



*Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2015; Vol. 10, Núm. 1*

**ISSN: 1728-922X**

Artículo Original

**Evaluación de la potencia anaeróbica con métodos dinámicos e isocinéticos en voleibolistas venezolanas, preparación especial (II)**

**Evaluation of anaerobic power with dynamic and isokinetic in Venezuelan volleyball methods, special training**

Manuel Miranda Cruz\*, Bepsi Concepción Collazo Garay\*\*, Marelía Guillén\*\*\*, Evelina Almenares Pujadas\*\*\*\*, Iscel González \*\*\*\*\*, Coralia Castillo\*\*\*\*\*.

[maria.evelina@inder.gob.cu](mailto:maria.evelina@inder.gob.cu)

\*MsC Control Médico del entrenamiento deportivo.

\*\*Especialista en Medicina del Deporte. Profesora Auxiliar.

\*\*\*DrCs. Especialista en Medicina del Deporte.

\*\*\*\*DrCs. Especialista en Medicina del Deporte. Profesora Auxiliar

\*\*\*\*\*Especialista TECE, S.A. Profesor Instructor.

\*\*\*\*\*Técnica en Neurofisiología.

## **RESUMEN**

En la presente investigación se realizó un estudio retrospectivo transversal, de tipo no experimental, de panel, descriptivo y analítico, con el propósito de evaluar la potencia anaeróbica por dos métodos diferentes en voleibolistas femeninas nacionales al final de la etapa de preparación especial. Se seleccionó una muestra no probabilística e intencional, que estuvo conformada por las 14 atletas integrantes de la selección femenina de voleibol de Venezuela de la categoría nacional. Se llevó a cabo un estudio de la potencia anaeróbica por medios dinámicos (el test de saltabilidad de Carmelo Bosco) e isocinéticos, dinamometría, en el periodo de preparación especial del macrociclo de entrenamiento para evaluar los valores de estos indicadores en las deportistas estudiadas. Se determinó la posible relación entre las variables obtenidas por dichos métodos de estudio. Los indicadores obtenidos fueron procesados con el empleo del paquete estadístico SPSS PCV 17, se realizaron estadísticas descriptivas

media y desviación y estudio de correlación con el método de Spearman para comprobar si existía o no asociación entre las variables objeto de estudio por ambos métodos.

Palabras claves: Potencia anaeróbica, dinamometría isocinética, saltabilidad.

## **ABSTRACT**

In this research a transversal retrospective, not experimental, panel, descriptive and analytical, with the aim of assessing anaerobic power by two different methods in national women volleyball players at the end of the stage of special preparation is performed. A non-probabilistic intentional sample, which consisted of 14 members athletes women's volleyball team of Venezuela in the national category was selected. A study of anaerobic power for dynamic means Carmelo Bosco jumping test and isokinetic, dynamometry, in the period of special preparation of training macrocycle to evaluate the values of these indicators in the athletes studied was performed. The possible relationship between the variables obtained by these methods study found. The indicators were processed with the use of SPSS PCV 17, average deviation and descriptive statistics and correlation analysis were performed using the Spearman method to check whether there was an association between the variables studied by both methods.

Keywords: anaerobic power, isokinetic dynamometry, jumping test

## INTRODUCCION

Los países que están dentro de la élite del Voleibol, tienen hoy dentro de sus tareas principales la confección de controles específicos que cada vez se acerquen más a las realidades de la actividad competitiva, teniendo en cuenta el perfeccionamiento constante debido a la dinámica y tendencias de la actividad competitiva. (11, 12,13)

El rendimiento en la prueba de salto vertical ha sido estudiado por investigadores durante décadas. En la literatura técnica y científica encontramos distintas formas de evaluar la capacidad de salto. Hace más de un siglo, Marey y Demeney en 1885 analizaron el comportamiento muscular durante una prueba de salto haciendo uso de una plataforma sensible a la fuerza vertical junto con un método fotográfico, desde ese entonces y gracias a los avances de la tecnología, se han desarrollado nuevos métodos que permiten analizar el comportamiento muscular durante el salto vertical. Podemos mencionar desde el test de Sargent en 1921, el test de Lewis en 1924, el test de Abalakov en 1938, hasta el test de Bosco, desarrollado en 1980 por Carmelo Bosco (1,2)

Los parámetros más utilizados para evaluar el rendimiento en el salto vertical son: la altura del salto, el trabajo de translación realizado, la potencia por kilogramo de masa corporal, la potencia máxima de translación por kilogramo de masa corporal y la potencia máxima total (3,4, 11)

Con el objetivo de optimizar y objetivar las mediciones de la potencia muscular durante el salto vertical, en el año 1980 Bosco creó una plataforma de saltabilidad. Actualmente, las plataformas de saltabilidad han evolucionado hasta lograr medir parámetros como tiempo de trabajo y potencia mecánica desarrollada (1, 5,7,11).

