

Monograph

Fisiología Aplicada al Hockey sobre Césped

Thomas Reilly¹ y Andrew Borrie¹¹Centro de Ciencias del Deporte y el Ejercicio, Politécnico de Liverpool, Byrom Street, Liverpool, Inglaterra.

RESUMEN

El Hockey sobre césped es un deporte con una larga historia que ha sufrido un cambio bastante rápido y radical en la última década. El advenimiento de la superficie sintética de juego ha cambiado los requerimientos técnicos, tácticos y fisiológicos del juego en todos los niveles, pero en particular a nivel de élite. Con el fin de manejar la evolución técnica dentro del juego, el jugador de Hockey también ha tenido que desarrollarse fisiológicamente para alcanzar los estándares físicos requeridos a los niveles de *élite*. El análisis del costo fisiológico y del gasto calórico del Hockey, lo han colocado en la categoría de "ejercicio intenso", con valores reportados de VO_2 durante un partido de 2.26 L/min. Se ha estimado que el gasto calórico varía de 36 a 50 kJ/min. El perfil antropométrico de las jugadoras ha mostrado que el somatotipo tiende a ser 3.5/4.0/2.5. Las cifras del porcentaje graso en las jugadoras varían entre el 16 y el 26 %. Se ha observado que la potencia anaeróbica se compara favorablemente con otros grupos de mujeres, deportistas, y también ha demostrado ser un factor discriminante entre las jugadoras de élite con las de niveles regionales. La potencia aeróbica entre las jugadoras varía entre 45 y 59 mL/kg/min. Los somatotipos de los jugadores varones han mostrado una variación considerable, pero aparentemente habría una tendencia alejándose del ectomorfismo y hacia el mesomorfismo. La potencia anaeróbica en los varones es similar a la de los jugadores de Fútbol, y mejor que en otros deportes, por ejemplo el Básquetbol, y también mayor que las normas de referencia. El rango de potencia aeróbica, reportado en la literatura es de 48 a 65 mL/kg/min, y aparentemente, para el juego de élite es necesaria una potencia aeróbica mayor a 60 mL/kg/min. La carga física del juego de Hockey es considerable, en particular con respecto a la flexión y curvatura de la columna. Hay un mayor riesgo de lesiones en el juego sobre superficies sintéticas que en el césped.

Palabras Clave: hockey, fisiología, entrenamiento, antropometría, consumo máximo de oxígeno

RESEÑA HISTORICA

El Hockey sobre césped tiene una larga historia. Se cree que ha evolucionado a partir del gusto de los seres humanos prehistóricos por los juegos con bastones y pelotas. Sus orígenes como una actividad semi-organizada se remonta a Asia, cerca del año 2000 A.C. Existen datos que muestran que una forma de éste juego era practicada por los egipcios 4000 años antes, y más tarde en la antigua Grecia. Se cree que los romanos desarrollaron el juego a partir de los egipcios y griegos, y lo transmitieron a las naciones europeas que conquistaron. Por lo tanto, alemanes (Kolbe), daneses (het kolven), y franceses (hocquet- que significa báculo de pastor) desarrollaron versiones del juego histórico (Ward, 1989). El verdadero antecesor del Hockey, según creen algunos historiadores deportivos, es el tiro o "hurling" irlandés, original término gaélico que suponía una vigorosa acción hacia delante (Brisch, 1972): se cree que el "hurling" es el más antiguo de los juegos con bastón y pelota.

El deporte tuvo tanta popularidad en el siglo XIV en Inglaterra que fue prohibido en 1365 por el Rey Eduardo III. Debido a su interferencia con el servicio militar de los hombres. Su atractivo persistió y la prohibición fue finalmente anulada,

aunque el Hockey reapareció en una lista de deportes prohibidos en 1527. La carencia de un reglamento, inevitablemente llevó a accidentes y lesiones en un juego duro y peligroso, practicado con palos por participantes fácilmente estimulables y comprometidos.

La formación del Club Blackheath en Londres, en 1840, llevó a que se hiciera un bosquejo del primer reglamento y códigos de juego. Surgieron otros clubes en la metrópolis, y finalmente el deporte fue estandarizado en 1883 por el club de Hockey Wimbledon. Sus reglas fueron adoptadas en 1886 cuando se formó la Asociación de Hockey. La incorporación de la pelota en reemplazo del cubo de goma sólida utilizado por los jugadores del Blackheath ayudó a mejorar el juego, incentivando las destrezas de pases y los trabajos con el palo. Poco después se crearon asociaciones nacionales en Irlanda (1893), Gales (1897), y Escocia (1901). Al mismo tiempo se formaron asociaciones nacionales en otras partes del mundo: Francia (1887), Holanda (1898), Nueva Zelanda (1902), Bélgica (1907), Dinamarca (1908) y Austria (1910). El deporte fue incorporado en los Juegos Olímpicos de 1908. El club de hockey de Calcuta, fundado en 1895, formó la base para el triunfo de la India en los juegos Olímpicos, cuyo equipo dominó las competencias masculinas olímpicas desde 1928 hasta 1960 cuando fue derrotado por Pakistán. Internacionalmente el Hockey es regulado por la Federación Internacional de Hockey (FIH) establecida después que el Hockey fue omitido en los Juegos Olímpicos de París en 1924.

La Asociación Femenina de Hockey fue establecida al mismo tiempo que la de los hombres: más tarde, se convirtió en la Asociación Femenina de Hockey de toda Inglaterra, en 1985. El primer club femenino de Hockey conocido fue Molesley formado en 1887, y el primer partido femenino internacional se jugó en 1896 en Dublín, entre Irlanda e Inglaterra. Poco después este programa femenino internacional fue ampliado, e incluyó países como Escocia, Gales, Nueva Zelanda, Bélgica, Sudáfrica, E.E.U.U., Dinamarca, Francia, Holanda y Alemania. Desde los comienzos de éste siglo, este deporte ha sido adoptado como el juego principal de campo para la niñas en Escuelas Secundarias en muchos países europeos.

DESARROLLO TECNICO

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. En los últimos años la pipa del palo se ha vuelto mucho más compacta y pequeña, aumentando el control de la pelota. Las propiedades físicas del palo también han cambiado, desde palos construidos enteramente con madera hasta palos que son amalgama de madera y materiales hechos por el hombre como Kevlar y aluminio. Estos cambios han aumentado la rigidez de los palos permitiendo, por lo tanto, impartir un mayor poder de pase a la pelota ya que se pierde menos energía en el impacto por la vibración del palo. 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. Las ramificaciones de éste aspecto se discuten en detalle en la siguiente sección.

El Hockey es similar a la mayoría de los deportes invasivos dentro de los deportes de campo, sin embargo, tiene una característica singular. Las reglas que gobiernan el uso del palo, y el tipo de diseño a ser utilizado, excluyen los palos para zurdos. Ellos hacen que el jugador utilice solamente la cara plana del palo. Por consiguiente la posición más fácil a partir de la cual practicar la mayoría de las destrezas es con la pelota por fuera a la derecha del cuerpo. La efectividad de ésta posición cuerpo-pelota determina el patrón de juego cuando dos jugadores oponentes se confrontan entre sí. El atacante intenta tomar la pelota por el lado izquierdo del defensor, el área de *tackle* más débil del defensor; el defensor intentará forzar al atacante a pasar por su lado derecho, el área de *tackle* más fuerte.

La posición diestra de juego también determina la característica del deporte a nivel competitivo. El wing derecho es el canal principal de ataque para todos los equipos. Hughes (1988), en un análisis del Hockey femenino, confirmó que la mayoría de los movimientos de ataque se producen sobre el lado derecho de la cancha. Esto pasa por dos razones:

1. Es más fácil ganarle a un defensor cuando se mueven por la derecha; por lo tanto, cuando los jugadores "*dribblean*" hacia adelante hay una tendencia a ir hacia la derecha.

2. Es más fácil controlar una pelota cuando se mueve con ritmo si la pelota llega de izquierda a derecha. Por lo tanto, es común montar los ataques desde el lado derecho de la cancha donde los jugadores pueden recibir la pelota mientras se están moviendo en velocidad ya que todos los pases hacia el wing derecho, por definición, se mueven de izquierda a derecha.

El jockey es un deporte con una asimetría no construida (en virtud del diseño del palo de Hockey) en términos de juego individual y de equipo. Esto debería servir para elevar la demanda fisiológica de la actividad ya que los jugadores están forzados a prestar mayor atención a la posición corporal en relación tanto a la pelota como a los oponentes. El mantenimiento de una correcta posición servirá para aumentar la tasa de esfuerzo cuando se juega y, en particular, cuando se defiende. En primer lugar se describen las demandas del juego, y luego se hará una revisión de los perfiles de aptitud física de los competidores de alto nivel. Se considerará el deporte para hombres y mujeres.

