



**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD, LA  
ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Departamento de CC. De la Actividad Física y del  
Deporte

**Adaptaciones a un entrenamiento integrado de  
fuerza, potencia y propiocepción del tren inferior  
sobre la estabilidad y el salto vertical en baloncesto  
masculino semiprofesional**

**Autor:**

**D. Pedro Sánchez González**

**Directores:**

**Dr. D. Pedro Emilio Alcaraz Ramón**

**Dr. D. Francisco Esparza Ros**

**Murcia, Marzo de 2016**





**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD, LA  
ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Departamento de CC. De la Actividad Física y del  
Deporte

**Adaptaciones a un entrenamiento integrado de  
fuerza, potencia y propiocepción del tren inferior  
sobre la estabilidad y el salto vertical en baloncesto  
masculino semiprofesional**

**Autor:**

**D. Pedro Sánchez González**

**Directores:**

**Dr. D. Pedro Emilio Alcaraz Ramón**

**Dr. D. Francisco Esparza Ros**

**Murcia, Marzo de 2016**





**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

**AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS**  
**PARA SU PRESENTACIÓN**

El Dr. D. Pedro Emilio Alcaraz Ramón y el Dr. D. Francisco Esparza Ros como Directores<sup>(1)</sup> de la Tesis Doctoral titulada “Adaptaciones a un entrenamiento integrado de fuerza, potencia y propiocepción del tren inferior sobre la estabilidad y el salto vertical en baloncesto masculino semiprofesional” realizada por D. Pedro Sánchez González en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

**LO QUE FIRMO, PARA DAR CUMPLIMIENTO A LOS REALES DECRETOS 99/2011, 1393/2007, 56/2005 Y 778/98, EN MURCIA A 17 DE MARZO DE 2016.**

\*La realización de la siguiente Tesis Doctoral ha sido posible gracias a la subvención económica del Ministerio de Ciencia e Innovación. Programa Nacional de Proyectos de Investigación aplicada en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e innovación Tecnológica, 2008-2011. Subprograma de Investigación Aplicada Colaborativa, con Código CIT\_300000-2008



A mis padres

A Rebeca y a nuestros hijos



## I. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis padres, su paciencia, su sacrificio y la oportunidad que me brindaron de poder estudiar con una educación de calidad, enmarcada en los valores del deporte y el juego limpio, y que han hecho que hoy esté escribiendo este documento del que quiero que se sientan orgullosos. Nunca lo olvidaré.

En segundo lugar, me gustaría agradecer a mis directores de Tesis Doctoral Dr. Pedro Emilio Alcaraz Ramón y Dr. Francisco Esparza Ros, el esfuerzo tanto humano como científico, y en ese orden, que han hecho que me convierta poco a poco en una persona que quiere superarse cada día más y que ha aprendido que dando pasitos cortos, pero seguros en la vida, se puede alcanzar lo que uno se proponga. Muchas gracias por todo.

En tercer lugar a todo el personal que forman parte del Departamento de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Ucam, en especial a los Doctores de mi pasillo, Pablo Marcos, Ruperto Menayo, Pablo García, Alberto Encarnación y Alejandro Leiva, y por supuesto, a nuestro Decano y Vicedecano, Dr. D. Antonio Sánchez Pato y D. Juan Alfonso García Roca, respectivamente, por depositar esa confianza ciega en mí.

A la Universidad Católica San Antonio de Murcia, por abrirme sus puertas, por darme la oportunidad de conocer a profesores maravillosos y haberme formado, no solo académicamente, sino a mantener esa "Fe" que a veces el tiempo y el día a día, deja en el olvido.

Al Dr. Pedro Guillén, por aquel maravilloso curso de doctorado y por enseñarme a través de sus actos que la vida hay que vivirla, haciendo lo que a uno le gusta y al servicio de los demás.

A Medilast-Sport, por ofrecerme una beca estupenda de dos años de duración que hicieron mantenerme cerca de lo que hoy es el mejor trabajo del mundo.

A toda Cátedra de Traumatología del Deporte, Ana, Isabel, Nuria, Felipe, David, Paloma y en especial al Dr. José Luis Martínez Romero por darme la

oportunidad de formar parte de ese formidable equipo de investigación y humano.

Al Vicerrectorado de Investigación de la UCAM, en especial al Dr. Luís Tejada, Andrés, y Silvia por todo su trabajo.

