

## Características antropométricas y fisiológicas de futbolistas puertorriqueños

Dr. Rivera, M.A.\*, Dr. Avella, F.A.\*\*

\* Unidad de Fisiología del Ejercicio. Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio. Albergue Olímpico y Recinto de Ciencias Médicas.

Universidad de Puerto Rico.

\*\* Servicio de Medicina Física y Rehabilitación Hospital Militar Central. Bogotá, Colombia.

### RESUMEN

El propósito de esta investigación fue describir y comparar una serie de características antropométricas, de composición corporal, cardiorrespiratorias, metabólicas y neuromusculares de futbolistas puertorriqueños menores de 20 años [Categoría 1, CAT1 (18-19 años) n = 4, CAT2 (16-17 años) n = 13 y CAT3 (14-15 años) n = 4] y efectuar comparaciones con futbolistas de diferentes países del mundo reportados en la literatura. El estudio de las diferencias entre los promedios de las CAT controlando la edad se hizo con el procedimiento estadístico de ANCOVA. No se evidenciaron diferencias cuantitativas entre CAT. El grupo total (16,3 ± 1,2 años) mostró un grado de masa corporal y talla (61,3 ± 1,2 Kg y 169,1 ± 7,1 cm) similar al de jugadores latinoamericanos de iguales CAT, un somatotipo (2,6 - 4,7 - 3,0) mesomórfico balanceado, un % de grasa (10,5 ± 3,5%) levemente mayor que el promedio mostrado por jugadores de calibre internacional, un bajo nivel de masa corporal activa (54,7 ± 6,5 Kg), un nivel de flexibilidad (31,1 ± 6,8 cm) bajo el promedio de jugadores norteamericanos de la misma CAT y un VO<sub>2</sub> max (59,1 ± 4,5 ml/Kg.min) dentro de la amplitud demostrada en la literatura por jugadores profesionales internacionales. El nivel de función neuromuscular (Cybex 340) mostró patrones normales de fortaleza en la musculatura de rodilla (torque sumo extensión 60°.seg<sup>-1</sup> = 170,1 ± 33,5 N.m., torque sumo flexión 240°.seg<sup>-1</sup> = 106,3 ± 20,6 N.m). La razón flexores/extensores (61,6 ± 6,7 %) fue notablemente superior a la de jugadores latinoamericanos de la misma CAT. El salto vertical demostró un pobre nivel (35,8 ± 4,5 cm). La potencia promedio fue 26,3 ± 4,6 vatios.kg<sup>-1</sup>.

En conclusión, los atletas estudiados aunque forman parte de una preselección nacional entendemos comprende un grupo de sujetos en pleno desarrollo deportivo que aún no ha alcanzado su óptima forma deportiva.

**Palabras clave :** Composición corporal, Somatotipo, Consumo de oxígeno, Función neuromuscular, Puertorriqueños.

### RESUME

Le but de cette investigation est de décrire et de comparer une série de traits caractéristiques anthropométriques, métaboliques, cardioréspiratoires, et neuromusculaires des joueurs portoricains de football qui ont 20 ans ou moins [catégorie 1, CAT1 (18-19 ans) n = 4, CAT2 (16-17 ans) n = 13 et CAT3 (14-15 ans) n = 4] et d'établir des comparaisons entre des joueurs de football du reste du monde rapportés dans la littérature. L'étude des différences entre les moyennes des CAT, dirigeant l'âge, a été faite avec le procédé statistique d'ANCOVA. On n'a pas prouvé de différences quantitatives entre CAT. Le groupe total (16,36 ± 1,2 ans) a montré un degré de masse corporelle et une hauteur (61,3 ± 1,2 Kg et 169,1 ± 7,1 cm) semblable à celle des joueurs latino-américains avec les memes CAT, un somatotype (2,6 - 4,7 - 3,0) mesomorphique équilibré, un pourcentage de graisse (10,5 ± 3,5%) legerement plus haut que la moyenne montrée par les joueurs de calibre internationaux, un bas niveau de masse corporelle active (54,7 ± 6,5 Kg), un niveau d'élasticite (31,1 ± 6,8 cm) sous la moyenne des joueurs de l'Amérique de Nord avec la meme CAT et un VO<sub>2</sub> max (59,1 ± 4,5 ml/kg.min) dans l'étendue montrée dans la littérature par les joueurs professionnels internationaux. Le niveau de la fonction neuromusculaire (Cybex 340) a montré des tendances normales de force dans la musculature du genou (torque maximum extension 60°.seg<sup>-1</sup> = 170,1 ± 33,5 N.m., torque maximum flexion 240°.seg<sup>-1</sup> = 106,3 ± 20,6 N.m). La raison flexion/extension (61,6 ± 6,7 %) a été notamment supérieure à celle des joueurs latino-américains avec la meme CAT. Le saut vertical a montré un niveau pauvre (35,8 ± 4,5 cm). La force moyenne a été 26,3 ± 4,6 w.kg<sup>-1</sup>. En conclusion, les athlètes étudiés, qui font partie d'une sélection préliminaire nationale de football, sont un groupe de sujets qui n'ont pas encore accompli leur développement athlétique optimum.

**Mots clés:** Composition corporelle, Somatotype, Consommation d'oxygene, Fonction neuromusculaire, Portoricains.

### SUMMARY

The purpose of this study was to describe and compare selected anthropometric, body composition, cardiorespiratory and neuromuscular characteristics of 20 years and under puertorrican soccer players [Category 1, CAT1 (18-19 yrs) n = 4, CAT2 (16-17 yrs) n = 13 y CAT3 (14-15 yrs) n = 4] and to compare our findings with those of international soccer players reported in the literature. The means of the CAT in each of the anthropometric, body composition, cardiorespiratory and neuromuscular variables were separately studied using an Analysis of Covariance design with age as a covariate in each analysis. There were no significant differences between CAT. The group (16,3 ± 1,2 yrs) demonstrated a height (169,1 ± 7,1 cm) and body mass (61,3 ± 1,2 kg) similar to their latin-american peers, a balanced mesomorph somatotype (2,6 - 4,7 - 3,0), a % body fat (10,5 ± 3,5 %) slightly higher than top international adult players, a scant measure of lean body mass (54.7 ± 6,5 kg), a modest level of flexibility (31,1 ± 6,8 cm), and VO<sub>2</sub> max (59,1 ± 4,5 ml/kg.min) within the range of

international professionals. Isokinetic (Cybex 340) muscle testing indicated within sport normal peak torque values for the knee extensors and flexors (knee ext peak torque  $60^{\circ}.\text{sec}^{-1} = 170,1 \pm 33,5$  N.m, knee flex peak torque  $240^{\circ}.\text{sec}^{-1} = 106,3 \pm 20,6$  N.m). The flex/extensors ratio ( $61,6 \pm 6,7$  %) was superior to the one exhibited by latin-american players, The mean power was  $26,3 \pm 4,6$  watts. $\text{kg}^{-1}$  while the vertical jump ( $35,8 \pm 4,5$  cm) was considered poor. In conclusion, this group of 20 years old and under soccer players preselected to the puertorrican national team are a group of subjects that have not achieved their optimum athletic development.

**Key words :** Body composition, Somatotype, Aerobic power, Neuromuscular function, Isokinetics, Puertorricans.

## INTRODUCCION

**RECUESTO HISTORICO DEL FUTBOL.** En la mayoría de los países del mundo, la pasión por la actividad física que compromete los miembros inferiores es tratada con gran entusiasmo. Principalmente aquella que se caracteriza por perseguir un balón y patearlo o cabecearlo en un intento por introducirlo en un marco de madera. La popularidad de este tipo de actividad física lo ha convertido en el deporte universal, fútbol. La invención de este deporte está sujeta a controversia. Relatos bien fundamentados identifican que en la China, veinticinco siglos A.C., se efectuaba un juego similar al fútbol<sup>(1)</sup>. Mientras que en el Japón ocho siglos A.C., se practicaba un juego similar llamado Kemari<sup>(2)</sup>. En occidente los inicios del fútbol son paralelos a la cultura griega, donde se escenificaba un juego de pelota denominado Epyskiros. Posteriormente los griegos llamaron a este juego Haspartón<sup>(2)</sup>. Ya en época más reciente la cultura romana llamó Haspartum a un juego similar al fútbol. El Imperio Romano difundió el Haspartum a los territorios ocupados. En Italia ya en los siglos XV y XVI se jugaba el llamado Gioco del Calcio. En Inglaterra el fútbol ingresó con los romanos 150 años A.C.<sup>(3)</sup>.