INTENSIDAD DE ESFUERZO EN EL HOCKEY

La intensidad del esfuerzo en hockey puede ser medida a partir del análisis de movimiento de un partido. Se pueden utilizar dichos análisis para resaltar la frecuencia y el nivel de los ciclos de actividad durante los partidos, y los períodos de recuperación, puntualizando la serie de secuencias de actividad física. A partir de estos perfiles de intensidad, se han estimado las combinaciones relativas de los procesos anaeróbicos y aeróbicos dentro del metabolismo total.

Fox (1984) 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) 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) 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 (Reilly, 1990).

Un análisis de las acciones de los jugadores también sugirió diferencias entre los jugadores de campo, al menos con el juego convencional. 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). 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.

Las comparaciones del gasto calórico en el Hockey sobre el césped han colocado el juego masculino en la categoría de "ejercicio intenso", con un rango de 30 a 50 kJ/min (Reilly, 1981). Junto con este deporte se incluyen actividades como la Lucha libre y el Boxeo, que son de una duración más corta, y el Handbol. El análisis del juego femenino ha indicado que la posición más estresante, el mediocampo central, tiene un gasto calórico de aproximadamente 35 kJ/min (Skubie & Hodgkins, 1967). Las cifras están basadas en estimaciones más que en mediciones directas, debido a las dificultades para evaluar el VO₂ durante el partido. A partir de mediciones directas con soldados hindúes que estaban jugando un partido, se reportó un valor de 36.4 kJ/min (8.7 kcal/min) (Malhotra et al, 1962). En vista a la naturaleza probablemente recreativa del partido, esta cifra podría subestimar el gasto calórico de un juego competitivo.

El "dribbling" también supone respuestas fisiológicas elevadas para moverse a una velocidad determinada, en comparación con una carrera normal. Reilly y Saeton (1990) midieron el gasto calórico, la frecuencia cardiaca, 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 cardiaca 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. Además, la naturaleza intermitente de la actividad durante un partido, los costos fisiológicos de acelerar, desacelerar, y cambiar de dirección de movimiento, suman a los requerimientos calóricos. Por lo tanto, el costo fisiológico del Hockey será subestimado si la predicción del consumo de oxígeno y, por lo tanto, del gasto calórico, está basada en la velocidad de locomoción.

La superficie de juego también puede tener una influencia sobre la severidad de la carga física y fisiológica en los jugadores. De acuerdo a Wein (1981), la duración efectiva de un partido de Hockey jugado en césped en la segunda Copa Mundial en Ámsterdam en 1973 fue solo del 53 % del tiempo total del partido. Las interrupciones duraban en promedio 8.7 segundos y se producían casi el doble que en un partido de Fútbol a un nivel similar. En el torneo pre-olímpico en Montreal, en 1975, hubo un promedio de 230 interrupciones por partido, promediando 1 cada 18 segundos. La adopción de las superficies sintéticas en los Juegos Olímpicos de 1976, y en todos los principales torneos internacionales de allí en adelante, ayudó a incrementar los tiempos de juego y disminuir el número de interrupciones. Esto se mejoró con los cambios en el reglamento de 1981-1982, los cuales fueron diseñados principalmente para acelerar el juego y mantener la pelota en juego más tiempo.

Hughes (1988) 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. Proporcionalmente al número total de toques, los jugadores corren más con la pelota en la cancha artificial. Se concluyó que las tácticas adoptadas en la cancha sintética difieren de las tácticas utilizadas cuando la superficie es de césped natural.

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. Ambos factores han provocado cambios en el estilo de juego a nivel individual y de equipo, los cuales pueden haber afectado los requerimientos fisiológicos del juego (Malhotra et al, 1983).

A nivel individual es mucho más fácil realizar las destrezas personales facilitando, por lo tanto, la retención de la posesión, aún bajo presión. Como consecuencia de esto, los jugadores en defensa deben trabajar mucho más manteniendo una correcta posición en relación al jugador en ataque, es decir el cuerpo en línea con el hombro derecho del atacante, no permitiendo espacio sobre la derecha del atacante, e incentivando el movimiento hacia la derecha del defensor. Una extensión del requerimiento posicional individual es el mayor énfasis puesto sobre las destrezas para formar canales, es decir la capacidad del jugador de llevar a un oponente a un área bien definida de la cancha. A nivel de equipo, la velocidad de movimiento de pelota, en combinación con los mayores niveles de destreza individual, han puesto énfasis en la habilidad del equipo de jugar como una unidad coherente. El mayor énfasis sobre la calidad de juego táctico ha llevado al rápido desarrollo y refinamiento de los sistemas de juego. Ahora los equipos se adhieren más estrechamente al concepto de “Hockey total”, con jugadores capaces de intercambiar cómodamente la posición durante el transcurso de un partido sin romper el equilibrio del equipo. Por lo tanto, los jugadores tienen que cubrir mayor distancia en un partido, y como consecuencia necesitan tener la suficiente capacidad aeróbica.

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). 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.

POSICION DEL JUEGO

La evolución de las formaciones del juego en el Hockey inicialmente siguió el mismo patrón que el Fútbol. La clásica formación 2:3:5 dominó la estrategia táctica durante décadas hasta la mitad de los años 60', cuando se introdujo un

sistema más amplio en Alemania Occidental (Wein, 19981). Desde la mitad de la década del 60', el juego se ha vuelto más variado y dinámico en cuanto a las formaciones utilizadas, siendo los sistemas más populares: 1:3:3:3, 1:3:2:4, y 4:2:4 (Whitaker, 1986). Además de la diversificación en las formaciones de juego utilizadas, el advenimiento de la superficie sintética ha cambiado los estilos de juego de tal manera, que ahora los jugadores pueden intercambiar posiciones en el transcurso de un partido.

En las primeras investigaciones con jugadoras de Hockey, se observó que el físico y el funcionamiento muscular diferían entre las distintas posiciones de juego. Johnston y Watson (1968) observaron que las delanteras necesitan un físico más musculoso debido a la mayor velocidad, potencia, y fuerza necesaria para el juego de ataque. Un estudio posterior llevado a cabo por Verma et al (1979) respaldó en parte éste punto de vista, en cuanto a que las delanteras tuvieron una mayor velocidad vertical en test de carrera en escalera que las zagueras y las mediocampistas; sin embargo, las arqueras tuvieron una mayor velocidad vertical que las demás jugadoras de campo. La clasificación de jugadoras respecto de la potencia anaeróbica en la carrera en escalera mostró que, debido al bajo peso corporal de las delanteras (promedio: 49.6 kg); fueron inferiores que las arqueras y zagueras, a pesar de que tuvieron un mejor rendimiento que las mediocampistas. Los autores concluyeron que la velocidad y la capacidad de acelerar valorada a través de la velocidad vertical, junto con el bajo peso corporal, es una buena combinación de las características necesarias para que las delanteras desarrollen sus tareas o funciones de campo.

Wilsmore (1987) concluyó que el somatotipo es importante para diferenciar los jugadores en las distintas posiciones de juego, particularmente a niveles más elevados de competencia, en mujeres. En general, hubo una tendencia de todos los jugadores hacia el mesomorfismo, pero más en los zagueros y mediocampistas que en los delanteros. Los Zagueros como grupo, tuvieron un mayor endomorfismo que los mediocampistas o delanteros, y un menor ectomorfismo. Este perfil de somatotipo los hace menos móviles pero más fuertes que todos los jugadores de campo.

Esta visión de las diferencias posicionales no corresponde totalmente con los resultados de Ready y Van der Merwe (1986) con el equipo Olímpico de Canadá. Los jugadores de campo fueron clasificados como defensores, mediocampistas, y delanteros. Se creyó que el programa de entrenamiento y el sistema de juego utilizado por Canadá igualaría las demandas de aptitud física de las oposiciones de los jugadores de campo, pero se observó que los delanteros tuvieron la mayor velocidad vertical en la carrera en escalera y el mayor VO_2 máx (Figura 1): los mediocampistas tuvieron la mayor capacidad anaeróbica. Los defensores tuvieron la menor potencia anaeróbica, el menor torque máximo medido en un dinamómetro isocinético, los mayores niveles de lactato, y el mayor VO_2 máx, entre los jugadores de campo. Los autores expresaron sus reservas sobre la generalización de las comparaciones entre las distintas posiciones de juego, en vista de los pequeños números en algunas posiciones o roles.

En una evaluación de la aptitud física de 24 jugadoras inglesas de Hockey, Reilly y Bretherton (1986) no pudieron discriminar a las jugadoras de acuerdo a las posiciones de juego en base a los test de aptitud física. Esto se aplicó a las mediciones cineantropométricas, fuerza y potencia muscular, capacidad aeróbica, y tests de campo. Esta conclusión no se aplicó a las arqueras que tendieron a tener una elevada potencia anaeróbica e índices bajos a moderados en la capacidad aeróbica.