El método introducido por el fisiólogo Italiano PH D. Carmelo Bosco llamado "Test de Bosco" es una herramienta cuantitativa más para valorar las características individuales del deportista, la selección de la cualidad de salto y la potencialidad en el desarrollo de fuerza o potencia (6, 10,13).

Por otra parte la dinamometría isocinética ha ido integrándose progresivamente en el mundo de la kinesiología y la medicina deportiva, cada vez son más reconocidas sus valiosas cualidades en la evaluación y el tratamiento del músculo esquelético (6,15, 14)

La dinamometría isocinética es la técnica que estudia la fuerza muscular ejercida dinámicamente, en un rango de movimiento determinado y a una velocidad constante y programable (1, 2,3,8). Representa uno de los métodos más objetivos de cuantificación de la fuerza muscular humana en condiciones dinámicas, habiéndose demostrado en numerosas publicaciones la fiabilidad, validez y reproducibilidad de las variables obtenidas, por lo que cada vez se utiliza con más frecuencia en la clínica (4, 9,15).

El ejercicio isocinético puede ser utilizado para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar una fuerza o momento torsional y como una modalidad de ejercicio para restablecer el nivel de fuerza tras una lesión o, simplemente, como entrenamiento. (5, 6,10). Los isocinéticos tienen dos posibilidades de uso: la primera como una máquina de musculación, sofisticada y versátil, que en manos de fisioterapeutas sirve para ayudar y mejorar la rehabilitación de lesiones articulares. La segunda posibilidad es la de ser un instrumento preciso para la evaluación de la función muscular y valoración articular.

Estas dos modalidades tienen aplicación en el deportista y en la rehabilitación de lesiones del aparato locomotor, ya que se ha comprobado que la introducción de ejercicios isocinéticos acorta el tiempo de recuperación de determinadas lesiones y esto es importantísimo en el deporte moderno, por otro lado, la identificación de posibles alteraciones puede servir para la prevención de lesiones y actuación precoz ante alteraciones musculares (9, 7,10)

La presente investigación se enmarca dentro de las líneas del Control Biomédico del Entrenamiento Deportivo y el rendimiento en los diferentes deportes y categorías, nos proponemos evaluar la Potencia anaeróbica por métodos dinámicos e isocinéticos en voleibolistas femeninas nacionales en preparación especial.

## **METODOLOGÍA**

Características del estudio.

Se realizó un estudio retrospectivo y longitudinal, de tipo no experimental, de panel, descriptivo y analítico.

Universo.

Se seleccionó una muestra no probabilística e intencional, la cual estuvo conformada por los 14 atletas integrantes de la selección femenina de voleibol de Venezuela.

Las deportistas del presente estudio son atletas jóvenes con una edad promedio 16,1 y desviación de 1,7 años.

Diseño experimental:

Metodología seguida en la realización del test de saltabilidad de Bosco

Se les informó a los atletas en todos los casos la naturaleza de la prueba y la importancia que tiene la búsqueda del mejor desempeño para la evaluación correcta de cada variable. Se controló la temperatura ambiental y el descanso de los atletas, ya que los mismos no debían realizar ejercicios antes del inicio de la prueba. Se escogieron las primeras horas de la mañana en todos los casos para la realización del test. Se conoce que las correlaciones test- retest en el test de Bosco han dado  $r=0.94-0.97$ . (15)

Se utilizó una alfombra conductiva o plataforma de saltos( Ergojump). La alfombra conductiva o capacitiva se conecta a un sistema de cronometraje electrónico, microprocesador, ordenador, cronómetro, etc., que se acciona automáticamente por el sujeto al saltar, en el momento del despegue abre el circuito y al momento en que los pies tocan el terreno en aterrizaje, cierra el circuito. Esta información se envía al puerto paralelo LPT1 de la computadora por medio de un cable DB25.

Se utilizan funciones matemáticas para determinar el tiempo de vuelo del individuo, con los datos que llegan al puerto. Se utilizó una computadora compatible con el sistema para llevar a cabo la evaluación. Se emplean modelos matemáticos y procedimientos

biomecánicos para calcular el tiempo total de contacto, el de trabajo positivo, así como el de trabajo negativo o excéntrico. (8, 13)

Para la realización de la prueba de saltabilidad de Bosco fue necesario un calentamiento previo a la prueba. El período de recuperación estuvo dado por la rotación de los atletas durante la realización de la prueba, suficiente para la recuperación de los sistemas energéticos involucrados en la actividad.

