

Monograph

La Fisiología del Rugby

Thomas Reilly¹¹Centre for Sport and Exercise Sciences, School of Human Sciences, John Moores University, Liverpool, England.

RESUMEN

El Rugby tiene sus raíces en común con los históricos juegos de balón y tiene elementos que se superponen a otros códigos de fútbol contemporáneo. Las tasas de trabajo de los jugadores son más bajas que en el fútbol y se caracterizan por períodos de recuperación más largos que los períodos de ejercicio. Durante un juego los valores promedios, disfrazan la secuencia ocasional real de actividades intensas seguidas de pequeñas interrupciones. Las respuestas fisiológicas a la competencia en el Rugby indican que el juego demanda del metabolismo aeróbico y los jugadores se pueden beneficiar de un programa de acondicionamiento aeróbico. La fuerza muscular es el requerimiento de todas las posiciones de juego, pero los jugadores pueden diferenciarse en otros aspectos cineantropométricos. Los jugadores de elite tienen baja adiposidad mientras que la talla es más importante para el juego de *line-out* que la aptitud para el salto. El somatotipo parece diferenciarse entre las diferentes posiciones de juego y varía entre los *forwards* de la primera línea, segunda línea y la última línea. Se recomienda a los jugadores realizar preparaciones especiales para las condiciones ambientales no habituales, incluyendo frío, calor y altitud. Los estilos de vida de los jugadores de Rugby se han alterado en los últimos años, debido a la institución de los Campeonatos Mundiales y el profesionalismo. Este desarrollo fuerza a los jugadores a la necesidad de adoptar una aproximación sistemática al entrenamiento con el objeto de estar preparados para la competición de alto nivel.

Palabras Clave: capacidad aeróbica, metabolismo aeróbico, composición corporal, calor, tasa de trabajo

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El juego del Rugby tiene muchas propiedades en común con otras formas del Fútbol. Originalmente, el juego evolucionó de la asociación con el Fútbol, generalmente se creyó que es debido a la impaciencia de William Webb Ellis, un escolar de la Escuela de Rugby en el año 1830 (21), quién levantó la pelota y corrió con ella hasta el final de la línea. Este principio de quebrar la defensa contraria para alcanzar una meta fue una parte integral de los juegos históricos de Fútbol proclamados en la edad media.

El Rugby se distingue del fútbol principalmente por el uso de las manos, la frecuencia del contacto físico, las formas de *tackle*, los medios para ganar la posesión y marcar. La pelota es ovalada como en las reglas del Fútbol Americano y Australiano, pero difieren en sus características de la pelota utilizada en éstas otras modalidades. Los roles posicionales son designados claramente - un *full back*, cuatro jugadores en la línea de tres cuartos, dos medios (*half-backs*) y ocho *forwards* (ubicados en tres líneas en los *scrums*). El rol principal de los *forwards* es ganar la posesión en las posiciones fijas (*rucks* y *maulls*) y en el juego abierto, o formaciones móviles (*rucks* y *maulls*).

La asociación de Rugby se estableció en enero de 1871, ocho años después de la formación de su correspondiente en Fútbol, la Asociación de Fútbol. El primer partido internacional se llevó a cabo entre Escocia e Inglaterra en Edimburgo, dos meses después. Este partido fue presenciado por aproximadamente 4000 espectadores, y consistió de 50 minutos cada tiempo comparado con las mitades actuales de 40 minutos. El año 1870 fue el tiempo de "la edad de impuso del Rugby" (7) cuándo los *packs* de *fordwards* en el equipo consistían en 13 hombres. Recién en 1892 las regulaciones restringieron a los

equipos a 15 jugadores de cada lado, la composición que se aplica hoy en día. Si bien las competencias de *seven-a-side* han incrementado su popularidad en los años recientes, ésta revisión está focalizada en el juego de 15 jugadores por bando.

El juego del Rugby se fomentó en las escuelas de gramática de Inglaterra. Este se separó de ellas y entró en los juegos profesionales de la Liga de Rugby en 1895 (luego del lanzamiento de la Unión del Norte, dos años antes) con jugadores provenientes principalmente de ambientes de clase trabajadora en Lancashire y Yorkshire. Esta división se completó cuando el Rugby adoptó una ética profesional en 1995. La culminación de los vínculos entre los dos códigos se logró en Mayo de 1996. Cuando los clubes campeones de Inglaterra en los dos códigos, Bath y Wigan, se juntaron para un partido de la Liga de Rugby en Maine Road, Manchester y después de un mes, en un partido de la Unión de Rugby en Twickenham. El Rugby se juega en más países, además de la Liga de Rugby. La primera competencia de Copa del Mundo se realizó en Australia y Nueva Zelanda en 1987. Los campeonatos subsiguientes se realizaron en las Islas Británicas y Francia (1991) y Sudáfrica en (1995). Nueva Zelanda, Francia y Sudáfrica ganaron esos torneos. La inauguración de los mismos marcó la escala de aproximaciones científicas hacia la preparación para la competición. Las demandas del Rugby de liga fueron revisadas previamente (8), lo cual permite a ésta revisión concentrarse en las demandas impuestas por el Rugby de unión (*Rugby Union*). Las demandas fisiológicas se mencionan primero; considerando los aspectos de preparación física y entrenamiento para el juego. Las propiedades especiales son revisadas en la última parte del artículo.

La aplicación general de los principios Fisiológicos del Rugby se debe hacer con cautela, reconociendo la multitud de factores que determinan la presión sobre los jugadores individuales. Cada rol posicional es único en términos de demandas físicas, y existe menos homogeneidad entre estos roles que en otros juegos de fútbol. El tipo y frecuencia del entrenamiento también varía con el nivel de juego, especialmente en el amateur. El rendimiento durante el juego se ve influido por la táctica, la interacción entre los individuos en movimientos tácticos, la competencia de los jugadores en las habilidades de atrapar, pasar, patear, *tackle* ar, y habilidades específicas de la posición de juego. El juego requiere de una amalgama de reacciones rápidas, velocidad, agilidad, fuerza muscular, potencia aeróbica y anaeróbica, aunque la forma en la que éstas se combinan no es fácilmente definible. A pesar de estas dificultades, se puede hacer un intento de determinar el juego de Rugby desde una perspectiva Fisiológica al partido.

El incremento de la participación de mujeres en los juegos de Rugby está reflejado en la popularidad creciente del Rugby de Mujeres. La primera Copa del Mundo para equipos nacionales de mujeres se realizó en Gales durante el mes de Abril de 1991. Los investigadores les prestaron poca atención al juego femenino, excepto para los reportes antropométricos de Sedlock et al (46), y Kirby y Reilly (20). En consecuencia, ésta revisión se centra en datos reportados para Rugby de hombres.

TASA DE TRABAJO EN EL RUGBY

Si bien un partido de Rugby dura 80 minutos más el tiempo adicionado por el árbitro, el tiempo promedio real de juego es de sólo 27 minutos (53). La actividad se compone de 140 secuencias de acción, en promedio. En conjunto, el 32% de éstas secuencias tienen una duración de entre 0-5s, el 24% tiene una duración de 5 - 10s, el 29% una duración de 10 - 20, y el 10% comprenden secuencias de 20 - 30 s de duración, y sólo el 5 % son más largas que 30s. Estas cifras implican un énfasis en el metabolismo anaeróbico durante los intensos períodos de juegos (56% de las acciones tiene menos de 10 segundos de duración). Un indicador del gasto total de energía en los partidos de Rugby puede ser provisto por la distancia total cubierta en un partido (38). Esto puede estar dividido en dos intensidades diferentes de ejercicio para actividades opuestas, y puede ser completado por el establecimiento de cocientes de duraciones de ejercicio/descanso durante el partido.