En el año 1863 en Inglaterra se habían establecido siete clubes de Fútbol Moderno<sup>(4)</sup>. El crecimiento de este deporte impulsó la implantación de un reglamento de juego, bajo un organismo serio que lo coordinara. En el año de 1863, en la taberna «Freemason» se conformó la «Football Association», separando totalmente este juego del Rugby<sup>(4)</sup>. En el año 1882 la unión de las federaciones de Inglaterra, Escocia, País de Gales e Irlanda conformó la «International Board». El club de El Havre fue el primero en organizarse en territorio continental. El primer juego entre dos naciones se realizó entre los equipos de Bélgica y Francia en el año 1904, finalizando empatado a tres goles. De este partido nació la Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA). La primera competición internacional se llevó a cabo en el año 1908 con motivo de los juegos olímpicos de Londres y finalizó con victoria de Inglaterra. Cuatro años más tarde el equipo inglés volvió a triunfar en los juegos olímpicos de Estocolmo, Suecia. No fue hasta 1920 con la reanudación de los juegos olímpicos de Amberes, Bélgica, cuando el equipo representativo de Inglaterra cedió su

título olímpico ante el conjunto de Bélgica. Posteriormente apareció en el ámbito internacional el fútbol suramericano con Uruguay a la cabeza, siendo éste campeón olímpico en los años 1924 y 1928. El primer campeonato del mundo se llevó a cabo en Uruguay, siendo el equipo uruguayo el ganador. Hasta el momento, en 1991, se han realizado 14 campeonatos mundiales. A nivel olímpico participan en la actualidad jugadores que no hayan representado a su país en campeonatos del mundo y que sean menores de 23 años. Solamente juegan 16 equipos representativos de los cinco continentes, mediante previas eliminatorias.

**EL FUTBOL EN PUERTO RICO.** A comienzos de este siglo se le denominaba a este deporte como fútbol español, dado que al parecer fueron éstos quienes lo introdujeron en la isla<sup>(3,5)</sup>. En la década del veinte el fútbol tuvo su mejor época en Puerto Rico, con popularidad incluso en localidades como Arecibo y Guayama. Luego de esta época el fútbol decayó notablemente. En las primeras (y únicas) olimpiadas puertorriqueñas (1936), se incluyó como deporte competitivo. Posteriormente se creó la Asociación Insular de Fútbol Aficionado (AFA). La AFA fue miembro del comité olímpico puertorriqueño y miembro de la FIFA hasta el año 1978, en el cual se creó la Federación Puertorriqueña de Fútbol. La primera participación internacional tuvo lugar durante los VIII Juegos Centroamericanos y del Caribe de 1959 en Caracas. Con motivo de la celebración en Puerto Rico de los X Juegos Centroamericanos y del Caribe en 1966, se crearon campos deportivos reglamentarios y tomó aún más auge el fútbol. Para este mismo año se incluyó en las competiciones de la Liga Atlética Interuniversitaria. Para la década del 70 se organizaron torneos anuales con buena participación, los cuales recibieron amplia cobertura periodística<sup>(3)</sup>. Se importaron técnicos de Argentina, Brasil, España y Méjico y otros países con buenos resultados. Actualmente, la gran difusión del deporte a nivel televisivo internacional y la proximidad del Campeonato Mundial en Estados Unidos ha incrementado el interés por el fútbol. La selección nacional de Puerto Rico celebra intercambios deportivos continuamente con los países de la cuenca centroamericana y el Caribe. Los resultados de estos intercambios han demostrado grandes progresos. Estos resultados han facilitado el desarrollo de preselecciones nacionales aficionadas en todas las categorías

internacionales.

**REVISION TECNICA DEL FUTBOL.** El fútbol es un juego que requiere velocidad de reacción, de desplazamiento y de piernas, tolerancia cardiorrespiratoria, tolerancia local muscular, potencia muscular, fortaleza del tren locomotor inferior, agilidad, coordinación, y además un buen balance corporal<sup>(6,7,8,9)</sup>. El futbolista debe tener una personalidad extrovertida<sup>(10)</sup> y estar psicológicamente preparado para triunfos, derrotas, traumatismos y lesiones. También debe poseer gran habilidad para el salto, la carrera corta, aceleraciones poderosas, movimientos laterales, cambios de dirección, patear el balón con precisión y tolerar 90 minutos de juego.

El toque del balón se realiza primordialmente con los pies, puede tocarse con uno sólo o con ambos simultáneamente. Existen unas áreas corporales más utilizadas para el toque: parte interna del pie, parte externa del pie, empeine o dorso del pie, punta del pie, talón, rodilla, muslo, pecho, hombro y cabeza. Cada parte corporal requiere unos fundamentos biomecánicos y técnicos diferentes siendo utilizadas unas para el ataque y otras para la recepción o para el control del balón. Las posiciones de juego usualmente se dividen en tres sectores: los defensas (laterales y centrales), los volantes o medios y los atacantes (laterales y centrales). Biomecánicamente patear la bola hacia la red, requiere una extensión explosiva de la rodilla y una flexión simultánea de la cadera, mientras que al mismo tiempo los músculos abdominales se contraen<sup>(9)</sup>. Los principales grupos musculares que laboran en este deporte son: abdominales superiores e inferiores, flexores de cadera, extensores de rodilla, flexores de rodilla, dorsiflexores y plantiflexores, siendo el músculo cuádriceps crural el más importante en el fútbol.

Chavez, Lanier y Torres<sup>(10)</sup> clasifican al fútbol como un deporte de juego de pelota. Este promueve en el desarrollo psicomotor conductas motoras gruesas, hábitos, destrezas y coordinación psicomotriz. Además, encara una serie de principios comunes a otros deportes como el rugby, el baloncesto, el voleibol, que a continuación mencionamos: 1) plan de entrenamiento con estructura de conjunto, contenido social y duración entre 4 y 5 meses; 2) es una disciplina de esfuerzos variables; 3) predomina la información visual para decidir jugadas; 4) requiere gran pensamiento táctico en la disciplina; 5) la especialización comienza entre los 10 y 12 años. El fútbol está catalogado como un juego táctico<sup>(10,11)</sup>, en donde el jugador debe poner en práctica una serie de habilidades psicomotrices con el fin de burlar al oponente. El desempeño en este deporte será

exitoso si hay una excelente percepción de los continuos cambios en los estímulos externos y una capacidad para poner en práctica movimientos tácticos previamente diseñados.

Dal Monte opina que el fútbol es una disciplina deportiva donde los requisitos de la activación del total de la masa muscular y fortaleza muscular son considerados medios, y por sus características técnicas de fases irregulares en carrera, cambios fortuitos en velocidad y ritmo, le confieren un consumo metabólico alternante<sup>(12)</sup>. Por ejemplo, durante los 90 minutos reglamentados de juego, las alternancias metabólicas están producidas por cambios inesperados en situaciones del juego, como el caso de un contrataque y son predominantes unas sobre otras dependiendo de la posición en la cual se desempeñe un jugador.

Fox, en su clasificación basada en el «continuo energético» y el tiempo de ejecutoria plantea que el fútbol posee un 70% de requerimientos no oxidativos y un 30% de requerimientos oxidativos<sup>(13)</sup>. Thoden cataloga al fútbol dentro de los deportes de conjunto<sup>(14)</sup>. En estos hay períodos intensos de actividad metabólica seguidos de recuperación con baja intensidad metabólica<sup>(18)</sup>. Este atribuye que los aportes metabólicos principales dependen de fuentes no oxidativas y da gran relevancia al sistema metabólico energético anaeróbico, sin embargo, afirma que el ritmo al cual las fuentes de alta energía son reemplazadas y los productos del metabolismo anaeróbico son eliminados, es en gran medida dependiente de la máxima potencia aeróbica del futbolista.

El jugador de fútbol recorre durante un partido entre 1,6 a 17 kilómetros (media = 10 km) dependiendo de la categoría de edad, nivel de destreza y posición en el campo<sup>(15)</sup>. De éstos, el 24,8 % se efectúa caminando, 36,8 % trotando, 20,5 % a paso de carrera de larga distancia, 11,2 % en carrera corta y rápida, y 6,7 % carrera hacia atrás. El 20-30 % de todas las carreras cortas y rápidas se efectúan sobre una distancia de 15 a 25 metros. El tiempo de posesión del balón y la distancia cubierta con éste por juego es menor de dos minutos y 200 metros, respectivamente. Cada jugador encuentra entre 1,5 y 2 minutos de descanso durante la duración del juego. Las reglas no permiten detener el juego excepto por lesiones o casos excepcionales lo que dificulta la hidratación del atleta durante los 45 minutos reglamentarios de cada mitad de juego.

**JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.** Este estudio es parte del proyecto «El Perfil Morfofuncional del Atleta Puertorriqueño». Dicho proyecto pretende describir las características antropométricas y fisiológicas del atleta

puertorriqueño por especialidad deportiva. Su justificación fue publicada recientemente<sup>(16)</sup>. El propósito de este estudio fue: 1) describir una serie de características antropométricas, de composición corporal, cardiorrespiratorias, metabólicas, y neuromusculares de futbolistas puertorriqueños, y 2) efectuar comparaciones con futbolistas de diferentes países del mundo reportados en la literatura.

## MATERIALES Y METODOS

**SUJETOS:** Los datos de esta investigación fueron obtenidos durante una evaluación del nivel de aptitud física relacionada con la salud deportiva de un grupo de 22 futbolistas miembros de la preselección nacional de la Federación Puertorriqueña de Fútbol (FPF). La evaluación se efectuó antes del inicio de la etapa de preparación física general en el Periodo Preparatorio. Previo a la toma de datos cada uno de los sujetos recibió una explicación detallada sobre los procedimientos y cada uno de ellos voluntariamente ofreció su consentimiento. El personal de FPF se encargó de obtener el consentimiento necesario de aquellos sujetos cuya edad impidió que ellos mismos consintieran su participación sin la autorización de sus encargados legales. Los atletas fueron agrupados en tres categorías de acuerdo a los criterios de la FPF a saber: Categoría 1 (18-19 años) n = 4, Categoría 2 (16-17 años) n = 13 y Categoría 3 (14-15 años) n = 4. La evaluación se efectuó en la Unidad de Fisiología del Ejercicio del Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio del Albergue Olímpico de Puerto Rico (SADCE) y el Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico.

**COMPOSICION CORPORAL.** En los futbolistas mayores de 17 años el porcentaje de grasa fue estimado de la densidad corporal de acuerdo a la ecuación de Siri<sup>(17)</sup>. La densidad corporal fue estimada utilizando panículos cutáneos (tríceps, suprailíaco y muslo) mediante la ecuación de Pollock, Schmidt y Jackson<sup>(18)</sup>. En los futbolistas menores de 17 años el porcentaje de grasa fue estimado mediante las ecuaciones de regresión de Boileau, Lohman y Slaughter<sup>(19)</sup> utilizando dos panículos cutáneos (tríceps y subescapular). La ecuación utilizada varió de acuerdo a la edad del sujeto. La masa corporal activa (MCA) o peso libre de grasa fue calculada restando el peso graso del peso corporal. El índice de sustancia activa (ISA), el cual representa la cantidad de masa corporal activa relativa a la talla, fue calculado de acuerdo a Tittel y Wuscherk<sup>(20)</sup> según la siguiente ecuación:

$$ISA \text{ g.cm}^3 = (MCA \text{ g} \times 100) / Talla^3 \text{ cm}$$

La circunferencia muscular del brazo (CMB) y el área muscular del brazo (AMB) fueron determinadas utilizando el espesor del panículo cutáneo del tríceps (PCT) y la circunferencia del brazo (CB) de acuerdo a las siguientes ecuaciones según descritas por Caldarone, Leglise, Giampietro y Berlutti<sup>(21)</sup>.

$$\begin{aligned} CMB \text{ cm} &= CB - pPCT \\ AMB \text{ cm}^2 &= CMB^2 / 4 p \end{aligned}$$

**RAZON CINTURA CADERA.** Los procedimientos y marcas anatómicas descritos por el Grupo Internacional de Trabajo en Kinantropometría<sup>(22)</sup> fue utilizado para la determinación de la circunferencia de la cintura y de la cadera. El valor representativo de la circunferencia de la cintura fue el perímetro más angosto localizado aproximadamente en el punto medio del borde costal y la cresta ilíaca. La circunferencia gluteal o de la cadera tuvo como valor representativo el perímetro tomado en el nivel de mayor protuberancia posterior alineado anteriormente, aproximadamente, con el borde superior de la sínfisis púbica.

**SOMATOTIPO.** Las medidas requeridas para la determinación del somatotipo (SOM) antropométrico de Heath-Carter<sup>(23)</sup> fueron obtenidas de acuerdo al procedimiento descrito por Carter<sup>(24)</sup>. El peso y la talla fueron determinados utilizando una balanza calibrada y un estadiómetro, respectivamente. El espesor de los panículos cutáneos fue determinado con un calibrador Lange, las circunferencias con cinta antropométrica y los diámetros con un antropómetro de metal.

**FLEXIBILIDAD.** La flexibilidad de la parte posterior del muslo y el área lumbosacra fue medida utilizando la prueba «sentado y estirar» de acuerdo a los procedimientos descritos por la AAHPERD<sup>(25)</sup>.

**FUNCION CARDIOVASCULAR EN REPOSO.** La frecuencia cardiaca y la presión arterial fueron determinadas en reposo utilizando un electrocardiógrafo (Marquette Case 12) y un esfigmomanómetro de barra, respectivamente. Ambas mediciones se hicieron tanto en posición supina como de pie.

**TOLERANCIA CARDIORRESPIRATORIA.** El máximo consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub> max) fue determinado mediante una prueba de ergometría en banda sin fin, utilizando los procedimientos descritos por Bruce<sup>(26)</sup>. La frecuencia cardiaca fue continuamente observada y obtenida de un «monitor» digital utilizando un electrocardiógrafo computarizado (Marquette Case 12). La anotación de la frecuencia cardiaca se realizó durante los

últimos 10 segundos de cada minuto del procedimiento Bruce. Esta anotación se continuó hasta el quinto minuto de la fase de recuperación. Los datos de función respiratoria y metabólica fueron obtenidos mediante espirometría de circuito abierto utilizando un carro metabólico AMETEK. Este sistema computarizado consta de una turbina para determinar el flujo de aire, un analizador de oxígeno (O<sub>2</sub>) y un analizador de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La recolección del aire expirado se realizó mediante una válvula de dos vías de baja resistencia, unida a un soporte de cabeza. El sistema de analizadores de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> fue calibrado antes de cada procedimiento Bruce, mediante el uso de gases de concentración conocida y certificados. El sistema computarizado en el carro metabólico facilitó que, cada minuto durante el procedimiento ergométrico, se obtuvieran los cálculos de: ventilación pulmonar (V<sub>E</sub>), frecuencia ventilatoria (f), producción de CO<sub>2</sub> (VC<sub>O<sub>2</sub></sub>), consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>), y razón de intercambio respiratorio (R). Los criterios utilizados para establecer el alcance del VO<sub>2</sub> max fueron los prevalcientes en la literatura<sup>(14)</sup> a saber: 1) un máximo de frecuencia cardíaca ± 10 latidos de la estimación de la frecuencia cardíaca máxima para la edad, 2) una razón del intercambio respiratorio > 1,00, 3) una estabilización del VO<sub>2</sub> ± 2 ml/kg min al aumentarse la intensidad del esfuerzo requerido. Todos los sujetos recibieron un estímulo verbal fuerte, con el objetivo de motivarlos a ejercitarse a niveles máximos.

**FUNCION NEUROMUSCULAR.** La musculatura flexora y extensora de rodilla fue evaluada mediante una prueba de función neuromuscular utilizando un dinamómetro isocinético computarizado «Cybex 340». Esta prueba se realizó bilateralmente. Las acciones de flexión y extensión fueron efectuadas mediante contracciones musculares concéntricas a unas velocidades de 60° y 240°. segundo<sup>-1</sup> con una amplitud articular de 90°. Cada futbolista efectuó cuatro repeticiones de calentamiento en cada velocidad. Posteriormente realizaron tres contracciones concéntricas de esfuerzo máximo a 60°. Segundo<sup>-1</sup> y 20 contracciones a 240°.segundo<sup>-1</sup>.

De los datos obtenidos fueron determinadas y calculadas por el sistema computadorizado del Cybex 340 una serie de variables de función neuromuscular. Estas fueron: 1) Torque Sumo (TS) a 60° y 240°. Segundo<sup>-1</sup> en extensión y flexión. El TS es el mayor torque generado durante una acción de tipo isocinético (contracción muscular excéntrica o concéntrica), independientemente de su localización en la curva obtenida por la amplitud de movimiento demostrada. La unidad de expresión de esta variable es el Newton metro (N.m). El TS también fue expresado relativo a la masa corporal

(N.m.kg); 2) Razón de tolerancia (RT) en flexión y extensión. La RT representa el grado de fatiga (%) que demuestran los grupos musculares evaluados; 3) Razón flexores/extensores. Esta variable describe el porcentaje de diferencia entre la fortaleza demostrada por los músculos tradicionalmente débiles (flexores) en relación a la fortaleza de los músculos tradicionalmente fuertes (extensores). Igualmente se realizaron pruebas de fuerza/tolerancia local muscular en músculos abdominales y musculatura de cintura escapular y brazos, mediante la prueba de sentadillas (sit ups) y lagartijas (push ups). El máximo número de sentadillas y lagartijas efectuadas en un minuto fue utilizado como el valor representativo de estas variables.

**POTENCIA ANAEROBICA.** La potencia mecánica de la musculatura extensora de la rodilla fue evaluada mediante una prueba de múltiples saltos verticales según el método de Bosco, Luhtamen y Comi<sup>(28)</sup>. Este procedimiento es también conocido como el ciclo de estiramiento-acortamiento y consiste en una contracción excéntrica, un breve período de contracción isométrica, seguida por una contracción concéntrica de un mismo grupo muscular, en este caso la musculatura extensora de la rodilla. De la variedad de protocolos para la evaluación de la potencia anaeróbica, preferimos este método por su fiabilidad, economía y aplicación práctica al fútbol.

Cada sujeto fue instruido para saltar lo más alto posible con las manos en su cintura e intentando obtener un ángulo de 90° en la rodilla al inicio del movimiento de despegue hacia el salto. El total de saltos verticales efectuados en 30 segundos y el respectivo tiempo de vuelo de cada uno de los saltos fueron determinados utilizando una plataforma electrónica acoplada a un computador IBM Modelo 30. La media estadística del número de saltos y tiempo de vuelo para cada período de 5 segundos fue calculada por este sistema computarizado. Mediante estos cálculos se obtuvo la estimación de: 1) pico de potencia (wattios.kg<sup>-1</sup>), identificada como la mayor potencia generada en un período de 5 segundos; 2) promedio de potencia (wattios.kg<sup>-1</sup>), la cual representó el promedio de la potencia generada durante los 30 segundos del procedimiento; 3) índice de fatiga (%), representado por la diferencia entre el pico de potencia y la menor potencia generada en 5 segundos dividida por el pico de potencia. También se identificó la mayor altura alcanzada. Este dato fue reportado como salto vertical (cm).

$$\text{Potencia Mecánica Promedio} = \frac{g^2 T_F 30}{4n (30 - T_F)} \text{ (wattios.kg}^{-1}\text{)}$$

donde:

$g^2$  = aceleración de la gravedad (9,8 m.s<sup>2</sup>)

$T_F$  = tiempo de vuelo durante los 30 segundos de la prueba

30 = duración de la prueba (segundos)

n = número de saltos en 30 segundos

4 = factor de corrección

**Análisis de Datos.-** Los procedimientos utilizados para el análisis del SOM fueron aquellos descritos por Carter<sup>(29)</sup>. Para los componentes del SOM y cada variable de composición corporal, antropométrica, cardiorrespiratoria y neuromuscular de naturaleza cuantitativa se calculó la media y la desviación estándar. El estudio de las diferencias entre los promedios de las categorías controlando la edad se hizo con el procedimiento estadístico de análisis de covarianza (ANCOVA)<sup>(30)</sup>. La edad fue utilizada como la variable concomitante (covariada) debido a que la literatura revela cambios en la talla, masa corporal, composición corporal, función cardiorrespiratoria y neuromuscular asociado a esta variable. Dada la desigualdad de sujetos por categoría, la prueba Barlett fue utilizada para verificar la homogeneidad de varianzas. En ausencia de homogeneidad las variables correspondientes fueron transformadas utilizando la función matemática de raíz cuadrada. De no lograrse la homogeneidad de las varianzas mediante esta última transformación se utilizó el procedimiento no paramétrico de Kruskal-Wallis<sup>(31)</sup>. Además, el criterio de supuesta homogeneidad en los coeficientes de regresión fue cotejada obteniéndose paralelismo en las pendientes. Finalmente la asociación entre las variables estudiadas fue determinada utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Dado el número de variables estudiadas el ajuste de desigualdad de Bonferroni fue utilizado para minimizar la probabilidad de detectar un gran número de resultados estadísticamente significativos<sup>(32)</sup>. El nivel de significancia estadística fue establecido en  $p < .025$  (.10/4) para las variables antropométricas,  $p < .02$  (.10/5) en las de composición corporal,  $p < .05$  el somatotipo,  $p < .02$  (.10/5) en las variables cardiorrespiratorias,  $p < .05$  en las variables de potencia mecánica, y  $p < .01$  (.15/14) en las variables neuromusculares. En caso de un ANCOVA significativo se utilizó la prueba de alcance múltiple de Duncan para grupos desiguales. Esta prueba se utilizó para determinar cuál de las diferencias entre los promedios de los grupos eran significativas y cuáles no. Los datos fueron analizados utilizando el programa computarizado «Statistical Analysis System» (SAS)<sup>(33)</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS

La Tabla I resume por categoría de edad y para el total de los sujetos las estadísticas descriptivas (media  $\pm$  desviación estándar) de cada una de las variables antropométricas, de composición corporal, somatotipo y flexibilidad estudiadas. El procedimiento ANCOVA reveló la ausencia de diferencias estadísticamente significativas ( $p < .025$ ) entre los promedios de las categorías para cada una de las variables antropométricas. El promedio de la masa corporal y talla del grupo total (61,3 Kg y 169,5 cm) resultó estar dentro de la amplitud demostrada por otros jugadores latinoamericanos de edad similar (media = 16,1 años), miembros de equipos infantiles, juveniles y juniors de San Caetano Brasil (61,3 kg y 170,58 cm)<sup>(34)</sup>. Además, fue inferior en aproximadamente 9 kg y 9 cm al promedio del equipo nacional junior de Estados Unidos<sup>(15)</sup>. En contraste las selecciones nacionales de adultos representativas de Cuba<sup>(35)</sup> y República Dominicana<sup>(38)</sup> han demostrado los siguientes valores, 23 años, 70,2 kg, 174,5 cm; y 23,9 años, 68,1 kg y 174,3 cm respectivamente. La literatura plantea que el jugador de fútbol no requiere un nivel de masa corporal y talla sobre la media demostrada por la población general<sup>(34)</sup>. Esto es contrario a otros deportes de juegos con pelota (voleibol y baloncesto) donde el promedio de la talla y el peso corporal del jugador demuestran ser mayores que la media de la población general. Por lo tanto, se considera que la aportación del peso corporal y talla en la ejecutoria del fútbol es de muy poca importancia. La razón cintura cadera del grupo total fue de 0,83. Este resultado evidencia los bajos depósitos grasos a nivel abdominal. Un resultado alto en la razón cintura cadera se asocia a obesidad y por consiguiente alto riesgo de enfermedad cardiovascular. Hasta el momento actual no existen datos normativos en poblaciones de atletas para esta variable.

