

Article

Características Físicas y Fisiológicas de las Jugadoras de Voleibol. Un Trabajo de Revisión

Ronnie Lidor¹ y Gal Ziv²¹*The Zinman College of Physical Education and Sport Sciences. Wingate Institute, Israel.*²*Department of Learning, teaching, and Instruction. Faculty of Education, University of Haifa, Haifa, Israel.*

RESUMEN

El objetivo principal de este artículo es examinar una serie de estudios (n = 31) de las características físicas, atributos fisiológicos, y la performance en cancha de jugadoras de voleibol. El conocimiento empírico y práctico emergente a partir de estudios sobre cuestiones relacionadas con la el entrenamiento en el voleibol, como pueden ser la masa corporal, la masa libre de grasa, el perfil de resistencia aeróbica, las manifestaciones de la fuerza, la agilidad y la velocidad, se deben integrar y aplicar en la planificación anual del entrenamiento de las jugadoras de voleibol. Sobre la base de nuestra revisión, se encontró que: (a) las jugadoras de un nivel de entrenamiento superior son más altas, algo más pesadas, y tienen mayores valores de salto vertical que las jugadoras de un nivel inferior, (b) el perfil aeróbico de las jugadoras de voleibol es similar a las jugadoras de baloncesto femenino; (c) el entrenamiento de fuerza balística puede aumentar los valores de salto vertical en jugadoras de voleibol, y (d) el acondicionamiento físico de pretemporada deben llevarse a cabo para evitar la fatiga y reducción del rendimiento al comienzo de la temporada. Entre las distintas investigaciones que se discutieron en este artículo se observan falta de datos sobre time-motion analysis y la performance en cancha en jugadoras de voleibol, al mismo tiempo, se necesitan más estudios experimentales para examinar la eficacia de diferentes programas de entrenamiento sobre los atributos fisiológicos de las jugadoras de voleibol. Dos consecuencias prácticas que son sugeridas para los entrenadores de voleibol y preparadores físicos son: (a) se deben monitorear cuidadosamente un posible sobreentrenamiento funcional y no funcional al planificar el entrenamiento, y (b) los programas de entrenamiento deben incluir programas de entrenamiento de tipo balístico.

Palabras Clave: Rendimiento atlético, condición física, test físicos, protocolos de evaluación, programas de entrenamiento

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de programas de entrenamiento para la mejora de la performance de las jugadoras de voleibol exige que los entrenadores de voleibol, los preparadores físicos y otros profesionales que trabajan con la jugadora de voleibol (por ejemplo, kinesiólogos, fisioterapeutas, y médicos) utilicen el conocimiento empírico y práctico de diversos ámbitos relacionados con el deporte, la fisiología del ejercicio y la medicina deportiva. La información relevante sobre cuestiones relacionadas con el entrenamiento tales como, características físicas o antropométricas (por ejemplo, talla, masa corporal y la masa libre de grasa), los atributos fisiológicos (Por ejemplo, potencia aeróbica, fuerza, capacidad de salto vertical, agilidad y velocidad), y datos de campo (por ejemplo, ritmo cardíaco y nivel de lactato de la sangre durante un partido), puede aplicarse de manera efectiva en los programas de entrenamiento de voleibol, en particular en los programas de

preparación física desarrollado para la jugadora de voleibol.

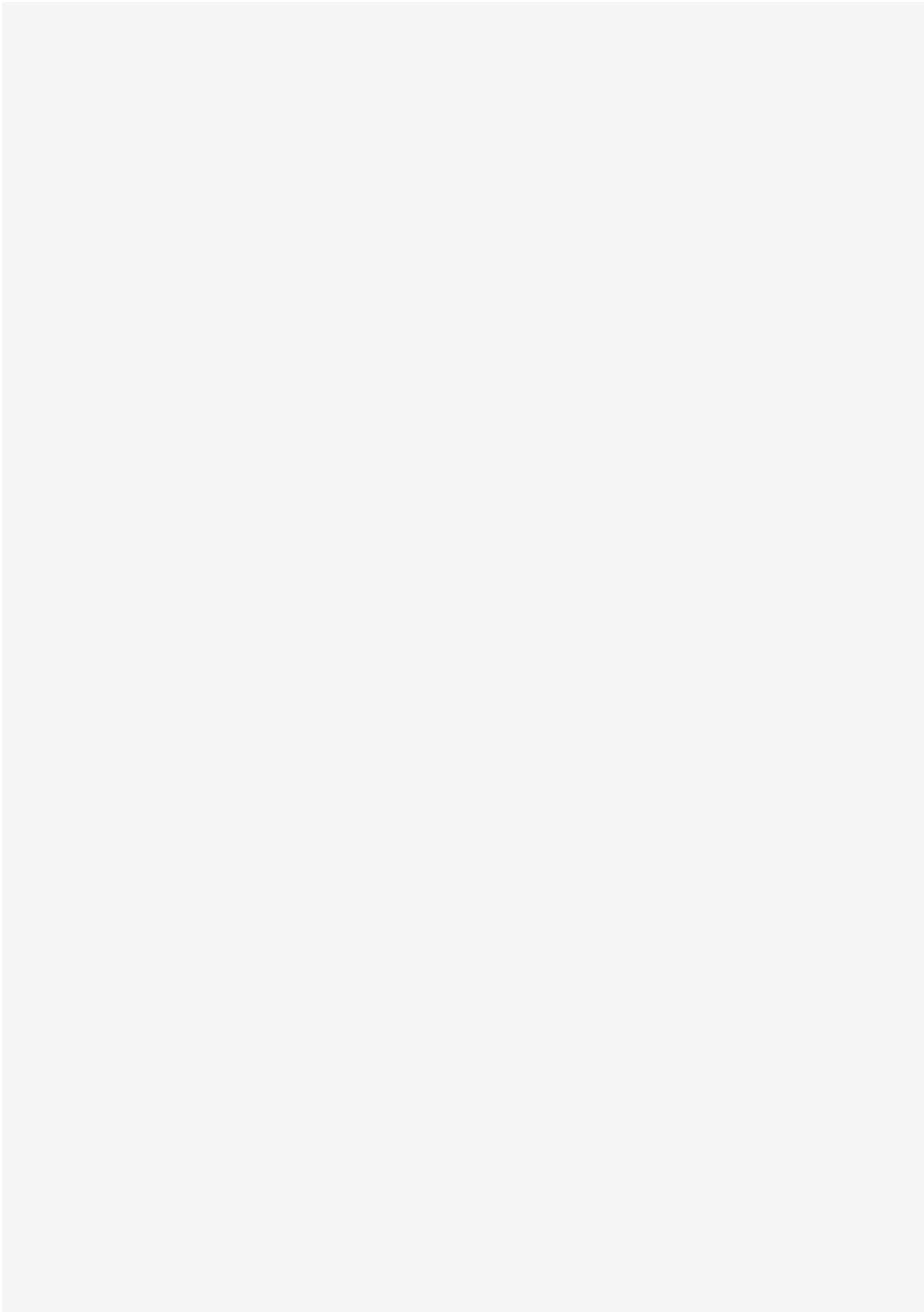
En este artículo, se hizo un intento para integrar los conocimientos entre las características antropométricas, fisiológicas y la performance en cancha de las jugadoras de voleibol que se pueden aplicar por quienes participan en la planificación a corto y largo plazo de los procesos de entrenamiento. Esta integración del conocimiento puede ser también beneficiosa cuando estos profesionales deban evaluar la contribución de sus programas para el desarrollo de las jugadoras de voleibol. Sin embargo, un enfoque cuidadoso debe ser adoptado por los profesionales que trabajan con jugadoras de voleibol en la aplicación de los conocimientos adquiridos de los estudios sobre las jugadoras de voleibol. Esto quiere decir que las limitaciones metodológicas de estos estudios, así como cualquier problema de medición asociado con las pruebas físicas (test) utilizadas con los jugadores en estos estudios, deben ser tomadas en cuenta.

El presente artículo tiene tres propósitos: (a) examinar una serie de estudios (n = 31) sobre las características físicas (antropométricas), atributos fisiológicos, y la performance en cancha de las jugadoras de voleibol, incluyendo jugadoras profesionales, jugadoras de equipos nacionales y jugadoras universitarias, (b) discutir una serie de problemas metodológicos y limitaciones sobre pruebas de evaluación asociados con los estudios revisados, y a(c) proporcionar recomendaciones prácticas para entrenadores de voleibol y preparadores físicos que trabajan con jugadoras de voleibol.