Al Ministerio de Ciencia e Innovación, por su puesta en marcha del Programa Nacional de Proyectos de Investigación aplicada en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica, 2008-2011.

Al Instituto de Biomecánica de Valencia, Dr. David Garrido y José María Baydal por su ayuda, apoyo incondicional y por hacerme partícipe del ambicioso proyecto en el cual nos embarcamos y que me ha permitido escribir esta Tesis doctoral.

A Ibermutuamur por cedernos sus instalaciones y a sus técnicos por hacer que todas esas tarde de valoraciones fueran como la seda, gracias José Manuel.

A los Clubs de Baloncesto de la Región de Murcia que participaron en el estudio, presidentes, entrenadores, y deportistas.

A Francisco Segado por su gratitud, consejos, saber estar, apoyo y confianza depositada en mí y su predicar con el ejemplo.

A mi familia política José Luis y María Dolores y a sus hijas, los cuales han hecho que el camino sea más fácil de seguir después de haberlos conocido.

Y por último, y no por ello menos importante, a mi mujer Rebeca, que ha sabido sacar lo mejor de mí cuando uno cree que ya no puede más; por ayudarme a sacar ese ápice de esfuerzo que a veces falta, y que debes dedicar a lo que verdaderamente tiene importancia en la vida. Con ella, como ejemplo de esfuerzo y superación, he aprendido que hacemos el tándem perfecto para darle toda la felicidad posible a nuestros hijos Clara y Pedro.

*Hay 86.400 segundos en un día: decide cómo los quieres emplear*

*(Jim Valdano, entrenador de baloncesto)*



## II. PUBLICACIONES / COMUNICACIONES DE LA TESIS

“Desarrollo de una nueva metodología para la valoración funcional de la rodilla, prevención y rehabilitación de las lesiones”. Autores: Dr. D. Francisco Esparza Ros, Dr. D. Eric Montesinos Berry y Dr. D. Vicente Sanchís Alfonso en el **VII SIMPOSIO INTERNACIONAL. “AVANCES Y ACTUALIZACIONES EN TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA”**. En la Clínica CEMTRO de Madrid, durante los días 27, 28 y 29 de Noviembre de 2008.

“Algoritmo diagnóstico en la patología femoro-patellar”. Autores: Dr. Phd. Vicente Sanchis; D. José María Baydal Bertomeu en el **BARCELONA KNEE MEETING BKM'09**. Barcelona 4 al 6 de Febrero de 2009.

“Desarrollo de una nueva metodología para la valoración funcional de la rodilla, prevención y rehabilitación de las lesiones”. **Antecedentes de la propuesta. Carácter innovador del proyecto**. Autores: D. José David Garrido Jaén, D. José María Baydal Bertomeu, Dr. José Manuel Marín Gascón, Dr. Pedro Guillén García y Dr. D. Francisco Esparza Ros, presentado en las **XIX JORNADAS NACIONALES DE TRAUMATOLOGÍA DEL DEPORTE. “PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE”**. Celebradas en Murcia, los días 12 y 13 de Marzo del 2009.

“Desarrollo de una nueva metodología para la valoración funcional de la rodilla, prevención y rehabilitación de las lesiones”. **Metodología del proyecto**. Autores: D. Pedro Sánchez González, Dr. José Luís Martínez Romero, D. Felipe Barrera Herrera, David Gutiérrez García, D<sup>a</sup> Paloma Ibáñez Mula y Dr. Francisco Esparza Ros, presentado en las **XIX JORNADAS NACIONALES DE TRAUMATOLOGÍA DEL DEPORTE. “PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE”**. Celebradas en Murcia, los días 12 y 13 de Marzo del 2009.

“Desarrollo de una nueva metodología para la valoración funcional de la rodilla, prevención y rehabilitación de las lesiones”. **Protocolos de prevención: Fuerza y potencia**. Autores: D. Felipe Barrera Herrera, David Gutiérrez García, D. Pedro Sánchez González, D<sup>a</sup> Paloma Ibáñez Mula, D. José David Garrido Jaén y Dr. D. Francisco Esparza Ros, presentado en las **XIX JORNADAS NACIONALES**

**DE TRAUMATOLOGÍA DEL DEPORTE. "PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE"**. Celebradas en Murcia, los días 12 y 13 de Marzo del 2009.