Bhanot y Sidhu (1983) examinaron un grupo de jugadores hindúes de distintas posiciones de juego. Ellos observaron que los arqueros tuvieron la mayor velocidad vertical y la mayor potencia anaeróbica. Los valores más bajos fueron para los delanteros, teniendo los zagueros y mediocampistas valores intermedios; ésta observación está en desacuerdo con los resultados de Verma et al (1979) para jugadoras mujeres. Bhanot y Sidhu registraron a demás que la velocidad y la potencia anaeróbica fueron mejores en las zagueras izquierdas que en las derechas y que los *wings* o alas derechas fueron más rápidas que las izquierdas. Esto se explica por la naturaleza general del juego en el cual el lado derecho es el ala más fuerte de ataque, produciendo una asimetría en el mismo.

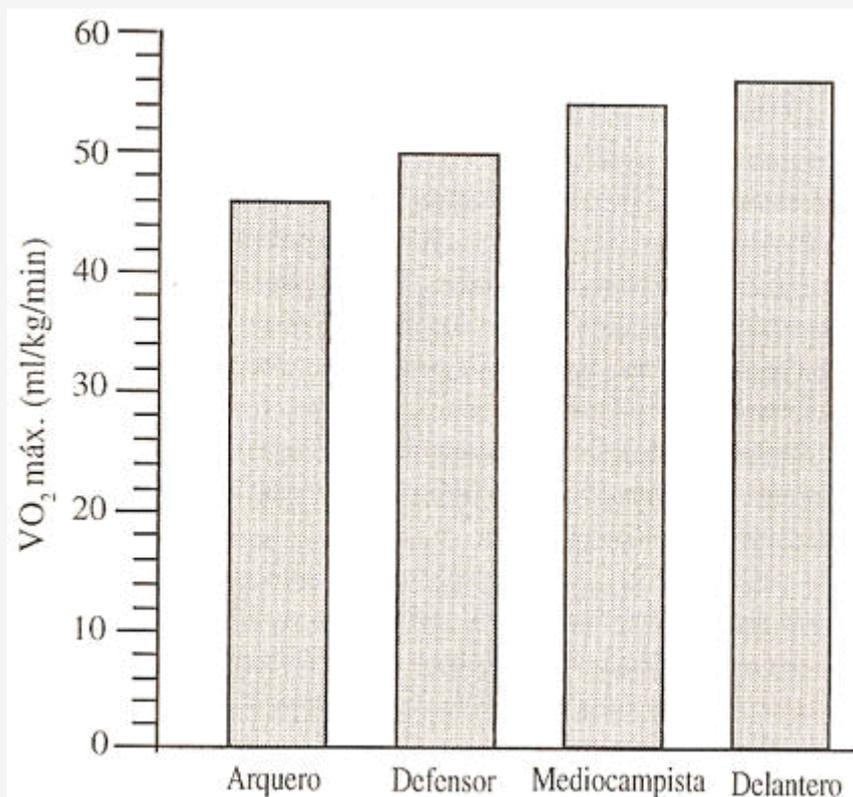


Figura 1. Máximo consumo de oxígeno (VO_2 máx), de acuerdo a posiciones de campo, en el equipo Femenino de Canadá que participó en los Juegos Olímpicos (de Ready & Van der Merwe, 1986).

Al examinar el tema de los requerimientos posicionales se debe tener en cuenta que la creciente introducción de superficies sintéticas, junto con la evolución natural del deporte, ha alterado significativamente los sistemas de juego. Estos cambios pueden haber causado una confusión de las diferencias posicionales observadas en estudios previos. Se debe considerar además, que la construcción de superficies sintéticas fue más prolífica en Europa Occidental y Australia que en la India y Pakistán durante los 80'. Es posible que éste hecho pueda haber llevado a diferencias entre las poblaciones deportivas de diferentes países. Por lo tanto, se debe tener cuidado al comparar los estudios europeos, australianos, y asiáticos.

PERFILES DE APTITUD FISICA: HOCKEY FEMENINO

Antropometría

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) 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 tacks y golpes con dos manos. Las jugadoras tuvieron un ectomorfismo bajo; Reilly y Bretherton (1986) 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.

Se reportaron porcentajes grasos para jugadoras de nivel nacional del 25.1 % (Johnston y Watson, 1968) y 25.3 % (Withers y Roberts, 1981). Estos valores son cercanos a los reportados para la población general de edad similar. Reilly et al (1985) reportaron un valor del 25.8 % para el equipo nacional de Gales (Tabla 1), mientras que se observaron valores de 23.0 ± 1.9 y 22.9 ± 2.9 en jugadoras inglesas de élite y de nivel regional, respectivamente (Reilly y Bretherton, 1986). Withers et al (1987 a) registraron un promedio del 20.2 % para jugadoras australianas. El estudio de revisión de Reilly y Secher (1990) reportó una dispersión de valores medios en la literatura para jugadoras de Hockey de entre el 16% y el 26 %. Los

valores más bajos podrían observarse en los niveles más altos de juego, ya que se alcanza la máxima aptitud física en torneos internacionales. Ready y Van der Merwe (1986) al evaluar 18 deportistas del equipo Olímpico de Canadá, en el año de los Juegos Olímpicos de los Angeles, observaron que el porcentaje promedio de grasa corporal disminuyó del 18.9 al 15.7 % durante el período de investigación.

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. Esto es más alto que los valores medios para esquiadoras de cross country, esquiadoras alpinas y gimnastas, pero menor que los valores medios de lanzadoras de bala, y jugadoras de Sóftbol (Reilly y Secher, 1980). Los valores promedio de peso corporal en el rango de 58.0 a 62.9 kg muestran que las jugadoras son más pesadas que las esquiadoras, pero más livianas que las pentatletas (ahora heptatletas) y jugadoras de sóftbol. Aparentemente, las jugadoras de Hockey tienden a tener un tamaño corporal y una masa muscular moderados, adecuados para la competencia intensa. Excepciones a éstas tendencias fueron los equipos asiáticos (en particular de la India y Malasia); el peso promedio de las 23 jugadoras del equipo Hindú estudiadas por Verma et al (1979) fue de 51,0 kg, siendo las arqueras y zagueras las de más peso, y las delanteras y mediocampistas las más livianas.

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)
Inlaterra	12	164.3 ± 5.6	60.6 ± 3.8	23.0 ± 1.6	Reilly y Bretherton (1986)
Inlaterra (regional)	12	162.5 ± 5.7	61.0 ± 5.6		Cheetham y Williams (1987)
Inlaterra (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

Rendimiento Muscular

Las cifras revisadas por Reilly y Secher (1990) mostraron la alta potencia anaeróbica de las jugadoras de Hockey, en comparación con jugadoras de otros deportes. El rendimiento promedio en la carrera en escalera (955 W) fue superior a jugadoras de sóftbol, o esquiadoras de cross contry. Cuando se corrigió por el peso corporal, el rendimiento de las jugadoras de Hockey fue 3.7 W/kg, mejor que el de las jugadoras de netbol. El beneficio de una elevada potencia anaeróbica se hace evidente cando se considera las frecuentes demandas para cambiar de ritmo y dirección en un contexto de juego. De hecho, Reilly y Bretherton (1986) reportaron que la potencia anaeróbica era útil para discriminar entre jugadoras de élite y de nivel regional. En éste estudio, las jugadoras de élite también fueron superiores a las de nivel regional en el salto en largo desde posición de parado (200 ± 18 vs 180 ± 17 cm), salto vertical (40.3 ± 6.0 vs 36.6 ± 4.2 cm), y velocidad vertical en el test de escalera (1.39 ± 0.13 vs 1.25 ± 0.10 m/s). También hubo diferencias en los valores de fuerza de los extensores de la rodilla (98.0 ± 26.6 vs 89.8 ± 15.4 kg) y fuerza de prensión de la mano izquierda (35.1 ± 5.9 vs 33.0 ± 3.5 kg) y derecha (38.2 ± 3.9 vs 35.2 ± 4.3 kg).

Los análisis de los componentes principales de los datos de aptitud física en 24 jugadores de Hockey identificaron componentes relacionados con la potencia anaeróbica y la velocidad de "dribbling", los cuales estuvieron significativamente correlacionados ($r = 0.694$). El componente de velocidad de "dribbling" incorporó un esprint de 50 yardas (45.5 metros) y una carrera de 60 yardas (54.6 metros) en forma de T (Reilly y Bretherton, 1986). Se observó que la velocidad de "dribbling" era diferente en los distintos niveles de juego, indicando que "dribblear" con la pelota a velocidad es importante en el Hockey. La relación con el tiempo de carrera sugiere que la capacidad de esprint es necesaria para ejecutar las destrezas de "dribbling" a velocidad.