Se ha reportado que la distancia total promedio cubierta en durante un partido de rugby es de 5.5 km para los *forwards* y 3,8 km para los *backs* (53). Reid y Williams (37) estimaron valores que se extendían desde 4.8 a 9.6 km. Estos valores son relativamente bajos comparados con el rango de 8 - 12 km reportados en partidos de Fútbol de elite (1,39), aún considerando los 10 minutos menos de duración en el Rugby. Morton (31) reportó que la distribución de la actividad fue 37% de caminata, 29% de trote y 34% alargues/carreras de moderada intensidad, o *sprints* de máxima velocidad. Las distancias reportadas en estos estudios pueden subestimar las demandas del juego contemporáneo de alto nivel donde existe un énfasis incrementado en apoyar al jugador, con la pelota. También es sabido que los jugadores en el Rugby pasan una mayor cantidad de tiempo en "actividades relacionadas al juego" en comparación con los jugadores de otros deportes de conjunto debido a que los *scrums*, *rucks* y *maulls* comprometen a grupos de jugadores que interactúan en conjunto, durante períodos prolongados de tiempo (15). En un grupo de jugadores canadienses estudiados por Docherty et al (15) se observó que estos pasaban aproximadamente el 85% de su tiempo en actividades de baja intensidad. Esto puede ser debido a la necesidad de recobrar formaciones con el objeto de continuar el juego, luego de un cambio rápido del juego de un extremo de la cancha a la mitad de la otra, como resultado de un *kick* táctico y carrera con la pelota. El restante 15% del

tiempo fue utilizado en ejercicios de alta intensidad (6 % relacionado con carreras, y 9 % con acciones tales como *tackle* ar, empujar y competir por la pelota). Existe una diferencia conceptual entre las demandas impuestas por el juego y las demandas que los jugadores espontáneamente se imponen a sí mismos.

Consecuentemente, McLean (26) en su análisis del “Campeonato de las Cinco Naciones” en la temporada 1989, se concentró más en el juego (tiempo durante el cual la pelota estuvo en juego) que en las tasas de trabajo de los jugadores individuales. El análisis se basó en grabaciones de video de todos los partidos jugados durante el campeonato. En promedio, la pelota estuvo en juego 29 min en cada partido. El cociente ejercicio/descanso se extendió desde 1:1 a 1:1.9. Los cocientes ejercicio/descanso fueron relativamente consistentes de partido a partido. En el 63% de los casos el período de descanso excedió en duración a la secuencia precedente de juego; en el 37 % de los casos el descanso fue más corto que el esfuerzo de ejercicio al que le siguió. La mayoría de los períodos de ejercicio estuvieron en el rango de los 11-25s. Siendo el promedio total de 19 s (26). Estos cocientes fueron empleados más tarde en la prescripción de entrenamiento y en el diseño de tests de campo (25).

Menchinelli et al (28) analizaron grabaciones de video de cinco partidos en la Copa del Mundo de Rugby de Nueva Zelanda en 1987. Del tiempo total de juego, 25 min (31%) correspondieron al tiempo real de juego y 55 min (69 %) a las detenciones. La media de tiempo para acciones simples fue de 7.3 s para los *forwards* y 6.5 s para los tres cuartos y el tiempo promedio de detenciones fue de 33 segundos. Durante cada uno de los partidos hubo 180 acciones de juego, 96 detenciones y 30 *scrums*. En conjunto, 70 % de las secuencias de juego fueron de 4- 10 s de duración y el 75% de las detenciones duraron entre 5 y 40 segundos. La conclusión fue que períodos intensos rápidos de juego se alternan con períodos generalmente incompletos de recuperación. Los autores recomiendan la posesión de capacidades específicas de resistencia para una pronta recuperación luego de pasajes intensos de juego.

Observaciones de las respuestas del lactato en sangre a un partido de Rugby demostraron un amplio rango de valores. Docherty et al (15) reportaron una media (\pm DE) de 2.8 ± 1.6 mmol/L al final de los partidos de una Universidad canadiense. Van Rensburg et al (50) reportaron que los niveles de lactato en sangre permanecieron por debajo de los 4 mmol/L durante un partido de Rugby en Sudáfrica, mientras que los ácidos grasos plasmáticos en sangre se elevaron tres veces. Estas observaciones probablemente reflejen el moderado nivel de intensidad de ejercicio en partidos de ésta especialidad. McLean (25) obtuvo muestras de sangre de jugadores de los mejores clubes de Escocia durante las interrupciones naturales en el juego (lesiones, penales, etc.). Los valores se extendieron desde 5.8 a 9.8 mmol/L, indicando que jugar al Rugby competitivamente se puede vincular a una apreciable producción de lactato. Niveles similares (rango: 6 - 12 mmol/L) fueron reportados para un lateral italiano y un lateral argentino de nivel internacional (28). Los niveles de lactato encontrados en sangre pueden subestimar considerablemente las concentraciones en los músculos activos.

El gasto de energía inducido por el juego de Rugby fue evaluado primero por Yamoaka (55) quien calculó que el Rugby competitivo incrementó la tasa metabólica en promedio por un factor de 11. Los *forwards* gastaron más energía (2.510 - 3.350 kJ) que los *backs* (1.840 - 2.930 kJ) durante 55 min de su actividad habitual. Asumiendo un VO_2 máx de 4.51 L/min de promedio para los sujetos, éste nivel de gasto de energía podría corresponder al de un nivel metabólico relativo de aproximadamente 52% VO_2 máx. Una comparación con el gasto estimado de energía en Fútbol, que es de aproximadamente el 70% VO_2 máx, corrobora los hallazgos de tasas de trabajo en dos de los eventos del “*Football*”. Es probable que la intensidad de ejercicio en el Rugby profesional contemporáneo sea mayor que los hallazgos en los jugadores japoneses, debido al incremento en el ritmo de juego en los años pasados.

Parece que los depósitos de glucógeno muscular no se agotan al final del partido de Rugby; esto confirma una tasa de trabajo relativamente baja comparada con la observada en Fútbol (39). La carga de carbohidratos en la dieta de los jugadores incrementa la utilización de carbohidratos durante el partido, pero no ofrece los beneficios ergogénicos que los atletas de resistencia obtienen de éstos (19). No obstante, la carga de carbohidratos puede ser ventajosa en el curso de los torneos, en los que se debe jugar un número de partidos dentro de un corto espacio de tiempo.

FACTORES AMBIENTALES

Como la temporada competitiva tradicional en el Rugby Europeo se prolonga a los meses de invierno, los partidos pueden tener lugar frecuentemente con temperaturas ambientales que son demasiado frías para el bienestar térmico. Esto tiene implicancias obvias para el rendimiento. En condiciones de frío húmedo, el manejo de la pelota puede verse severamente desmejorado debido a la caída de la temperatura en los dedos. A éste punto parecería aconsejable usar guantes apropiadamente diseñados con el objeto de mantener la temperatura de las manos dentro de la zona de bienestar, y preservar la destreza manual. Durante la gira del equipo de los Leones Británicos por Nueva Zelanda en 1983, el equipo estuvo en desventaja debido a las bajas temperaturas en el «*Test Match*» de Invercargill, ya que todos los tres cuartos de

los All Blacks usaban guantes. Por lo tanto los guantes solo fueron utilizados esporádicamente por los jugadores de Rugby en los «*Test Match*».