Metodología seguida en la realización del test de isocinético.

Para el estudio isocinético se utilizó un equipo dinamómetro isocinéticopluriarticular Prima DOC, de la firma TECE, S.A. compuesto por dos unidades separadas:

Unidad A: Compuesta por computadora e impresora sobre un mueble con ruedas

Unidad B: Compuesta por asiento, ejecutor, serie de palancas y conexiones.

Ambas unidades están unidas entre ellas a través de un cable que permite la transmisión bidireccional de datos

La unidad B puede ser configurada según los segmentos que se deseen realizar, los tipos de ejercicios y los modos de funcionamiento. En este caso el segmento que se utilizará es la rodilla, ejercicios isocinéticos y el test como modo de funcionamiento ya que se utiliza para la evaluación del segmento en examen

El primaDOC utiliza un freno hidráulico para mejorar la fluidez del movimiento asegurando al mismo tiempo la completa seguridad del paciente. El freno dinamométrico está integrado en la estructura de soporte de la silla para reducir al mínimo las dimensiones de la unidad.

Para la evaluación isocinética se recoge información personal en el equipo:

Datos generales: deporte, edad, sexo, miembro dominante, peso (Kg)

Datos del ejercicio: articulación que se evalúa, posición en el equipo, la distancia espaldera tobillera que depende de la talla del sujeto, ángulo espaldera, ángulo de espaldera y de eje (en grados), que se mide con un goniómetro y se le introduce al equipo como parte de la información. se selecciona la velocidad angular de trabajo y el

número de repeticiones que se evaluarán lo que está determinado en el protocolo de evaluación que se seleccionó.

Datos que se obtienen con el test:

- Velocidad angular:  $\pi/4$  x segundos. Se expresa en radianes por segundo
- Máximo del momento de fuerza para los músculos extensores (Tqe) y flexores (Tqf)
- Ángulo del momento máximo de fuerza (0/s)
- Trabajo máximo y medio por cada repetición
- Trabajo total (W)
- Relación entre los músculos flexores y extensores ( $Tqf*100/Tqe$ )

Se les dieron instrucciones completas y claras a las deportistas. Se les explica que el dinamómetro solo reacciona al esfuerzo aplicado y se les animó a realizar las ejecuciones siempre de la misma forma, mantener la velocidad de trabajo solicitada por el equipo

La evaluación fue realizada por personal especializado con experiencia en este trabajo y se cumplieron las condiciones orientadas por el fabricante, las evaluaciones se realizaron a 90 y 180 grados /seg y se realizaron cinco repeticiones a 90 grados y 20 repeticiones a 180 grados. Se evalúan ambas rodillas y se toma la media de ambas mediciones para evaluar torque, potencia y trabajo tanto a 90 como a 180 grados de flexión y extensión en las siete deportistas evaluadas.

Técnicas de análisis de datos.

Para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación se realizó el procesamiento estadístico de los datos con el paquete SPSS-PC versión 17.5 en microcomputadora personal modelo PENTIUM IV.

Se realizaron estadísticas descriptivas para cada indicador, media y desviación estándar. Se analizaron las diferencias existentes entre los deportistas según etapas de estudio y sus posiciones de juego tanto en lo que se refiere a las variables de saltabilidad como a las variables de la evaluación isocinética de la fuerza con el test no

paramétricodeWilconson. Se aplicó la correlación de Spearman como una medida de la correlación (la asociación o interdependencia) entre dos variables aleatorias continuas, para dar cumplimiento al objetivo propuesto de relacionar las variables del test de saltabilidad con las variables isocinéticas. Se fijó un nivel de significación estadística para dichas pruebas de  $p \leq 0,05$

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Al analizar el comportamiento de la variable salto con ayuda de los brazos (SCAB) en las deportistas venezolanas según las diferentes posiciones de juego, Cuadro 1, se evidencia una mejor prestación en la jugadora que ocupa la posición de opuesto con 49.4cm y seguidamente el mejor resultado es para las armadoras con una Media y Desviación Estándar de 48 cm  $\pm$  0,78 mientras en las deportistas que ocupan la posición de centrales tienen la menor elevación durante este salto con 42,0  $\pm$  04,10. Siendo la media del grupo de 47 cm.