"Desarrollo de una nueva metodología para la valoración funcional de la rodilla, prevención y rehabilitación de las lesiones". **Protocolos de prevención: Propiocepción**. Autores: D. David Gutiérrez García, D. Pedro Sánchez González, D. Felipe Barrera Herrera, D<sup>a</sup> Paloma Ibáñez Mula, D. José María Baydal Bertomeu, Dr. Francisco Esparza Ros, presentado en las **XIX JORNADAS NACIONALES DE TRAUMATOLOGÍA DEL DEPORTE. "PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE**. Celebradas en Murcia, los días 12 y 13 de Marzo del 2009.

"Desarrollo de una nueva metodología para la valoración funcional de la rodilla, prevención y rehabilitación de las lesiones". **Aplicación del análisis biomecánico al estudio de las lesiones de rodilla. Resultados preliminares**. Autores: D. José David Garrido Jaén, D. José María Baydal Bertomeu, D. José Manuel Sánchez Ayuso, Dr. Tomás Fernández Jaén y Dr. Francisco Esparza Ros, presentado en las **XIX JORNADAS NACIONALES DE TRAUMATOLOGÍA DEL DEPORTE. "PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE"**. Celebradas en Murcia, los días 12 y 13 de Marzo del 2009.

"Biological Causes of Anterior Knee Pain". Autores: Phd. Vicente Sanchis. **The Patella Course. Mount Sinai Medical Center** New York, April 24,25. 2009

"Análisis Biomecánico como modelo de valoración funcional". Autores: D. José David Garrido Jaén, D. José María Baydal Bertomeu, D. Salvador Pitarch Corresa. **VIII Congreso de la Sociedad Española de Traumatología del Deporte (SETRADE)**. Sevilla, 4, 5 y, 6 de Junio de 2009.

## COMUNICACIONES Y PÓSTER PRESENTADOS EN CONGRESOS

“Dynamometric platforms for evaluating the rotational instability of the knee (PART I)”. Autores: Vicente Sanchís Alfonso, Erik Montesinos Berry, José María Baydal Bertomeu, Andrea Castelli, Susana Marín, David Navarro. **14th Esska Congress**. June 9-12, 2010 (Oslo, Noruega).

“Dynamometric platforms for evaluating the rotational instability of the knee (PART II)”. Autores: Vicente Sanchís Alfonso, Erik Montesinos Berry, José María Baydal Bertomeu, Andrea Castelli, Susana Marín, David Navarro. **14th Esska Congress**. June 9-12, 2010 (Oslo, Noruega).

“Adaptaciones a un entrenamiento integrado de fuerza, potencia y propiocepción del tren inferior sobre la estabilidad y el salto vertical en baloncesto masculino semiprofesional”. Autor: D. Pedro Sánchez González. **II JORNADAS INTERNACIONALES. PREVENCIÓN DE LESIONES DEPORTIVAS. XXIII JORNADAS NACIONALES**. Monasterio de los Jerónimos, Murcia 5,6 y 7 de Marzo, 2015. España.

“Efecto residual tras un entrenamiento integrado de fuerza, potencia y propiocepción del tren inferior, sobre la estabilidad y el salto vertical en baloncesto masculino semiprofesional”. Autor: D. Pedro Sánchez González. **III JORNADAS INTERNACIONALES. DE PREVENCIÓN DE LESIONES DEPORTIVAS. XXIII JORNADAS NACIONALES**. Monasterio de los Jerónimos, Murcia 10, 11 y 12 de Marzo, 2016. España.



### III. RESUMEN

**Sánchez, Pedro** (2016). "Adaptaciones a un entrenamiento integrado de fuerza, potencia y propiocepción del tren inferior sobre la estabilidad y el salto vertical en baloncesto masculino semiprofesional". Tesis Doctoral sin publicar.

