



CONTROL BIOMÉDICO del entrenamiento deportivo



GRUPO DE MEDICINA DEPORTIVA Y
Ciencias aplicadas al deporte



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

© Indeportes Antioquia
© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana
Vigilada Mineducación

Control biomédico del entrenamiento deportivo

ISBN: 978-958-764-770-9

ISBN: 978-958-764-778-5 (versión digital)

DOI: <http://doi.org/10.18566/978-958-764-778-5>

Primera edición, 2019

Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín:

Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General:

Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

Vicerrector Académico:

Álvaro Gómez Fernández

Editor:

Juan Carlos Rodas Montoya

Compilador:

Felipe Eduardo Marino Isaza

Coordinación de Producción:

Ana Milena Gómez Correa

Diseño y Diagramación:

Mauricio Morales Castrillón

Corrección de Estilo:

Delio David Arango

Fotografía:

Rodrigo Mora Quiroz - Indeportes Antioquia

Dirección Editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2019

Correo electrónico: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57)(4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1575-08-05-17

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana y de Indeportes Antioquia.

JUNTA DIRECTIVA INDEPORTES ANTIOQUIA

Luis Pérez Gutiérrez

Gobernador

Baltazar Medina

Presidente Comité Olímpico Colombiano

Representante de Coldeportes

Néstor David Restrepo Bonnett

Secretario de Educación Departamental

Representante del Sector Educativo

Henry Palacios Valencia

Gerente Inder Apartadó

Representante de los entes deportivos municipales

Héctor Alonso Monroy Escudero

Director Ejecutivo Liga Antioqueña de Tenis de Campo

Representante de las Ligas Deportivas de Antioquia

Lisana Sofía Sánchez Ledesma

Gerente de Indeportes Antioquia

Invitada

Mariola González Villa

Jefe Oficina Jurídica Indeportes Antioquia

Secretaria

COMITÉ DE GERENCIA

Lisana Sofía Sánchez Ledesma

Gerente de Indeportes Antioquia

William de Jesús Moncada Ospina

Subgerencia de Fomento y Desarrollo Deportivo

Alpidio Betancur Zuluaga

Subgerencia Administrativo y Financiero

Luis Eduardo Cuervo Tafur

Subgerencia de Deporte Asociado y Altos Logros

Catalina Pérez Zabala

Asesora de Gerencia

Lina María Galeano Zapata

Oficina de Talento Humano

Óscar Mario Cardona Arenas

Oficina de Medicina Deportiva

Lucrecia Londoño Builes

Oficina de Control Interno

Álvaro Alonso Villada García

Oficina de Sistemas y Apoyo Financiero

Fredy Rodríguez Agudelo

Oficina Asesora de Planeación

Diana Milena Jaramillo Pérez

Oficina Asesora de Comunicaciones

Mariola González Villa

Oficina Jurídica

CON TROL

**BIOMÉDICO
DE LOS DEPORTES
DE CONJUNTO**



Control biomédico **DE LOS DEPORTES** de conjunto

Hugo Alexander Osorio Jaramillo, *MD. Esp.*
Óscar Mario Cardona Arenas, *MD. MSc.*

INTRODUCCIÓN



El baloncesto es un deporte de equipo, en el que dos conjuntos de cinco jugadores cada uno intentan anotar puntos, también llamados canastas o dobles y/o triples, introduciendo un balón en un aro colocado a 3,05 m del suelo.

Inventado por James Naismith, un profesor de educación física, en diciembre de 1891 en la YMCA de Springfield, Massachusetts, EEUU. Un partido de baloncesto en categoría absoluta, según la FIBA (Federación Internacional de Baloncesto), se juega con dos equipos de cinco personas cada uno, dura cuarenta minutos (divididos en cuatro periodos de diez min.) a tiempo parado, es decir, existen varias pausas importantes debido al carácter reglamentario. Para Cometti (2002) la duración de un partido es aproximadamente de 63 min. Analizando los trabajos de Colli y Faina (1982), Hernández (1985) y Blanco (1987) (citados por Zaragoza, 2006) se puede concluir que el tiempo de intervalos de juego de 0-20 seg. constituye el 40%, de 20-40 seg., el 30%, y más de 40 seg. sin pausa, el 30%.

El balonmano tuvo su origen en deportes semejantes jugados en Grecia y en Roma. Sus primeras reglamentaciones se dieron a finales del siglo xix y su estandarización se realizó en el año 1926. Se convirtió en un deporte de los Juegos Olímpicos en Múnich, en 1972. Realmente su práctica comenzó a principios del siglo xx. Es un deporte de equipo, en el que se enfrentan dos equipos, cada equipo está conformado por siete jugadores (seis jugadores de campo y un portero), con siete jugadores de reserva. El objetivo es transportar una pelota a través del campo, valiéndose fundamentalmente de las manos, para introducirla dentro de la portería. El partido está estructurado en dos partes de treinta minutos, con diez minutos de descanso. El número de minutos que un jugador juega en cada partido es muy variable, porque cualquier jugador puede ser sustituido y puede volver a jugar en cualquier momento del partido. En un estudio realizado en los años setenta, Mikkelsen y Olesen (1976) encontraron que los jugadores de élite jugaban una media de 34-39 minutos por partido oficial. Sin embargo, el rango de minutos jugados por un jugador puede oscilar entre unos pocos segundos y sesenta minutos.

El fútbol, cuya historia indica que comienza en 1863, año en el que se funda la asociación de fútbol aunque sus orígenes se remontan varios siglos en el pasado, específicamente en las Islas Británicas durante la Edad Media. Si bien existían puntos en común entre diferentes juegos de pelota que se desarrollaron desde el siglo iii a. C., el fútbol actual, el deporte tal como se lo conoce hoy, tiene sus orígenes en las Islas Británicas. En 1863 en Londres se oficializaron las primeras reglas del fútbol.

Desde entonces el fútbol ha tenido un crecimiento constante, hasta llegar a ser el deporte más popular del mundo, con unas 270 millones de personas involucradas. La FIFA se fundó en 1904. A partir de 1930 se comienzan a disputar las copas mundiales de fútbol, que se convertirían en los eventos deportivos con mayor audiencia del mundo.

Es un deporte jugado entre dos conjuntos de once jugadores cada uno. Se juega en un campo rectangular de césped, con una meta o portería a cada lado del campo. Creado en Inglaterra, sus reglas actuales se basaron en las emitidas en 1863, controladas por la FIFA.

De él se deriva el *futsal*, deporte colectivo, practicado entre dos equipos de cinco jugadores cada uno, dentro de una cancha de suelo duro.

El voleibol (que inicialmente se llamó *mintonette*) nació el 9 de febrero de 1895 en Estados Unidos, en Holyoke, Massachusetts. Su inventor fue William George Morgan, un profesor de educación física de la YMCA. Se trataba de un juego de interior por equipos, semejante al tenis o al balonmano. Aunque próximo en su alumbramiento al baloncesto, por tiempo y espacio, se distancia claramente de este en la rudeza, al no existir contacto entre los jugadores. La Federación Internacional de Voleibol (FIVB) se fundó en 1947 y los primeros campeonatos mundiales tuvieron lugar en 1949 (masculino) y 1952 (femenino). Desde 1964 ha sido deporte olímpico. El vóley playa se incorpora a la FIVB en 1986 y a los Juegos Olímpicos de verano desde 1996. Recientemente se han introducido cambios sustanciales en el voleibol, buscando un juego más vistoso. En 1998 se introduce la figura del jugador líbero. En 2000 se reduce de forma importante la duración de los encuentros al eliminar la exigencia de estar en posesión del saque para puntuar; se puede ganar punto y saque en la misma jugada, mientras que antes se podía estar robando saques de forma alternativa sin que el marcador avanzara. Se ha permitido el toque con cualquier parte del cuerpo o se permite que el saque toque la red siempre que acabe pasando a campo contrario. Es decididamente importante para un jugador de voleibol estar en condiciones de realizar movimientos explosivos e intensos por un largo período de tiempo (dos o tres horas). En este deporte se alternan acciones de poco tiempo de duración pero de altísima intensidad, seguidas de períodos de pausa y, por ende, de baja intensidad. Aparentemente, los jugadores pasan más tiempo descansando que en fases de juego activo. Bosco (1996), al analizar detalladamente el voleibol, establece que este tipo de actividad está condicionada por una insólita variabilidad de movimientos que puede durar hasta 120-150 minutos. Maza (2005), en un intento por analizar las variables más significativas del voleibol, encontró que la duración media de los puntos era entre cuatro y ocho segundos, que la duración de la pausa intrajuego era entre doce y 20 segundos, que la relación trabajo-descanso o esfuerzo-pausa era de 1/2.5-1/3, que la duración de los sets era entre 18 y 25 minutos y que la duración de los encuentros era entre 80 y 120 minutos.

El sóftbol es un deporte de conjunto o de equipo, con raíces en una versión popular del béisbol, jugado de forma *indoor* y no a campo traviesa. Su nombre se hizo oficial en los años 1930. Es un juego disputado entre dos equipos de nueve jugadores, en un terreno de juego conocido como diamante de sóftbol. Se juega a un máximo de siete entradas, en las cuales cada equipo alternamente juega a batear

y el otro a coger la pelota de juego y buscar ir al bateo. El equipo ganador será el que más carreras realice, siendo una carrera un recorrido completo de todas las bases (72 m). Es una actividad deportiva muy similar al béisbol en muchos aspectos, pero se juega en un campo con menores dimensiones. Las distancias entre las bases son solo de 18,28 m. La distancia de lanzamiento también es menor, 12,91 o 13,10 m, de acuerdo a la liga.

Características del deporte

De acuerdo al contenido metodológico estos deportes son clasificados como pedagógicos, no educativos y que no influyen en la formación del hombre, y su objetivo es la lucha y la explotación. Son conocidos como deportes de juego con pelota, psicológicamente altamente tácticos, bioquímicamente aeróbicos-anaeróbicos, fisiológicamente no energéticos, biomecánicamente acíclicos y sociológicamente colectivos.

Estructura del plan de entrenamiento

Los planes de entrenamiento presentan estructuras similares en cuanto al contenido, los medios y la duración (4-5 meses). En los deportes del baloncesto y el fútbol en nuestro medio se debe estructurar el plan de entrenamiento de forma diferente, realizando preparaciones de desarrollo en temporadas al inicio del año y luego, de acuerdo al sistema de competencia, semana a semana.

Requerimientos físicos y otros

El ejercicio intermitente de alta intensidad es una de las formas de actividad más frecuentes en la mayor parte de los deportes de equipo. En estos la actividad del jugador se caracteriza por un volumen considerable de desplazamientos de intensidad media y baja, donde la energía es suministrada por el sistema aeróbico, numerosos esfuerzos de corta duración y máxima intensidad en los que la contribución principal procede del metabolismo anaeróbico aláctico y períodos cortos e irregulares de recuperación (Barbero, 2002).

Son disciplinas de esfuerzos variables, en las que predomina la información visual. Resulta muy importante el pensamiento táctico y su especialización se inicia entre los diez y los doce años.

Tabla 1. La participación porcentual de los sistemas energéticos.

	ATP – CP y L.A	L.A – O2	O2
Béisbol	80	20	
Baloncesto	85	15	
Fútbol			
Portero/Atacante	80	20	
Central medio/Defensa	60	20	20

Fuente: Tomado de Mathews y Fox (1984)

Según Dalmonte se caracterizan de la siguiente manera:

- **Baloncesto:** Actividad en la cual viene empeñado un elevado porcentaje de la masa muscular corpórea, con requerimientos de fuerza elevados o no elevados.
- **Voleibol:** El empeño de la masa muscular corpórea es medio (igual ocurre para el fútbol y el balonmano).

Según Parlebas, estos deportes, por la situación motriz, son de una incertidumbre provocada por la relación del participante con el medio exterior o el entorno físico, con una incertidumbre provocada por la presencia del compañero o la comunicación motriz, y por la incertidumbre provocada por la presencia de adversarios o contra la comunicación motriz.

Igualmente, son sociomotrizmente de cooperación y oposición, de espacio común y participación simultánea el baloncesto, el balonmano y el fútbol. De espacio separado y participación alternada es el sóftbol.

Según Matveiv (1975), son deportes de equipo, de gran intensidad y posibilidad de cambio de jugadores; de gran participación y breves interrupciones.

Según Bethesda, son moderadamente dinámicos y poco estáticos, entre ellos el béisbol, el sóftbol y el voleibol.

Entre los altamente dinámicos y poco estáticos se encuentra el fútbol.

Entre los altamente dinámicos y moderadamente estáticos, el baloncesto.

Tabla 2. Clasificación de los deportes

Estáticos			Dinámicos		
Poco	Moderadamente	Altamente	Poco	Moderadamente	Altamente
< 20 % de la contracción voluntaria máxima	20-50% de la contracción voluntaria máxima	>50% de la contracción voluntaria máxima	<40% del consumo máximo de oxígeno	40-70% del consumo máximo de oxígeno	<70% del consumo máximo de oxígeno

Fuente: Tomado de Bethesda conference (2004)

Son deportes acíclicos, aeróbicos-anaeróbicos (mixtos), de diversidad de acciones.

El siguiente es el protocolo de control biomédico del entrenamiento realizado con los deportes de conjunto en la Asesoría de Medicina Deportiva de Indeportes Antioquia.

Prevía reunión con los entrenadores y el área metodológica, en la que se discute el plan de entrenamiento (macrociclo, mesociclo, microciclo, unidades de entrenamiento y dinámica de las cargas), se construye el programa de control biomédico. Se ejecutan controles de etapa, puntuales y operativos.

Controles por etapa

Realizados en los laboratorios de medicina deportiva.

- 1. Examen médico deportivo.** Completo, realizado como conducta de entrada y al final de cada macrociclo. En este examen se hace énfasis en todos los sistemas orgánicos.
- 2. Laboratorio clínico.** Realizado al inicio y final del macro. Se realizan dos tipos de control de acuerdo al momento y a la necesidad, batería completa o parcial. Estos son los diferentes controles bioquímicos realizados:

Batería completa

- Hemoleucograma y sedimentación
- Citoquímico de orina

- Glicemia
- Perfil lipídico (colesterol total, triglicéridos, HDL, VDL etc.)
- Urea
- CPK
- Grupo sanguíneo
- Ácido úrico
- Creatinina
- Albúmina
- Proteínas totales
- Transaminasas ALT (GPT) y AST (GOT)

En los controles posteriores de etapa (intermedios en el macro) se ejecutan los siguientes exámenes:

Batería parcial

- Hemoleucograma y sedimentación
- Citoquímico de orina
- Urea
- CPK
- Transaminasas ALT (GPT) y AST (GOT)

3. Fisiología. Ejecutados en cada control y de acuerdo a la necesidad de los entrenadores.

Se realizan las siguientes evaluaciones:

Saltabilidad:

- **Detente vertical:** Para la valoración de la potencia muscular de los miembros inferiores
- **Test de Bosco:**
 - ***Squat jump***: Estimación indirecta del componente contráctil del músculo
 - Salto en contramovimiento: Estimación indirecta del componente elástico del músculo
 - ***Drop jump***: Estimación indirecta del componente reactivo de la integración neuromuscular del salto vertical

- Saltos continuos (CMJ) en cinco y quince segundos. Estimación indirecta de la potencia anaeróbica aláctica y láctica; de la potencia muscular en general y del índice de resistencia a la fuerza explosiva y la fuerza reactiva
- Índices de elasticidad y déficit del componente del salto vertical y del músculo
- Evaluación de la fuerza dinámica: Valoración de la fuerza dinámica máxima y la fuerza dinámica máxima relativa
- Test de 1 RM predicha, mediante *encoder* lineal
- Curvas fuerza-velocidad de miembros superiores (*press banca*) y de miembros inferiores (*sentadilla*)
- Curvas fuerza-potencia de miembros superiores (*press banca*) y de miembros inferiores (*sentadilla*)
- Evaluación de la fuerza isométrica: Valoración de la fuerza isométrica máxima
- Dinamometría de:
 - Fuerza isométrica de los siguientes grupos musculares:
 - Extensores y flexores de codo, rodilla, cadera
 - Aductores y abductores de cadera
 - Rotadores internos y externos de hombro
 - Prensión manual unilateral y bilateral
 - Halón

Para diagnóstico de imbalances e índice de fuerza isométrica

Ergometría indirecta dos veces al año. Con el objetivo de valorar el consumo máximo de oxígeno (potencia aeróbica máxima), la frecuencia cardiaca de reposo, máxima o final, el índice de recuperación de la frecuencia cardiaca en los minutos 1, 3 y 5, y la capacidad máxima de trabajo (velocidad aeróbica máxima). Igualmente a deportistas de niveles de entrenamiento elevados se les controla el tiempo límite, tanto para la potencia aeróbica máxima como para el umbral anaeróbico.

Carreras de 20 m detenidos y lanzados. Con el objetivo de valorar la velocidad de *sprint* y la aceleración.

4. Antropometría. Como control inicial. Permite reconocer cuatro componentes fundamentales del aspecto morfológico (composición corporal, forma, biotipo y proporcionalidad).

Se realizan dos tipos de evaluación: completa y parcial, para todas las modalidades.

Completa:

- Masa corporal
- Estatura
- Porcentaje de grasa (seis pliegues)
- Masa corporal activa
- AKS (índice de sustancia activa)
- Índice de masa corporal
- Somatotipo
- Proporcionalidad. Altura trocantérea, longitud y ancho del pie

Parcial. Realizado en cada etapa:

- Composición corporal
- Masa corporal
- Estatura (si se encuentra en proceso de crecimiento)
- Porcentaje de grasa (seis pliegues)
- Masa corporal activa
- Índice de sustancia activa
- Índice de masa corporal
- Somatotipo (si se encuentra en proceso de crecimiento)

5. Fisioterapia. Control de entrada y final.

- Postura
- Huella plantar
- Flexibilidad completa. Énfasis en la cadera y los miembros inferiores

6. Cardiovascular. Para evaluar y realizar el seguimiento del comportamiento del sistema cardiovascular y del sistema nervioso autónomo.

Se procede de la siguiente manera:

- Prueba ortostática de cinco minutos
- Electrocardiograma

Controles realizados al principio y al final del macrociclo y según estudios de posible sobreentrenamiento.

Controles puntuales

Realizados en el laboratorio de medicina deportiva. Exámenes de tipo bioquímico: - urea - CPK

- Controles nutricionales (seguimiento, resultado, evaluaciones)
- En el terreno se hacen controles de los factores de riesgo de sobreentrenamiento

Controles operativos

Realizados básicamente en el terreno.

- Frecuencia cardiaca postejercicio en diferentes sesiones de entrenamiento.
- Controles de test de terreno, como realización de diferentes esquemas de juego en lapsos establecidos de acuerdo a lo solicitado por el entrenador, con frecuencia cardiaca y lactato, con el objetivo de observar el compromiso de cada una de las vías energéticas y definir pausas de descanso por repeticiones de entrenamiento.
- Observaciones de los entrenamientos. Control de la salud.

Luego de recoger la información aportada por cada uno de los controles (etapa, puntual y operativo), la información obtenida es discutida por el área científica de asesoría de medicina deportiva inicialmente. A continuación, en presencia del entrenador y del área metodológica, se hace entrega del informe, para discutirlo y adoptar las recomendaciones pertinentes, que beneficien al deportista y su plan de entrenamiento.

Características MORFO-FUNCIONALES

Las siguientes son las características morfofuncionales del deportista, correspondientes a los deportes de conjunto del departamento de Antioquia (n: 194 deportistas. 2014).

Tabla 3. Características antropométricas en los deportes de conjunto de género femenino (promedio y desviación estándar)

Deporte	Edad años	Peso kg	Talla m	IMC	Sumatoria 6 pliegues	% grasa	Grasa gr	MCA kg	AKS
Voleibol playa n:7	24.2/4.02	61.04/6.05	170.5/0.05	20.95/1.46	108.5/38.69	17.65/3.76	10.85/2.83	50.18/4.62	1.01/0.5
Sóftbol n: 23	21.92/5.14	60.51/5.85	159.7/0.05	23.75/2.38	138.2/39.13	20.81/4.34	12.76/3.52	47.75/3.44	1.16/0.09
Futsal n: 6	21.48/2.60	58.1/8.51	161/0.05	22.41/2.35	82.8/27.42	16.39/4.26	9.52/3.81	48.57/5.06	1.16/0.09
Voleibol n: 30	18.79/3.42	65.69/4.55	174/0.07	21.72/1.96	113.58/24.94	17.36/3.31	11.48/2.73	54.20/3.10	0.99/0.09
Balonmano n: 15	16.42/1.01	60.68/7.35	162.3/0.06	23.11/3.23	147.74/37.15	60.86/4.49	12.89/3.97	47.78/4.20	1.12/0.12
Baloncesto n: 16	16.48/1.20	63.23/7.37	169.7/0.08	21.95/2.04	127.71/32.88	17.54/3.59	11.08/2.59	52.14/6.27	1.09/0.13

Fuente: Medicina deportiva, Indeportes Antioquia, 2010.

Tabla 4. Características antropométricas en los deportes de conjunto de género masculino (promedio y desviación estándar)

Deporte	Edad años	Peso kg	Talla m	IMC	Sumatoria 6 pliegues	% grasa	Grasa gr	MCA kg	AKS
Voleibol playa n:9	23.9/4.22	77.7/8.99	186/0.07	22.29/1.27	64.8/13.68	8.49/1.35	6.67/1.59	71.07/7.71	1.08/0.04
Sóftbol n: 8	25/7.15	75.22/12.9	174/0.07	24.51/3.43	109.16/43.92	11.29/3.19	8.73/3.70	66.48/10	1.23/0.14
Futsal n: 14	19.1/1.46	68.1/8.93	170/0.04	22.8/2.40	70.9/27.21	8.3/2.09	5.7/1.98	62.3/7.70	1.2/0.10
Voleibol n: 12	22/2.71	81.3/9.93	190/0.08	22.9/2.25	79.3/28.53	9/2.23	7.4/2.72	73.9/7.83	1.1/0.13
Balonmano n: 18	18.2/0.92	77.2/7.10	180/0.05	24/2.35	86.4/30.75	9.6/2.64	7.5/2.67	69.7/5.19	1.2/0.11
Baloncesto n: 13	22.1/4.74	88.3/15.25	190/0.10	24.8/2.53	103/39.08	11/3.28	10.1/4.51	78.3/11.54	1.2/0.09
Fútbol n: 23	16.6/0.49	69.8/5.60	180/0.06	22.3/1.51	66.8/15.53	8/1.24	5.7/1.19	64.2/4.72	1.2/0.09

Fuente: Medicina deportiva, Indeportes Antioquia, 2010.

Tabla 5. Características funcionales en los deportes de conjunto de género femenino (promedio y desviación estándar)

Deporte	20m Detenidos (s)	20m Lanzados (s)	Salto vertical cm	Salto contra-movimiento cm	Salto media sentadilla cm	VO2 max. (ml/kg.min)	RM sentadilla (kg)	RM T Force (kg)	Potencia máxima (watts)
Voleibol playa n: 7	3.34/0.16	2.90/0.14	38.57/4.87	34.17/4.31	30.22/2.92	51.02/4.11	49.42/9.25	40.33/1.52	190.33/30.89
Sóftbol n: 23	3.48/0.17	2.96/0.186	34.86/6.83	28.48/5.24	24.80/5.04	47.08/4.28	47.34/14.49	41.22/13.41	195.09/69.89
Voleibol n: 30	3.41/0.16	2.96/0.16	36.24/6.29	30.58/5.07	25.89/4.75	49.06/4.70	48.89/15.75	41.92/14.66	196.0/77.58
Balonmano N: 15	3.61/0.18	3.03/0.11	30.86/3.73	26.6/3	22.76/3.63	48.09/3.81	46.14/2.20	40.41/9.79	193.58/5.4
Baloncesto n: 16	3.47/0.16	2.94/0.15	31.08/4.43	26.6/4.50	22.93/5.42	51.46/3.92	47/9.90	40.56/9.39	185.81/59.39

Fuente: Medicina deportiva, Indeportes Antioquia, 2010.

Tabla 6. Características funcionales en los deportes de conjunto de género masculino (promedio y desviación estándar)

Deporte	20m Detenidos (s)	20m Lanzados (s)	Salto vertical (cm)	Salto contra-movimiento (cm)	Salto media sentadilla (cm)	VO2 max. (ml/kg.min)	RM sentadilla (kg)	RM T Force (kg)	Potencia máxima (watts)
Voleibol playa n:9	2.96/0.12	2.54/0.13	52.84/8.69	43.63/6.28	36.71/5.35	60.4/7.27	90.77/11.32	81.5/12.09	418.12/82.40
Sóftbol n: 8	3.03/0.17	2.55/0.10	40.05/5.75	33.83/2.48	29.8/4.34	53.98/6.56	78.62/24.41	69.42/21.52	352.57/113.72
Futsal n: 14	3/0.10	2.5/0.09	44.8/5.64	38.6/6.25	34.6/6.63	61.6/5.98	79.8/17.07	72.3/16.83	357.9/82.36
Voleibol n: 12	3.1/0.18	2.6/0.11	52.5/3.14	43.3/3.94	36.7/4.84	57.1/6.22	96.4/15.2	87.3/12.79	448.0/75.53
Balonmano n: 18	3.1/0.19	2.6/0.17	45.9/7.84	37.1/6.79	31.7/5.35	56.9/3.86	94.1/19.6	91.3/18.41	462.1/102.42
Baloncesto n: 13	3/0.11	2.5/0.09	48.7/5.24	39.5/4.21	35.3/3.38	56.7/4.73	94/21.72	90.2/21.83	473/122.6
Fútbol n: 23	3/0.13	2.5/0.10	48.2/4.39	41.1/3.6	35.1/3.46	62.2/4.34	79.4/11.64	75.6/11.80	385/66.97

Fuente: Medicina deportiva, Indeportes Antioquia, 2010.

Lesiones más frecuentes en los **DEPORTES DE CONJUNTO**

Dada la naturaleza multifactorial de los componentes que se suceden de manera simultánea en un juego de conjunto, la descripción de cada una de las lesiones de mayor ocurrencia dependerá del deporte que se desee analizar.

En nuestro medio a nivel de balonmano encontramos:

- **Lesiones ligamentarias:** Esguince de tobillo, de dedos de la mano y de rodilla. Hemos evidenciado una alta incidencia de lesiones de ligamento cruzado anterior en los equipos femeninos, lo que supone que deben implementarse programas estructurados de propiocepción, trabajos de la fuerza y la pliometría en este deporte particularmente.
- **Lesiones músculo-tendinosas:** Sobrecarga de abductores, tendinitis del hombro, rotura de fibras del gemelo, contusión de cuádriceps.

En deportes tales como el baloncesto, el voleibol y el balonmano, que comparten elementos técnicos y de ejecución pueden observarse lesiones de los siguientes tipos:

- **Dedo en martillo:** Por traumas directos en las falanges al recibir o bloquear el balón, que produce una ruptura en el mecanismo extensor profundo de alguno de los dedos.
- **Esguince de tobillo:** Por las superficies de juego, asociado a los cambios de dirección y los elementos de saltabilidad en los cuales puede presentarse una inestabilidad mientras se está en el aire o problemas en el momento de apoyarse de nuevo en el piso.
- **Pubalgia:** Por el estrés mecánico repetitivo en el la zona de origen de los músculos de la cadera, que se presenta como respuesta a los cambios de dirección frecuente, asociados con la fatiga o la debilidad muscular.
- **Rodilla del saltador:** Esta patología que incluye la tendinopatía cuadricipital y rotuliana, obedece básicamente a la sobrecarga en estos tendones como consecuencia de los elementos de saltabilidad de estos deportes. Ocurre básicamente una degeneración de las fibras colágenas que forman los tendones, debido a

alteraciones en los procesos de depósito por los fibroblastos en rodillas sometidas constantemente a sobrecarga.

- **Hombro doloroso:** Lanzamientos por encima de la cabeza, que pueden generar inflamación en los elementos del manguito rotador y los músculos adyacentes debido a sobrecarga.
- **Esguince de rodilla:** Puede ocurrir como consecuencia de un trauma directo sobre una de las caras de la rodilla o de manera indirecta por apoyos del pie con inadecuado control muscular en la rodilla.

Con la práctica del fútbol aparecen lesiones similares a las descritas previamente, pero además es común hallar las siguientes:

- **Lesiones musculares de aductores, cuádriceps e isquiotibiales:** Pueden presentarse debido al déficit en la flexibilidad, a la técnica incorrecta y la debilidad o fatiga muscular en el momento del impacto del balón.
- **Lesiones de los ligamentos del tobillo y de la rodilla:** Por mecanismos intrínsecos, tales como una tibia vara, o mecanismos extrínsecos, como el terreno irregular, el tipo de calzado, entre otros.

En el *rugby* puede observarse además:

- **Contusión de hombro:** Por los choques frontales o laterales propios de la ejecución técnica de ciertas jugadas.
- **Lesiones cervicales:** Por el trauma directo y la escasa protección en esta zona.
- **Hematomas del muslo:** Traumas a repetición en la cara anterior del muslo.

Las lesiones deportivas tienen ocurrencia durante la práctica de un deporte, un entrenamiento o durante el ejercicio físico. En general, este tipo de lesiones tienen dos etiologías principales: las lesiones por sobreuso y las lesiones traumáticas.

Se entienden como lesiones por sobreuso todas aquellas lesiones causadas por una mala adaptación a los procesos de entrenamiento, y en general parten de una inadecuada planificación de las cargas de entrenamiento, en la que no hay una correcta disposición de los volúmenes y los tiempos de recuperación.

Por lesiones traumáticas deben entenderse todas aquellas lesiones que ocurren de manera inesperada y asociada a los riesgos inherentes de cada deporte.

Las lesiones deportivas más comunes en los deportes de conjunto tienen una prevalencia que está muy relacionada con las características propias del deporte. Cabe resaltar algunas frecuentes:

- Esguinces y/o rupturas ligamentarios
- Lesiones musculares y de la unión miotendinosa
- Fracturas y fisuras
- Luxaciones
- Tendinopatías
- Otras

Causas más comunes **DE LAS LESIONES**

Dentro de las etiologías de las lesiones se han discriminado dos elementos clave en su génesis: los elementos intrínsecos y los extrínsecos.

Los elementos intrínsecos son definidos como todos aquellos que hacen parte de la constitución natural del individuo y que en el medio deportivo pueden tener alguna injerencia en cuanto a la aparición de algunos tipos de lesiones. Por ejemplo, el genu valgo fisiológico en las mujeres puede incrementar de manera importante el riesgo de lesiones del ligamento cruzado anterior; se ha evidenciado que la hiperlaxitud ligamentaria asociada a los estrógenos en determinados momentos del ciclo menstrual tiene un efecto directo en la ocurrencia de esguinces, etc.

Por su parte, los elementos extrínsecos tienen que ver con todos aquellos elementos externos y medioambientales que favorecen la aparición de lesiones, tales como el calzado, el terreno de juego, las condiciones medioambientales, entre otros.

Tipos

Con referencia al tiempo de ocurrencia, existen dos tipos de lesiones deportivas: agudas y crónicas.

Las lesiones agudas ocurren repentinamente mientras se está jugando o haciendo deporte. Hay un hecho traumático, ya sea un objeto o el mismo cuerpo humano que hace de objeto por la velocidad que desarrolla, chocando con otro cuerpo, con el suelo o con otro objeto. Esa es la llamada lesión aguda, accidental, en la que la colisión o el choque vencen la resistencia de los tejidos. A pesar de que los tejidos estén adaptados a ese esfuerzo, la lesión es mucho mayor por la velocidad desarrollada hasta el impacto. Las lesiones agudas más frecuentes incluyen esguinces de tobillo, distensiones musculares y fracturas.

En determinadas ocasiones se podría hablar de agudizaciones de lesiones previas que venían siendo tratadas y que podrían volver a manifestarse como consecuencia de un proceso de recuperación insuficiente.

Los síntomas de una lesión aguda incluyen:

- Dolor, rubor y/o calor
- Edema y/o deformidad
- Limitación funcional

Las lesiones crónicas ocurren después de practicar un deporte o hacer ejercicio por un largo tiempo. Son las que tienen lugar por la repetición de actividad deportiva que, sumada en el tiempo, va produciendo en un organismo un microtraumatismo, que llega a vencer la resistencia del tejido como si fuera el gran impacto del choque de la lesión aguda. La correcta denominación de este daño es *lesión por sobrecarga*, porque la carga de trabajo fue mayor a la que es capaz de soportar un tejido determinado, llámese tendón, ligamento o músculo, componentes todos ellos del aparato locomotor. Los síntomas de una lesión crónica incluyen:

- Dolor mientras está jugando y/o entrenando
- Dolor leve incluso en reposo
- Edema y debilidad muscular segmentaria

Lesiones de frecuente ocurrencia en **LOS DEPORTES DE CONJUNTO**

Heridas

Son lesiones traumáticas caracterizadas por la pérdida de continuidad de uno o más tejidos. Según su etiología podrán clasificarse en:

- Abrasivas: Producidas por mecanismos de fricción comprometiéndose generalmente la piel y el tejido celular sub cutáneo.
- Cortantes: Asociadas a traumas con elementos cortantes y producen bordes usualmente regulares
- Punzantes: Por lesiones con elementos de puntas ya sean romas de diámetros pequeños o agudas
- Contundentes: Provocadas por objetos romos o de bordes asimétricos (piedras, discos etc.)

El manejo inicial dependerá de la graduación de la lesión y la determinación de si alguna tiene el potencial de afectar la vida. Las heridas sin potencial para amenazar la vida deben ser lavadas con abundante agua y cubiertas con apósitos estériles. Se deberá tener en cuenta si el deportista ha recibido su esquema de vacunación completo y ante la duda de vacunación contra el tétanos, está deberá aplicarse de manera profiláctica.

Contusión

Es la patología traumática que más se asocia a los deportes de conjunto. Sus consecuencias dependerán de la magnitud y la localización anatómica. Los signos clínicos serán el dolor como punto cardinal, la rubefacción, el edema y el calor local.

El manejo inicial comprende la aplicación de compresión de la lesión con vendajes blandos, la aplicación de frío en espacios de 10 a 15 minutos de 3 a 4 veces en el día, la elevación de la extremidad así mismo como el reposo y la protección de la misma. En zonas tales como el antebrazo y la pierna se deberán vigilar signos incipientes de síndrome compartimental agudo tales como cambios en la coloración distal de la extremidad, dolor desproporcionado y que va en aumento, disminución de pulso y en algunos casos aparición de disestesias.

Distensión

Ocurre por mecanismos excéntricos a nivel de la fibra del músculo, ligamento o del tendón que genera lesiones microscópicas en sus componentes elásticos. El deportista referirá su aparición generalmente como un dolor agudo y súbito que provoca alteración en la funcionalidad de la zona afectada. En la evaluación no se evidenciarán pérdidas en la continuidad de la zona afectada y su evolución generalmente será favorable con la reducción de la carga, medicamentos analgésicos y terapia de rehabilitación por un par de semanas.

Contractura

La contractura muscular es en su esencia un reflejo protector del componente mio-elástico del músculo en cual se activa una vez los mecanorreceptores perimisiales perciben cargas excéntricas importantes. La respuesta a esto será una contracción mantenida en la zona con la carga mecánica generadora de la distracción muscular. Esta contracción inhibe la función normal del músculo en la carga excéntrica llegando a producir puntos gatillos dolorosos. Su evolución generalmente es benigna y favorecida por la aplicación de la metodología RICE de las lesiones agudas (R: Reposo I: Hielo C: Compresión E: Elevación) así como la aplicación de manipulación física de los puntos gatillos a través de masajes o punción con aguja seca.

Desgarro

Cuando los mecanismos de defensa muscular son sobrepasados por las cargas biomecánicas de la acción deportiva la fibra muscular podrá romperse y esto se conoce como desgarro muscular. La graduación de la lesión podrá describirse desde el orden clínico y el imagenológico. Inicialmente el cuadro se manifiesta por dolor intenso agudo y pérdida de la funcionalidad. Clínicamente podrá observarse pérdida de la continuidad muscular, equimosis y en casos de rupturas grandes la retracción de los fragmentos hacia su origen e inserción.

El manejo inicial será de nuevo la metodología RICE y serán necesarios estudios tales como la ecografía o la resonancia nuclear magnética para la cuantificación de la lesión.

Esguince

Comprende la distensión de las fibras de un ligamento que anatómicamente estará velando por la integridad articular. Generalmente este tipo de lesión se graduará según el compromiso clínico y el porcentaje de fibras comprometidas.

Los esguinces se producen por mecanismos indirectos donde los mecanismos propioceptivos son superados generando traumas que abren las articulaciones por encima de sus límites mecánicos llevando a la distensión o ruptura de las fibras ligamentarias.

Su manejo inicial al igual que las lesiones descritas comprenderán la aplicación de las medidas RICE y el estudio subsecuente para determinar la magnitud de la misma.

Luxación

Es la pérdida de relación articular y son de origen traumático donde las cargas biomecánicas vencen los restrictores articulares activos (músculatura periarticular) y pasivos (ligamentos y cápsulas).

En los casos donde exista una luxación el paciente deberá ser retirado del campo con protección de la extremidad afectada y guiado a un centro de salud para la realización de rayos x para descartar lesiones óseas asociadas y llevar a cabo la reducción. En campo en caso de disponer de personal capacitado se podrá intentar una reducción mediante maniobras de tracción previo análisis de pulsos, estado neurológico distal y ausencia de crepitaciones a la palpación.

Las articulaciones que usualmente se encuentran comprometidas en su orden son:

- El hombro (hasta el 95% de los casos)
- Dedos de las manos
- La cadera
- El tobillo
- La rodilla

Fractura

Es la pérdida de continuidad ósea generalmente asociado a trauma de alta energía, aunque en algunos casos podrán ser traumáticas en el contexto de alteraciones en la mineralización ósea.

Usualmente las de origen traumáticas se dividen en fracturas cerradas y abiertas dependiendo si existe compromiso de la piel.

El manejo dependerá del tipo de fractura, estado del paciente y la localización de la misma. En la mayoría de los casos se requiere una inmovilización en posición anatómica y funcional que permita el afrontamiento de los bordes óseos por espacios variables de tiempo según la región anatómica que puede estar oscilando entre 3 a 8 semanas. Posterior a ello se inician protocolos de rehabilitación buscando retomar los rangos óptimos de movimiento articular, el fortalecimiento y la adaptación funcional al gesto deportivo. Algunas fracturas podrán requerir manejo quirúrgico dadas condiciones que favorezcan la inestabilidad ósea o articular y el compromiso de otros elementos anatómicos asociados.

Tratamiento general de las **LESIONES DEPORTIVAS**

En primer lugar se recomienda el tratamiento agudo de la lesión mediante el control del dolor y el reposo de la parte lesionada (p.e., uso de férula), con la metodología RHCE (PRICE en inglés).

El tratamiento inicial para la mayoría de las lesiones deportivas es el RHCE (reposo, hielo, compresión y elevación). El reposo debe comenzar inmediatamente para reducir al mínimo la hemorragia, la lesión y la tumefacción. El hielo limita la inflamación y reduce el dolor. La compresión y la elevación reducen el edema.

La parte lesionada debe estar elevada. Sobre la parte lesionada se debe colocar una bolsa de frío o llena de hielo picado (que se adapta mejor) o en cubitos, envuelta en una toalla. Se aplica un vendaje elástico sobre la bolsa de frío y alrededor de la parte lesionada sin comprometer el flujo sanguíneo. Después de diez minutos se retiran la bolsa y el vendaje, pero se mantiene elevada la zona lesionada. Se alternan

diez minutos con frío y sin este durante sesenta a noventa minutos, varias veces al día durante las primeras 24 horas.

Se administran por parte del médico medicamentos analgésicos y antiinflamatorios no esteroideos que, como se mencionó anteriormente, deben ser suministrados en ciclos cortos (tres a cinco días).

Los deportistas deben enrolarse de manera temprana en un programa de rehabilitación por fases específicas para cada patología y deben contar con el seguimiento semanal en las primeras fases, para el control de daños, la prevención de secuelas y la alerta de lesiones asociadas.

Es importante contar con herramientas objetivas para vigilar la evolución (cuestionarios de dolor, determinación dinamométrica de la fuerza, determinación de los rangos de movilidad, etc.).

Una vez pasadas las primeras fases de rehabilitación se vigilará la puesta en marcha del plan de retorno al terreno, cuando haya desaparecido el dolor, los rangos de movilidad estén funcionales y no exista déficit de fuerza y de la propiocepción.

REFERENCIAS

- Dal Monte, A., y Ordóñez, V.** (1989). *Clasificación fisiológica-biomecánica de la actividad deportiva*. Ciudad de Guatemala: Memorias XII Congreso Panamericano de Educación Física.
- Flyger, N., Button, C., y Rishiray, N.** (2006). *The Science of Softball Implications for Performance and Injury Prevention*. *Sports Med*, 36(9), 797-816.
- Fox, E. L. Mathews, D. K.** (1974). *Interval Training: Conditioning for Sports and general Fitness*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Fu, F.** (2010). *Sports Medicine*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Harrast, M. A., y Finnof, J. T.** (2012). *Sports Medicine: Study Guide and Review for Boards*. Washington: Demos Medical
- Matveev, L. P.** (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Miller, M. D., y Thompson, S. R.** (2014). *DeLee and Drez's Orthopaedic Sports Medicine*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Mitchell, J., Haskell, W., Snell, P., Van Camp, S.** (2005). FACC. Task Force 8: Classification of Sports. *JACC*, 45(8).
- Wikipedia.** (2015, 18 de mayo). Baloncesto. *Wikipedia. La enciclopedia libre*. Recuperado de <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Baloncesto&oldid=82517215>.
- Wikipedia.** (2015, 17 de mayo). Historia del fútbol. *Wikipedia. La enciclopedia libre*. Recuperado de http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Historia_del_f%C3%BAtbol&oldid=82489277.

Wikipedia. (2015, 19 de abril). Voleibol. *Wikipedia. La enciclopedia libre*. Recuperado de <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Voleibol&oldid=81507037>.

Wikipedia. (2015, 21 de mayo). Balonmano. *Wikipedia. La enciclopedia libre*. Recuperado de <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Balonmano&oldid=82612599>.