Existen numerosos estudios que tratan de probar con que sistema de entrenamiento se pueden lograr mejores resultados en este tipo de test. En un estudio, se encontraron diferencias significativas en la altura del salto vertical entre dos grupos de jugadores de voleibol masculinos de elite, con mejores resultados en el test de saltabilidad de Bosco, para un grupo que entrenó, durante 8 semanas, realizando, además de otros ejercicios, 2 series de 6 repeticiones de saltos desde media sentadilla con el 30% de 1RM en sentadilla, otras 2 con el 60% y otras 2 con el 80%, en comparación con otro grupo que en lugar de los saltos desde media sentadilla realizaban 3 series de sentadillas y 3 de prensa de piernas de 6RM, (2, 6, 9,11).

En un estudio similar se observó, que el entrenamiento de sobrecarga a baja velocidad producía un mayor incremento en el salto vertical que el entrenamiento de sobrecarga a alta velocidad, aunque la inexperiencia de los sujetos del estudio antes mencionado en el entrenamiento con sobrecarga pudo influir en los resultados (15).

Cuadro 1: Comportamiento del Salto con Ayuda de los Brazos (SCAB) al final de la preparación especial por posiciones de juego.

POSICIÓN	SCAB (cm)	
	M	DE
Armadoras n= 4	48.0	0.78
Auxiliar n=4	46.9	1.16
Centrales n=3	42	4.10
Opuesto n= 1	49.4	–
Líbero n=2	47.0	0.16
Total n=14	47.0	2.6

Fuente: Test de evaluación realizado a las voleibolistas femeninas de la selección nacional.

En un estudio en el que se cuantificaron la cantidad y los tipos de saltos que realizan las jugadoras de voleibol durante un partido. Los saltos fueron clasificados en saltos de bloqueo, de remate y otros (de saque, de defensa, o de armado). Se tuvieron en cuenta los puestos de juego y los sets disputados. Los resultados muestran que se realizan 78 saltos por set, divididos en 39 saltos de bloqueo, 28 de remate, y 12 saltos de otros tipos. En la referida investigación la jugadora opuesta fue la que más saltó por set (17), seguida por las centrales (14), las puntas (13) y la armadora (7). La opuesta realizó los siguientes saltos por set: 6 de bloqueo, 8 de remate y 4 de otros saltos. Las centrales ejecutaron 10 saltos de bloqueo y 3 saltos de remate. Las puntas, hicieron 4 saltos de bloqueo, 7 de remate y 2 de otros saltos. La armadora, 4 saltos de bloqueo y 2 saltos en otras situaciones. (38,39). En la presente investigación al analizar la prestación en el SCAB coincide que la jugadora opuesta es la que tiene mayor altura en el salto seguida por la armadora y la libero.

relacionados con los roles, en la presente investigación es coincidente que la jugadora opuesta fue la de mejor desempeño en la modalidad de salto con ayuda de los brazos en este caso seguida por armadoras y libero.

En cuanto al comportamiento de la modalidad de SSAB, como puede apreciarse (Cuadro 2), la muestra estudiada de voleibolistas venezolanas del sexo femenino tenían una media de 37.0 cm y la desviación estándar es de 3,0 mientras en estudios de deportistas femeninas de otros países de este deporte tienen resultados superiores al del presente estudio. Se evidencia un aumento significativo en las voleibolistas que ocupan las posiciones de opuesto seguidas por líberos y armadoras con Media y Desviación Estándar de 37 cm  $\pm$  3,0. A pesar de que dentro del juego tanto las armadoras como auxiliares y centrales son las que requieren un mayor desarrollo de acciones explosivas repetidas, mientras que el libero es un jugador con características especiales que se destacan por su pensamiento y preparación técnico táctica, poseen menos estatura pero con un excelente dominio de los pases, por lo que otras posiciones dentro del juego son las que deben destacar más las acciones anaeróbicas alactácidas (12, 14).

Es probable que los resultados de la saltabilidad estén directamente  
 Cuadro 2: Comportamiento del Salto sin Ayuda de los Brazos (SSAB) al final de la preparación especial por posiciones de juego.

POSICIÓN	SSAB ( cm)	
	M	DE
Armadoras n= 4	38	1.26
Auxiliar n=4	37.8	2.46
Centrales n=3	32.8	3.01
Opuesto n= 1	39.4	–
Líbero n=2	38.9	1.84
Total n=12	37.0	3.0

Fuente: Test de evaluación realizado a las voleibolistas femeninas de la selección nacional.