**Introducción:** Los jugadores de baloncesto son individuos con características peculiares, en donde, la fuerza, la potencia y la propiocepción son elementos naturales e imprescindibles para el éxito deportivo. Durante la práctica del baloncesto se dan situaciones muy variadas y con repetición de gestos: aceleraciones y desaceleraciones bruscas, desplazamientos laterales, saltos, carreras, etc. La literatura ha demostrado que el aumento de la fuerza y la potencia sobre una estructura anatómica del tren inferior hacen más fuerte tanto la estructura muscular como su estructura ligamentosa; el entrenamiento en sala hace que se pueda trabajar de forma específica una zona con el objetivo de aumentar su rendimiento. **Objetivo:** comprobar si a través de un entrenamiento combinado, integrado y específico de potenciación del tren inferior se consiguen adaptaciones y mejoras sobre la estabilidad y el salto vertical en jugadores de baloncesto. **Método:** veinticinco jugadores de baloncesto masculino semiprofesionales se sometieron a un pre-test con una batería de pruebas donde se medía: el equilibrio a través de la prueba de Romberg ojos abiertos monopodal para las variables de desplazamiento del centro de gravedad anteroposterior (Des\_AP) y medio lateral (Des\_ML) y el área barrida (Área\_Barr) con y sin colchoneta, la estabilidad dinámica a través de la prueba de caída desde cajón a dos alturas 20 cm y 40 cm respectivamente, para las variables de tiempo de estabilización sobre los ejes de abscisas (ttsFx, ttsFy y ttsFz) y las fuerzas ejercidas de manera anteroposterior (Fza\_AP\_3s), medio-lateral (Fza\_ML\_3s) y vertical (Fza\_V\_3s) y por último la fuerza y la potencia del tren inferior a través de la realización de un CMJ monopodal y bipodal y un HJ para calcular las variables de potencia (pow/mc\_vertic) y fuerza (F/mc\_vertic) máxima relativas a la masa corporal, también la pendiente de fuerza (rfd\_vertic) y por último la altura del salto (h). Tras el pre-test, se dividió al grupo en dos, la mitad realizaron un entrenamiento integrado y personalizado de fuerza potencia y propiocepción durante 12 semanas; se calculó para cada jugador su repetición máxima (RM) y se

empezó a trabajar a un 65% hasta acabar con un 90% al final del mesociclo, realizando ejercicios de squat y squat jump, con y sin cargas y sobre plataformas inestables de forma dirigida y en circuito. Posteriormente todos fueron evaluados mediante un post-test al finalizar las doce semanas de entrenamiento y volvieron a realizar un re-test pasadas otras 10 semanas. **Resultados: y Discusión** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variables estudiadas relacionadas con el equilibrio: desplazamiento mediolateral y área barrida en el re-test del grupo experimental; tendencia a la significación en la variable de desplazamiento anteroposterior del grupo experimental en el pos test. En el test que evaluaba la estabilidad dinámica con la caída desde el cajón de 20 cm se mostró una tendencia a la significación en el grupo experimental, del tiempo de estabilización sobre el eje "X" de abscisas y fuerza anteroposterior. En la prueba de caída desde cajón de 40cm, esa tendencia a la significación se convirtió para las mismas variables y para el mismo grupo en diferencias estadísticamente significativas, mostrando incluso una tendencia a la significación del desplazamiento mediolateral en el grupo experimental. Los test que evaluaron la fuerza y la potencia del salto vertical no mostraron resultados significativos para ninguna de las variables estudiadas y ninguno de los grupos. Los resultados parecen indicar que la aplicación de un entrenamiento integrado de fuerza potencia y propiocepción de 12 semanas, realizado antes de los entrenamientos del equipo, no mejoran la capacidad de salto vertical, pero si mejora el equilibrio y la estabilidad dinámica de un modo leve, manifestándose ese efecto pasado el periodo de descanso y obteniendo un efecto residual del entrenamiento muy satisfactorio, lo que nos da a entender que el trabajo de fortalecimiento programado del tren inferior llega como un trabajo de supercompensación. **Conclusiones:** el entrenamiento combinado e integrado de 12 semanas, no aumenta la capacidad de salto pero si mejora de forma significativa la estabilidad estática y dinámica como efecto de supercompensación del deportista al entrenamiento aplicado.

## IV. ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	33
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	37
2.1. DEL BALONCESTO AL BALONCESTO MODERNO.....	37
2.2. FUNDAMENTOS DEL BALONCESTO.....	39
2.2.1. Medios técnico-tácticos del baloncesto .....	40
2.2.1.1. Medios técnico-tácticos individuales (MTTI).....	40
2.2.1.2. Medios técnico-tácticos colectivos (MTTC) .....	40
2.2.2. Fundamentos fisiológicos del baloncesto .....	41
2.2.2.1. Vías metabólicas.....	43
2.2.2.1.1. Metabolismo aeróbico.....	43
2.2.2.1.2. Metabolismo anaeróbico .....	45
2.2.2.2. Perfil antropométrico del jugador del baloncesto .....	48
2.2.3. Fundamentos físicos del baloncesto .....	52
2.2.3.1. Fuerza.....	52
2.2.3.1.1. Fuerza máxima dinámica .....	54
2.2.3.1.2. Potencia.....	56
2.2.4. Fundamentos Coordinativos del Baloncesto.....	59
2.2.4.1. Equilibrio.....	59
2.2.4.2. Estabilidad.....	63
2.2.4.3. Coordinación.....	64
2.2.4.4. Agilidad.....	65
2.2.5. Lesiones en el baloncesto .....	65
2.3. EL ENTRENAMIENTO EN BALONCESTO .....	68
2.3.1. La carga del entrenamiento en baloncesto.....	69
2.3.1.1. Volumen .....	70
2.3.1.2. Intensidad.....	71
2.3.1.2.1. Frecuencia cardíaca (FC) .....	73
2.3.1.3. Densidad.....	73
2.3.2. Principios del entrenamiento en baloncesto.....	74
2.3.2.1. La planificación del entrenamiento en baloncesto .....	76
2.3.2.2. Especificidad del entrenamiento en baloncesto.....	78

2.3.3.	Métodos de entrenamiento de la fuerza máxima en baloncesto .....	79
2.3.3.1.	Método concéntrico.....	80
2.3.3.2.	Método isométrico .....	82
2.3.3.3.	Método excéntrico.....	83
2.3.4.	Métodos de entrenamiento de la fuerza específica en baloncesto ...	84
2.3.4.1.	Entrenamientos con sobrecargas.....	86
2.3.4.2.	Método pliométrico.....	87
2.3.4.3.	Método complejo o de contrastes.....	93
2.3.4.4.	Método de entrenamiento en circuito .....	100
2.3.4.5.	Método combinado/integrado.....	101
2.3.5.	Métodos de entrenamiento de la fuerza isocinética en baloncesto	104
2.3.6.	Métodos de entrenamiento de la estabilidad en baloncesto .....	107
2.3.7.	Métodos del entrenamiento preventivo.....	113
2.4.	MEDIOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL ENTRENAMIENTO EN BALONCESTO .....	115
2.4.1.	Criterios para seleccionar un método de evaluación .....	115
2.4.2.	Medios y métodos de evaluación en baloncesto.....	116
2.4.3.	Pruebas incorporadas al protocolo de evaluación desarrollado ....	119
2.4.3.1.	Equilibrio bipodal-monopodal.....	119
2.4.3.2.	Salto vertical bipodal y monopodal.....	120
2.5.	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	123
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS		125
3.1.	HIPÓTESIS .....	125
3.1.1.	Hipótesis general.....	125
3.1.2.	Hipótesis específicas .....	125
3.2.	OBJETIVOS.....	126
3.2.1.	Objetivo general .....	126
3.2.2.	Objetivos específicos .....	126
CAPITULO 4. MÉTODO		127
4.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	127
4.1.1.	Variables .....	129
4.1.1.1.	Variables independientes.....	129

4.1.1.2. Variables dependientes .....	129
4.1.1.3. Variables control.....	131
4.2. SUJETOS.....	134
4.3. INSTRUMENTOS.....	136
4.3.1. Variables independientes.....	136
4.3.1.1. Instrumentos para el desarrollo de los entrenamientos de fuerza y potencia.....	136
4.3.1.2. Instrumentos para el desarrollo de los entrenamientos de la propiocepción .....	136
4.3.2. Variables dependientes .....	138
4.3.2.1. Instrumentos relacionados con las medidas antropométricas.....	138
4.3.2.2. Instrumentos relacionados con las variables de flexibilidad .....	140
4.3.2.3. Instrumentos relacionados con la estabilidad estática y dinámica	141
4.3.2.4. Instrumentos relacionados con las variables de fuerza y potencia	144
4.3.2.5. Validación del sistema de medida .....	144
4.4. PROCEDIMIENTOS .....	149
4.4.1. Planificación.....	149
4.4.2. Protocolo de experimentación.....	150
4.4.3. Protocolo de evaluación .....	151
4.4.3.1. Variables antropométricas .....	151
4.4.3.2. Variables relacionadas con la flexibilidad del tren inferior.....	151
4.4.3.3. Variables relacionadas con la estabilidad estática.....	152
4.4.3.3.1. Test de equilibrio: Romberg y Romberg modificado .....	152
4.4.3.4. Variables relacionadas con la estabilidad dinámica.....	154
4.4.3.4.1. Test de estabilización: caída de cajón de 20 cm y de 40 cm.....	154
4.4.3.5. Variables relacionadas con la fuerza y la potencia .....	158
4.4.3.5.1. