Pearson	0.28	-0.73	0.80	0.44
P	0.12	0.001	0.001	0.01

Tabla 19. *Correlación entre % MM y Variables Funcionales.*

De otro modo se realizó la correlación de la variable antropométrica % MG con los tests que predicen PA, PAA y PAL, encontrando una correlación débil con las tres variables funcionales; % MG vs COOPER (expresado en mts) una r =-0.26; % MG vs 40 seg r = -0.37; % MG vs S y A r = -0.25.

% Masa Grasa	Cooper (mts)	40 seg (mts)	S y A (cm)
Pearson	-0.26	-0.37	-0.25
P	0.18	0.03	0.18

Tabla 20. *Correlación entre % MG y Variables Funcionales.*

Para un análisis más profundo de la influencia de las masas corporales se dividió a la cantidad de sujetos estudiados en la posición que normalmente ocupan dentro del campo de juego, se realizo las correlaciones entre las variables % MM y los Tests 40 seg, 60 mts, S y A y PAA (para cada posición de juego) encontrando los siguientes resultados (ver Tabla 21):

En Arqueros (ARQ) se obtuvieron correlaciones estadísticas fuertes entre % MM vs 60 mts r = -0.85; % MM vs S y A r = 0.84; % MM vs PAA r= 0.92; encontrando un débil resultado en % MM vs 40 seg r= 0.33.

En Defensores (DEF) también se manifestó correlaciones altas entre % MM vs 60 mts r = -0.75; % MM vs S y A 0.90; encontrando las correlaciones más bajas en % MM vs PAA r = 0.49 y % MM vs 40 seg r= 0.44.

En Mediocampistas (MED) los más altos resultados se lograron entre % MM vs 60 mts r = -0.85; % MM vs S y A 0.89; % MM vs PAA r = 0.76; y encontrando una my débil correlación en % MM vs 40 seg r = 0.17.

En Delanteros (DEL) las correlaciones más fuertes se manifestaron entre % MM vs 40 seg r = 0.73; % MM vs 60 mts r = -0.69; % MM vs S y A 0.90; logrando la relación más débil en % MM vs PAA r = 0.27.

Referencias: 1) Arq - 2) Def - 3) Med - 4) Del					
% Masa Muscular		40 Seg(mts)	60 Mts (seg)	S Y A. (cm)	PAA (watts)
	1	0.33	-0.85	0.84	0.92
	2	0.44	-0.75	0.90	0.49
	3	0.17	-0.85	0.89	0.76
	4	0.73	-0.69	0.90	0.27

Tabla 21. *Correlaciones entre % MM y variables funcionales por posición de juego.*

De igual manera que lo anterior pero esta vez se correlacionó la variable % MG con el test de Cooper, 40 seg, S y A (para cada posición de juego) encontrando los siguientes resultados (Ver Tabla 22):

En ARQ se obtuvo una correlación fuerte entre % MG vs 40 seg r= -0.95; las demás correlaciones se manifestaron muy débiles.

En DEF se obtuvo una correlación media entre % MG vs 40 seg r= -0.69, manifestando muy bajas relaciones con las demás variables.

En MED y DEL se obtuvieron correlaciones débiles con todas las variables.

Referencias: 1) Arq - 2) Def - 3) Med - 4) Del				
% Masa Grasa		Cooper (mts)	40 Seg (mts)	S y A (cm)
	1	-0.28	-0.95	-0.27
	2	0.14	-0.69	0.14
	3	-0.28	-0.47	-0.28
	4	-0.20	0.14	-0.20

***Tabla 22**. Correlaciones entre % MG y variables funcionales por posición de juego.*

Se dividió el total de los casos en dos grupos utilizando la mediana, Grupo A (n =16) los que tenían mayor % MM 46.49 ± 1.91 y Grupo B (n =15) los que tenían menor % MM 39.66 ± 3.21, destacando que se presentó diferencia significativa (t = 13.5, *P* <0.0001) (Ver Gráfico 1).

Se utilizó como análisis t de Student para determinar si se presentaban diferencias significativas entre estos grupos con sus respectivos tests, de tal modo que en el test de 40 seg no se encontraron diferencias significativas (Grupo A 301.13 ± 7.87 y Grupo B 300.33 ± 6.14); pero cabe aclarar que se encontraron diferencias significativas en las demás variables funcionales a favor del Grupo A. En 60 mts (seg) Grupo A 8.04 ± 0.20 vs Grupo B 8.39 ± 0.35 (t = - 4.08, p .001); S y A (cm) Grupo A 63.40 ± 2.53 vs Grupo B 58.86 ± 2.74 (t = 8.1, p .0001); PAA (watts) Grupo A 4651.01 ± 396.50 vs Grupo B 4415.35 ± 299.67 (t = 2.73, *P* <0.02).