Las voleibolistas de la presente investigación tuvieron resultados superiores a las deportistas argentinas, solo uno de los equipos del estudio tiene una media en el SSAB de 39 cm , superior a la del presente estudio que fue de 37 cm. (13,15)

Como puede apreciarse en el Cuadro 3, en el salto de posición de cuclillas (SDPC) hay un incremento significativo en la jugadora opuesto con 36.1 cm, le sigue las libero (2 atletas) 34,8 cm. y las armadoras (4 atletas) con 33 com. Con relación al grupo de voleibolistas el SDPC tuvo Media y desviación Estándar de 32,4± 3,0. En esta etapa final de preparación especial, las deportistas opuestas requieren de mayor fuerza contráctil, esta cualidad resulta determinante para la ejecución deportiva ya que suelen ser los jugadores con la capacidad de reacción más rápida y una buena técnica en el pase y por las reglas del juego, nunca juegan en la ned. La menor altura la desarrollaron en el SSAB las jugadoras centrales, las deportistas que juegan esta posición son las de mayor estatura y menor saltabilidad,

preparación especial por posiciones de juego.

POSICIÓN	SDPC ( cm)	
	M	DE
Armadoras n= 4	33.0	1.34
Auxiliar n=4	32.7	2.65
Centrales n=3	28.6	2.54
Opuesto n= 1	36.1	–
Líbero n=2	34.8	1.84
Total n=12	32.4	3.0

Fuente: Test de evaluación realizado a las voleibolistas femeninas de la selección nacional.

En un estudio realizado a 765 deportistas de alto nivel con el objetivo de evaluar la potencia anaeróbica se obtuvo una media para el SDPC o SJ de de  $33.00 \pm 6.41$ , esta media fue más alta para el sexo masculino siendo de  $34.49 \pm 5.13$  que para el sexo femenino  $26.31 \pm 4.47$ . Al reflejar este valor, podríamos decir que el componente explosivo fue mucho menor en las mujeres que en los varones. Lo que también se ha comprobado por otros autores al analizar las diferencias genéricas. (13) Los deportistas de nuestro estudio muestran resultados muy superiores a la investigación antes analizada aunque no sobrepasan los valores referenciados para el sexo masculino. (13)

En el caso del cuádriceps femoral, la tensión máxima se produce cuando el ángulo de la rodilla alcanza aproximadamente los 120-135° (el ángulo es de 180° cuando la pierna se encuentra totalmente extendida). En este momento es que el músculo puede disponer de la mejor palanca; por el contrario, la fuerza de la palanca será la mínima para el músculo cuando la pierna se encuentre tanto en posición extendida como

Cuadro 3: Comportamiento del Salto desde posición de cuclillas (SDPC) al final de la totalmente flexionada. Por consiguiente, el peso máximo que se puede levantar se reduce al que puede levantarse en el punto más débil (en este caso será la posición de salida en flexión, formando la rodilla un ángulo de 90°). Esa es precisamente la posición de salida para el SDPC en el test de saltabilidad de Bosco. (4, 11,12)

El comportamiento de la coordinación en las deportistas estudiadas por posiciones, evidencia valores superiores en las armadoras y auxiliares seguidas por la deportista que juega la posición de opuesto, con una Media y Desviación estándar al final de la preparación física especial de  $9,7 \pm 1,9$  para todo el equipo.( Cuadro 4)

Cuadro 4: Comportamiento de la Coordinación (SCAB- SSAB) al final de la preparación especial por posiciones de juego.

POSICIÓN	COORDINACION (cm)	
	M	DE
Armadoras n= 4	10.7	0.54
Auxiliar n=4	10.2	3.19
Centrales n=3	8.8	1.16
Opuesto n= 1	9.2	—
Líbero n=2	8.1	1.68
Total n=12	9.7	1.9

Fuente: Test de evaluación realizado a las voleibolistas femeninas de la selección nacional.

En un estudio de la saltabilidad realizado a 645 deportistas de alto nivel pertenecientes a 13 deportes diferentes con una composición de la muestra de 458 varones y 187 mujeres por medio del test de Bosco, de diferentes nacionalidades, se

pudo constatar que en cuanto a la coordinación (SCAB - SSAB), se obtuvo una media de 13.5cm con desviación estándar de 4.7 mayores para el sexo masculino y de 10.6cm con desviación estándar de 3.5 para el sexo femenino, superiores a los valores obtenidos en el presente estudio (9). Se tienen como referencia valores de más de 10 para este deporte en los estudios consultados por lo que este resultado no es muy favorable para la etapa final de la preparación física especial (3, 4,7)

Cuadro 5: Comportamiento del Componente Elástico (CELAS) al final de la preparación especial por posiciones de juego.

POSICIÓN	CELAS (cm)	
	M	DE
Armadoras n= 4	5.0	0.18
Auxiliar n=4	5.0	0.48
Centrales N=3	4.3	0.67
Opuesto n= 1	4.1	–
Líbero N=2	4.1	0.0
Total N=12	4.7	0.6

Fuente: Test de evaluación realizado a las voleibolistas femeninas nacionales.

El Cuadro 5 muestra el comportamiento del componente elástico de la fuerza al final de la preparación especial, como puede apreciarse las armadoras y auxiliares tienen la mejor contribución de la elasticidad muscular y la Media y Desviación Estándar del equipo fue de  $4,7 \pm 0,6$ .cm.

Comopuede apreciarse en el Cuadro 5 al final de la preparación especial a pesar de que en todas las posiciones de juego el CELAS fue superior a 4.0 cm, lo que se considera adecuado para el deporte y la especialidad que practican, pudieran aumentar

estos valores realizando trabajo pliométrico. En el juego de voleibol cuando una jugadora desempeña un salto vertical, el movimiento inicial es descendente y existe un estiramiento o pre-strech del cuádriceps. Este movimiento descendente sirve para almacenar energía elástica que será liberada por el músculo cuando se acorte el salto (5,12, 13)

La valoración isocinética es el método de elección para la valoración de la función muscular excéntrica ya que permite examinar variables tales como el torque pico y la potencia a diferentes velocidades a través de todo el rango de movimiento. Sin embargo, la valoración isocinética establece la velocidad de movimiento a una tasa constante, lo cual es diferente de los movimientos que se realizan en los deportes y en las actividades cotidianas (1,8,12). Por otra parte los dinamómetros isocinéticos comúnmente se utilizan para la valoración de ejercicios de cadena cinética abierta en una única articulación, lo cual puede constituir una limitación en la valoración funcional, ya que la mayoría de los movimientos deportivos son movimientos multiarticulares de cadena cerrada (3, 7,12)

En la presente investigación al analizar el Torque, sea este en flexión o en extensión se aprecia una tendencia generalizada a la disminución de los valores a medida que aumenta la velocidad angular. El Torque en extensión mostró valores absolutos más elevados que el torque en flexión tanto a 90 como a 180 grados por segundo. (Cuadro 6)

A simple vista la estadística descriptiva revela similitudes entre ambos miembros (derecho e izquierdo) si se comparan los valores del arco en cada punto y considerando el valor promedio y la Desviación Estándar, los valores de miembro inferior izquierdo fueron ligeramente superiores a los del derecho, lo que resulta adecuado para la ejecución en estas deportistas debido a que en su ejecución deben desarrollar de forma armónica ambos miembros. (5,8,13)

Como puede apreciarse en el Cuadro 6, existe una variación de los indicadores a medida que aumenta la velocidad angular, o sea a medida que los miembros inferiores se alejan del eje longitudinal del cuerpo. Al analizar el torque de los miembros inferiores este aumenta a medida que la velocidad angular disminuye y disminuye cuando

aumenta la velocidad angular y tuvo valores superiores en el lado izquierdo, lo que se corresponde con la literatura revisada. (6,15)

Cuadro 6. Estadística Descriptiva de la evaluación Isocinética en la etapa de la preparación especial del grupo de deportistas de voleibol. Velocidad angular y lado del cuerpo ejercitado.

Variables	Lado Derecho				Lado Izquierdo			
	90 <sup>0/s</sup>		180 <sup>0/s</sup>		90 <sup>0/s</sup>		180 <sup>0/s</sup>	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Tq e	115,9	41,6	84,3	25,6	124	56,5	92,3	31,2
Tq f	32,9	12,9	33,4	9,3	40,9	36,6	35,5	16,6
Pot e	159,1	128,3	139	120,6	196,3	199,8	128,7	197,3
Pot f	83,3	35,8	99,7	47,2	110,3	83	109,7	119,6
W e	86,3	19,2	122,9	86,4	69,3	49,9	37,4	40,1
W f	93,3	17,1	82	12,3	57,7	44	82,0	28,4
Tqf/Tqe	83	28,7	50,9	16,3	83,1	19,9	56,8	14,6

Fuente: Instituto de Medicina del Deporte

Tq Torque (Nm), Potencia (watt), W Trabajo (Joule), Tqf/Tqe relación entre la fuerza de los extensores y flexores.