Las condiciones frías también pueden ser un factor de aparición de lesiones en el juego. Reilly y Hardiker (40) reportaron una incidencia significativamente mayor de lesiones en el período siguiente a la mitad del juego que en otros momentos en el juego. Este hallazgo se atribuyó a que los jugadores toman frío mientras se paran a la intemperie durante los 5 min de interrupción y son susceptibles de lesiones al retomar el partido sin realizar una nueva entrada en calor.

La entrada en calor es especialmente importante en las condiciones de frío ya que tiene el objetivo de elevar la temperatura corporal para las actividades más vigorosas que siguen, tanto en el entrenamiento como en la competición. Los jugadores de deportes de campo atribuyen aproximadamente el 18% de las lesiones a una entrada en calor inadecuada. El protocolo de entrada en calor debería incluir ejercicios de flexibilidad con movimientos similares a los empleados en el juego para que esta sea efectiva respecto de la prevención de lesiones (43).

Las temperaturas ambientales durante la temporada competitiva de la Unión de Rugby son generalmente más altas en el hemisferio Sur que en el Norte. Los partidos de Rugby - en Australia y Sudáfrica, en particular- pueden ser jugados en condiciones que precipitan el estrés por calor. Los jugadores en el Rugby universitario que compiten con temperaturas de 24 - 25°C exhiben temperaturas rectales de 39.4°C al final del partido (14). Las temperaturas se elevaron similitudineamente en los *backs* y los *forwards*, pero los últimos transpiraron más, probablemente debido a su mayor tamaño corporal. Doncaster (16) reportó observaciones de temperatura rectal registradas 1 min después de la finalización de los partidos de Clubes de Rugby en Sudáfrica. En días calurosos, cuando las temperaturas ambientales fueron de más de 30°C, el 70 % de los jugadores tuvieron temperaturas rectales por encima de los 40°C, con 4 jugadores con valores de 41°C. Los jugadores parecieron ser más vulnerables al golpe de calor al comienzo de la temporada cuando no estaban aclimatados. Tanto los *backs* como los *forwards* tuvieron temperaturas corporales más bajas en los últimos partidos de la temporada, comparado con los primeros. Los jugadores aclimatados al calor incrementaron sus tasas de sudoración, y por lo tanto tuvieron mayor riesgo de deshidratación. La costumbre de suministrar naranjas a los jugadores en el entretiempo es prácticamente inútil para propósitos de rehidratación, y los jugadores podrían seguir las pautas diseñadas para los jugadores de fútbol en dichas circunstancias (23). También se debe prestar más atención a la fabricación de la vestimenta utilizada por los equipos de Rugby en condiciones en las cuales la hipotermia es un riesgo.

Compitiendo en la altitud se ejerce una presión adicional sobre el sistema de transporte de oxígeno, relacionado a la reducción que ocurre en la tensión alveolar del oxígeno con la caída de la presión del aire ambiental. El transporte de oxígeno empeora con la desaturación del oxígeno debido a la caída en el PO₂ alveolar. Esto parece afectar el rendimiento aeróbico, observándose un promedio de declinación en el máximo consumo de oxígeno del 15% a una altitud de 2280 mt (35). Como consecuencia, los equipos que tenían programado competir en Sudáfrica en los Campeonatos Mundiales de Rugby tuvieron que considerar el entrenamiento en la altitud como parte de su preparación. Las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento de la resistencia de la altura, que incrementan considerablemente la producción de glóbulos rojos estimulada por un incremento de la producción de eritropoyetina en los riñones, también se han empleado con el objeto de mejorar el rendimiento aeróbico a nivel del mar. Mientras que el entrenamiento en la altura ha sido utilizado por atletas de resistencia desde principios de 1970, como parte de su entrenamiento para los principales campeonatos, su uso sistemático buscando efectos similares en el Rugby se limitó en gran medida a los equipos franceses (5).

Durante el torneo de Copa del Mundo en 1995, el equipo Sudafricano utilizó apósitos sobre el tabique nasal con el objeto de respirar más fácilmente. La práctica fue adoptada por jugadores de Inglaterra, Escocia, Gales e Irlanda en el Campeonato de las Cinco Naciones subsiguiente. Los apósitos reducen la resistencia al movimiento del aire a través del pasaje nasal, y beneficia a algunos individuos que roncan muy alto, condición para la cual fueron diseñados originalmente. Durante la realización de ejercicios de intensidad baja a moderada, parece que los dilatadores nasales externos fallan en alterar la VE/VO₂ (eficiencia respiratoria)(12), y no son una ayuda ergogénica efectiva en la actividad de dominio anaeróbico, como los esprints (33). Mientras que su uso puede tener beneficios marginales cuando se juega en la altitud como medio para incrementar el oxígeno alveolar, los apósitos nasales no tienen justificación fisiológica para el uso por parte de los jugadores de Rugby que compiten a nivel del mar. De manera similar, la provisión de oxígeno puro para la recuperación, como se utiliza en el Fútbol Americano, no tiene evidencia como para sostenerla en el Rugby (54).

ANTROPOMETRIA

Las características físicas varían ampliamente entre los jugadores de Rugby. La variabilidad depende del rol posicional, el nivel de juego y el rango de habilidades requeridas por el partido. Dado que los estilos de juego son alterados para mantener o ganar ventaja competitiva sobre los oponentes, así también pueden ser elegidas las características físicas de

los jugadores para implementar el plan de juego.

La comparación más impactante de las características antropométricas de los jugadores de Rugby se da entre *backs* y *forwards* como grupos separados. En promedio, los *forwards* son 20 cm más altos. Estos valores promedios tienden a enmascarar diferencias dentro de cada uno de los grupos : los *forwards* de la segunda línea (y el Nro 8), por ejemplo, son más altos que los jugadores restantes de la unidad, y su altura les da una ventaja particular para la posesión en el *line-out* (45). El *hooker* tiende a ser el más pequeño de los *forwards* y los pilares son solo un poco más altos. La mayoría de los equipos utilizan el *hooker* para lanzar la pelota en el *line-out* donde de otra manera éste jugador no tendría oportunidades de contribuir a ganar la posesión.

La masa corporal es un factor importante en el Rugby, particularmente al *tacklear* o al desprenderse de los *tackles*. Esto también confiere una ventaja en los *scrums* , ya que es difícil para los *forwards* empujar hacia atrás aun *pack* pesado de oponentes. Es preferible tener éste peso como masa corporal magra en lugar de tejido adiposo, dado que este último tejido puede constituir una carga extra para que los músculos levanten contra la gravedad, en la locomoción y el salto. Los *forwards* se pueden beneficiar en términos de movilidad en el campo de juego adoptando programas de control de peso, los cuales reducen los depósitos de tejido adiposo. Los jugadores de más peso en el Rugby, estudiados por Rigg y Reilly (45) fueron los *forwards* de la segunda línea (101 ± 7 kg), mientras que los más livianos fueron los medios (*half-backs*) con 24 kg menos de masa corporal. Los *wings-backs* son jugadores livianos, siendo su mayor requerimiento la velocidad. Una tendencia reciente es el uso de jugadores de la línea de tres cuarto de gran tamaño corporal y por lo tanto aptos para contribuir en otros aspectos del juego que involucran contacto físico. Esto está ejemplificado por el gran tamaño corporal de Jonah Lomu quien jugó como *wing* para la selección de Nueva Zelanda con un efecto devastador durante la Copa del Mundo de 1995.