Los artículos revisados fueron seleccionados de una amplia búsqueda de la literatura en lengua Inglés, incluyendo las principales bases de datos electrónicas (PubMed y Discus SPORT) y buscadores interbibliotecarios. Los términos de búsqueda incluyeron, entre otros, voleibol, fisiología del voleibol y jugadoras de voleibol. Artículos sobre jugadoras adolescentes y artículos con combinación de datos de jugadoras de ambos sexos fueron excluidos. Treinta y un artículos que coinciden con los criterios fueron incluidos en nuestra revisión.

Características Antropométricas

Un resumen de las características antropométricas de las jugadoras de voleibol a través de los estudios revisados se presenta en la Tabla 1. Los datos analizados revelan varios hallazgos notables. Los valores de talla y masa corporal varía entre $164,3 \pm 4,0$ cm (7) y $62,5 \pm 8,0$ kg (13) a $187 \pm 5,4$ cm (23) y $75,1 \pm 7,4$ kg (5), respectivamente. Estas variaciones en los datos puede ser debido a un número de factores, tales como el perfil genético de los jugadores, su nivel de juego, y el proceso de selección al que fueron sometidos.



Estudio	Sujetos	Talla (cm)	Peso (kg)	%Grasa corporal	Masa libre de grasa (kg)
Alfredson et al. (1)	Jugadoras de primera división, 8 h x semana de practica (n = 11)	173.4 ± 6.3	68.8 ± 7.0	NA	NA
Amasay (2)	Jugadoras de NCAA división II (n = 10)	178.0 ± 6.0	70.9 ± 9.9	NA	NA
Barnes et al. (3)	Jugadoras de NCAA división I (n = 9), división II (n = 11), y división III (n = 9)	División I: 177.9 ± 6.3 División II: 174.3 ± 7.7 División III: 171.0 ± 8.0	División I: 73.3 ± 7.7 División II: 71.5 ± 9.8 División III: 69.8 ± 6.9	NA	NA
Bayios et al. (4)	Jugadoras de liga nacional	177.1 ± 6.5	69.5 ± 7.4	23.4 ± 2.8	53.2 ± 5.3
Cardinale y Lim (5)	Jugadoras profesionales de alto nivel (n = 16)	183.4 ± 8.4	75.1 ± 7.4	NA	NA
Coutts (6)	Equipo Canadiense de voleibol femenino (n = 11)	178.1 ± 5.4	70.8 ± 6.5	NA	NA
Fardy et al. (7)	Jugadoras titulares de nivel intercolegial de la Univ Case Western (n = 6)	164.3 ± 4.0	65.2 ± 12.1	NA	NA
Ferris et al. (8)	NCAA division I players (n = 13)	176.7 ± 4.6	69.7 ± 10.8	22.2 ± 5.0	15.8 ± 5.6
Fleck et al. (9)	Jugadoras del equipo Nacional de EEUU de 1980 (n = 13) y equipo de Juegos universitarios (n = 13)	Equipo Nacional: 179.3 ± 7.7 Equipo universitario: 178.9 ± 4.7	68 ± 7.6 71.6 ± 5.0	11.7 ± 3.7 18.3 ± 3.4	60.3 ± 6.1 58.4 ± 6.3
Fry et al. (10)	Jugadoras de NCAA división I (n = 14)	Titulares: 170.4 ± 8.1 Suplentes: 173.2 ± 5.2	64.1 ± 9.5 64.4 ± 4.6	18.7 ± 3.0 20.2 ± 2.1	52.1 ± 7.7 51.4 ± 3.4
Gladden y Colacino (11)	Jugadoras de campeonato de Asociaciones de EEUU 1974 (n = 88)	172.2 ± 6.0	65.8 ± 6.0	NA	NA
Gualdi-Russo y Zaccagni (12)	Jugadoras de la liga Italiana A1 (n = 129) y A2 (n = 115)	Liga A1: 178.4 ± 5.8 Liga A2: 176.7 ± 4.9	71.2 ± 7.0 70.9 ± 6.9	NA	NA
Ha kkinen (13)	Jugadoras de 2 equipos de la liga finlandesa de voleibol. - grupo exp. (n = 9), grupo control (n = 8)	NA	Exp: pre temporada: 66.7 ± 5.6 Exp: post temporada: 67.3 ± 6.8 Con pre temporada: 63.1 ± 7.0 Con Post temporada: 62.5 ± 8.0	25.3 ± 2.8 24.9 ± 3.1 25.1 ± 1.9 24.3 ± 1.6	49.8 ± NA§ 50.5 ± NA§ 47.3 ± NA§ 47.3 ± NA§
Hosler et al. (16)	Jugadoras de la Universidad de Houston participantes de un torneo amistoso, 1977	169.9 ± 6.1	65.1 ± 7.8	21.5 ± 3.5	51.1 ± NA§
Johnson et al. (17)	Jugadora de la NCAA evaluadas en pre y post temporada (n = 14)	175.2 ± 3.6	Pre: 67.7 ± 2.0 Post: 67.7 ± 1.7	Pre: 19.4 ± 1.1 Post: 20.9 ± 0.8	Pre: 54.5 ± 1.3 Post: 53.4 ± 1.0
Kraemer et al. (18)	Jugadoras del equipo de la universidad Penn State (n = 18) varsity team	172.7 ± 8.6	68.7 ± 8.1	NA	NA
Lawson et al. (20)	Jugadoras recreacionales (n = 12)	169.4 ± 5.4	66.0 ± 7.9	NA	NA
Malousaris et al. (21)	Jugadoras de las ligas A1 (n = 79) y A2 (n = 84) de Grecia	División A1: 179.6 ± 5.8 División A2: 174.7 ± 6.2	71.0 ± 8.2 68.2 ± 6.3	22.7 ± 2.9 24.1 ± 2.6	54.8 ± 5.7 51.7 ± 4.5
Marey et al. (22)	Northeast Missouri State University (n = 14) y Graceland College (n = 23)	170.2 ± 5.3	64.3 ± 6.6	NA	NA
Marques et al. (23)	Jugadores profesionales de primera división de Portugal y de la copa Europea	187 ± 5.4	74.6 ± 8.1	NA	NA
Morrow et al. (26)	Jugadoras de la Universidad de Houston que compiten en un torneo amistoso, 1977. Equipos más exitosos (n = 34) y equipos menos exitosos (n = 38).	Más exitosos: 172.0 ± 6.1 Menos exitosos: 167.5 ± 5.8	64.2 ± NA§ 65.5 ± NA§	19.0 ± NA§ 23.0 ± NA§	52.1 ± 4.4† 50.4 ± 5.6†
Morrow et al. (25)	Jugadoras intercolegiales (n = 110)	170.4 ± 6.3	65.1 ± NA §	20.4 ± NA§	51.8 ± 5.2†
Nesser y Demchak (27)	Jugadoras de NCAA división I en las temporadas 2004-5 (n = 3) y 2005-6 (n = 11)	2004-2005: 177.9 ± 5.6 2005-2006: 175.5 ± 8.0	2004-2005: 70.2 ± 3.8 2005-2006: 67.4 ± 7.5	NA	NA
Newton et al. (28)	Jugadoras de NCAA división (n = 14)	180.2 ± 7.3	70.5 ± 6.2	NA	NA
Smith et al. (31)	Grupo Exp.: Equipo de voleibol inter universitario de la Universidad de Calgary. (n = 10) y grupo control: miembros de un equipo de club que solo practica (n = 5)	Exp: 174.7 ± 1.8 Control: 168.4 ± 1.8	Exp: 66.7 ± 2.1 Control: 61.9 ± 2.1	NA	NA
Spence et al. (32)	Equipo nacional femenino de EEUU, (n = 15)	Panamericano: 183.7 ± 8.3 No-Panamericano: 178.9 ± 5.8	73.4 ± 6.1 63.0 ± 3.1	NA	NA
Stech y Smulsky (33)	Jugadoras de alto nivel con 8 años de experiencia (n = 10)	181.9 ± 8.4	72.8 ± 10.8	NA	NA
Wnorowski (35)	Jugadoras Top de Polonia durante la temporada 2005 (n = 12)	182.2 ± 5.1	73.8 ± 7.8	NA	NA

Las características antropométricas se pueden diferenciar entre las jugadoras de diferente nivel. Aunque en un estudio (9), no se encontraron diferencias en la talla y la masa corporal entre las jugadoras de nivel nacional y universitario, otros estudios mostraron que las jugadoras de más alto

niveles son más altas y más pesadas que los jugadores a jugar en niveles más bajos (3,12,21,32). En un estudio (21), las diferencias entre las jugadoras de la liga nacional griega A1 y A2, en las diferentes posiciones de juego, fueron examinados. Puntas/opuestos, centrales y armadores fueron significativamente más altos en la división A1 ($181,2 \pm 4,5$; $182,0 \pm 4,6$; $176,9 \pm 4,2$ cm respectivamente) en comparación con la división A2 ($173,4 \pm 6,2$; $178,7 \pm 4,9$, y $170,9 \pm 4,2$ cm, respectivamente). No se observaron diferencias en la masa corporal entre las jugadoras de las 2 divisiones. Se encontraron diferencias en el porcentaje de grasa corporal sólo en los opuestos (A1: $20,5 \pm 3,0\%$ vs A2: $25,7 \pm 3,4\%$). En este estudio (21), también se compararon las características físicas entre las posiciones de juego y se encontró que las liberos parecen ser más pequeñas que los jugadoras en otras posiciones (con excepción de las armadoras). Además, las centrales y las opuestas eran más altas en comparación con las puntas, liberos y armadoras.

Tres estudios examinaron los cambios en las características físicas con el tiempo (10,13,17). No hubo cambios en la masa corporal, porcentaje de grasa, y masa libre de grasa después de un programa de fuerza y acondicionamiento físico supervisado fuera de temporada en jugadoras de NCAA División I (10). En otro estudio (17), el porcentaje de grasa corporal en jugadoras NCAA División I, se incrementó y la masa libre de grasa disminuyó al final de la fase de competencia comparada con los valores iniciales, mientras que la masa corporal se mantuvo estable. Por el contrario, otro estudio (13) reveló una reducción pequeña en el porcentaje de grasa a lo largo de toda la temporada. Aunque un aumento en el porcentaje de grasa puede afectar al rendimiento, se observó que los cambios indicados en todos los estudios fueron pequeños y podrían haber sido afectados, al menos en parte, por la exactitud del tipo de instrumentos utilizados y de los métodos de medición. Además, incluso si los datos reflejan cambios reales en la composición corporal, esto no significa necesariamente que estos cambios influyeran en el desempeño. La composición corporal puede variar con el tiempo, como sugirió Johnson et al. (17), y por lo tanto, para cada jugador individual se debería establecer un rango de valores en lugar de un valor estricto. Comparando las jugadoras de voleibol con jugadoras de otros deporte de equipo y con no atletas pueden arrojar luz sobre los atributos físicos que son únicos a estas jugadoras. En un estudio (25), jugadoras de voleibol Intercolegiales fueron significativamente más altas y presentaron una mayor masa corporal y masa libre de grasa en comparación con las no atletas. En comparación con las jugadoras de baloncesto intercolegial, las jugadoras de voleibol presentaron una menor longitud de los brazos, pero mostraron una misma altura y masa corporal. En otro estudio (4), se compararon las características antropométricas de jugadoras 1er división de Grecia de baloncesto, balonmano y voleibol. Se encontró que las jugadoras de voleibol eran más altas ($177,1 \pm 6,5$ cm) que las jugadoras de baloncesto ($174,1 \pm 7,8$ cm) y balonmano ($165,9 \pm 6,3$ cm). Las jugadoras de voleibol era, también, más pesadas ($69,5 \pm 7,4$ kg), tuvieron una mayor masa libre de grasa ($53,2 \pm 5,3$ kg), y el porcentaje de grasa fue inferior ($23,4 \pm 2,8\%$) que las jugadoras de balonmano ($65,1 \pm 9,1$ kg; 48 ± 6 kg; $25,9 \pm 3,3 \%$, respectivamente). Es evidente a partir de estos datos y los datos sobre las jugadoras de voleibol de diferentes niveles de performance que ser alto es ventajoso en este deporte.

Probablemente el aspecto más importante de la descripción antropométrica se encuentra en determinar si está o no relacionada con el éxito. Una revisión reciente de los atributos físicos, las características fisiológicas, performance en la cancha, y estrategias nutricionales de jugadores de baloncesto masculino y femenino (36) sugirieron que la altura y la envergadura estaban asociados con los mejores jugadores del equipo pero no con los jugadores del equipo en un torneo. Sin embargo, esta observación fue basada en los resultados de dos estudios solamente. De la misma manera se encontraron que sólo 3 estudios examinan la relación entre las características antropométricas y el rendimiento (8,11,26). En un estudio (26), el contenido en grasa es un discriminante significativo entre los equipos de voleibol más exitosos ($12,2 \pm 2,8$ kg) y los equipos menos exitosos ($15,0 \pm 5,4$ kg) en un torneo voleibol en 1977. En otro estudio (11), se encontró una correlación significativa entre la talla y la clasificación final el Campeonato Nacional de EE.UU. en 1974. Por último, no se encontraron correlaciones entre las variables antropométricas y la velocidad de ataque en jugadores de NCAA división I (8).

Aunque la grasa corporal y la talla se supone que afectan el rendimiento del jugador voleibol, y aunque los datos de 2 estudios correlacionales corroboran esta hipótesis, la evidencia científico que soporta esta noción es todavía insuficiente. Son necesarios más estudios para evaluar la contribución de las variables antropométricas en el desempeño real. El éxito en los deportes se ve afectada por un número de variables además de la particular importancia de los atributos físicos, entre ellos los atributos fisiológicos de los jugadores y su estado psicológico.

Características Fisiológicas

A continuación Se discutirán el perfil aeróbico, la fuerza, la capacidad de salto vertical, la agilidad y la velocidad de las jugadoras de voleibol.

Perfil aeróbico

Aunque el voleibol es un juego de carácter intermitente, una alta capacidad aeróbica es importante, especialmente en juegos de muchos sets en donde se requiere el mantenimiento de un alto nivel de rendimiento con el tiempo. En un estudio (32) de 15 miembros del equipo femenino de voleibol los EE.UU. de 1975, los valores de VO₂max obtenidos a partir de una prueba de esfuerzo incremental máxima en cinta rodante, fueron de $41,7 \pm 3,6$ mlO₂•kg-1•min-1 para el equipo Panamericano y el $44,2 \pm 8,5$ mlO₂•kg-1•min-1 para el equipo no Panamericano. En otro estudio (9) reportaron sobre los 13 miembros de la Selección Femenina de EE.UU de 1980 y 13 miembros de los juegos en equipo universitarios de EE.UU. en 1979, valores de VO₂max de $48,8 \pm 5,1$ y $49,9 \pm 5,3$ mlO₂•kg-1•min-1, respectivamente, obtenidos durante una prueba de esfuerzo incremental máximo. En ambos estudios, sólo se proporcionaron estadísticas descriptivas, y por lo tanto, no está claro si las diferencias entre grupos fueron significativas.

Dos estudios examinaron los cambios en el VO₂max a través de la fase de competencia. El primer estudio (7) sobre 6 jugadores del equipo intercolegial de voleibol de la Case Western Reserve University en 1974, reportan que los valores de VO₂max post-temporada ($33,0 \pm 2,6$ mlO₂•kg-1•min-1) fueron significativamente más altos que los obtenidos en la pretemporada ($28,2 \pm 1,5$ mlO₂•kg-1•min-1). Estos valores se obtuvieron de un test submáxima sobre bicicleta ergométrica. Otro estudio (13) examinaron los jugadores de voleibol de dos equipos de la liga oficial en Finlandia. El equipo experimental tenía 3-4 sesiones de acondicionamiento en la pretemporada (uno de los cuales se dedicó al entrenamiento de resistencia) y 2-3 sesiones de acondicionamiento durante la temporada (ninguno de los cuales se concentraron en entrenamiento de resistencia). El equipo de control sólo participó en 1-2 sesiones acondicionado en toda la temporada.

Los valores de VO₂max se obtuvieron de un test incremental en cicloergómetro. Estos no cambiaron de manera significativa en el equipo del grupo experimental (antes: $47,3 \pm 1,7$; post: $48,1 \pm 3,4$ mlO₂•kg-1•min-1) o en el equipo control (pre: $48,2 \pm 2,7$, post: $45,0 \pm 5,9$). Los autores de este estudio sugieren que las prácticas semanales y los juegos jugados durante la temporada eran suficientes para mantener la capacidad aeróbica inicial.

Por último, un estudio (10) examinaron los efectos de 12 semanas de entrenamiento supervisado de fuerza y acondicionamiento físico fuera de temporada en jugadoras de la NCAA División I. El programa de resistencia incluyó cuatro sesiones de 30 minutos semanales al 80% de la frecuencia cardíaca máxima. La capacidad de resistencia se evaluó de un esfuerzo máximo de 2 millas de largo. Los valores iniciales no revelaron diferencias en el tiempo entre titulares y suplentes ($999,2 \pm 44,3$ vs $964,4 \pm 88,9$ segundos, respectivamente). El tiempo de las 2 millas combinado de ambos titulares y suplentes (N = 10) mejoró significativamente desde los valores basales ($966,6 \pm 56,5$ segundos) al final del programa de 12-semanas ($946,2 \pm 58,2$ segundos). Se sugirió que estos tiempos son un reflejo de los valores estimados de VO₂max alrededor de 45 mlO₂•kg-1•min-1. Con posterioridad a este programa supervisado, 7 jugadores fueron evaluados después de otras 12 semanas de acondicionamiento sin supervisión. No hubo cambios en los tiempos de las 2-millas.

Los valores de VO₂max de las jugadoras de voleibol son similares a los reportados para las jugadoras de baloncesto ($44,0$ - $54,0$ mlO₂•kg-1•min-1) (36). La única excepción son los inusualmente

bajos valores reportados por Fardy et al. (7). Estos valores bajos pueden ser explicados, al menos en parte, por el bajo nivel de las jugadoras y por la metodología de ensayo, a saber, un test submáximo en cicloergómetro.

Perfil de Fuerza

La fuerza muscular es una parte integral del rendimiento deportivo. Existen varios métodos para la evaluación de la fuerza muscular, y los estudios al respecto utilizan metodologías diferentes para su valoración. Por lo tanto, es difícil comparar los resultados entre los estudios.

Tres estudios informaron los valores de test isocinéticos de press de banca y de prensa a 20° •s-1 (16,25,26). Dos estudios utilizaron el mismo grupo de jugadoras de la Universidad de Houston durante un Torneo de Voleibol en 1977. Un estudio (16) reportaron valores de 40,7 y 144,5 kg para el press de banca y la prensa, respectivamente (los valores fueron presentados en libras en el documento original). En un segundo estudio (26), se informaron los valores de las jugadoras pertenecientes a los equipos más exitosos contra los equipos menos exitosos en el torneo. Los valores del press de banca y la prensa fue de $46,45 \pm 11,04$ kg y $155,42 \pm 27,39$ kg, respectivamente, para los jugadores de los equipos más exitosos en contraposición de $37,57 \pm 9,53$ kg y $137,91 \pm 28,96$ kg respectivamente, para las jugadoras de los equipos menos exitosos. La comparación entre jugadoras de voleibol, jugadoras de baloncesto, y no jugadoras reveló que las jugadoras de baloncesto (press de banca: $44,37 \pm 10,97$ kg, prensa: $179,65 \pm 35,48$ kg) fueron más fuertes que las jugadoras de voleibol (press de banca: $40,59 \pm 9,81$ kg, prensa: $141,42 \pm 27,09$ kg), y los dos equipos de voleibol y baloncesto fueron más

fuertes que las no jugadoras (press de banca: $30,59 \pm 8,14$ kg, prensa: $128,45 \pm 29,68$ kg) (25).

Una evaluación isocinética se llevó a cabo también en un estudio que compara la fuerza de la contracción concéntrica y excéntrica de las articulaciones del hombro y del codo en jugadoras de voleibol y en mujeres no activas (1). La fuerza del hombro y del codo son importantes para el saque y el ataque. Como era de esperar, las jugadoras de voleibol tuvieron un pico de fuerza concéntrico y excéntrico significativamente más alto para los músculos rotadores del hombro y

del codo, pero no para el torque pico de flexión concéntrica en el codo. Los autores de este estudio sugieren que los resultados obtenidos se podría explicar por el hecho de que durante el saque y el ataque los flexores del codo se utilizan principalmente para desacelerar el brazo después de golpear la pelota. En otro estudio, en donde se examinó la fuerza isocinética (8), se encontró una correlación significativa entre el torque de la extensión del brazo a $270^\circ \cdot s^{-1}$ y la velocidad del ataque. Otros valores de torque isocinéticos (por ejemplo, flexión de la mano, rotación interna del brazo, extensión del antebrazo) no correlacionaron significativamente con la velocidad del ataque. Estos resultados sugieren que un torque alto a una alta velocidad angular puede ser importante para los jugadores de voleibol. Es de esperar, que se requieran altas velocidades del brazo para el ataque en el voleibol(8).

Se encontraron 4 estudios que examinaron la eficacia de un programa de entrenamiento de la fuerza sobre parámetros de la fuerza (10,13,23,31).

En un estudio (10), se examinó los efectos de un programa de 12 semanas de entrenamiento fuera de temporada en jugadoras de voleibol de la NCAA División I. El programa de entrenamiento estaba compuesto por 4 sesiones de entrenamiento de la fuerza y 2 sesiones de pliometría por semana. Los valores basales mostraron que las jugadoras titulares eran, en general, más fuerte en los ejercicios de tipo concéntrico que las jugadoras suplentes (por ejemplo, 1RM en press de banca: $45,7 \pm 7,1$ vs $38,6 \pm 3,8$ kg, respectivamente). Las jugadoras titulares se mantuvieron más fuertes que las suplentes incluso después de que los valores absolutos fueron divididos por la masa libre de grasa. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre los ejercicios de tipo isométricos e isocinéticos. Además, el programa de 12 semanas dio lugar a un aumento significativo en los valores de fuerza isométrica y concéntrica (por ejemplo, [1RM] press de banca, pre: $42,7 \pm 6,9$ vs $46,8 \pm 7,5$ kg). Curiosamente, la correlación entre los valores de 1RM y 1RM dividido por masa libre de grasa se encontró inferior avanzada la temporada. Esto puede sugerir que, al menos en parte, el aumento de la fuerza fue debido a mecanismos neurales en lugar de un aumento de la masa muscular. Los aumentos en la fuerza dinámica, también se observaron durante un programa de entrenamiento de la fuerza de 12 semanas en temporada, que consistió en 250 minutos de sesiones semanales (23). Fueron encontrados incrementos significativos en los valores de 4RM en el press de banca (pre: $40 \pm 2,8$ kg, post: $47 \pm 3,5$ kg) y en el 4RM de sentadilla paralela (pre: $92 \pm 11,1$ kg, post: $104 \pm 13,6$ kg) después del programa de 12 semanas.

En otro estudio (13) examinaron la fuerza isométrica de la extensión de la rodilla durante la fase de competición en 2 grupos de jugadores de la liga oficial de voleibol de Finlandia. El grupo de control participó en 1-2 sesiones de fuerza y resistencia por semana sin presentar mejorías en la producción de fuerza. El grupo experimental participó en 3-4 sesiones de entrenamiento durante la pretemporada (de los cuales 2-3 eran para el desarrollo de la fuerza) y 2-3 sesiones de durante la fase de competición. La máxima tasa de desarrollo de la fuerza (RFD) aumentó significativamente durante 4 meses en el medio de la temporada. Sin embargo, la fuerza máxima no aumentó y en realidad se redujo hacia el final de la temporada. Esta reducción en la fuerza máxima se produjo después de un cese del entrenamiento de la fuerza de 5 semanas. Se explicó en este estudio que el volumen global de entrenamiento de la resistencia y el entrenamiento de voleibol puede interferir con el desarrollo de fuerza. Sin embargo, también es probable que la metodología de evaluación (es decir, fuerza isométrica) no pueda medir los cambios en la fuerza dinámica. De hecho, los jugadores no participaron en el entrenamiento isométrico. Es posible que diferentes protocolos de evaluación de la fuerza (por ejemplo, fuerza concéntrica) hubieran dado lugar a aumentos en los valores de fuerza. Por último, un programa de 6 semanas de entrenamiento de la fuerza isocinética no logró aumentar la fuerza de la parte superior del cuerpo, medida en una máquina isocinética, pero aumentaron los valores de extensión de la rodilla a una velocidad de $180^\circ \cdot s^{-1}$ (31).

Salto vertical

El salto vertical (VJ) es probablemente el protocolo de test de potencia más relevante para los jugadores de voleibol, porque es una habilidad crucial en el juego (por ejemplo, en el bloqueo y el ataque). Comparando los jugadores de diferentes niveles de habilidad se pueden mostrar la importancia del VJ en el Voleibol. En un estudio (9), se observó una diferencia del 15% en el salto con contramovimiento (CMJ) en las jugadoras del equipo nacional de EE.UU. que saltaban mas alto ($52,4 \pm 4,5$ cm) en relación a las jugadoras de equipos universitarios ($45,5 \pm 6,4$ cm). Diferencias similares se observaron entre jugadoras de nivel panamericano ($52,5 \pm 6,0$ cm jugadores) vs las jugadoras no-panamericanas ($47,3 \pm 4,9$ cm) (32) y entre las jugadoras de la NCAA División I ($36,4 \pm 2,5$ cm) y División III ($30,2 \pm 7,2$ cm) (3). Las diferencias en los valores de VJ (15 cm), entre los 2 estudios anteriores y el segundo estudio se puede explicar por el instrumento de evaluación utilizado: saltar y marcar una pared (9,32) vs salto en plataforma de fuerza (3), y por el nivel de los jugadores.

El rendimiento del salto vertical también parece estar relacionado con el éxito en un torneo nacional de voleibol. El alcance de pie (reach), el VJ, y la altura de salto absoluto se correlacionaron con la clasificación final de los equipos ($r = 0.44$ a 0.63) durante el Campeonato Nacional los EE.UU. de 1974 (11). Los autores de este estudio sugiere que existe una "altura crítica" por encima de la red para tener un ataque y bloqueo óptimos y que los jugadores que son capaces de llegar a este umbral tienen una ventaja sobre aquellos jugadores que no lo alcanzan. Sin embargo, un estudio posterior (22) no se encontró al rendimiento en el VJ como un factor contribuyente de discriminación entre los equipos ganadores y perdedores. De manera similar, no se encontró ninguna relación entre el VJ y la velocidad del ataque en un estudio con jugadoras de la NCAA División I (8). Aunque el VJ se supone que es un factor a mejorar en el voleibol, los datos relativos a su importancia en la predicción del éxito y diferenciando equipos ganadores de perdedores son escasos.

Es importante determinar si programas de entrenamiento específico pueden ayudar a mantener o incluso aumentar la capacidad de salto durante la temporada. En un estudio (28), después de 7 semanas de entrenamiento de fuerza con cargas pesadas durante la competición, no se encontraron mejoras en variables relacionadas al VJ (por ejemplo, altura de salto, la potencia y la velocidad). De hecho, los valores de salto con carrera de aproximación y el reach disminuyeron de $61,2 \pm 5,6$ a $57,9 \pm 5,3$ cm. Sin embargo, estas 7 semanas fueron seguidas por 4 semanas de entrenamiento de resistencia balística con cargas más bajas, que dio lugar a un aumento significativo de esas variables del VJ que le permitió volver a los valores basales ($61,0 \pm 5,6$ cm). En este estudio, no sólo el entrenamiento de fuerza tradicional no logro mejorar el rendimiento del salto, sino que la potencia y la velocidad del salto disminuyeron. En contraste, el entrenamiento balístico incrementó la fuerza, la velocidad y la potencia los valores de los diferentes protocolos de VJ realizado.

En otro estudio (23) reportaron un incremento significativo en los valores de CMJ después de un programa de 12 semanas entrenamiento balístico (incluyendo CMJs y CMJs con sobrecarga) durante el periodo competitivo con jugadoras de élite que juegan en la primera división en Portugal (pre: $34,22 \pm 5,9$ cm, post: $35,56 \pm 6,3$ cm). El salto con contramovimiento con cargas de 10, 20 y 30 kg también aumentó significativamente. Aunque el entrenamiento balístico es importante para aumentar el VJ, que debe realizarse sólo después de una fuerte base de entrenamiento de la fuerza y de la técnica. Se hizo hincapié en este estudio que los jugadores inexpertos deben evitar el entrenamiento de saltos con cargas pesadas. En su lugar, deben centrarse en el perfeccionamiento de la técnica de salto y aumentar su fuerza y resistencia.

Un tercer estudio (10) encontró una mejoría tanto en el VJ y en el VJ con carrera después de 12 semanas de entrenamiento supervisado fuera de temporada que consistió en un entrenamiento de la fuerza (4 veces por semana), entrenamiento pliométrico (dos veces por semana), y entrenamiento aeróbico (4 veces por semana). El salto vertical se incrementó de $44,7 \pm 5,7$ a $48,0 \pm 4,2$ cm y el salto vertical con carrera aumento de $47,6 \pm 5,0$ a $51,8 \pm 5,6$ cm. No se reportaron cambios en el rendimiento del VJ después de 12 semanas adicionales de entrenamiento no supervisado.

Por último, un estudio (31) encontró mejorías en rendimiento del salto de ataque y bloqueo después de 6 semanas de entrenamiento de fuerza isocinético en donde los jugadores realizaron ejercicios a velocidades angulares tanto lentas y rápidas. Se reportaron valores de la altura máxima alcanzada, en lugar de la diferencia entre el alcance de pie y la altura máxima del salto. Además, se informó el error estándar de medición en lugar de SD. Los valores basales del salto de bloqueo ($267,0 \pm 2,4$ cm) y el salto de ataque ($280,7 \pm 2,7$ cm) se incrementaron a $271,7 \pm 2,2$ cm y $284,4 \pm 2,3$ cm, respectivamente. El grupo de control fue involucrado en las prácticas de voleibol solamente y no mostró mejora en el rendimiento del VJ.

Uno de los objetivos de los entrenadores y preparadores físicos es mejorar el rendimiento del VJ de sus jugadores a través de programas de entrenamiento. En un estudio (13), no se encontraron cambios en los valores del VJ en las jugadoras que entrenaron la resistencia y la fuerza 1-2 veces por semana durante toda la temporada. En contraste, los valores de VJ aumentaron en un grupo de jugadoras que entrenaron la resistencia y la fuerza 3-4 veces a la semana durante 7 semanas de la fase de preparación y 2-3 veces por semana durante el primer período competitivo. Cuando el entrenamiento de fuerza se interrumpió durante las últimas 5 semanas de la segunda fase de la competencia, el VJ disminuyó.

En otro estudio (27), se reportaron los valores del VJ recogida durante 2 temporadas en jugadoras de la NCAA División I. La pretemporada 2004 - 2005 incluyó 24 sesiones de entrenamiento, 12 de sesiones de entrenamiento la fuerza, y 2 días de descanso dentro de las dos semanas. El salto de ataque ($48,8 \pm 3,4$ cm) y el salto de bloqueo ($39,8 \pm 3,7$ cm) se redujo significativamente desde los valores basales ($52,1 \pm 2,9$ y $47,5 \pm 3,1$ cm, respectivamente). Cuando se volvió a evaluar al final de la temporada, el salto de ataque ($54,5 \pm 3,9$ cm) retorno a los valores basales, mientras que los valores de salto de bloqueo ($44,3 \pm 3,7$ cm), mejoraron, pero no para llegar a los valores basales. La pretemporada 2005-2006 incluyó 17 sesiones de práctica, 10 sesiones de entrenamiento de fuerza, y un día de descanso dentro de 2 semanas. El salto de ataque y el salto de bloqueo no cambiaron de forma significativa a lo largo de la temporada.

Es posible que las siete prácticas adicionales incluidas en la pretemporada 2004-2005 puede haber conducido a la fatiga y reducir el rendimiento.

Varios tipos de ayudas ergogénicas son utilizados por los atletas para mejorar el desempeño del VJ, entre ellos prendas de

compresión tales como medias y pantalones cortos elásticos. Un estudio (18) examinó si las prendas de compresión pueden afectar el rendimiento del salto. Dieciocho jugadoras de la NCAA División I fueron examinadas en 10 CMJs máximas manteniendo las manos en la cintura a lo largo de la prueba. A pesar que los shorts de compresión no influyeron en la potencia máxima del salto, ayudaron a mantener la producción de potencia a través de los saltos repetidos. Aunque las razones para los beneficios del uso de los shorts de compresión fueron confusas, los autores de este estudio sugieren que podría ser asociado con el aumento de las señales propioceptivas resultantes de la sensación de la prenda apretada. Se necesita más investigación para corroborar estos hallazgos.

Agilidad y velocidad

La agilidad y rapidez son aspectos integrales de casi todas las maniobras defensivas y ofensivas realizadas por los jugadores de voleibol. Varios tipos de protocolos de pruebas de valoración de la agilidad y la velocidad están disponibles, y por lo tanto, las comparaciones entre los estudios puede ser sumamente difícil. A los investigadores se les recomienda tener en cuenta la especificidad cuando busca la elección de un protocolo de evaluación de los disponibles en la literatura.

Dos estudios examinaron los efectos de programas de entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento físico sobre la agilidad y velocidad en jugadoras de voleibol femenino (10,27). En el primer estudio (10), se sometieron a jugadoras titulares y suplentes de la NCAA División I, a 12 semanas de entrenamiento fuera de temporada que incluía 4 sesiones semanales de entrenamiento de la fuerza, 2 sesiones semanales de pliometría y 4 sesiones semanales de resistencia (30-minutos 80% de la frecuencia cardiaca máxima). Los test de velocidad incluyeron sprints de 10-yd (9,1 m) y 40 yd-(36,6 m). El T-test (corriendo hacia adelante por 9,1 m, desplazamiento lateral a la izquierda 4,6 m, desplazamiento lateral al otro lado de 9,1 m, de nuevo 4,6 m a la izquierda, y dando marcha atrás 9,1 m) se utilizó para valorar la agilidad de las jugadoras. Los tiempos se midieron con un cronómetro de mano. Estas pruebas se realizaron 2 semanas dentro del programa 12-semanas y al final del programa. Los resultados incaron que las jugadoras titulares son más veloces en el test de 40-yd (36,6 m) en comparación con las suplentes ($5,56 \pm 0,23$ vs $5,84 \pm 0,24$ segundos, respectivamente). Sin embargo, no se encontraron diferencias entre titulares y suplentes en el sprint de 10-yd (9,1 m) ($1,55 \pm 0,42$ vs $1,84 \pm 0,09$ segundos, respectivamente) y el T-test de agilidad ($10,78 \pm 0,19$ frente a $11,04 \pm 0,44$ segundos). Los datos de ambos grupos agrupados revelaron que tras 12 semanas de un programa de acondicionamiento en realidad se redujo el rendimiento en la T-test agilidad (pre: $10,87 \pm 0,34$ segundos, post: $11,16 \pm 0,38$ segundos), mientras que no se observaron cambios en el test de 10-yd (pre: $1,67 \pm 0,35$ segundos, post: $1,82 \pm 0,07$ segundos) y en el test de 40-yd (pre: $5,67 \pm 0,28$ segundos, post: $5,62 \pm 0,24$ segundos). Los autores sugirieron que estos valores probablemente reflejan la falta de ejercicios de velocidad y agilidad durante el programa de 12 semanas de duración y que probablemente el entrenamiento de la fuerza y el entrenamiento pliométrico por sí solo no pueden mejorar la velocidad y la agilidad.

Otro estudio (27) examinó la eficacia de 2 semanas de acondicionamiento de pretemporada en dos temporadas consecutivas (2004 -2005, 2005-2006) en jugadoras de voleibol de la NCAA División I. La pretemporada 2004-2005 incluyó 24 sesiones de práctica, 12 sesiones de entrenamiento de fuerza, y 2 días de descanso dentro de 2 semanas. La pretemporada 2005-2006 incluyó 17 sesiones de práctica, 10 sesiones de entrenamiento de fuerza, y un día de descanso dentro de 2 semanas. Un T-test de agilidad se realizó antes de la pretemporada, después de la pretemporada, y al final del período de competición. El T-test se realizó en la mitad de una cancha de voleibol respetando las longitudes de carrera descrita en el estudio de Fry et al. (10). Durante la temporada 2004-2005, el rendimiento del T-test se deterioró respecto de los valores de referencia ($10,12 \pm 0,5$ segundos) sobre el final de la pretemporada ($10,33 \pm 0,7$ segundos), pero volvió a los valores basales para el final de la fase de competencia de la temporada ($9,79 \pm 0,5$ segundos). En contraste, durante la temporada 2005 - 2006, el rendimiento del T-test fue mejorado de manera significativa en el final de la pretemporada ($9,69 \pm 0,6$ segundos) en comparación con los valores iniciales ($10,01 \pm 0,6$) y continuó mejorando hacia el final de la fase de competencia ($9,17 \pm 0,8$). Estos datos sugieren que los atletas podrían haber estado demasiado fatigados después de la pretemporada 2004-2005, que incluía 24 sesiones de práctica y 12 sesiones de entrenamiento de fuerza. En la Temporada 2005-2006, a pesar que se llevaron a cabo 7 prácticas menos y 2 sesiones menos de entrenamiento de fuerza, los atletas mejoraron su rendimiento.

La intensidad del programa de la pretemporada puede resultar en un desequilibrio entre la carga de entrenamiento y recuperación. Los entrenadores deberían entender que el entrenamiento en exceso puede conducir a la reducción del rendimiento. En concreto, los entrenadores de voleibol y los preparadores físicos deben ser conscientes de los conceptos de extralimitación funcional, extralimitación no funcional, y sobreentrenamiento. Extralimitación funcional es un estado en el que un menor rendimiento se debe al estrés inducido por el entrenamiento que con el tiempo conduce a una mejora en el rendimiento después de la recuperación. Una extralimitación No funcional, es un estado en el que la carga de entrenamiento es mayor al que la recuperación le permite por lo que el rendimiento es reducido por un período corto, y por lo general sin signos fisiológicos y psicológicos. Por último, el sobreentrenamiento es un estado en el cual el aumento de la acumulación entrenamiento con una recuperación inadecuada conduce a largo plazo una reducción del rendimiento acompañado por mal adaptaciones fisiológicas y psicológicas (24).

Valores similares en un test de 20-yd (18,3 m) se encontraron en tres estudios (16,26,32): $3,05 \pm 0,17$ segundos en 180 jugadoras universitarias (16), $3,12 \pm 0,13$ segundos en 15 miembros del equipo de voleibol femenino de EE.UU en 1975 (32), y 2,98 vs. 3,14 segundos en los jugadores más exitosos contra los menos exitosos en un Torneo de Voleibol en la Universidad de Houston en 1977 (26). En este último estudio (26), los valores 20-yd llanos se informaron por separado para los primeros 10 m, y para los próximos 10-20 m. Otros tiempos de sprint informados fueron

$1,05 \pm 0,05$ segundos para el sprint de 5 metros (35) y $1,68 \pm 0,095$ segundos para sprint de 10 yd (9,91 m) (25). También en este estudio (25), se comparó a de voleibol y baloncesto. Se encontró que las jugadoras de baloncesto fueron más lentas ($1,72 \pm 0,1$ segundos) que las jugadores de voleibol. Tanto las jugadoras de voleibol como las jugadoras de baloncesto fueron más rápidas que las no atletas ($1,88 \pm 0,13$ segundos).

Un estudio (3) utiliza un dispositivo de prueba único que fue confeccionado con una plataforma de 6-m x 1-m con una plataforma de fuerza integrada. Veintinueve jugadoras de la NCAA División I-III corrieron 5 m hacia atrás y adelante, 4 veces sucesivamente, comenzando y terminando en la plataforma de fuerza. No se encontraron diferencias en los tiempos de ejecución entre las jugadoras de las diferentes categorías de rendimiento. El tiempo de las carreras de agilidad se correlacionó significativamente con la altura del CMJ ($r = -0,58$). De hecho, la altura del salto se explica por un 34% de la varianza en los tiempos del test de agilidad. Por último, un análisis discriminativo de los factores de la evaluación que diferencian los equipos ganadores de los equipos perdedores en estas divisiones, demuestra que la agilidad para ser un importante discriminador de éxito (22).

Rendimiento en cancha

Las variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca y el lactato sanguíneo deberían ser medidas bajo condiciones de campo para que los entrenadores puedan proporcionar información pertinente sobre las exigencias físicas del juego. La información sobre los patrones de los movimientos y las acciones realizadas por las jugadoras de voleibol durante el juego debe ser también recogidas y analizadas. Estas mediciones se refieren a análisis notacional o el análisis del tiempo de movimiento, que se utilizan para cuantificar el número y tipos de los movimientos realizados por las jugadoras durante un juego. Desafortunadamente, no se encontraron estudios que utilizan el análisis de tiempo de movimiento, pero se descubrieron dos estudios que examinan las variables fisiológicas durante el juego cancha descubierta (7,19). El tiempo de análisis de movimiento en el voleibol masculino revela que la mayoría de las manifestaciones duran menos de 12 segundos, con un amplio rango que oscila entre de 3-40 segundos. Los periodos de descanso entre los puntos también fueron de 12 segundos o menos (30). Aunque es atractivo pensar que las acciones del voleibol femenino son similares a los del masculino, esta suposición no puede ser reafirmada sin realizar un análisis de tiempo de movimiento en el voleibol femenino también.

En un estudio (7), se midieron la frecuencia cardíaca durante las prácticas de voleibol y durante los partidos en 6 jugadoras. Durante la práctica la frecuencia cardíaca presento un promedio de $134 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$ con un rango de 120-161. Durante el juego la frecuencia cardíaca promedio $139 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$ con un rango de 116 hasta $172 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$. La frecuencia cardíaca media más alta fue durante el ataque ($138 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$) y la más baja durante el saque ($104 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$). Por esta pequeña muestra, el partido de voleibol parecería ser moderadamente extenuante, con tasas de frecuencia cardíaca entre un 55-60% del VO_2max .

En otro estudio (19), se midieron las concentraciones de lactato en las jugadoras de división de la liga alemana en 1983-1984. Los valores de lactato no cambiaron significativamente desde los valores pre-partido hasta el final del mismo y se mantuvo en torno a $2\text{-}2,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Los autores de este estudio explicaron que durante el partido, la mayoría de los requerimientos de energía se suministran por la vía de los fosfágenos, con una contribución menor de la glucólisis anaeróbica. Aunque esto es teóricamente plausible, se necesita más investigación para comprender las vías metabólicas que se utilizan durante los partidos de voleibol femenino.

Acondicionamiento físico para el Voleibol

El uso de datos de los estudios de rendimiento en la cancha y de experimentos que examinaron los métodos para la mejora de variables fisiológicas puede permitir a los entrenadores y preparadores físicos crear programas útiles de acondicionamiento físico. Aunque conceptualmente una revisión de los programas de acondicionamiento físico en el voleibol está más allá del alcance de este artículo, una breve reseña al mismo se justifica. La revisión reciente por Hedrick (14) sugirió que un programa de entrenamiento de alto nivel de rendimiento en el voleibol debe ser específico para las necesidades de voleibol. El ejercicio debe ser sobre la base de los movimientos que se realizarán durante el juego. Por ejemplo, los movimientos laterales se realiza a menudo en el voleibol, mientras que la mayoría de los ejercicios de fuerza se ejecutan en el plano sagital, por lo tanto, los entrenadores deben incluir ejercicios tales como las sentadillas laterales y las estocadas laterales en los programas de entrenamiento. Los ejercicios pliométricos, tales como saltos al lateral cajón y saltos con rebotes laterales, también deben ser incluidos. Además, el entrenamiento con mancuernas debería ser

considerado como una parte importante del programa de acondicionamiento físico, ya que mejora el equilibrio y el control del cuerpo. Además, la fuerza de la musculatura del core, del tronco y de los miembros superiores es esencial porque el juego requiere de movimientos tales como correr, girar, y saltar, que puede crear fuerzas enormes sobre la espalda. Por lo general, los ejercicios de tronco se realizan en posición supina. En el voleibol, basado en el principio de especificidad, algunos de los ejercicios se deberían realizar de pie.

Un tronco fuerte debe ir acompañado de una fuerte parte superior de cuerpo. Una parte superior del cuerpo fuerte permitirá un mayor pico de velocidad en el ataque, una mejora del VJ y ayudará a prevenir lesiones en la musculatura de la articulación del hombro. Por último, el entrenamiento debería apuntar a mejorar el VJ, porque es uno de los aspectos más importantes del juego. Hedrick (15), presentó un programa de preparación física completamente detallado basado en los principios mencionados.

Problemas metodológicos y de medición

Con base en los estudios revisados que se ocupan de los atributos físicos, fisiológicos, y actuaciones en la cancha de las jugadoras de voleibol, se discuten tres problemas metodológicos y de medición. (A) La falta de estudios mediante un análisis de tiempo-movimiento. En sólo dos estudios (7,19) los datos de los aspectos fisiológicos de voleibol femenino fueron obtenidos durante los partidos reales. Información sobre las acciones que las jugadoras realmente realizan durante el juego, tales como la número de saltos de bloqueo y ataque, son cruciales en el desarrollo de programas de entrenamiento adecuados. Como en otros juegos de pelota (por ejemplo, baloncesto [36]), se requieren más estudios sobre la recopilación de datos de acciones que acontecen en la cancha. Una sistemática observación de las principales acciones demostradas por las jugadoras voleibol durante los juegos deben ser llevadas a cabo cuidadosamente, así como también un análisis en profundidad de la performance en el juego. Mediante la comprensión de las demandas fisiológicas de las jugadoras de voleibol durante un partido, los entrenadores y preparadores físicos pueden planificar sus programas de entrenamiento, igualando las necesidades específicas de cada jugador. (B) La falta de estudios experimentales. En las últimas revisiones de estudios observacionales y experimentales sobre atributos físicos y características fisiológicas (36) y el VJ (37) de los jugadores de baloncesto femenino y masculino, se argumentó que se deberían alentar a la aplicación más estudios sobre los programas de entrenamiento para la mejora de la agilidad, la velocidad, la fuerza y la potencia, con al menos, un grupo experimental y un grupo control. Esta observación también se puede hacer sobre la base de la revisión actual sobre las jugadoras de voleibol. Sólo 4 estudios se encontraron en donde se examina la contribución de un programa de entrenamiento de la fuerza para los parámetros de fuerza (10,13,23,31). Se necesitan más estudios multigrupo para comparar la eficacia de los diferentes programas de fuerza y acondicionamiento físico que se les imparte a las jugadoras de voleibol. El conocimiento que surgiera de estos estudios ayudará a los entrenadores a evaluar la contribución de diferentes programas para el desarrollo de sus jugadoras y ayudará a ajustar mejor el programa a las necesidades específicas de cada jugadora. (C) El uso de múltiples protocolos de evaluación. Se utilizaron varias pruebas que examinan los aspectos fisiológicos de las jugadoras en los estudios revisados, entre ellos test de agilidad, velocidad y VJ. Para comparar los datos de estudios diferentes, es esencial conocer el protocolo específico de la prueba y sus instrumentos de medición. Además, las normas establecidas sobre la base de los resultados de una prueba física

no se puede utilizar para evaluar los resultados obtenidos en otro test. Por lo tanto, se debería realizar una selección cuidadosa del protocolo del test y el instrumento de medición. Por ejemplo, si el objetivo del investigador es estudiar la capacidad de salto de las jugadoras en el ataque, se debería seleccionar un test que permita tener una carrera de aproximación y la utilización de los brazos. En este caso, la prueba debería imitar la acción del jugador mientras salta en un juego real.

Aplicaciones prácticas

Con base en los estudios revisados, tres implicaciones prácticas son sugeridas para los entrenadores y preparadores físicos de voleibol femenino. (A) La cantidad de entrenamiento debe ser cuidadosamente monitorizados cuando se planifican programas entrenamiento de la fuerza y acondicionamiento físico. Para lograr un alto nivel de competencia en el voleibol, se requiere un equilibrio adecuado entre el volumen y la intensidad de entrenamiento, y períodos adecuados de descanso entre las sesiones de entrenamiento. Si no existe un equilibrio correcto entre el volumen, la intensidad y la frecuencia de entrenamiento, puede ocurrir en una sobreexigencia que conlleva al sobreentrenamiento. Aunque la extralimitación funcional puede conducir a un aumento eventual del rendimiento, tanto la extralimitación no funcional y el sobreentrenamiento pueden conducir a una disminución del rendimiento por periodos cortos y largos de tiempo. Un diagnóstico diferencial entre la extralimitación funcional y el sobreentrenamiento es difícil y depende de los resultados clínicos. Sin embargo, un término clave en el reconocimiento de sobreentrenamiento es un "mala adaptación prolongada" del atleta y de varios mecanismos biológicos de regulación (24). El sobreentrenamiento es también caracterizado por una disminución del rendimiento, aumento de la fatiga, y el estrés (34), por lo tanto mantener el equilibrio entre el entrenamiento y la recuperación es esencial en la supervisión actividades de las jugadoras durante el programa anual de entrenamiento (ver una revisión por Meeusen et al. sobre fatiga aguda y el sobreentrenamiento [24]). (B) El programa de

entrenamiento voleibol debe incluir ejercicios de tipo balístico y/o entrenamiento pliométrico. Como se ha indicado en la revisión actual, el entrenamiento de fuerza tradicional no es suficiente para mejorar el rendimiento de las jugadoras de voleibol femenino, especialmente en aquellas acciones que comprenden el VJ (salto de bloqueo, ataque y saque). Por lo tanto, el tipo de entrenamiento de fuerza explosiva y de entrenamiento pliométrico, en particular, deben ser incluidos en los programas de entrenamiento (c) se debe considerar, al planificar los programas de entrenamiento, la prevención de las lesiones. Por ejemplo, como se sugiere por Marques et al. (23), las jugadoras inexpertas deben evitar el entrenamiento de saltos con cargas pesadas y deben centrarse en aumentar la fuerza y mejorar la técnica de salto. Sólo después de una fuerte base de entrenamiento de la fuerza se debería comenzar con el entrenamiento balístico. En otro ejemplo, la tendinopatía rotuliana (es decir, la rodilla de saltador) es una lesión que puede ser causada por un aumento en el volumen del entrenamiento del salto y se produce con mayor frecuencia cuando los atletas practican sobre superficies duras(29). Por lo tanto, el tipo de superficie sobre la que entrenan los atletas es de considerable importancia.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Dinah Olswang por su asistencia editorial durante la preparación de este manuscrito. No se utilizaron fuentes de financiación en la preparación de esta revisión. Los autores no tienen conflictos de interés que son directamente relacionados con el contenido de esta revisión.

REFERENCIAS

1. Alfredson, H, Pietila, T, and Lorentzon, R (1998). Concentric and eccentric shoulder and elbow muscle strength in female volleyball players and non-active females. *Scand J Med Sci Sports* 8: 265-270
2. Amasay, T (2008). Static block jump techniques in volleyball: Upright versus squat starting positions. *J Strength Cond Res* 22: 1242-1248
3. Barnes, JL, Schilling, BK, Falvo, MJ, Weiss, LW, Creasy, AK, and Fry, AC (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *J Strength Cond Res* 21: 1192-1196
4. Bayios, IA, Bergeles, NK, Apostolidis, NG, Noutsos, KS, and Koskolou, MD (2006). Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *J Sports Med Phys Fitness* 46: 271-280
5. Cardinale, M and Lim, J (2003). Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *J Strength Cond Res* 17: 621-624
6. Coutts, KD (1976). Leg power and Canadian female volleyball players. *Res Q* 47: 332-335
7. Fardy, PS, Hritz, MG, and Hellerstein, HK (1976). Cardiac responses during women's intercollegiate volleyball and physical fitness changes from a season of competition. *J Sports Med Phys Fitness* 16: 291-300
8. Ferris, DP, Signorile, JF, and Caruso, JF (1995). The relationship between physical and physiological variables and volleyball spiking velocity. *J Strength Cond Res* 9: 32-36
9. Fleck, SJ, Case, S, Puhl, J, and Van Handle, P (1985). Physical and physiological characteristics of elite women volleyball players. *Can J Appl Sport Sci* 10: 122-126
10. Fry, AC, Kraemer, WJ, Weseman, CA, Conroy, BP, Gordon, SE, Hoffman, JR, and Maresh, CM (1991). The effects of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in women's intercollegiate volleyball. *J Appl Sport Sci Res* 5: 174-181
11. Gladden, LB and Colacino, D (1978). Characteristics of volleyball players and success in a national tournament. *J Sports Med Phys Fitness* 18: 57-64
12. Gualdi-Russo, E and Zaccagni, L (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness* 41: 256-262
13. Hakkinen, K (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *J Sports Med Phys Fitness* 33: 223-232
14. Hedrick, A (2007). Training for high level performance in women's collegiate volleyball: Part I training requirements. *Strength Cond J* 29: 50-53
15. Hedrick, A (2008). Training for high level performance in women's collegiate volleyball: Part II training program. *Strength Cond J* 30: 12-21
16. Hosler, WW, Morrow, JR Jr, and Jackson, AS (1978). Strength, anthropometric, and speed characteristics of college women volleyball players. *Res Q* 49: 385-388
17. Johnson, GO, Nebelsick-Gullett, LJ, Thorland, WG, and Housh, TJ (1989). The effect of a competitive season on the body composition of university female athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 29: 314-320
18. Kraemer, WJ, Bush, JA, Bauer, JA, Triplett-McBride, NT, Paxton, NJ, Clemson, A, Koziris, LP, Mangino, LC, Fry, AC, and Newton, RU (1996). Influence of compression garments on vertical jump performance in NCAA division I volleyball players. *J Strength Cond Res* 10: 180-183
19. Kunstlinger, U, Ludwig, HG, and Stegemann, J (1987). Metabolic changes during volleyball matches. *Int J Sports Med* 8: 315-322
20. Lawson, BR, Stephens, TM, Devoe, DE, and Reiser, RF (2006). Lower extremity bilateral differences during step-close and no-step

- countermovement jumps with concern for gender. *J Strength Cond Res* 20: 608-619
21. Malousaris, GG, Bergeles, NK, Barzouka, KG, Bayios, IA, Nassis, GP, and Koskolou, MD (2008). Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *J Sci Med Sport* 11: 337-344
 22. Marey, S, Boleach, LW, Mayhew, JL, and McDole, S (1991). Determination of player potential in volleyball: Coaches' rating versus game performance. *J Sports Med Phys Fitness* 31: 161-164
 23. Marques, MC, Tillaar, R, Vescovi, JD, and Gonzalez-Badillo, JJ (2008). Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: A case study. *J Strength Cond Res* 22: 1147-1155
 24. Meeusen, R, Duclos, M, Gleeson, M, Rietjens, G, Steinacker, J, and Urhausen, A (2006). Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. *Eur J Sport Sci* 6: 1-14
 25. Morrow, JR Jr, Hosler, WW, and Nelson, JK (1980). A comparison of women intercollegiate basketball players, volleyball players and nonathletes. *J Sports Med Phys Fitness* 20: 435-440
 26. Morrow, JR Jr, Jackson, AS, Hosler, WW, and Kachurik, JK (1979). The importance of strength, speed, and body size for team success in women's intercollegiate volleyball. *Res Q* 50: 429-437
 27. Nesser, TW and Demchak, TJ (2007). Variations of preseason conditioning on volleyball performance. *J Exerc Phys Online* 10: 35-42
 28. Newton, RU, Rogers, RA, Volek, JS, Hakkinen, K, and Kraemer, WJ (2006). Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *J Strength Cond Res* 20: 955-961
 29. Reeser, JC, Verhagen, E, Briner, WW, Askeland, TI, and Bahr, R (2006). Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *Br J Sports Med* 40: 594-600; discussion 599-600
 30. Sheppard, JM, Gabbett, T, Kristie-Lee, T, Dorman, J, Lebedew, AJ, and Borgeaurd, R (2007). Development of repeated-effort test for elite men's volleyball. *Int J Sports Physiol Perf* 2: 292-304
 31. Smith, DJ, Stokes, S, and Kilb, B (1987). Effects of resistance training on isokinetic and volleyball performance measures. *J Appl Sport Sci Res* 1: 42-44
 32. Spence, DW, Disch, JG, Fred, HL, and Coleman, AE (1980). Descriptive profiles of highly skilled women volleyball players. *Med Sci Sports Exerc* 12: 299-302
 33. Stech, M and Smulsky, V (2007). The estimation criteria of jump actions of high performance female volleyball players. *Res Yearbook* 13: 77-81
 34. Urhausen, A, Gabriel, H, and Kindermann, W (1995). Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Med* 20: 251-276
 35. Wnorowski, K (2007). Relations between technical-tactical competence and speed-force skills in women volleyball players. *Res Yearbook* 13: 226-229
 36. Ziv, G and Lidor, R (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court Performances, and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med* 39: 547-568
 37. Ziv, G and Lidor, R (2009). Vertical jump in female and male basketball players—A review of observational and experimental studies. *J Sci Med Sport* doi:10.1016/j.jsams. 02.009

Cita Original

Lidor, R y Ziv, G. Características físicas y fisiológicas de jugadoras de voleibol. Un trabajo de revisión. *J Strength Cond Res*. 24 (7): 1963-1973, 2010.