En el Cuadro 6al analizar el comportamiento del torque en el grupo de deportistas estudiadas a 90 y 180 grados por segundo, apreciamos que el mayor valor de torque se obtuvo a 90 grados tanto en flexión como extensión. Lo que nos permite concluir que el mayor torque o momento de fuerza máxima fue a la velocidad más baja velocidad. Los valores que se registraron en las voleibolistas del presente estudio presentan gran variabilidad dentro del grupo son muy superiores a los registrados en personas no entrenadas después de un entrenamiento de 6 semanas en el equipamiento isocinético. (12)

En el Cuadro 6 se puede apreciar que a la velocidad de 180 grados por segundo las voleibolistas tienen un comportamiento similar que a 90 grados por segundos pero siempre inferiores a los resultados obtenidos a más baja velocidad. El torque o momento de fuerza máxima presenta valores superiores a los encontrados en los trabajos realizados, las voleibolistas muestran resultados acordes a su condición física, es necesario aclarar que los resultados de muchos trabajos que han servido de referencia a este estudio son fundamentalmente en deportistas lesionados y las deportistas en cuestión se encuentran libres de lesiones y han culminado su preparación especial. (9,15)

La potencia y la fuerza en extensores y flexores de uno u otro lado del cuerpo y en ambos puntos del arco de movimiento fueron similares en el presente estudio, superiores a 90 grados por segundo que a 180 grados por segundo durante la flexión y extensión debido a que a mayores velocidades de trabajo disminuye la potencia (Gráfico 7)

Los resultados obtenidos en este estudio son similares, desde el punto de vista cualitativo, a los obtenidos en la literatura especializada. Existe una gama amplia de dinamómetros isocinéticos y hemos detectado que los valores absolutos difieren significativamente entre estos como también la gama de velocidades y repeticiones empleadas. A pesar de todo esto se le ha podido dar respuesta a las interrogantes planteadas y será tarea del futuro perfeccionar este tipo de estudio para obtener resultados más profundos (9, 10, 13)

El Cuadro 7 muestra las correlaciones entre variables isocinéticas y del test de saltabilidad pudiendo apreciarse que existe una correlación positiva entre la potencia en extensión del miembro izquierdo a 90 grados por segundo y el SCAB, SSAB y el SDPC significativa para las tres modalidades de saltos, mientras que tanto la potencia del lado izquierdo en flexión a 90 grados como en extensión a 180 grados solo se correlación positivamente con el SCAB y el SSAB. Otra correlación que es de resaltar es la existente entre el Trabajo del miembro izquierdo en extensión a 180 grados con el SCAB, SSAB y SDPC.

Algunas investigaciones han estado encaminadas a explorar la relación entre el torque extensor de rodilla y la altura alcanzada en el salto vertical, con hallazgos contradictorios. Por ejemplo, se han encontrado altas correlaciones entre el torque isocinético (concéntrico y excéntrico) y el rendimiento en un tipo de salto vertical (*dropjump*), lo que sugiere que las mediciones obtenidas con el método isocinético pueden ser usadas para guiar los procesos de rehabilitación y entrenamiento. En contraposición con esto, otros autores han reportaron una correlación muy baja entre el torque extensor (cadena cinética abierta) y los resultados obtenidos en el salto vertical. Sin embargo, en ese mismo estudio se observó una alta correlación entre un ejercicio tipo *squat* (cadena cinética cerrada) y la altura alcanzada en el salto vertical (7,12).

Cuadro 7: Correlación de Spearman's entre variables isocinéticas y el test de saltabilidad.  $p(p < 0,05)$ .

Variables test de saltabilidad	Variables isocinéticas							
	Potflex 90°	MI	Potext MI 90°	Potext 180°	MI	Wjoext 180°	MI	
SCAB	0,782*		0,847*	0,847*		0,785*		
SSAB	0,800*		0,847*	0,847*		0,935**		
SDPC			0,786*			0,964**		

Algunos autores han encontrado correlaciones que van de moderadas a altas entre los torques isocinéticos de cadera, rodilla y tobillo y los parámetros de medición del salto vertical (altura y trabajo total). Ellos indican la existencia de una alta correlación múltiple entre el rendimiento del salto vertical y la combinación lineal del torque isocinético de dos o más articulaciones a distintas velocidades angulares. En concordancia con sus resultados, concluyen que las mediciones de torque en más de

una articulación podrían indicar la importancia funcional de las mediciones de fuerza muscular en la extremidad inferior (7,14).