Mientras que el exceso de tejido adiposo es indeseable cuando la masa corporal se mueve verticalmente y repetidamente, los jugadores de nivel colegial parecen ser seleccionados como *forwards* más por su masa corporal total que por su masa corporal magra. Bell (2) midió 56 jugadores a éste nivel y demostró que los *forwards* tuvieron significativamente mayor adiposidad relativa que los *backs* (ver Tabla 1). Este criterio de selección podría ser inapropiado en un estándar de juego más alto. Más tarde, Bell (3) reportó una media de contenido de grasa corporal de 14.6 % para *forwards* de rugby. Esto puede reflejar el hecho que el exceso de grasa corporal puede ser perdido debido al incremento de la carga de entrenamiento a una reducción de la ingesta de energía. Estos valores estuvieron cercanos a aquellos reportados para los *forwards* de una Universidad de Ciudad de Cabo (15.2 ± 2.7 %) y en los *backs* (13.5 ± 3.0 %) por Jardine et al(19). Williams et al (25) reportaron un promedio del 12.7% de grasa corporal para un equipo universitario de Rugby, una cifra cercana a las observaciones de Rigg y Reilly (45) en jugadores de primera y segunda clase de equipos de clubes «*senior*» ingleses (ver tabla 1). En un estudio posterior, la adiposidad relativa se extendió desde 13.6 ± 2.1 % y 10.4 ± 1.6 % en jugadores de la primera línea y *backs*, respectivamente. Las cifras para el equipo nacional inglés se redujeron durante la temporada 1990-91, desde un 16% en enero de 1990 al 12% un año después, en la preparació para la Copa del Mundo 1991. La cantidad de tejido adiposo fue significativamente más baja los *backs* que en los *forwards*, en cada una de las cinco ocasiones de mediciones durante ese año (18).

Nivel de Juego	% Grasa Corporal	n	Fuente
Universitario: Backs	13.5 ± 3.0	14	Jardine et al. (19)
Forwards	15.2 ± 2.7	15	
Colegial: Backs	12.2	28	Bell (2)
Forwards	19.5	28	
Equipo EEUU: Backs	9.2 ± 2.0	30	Carlson et al. (9)
Forwards	12.5 ± 3.6	35	
Club Inglés: 1 ± Clase	11.7 ± 1.2	24	Rigg y Reilly (45)
2 ± Clase	12.1 ± 6.9	24	
Internacional: Backs	11.4 ± 2.5	15	Rienzi et al. (44)
Forwards	12.1 ± 3.1	15	
Elite Galés: Senior	15.1 ± 3.5	37	Mayes y Nutall (24)
< de 21	15.6 ± 4.0	42	

Tabla 1. Estimaciones de Porcentaje de grasa corporal (adiposidad) en jugadores de la Unión de Rugby

Estas observaciones derivaron principalmente de mediciones de pliegues cutáneos. Este método para analizar la

composición corporal fue criticado en base a presunciones científicas asociadas a la densitometría y a la relación entre los depósitos internos y subcutáneos de tejido adiposo (13). No obstante, la determinación del espesor de los pliegues cutáneos, es meritoria con sujetos deportistas, y la estimación del porcentaje de grasa corporal provee una pauta muy útil en la recomendación de objetivos para la reducción de peso (41). Los valores encontrados en jugadores de Rugby de nivel de elite, aunque son más bajo que la media normal para la población general, son más altos que los reportados en atletas de resistencia y jugadores de Fútbol (42).

Los físicos específicos parecerían estar asociados a posiciones de juego particulares, siendo un ejemplo la figura «*morruda*» del hooker y la figura de pera de los pilares. El somatotipo, como método de determinación física, puede discriminar significativamente ente *forwards* y *backs* como grupos colectivos. Un equipo campeón de una Escuela de Alto Nivel Británico, tuvo *forwards* con una media de somatotipo de 4.5-5.0-2.5, siendo el somatotipo correspondiente a los *backs* de 4.0-5.0-2.5 (40). Jugadores franceses estudiados por Boennec et al(6) tuvieron medias de somatotipo de 3.0-5.0-3.0 para *backs*, mientras que los *forwards* se agruparon cerca de un perfil de 4.0-5.5-2.0. Todos los jugadores podrían ser descritos como mesomórficos, siendo los *forwards* más endomórficos y menos ectomórficos que los *backs*. La observación concuerda con los niveles más bajos de adiposidad encontrados en los *backs*.

Casagrande y Viviani (10) reportaron valores de somatotipo en 28 jugadores de la liga "A" italiana. El somatotipo promedio fue mesoendomórfico, y difirió significativamente del mesomorfismo balanceado de los sujetos de control. Los datos en la Tabla 2 demuestran la tendencia entre los *forwards*, a ser jugadores más ectomórficos, menos endomórficos y mesomórficos de acuerdo al progreso desde el frente hacia el fondo del *scrum*.

Los jugadores de nivel internacional que participaron en los Torneos de Rugby de *Seven a side*, en Uruguay, estudiados por Rienzi et al (44), exhibieron una media de somatotipo que fue de 2.4-5.9-1.5. El promedio de masa muscular llegó al 62% de la masa corporal, indicando un alto nivel de musculatura en estos jugadores.

Posición	Somatotipo
Primera Línea	4.2 - 6.1 - 0.3
Segunda Línea	3.6 - 5.2 - 1.2
Línea de Backs	3.2 - 5.0 - 1.4
Medio Scrum	2.2 - 5.5 - 1.4
Otros	2.8 - 4.0 - 2.2
Promedio de Equipo	3.2 - 5.2 - 1.3
Sujetos de Control	2.6 - 4.2 - 2.2

Tabla 2. Valores medios de somatotipo en jugadores italianos (liga de Rugby "A") (17)

El ectomorfismo indica linearidad y fragilidad en el físico, por eso se asume comúnmente que predispone a la aparición de lesiones en los deportes de contacto. Se piensa que los músculos esqueléticos proveen un escudo contra el contacto físico. Un estudio de estudiantes jugadores de Rugby, realizado por Reilly y Hardiker (40), falló en suministrar evidencia de que el tejido adiposo subcutáneo da protección contra las lesiones. Los jugadores más susceptibles a lesiones fueron aquellos con valores altos de mesomorfismo y endomorfismo, a quienes probablemente les faltó la movilidad para salir ilesos de incidentes críticos en actividades relacionadas con el juego (40). Se ha mostrado que la masa muscular se correlaciona negativamente con la cantidad de carreras de alta intensidad realizadas durante partidos de nivel internacional en Torneos de Rugby de *Seven a side* (44).

En un estudio llevado a cabo por Carlson et al (9) se estudiaron y evaluaron los perfiles antropométricos y las características de rendimiento motor de jugadores de Rugby de nivel nacional de EE.UU. En total 65 jugadores (media de edad, 26.3 años) fueron examinados con el objeto de comparar sus características antropométricas en relación con el rol posicional y el nivel de rendimiento. Las mediciones incluyeron estatura, masa corporal, nueve pliegues cutáneos, dos perímetros y dos diámetros óseos. Los patrones de pliegues, el porcentaje estimado de grasa corporal, y los somatotipos, fueron calculados a partir de datos antropométricos.