VARIABLES FUNCIONA-LES	GRUPO "A" Mayor % MM	GRUPO "B" Menor % MM				
	% 46.49 ± 1.91	% 39.66 ± 3.21				
	Media y Ds	***Media y Ds***	***t***	***sig***	***difer.***	***%***
40 SEG (mts)	301.13 ±7.87	300.33 ± 6.14	0.3	ns	0.80	0.2
60 MTS (seg)	8.04 ± 0.20	8.39 ± 0.35	- 4.08	0.001	- 0.35	- 4.3
S y A (cm)	63.4 ± 2.53	58.86 ± 2.74	8.1	0.000	4.54	7.1
PAA (watts)	4651.01 ± 396.50	4415.35 ± 299.67	2.73	0.02	235.66	5.0

***Tabla 23.** Grupo A - Grupo B, el % MM y las variables funcionales.*

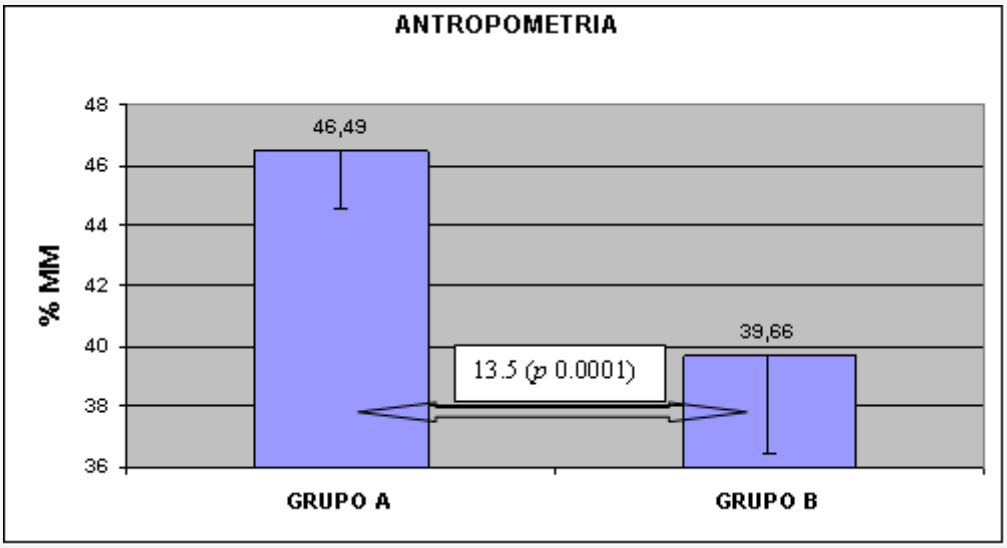

Gráfico 1

En otro sentido se utilizó la mediana para % MG, en donde el Grupo A (n =16 casos) es el que presenta mayor % MG 25.18 ± 2.39 y Grupo B (n = 15 casos) el que menor % MG presenta 21.19 ± 0.86, encontrando diferencia significativa (t = 9.41, *P*<0.0001) (Ver Gráfico 2). Se realizo t Student entre estos grupos con sus respectivos tests funcionales, encontrando solamente diferencias significativas en el test de 40 segundos (mts) a favor del grupo con menor % MG (Grupo A 297.86 ± 7.57 vs Grupo B 303.26 ± 5.41) (t = - 2.27 *P* <0.04).

No se encontraron diferencia significativa en Cooper (mts), Grupo A 3102.00 ± 139.19 vs Grupo B 3135.33 ± 135.64; S y A (cm), Grupo A 57.67 ± 3.08 vs Grupo B 58.41 ± 3.02 (ver Tabla 24).

VARIABLES FUNCIONALES	GRUPO "A" Mayor % MG	GRUPO "B" Menor % MG				
	% 25.18 ± 2.39	% 21.19 ± 0.86				
	Media y Ds	*Media y Ds*	*t*	*sig*	*difer.*	*%*
Cooper (mts)	3102.00 ± 139.19	3135.33 ± 135.64	- 0.63	ns	- 33.3	- 1.07
40 SEG (mts)	297.86 ± 7.57	303.26 ± 5.41	- 2.27	0.04	- 5.37	- 1.8
S y A (cm)	57.67 ± 3.08	58.41 ± 3.02	- 0.63	ns	- 0.74	- 1.2

***Tabla 24**. Grupo A - Grupo B, el % MG y las variables funcionales.*

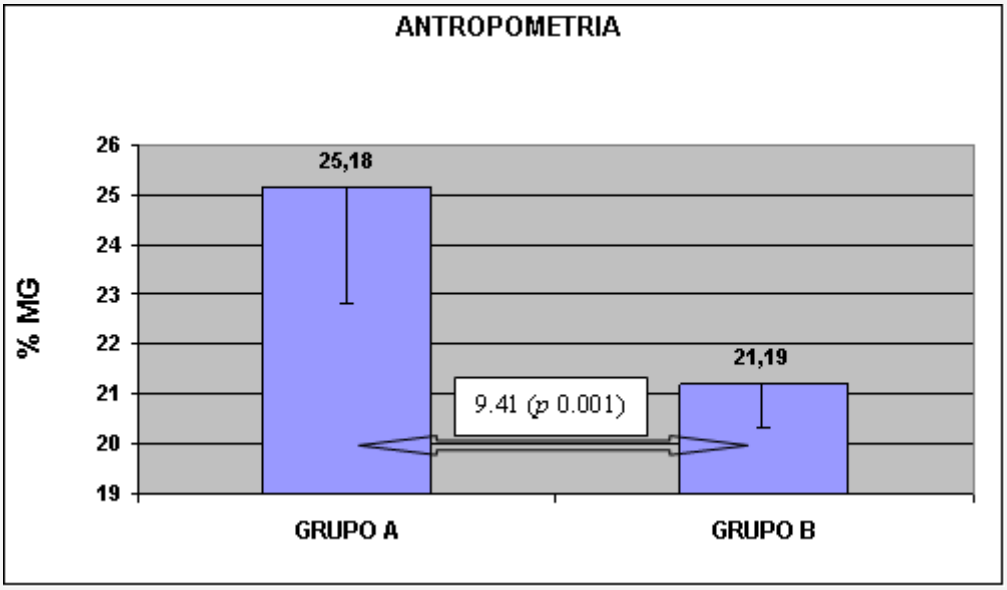

Gráfico 2

Se realizó análisis de varianza (One Way) entre los diferentes puestos para determinar diferencias significativas antropométricas entre ellos, a través de Tukey HSD Test.

En las variables morfológicas (Tabla 25) se encontraron las siguientes diferencias: Peso F 9.25 (*P*< .0001) para ARQ vs DEF, MED y DEL; Talla F 3.25 (*P*<0.037) para ARQ vs MED, DEL; Talla Sentado F 3.05 (*P*<0.45) ARQ vs DEF, MED, DEL; Masa Muscular F 4.55 (*P*<0.01) ARQ vs DEF, MED, DEL; Masa Grasa F 8.51 (*P* <0.0004) ARQ vs DEF, MED, DEL; % MG 4.38 (*P*<0.01) ARQ vs DEF, MED, DEL.

No se encontraron diferencias significativas en Edad Milesimal (F 0.4) y en % MM (F 0.39).

VARIABLES	ARQ.	DEF.	MED.	DEL.	F	p
Edad Milesimal	18.60 ± 1.25	18.89 ± 1.07	18.44 ± 0.52	18.61 ± 0.94	Ns	0.75
Peso (kg)	80.40 ± 3.07	69.85 ± 4.15	68.5 ± 3.32	70.14 ± 4.75	9.25	0.0001
Talla (cm)	183 ± 5.13	173.4 ± 5.83	172.3 ± 3.32	172.1 ± 7.51	3.25	0.037
T.Sentado (cm)	93.23 ± 3.25	88.86 ± 2.29	88.3 ± 3.20	87.96 ± 3.55	3.05	0.05
M. Musc. (kg)	36.40 ± 4.16	29.73 ± 3.76	28.56 ± 3.9	31.24 ± 3.05	4.55	0.01
M. Grasa. (kg)	21.20 ± 3.48	15.82 ± 1.32	15.91 ± 1.55	15.64 ± 3.37	8.51	0.0004
% MM	44.04 ± 4.46	42.52 ± 4.52	42.58 ± 4.62	44.52 ± 4.14	Ns	0.76
% MG	27.1 ± 4.41	22.65 ± 1.87	23.15 ± 1.79	22.44 ± 2.18	4.38	0.01

Tabla 25. *Diferencias antropométricas por posición de juego.*

En las variables Funcionales (Tabla 26) solo se encontraron diferencias significativas en: Potencia Anaeróbica (Watts) F: 9.97 (P<0.0001) para ARQ vs DEF, MED, DEL.

No se encontraron diferencias significativas en Cooper (F 2.72), 40 segundos (F 0.64), 60 mts (F 0.61), VO_2 máx. (F 2.7), Saltar y Alcanzar (F 2.3).

VARIABLES	ARQ.	DEF.	MED.	DEL.	F	p
Cooper (mts)	3025 ± 133	3200 ± 128	3105 ± 137	3058 ± 95.3	Ns	0.064
40 segundos (mts)	298.8 ± 2.99	303 ± 5.08	298.7 ± 10.3	301 ± 4.41	Ns	0.590
60 metros (seg)	8.1 ± 0.08	8.18 ± 0.39	8.3 ± 0.37	8.2 ± 0.25	Ns	0.61
VO2 máx. (ml*kg-1*min-1)	56.0 ± 2.96	59.9 ± 2.84	57.80 ± 3.02	56.8 ± 2.12	Ns	0.063
S y A (cm)	65.0 ± 2.94	60.8 ± 3.61	60.10 ± 2.81	60.1 ± 4.67	Ns	0.09
P. A. (watts)	5186.3 ± 252.26.46	4574 ± 319.13	4244.7 ± 241.09	4343.6 ±254.96	9.97	.0001

Tabla 26*. Diferencias funcionales por posición de juego.*

DISCUSIÓN

Análisis de las características generales del grupo

En cuanto a las variables antropométricas, se encontró que los valores medios en talla de pie de los futbolistas amateurs de Lanús (LA) no eran diferentes cuando se las comparo con muestras de futbolistas profesionales (Ver gráfico 3). Es muy posible que la talla no limite a los jugadores de fútbol en el rendimiento general, pero un mayor tamaño corporal absoluto favorecería a un futbolista en acciones individuales tales como las del contacto con la cabeza, juego aéreo, cubrimiento del balón, etc.

También se comparó la media del peso corporal (Ver gráfico 4) con le media de SOKIP (Futbolistas sudamericanos de elite 95) y la Selección de Brasil Campeona del mundo en 1994 (datos no publicados) encontrando diferencias significativas. Pero por otro lado no se encontraron diferencias cuando los comparamos con futbolistas pertenecientes a la Liga de España.

De tal modo, queda claro que el menor tamaño corporal podría ser un impedimento para algunos jugadores en determinadas posiciones para acceder a un mayor nivel de competencia. Pero cabe aclarar que no siempre el tamaño corporal del equipo es proporcional al resultado deportivo, debido a la gran variabilidad en la composición corporal y al nivel de entrenamiento y/o técnica.

Gráfico comparativo en Talla de Lanús con diferentes muestras

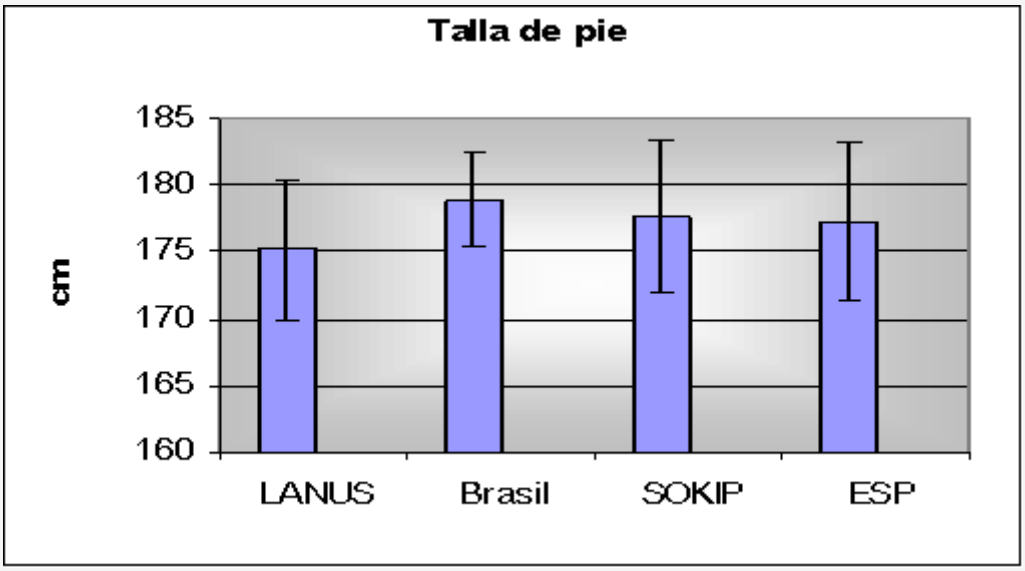

Gráfico 3. *LANUS: futbolistas de Lanus, n= 31; BRASIL: Selección Campeona del mundo 1994, n=19; SOKIP: futbolistas sudamericanos de elite, n=110 (23), ESP: futbolistas de la liga de España 1997, n=16 (Tabla 4).*

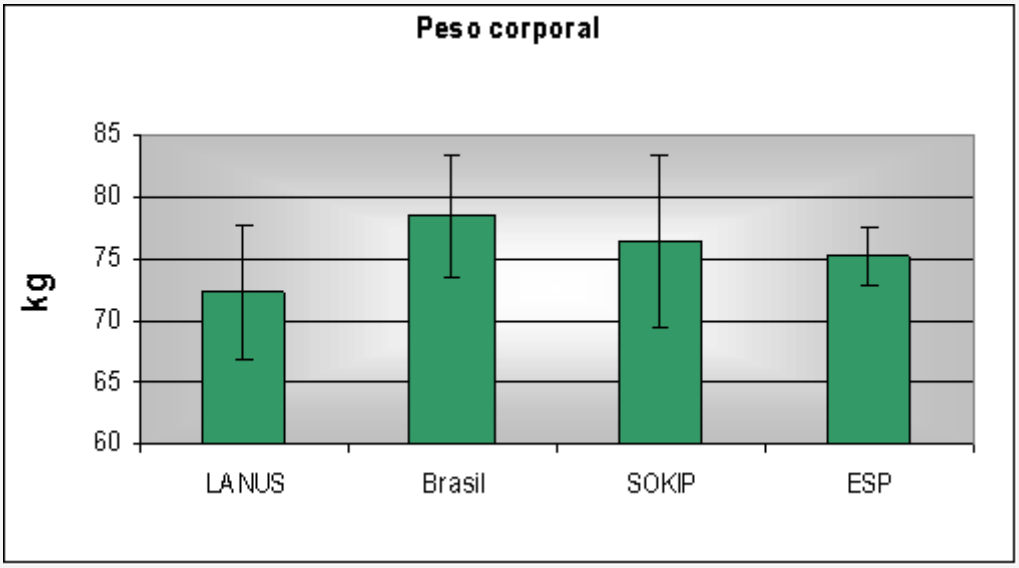

Gráfico 4. *Gráfico comparativo en Peso Corporal de Lanús con diferentes muestras. LANUS: futbolistas de Lanus, n =31; BRASIL: Selección Campeona del mundo 1994, n =19; SOKIP: futbolistas sudamericanos de elite, n =110 (23), ESP: futbolistas de la liga de España 1997, n =16 (Tabla 4). LANUS vs BRASIL, P<0.05; LANUS vs SOKIP, P<0.05.*

En otro sentido cuando se comparó el % MM (ver gráfico 5) con la media de jugadores de la Selección Nacional del 98´ y se encontraron diferencias significativas. Esto está indicando una menor masa muscular porcentual con respecto a su peso corporal, que podría deberse a que todavía no se ha alcanzado el desarrollo total de dicha masa por tratarse de una muestra de edad juvenil.

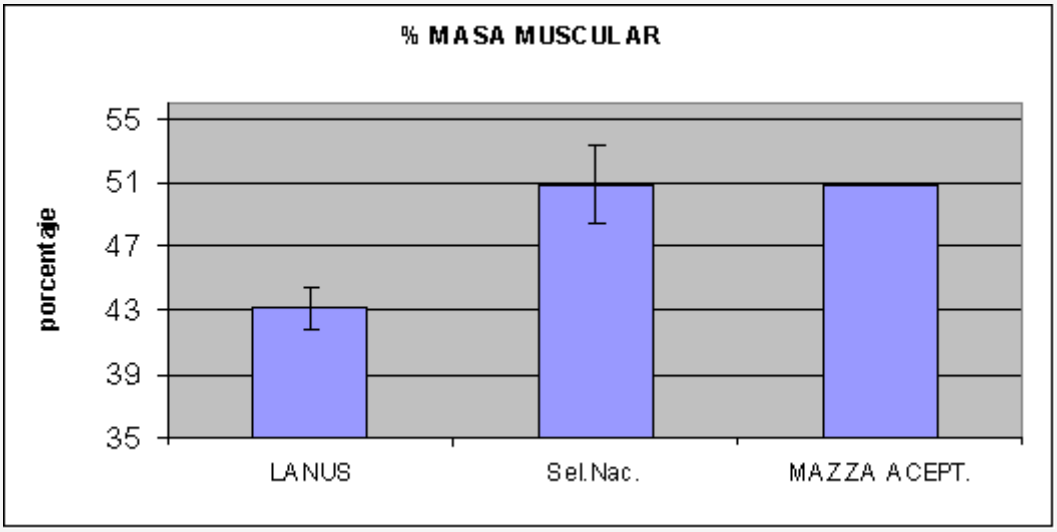

Gráfico 5. *Gráfico comparativo en % MM de Lanús con diferentes muestras. LANUS: futbolistas de Lanus, n= 31; Sel.Nac.: jugadores de la selección nacional mayor, n =12(16); tablas no publicadas por el Dr. Mazza (Tabla 7), el valor que se tomó es Aceptable, MAZZZA ACEPT. LANUS vs Sel.Nac., P<0.05.*

Por otro lado, el % MG fue significativamente mayor cuando se lo comparo con la media de jugadores de la Selección Nacional (Ver gráfico 6). Esto muestra una característica negativa en forma general ya que un alto contenido de grasa esta relacionado con bajos rendimientos. Una forma de comprobar esto fue cuando la muestra se comparó con normas nacionales para deportistas Mazza (datos no publicados). Los deportistas obtuvieron una calificación solo de Aceptable, por lo que es probable que se deba analizar los aspectos nutricionales y los medios de entrenamiento para mejorar dicha

variable.

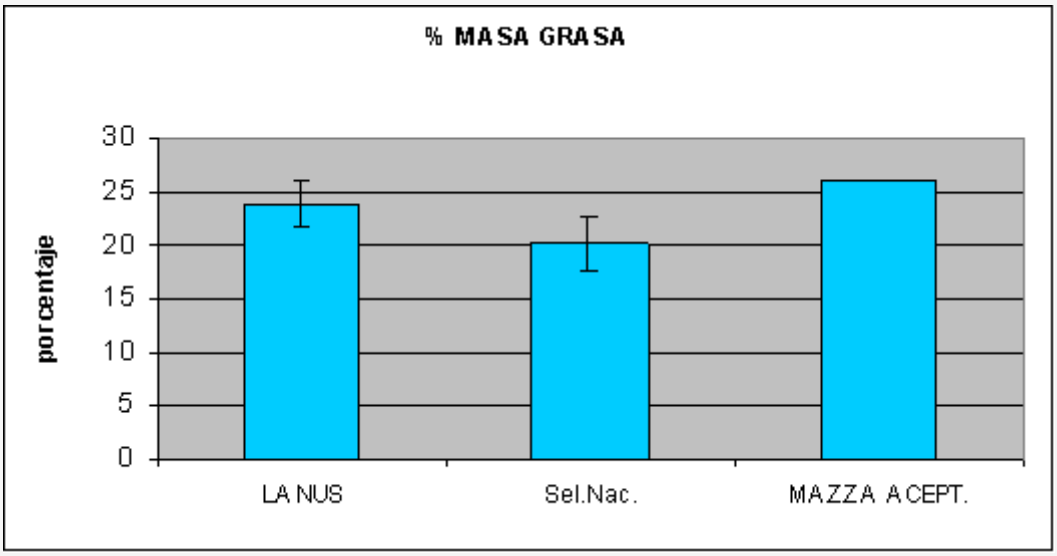

Gráfico 6. *Gráfico comparativo en % MG de Lanús con diferentes muestras.LANUS: futbolistas de Lanus, n= 31; Sel.Nac.: jugadores de la selección nacional mayor, n=12(16); tablas no publicadas por el Dr. Mazza (TABLA 8), el valor que se tomó es Aceptable, MAZZA ACEPT. LANUS vs Sel.Nac., P<0.001.*

En cuanto a las variables funcionales, se encontró que el VO_2 estimado obtenido en este estudio (57.62 ±1.7 ml x kg^{-1} x min^{-1}) se presentó por debajo del limite inferior del rango mencionado por Shephard para futbolistas que es de 60 a 70 ml x kg^{-1} x min^{-1} (5).

Pero por otro lado la media de este estudio se encuentra dentro del rango estimado por Reilly en el 98´ que es de 55 a 69 ml x kg^{-1} x min^{-1}. Aunque este mismo autor considera que para llegar a un nivel de excelencia un futbolista debería tener valores de VO_2 máx por encima de los 60 ml x kg^{-1} x min^{-1}.

Teniendo en cuenta el error típico que puede provocar un método indirecto de medición de Consumo Máximo de Oxígeno como es la estimación a través de la fórmula del test de Cooper podemos decir que se encontraron diferencias significativas con la media de la selección mayor y la selección sub 20 (Ver gráfico 7).

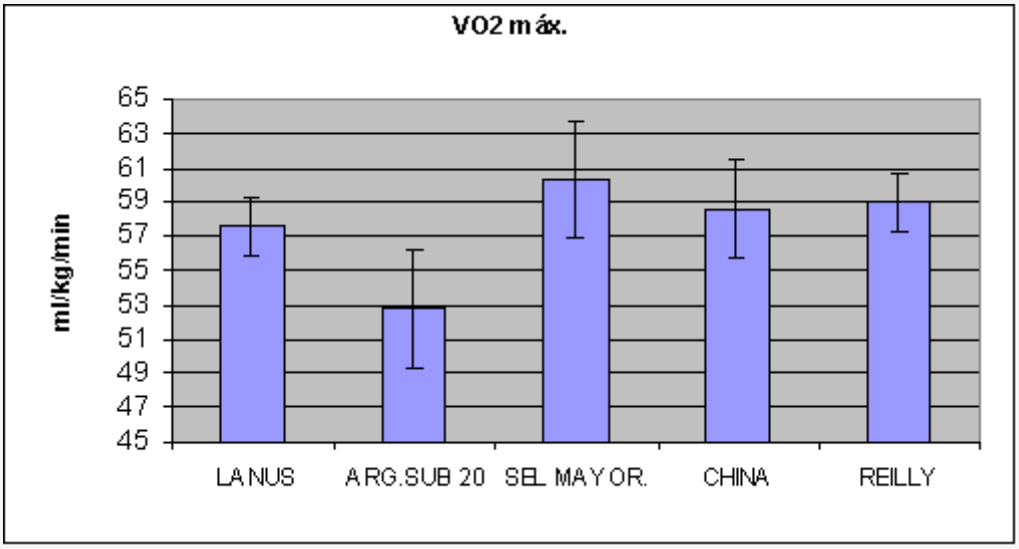

Gráfico 7. *Gráficos comparativos en VO_2 máx. de Lanús con diferentes equipos del mundo. LANUS: futbolistas de Lanus, n =31;*

ARG.SUB20:Selección nacional de argentina sub 20 (TABLA 12), n =20; SELMAYOR: jugadores de la selección nacional mayor(14), n =18; CHINA: Futbolistas juveniles de elite, n =21(11); REILLY: futbolistas juveniles de elite, n=16 (5). LANUS vs ARG.SUB 20, P<0.05., LANUS vs SEL.MAYOR, P<0.05.

Análisis por posición de juego de las variables morfológicas

Se encontraron diferencias significativas en todas las variables antropométricas menos en el % MM entre los grupos por posición de juego (ver tabla 25).

Los de mayor tamaño corporal (peso y talla) fueron los ARQ, encontrando diferencias significativas en peso ($P<0.0001$) con los DEF, MED y DEL y en la talla ($P<0.03$) con MED y DEL. Por lo tanto los ARQ se ubicaron por encima de la media en un 11.35 % en el peso y 4.57 % en la talla. Esta tendencia coincide con los valores observados en jugadores sudamericanos de elite (SOKIP).

Otros estudios (5, 23) también indicaron un mayor tamaño corporal en los ARQ que los jugadores de campo. Esto refleja que en ciertas posiciones del campo de juego es necesario contar con dicho tamaño corporal, debido a las dimensiones del arco y a los altos niveles de potencia que debe realizarse en dicha posición de juego para apoderarse del balón.

En cuanto al % MG los ARQ mostraron diferencias significativas ($P<0.01$) con el resto de los jugadores, ubicándose por encima de la media un 3.26 %. Estos datos coinciden con otros estudios (5, 23, 29).

Se podría esperar que la causa de esta observación sea atribuible a la carga metabólica con menor volumen e intensidad impuesta en los ARQ con respecto a los jugadores de campo en las competencias y/o entrenamientos.

Si bien se menciono anteriormente que no se encontraron diferencias para el % MM es importante destacar que los DEL fueron los que obtuvieron los mayores valores. Esto mismo fue observado en futbolistas sudamericanos de elite (23), cuyos autores concluyen que posiblemente esto se deba a la necesidad de generar altas aceleraciones para definir en forma repetida y generar gran capacidad de salto para el juego aéreo.

Análisis por posición de juego de las capacidades funcionales

Solamente se encontró diferencia significativa en Potencia Anaeróbica alactica expresada en watts (Tabla 26).

En la Potencia Anaeróbica alactica (watts) representada por el test de saltar y alcanzar, los ARQ obtuvieron diferencia significativa ($P<0.0001$) con DEF, MED y DEL. Los ARQ obtuvieron un 13.06 % mayor que la media grupal. Estos resultados son obvios ya que gran parte del éxito deportivo de un arquero esta determinado por su capacidad para generar gestos explosivos de alta calidad.

Como era de esperar los arqueros fueron los que menos VO_2 máx. obtuvieron y los que menos mts recorrieron durante el test de Cooper (aunque sin encontrar diferencias significativas). Los ARQ y DEL se ubicaron por debajo de la media general en el test de Cooper y VO_2 máx.

También como era de esperarse los ARQ fueron los que mostraron un mayor % MG. Sus valores estuvieron por arriba de la media en un 3.26 %. Es obvio que esto pudo repercutir en los tests de rendimiento donde hay que trasladar el peso corporal como Cooper, 40 segundos y consecuentemente en VO_2 máximo calculado, por el problema de cargar con peso "extra".

Era de esperar y así se observo, que los DEF y MED fueron los que más metros recorrieron en el test de Cooper. Esto coincide con la mayoría de las investigaciones publicadas, en donde los MED son los que recorren mayores distancias en las competencias (5, 23, 24, 29, 30, 31, 34), como así también el mejor nivel aeróbico.

En potencia anaeróbica láctica solamente los DEF se ubicaron por encima de la media general.

Si bien en estas variables funcionales no se encontraron diferencias significativas cabe aclarar que en el test de 60 mts los MED y DEL obtuvieron los mejores resultados y que los ARQ fueron los más potentes en el test de saltar y alcanzar.

Análisis de las Correlaciones

Cuando se comparo el % MM y los tests de Potencia Anaeróbica, la correlación más elevada se obtuvo con S y A. La relación disminuyó levemente cuando se lo comparó con el tiempo producido en los 60 mts. Esto indicaría que % MM beneficia principalmente al rendimiento en un test de mínima duración donde no hay gran compromiso metabólico.

De otra manera, no se encontró una buena correlación entre 40 seg y el % MM, pero se conoce que ésta variable de rendimiento está también relacionada con los aspectos metabólicos, como lo son los de tolerancia a la acumulación de lactato en sangre. De igual forma esto es observado en la mayoría de los deportes de alto rendimiento (37).

No hubo en líneas generales, buenas correlaciones entre las variables funcionales y % MG, pero cabe destacar que dichas correlaciones se manifestaron de manera negativa (Ver Tabla 20), por lo que un peso extra de tejido adiposo podría perjudicar el rendimiento alcanzado en los tests funcionales (Ver Tabla 24). Esto coincide con la mayoría de las investigaciones donde existe una relación inversa entre % MG y rendimiento físico durante un partido de fútbol (5, 13, 17, 23, 31).

Análisis de los grupos con mayor y menor % MM y %MG

Con el objetivo de profundizar el análisis de la influencia del tejido muscular sobre el rendimiento, se dividió a toda la muestra en dos grupos. El criterio utilizado para dicha división fue la mediana y se conformo el Grupo A que tenia un mayor % MM y el Grupo B que tenia un menor % MM. Por supuesto se encontraron diferencias significativas ($P<0.0001$) (Tabla 23, gráfico 6).

Cuando se analizaron las diferencias entre los grupos con los correspondientes tests funcionales, se encontraron diferencias significativas en 60 MTS, S y A y PAA (watts) (Tabla 23), siempre a favor del grupo con mayor % MM. Esto muestra que la hipótesis de que una mayor cantidad de masa muscular mejora el rendimiento es cierta, más allá de la calidad del entrenamiento que la misma recibe, que en este caso era la misma para todo el grupo.

Solo en el test de 40 SEG no se encontraron diferencias significativas para ningún puesto de juego. Esto se puede deber a que el grupo no recibía estímulos lactácidos como parte de su trabajo. Es importante destacar que entonces el rendimiento mostrado en el test de 40 seg solo estaría influenciado por los factores genéticos ya que los arqueros tenían un rendimiento similar a los otros puestos de juego.

Por lo tanto es probable que se deba contar con una cantidad porcentual mínima de masa muscular para obtener resultados importantes en los tests y acciones de PAA como por ejemplo es un salto y sprints.

De igual manera, se dividió al grupo en el % MG utilizando la mediana y se conformo un Grupo A que tenia el mayor % MG y el Grupo B que contaba con un menor % MG. Se encontraron diferencias significativas ($P<0.0001$) (Tabla 24, gráfico 2).

De tal modo, se compararon los grupos con sus respectivos tests funcionales, encontrando únicamente diferencia significativa en el test de 40 SEG a favor del grupo con menor % MG, no así en los tests de Cooper y S y A (Tabla 24). Este resultado es bastante inusual ya que no existe en general una amplia relación entre la cantidad de tejido adiposo y un test que se caracteriza por utilizar los hidratos de carbono como fuente principal de energía.

Otro resultado esperado era una influencia negativa de la masa grasa sobre el rendimiento aeróbico como lo marca la literatura en general. Es obvio que en estos niveles de especialización deportiva, todos los sujetos cuentan con bajos (aunque no siempre óptimos) porcentaje de grasa probablemente por el gran volumen de trabajo acumulado a edades tempranas. Por lo tanto es obvio que son otras las variables que inciden de manera más fuerte en el rendimiento aeróbico representado por el test de Cooper como puede ser la economía de esfuerzo, la nutrición e hidratación previa y un umbral de lactato elevado.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en jugadores de 18 a 20 años de edad pertenecientes al Club Atlético Lanús concluimos que:

- El mayor rendimiento en los tests que predicen la Potencia Anaeróbica Aláctica se debe a un mayor porcentaje de Masa Muscular.
- El grado de desarrollo de la Masa Muscular no explica el rendimiento en la Potencia Anaeróbica Láctica, ya que solo se encontró una buena correlación en una posición de juego.
- El porcentaje de Masa Grasa no influye de manera significativa en los tests que predicen la Potencia Aeróbica. Esto se debería a que los porcentajes no son elevados puesto que nuestro grupo está conformado por deportistas semi-profesionales.

LIMITACIONES

Al finalizar el análisis de esta investigación las dificultades fueron:

- No disponer de una plataforma de salto para obtener mayor fiabilidad en dicha capacidad.

- No poder contar con un analizador de lactato para la toma de muestras en los tests de PAL y PA.
- El número de sujetos fue reducido, especialmente cuando se realizaron las comparaciones por posición de juego.
- La validez de las mediciones antropométricas no pudo ser determinada en este estudio. Esto significa que no pudieron ser comparados los valores de mediciones de los autores de este estudio con evaluadores de criterio.

SUGERENCIAS

- En otras futuras investigaciones recomendamos incluir aquellas evaluaciones que sean más específicas de dicho deporte como: test intermitente de Bangsbo, yo - yo test, etc.
- Tratar de realizar comparaciones de las características antropométricas y funcionales entre jugadores que habitualmente son titulares y suplentes.
- Seguir una investigación longitudinal para saber que porcentaje de los sujetos evaluados llega a pertenecer a un plantel de primera división "A" y cuantos son habitualmente los que integran las lista de los partidos de dicho campeonato.

AGRADECIMIENTOS

De Néstor Ramos a:

Mi madre y hermanos que sin su sustento no hubiese podido cumplir mis objetivos. Mi Señora Daniela, mi hijo Ignacio por su apoyo incondicional en todo momento y por último a aquello profesores que me marcaron un camino en lo profesional a través del conocimiento, basándose en la investigación científica y la fundamentación.

De Gustavo Zubeldía a:

Mis padres, María Rosa y Magnor Antonio, que me brindaron la posibilidad de empezar esta carrera extraordinaria. Mis hermanos y mi novia Ana Karina que estuvieron siempre a mi lado. Los maestros que tuve en mi carrera de estudiante y principalmente a Darío Cappa y Carlos Arcuri que nos encaminaron en este trabajo final. Al Club Atlético Lanús y ex - cuerpo técnico que me permitió las evaluaciones del fútbol juvenil. Todas las personas que me facilitaron un apoyo incondicional durante mis dos años vividos en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca.

REFERENCIAS

1. Aziz AR, Chia M, Teh KC (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness, Sep;40(3):195-200*
2. Al-Hazzaa HM, Almuzaini KS, Al-Refaee SA, Sulaiman MA, Dafterdar MY, Al-Ghamedi A, Al-Khuraiji KN (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *J Spors Med Phys Fitness 41 (1) pp 54-61*
3. Astrand P. O., Rodahl K (1992). Fisiología del trabajo físico. *Panamericana*
4. Bangsbo J (1999). Entrenamiento de la condición física en el fútbol. *Edit. Paidotribo*
5. Bangsbo J (1999). La fisiología de fútbol. *Tesis Doctoral*
6. Bangsbo J., Lindquist F (1999). Comparison of excercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Int. Journal of Sports Medicine 13: 125-132*
7. Bangsbo J., Norregaard L, Thorso F (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian J Sports Sci 16 (2) pp 110-116*
8. Bosco C (1991). Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista. *No Disponible*
9. Bosco C (1991). La valoración de la fuerza con el test de Bosco. *Paidotribo*
10. Cappa D (2000). Entrenamiento de la potencia muscular. *Mendoza. Argentina*
11. Chin MK, So RC, Yuan YW, Li RC, Wong AS (1994). Cardiorrespiratory fitness and isokinetic muscle strength of elite Asian junior soccer player. *J Sports M. Phys Fitness 34 pp 370-376*
12. Chin MK, Lo YS, Li CT, So CH (1992). Physiological profiles of Hong Kong elite soccer players. *Br J Sports Med*
13. Florida-James G, T. Reilly (1999). The physiological demands of Gaelic football. *Center for Sport and Exercise Sciences, School of Human Sciences, Liverpool Jhon Moores University, UK*
14. Houtkooper L. y Going S (1998). Composición corporal: ¿cómo debería ser medida? ¿La misma afecta a la performance deportiva?. *Resumen del VI simposio internacional de actualización en ciencias aplicadas al deporte*
15. Mac Dougall JM, Wenger HA, Green HJ (1995). Evaluacion fisiológica del deportista. *Edit. Paidotribo*
16. Manso J. G., R. Arcero, M. Valdivielso y J. Ruiz caballero (1998). La velocidad. La mejora del rendimiento en los deportes de velocidad. *Gymnos*
17. Mazza J. C., L Carter, T. Reilly y E. Rienzi (1995). Futbolista Sudamericano de elite: Morfología, Análisis de juego y Performance. SOKIP (Soccer Kinanthropometric Proyect 1). *Ed. Biosystem. Copa América*
18. Mazza J.C (1998). Revisión de aspectos fisiológicos y metodología de preparación física en el fútbol. *Resumen del VI simposio internacional de actualización en ciencias aplicadas al deporte*

19. Reilly T (1996). Perfil Fisiológico del jugador de Fútbol. *Actualización en ciencias aplicadas al deporte. Proceedings V. Edit. Biosystem*
20. Reilly T (1996). Características de los movimientos en el fútbol. *Actualización en ciencias aplicadas al deporte. Proceedings V. Edit. Biosystem*
21. Reilly T., Cable N.T (1998). Aptitud Física y entrenamiento en el Fútbol. *Actualización en ciencias aplicadas al deporte. Proceedings VI. Edit. Biosystem*
22. Reilly T, Bangsbo J, Franks A (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci Sep;18(9):669-83*
23. Shephard K. y Astrand P (1998). La resistencia en el deporte. *Paidotribo*
24. Tumilty D (1993). Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med Aug;16(2):80-96*
25. Viviani F, Casagrande G., Toniutto F (1993). The morphotype in a group of peri-puberal soccer players. *J Sports Med Phys Fitness 33 pp 178-183*
26. Weineck E (1994). Fútbol total. El entrenamiento físico del futbolista. *Paidotribo*
27. Wilmore J. y D. Costill (1999). Physiology of sport and exercise. *Second edition. Human Kinetics*
28. Wisloff U., Helgerud J., Hoff J (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc 30(3) pp 462-467*
29. Zatsiorski V (1989). Metrología deportiva. *Editorial planeta. Moscú*