### COMPOSICION CORPORAL

El promedio de la sumatoria de 4 pliegues y el porcentaje de grasa corporal (PG) fue similar en las tres categorías ( $p > .02$ ). EL promedio del PG del grupo total (10,3%) fue entre 0,6 y 3,2 % mayor que el reportado para el equipo nacional de Estados Unidos de América (9,9 %)<sup>(15)</sup>, jugadores cubanos (9,8 %)<sup>(35)</sup>, la selección nacional junior de Estados Unidos de América (9,4 %)<sup>(15)</sup>, y jugadores brasileños (7,3 %)<sup>(34)</sup>, pero entre 0,5 y 2,3 % menor que la selección nacional australiana (10,8 %)<sup>(37)</sup>, jugadores universitarios norteamericanos (10,9 %)<sup>(15)</sup> y al equipo Dominicano (12,8 %)<sup>(36)</sup>. Estas mínimas diferencias en PG indican que el grupo puertorriqueño estudiado demuestra características

similares a los futbolistas de clase internacional. Durante los últimos años se ha observado una reducción en los niveles de PG demostrado por los jugadores de fútbol<sup>(15)</sup>. Posiblemente esta

observación sea el resultado de la predisposición genética para esta característica, factores asociados a la planificación del entrenamiento y patrones de ingesta calórica de estos atletas.

Variable	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	TOTAL
N	4	13	5	22
Edad (años)	18,5 ± 0,5	16,3 ± 0,5	14,8 ± 0,4	16,3 ± 1,2
Masa Corporal (kg)	62,8 ± 6,5	61,7 ± 8,3	58,8 ± 4,6	61,3 ± 7,1
Talla (cm)	171,4 ± 7,4	170,2 ± 4,6	164,5 ± 6,2	169,1 ± 5,8
Σ 4 pliegues (mm)	31,5 ± 10,6	33,7 ± 10,8	29,6 ± 5,0	32,3 ± 9,5
Razón Cintura / Cadera	0,85 ± 0,04	0,82 ± 0,03	0,83 ± 0,02	0,83 ± 0,03
Grasa corporal (%)	8,4 ± 3,6	11,0 ± 3,8	11,0 ± 2,0	10,5 ± 3,5
Masa Corporal Activa (kg)	57,6 ± 7,2	54,8 ± 7,0	52,3 ± 4,6	54,7 ± 6,5
Índice de Sustancia Activa (gr.cm <sup>3</sup> )	1,15 ± 0,15	1,11 ± 0,14	1,15 ± 0,14	1,13 ± 0,14
Circunferencia Muscular del Brazo (cm)	27,9 ± 1,6	26,6 ± 2,9	26,1 ± 2,1	26,7 ± 2,5
Área Muscular del Brazo (cm <sup>2</sup> )	62,4 ± 7,4	56,6 ± 12,7	59,1 ± 9,7	58,2 ± 11,1
Endomorfia	2,6 ± 1,1	2,7 ± 0,8	2,3 ± 0,5	2,6 ± 0,8
Mesomorfia	4,3 ± 1,0	4,6 ± 1,1	5,1 ± 0,6	4,7 ± 1,0
Ectomorfia	3,0 ± 1,4	3,0 ± 1,2	2,6 ± 1,0	3,0 ± 1,2
Media actitudinal del somatotipo	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1
Flexibilidad (cm)	34,8 ± 3,1	31,3 ± 6,6	26,7 ± 8,2	30,9 ± 6,8

**TABLA I-** Características Antropométricas, de Composición Corporal, Somatotípicas y Flexibilidad.

La MCA y el ISA del grupo total fueron de 55 Kg y 1,13 g.cm<sup>-3</sup> respectivamente. Estos resultados contrastan con los resultados de la selección nacional de adultos cubanos<sup>(35)</sup> quienes han presentado una MCA de 62,8 kg, ISA de 1,18 g.cm<sup>-3</sup> y la selección nacional de adultos dominicanos<sup>(36)</sup> quienes mostraron una MCA de 59,4 kg y un ISA de 1,12 g.cm<sup>-3</sup> y la selección junior (17,5 años) de Estados Unidos una MCA de 65,5 kg<sup>(15)</sup>. La literatura demuestra que el promedio de MCA para jugadores de selecciones nacionales europeas, australianas y norteamericanas mayores de 20 años es superior a los 68 kg<sup>(15)</sup>. El bajo nivel de MCA evidenciada por el grupo puertorriqueño representa una gran deficiencia en la composición corporal. La MCA está directamente relacionada con el rendimiento deportivo en aquellos deportes de contacto, que requieren movimientos explosivos y carreras cortas de alta intensidad, pero negativamente asociada con los eventos en que se requiere el movimiento continuo de la masa corporal<sup>(13)</sup>. Por ejemplo, los especialistas en carreras pedestres de larga duración demuestran niveles muy bajos de MCA. Esto se debe a que su ejecutoria requiere el transporte continuo de su masa corporal a un alto ritmo de gasto energético y en donde no se confrontan serios cambios de velocidad ni contacto físico. Esto es contrario al fútbol donde la naturaleza del ritmo e intensidad

del juego es continuamente cambiante y encontramos el contacto físico.

El grupo total puertorriqueño evidenció resultados de CMB y AMB de 26,7 cm y 58,2 cm<sup>2</sup>. La literatura carece de datos relacionados a esta variable en jugadores de fútbol. Como dato comparativo los gimnastas puertorriqueños<sup>(16)</sup> y especialistas en carreras pedestres de larga duración (datos inéditos) han demostrado valores para la CMB y AMB de 27,8 cm y 62,9 cm<sup>2</sup> y 26,4 cm y 55,5 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Los hallazgos en composición corporal pueden estar influenciados por mecanismos hereditarios, el tipo de cargas de trabajo durante el entrenamiento, aportes nutricionales, nivel de preparación física y estilos de vida. Entendemos que el componente grasa y la MCA nos provee información útil para el manejo nutricional, el tipo y modo de preparación física y como posible factor de riesgo para el nivel de salud del deportista.

#### SOMATOTIPO

El grupo total mostró una dominancia mesomórfica y su somatotipo promedio, 2,6 - 4,7 - 3,0, fue clasificado como mesomorfo balanceado. La literatura muestra valores del somatotipo de futbolistas españoles 3 - 5 - 2,5<sup>(38)</sup>, ingleses 2,7 -

4,7 - 3,2<sup>(39)</sup> y cubanos 2 - 5,2 - 2,4<sup>(35)</sup> de clasificación mesomórficos balanceados. La selección nacional de República Dominicana<sup>(36)</sup> exhibió valores de 3,6 - 2,4 - 2,3, estando clasificados como endomórficos balanceados. El grado de mesomorfia y endomorfia del grupo dominicano contrasta marcadamente con lo demostrado por el grupo puertorriqueño y los previamente reseñados. Deseamos señalar que el rango de valores para la mesomorfia en la población general masculina está entre 3,5 a 5,0. Los estudios de Carter<sup>(40)</sup> sugieren que cuanto mayor sea el nivel de rendimiento y aptitud deportiva, mayor será la tendencia a la congruencia entre los somatotipos de un mismo deporte.

## FLEXIBILIDAD

El promedio de flexibilidad de la parte posterior del muslo y región lumbosacra del grupo total (31,1 cm) fue 1,1 cm menor que el promedio demostrado por el equipo junior de Estados Unidos (32,2 cm)<sup>(15)</sup>, 2,1 cm menor que el promedio de estudiantes universitarios puertorriqueños (33 cm)<sup>(41)</sup>, pero mayor que el de universitarios norteamericanos (26,3 cm)<sup>(15)</sup>.

La flexibilidad es la capacidad del hombre de poder realizar movimientos articulares en todo el rango de movilidad. En el fútbol esto significa que un jugador que es flexible puede cabecear, capturar o incluso patear el balón, a la mayor altura posible o en situaciones incómodas para realizarlo. El grado de flexibilidad depende de la elasticidad de los tendones, ligamentos, músculos, y de factores hereditarios, pero con entrenamiento puede mejorarse. Se ha identificado la importancia de la flexibilidad de la musculatura proximal del muslo en la ejecutoria de las destrezas requeridas por el fútbol y en la prevención de lesiones. En el fútbol podemos mencionar a las lesiones musculares de aductores y flexores de cadera los más comprometidos en trauma por disminución de la flexibilidad. Estas lesiones comúnmente ocurren en la actividad deportiva tanto en entrenamiento como en competición y dependen de mecanismos como el cambio brusco de velocidad, cambios de posición en ejes rotacionales, desproporción en las cargas entre oponentes e irregularidades en el terreno de juego. Un buen nivel de flexibilidad en la musculatura de cadera y rodilla hacen parte de la prevención de aparición de lesiones en estas áreas anatómicas<sup>(25,42,43)</sup>.

## CARACTERISTICAS CARDIORRESPIRATORIAS

La Tabla II resume por categoría de edad y para el total de los sujetos las estadísticas descriptivas (media  $\pm$  desviación estándar) de cada una de las

variables antropométricas estudiadas. El procedimiento ANCOVA indicó que los promedios de las categorías en cada una de las variables cardiorrespiratorias no fueron estadísticamente diferentes ( $p > .02$ ). La literatura<sup>(14)</sup> demuestra que el  $VO_2$  max de jugadores de fútbol de calibre internacional fluctúa entre 50 a 70 ml/kg.min. Los siguientes valores de  $VO_2$  max han sido reportados para grupos de futbolistas de diferentes niveles de destrezas: 45-50 ml/kg.min en adultos entre las edades de 20 a 30 años que practican el fútbol recreativamente<sup>(43)</sup>, 61-67 ml/kg.min en juveniles brasileños de 14 a 18 años<sup>(34)</sup>, 58,9 ml/kg.min en profesionales norteamericanos<sup>(45)</sup>, 56 ml/kg.min en italianos aficionados (46,61 ml/kg.min en profesionales australianos<sup>(47)</sup>, 65 y 67 ml/kg.min en alemanes y suecos, respectivamente<sup>(43)</sup>. Otros estudios indican valores individuales sobre los 70 ml/kg.min<sup>(43)</sup>. Dados los valores de  $VO_2$  max demostrados en la literatura, entendemos que el grupo puertorriqueño demostró un promedio adecuado para el deporte del fútbol.

El  $VO_2$  max es un indicador de la capacidad para el esfuerzo prolongado (tolerancia aeróbica) y el mejor indicador del nivel de aptitud cardiorrespiratoria<sup>(14)</sup>. La tolerancia aeróbica en futbolistas puede desarrollarse mediante entrenamiento en largas distancias, en intervalos y circuito entre otras metodologías. Jugadores de pobre aptitud cardiorrespiratoria están sujetos a desempeños deficientes en etapas finales de un partido y se exponen a sufrir alteraciones metabólicas que afectan la ejecutoria y aumentan el riesgo de lesiones.

La frecuencia Cardíaca máxima del grupo total ( $193 \pm 9$  latidos/min) estuvo dentro del rango esperado para la edad ( $204 \pm 10$  latidos/min). La estimación de la máxima frecuencia cardíaca ajustada a la edad conlleva un margen de error de 10 a 25 latidos.minuto<sup>-1</sup><sup>(48)</sup>. Un comportamiento similar demostró el VE ( $122 \pm 17$  litros.min<sup>-1</sup>). El VE se encontró sobre el promedio demostrado por jugadores junior checoslovacos<sup>(49)</sup> ( $98 \pm 6$  litros.min<sup>-1</sup>).

## POTENCIA ANAEROBICA

La media  $\pm$  desviación estándar del pico de potencia, potencia promedio e índice de fatigabilidad se presentan en la Tabla III. Las tres categorías demostraron resultados similares en cada una de estas tres variables ( $p > 05$ ). Futbolistas profesionales y universitarios han demostrado una potencia promedio de 23 y 21 vatios.kg<sup>-1</sup> previo al comienzo de sus respectivas temporadas<sup>(15)</sup>, mientras que estudiantes de 17 años han evidenciado 22,2 vatios.kg<sup>-1</sup><sup>(28)</sup>. Los valores de la potencia promedio de estos grupos fueron



obtenidos utilizando el procedimiento ergométrico de múltiples saltos durante 60 segundos de duración. El procedimiento de los 60 segundos evaluó la capacidad anaeróbica de larga duración. Los valores observados para la potencia promedio durante el procedimiento de los 60 segundos muestran la tendencia a ser menores que aquellos obtenidos en procedimientos de una duración menor.

Además, si el proceso evaluativo ocurre previo al inicio de la etapa de preparación física general los valores de potencia promedio, demuestran la tendencia a ser menores que en otros estados del entrenamiento deportivo. Por lo tanto el valor de la

potencia promedio del grupo puertorriqueño ( $21,4 \text{ vatios.kg}^{-1}$ ) indica una posible deficiencia en esta variable. Los datos del grupo puertorriqueño fueron obtenidos mediante una prueba de múltiples saltos con 30 segundos de duración y previo al inicio de la etapa de entrenamiento de preparación física general. La prueba de 30 segundos es considerada un procedimiento para la evaluación de la capacidad de ejecutoria anaeróbica de término intermedio. La ejecutoria, dada esta limitación de tiempo, es esencialmente considerada 70% láctica, 15% alactácida y 15% aeróbica. Donde la razón de trabajo durante los 5 segundos finales es considerada una medida indirecta de la producción total anaeróbica láctica.

Variable	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	TOTAL
N	4	13	5	22
FC (latidos.min <sup>-1</sup> )	67,4 ± 15,7	72,6 ± 11,6	71,4 ± 8,0	71,2 ± 11,8
FC <sub>max</sub> (latidos.min <sup>-1</sup> )	100,4 ± 5,9	194,9 ± 10,9	193,0 ± 6,2	193,4 ± 9,2
Duración Bruce (minutos)	12,4 ± 0,9	13,0 ± 0,9	14,0 ± 0,0	13,1 ± 1,0
Razón Intercambio Respiratorio	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1
V <sub>E max</sub> (l.min <sup>-1</sup> )	124,0 ± 33,3	122,9 ± 16,2	130,2 ± 10,6	122,7 ± 17,2
VO <sub>2 max</sub> (l.min <sup>-1</sup> )	3,5 ± 0,5	3,6 ± 0,6	3,6 ± 0,3	3,6 ± 0,5
VO <sub>2 max</sub> (ml/kg.min)	55,9 ± 3,8	58,9 ± 4,9	62,1 ± 0,3	59,1 ± 4,5

**TABLA II.- Características Cardiorespiratorias.**

El pico de potencia de nuestros futbolistas fue  $26,3 \text{ I vatios.kg}^{-1}$ . En el salto vertical éstos demostraron un alcance máximo de 35,8 cm. El promedio del salto vertical (cm), considerado un indicador de potencia muscular, contrasta marcadamente con la amplitud demostrada en la literatura. Esta evidencia un promedio mínimo de 49,9 cm (jugadores australianos) y máximo de 66,4 cm (selección nacional de adultos de Estados Unidos de América)<sup>(15)</sup>. Mientras que la selección nacional junior de Estados Unidos ha demostrado en el salto vertical un promedio de 55,9 cm. Otros informes<sup>(43)</sup> revelan que el promedio de jugadores profesionales suecos (59 cm) no se diferencia grandemente de la población general sueca de edad similar. El índice de fatiga del grupo total indicó la pérdida de 28,5 % de la razón de trabajo durante los 30 segundos del procedimiento. La literatura no evidenció datos del índice de fatiga de futbolistas. De las tres variables asociadas a la potencia anaeróbica el índice de fatiga es la de menor fiabilidad<sup>(50)</sup>.

La evaluación de la potencia anaeróbica mediante el procedimiento de estiramiento-acortamiento muscular resulta sumamente práctico ya que permite evaluar procesos bioquímicos y mecánicos en una acción utilizada comúnmente en el fútbol. Se argumenta que durante este

procedimiento de saltos continuos se recluta la contribución energética de procesos no oxidativos para la conversión de energía química a mecánica y se logra la recuperación de energía mecánica almacenada en los componentes elásticos de las estructuras asociadas al musculoesquelético. Los indicadores de la capacidad anaeróbica o de la habilidad para tolerar actividad muscular dependiente en mecanismos energéticos no oxidativos son esenciales en la interpretación de la forma deportiva del futbolista.

#### CARACTERISTICAS DE FUNCION NEUROMUSCULAR

Las variables de función neuromuscular estudiadas (Tabla IV) no fueron estadística mente significativas ( $p > 0.05$ ) al ser vistas por categorías. Los análisis demostraron una fortaleza en extensión mayor que en flexión tanto en  $60^\circ.\text{seg}^{-1}$  como en  $240^\circ.\text{seg}^{-1}$ . El Torque sumo (TS) a  $60^\circ.\text{seg}^{-1}$  del grupo total (170,1 N.m) fue mayor que el de los seleccionados junior de Estados Unidos de América (145 N m) y similar al de la Selección nacional de adultos de Estados Unidos de América (175 N.m)<sup>(15)</sup>. El TS es una medida de fortaleza muscular que puede ser utilizada como un indicador del nivel de potencia individual en la acción de patear el balón.