Las mediciones del rendimiento motor incluyeron el salto vertical, esprints de más de 35 y 100 m, carrera de ir y volver, saltos repetidos en el lugar, flexo-extensiones de codos y sentadillas. Los resultados indicaron que los *forwards* fueron más altos que los *backs* (187 ± 7 vs 179 ± 5 cm), de más peso (99.1 ± 9.1 vs 80.8 ± 7.2 kg) y tuvieron más adiposidad (ver Tabla 1). Los *forwards* fueron más endomórficos que los *backs* (3.4-6.6-1.2 vs 2.5-5.9-1.8, respectivamente), las variables

antropométricas que mejor distinguieron los *forwards* de los *backs* fueron la masa corporal, el diámetro del fémur y el perímetro del brazo, con un 88% de los jugadores correctamente clasificados de acuerdo a estas tres mediciones. Ni la antropometría ni la batería de test de rendimiento diferenciaron satisfactoriamente al equipo nacional (n = 33) de los 15 miembros del equipo nacional juvenil (media de edad 25.5 años) ni de los 17 miembros de la escuadra en desarrollo (media de edad 26 años).

Debido a la amplia variabilidad en muchos de los items de la batería de clasificación, se recomendó que las características individuales podrían ser vistas a través del perfil como un todo, con el objeto de ubicar posibles fuerzas o debilidades.

FUERZA MUSCULAR Y RESISTENCIA

La fuerza muscular es claramente empleada en una cantidad de actividades durante el partido de Rugby, especialmente debido a la naturaleza de contacto del deporte. La fuerza muscular es requerida por los *forwards* en todos los aspectos de *scrum*, donde se aplica fuerza isométricamente en primera instancia, coordinada posteriormente en un empuje del equipo. También es requerida en *rucks* y *maulls*, en quitar la pelota al oponente, y es necesaria para todos los jugadores para *tacklear* y desprenderse de *tackles*. En vista de las múltiples vías en las cuales la fuerza es ejercida durante el juego, no es sorprendente que la fuerza muscular haya sido medida en jugadores de Rugby utilizando una variedad de métodos.

La fuerza muscular de los jugadores de Rugby, tal como lo midió el máximo valor en el ejercicio de press de banca (media 86 kg) fue más alta que la de los jugadores de Fútbol, marginalmente mejor, pero no significativamente, de la de los jugadores de Fútbol Australiano (media 82 kg), pero considerablemente inferior que el promedio de 138 kg logrado por los jugadores de Fútbol Americano (17): También se ha hallado que el rendimiento en el ejercicio de prensa vertical (tanto el número de repeticiones completado en una serie hasta el agotamiento, como el número logrado en un tiempo dado) es superior en jugadores de Clubes de Rugby de primera clase, comparados con los de segunda clase, y entre los *forwards* fue mejor en jugadores de la primera línea (45). Las «*flexo-extensiones con aplauso, o golpe de mano*» utilizadas para la clasificación de los jugadores del equipo nacional de EE.UU. (9), y que consisten en extender los codos con las manos abandonando el piso, y golpear las manos, tratando de hacer la máxima cantidad posible en 45 segundos, mostró que los *backs* (35 ± 7 flexo-extiiones) fueron mejores ejecutantes que los *forwards* (32 ± 8 flexo-extensiones). Esta superioridad también fue evidente en las sentadillas, durante el mismo período de tiempo de (45 segundos)

Carlson et al (9) incorporaron una batería de tests de rendimiento motor junto con las variables cineantropométricas para establecer el perfil de los jugadores de Rugby de nivel nacional de EE.UU. Las variables de rendimiento que discriminaron mejor entre *backs* y *forwards* fueron los saltos repetidos en el lugar (tantos como sea posible en 45s), las flexo-extensiones de codos y el salto vertical. Estas variables contribuyeron en un 76% a la clasificación correcta, presentando los *backs* mejores rendimientos en todos los casos.

Equipo	Posición	VO ₂ máx (ml/kg / min)	N	Fuente
Universitario		46.3	20	Williams et al (52)
Universitario EEUU	Backs	59.5		Maud et al (22)
	Forwards	54.1		
Colegio Japonés	Medios	55.8 ± 6.7	17	Ueno et al (49)
	Tres Cuartos	54.5 ± 6.4	38	
	Forwards	54.7 ± 7.2	44	
Universidad de Sudáfrica	Backs	55.8 ± 4.1	14	Jardine et al (19)
	Forwards	52.0 ± 4.8	15	
Selección Inglesa		58.4 ± 3.3*	18	Holmyrad y Hazeldine (18)
Club Italiano		61.9 ± 7.1	18	Menchinelli et al. (28)
Selección Escocesa		52.0*	23	McLean (26)
Elite Gales	Senior	55.6 ± 3.8	37	Mayes y Nutall (24)
	< de 21	55.2 ± 4.5	42	
Selección Galesa	Backs	59.1 ± 2.8	18	Tong y Mayes (47)
	Forwards	54.3 ± 3.1	21	

Tabla 3. Media de valores para el Máximo de Consumo de Oxígeno (VO₂ máx) de jugadores de Rugby reportadas en la literatura.

Mayes y Nuttall (24) compararon las características antropométricas y de fuerza de jugadores de elite senior y de menos de 21 años. Los dos grupos fueron similares en cuanto al porcentaje estimado de grasa corporal, salto vertical y VO₂ máx (ver Tablas 1 y 3). La diferencia principal entre los grupos fue que los jugadores senior tuvieron mayor fuerza en el tren superior que los menores de 21. Esta fuerza superior en el tren superior se atribuyó en parte a su mayor masa magra

Tong y Wood (48) se concentraron en su investigación en medir la fuerza del tren superior de *forwards* de Rugby de nivel colegial. Sus tests de rendimiento incluyeron la fuerza de prehensión palmar, fuerza de brazos, fuerza de espinales, sentadillas, press de banca y tracción en banco (repeticiones de 1 RM, 3 RM y 70 - 80 kg). En total, la primea línea exhibió mejores rendimientos que los otros *forwards*, en 9 de los 11 test de fuerza. Estas observaciones fueron consistentes con aquellas de Rigg y Reilly (45) quienes demostraron que los jugadores de la primera línea levantaron más kg en el ejercicio de press de banca que los *forwards* de la 2ª línea o de la 3ª línea. Parece que la fuerza y resistencia muscular del tren superior son requeridas particularmente por los jugadores de la primera línea, como lo ejemplifica la sostenida aplicación de la fuerza al estar en contacto con el *scrum oponente*.

La seguridad en el *scrum* es de particular interés en el estudio del Rugby. Miburn (30) calculó que la magnitud de la fuerza de impacto experimentada al integrar un *scrum* fue de 6.550 N. Este valor fue para los *forwards* de la primera línea de un equipo universitario y representó la fuerza de los *forwards* contra una máquina de *scrum*. El *hooker* cargó la mitad del peso (3.380 N), el pilar intermedio cargó (2.090 N) y el pilar suelto cargó menos (1.070 N). Esta aplicación de fuerza podría excederse cuando se ejerce contra un *scrum oponente* debido a la masa combinada de dos *scrums*, y la mayor velocidad relativa de impacto. El autor enfatizó en la necesidad de corregir la alineación de la cabeza, cuello y tronco junto con una fuerza adecuada para mantener la posición cuando se "enganchan" las dos líneas del frente. Idealmente, los *forwards* de la primera línea deben contar con altos niveles de fuerza, particularmente en la espalda, los hombros y cuello. Se recomendó realizar acondicionamientos específicos para la musculatura del cuello, como alta prioridad, con el objeto de proteger la columna cervical de lesiones.

MEDICIONES ANAEROBICAS

Para la medición del rendimiento anaeróbico se han empleado con frecuencia tests de laboratorio y de campo.

Estos incluyen mediciones de la aptitud de salto, producción de potencia en cinta y en bicicleta ergométrica, aceleración durante esprints cortos, carreras lanzadas, y déficit de oxígeno acumulado máximo (MDOA).

Maud (22) y Rigg y Reilly (45) midieron el rendimiento en el salto vertical y observaron que mientras que las mediciones fueron mejores en promedio que las hechas en jugadores de Fútbol, la estatura de los *forwards* fue un factor principal en sus altos rendimientos. Maud (22) midió la producción de potencia por medio de un test de 40 s en bicicleta ergométrica, y reportó que la potencia y la capacidad anaeróbica es más alta en los *forwards* que en los *backs*. Una tendencia similar fue observada por Riggs y Reilly (45) quienes utilizaron el Test Anaeróbico de Wingate para mediciones del pico de potencia y de la potencia media durante 30 s. La producción absoluta de potencia fue mayor en los *forwards* que en los *backs* pero esta superioridad se revirtió cuando los datos fueron expresados relativos a la masa corporal. La excepción fueron los jugadores de última línea cuyos valores para jugadores de clubes de primera clase fueron 1070 ± 108 W o 10.6 ± 1.2 W/kg para el pico de potencia y 903 ± 39 W o 8.9 ± 0.4 W/kg para la potencia media. Se descubrió que los jugadores de la última línea fueron los velocistas más rápidos de todos los *forwards* evaluados.

Bell et al (4) han reportado datos del rendimiento anaeróbico y composición corporal para jugadores internacionales de Rugby (presumiblemente galeses). La producción absoluta de potencia en el test de bicicleta ergométrica fue mayor en los *hookers* y jugadores de la última línea (potencia pico = 1388 ± 315 W, potencia media durante 30 s = 1144 ± 279 W), y más baja en pilares y alas (potencia pico = 1342 ± 261 W, potencia media = 992 ± 179 W). Cuando los datos fueron expresados en relación al tamaño corporal, los *backs* tuvieron el mayor rendimiento anaeróbico. Los datos demostraron que el rendimiento anaeróbico podría mejorar incrementando la masa magra a expensas de la masa corporal total.

Cheetam et al (11) midieron la producción de potencia de *forwards* de Rugby durante un test de 30 s en una cinta no motorizada y compararon los resultados con aquellos observados previamente en *backs*. El promedio de producción de potencia de los *forwards* fue más bajo que el de los *backs* debido principalmente a una mayor fatiga en los *forwards*, durante el test. El pico de producción de potencia fue más alto en los *forwards* que en los *backs*, pero inferior cuando los

resultados fueron corregidos para masa corporal. Los *forwards* con las producciones de potencia más alta durante el test, también demostraron el mayor efecto de fatiga, y tuvieron una mayor elevación en la concentración de lactato en sangre. El test de DOAM de Medbo et al (27) fue utilizado por Holmyard y Hazeldine (18) como medición de capacidad anaeróbica de jugadores de la Selección Nacional de la Unión de Rugby Inglesa. Los valores mejoraron sistemáticamente durante el Campeonato de las Cinco Naciones de 1990, pero cayeron en Septiembre previo a la preparación para el Campeonato Mundial de 1991. Al comienzo de la siguiente competencia local, el rendimiento fue significativamente mejor en los *backs*, comparados con los *forwards*. La media de valores de 70 mL/kg siguió estando por debajo del objetivo de 78 mL/kg, seleccionado para un «buen» nivel de acondicionamiento físico, siendo 88 mL/kg el objetivo para el estándar de élite.

Las características de la fibras musculares suministran información acerca de la dominancia de las predisposiciones aeróbicas o anaeróbicas. Una predominancia de fibras rápidas favorece el rendimiento de velocidad, siendo las fibras lentas características de los atletas de resistencia. Jardine et al (19) reportaron que los jugadores universitarios tuvieron un 55% de fibras rápidas en el vasto lateral, un valor similar al hallado en corredores de media distancia. Esta proporción probablemente indique la mezcla de atributos metabólicos asociados al juego de Rugby competitivo.

TESTS DE CAMPO

Los tests de campo más simples para la medición de la velocidad es la carrera por tiempo. En general se han empleado distancias de 15 a 30 m, sobre la base de que éstas representan los esfuerzos característicos durante el juego. Se pueden utilizar mediciones electrónicas para establecer la velocidad inicial, media y de las secciones finales del esprint, suministrando por lo tanto información acerca de la aptitud para acelerar. Los *backs* tienden a ser superiores a los *forwards* en los tests de velocidad, lo cual es compatible con sus roles de ataque y anotación de *tries* (89,18).

McLean (26) desarrolló un test de carrera lanzada, siendo la prueba mantener la carrera lanzada al 85% del $VO_{2\text{máx}}$. El período de recuperación de 30s fue determinado para representar los cocientes ejercicio/descanso característicos del juego. Los *backs* del equipo nacional Escocés fueron capaces de mantener la velocidad requerida en 9 carreras de promedio, siendo el rendimiento de los *forwards* de 5 carreras en varios momentos de la temporada.

La carrera lanzada de 20 m (36) fue adoptada como un test de campo para estimar el $VO_{2\text{máx}}$ en los jugadores. Este test es fácil de administrar, pueden evaluarse varios jugadores al mismo tiempo, e incorpora un requerimiento de agilidad y de giros que es específico del juego. Las observaciones de jugadores que utilizan este test están incluidas en los resultados de $VO_{2\text{máx}}$ mostrados en (Tabla 3).

McLean (26) diseñó un test de campo para el uso con el equipo nacional Escocés. Este incluyó carreras de *slalom* a través del campo de juego en un curso bien marcado. Hubo 15 puntos bien marcados por banderas, las que el jugador circunda o pasa por detrás durante la carrera. El test incorporó la adición de habilidades de juego que incluían pasar la pelota, simular un tackle de 2 m hacia atrás, ganar la pelota en el piso, etc. El test le tomó a los *forwards* aproximadamente 30 seg para su ejecución, los *backs* fueron aproximadamente 2s más rápidos.

Mientras que los test de campo tienen validez para los practicantes, éstos deben ser interpretados con cautela. Los resultados se tornan difíciles de expresar en términos fisiológicos, dados que los factores de habilidad se adicionan a la locomoción. Los resultados también pueden estar influenciados por las condiciones ambientales y la superficie. De manera crucial, los resultados son enteramente dependientes de la motivación de los jugadores para producir esfuerzos máximos.

MEDICIONES AERÓBICAS

Se han reportado valores del máximo consumo de oxígeno de varios equipos de Rugby (ver Tabla 3). En general, los jugadores de mayor nivel son los que presentan los valores más altos. Cuando fueron expresados por kilogramos de masa corporal, el consumo máximo de oxígeno fue mayor en los *backs* que en los *forwards*, a pesar del hecho de que los últimos cubrieron más distancia durante el curso del juego. El máximo consumo de oxígeno puede no ser tan importante en el juego, ya que ejerce proporcionalmente más demanda sobre el sistema anaeróbico, pero puede proveer la base para los esfuerzos anaeróbicos sostenidos y repetidos, y la recuperación de los mismos. Consecuentemente, los valores de $VO_{2\text{máx}}$ tienden a estar muy por debajo de los estándares aceptados en jugadores de Fútbol de nivel, a excepción de los jugadores italianos estudiados por Menchenelli et al (29).

El "*umbral anaeróbico*" se refiere a la intensidad de ejercicio a la cual el lactato comienza a acumularse en la sangre durante la realización de ejercicios progresivos. El umbral anaeróbico también se define como el punto de inflexión en la relación lineal entre la velocidad de carrera y volumen de ventilación (VE), o entre la velocidad de carrera y la concentración de lactato en sangre.

Alternativamente, se puede usar como referencia la velocidad de carrera o la intensidad de ejercicio correspondiente a una concentración de lactato fija (como 4 mmol/L). Douge (17) reportó que la velocidad de carrera correspondiente al umbral anaeróbico es más baja en los jugadores de fútbol Australiano o de Fútbol (*Soccer*). En el último grupo, el punto de inflexión se observa generalmente a aproximadamente el 75% del $\text{VO}_2\text{máx}$ (51). No obstante, se descubrió que la curva de lactato ocurre al $76.8 \pm 7.3\%$ del $\text{VO}_2\text{máx}$ en jugadores universitarios de Sudáfrica (19). Estos autores pusieron en duda la utilidad de éste índice para la medición de la capacidad de resistencia en jugadores de Rugby.

El promedio (\pm DE) de frecuencia cardíaca máxima de jugadores de clubes de EE.UU., estudiados por Maud (22), fue de 182 ± 9 y 189 latidos/min para los *forwards* y los *backs*, respectivamente, ambos grupos dentro del rango de población normal. Los valores correspondientes de VEmáx fueron de 174.6 ± 25.6 y 176.1 ± 16.0 L/min, respectivamente. Los valores de VEmáx de jugadores universitarios de Rugby reportados por Williams et al (52) (110 ± 16.6 L/min) estuvieron próximos a los valores de la población normal, y probablemente reflejan el menor tamaño corporal de los jugadores universitarios en comparación con sus equivalentes de clubes. Los bajos rendimientos de éstos jugadores en un test de carrera de resistencia, comparados con jugadores profesionales de Fútbol sugiere que el acondicionamiento aeróbico pudo haber sido descuidado en su régimen de entrenamiento.

El estudio de Jardine et al(19) de los jugadores de la Universidad de Ciudad del Cabo demostró que los *forwards* tuvieron valores más altos de VEmáx que los *backs* (133.1 ± 13.8 y 110.8 ± 21.6 L/min, respectivamente). Esta diferencia podría haberse debido al mayor tamaño corporal de los primeros (altura 187.5 ± 8.3 cm, masa corporal 98.0 ± 8.7 kg), comparados con los últimos (altura 180.5 ± 5.0 cm y 75.4 ± 5.8 kg, respectivamente). La frecuencia cardíaca máxima de éstos jugadores estuvo próxima a las reportadas por los jugadores de clubes de EE.UU., siendo de 188 ± 7 y 193 ± 5 en *forwards* y *backs*, respectivamente. Estas cifras resaltan la naturaleza no excepcional de la respuesta de la FC al ejercicio máximo en jugadores de Rugby.

ESTILO DE VIDA

Con la adopción del estatus profesional, los jugadores necesitan tener una aproximación sistemática al entrenamiento y la preparación para la competición. En el Rugby tradicionalmente la aproximación científica al entrenamiento fue evadida, y el estilo de vida de los jugadores no siempre estuvo adecuado al rendimiento deportivo. Aún desde la introducción de la Copa del Mundo de Rugby, los niveles de acondicionamiento físico de los jugadores internacionales demostraron variaciones temporales. A lo largo de un año los jugadores alternan entrenamiento sistemático con un pronunciado desentrenamiento fuera de temporada (26, 18, 47). La dieta y la nutrición son áreas en las cuales los jugadores de Rugby han sido tradicionalmente negligentes. Nueve jugadores de Rugby estuvieron entre el grupo del cual Pierce (34) estudió los hábitos dietarios. La ingesta de proteínas estuvo por encima de las pautas recomendadas para atletas. Muchos jugadores no consumen ningún tipo de carbohidratos en las primeras dos horas luego del ejercicio, un factor que podría demorar su recuperación.

El consumo de alcohol es un hábito frecuente en la socialización post-partido de los jugadores de Rugby; y se ha reportado que la ingesta de alcohol está por encima del 5% de la cantidad máxima (5% del gasto total de energía) recomendada para la población general (34). Muchos jugadores también pueden beber alcohol en la noche previa al partido. O'Brien (32) estudió el efecto de la «*resaca*» del alcohol para establecer si fue evidente cualquier impedimento sobre el rendimiento al día siguiente. Se instruyó a los jugadores que consumieran la cantidad de alcohol acostumbrada durante una típica salida nocturna y se los evaluó al mediodía del día siguiente, luego de dormir 6 hs y de que consumieran un desayuno estándar. Mientras que no se hallaron efectos sobre el rendimiento anaeróbico, si se halló una reducción del 11% en el test de rendimiento aeróbico. Luego de esto se recomendó que los jugadores necesitan estar educados acerca de los efectos adversos de beber la noche previa al juego.

RESUMEN

El juego de Rugby es un juego de campo que demanda movilidad, agilidad, fuerza muscular y potencia muscular. Estos varían con el rol posicional y también en el nivel de competencia. Las características antropométricas son más variables entre las posiciones de juego que entre los niveles de juego, y pueden determinar la especialización de los jugadores en posiciones particulares. Los parámetros anaeróbicos desempeñan un rol más dominante para el rendimiento en comparación con el fútbol. Las capacidades aeróbicas ayudan a mantener las tasas de trabajo hasta el final de los partidos competitivos. El juego aceleró su aproximación sistemática al entrenamiento y la competición en los años recientes, alterando, por lo tanto, las actitudes y estilos de vida de los jugadores de nivel de élite. Aquellos que aspiran a jugar en el nivel más elevado deben adoptar una aproximación científica al entrenamiento y a la preparación para la competición que sea compatible con el deporte profesional.

REFERENCIAS

1. Bell W (1979). Body composition in Rugby Union Football players. *Br. J. Sports Med.* 13:19-23
2. Bell W (1980). Body composition and maximal aerobic power of Rugby Union forwards. *J.Sports. Med. Phys. Fitn.* 20:447-451
3. Bell W., D. Cobner, S.M.Cooper, S.J.Phillips (1993). Anaerobic performance and body composition of international Rugby Union players. *in:T. Reilly, J. Clarys, A.Stibbe (eds.), Science and Football, II. E. F. N. Spon, London, pp 15-20*
4. Bishon M (1993). Mean altitude training to prepare for altitude and sea level events: The front □ Romeu experience. *In: Proc. Intern Symp □ The Altitude Factor in Athletic Performance□. British Olympic Association, pp116-141*
5. Boenec P. M., M. Prevet, J. Ginet (1980). Somatotype de Sportif de haut niveau, resultats dans huit disciplines diferentes. *Medec. Sport* 54: 45-54
6. Bowker B (1976). England Rugby. *Cassell, London*
7. Brewer J., J. Davis (1995). Applied physiologi of League. *Sports Med.* 13:129-135
8. Carlson B. R., J. E. L. Carter, P. Patterson, K. Petty, S. M. Orfanos, G. J. Noffal (1994). Physique and Motor Performance Characteristics of US national rugby player. *J. Sports Sci.* 12: 403-412
9. Casagrande G., F. Viviani (1992). Somatotype of a group of Italian Rugby players. *J. Sports Sci* 1: 154
10. Chaeatham M. E., R. J. Hazeldine, A. Robinson, C. Williams (1988). Power output in Rugby forwards during maximal treadmill spending. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids, W. J.: Murphy (eds), Sci- Ence and Football. E. & F. N. Sspon, London, pp 206-210*
11. Clapp A. J., P. A. Bishop (1996). Effect of the □Breathe Right□ nasal dilator during light to moderate exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28 (5) *Suppl.:* S88
12. Clarys J. P., A. D. Martin, D. T. Drinkwater, M. J. Marfell-Jones (1987). The skinfold myth and reality. *J. Sports Sci.* 5: 3-33
13. Cohen L., D. Mitchell, R. Ceider, A. Kahn, F. Philips (1981). Effects of water deficit on body temperature during Rugby. *South Afr. Med. J.* 60:11-14
14. Docherty; H. A. Wenger, P. Neary (1988). Time-motion analysis related to the physiological demands of Rugby. *J. Human Mov. Stud.* 14: 269-277
15. Doncaster C. P (1972). Body temperature after rugby. *South Afr. Med. J.* 4C 1872-1874
16. Douge B (1988). Football: the common threads between the games. *In: Science and Football. T. Reilly, A. Leeds, K. Davids, W. J. Murphy (eds), E. & F. N. Spon, London, pp. 3-19*
17. Holmyard D. J., R. J. Hazeldine (1993). Seasonal variations in the anthropometric physiological characteristics of interntional Rugby Union players. *In: T. Reilly, J. Clarice, A. Stibbe (eds), Science and Football II. E. & F. N. Spon, London, pp. 21-26*
18. Jardine, M. A., T. M. Wiggins, K. H. Myburgh, T. D. Noakes (1988). Physiological characteristics of rugby players including muscle glycogen content and muscle fibre composition. *South Afr. Med. J.* 73: 529-532
19. Kirby, W. J., T. Reilly (1993). Anthropometric and fitness profiles of elite female Rugby Union players. *In: T. Reilly, J. Clarys, A. Stibbe (eds), Science and Football II. E. & F. N. Spon, London, pp. 27-30*
20. Macklin K (1962). The History of Rugby League Football. *Stanley Paul, London*
21. Maud P. J (1983). Physiological and Antropometric Parameters that describe a Rugby Union Team. *Br. J. Sports Med;* 17: 16-23
22. Maughan R. J., J. B. Leiper (1994). Fluid replacement requiremen in soccer. *J. Sports Sci.* 12: 529-534
23. Mayes R., F. E. Nuttall (1995). A comparision of the physiological characteristics of senior and under 21 elite rugby union players. *J. Sports Sci.* 13: 13-14
24. Mc Lean D. A (1992). Analysis os the physical demands of international Rugby Union. *J. Sports Sci.* 10: 285-296
25. Mc Lean D. A (1993). Field testing in Rugby Union football. *Intermitent High-intensity Exercise: Preparation. Streses and Damage Limitation. E. & F. N. Spon, London. pp. 79-84*
26. Manchenelli C., C. Morandini, M. A. De Angelis (1992). A functional model of rugby: determination of the characteristics of sports performance. *J. Sport Sci.* 10: 196-197
27. Manchenelli C., C. Morandini, F. Gardini (1992). A function model of rugby players: drawing up a physiological profile. *J. Sport Sci.* 10: 152-153

28. Miburn P. D (1990). The Kinetics of Rugby Union scrummaging. *J. Sport Sci.* 8: 47-60
29. Morton A. R (1978). Applying Physiological Principles to Rugby Training. *Sport Coach.* 2: 4-9
30. Papanek P. E., C. C. Young, N. A. Kellner, J.G. Lachaez, A. Sprado (1996). The effects of and external nasal dilator (Breathe-Righ*) on anaerobic sprint performance. *Med. Sport Exerc.* 28(5) Supp.: S182
31. Piarce R (1993). Dietary habits of football players. *Intermittent High- Intensity Exercise: Preparation, Stresses and Damage Limitation. E & F. N. Spon, London*, pp. 159-1573
32. Pugh L. G. C. E (1967). Athletes ad altitude. *J. P. Physiol.*; 19: 619-646
33. Randsbotton R., J. Brewer, C. Wi lliams (1988). A progresive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *Br. J. Spors Med.*, 22: 149-144
34. Reid R. H., C. Williams (1974). A concept of fitness and its measurement in relation to Rugby football. *Br. J. Sports Med.*, 8: 96-99
35. Reilly T (1990). Football. In: T. Reilly, N. Secher, P. Snell, C. Williams (eds), *Physiologi of sports. E. & F. N. Spon, London*, pp 372-425
36. Reilly T (1994). Motion characteristycs. In :B., Eclblom (ed), *Football (Soccer). Blackwell Scientyfic Publication, Oxford*, pp. 31-42
37. Reilly T., R. Hardiker (1981). Somatotype and injuries in adult student Rugby Union football. *J. Spor med. Phys. Fitn.* 21: 186-191
38. Reilly T., R. J. Maughan, R. Hardy (1996). Body fat concensus statement of the steering group of the British Olympic Association. *Sport Exerc. Injury*, 2: 46-49
39. Reilly T., N. Secher, P. G. Snell, C. Williams (1990). *Physiologi of Sports. E. & F. N. Span, London*
40. Reilly T., A. Stirling (1993). Flexibility, Warm- up and injuries inmature games players. In: W. Duquet, J. A. T. Day (eds) *kinanthropometric IV. E. & F. N. Spon, London*, pp. 119-123
41. Rienzi E., T. Reilli, C. Malkim (1997). Investigation of kinanthropometric and work-rate profiles of rugby sevens players. *Comunicattion to 2nd E C S S Conference (Copenhagen)*
42. Rigg P., T. Reilly (1988). A fitness profile and anthropometric analysis of first second classs Rugby Union players. In: T. Reilly, A. Lees. K: Davids.W. J. Morphy (eds) *Sciensce and Football. F. & F. N. Spon, London*, pp. 194-200
43. Sedlock, D. A., P. L. Fitzgerald, R. G. Nowlton (1988). Body composition and performance of collegiate women rugby players. *Res. Q. Exerc. Sport* 59: 78-82
44. Tong R. J., R. Mages (1995). The effects of pre- season training on the physiological characteristics of international Rugby Union players. *J. Spors Sci.*, 13: 507
45. Tong R. J., G. L. Good (1997). A comparision of upper body strength in collegiatte rugby players. In: T. Reilly, J. Bangsbo, M. Hughs (eds), *Science and football III. E. & F. N. Spon, London*, pp 16-20
46. Ueno Y. E., W. Watai, K. Ishii (1988). Aeróbic ad anaerobic performance of Rugby Football players. In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids, W. J. Morphy (eds), *Science and Football. E. & F. N. Spon. London*, 11: 201-205
47. Van Rensburh, J. P., J. Kielblock, A. Van der Linde, W. H. Van der Walt (1984). Physiological responces to a rugby match. *South Afr. J. Res. Sports Phys. Educ. Recr.* 7: 47-57
48. Whithe J. E., T. M. Emery, J. E. Kane, R. Groves, A. B. Risman (1988). Pre- season fitness profiles of professional soccer players. In: *Science and Football. T. Reilly, A. Lees, K. Davids, W. Murphy (eds), E. & F. N. Spon, London* , pp. 164-171
49. Williamns C., R. M. Reid, R. Coutts (1973). Observations on the aerobics power of University Rugby players and professional soccer players. *Br. J. Sports Meds.* 7: 390-391
50. Williamns R (1976). *Skilful rugby. Souvenir Press, London*
51. Winter F. D., P. G. Snell, J. Stray-Gunderson (1989). Effects of 100% oxygen on performance of professional soccer players. *J. Am. Med. Assoc.* 262:227-229
52. Yamaoka S (1965). Studies on energy metabolism. *Res J. Phys. Educ. (Taiikugaku Kenkeiu)*, 9: 28-40

Cita Original

Thomas Reilly. <i>La Fisiología del Rugby</i>. Resúmenes del Simposio Internacional de Actualización en Ciencias Aplicadas al Deporte, Biosystem, 363-373 (1999)