En vista de una gran masa muscular comprometida en el Hockey, la evaluación de la fuerza debe comprender mediciones de múltiples grupos musculares. Strauss et al (1986) estudiaron a 17 miembros del Instituto Australiano de Hockey Femenino utilizando un dinamómetro isocinético (Kin-Com). Se calcularon los cocientes entre flexión y extensión de rodilla para las extremidades dominantes y no dominantes, durante acciones concéntricas y excéntricas a velocidades bajas (60 grados/s). Los cocientes promedios variaron entre 0.55 y 0.61 y no difirieron significativamente entre las dos extremidades, el modo, o la velocidad de contracción muscular. Los cocientes para la fuerza de los supinadores y pronadores del antebrazo (calculados a partir de los valores promedio de potencia, y también por el torque a un ángulo articular

constante) fueron mucho más variables, dependiendo del lado del cuerpo y del procedimiento de cálculo. Si bien el cociente flexores-extensores puede ser útil para examinar la musculatura de las piernas para un desarrollo balanceado de la fuerza en jugadoras de Hockey, no se puede decir lo mismo para la musculatura del antebrazo.

Factores aeróbicos

Por lo general, se considera el máximo consumo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$) como el mejor indicador de la potencia aeróbica máxima. El promedio de $\text{VO}_2\text{máx}$ de jugadoras de Hockey de élite varía de 45 a 59 mL/kg/min (Reilly y Secher, 1990) (Tabla 2). Esto es comparable a los valores reportados para jugadoras de "Lacrosse", pero inferior al rango determinado para esquiadoras de cross country. Las jugadoras internacionales de Sóftbol tienden a tener valores más bajos que las jugadoras de Hockey.

Las jugadoras inglesas de élite tuvieron valores medios de 46 ± 9 mL/kg/min, los cuales las distinguieron de las jugadoras regionales que tuvieron valores promedio de 41 ± 6 mL/kg/min (Reilly y Bretherton, 1996). Estas cifras fueron estimadas a partir de la respuesta de la frecuencia cardíaca a un test submáximo en bicicleta ergométrica. Jugadoras internacionales de EE.UU. (Zeldis et al, 1978) y de Australia (Wither y Roberts, 1981) tuvieron valores promedios de 50 mL/kg/min.

A pesar de que el $\text{VO}_2\text{máx}$ 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). De cualquier manera, éste rango podría ser responsable de la dispersión de valores reportados para jugadoras de élite, reflejando la fase de la temporada competitiva y el nivel de entrenamiento de los jugadores. El estudio del equipo Olímpico de Canadá en el año de los juegos de Los Ángeles mostró que el VO_2 mejoró en éste tiempo de 52.7 ± 6.0 a 55.7 ± 4.5 , y finalmente a 59.3 ± 4.1 mL/kg/min, justo antes de la competencia. Los mayores valores reportados durante los períodos de entrenamiento pico podría atribuirse, en parte, a la disminución de la grasa corporal gracias al entrenamiento y a la expresión de la potencia aeróbica en relación al peso corporal. En el transcurso del año hacia los Juegos de Los Angeles el porcentaje promedio de grasa corporal disminuyó de 18.9 a 15.7 %. Este factor por sí solo sería responsable del 25 % del cambio reportado en el $\text{VO}_2\text{máx}$.

Normalmente, la intensificación del programa de entrenamiento de los jugadores de Hockey comprende la superposición de ejercicios específicos sobre el régimen normal. El $\text{VO}_2\text{máx}$ promedio de jugadoras galesas internacionales fue de 54 mL/kg/min en las primeras etapas de planificación para el torneo Intercontinental (Reilly et al, 1985). El equipo tenía una buena base de partidos y de resistencia, y un entrenamiento general de la aptitud física en los dos meses previos a la evaluación, que se realizó 3 meses antes del torneo. A partir de entonces el programa de entrenamiento se planificó de manera tal de mantener este nivel de capacidad aeróbica, pero introdujo elementos de entrenamiento de velocidad. Cuando se evaluó en el mes de la competencia, no se observaron cambios en el $\text{VO}_2\text{máx}$, el VEmáx , el porcentaje de grasa corporal, el umbral ventilatorio, y la capacidad anaeróbica. Se observaron aumentos significativos en la flexibilidad y en la velocidad de esprint. La conclusión fue que la flexibilidad y la potencia anaeróbica pueden ser mejoradas en la preparación para una competencia importante, sin efectos perjudiciales sobre la capacidad aeróbica.

Cheetham y Williams (1987) observaron resultados similares en jugadoras inglesas de nivel regional. Las jugadoras completaron 6 semanas de entrenamiento de alta intensidad que incluía 4 o 5 sesiones por semana (2 carreras rápidas entre 5 y 9 km aproximadamente, 2 sesiones de entrenamiento intervalado que incluía carreras repetidas de 30 a 300 metros, y al menos 1 sesión de entrenamiento en circuito), además de sus compromisos normales en Hockey de 1 o 2 sesiones técnico-prácticas y 1 o 2 partidos por semana. El aumento en el $\text{VO}_2\text{máx}$ fue pequeño de 50.1 ± 4.1 a 52.2 ± 3.7 mL/kg/min. Estas cifras se comparan con los valores de 43.9 ± 2.5 y 44.9 ± 2.7 mL/kg/min para jugadoras de clubes evaluadas en los mismos momentos, pero que no realizaron el entrenamiento complementario. Se observó que los factores aeróbicos, más que los anaeróbicos se distinguen entre los dos niveles de juego. Los niveles máximos de lactato sanguíneo medidos 5 minutos después de un sprint de 30 segundos al máximo en cinta ergométrica fueron similares: 15.4 ± 2.2 y 14.9 ± 1.7 mmol/l para las jugadoras de nivel regional y de club, respectivamente.

La predominancia de los factores aeróbicos en el desarrollo fisiológico de las jugadoras de Hockey es sugerida además, por los resultados de los estudios con biopsias musculares. Prince et al (1977) observaron que las jugadoras universitarias tenían una proporción significativamente mayor de fibras musculares rápidas y lentas que los controles. No se pudo establecer el grado al cual esta tendencia se debió a la genética o al entrenamiento.

También se han reportado datos de la función pulmonar y cardíaca de las jugadoras de Hockey. La capacidad vital de las jugadoras estudiadas por Reilly y Bretherton (1986) fue del 17.6 y del 16% mejor que los valores normales por la edad, sexo, y tamaño corporal de los equipos de élite y regional, respectivamente. Los valores correspondientes para FEV 1s fueron 14 y 13 % mayores de lo esperado. La mayor ventilación minuto máxima (VEmáx) medida en el equipo canadiense (Ready y Van der Merwe, 1986) fue justo antes del torneo Olímpico, cuando se alcanzó un promedio de 96.4 ± 10.7 L/min. Las frecuencias cardíacas máximas fueron de 195 ± 9 latidos/min. El VEmáx promedio del equipo de Gales (Reilly et al, 1985) fue de 100.3 ± 19.2 L/min. La frecuencia cardíaca máxima para todas las muestras de jugadoras inglesas (élite y

regional) estudiadas por Reilly y Bretherton (1986) fue de 192 ± 7 latidos/min, valor cercano a los de la población general.

El umbral ventilatorio indica el punto en el cual en un test de esfuerzo progresivo la ventilación (VE) aumenta desproporcionadamente con respecto al aumento en el consumo de oxígeno VO_2 . Se supone que esto representa el límite superior aproximado al cual se puede mantener un ejercicio aeróbico. El umbral ventilatorio medido en las jugadoras galesas de nivel internacional fue de un $76.8 \pm 6.6\%$ del $VO_{2\text{máx}}$ (Reilly et al, 1985). Se cree que este valor representa un buen nivel de entrenamiento.

Como medición de la resistencia submáxima se ha utilizado convencionalmente la capacidad de esfuerzo físico (CEF170 o PWC170) a una frecuencia cardíaca de 170 latidos/min. Se observó que la CEF170 del equipo inglés de élite fue de 2.3 W/kg, en comparación con 2.0 W/kg para las jugadoras de nivel regional (Reilly y Bretherton, 1986). Los valores medios de la CEF170 fueron casi 24 % mayores en el equipo de alto nivel que en mujeres sedentarias (Davies y Daggett, 1977). El promedio para las jugadoras galesas fue de 2.87 % W/kg, registrado después de haber tenido una buena base de partidos y entrenamientos. Apparently la capacidad aeróbica influye sobre el estándar de juego de las jugadoras de Hockey, por lo tanto, el entrenamiento aeróbico debe formar una parte esencial de la preparación para el juego competitivo.

Nivel de Juego	n	$VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min)	Referencia
Universitario (EEUU)	10	42.9	Maksaud et al. (1976)
Universitario y Nacional (EEUU)	10	51.7	Zeldis et al. (1978)
Provincial (Australia)	6	50.1	Rate y Pike (1981)
Nacional (Gales)	10	54.5	Reilly et al. (1985)
Nacional (Canadá)	16	59.3	Readi y Van der Merwe (1986)
Regional (Inglaterra)	12	52.2	Cheetham y Williams (1987)

Tabla 2. Promedio del $VO_{2\text{máx}}$ de jugadoras de Hockey de élite: sólo se incluyen los valores obtenidos en un test en cinta ergométrica.

PERFILES DE APTITUD FÍSICA: HOCKEY MASCULINO

Antropometría

En una revisión de los competidores en los juegos Olímpicos de Tokio, Hirata (1966) concluyó que el físico de los jugadores varones de Hockey era muy similar a la de los jugadores de Fútbol. El consideró que la edad pico para los jugadores era de 24 a 27 años, logrando antes el éxito en Fútbol y más tarde en Hockey. A pesar de que los programas de entrenamiento de los jugadores han mejorado considerablemente en el último cuarto de siglo, el Hockey sigue siendo un deporte mayormente amateur y la duración de las carreras deportivas de los jugadores y los niveles de aptitud física que logran y mantienen están más determinados por las presiones sociales que por los procesos de envejecimiento.

La estatura y el peso promedio del equipo hindú ganador de la medalla Olímpica en los Juegos de Tokio fue de 173 cm y 69.2 kg. (Hirata, 1966). El equipo de Pakistán y todos los equipos no asiáticos fueron más altos y más pesados. El pequeño tamaño del equipo de la India (Bhanot y Sidhu, 1981) y del equipo nacional de la Policía (Sidhu et al, 1989) reportados en otros estudios (Tabla 3), reflejan la menor estatura y peso corporal de la población asiática más que de los jugadores de Hockey de élite. Los jugadores sudafricanos de élite estudiados por Scott (1991) tuvieron una estatura promedio de 176.3 ± 6.5 cm y un peso de 75.2 ± 8.1 kg.

Los datos reportados para 16 jugadores Argentinos en los Juegos Olímpicos de México de 1968 brindan una clave acerca de cómo podrían haber cambiado desde entonces los requerimientos de aptitud física para ese nivel de juego. La potencia anaeróbica (corregida para el peso corporal) en el test de escalera no fue mejor que la observada en personas sedentarias de 20 años (di Prampero et al, 1970). Todos los grupos de deportistas, excepto los nadadores, remeros, y jugadores de Hockey fueron superiores a la población de referencia. Esto llevó a los autores, bastante apresuradamente, a la conclusión que los jugadores de Hockey no tienen que depender de las fuentes anaeróbicas de energía durante el rendimiento. Un vistazo a los datos del porcentaje grasa muestra que solamente los tiradores tenían un valor más elevado de grasa: esto sugiere que en ese entonces hayan predominado las destrezas del deporte para elegir los miembros de los equipos

negando virtualmente los factores fundamentales de la aptitud física.

Sodhi y Sidhu (1984) compararon jugadores de Hockey de nivel provincial con jugadores de Fútbol de similares características. Los delanteros, zagueros, y mediocampistas en Hockey tuvieron mayores valores antropométricos y más tejido magro en sus extremidades, en comparación con las posiciones análogas entre los futbolistas. Para todas las posiciones de campo, los jugadores de Hockey tuvieron más grasa y fueron más pesados en relación a la estatura que los jugadores de Fútbol. Este resultado está respaldado por los hallazgos de Withers et al (1977) quienes observaron que jugadores de Hockey australianos de nivel provincial tenían un porcentaje graso marginalmente mayor que un grupo similar de jugadores de Fútbol (16.7 vs 15.7) En un estudio posterior llevado a cabo por el mismo grupo de investigación (Withers et al., 1987 b) se reportó una media de 10.3 % de grasa para los jugadores de Hockey, cifra todavía mayor que el 9.7 % observado en los futbolistas. Los valores más bajos en el último estudio podrían reflejar un entrenamiento más intenso que en la década pasada. En parte podría deberse también a una metodología diferente, pliegues cutáneos y peso hidrostático en el primer y segundo estudio, respectivamente. El arquero de Fútbol en el primer estudio (Withers et al., 1977) fue más grande que el arquero de Hockey, pero más bajo en relación a la altura: esto sería beneficioso para defender la mayor área de gol en el Fútbol.

El porcentaje promedio de grasa corporal de los 162 jugadores de élite de 12 equipos de clubes sudafricanos que compitieron en el torneo Provincial Senior fue del 11.1 ± 3.3 %. Hubo una relación entre el porcentaje promedio de grasa del equipo y su posición final en el torneo. El somatotipo promedio de los jugadores Hindúes de nivel provincial estudiados por Sodhi y Sidhu (1984) fue de 3.3:3.8:2.8. Se observó que el promedio de 32 posibles jugadores para el equipo de la India fue de 3.6:4.1:2.9, y el de 16 jugadores del equipo de Pakistán fue de 2.8:4.3:2.5. Los jugadores olímpicos de otros países líderes fueron más mesomórficos que los jugadores asiáticos, como fueron los jugadores de equipos de clubes de alto nivel de Sudáfrica (2.2:5.3:2.3) estudiados por Scott (1991). Los *full-backs* de los equipos nacionales de la India y Pakistán fueron definidos como mesoendomórficos (Chinnappa, 1988). El arquero de los equipos provinciales de la India (Sodhi y Sidhu, 1984) fue el más endomórfico y el menos mesomórfico. El valor para el mesomorfismo a éste nivel fue mayor entre los defensores, pero los delanteros y los mediocampistas estuvieron cerca de ellos. A este respecto parece haber una tendencia en los jugadores de Hockey de élite hacia el mesomorfismo, y lejos del ectomorfismo, similar a lo observado para las mujeres.

La fuerza de prensión palmar puede tener importancia para el manejo del palo durante la práctica y la competencia. Scott (1991) reportó mayores valores de fuerza de prensión en jugadores sudafricanos (54 ± 8 kg) que en estudiantes universitarios. A pesar que la mayoría de los jugadores era diestros, la diferencia entre la fuerza de prensión con la izquierda y con la derecha fue insignificante. Se supone que esto refleja el hecho que los jugadores tienen que usar ambas manos, o cualquier mano unilateralmente, para controlar el palo de Hockey durante un partido.

Factores aeróbicos

De los jugadores de Hockey evaluados por Reilly y Secher (1990) el rango de valores promedio para el VO_2 máx de los equipos fue de 48 a 65 mL/kg/min. El valor más bajo fue obtenido por el equipo argentino en la Villa Olímpica de México en 1986, pero con el uso de un *step-test* (di Prampero et al, 1970). El valor para los jugadores alemanes de élite evaluados en el Instituto Koln para las Investigaciones Circulatorias y Medicina Deportiva por Rost (1987) fue estimado a partir de la presentación gráfica de resultados (Tabla 4). Los resultados fueron comparables con observaciones en jugadores de tenis de élite de Alemania y con corredores de media distancia, y fueron mayores que los valores para jugadores de Handbol, de Hockey sobre hielo, decatletas y gimnastas. Withers et al (1977) observaron un VO_2 máx promedio de 64.1 mL/kg/min entre el equipo provincial de Hockey de Australia del Sur. Aparentemente, se requieren valores mayores a 60 mL/kg/min en jugadores de Hockey de alto nivel, este valor se acerca a la potencia aeróbica de los jugadores profesionales de Fútbol (Reilly, 1990).

El tamaño cardíaco también fue registrado en los jugadores alemanes de élite, y comparado con los valores en otras disciplinas deportivas (Rost, 1987). El tamaño cardíaco de los jugadores de hockey fue parecido al observado en los jugadores de Fútbol y mayor al de los jugadores de Hockey sobre Hielo, Handball, y Gimnastas. Se observaron mayores dimensiones cardíacas en los decatletas, quienes tienen los programas más intensos de entrenamiento.

La máxima ventilación minuto de los equipos internacionales Senior B y Junior de España evaluados por Drobic et al (1989) fue de 148.4 ± 10.9 L/min. Estos valores se comparan favorablemente con los observados en jugadores profesionales de Fútbol (Reilly, 1990)

País	n	Estatura (cm)	Peso Corporal (kg)	Referencias
Australia	17	180.7 ± 5.1	75.9 ± 4.6	Telford et al. (1988)
España (B y Junior)	24	176.0 ± 7.2	70.6 ± 7.2	Drobnic et al. (1989)
India (equipo Nac. Policía)	27	168.7 ± 5.9	61.0 ± 5.4	Sidhu et al. (1989)
India	27		62.7 ± 5.4	Bhanot y Sidhu (1981)

Tabla 3. Datos antropométricos de equipos nacionales de Hockey masculino. Los valores representan las medidas ± DE, no se midió la grasa corporal.

Nivel de Juego	n	VO ₂ máx (ml/kg/min)	Referencia
Provincial (Australia)	9	64.1	Withers et al. (1977)
Provincial y Nacional (Australia)	14	60.7	Roberts y Morthon (1981)
Nacional (Reino Unido)	20	62.2	Harreaves (1983)
Nacional (Alemania Occid.)	5	63.5	Rost (1987)
Señor B y Junior Nacional (España)	26	59.7	Drobnic et al. (1989)

Tabla 4. Promedio de VO₂máx de jugadores de Hockey de élite: solo se incluyen los valores obtenidos en un test en cinta ergométrica.

Factores anaeróbicos

Además de una alta potencia aeróbica, el juego de Hockey requiere que el jugador tenga la capacidad de acelerar y desacelerar rápidamente. Más que la velocidad máxima, es la aceleración un factor crítico para el rendimiento en Hockey. En un análisis de distintos deportistas australianos de nivel provincial, Withers et al (1977) observaron que los jugadores de Hockey tenían un promedio de potencia absoluta en las piernas de 1.132 W (115.54 kpm/s), medida con el test de escalera. El valor relativo fue de 15.2 W/kg (1.56 kpm/kg/seg). Estos valores fueron similares a los de futbolistas de nivel provincial (1.233 W, 16.1 W/kg), jugadores de Básquetbol (1.180 W, 14.1 W/kg), y corredores (965 W, 14.0 W/kg). Scott (1991) utilizó el salto en largo sin impulso para medir jugadores de élite de los clubes sudafricanos. El valor promedio de 2.3 ± 0.18 m fue considerado "muy bueno" de acuerdo a las normas de referencia. Tanto los datos aeróbicos como anaeróbicos sugieren que el perfil fisiológico del jugador de Hockey es similar al del jugador de fútbol.

ENTRENAMIENTO

Los datos acerca de los programas de entrenamiento más adecuados para el Hockey son escasos. Sin embargo el análisis de la literatura presentada en las secciones anteriores indica bastante claramente que hay una significativa contribución aeróbica al gasto energético en el Hockey sobre césped. Esto es evidente por los niveles de VO₂máx alcanzados tanto por jugadores varones como mujeres (Reilly, 1990; Reilly y Bretherton, 1986; Rost, 1987; Withers et al, 1977) Por lo tanto, el entrenamiento debe reflejar la alta demanda aeróbica del juego de élite con gran énfasis en el desarrollo de la capacidad aeróbica. El aumento de la velocidad de movimiento requerido por la superficies sintéticas indicaría que la mayor parte del entrenamiento aeróbico necesita llevarse a cabo sobre distancias más cortas (5 a 9 km) a un ritmo elevado, o utilizando entrenamiento intervalado con repeticiones de 800 a 400 metros de alta intensidad. Cheetham y Williams (1987) observaron un incremento de 2.1 mL/kg/min en el VO₂máx, luego de un programa de 6 semanas de 2 carreras rápidas (5 a 9 km) y dos sesiones de entrenamiento fraccionado (30 a 300 metros) por semana.

Además de la alta potencia aeróbica, el jugador de Hockey de élite también debe poseer una potencia anaeróbica significativa. El juego requiere esfuerzos frecuentes y de alta intensidad comprendiendo movimientos de aceleración y desaceleración, y giros. Por lo tanto una alta potencia máxima en las piernas es una parte importante del perfil fisiológico del jugador de alto nivel. Desafortunadamente, no se disponen de datos específicos sobre la efectividad de los entrenamientos de esprint para mejorar el tiempo de carrera. Sin embargo se ha observado que los jugadores varones de Hockey tienen perfiles similares de potencia de piernas que los futbolistas (Withers et al, 1977). Por eso, es probable que los programas de entrenamiento de velocidad, exitosamente utilizados por los futbolistas, sean también beneficiosos para

los jugadores de Hockey. A éste respecto se ha observado que el uso de esprints cortos (30 metros), con partidas explosivas máximas más una relación trabajo:pausa de 1:5 mejoró la velocidad de carrera en futbolistas varones (Apor, 1988). Es probable que este estilo de entrenamiento también sea beneficioso para los jugadores de Hockey.

GASTO CALORICO DIARIO

La intensidad del programa de entrenamiento de los deportistas de élite está reflejada por los valores extraordinariamente elevados del gasto calórico diario. La ingestas calóricas de ciclistas, corredores de fondo, y lanzadores de bala podrían alcanzar 30 MJ/día (7000 kcal/día) para reponer los combustibles. Grafe (1971) consideró que una ingesta diaria de 23 MJ (5.600 kcal) era una provisión satisfactoria para los jugadores de Hockey sobre césped. Esta se refería a jugadores varones, e ingesta similares fueron aconsejadas para jugadores de Básquetbol y de Handbol. En vista de los programas de entrenamiento relativamente moderados de los jugadores en ese momento, estos valores pueden haber sobrestimado los requerimientos reales.

Valores más recientes dan una ingesta calórica real de 181 kJ/kg/día para jugadores varones de Hockey de élite. Para un individuo de 75 kg esto suma solamente 13.6 MJ (3.250 kcal). El valor fue inferior que para jugadores de Fútbol (192 kJ/kg/día) y de Waterpolo (194 kJ/kg/día). Los valores para las jugadoras fueron de 145 kJ/kg/día o 8.7 MJ (2.080 kcal) para una persona de 60 kg (Erp-Baart et al, 1989). Este valor fue levemente superior al observado en las jugadoras de Voleibol (140 kJ/kg/día) y de Handbol (142 kJ/kg/día). Estos valores fueron derivados a partir de encuestas alimentarias durante 4 a 7 días. Se ha reconocido que tales encuestas, a menudo, subestiman los requerimientos calóricos (Westerterp y Saris, 1991).

Los perfiles de actividad durante un período de 70 minutos no sugieren que las reservas de glucógeno muscular en los músculos de las piernas se vacíen al final del partido. En consecuencia, no parecen necesarios los protocolos de sobrecarga glucogénica como los utilizados en eventos de resistencia. Se puede hacer una excepción en el caso de competencias frecuentes durante torneos de Hockey, o después de sesiones de entrenamiento prolongado en campamentos deportivos. En éste caso, una dieta rica en carbohidratos para la reposición de las reservas glucogénicas resguardaría el hecho de comenzar competencias subsiguientes con inadecuadas reservas energéticas.

CARGA FISICA

En deportes de campo como el Hockey, el requerimiento de destreza y el estrés postural se superponen con la intensidad demandada por la actividad y su patrón de juego. Esto se acentúa en los jugadores a medida que conducen la pelota o la mueven en una postura semi-inclinada. 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).

Un efecto biológico del estrés postural durante el juego de Hockey y las prácticas, se da al nivel del disco intervertebral. La sobrecarga de compresión de los discos produce que pierdan altura, saliendo agua del disco cuándo la carga de compresión sobre el mismo excede la presión osmótica intersticial. El resultado es un cambio en la longitud corporal total, conocido como encogimiento, el cual puede medirse utilizando un estadiómetro de alta resolución (Troup et al, 1985). Reilly y Saeton (1990) investigaron el encogimiento inducido durante una prueba de 7 minutos mientras se conducía una pelota de Hockey en una cinta ergométrica a una velocidad de 8,5 km/h. Se observó que ocurría una tasa de pérdida de altura de 0.4 mm/min, la cual fue mayor que la reportada previamente para otras actividades físicas. La tasa de encogimiento fue casi 4 veces mayor que la observada en el pedestrismo, y cerca del doble de la observada en el entrenamiento en circuito de sobrecarga (Leatt et al, 1986). A pesar de que las compases no permiten períodos más largos de ejercicio en los experimentos con carrera y entrenamiento de sobrecarga, la indicación es que la sobrecarga espinal mientras se realizan "*dribblings*" es mayor que en la locomoción normal. También hay datos que indican que la realización de entrenamientos de fuerza para la espalda (Wilby et al, 1987) y de flexibilidad (Garbutt et al, 1990) puede tener un rol protector en la disminución del riesgo de lesiones en la espalda en los jugadores de Hockey. Los procedimientos de recuperación para descomprimir la columna, la inversión del cuerpo y la postura de Fowler, adoptados antes y después del ejercicio o durante los descansos, también podrían ayudar a este respecto (Leatt y col, 1985). Estos

consejos se pueden aplicar tanto para jugadores varones como para mujeres.

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). Sin embargo, el césped absorbe 10 % más de energía, contribuyendo a un mayor efecto de amortiguación en cada impacto con el piso. Además, es más difícil realizar las vueltas en la superficie sintética (Malhotra et al, 1983). Por lo tanto, la superficie sintética puede tener un mayor riesgo de lesiones durante el juego de Hockey, Jamison y Lee (1989) compararon las estadísticas de lesiones durante el Campeonato Femenino de Australia en 1984, jugado en el césped, con las de la competencia del año siguiente desarrollada sobre una superficie Astroturf. Se observó que las lesiones en el tejido blando eran mas frecuentes durante el torneo realizado en la superficie Astroturf, y las lesiones articulares fueron más frecuentes en el césped. El total de las lesiones fue mayor en el Astroturf y esto llevó a los autores a recomendar que los jugadores tuvieran conocimiento de cómo las distintas superficies afectan su estilo de juego con el consiguiente riesgo de lesiones.