Variable	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	TOTAL
N	4	13	5	22
Potencia Pico(vatios.kg <sup>-1</sup> )	26,2 ± 5,7	27,4 ± 4,6	23,9 ± 0,1	26,3 ± 4,6
Potencia de Promedio (vatios.kg <sup>-1</sup> )	21,6 ± 4,2	22,1 ± 2,8	19,5 ± 1,1	21,4 ± 3,2
Indice de Fatiga (%)	29,4 ± 12,5	29,8 ± 12,4	21,5 ± 4,9	28,3 ± 11,2
Salto Vertical (cm)	38,2 ± 4,6	34,6 ± 4,5	32,5 ± 0,7	35,8 ± 4,5

**TABLA III.-** Características de Potencia Mecánica.

Variable	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	TOTAL
N	4	13	5	22
TS 60°.seg <sup>-1</sup> extensión (N.m)	171,5 ± 52,8	168,4 ± 27,1	173,2 ± 39,5	170,1 ± 33,5
TS 60°.seg <sup>-1</sup> flexión (N.m)	103,0 ± 26,3	105,7 ± 19,7	112,4 ± 18,1	106,3 ± 20,6
Razón flexor/extensor @660°.seg <sup>-1</sup> (%)	6,2 ± 7,6	61,2 ± 6,2	66,4 ± 7,8	61,6 ± 6,7
TS/MC 60°.seg <sup>-1</sup> extensión (N.m.kg)	2,7 ± 0,5	2,7 ± 0,4	2,9 ± 0,6	2,8 ± 0,5
TS/MC 60°.seg <sup>-1</sup> flexión (N.m.kg)	1,6 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,9 ± 0,3	1,7 ± 0,2
TS 240°.seg <sup>-1</sup> extensión (N.m)	118,6 ± 18,1	111,4 ± 14,0	109,8 ± 20,7	111,6 ± 15,0
TS 240°.seg <sup>-1</sup> flexión (N.m)	68,6 ± 22,2	73,0 ± 12,8	77,0 ± 20,2	72,4 ± 16,1
Razón flexor/extensor @240°.seg <sup>-1</sup> (%)	57,2 ± 13,2	65,6 ± 9,0	69,2 ± 6,2	64,6 ± 10,3
TS/MC 240°.seg <sup>-1</sup> extensión (N.m.kg)	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,2	1,8 ± 0,3	1,8 ± 0,2
TS/MC 240°.seg <sup>-1</sup> flexión (N.m.kg)	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,1	1,3 ± 0,3	1,1 ± 0,2
Razón Tolerancia Flexión (%)	69,6 ± 4,5	60,4 ± 7,7	60,8 ± 6,8	62,1 ± 6,7
Razón Tolerancia Extensión (%)	75,8 ± 10,2	70,7 ± 7,3	72,6 ± 7,9	72,0 ± 8,1
Lagartijas (l.min <sup>-1</sup> )	31,6 ± 8,3	29,0 ± 12,9	29,8 ± 3,1	29,6 ± 10,5
Sentadillas (l.min <sup>-1</sup> )	45,0 ± 6,4	44,1 ± 8,3	42,8 ± 9,7	44,3 ± 8,0

**TABLA IV.-** Características de Función Neuromuscular. (TS = Torque Sumo; TS/MC = Torque Sumo / Masa Corporal).

La razón de la musculatura flexora en relación a la extensora estuvo entre 61,6 y 64,6 % a 60°.seg<sup>-1</sup> y 240°.seg<sup>-1</sup>, respectivamente. Este resultado contrasta con los obtenidos por jugadores juveniles brasileños, (los cuales demostraron una razón flexores extensores de 52%<sup>(51)</sup>). La literatura muestra que los valores normales de razón flexores extensores está alrededor de un 60 ± 5%. Una alteración mayor del 5% en el valor antes anotado implicaría deficiencias en la fortaleza de la musculatura estabilizadora de la rodilla. Este factor llevaría a una predisposición a lesiones en el área anatómica de la rodilla y los músculos flexores de rodilla y extensores de cadera.

Al tomar los valores de TS corregidos por la masa corporal (N.m.kg) obtuvimos predominancia de la musculatura extensora de la rodilla en ambas velocidades. La proporción fortaleza/masa corporal es un buen indicador de la habilidad del futbolista para efectuar saltos y acelerar durante la carrera corta de alta intensidad. Desafortunadamente existen muy pocos datos en la literatura que expresen las características neuromusculares bajo acción isocinética de jugadores de fútbol,

principalmente de edades similares al grupo estudiado. Estudios efectuados en futbolistas han revelado que los jugadores de selecciones nacionales demuestran un mayor nivel de fortaleza de la extremidad inferior que jugadores de clasificación general. Dadas las características técnicas y las exigencias metabólicas del fútbol el atleta de este deporte requiere un fortalecimiento completo del cuerpo, desarrollando ante todo aquellos grupos musculares que tienen vital importancia en la ejecutoria del movimiento típico, como la velocidad de carrera y el pase del balón. La capacidad de fortaleza debe ser constante durante todo el tiempo de juego. Esto significa que además de una fortaleza absoluta y relativa, el futbolista debe mantener un nivel de tolerancia local muscular apropiada.

## CONCLUSIONES

En conclusión, los jugadores puertorriqueños de fútbol de categorías infantil, juvenil y junior mostraron un grado de masa corporal y talla similar al de jugadores latinoamericanos de iguales

categorías, un somatotipo mesomórfico balanceado, un % de grasa levemente mayor que el promedio demostrado por jugadores de calibre internacional, un nivel de flexibilidad bajo el promedio de estudiantes universitarios puertorriqueños y jugadores de la misma categoría de Estados Unidos de América y un nivel de tolerancia cardiorrespiratoria dentro de la amplitud demostrada en la literatura por jugadores profesionales internacionales. El nivel de función neuromuscular del grupo mostró patrones normales de fortaleza en musculatura de rodilla, siendo los valores en extensión, superiores a los de seleccionados junior de Estados Unidos de

América. La razón flexores extensores fue notablemente superior a la de jugadores latinoamericanos de la misma categoría. Mientras que el salto vertical demostró un pobre nivel. Las diferencias presentadas deben ser interpretadas con cautela ya que en la gran mayoría de las ocasiones se contrastó nuestro grupo, considerado juvenil dado su promedio de edad, con selecciones nacionales de adultos. Además, los atletas estudiados aunque forman parte de una preselección nacional entendemos comprende un grupo de sujetos en pleno desarrollo deportivo que aún no ha alcanzado su óptima forma deportiva.

## BIBLIOGRAFIA

- BERRIO, A.:** «¿Quieres ser futbolista?» Barcelona. Editorial Hispano Europea. 1982.
- BARRIO, J.:** «Manual de Fútbol». Barcelona. Editorial Hispano Europea. 1983.
- SAMBOLIN, L.:** «Historia de la Educación Física y Deportes». San Germán, Universidad Interamericana. 1979.
- ESCAMILLA, P.:** «El Mundial de Fútbol». Valladolid. Ed. Miñón. 1982.
- HUYKE, E.:** «Los deportes en Puerto Rico». 1969.
- GREENWOOD, R., WEISWEILER, H., SEXTON, D.:** «Fútbol, entrenamiento al estilo europeo». Barcelona. Ed. Hispano, Europea. 1984.
- TASSARA, H., PILA, A.:** «Fútbol». Madrid. Editorial Augusto Pila. 1981.
- MARTINEZ, P., TOBA, E., PILA, A.:** «La preparación física en el fútbol». Editorial Augusto Pila. 1983.
- WEINECK, J.:** «Functional anatomy in sports». Chicago. Year Book Medical Publishers. 1986.
- CHAVEZ, E., LANIER, A., TORRES, I.:** «Agrupación de los deportes». En: Lanier, A. Ed. «Introducción a la Teoría y Método del Entrenamiento Deportivo». Habana, INDER. 1980; 29-37.
- BOMPA, T.:** «Theory and Methodology of Training». Iowa. Kendall/Hunt. 1983.
- DAL MONTE, A.:** «Classification of Sports Activities». In: Wiczorek, E., Ed.: «Problems of sports medicine and Sports Training and Coaching: Olympic Solidarity of the International Olympic Committee». 1975. 83-94.
- FOX, E.:** «Fisiología del deporte». Buenos Aires. Ed. Médica Panamericana. 1988.
- THODEN, J.S.:** «Testing Aerobic Power». In: MacDougall, J.D., Wenger, J.A., Green, H.J. Eds. Physiological Testing of the Elite Athlete. 2nd Ed. Canada, Mutual Press. 1991; 107-173.
- KIRKENDALL, D.:** «The Applied Sport Science of Soccer». Phys. and Sports Med. 1985; 13 (4): 53-59.
- RIVERA, M.A., RIVERA, A.:** «Perfil Morfofuncional de Gimnastas Puertorriqueños». Bol. Asoc. Med. P. Rico. 1990; 82 (8): 347-352.
- SIRI, W.E.:** «Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods». In: Techniques for Measuring Body Composition. Washington, DC: National Academy of Sciences. 1961; 223-244.
- POLLOCK, M., SCHMIDT, D., JACKSON, A.:** «Measurement of cardiorespiratory fitness and body composition in the clinical setting». Comprehensive Exer Ther. 1980; 6: 12-17.
- BOILEAU, R.A., LOHMAN, T.G., SLAUGHTER, M.H.:** «Exercise and body composition in children and youth». Scand. J. Sports Sci. 1985; 7: 17-27.
- TITTEL, K., WUTSCHERK, H.:** «Sportanthropometrie». Barth, Leipzig. 1973.
- CALDARONE, G., LEGLISE, M., GIAMPIETRO, M., BERLUTTI, G.:** «Anthropometric measurement, body composition, biological maturation and growth predictions in young female gymnasts of high agonistic level». J. Sports Med. 1986; 26: 263-273.
- ROSS, W.D., MARFELL-JONES, J.J.:** «Kinanthropometry». In: MacDougall, J.D., Wenger, H.A., Green, H.J. Eds. Physiological Testing of the Elite Athlete. 2nd Ed. Canada, Mutual Press. 1991; 223-308.
- HEATH, B.H., CARTER, J.E.L.:** «A modified somatotype method». Am. J. Phys. Antropol. 1967; 27: 57-74.
- CARTER, J.E.L.:** «The Heath-Carter somatotype method». San Diego: San Diego State University Syllabus Service. Third Edition, 1980.
- AAHPERD:** «Health related physical fitness test manual». American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance. Reston, Virginia, 1980.

26. **BRUCE, R.A., KUSUMI, F., HOSMER, D.**: «Maximal oxygen intake and nomographic assesment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease». *Am. Heart J.* 85: 546-562, 1973.
27. **CYBEX 340 SYSTEM USER'S MANUAL**: «Cybex. A division of Lumex». Ronkonkoma, New York, 1990.
28. **BOSCO, C., LUHTANEN, P., KOMI, P.V.**: «A simple method for measurement of mechanical power in jumping». *Eur. J. Appl. Physiol.* 1983; 50: 273-282.
29. **CARTER, J.E.L., ROSS, W.D., DUQUET, W., AUBRY, S.P.**: «Advances in somatotype methodology and analysis». *Yearbook of Phys. Antropol.* 1983; 26: 193-213.
30. **GILL, J.L.**: «Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Sciences». Vol. 1. Ames: Iowa State University Press. 1978, 269-290.
31. **KRUSKAL, W.H., WALLIS, W.A.**: «Use of ranks in one-criterion analysis of variance». *Journal of American Statistical Association.* 1952: 47: 583-621; errata *ibid*, 48, 907-911.
32. **SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G.**: «Statistical methods». (7th ed.) Ames: Iowa State University Press. 1980, 160-161.
33. **SAS**: User Guide (2nd Ed.), Chicago, Illinois: SPSS Inc., 1986.
34. **SANCHEZ, E., PEREIRA, M.H., MATSUDO, V.K.R.**: «Comparación de la condición física de jugadores de fútbol de cuatro categorías diferentes». CELAFICS. Sao Paulo, Brasil: 1990.
35. **RODRIGUEZ, C., SANCHEZ, G., GARCIA, E. et al.**: «Contribución al estudio del perfil morfológico de atletas cubanos de altos rendimientos del sexo masculino». *Boletín Científico Técnico.* 1986; (1/2), 6-24.
36. **PINEDO, M.**: «Estudio de la composición corporal y somatotipo de atletas dominicanos». Santo Domingo. Comité Olímpico Dominicano. 1987.
37. **WILLIAMS, C., REDL, R.M., COUTTS, R.**: «Observations on the aerobic power of university rugby players and professional soccer players». *Br. J. Sports Med.* 1973; 7: 390-391.
38. **MARTINEZ, C., TOBA, E., PILA, A.**: «Fútbol». Madrid. Editorial Augusto E. Pila, 1983.
39. **BALE, R.**: «The relationship of somatotype and body composition to Strength in a group of men and women sport science students». In J.A. Day (Ed.), *The 1984 Olympic Scientific Congress Proceedings*, Vol. 1, Perspectives in Kinanthropometry. Champaign: Human Kinetics. 1986, 187-198.
40. **CARTER, J.E.L.** (Ed.): «Physical Structure of Olympic athletes: Part I». *The Montreal Olympic Games anthropological project*: Vol. 16. Medicine and sport. Basel Karger. 1982.
41. **RIVERA, M.A.**: «Normas para la Evaluación de los Niveles de Aptitud Física de Estudiantes Universitarios Puertorriqueños». *Bol. Asoc. Med. P. Rico*, 1986; 78 (9): 380-384.
42. **MONGI, R.**: «Sports Fitness and Training». New York, Phanteon Book Publishers, 1989.
43. **EKBLOM, B.**: «Applied Physiology of Soccer». *Sports Med.* 1986; 3: 50-60.
44. **ROWLAND, T.W.**: «Exercise and childrens health». Champaign: Human Kinetics Books. 1990. p. 54.
45. **RAVEN, P.B., GETTMAN, L.R., POLOCK, M.L., COOPER, K.H.**: «A physiological evaluation of profesional soccer players». *British Journal of Sports Medicine* 1976; 10: 209-216.
46. **CARU, B., LE COULTRE, L., AGHEMO, P., PINERA LIMAS, E.**: «Maximal aerobic and anaerobic power in football players». *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1970; 10: 100-103.
47. **WITHERS, R.T., ROBERTS, R.G.D., DAVIES, G.J.**: «The maximum aerobic power, anaerobic power and body composition of south Australian male representatives in athletics basketball, fiel hockey and socce». *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 1977; 17: 391-400.
48. **FROELICHER, V.F.**: «Exercise and the heart». *Clinical concepts* (2nd ed.). Chicago: Year Book Medical Publishers.1983. p.94.
49. **ZELENKA, V.A.**: «A comparison of the anthropometric and spiroergometric parameters of three groups of soccer players in a club of firsts division after the first preparatory period». In: Santilli, G., Ed. *Sports Medicine Applied to Football*. Roma Instituto di Scienza dello Sport del CONI, 1990; 403.
50. **BAR-OR, O., DOTAN, R., INBAR, O.**: «A 30 sec. all-out ergometric test: Its reliability and validity for anaerobic capacity», *Israel J. Med. Sci.* 1977: 13; 126.
51. **ROSAN, L.A., ALMEIDA, M.A., VALENTE, C.R. et al.**: «Evaluacao Isocinética da Relacao forza de flexao/forca de extensao do joelho em atletas juvenis de futebol. *Revista Brasileira de Ciencia y Movimiento* 1987; 1 (2): 29.

## RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen la colaboración de la Profesora Anita Rivera (Unidad de Fisiología SADCE) y de los asistentes graduados del programa de Maestría en Educación Física de la Universidad Interamericana de Puerto Rico (Luis Pérez y Erasmo Velázquez) durante la recolección y análisis de datos. También agradecemos la valiosa asesoría estadística del Dr. Erick Suárez, Director de la Unidad de Bioestadística y Computación del Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio, Albergue Olímpico y Recinto de Ciencias Médicas Universidad de Puerto Rico.

### Dirección para correspondencia

Dr. Miguel A. Rivera  
 Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio  
 Albergue Olímpico, Box 2004  
 Salinas, Puerto Rico 00751  
 Tel. (809) 824-2608 Ext. 224

RECIBIDO: 6/11/91