El hallazgo de la asociación entre variables de ambos test nos permite llegar a consideraciones novedosas. Conociendo la relación directa entre los resultados del test de saltabilidad, como expresión de la erogación de fuerza y potencia durante un gesto alactácido, como es la elevación vertical durante el salto, que además es reflejo directo de la contribución de los elementos contráctiles del músculos, la elasticidad muscular y la coordinación de piernas y brazos durante el salto y el rendimiento en este deporte o performance y la asociación demostrada de estos resultados positiva significativa y altamente significativa con los indicadores del estudio isocinético, pudiera servir de base este estudio para el seguimiento de la preparación de estas deportistas. Los resultados confirman que ambos métodos permiten evaluar con un alto grado de seguridad a las deportistas de voleibol e incluso a partir de los resultados obtenidos en la evaluación isocinética evaluar la implementación de programas de rehabilitación. Ambos métodos usados e interpretados de forma adecuada pudieran usarse indistintamente y de forma complementaria para la evaluación en este deporte

## **CONCLUSIONES**

1. Los resultados obtenidos denotan de forma general que los deportistas tienen un grado de adaptación adecuado a las características metabólicas (alactácidas) del gesto predominante en el deporte que practican.
2. Las diferencias encontradas entre las deportistas se corresponden con las características de desempeño por lo que son clasificados encontrándose diferencias intragrupalas propias de la especialización por posiciones de juego lo que abre nuevas perspectivas y necesidades de investigación.
3. Quedó demostrada la presupuesta relación entre el comportamiento de las variables neuromusculares y los indicadores de la evaluación isocinética siendo positiva para la relación de los indicadores neuromusculares SCAB, SSAB, SDPC con la potencia en flexión y extensión y con el trabajo en extensión.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Antivero, E., Factores morfológicos que determinan el rendimiento en voleibol. Argentina. Editorial gentilezaScientifickinetics; 2003. p. 112-120.
2. Bosco, C., La preparación física en el Voleibol y el desarrollo de la fuerza en los deportes explosivo- balísticos. Italia, FIAV; 1985.p. 56–71.
3. Brown LE, Whitehurst M. The Effect of Short-Term Isokinetic Training on Force and Rate of Velocity Development. Journal of Strength and Conditioning Research; 2003, 17(1).p. 88–94.
4. Villa, J.; García, L. Test de salto vertical (1). Aspectos funcionales. Rendimientodeportivo.com; 2003. N.6.p.13-22
5. Aggard P, Simonsen EB, Anderson H, Magnusson SP, Bojsen MF, Dvhre PP. Antagonist muscle coactivation during isokinetic knee extension. Scand. J. Med. Sci. Sports; 2000, 10(2).p.57-62. .

6. Aquino MA. Isokinetic assessment of knee flexor/extensor muscular strength in elderly women. Rev. Hosp. Clín. Fac. Med. S. Paulo; 2002, 57 (4).p.131-134.
7. Brown LE, Whitehurst M and Findley BW. reliability of rate of velocity development and phase measures on an isokinetic device. Journal of Strength and Conditioning Research; 2005, 19(1), 189–192.
8. Bosch MA, Spottorno MP, Aguado S, Slocker A, Carrascosa J. Análisis isocinético de la flexo-extensión del codo en tenistas tecnificados de la comunidad autónoma de Madrid. Archivos de Medicina del Deporte; 2007, Volumen XXIV - N.º 121.138.
9. Cristou, M y col. Anaerobic power and short term anaerobic performance in cyprus male and female national level volleyball players. Preceding IV Congress of medicine Del deporte.Cyprus; 2005.p.131.
10. D'alessandro RL, Silveira EAP, Anjos MTS, Silva AA, Fonseca ST. Análise da associação entre a dinamometría isocinética da articulação do joelho e o salto horizontal unipodal, hop test, em atletas de voleibol. Rev Bras Med Esporte; 2005; 11(5).p.271-286.
11. Joaquin, H. y cols. Estudio de la potencia de miembros inferiores en voleibolistas élites Dominicanos. Medicina del deporte; 2007.
12. Gil, M: Valoración Isocinética de la Fuerza de la Musculatura Isquiosural. Implicaciones de su cortedad. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia; 2000.
13. Véliz, C. "Evaluación muscular isocinética del grupo flexo-extensor de rodilla". Kinesiología; 2000; 59.p.53-57.
14. Esper, A. Cantidad y Tipos de saltos que realizan los jugadores de voleibol en un partido. revista digital; Marzo 2003, N° 58. Buenos Aires, revisada online 2012. <http://www.efdeportes.com/efd58/saltab>.
15. Esper, A. Influencia de diferentes ejercitaciones realizadas durante un partido de voleibol en el mantenimiento de la saltabilidad. - Revista digital de Educación Física y Deportes, Julio 2002, N°. 50. revisada online mayo 2012. <http://www.efdeportes.com/efd50/saltab.htm>.