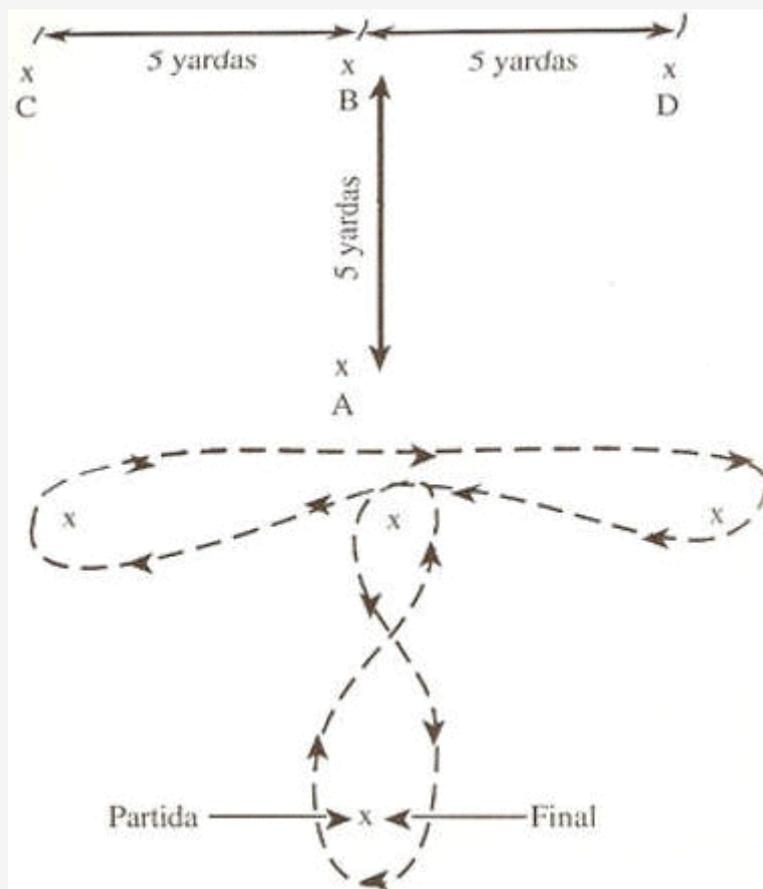


Figura 2. Tests de campo para la evaluación de la aptitud física o "fitness" de jugadoras de Hockey mujeres, incorporando "dribbling" (de Reilly & Bretherton, 1986).

TESTS DE CAMPO

A pesar de que el Hockey ha formado parte del currículo de Educación Física en Europa y Norte América desde el comienzo del siglo, se prestó poca atención a la elaboración de tests de campo. Algunos tests diseñados para mujeres universitarias en los EE.UU. incorporaron destrezas de "dribbling" tackle circular y conducción (Wessel y Koenig, 1971).

Se construyeron otros tests no estandarizados basados en 2 o más de las destrezas fundamentales del deporte, pero no pudieron producir el estrés fisiológico bajo el cual dichas destrezas son ejecutadas en un partido.

Reilly y Bretherton (1989) utilizaron de 2 tests de campo en su evaluación de jugadoras inglesas de élite. El primero fue

una carrera en T en una distancia de 60 yardas (54.5 metros), "dribblendo" una pelota de cuero alrededor de conos (Figura 2). El tests comprendía la mayor cantidad de circuitos en T como fueran posibles en 2 minutos. De acuerdo con Astrand y Rodahl (1986), los deportes que involucran grandes grupos musculares durante 1 minuto, o más, podrían imponer una carga al VO_2 máx y por lo tanto, este test implica una alta carga aeróbica. Se excluye el uso de palos revertidos y se registra la mejor de 3 series. Se observó que el rendimiento en el test tiene una correlación significativa tanto con la potencia aeróbica ($r = 0.48$) como anaeróbica ($r = 0.60$), y que permite la diferenciación entre jugadoras de nivel de élite y regional.

El segundo test de campo fue un test de distancia y precisión (Reilly y Bretherton, 1986). Este incluía una combinación entre conducir una pelota y pegarle a un objetivo, repitiéndose la secuencia tantas veces como fuerza posible en un período de 2 minutos. Se medía la distancia recorrida con el menor error de 2.5 yardas (2.27 metros) y se calculaba la precisión relativa a través del número de tiros (Figura 3). La precisión de éste test estuvo significativamente relacionada con el somatotipo de los sujetos, siendo la correlación entre ectomorfismo y precisión de $r = 0.63$.

Muchos entrenadores de Hockey podrían encontrar conveniente eliminar las destrezas del Hockey de los tests de campo para evaluar la aptitud física de los jugadores. En tales casos, los tiempos de carrera para las 50 yardas o 50 metros (Reilly y Bretherton, 1986), y el test de ir y volver de 20 metros para predecir el VO_2 máx, son ejemplos de evaluaciones posibles. Se debe reconocer que éstos dependen de la adherencia motivacional de los sujetos y no son verdaderos indicadores de los límites fisiológicos de los jugadores.

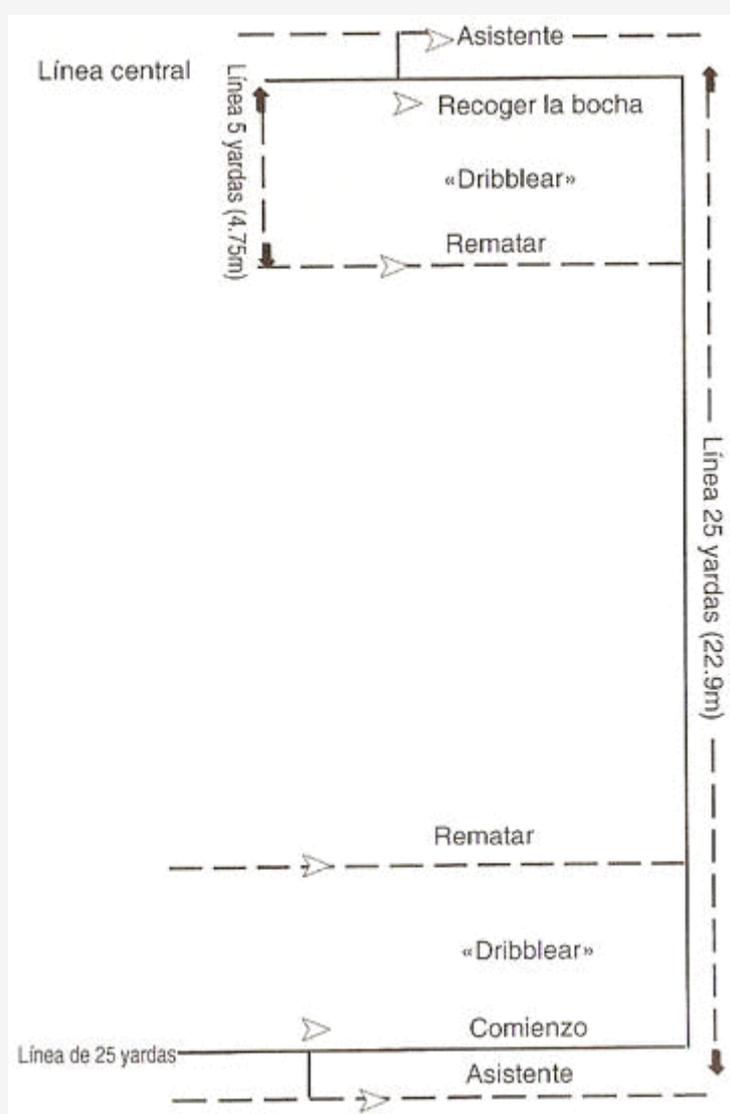


Figura 3. Tests de campo para evaluar la aptitud física o "fitness" de jugadoras de Hockey, incorporando velocidad y precisión (de Reilly y Bretherton, 1986).

CONCLUSIONES

Aparentemente se ha generado una considerable cantidad de datos con el fin de describir las características antropométricas y fisiológicas de los jugadores de Hockey. Esto se aplica a competidores tanto masculinos como femeninos, y refleja los servicios de ayuda disponibles para las Asociaciones Deportivas brindados por los Laboratorios de Ciencias del Deporte, y la atracción de los equipos hacia la evaluación física. Tales perfiles deben ser interpretados con cuidado, considerando el nivel competitivo, el período de la temporada, la posición de juego del deportista, y otros factores.

Por el contrario, hubo relativamente pocos intentos por medir en forma directa las demandas fisiológicas del Hockey sobre césped. De cualquier manera, se han hecho inferencias a partir de juegos modelos y análisis del movimiento. Se ha recogido información a cerca del acondicionamiento a partir de investigaciones fundamentales sobre el entrenamiento y sus efectos fisiológicos, y a partir de estudios sobre entrenamientos con jugadores de Fútbol. De manera similar, la información concerniente a los factores de estrés ambiental podría ser obtenida a partir de la literatura sobre la Fisiología del Ejercicio y aplicada al contexto específico de Hockey, especialmente cuando se juegan partidos en condiciones calurosas. Apoyándose en la evidencia científica, y aplicando al juego los principios fisiológicos fundamentales, el "Fisiólogo del Hockey" puede hacer un buen progreso entendiendo aquellos aspectos del deporte hasta ahora evitados por los investigadores.

REFERENCIAS

1. Apor P (1988). Successful formulae for fitness training. *I Reilly et al. (Eds) Science and Football*, pp. 95-107, E and FN Spon, London
2. Astrand PO, Rodhal K (Eds) (1986). Textbook of work physiology. *McGraw - Hill, New York*
3. Bhanot JL, Sidhu LS (1981). Maximal anaerobic power in national level Indian players. *British Journal of Sports Medicine 15: 265-268*
4. Bhanot JL, Sidhu LS (1983). Maximal anaerobic power in national level Indian players. *British Journal of Sports Medicine 17: 34-39*
5. Brisch R (1984). How did sports begin, Longman. London, 1977. Cannon SR, James SE. Back aint in athletes. *British Journal of Sports Medicine 18: 159-164*
6. Cheatham ME, Williams C (1987). High intensity training and treadmill sprint performance. *British Journal of Sports Medicine 21: 14-17*
7. Chinnappa KB (1988). Comparisons of somatotypes of Indian National probables and Pakistan national field hockey players in relation to their lines of play. *In Abstracts new horizons of human movement. Vol. 3, pp, 6, Seoul, SOSCO*
8. Davies B, Daggett A (1977). Responses of adult women to programmed exercise. *British Journal of Sports Medicine 11: 122-126*
9. Di Pampero PE, Pinera Limas F, Sassi G (1970). Maximal muscular power, aerobic and anaerobic in 116 athletes performing at the XIX the Olympic Games in Mexico. *Ergonomics 13: 665-674*
10. Fox El (1984). Sports Physiologi. *Sauunders, Philadelphia*
11. Fox N (1981). Ricks in infield hockey. *In Reilly T (Ed). Sports fitness and sports injuries pp. 112-117. Faber and Faber, London*
12. Garbutt G, Boocok MG, Reilly T, Troup JDG (1990). An evaluation of warm-up procedures using spinal shrinkage. *In Lovesey EJ (Ed) Contemporari ergonomics pp. 305-309. Taylor and Francis, London*
13. Grafe HK (1971). Nutrition. *In Larson LA (Ed) Encyclopedia of Sports Sciences and Medicine, pp. 11266-1130, Coller - MacMillan, London*
14. Hargreaves A (1983). Fitness profiles on the British Olympic Men's team 1978-80. *Hockey Digestá 10:68-70*
15. Hirata KI (1966). Physique and age of Tokio Olympic champions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 17: 207-222*
16. Hughes M (1988). Computerized notation analysis in field games. *Ergonomics 31: 1585-1592*
17. Hamison S, Lee C (1989). The incidence of female hockey injuries on grass and synthetic playing surfaces. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport 21 (2): 15-17*
18. Johnston RE, Watson JM (1986). A comparison of the phenotypes of women basketball and hockey players. *New Zealand Journal of health, Physycal Education and Recreation 40: 48-54*
19. Leatt P, Reilly T, Troup JDG (1985). Unloading the spine. *In Osborne D (Ed) Contemporary ergonomics, pp, 227-232, Taylor and Francis, London*
20. Leatt P, Reilly T, Troup JDG (1986). Spinal loading during circuit weight training and running. *British Journal of Sports Medicine 20 . 119-124*
21. Maksud MG, Canninstra C, Dublinsky D (1976). Energy expenditure and VO₂ máx of female athletes during treadmill exercise. *Research Quartely 47: 692-697*
22. 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*
23. Malhotra MS, Ramaswaimy SS, Rai SB (1962). Influence of body weight on energy expenditure. *Journal of Applied Physiologi 17:*

24. Prince FP, Hikida R, Hagerman FC (1977). Music fibre types in women athletes and non □ athletes. *Pfingers Archive* 371: 161-165
25. Rate R, Pyke F (1978). Testing and training of women field hockey players. *Sports Coach* 2: 14-17
26. Ready AE, van der Merwe M (1986). Physiological monitoring of the 1984 Canadian womens□ Olympic field hockey team. *Australian Journal of Science and Medicine in Sports* 18 (3): 13-18
27. Reilly T (1986). Sports fitness and sports injuries. *Faber & Faber, London, 1981. Reilly T. Ergonomic of muscular activity. Genseskunde en Sport* 19 (3):16 76-85
28. Reilly T (1990). Football. In *Reilly T et al . (Eds) Physiology of sports, pp. 371-425. E & FN Spon, London*
29. Reilly T Ball D (1984). The net Physiological cost of dribbling a soccer ball. *Research Quartely for Exercise and Sport* 55: 267-271
30. 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, III*
31. Reilly T, Scaton A (1990). Physiological strain unique to field hockey. *Journal of sports Medicine and Physical fitness* 30:142-146
32. 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*
33. Reilly T, Parry-Billings M, Ellis A (1985). Changes in fitness profiles of international female hockey players during the competitive season. *Journal of Sports Science* 3: 210
34. Roberts AD, Morton AA (1981). Physiological an muscular responce of team sportsmen to sprint training. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport* 13: 17-19
35. Scott PP (1991). Morphological characteristics of elite male field hockey players. *Journal of Sports medicine and Physical Fitness* 31: 57-61
36. Sharkey B (1986). Coaches guide to sport physiology. *Human Kinetics, Champaign III*
37. Sidhu BS, Singh J, Chugh OP, Sohal MS (1989). Physique and body composition of Indian national police players of team games. *Indian Journal of Sports Sciences I (2): 29-34*
38. Skubic V, Hodgins J (1967). Relative strenuousness of selected sports as performed by women. *Research Quately* 38: 305-313
39. Sodhi HS, Sidhu LS (1984). Physique an selection of spotsmen. *Punjab Publishing House, Patiala*
40. Staniski CL, Mc Master JH, Ferguson RJ (1984). Synthetic turf and grass: a comparative study. *Sport Medicine* 2: 22-26
41. Strauss GR, Malone D, Bell A (1986). Knee flexor / extensor and forearmasupinator / pronator strenth control in elite female hockey players. In *Abstracs XXIII FILMS Word Congress of Sports Medicine. Brisbane, pp, 266-266 a*
42. Telford RD, Egerton WJ, Hahn A (1988). Skinford measures and weight control in elite athletes. *Exel* 5 (2): 21-26
43. Troup JDG, Reilly T, Eklund JAE, Leatt P (1985). Changes in Stature with spinal loading and their relation to perception of exertion or discomfort. *Stress Medicine* 1: 303-307
44. Verma SK, Mohindroo SR, Kansal DK (1979). The máximal anaerobic power of different categories of players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 19: 55-65
45. Ward C (1989). Play the game: Hockey . *Ward Loock LTD, London*
46. 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*
47. Westertter KR, Saris WHM (1991). Limit of energy turnover in relation to physical performance, achievement of energy balance on a daily basis. *Journal of Sports Sciences* 9 (Suppl. 1) : 1-15
48. Whitaker D (1986). Coaching hockey. *Crowood Press, Marlborough*
49. Willby J, Linge K, Reilly T, Troup JDG (1987). Spinal shringkage in females: circadian varation and the effects of circuit weight training. *Ergonomics* 30: 47-54
50. Willsmore RG (1982). The body type of female hockey players involved in different playing positions and levels of competition. *Australian Journal of Science and Medicine in Sports*19 (4): 76-78
51. Withers RT, Roberts RGD (1981). Physiological profiles of representative women softball, hockey and netball players. *Ergonomics* 24: 583-591
52. Withers RT, Roberts RGD, Davies GJ (1977). The maximum aerobics power, anaerobics power nd body composition of South Australian male representatives in athletics basketball Fitness . 17: 391-400
53. Withers RT, Whittingham ND, Norran KT, Laforgia J, EllisMW, et al (1987). Relative body fat and anthropometrics prediction of body density of female athletes. *European Journal of Applied Physiology* 56: 169-180
54. Withers RT, Whittingham ND, Norran KT, Laforgia J, EllisMW, et al (1987). Relative body density in male athletes. *European Journal of Applied Physiology* 56: 191-200
55. Zeldis SM, Morganroth J, Rubler S (1978). Cardiac hypertrophy in respect to dynamic conditoning in female athletes. *Journal of Applied Physiologi: Respiratory Environmental and Exercise Physiology* 44: 849-452

Cita Original

Thomas Reilly y Andrew Borrie, Fisiología Aplicada al Hockey sobre Césped. Resúmenes del Simposio Internacional de Actualización en Ciencias Aplicadas al Deporte, Biosystem, 390-402 (1999)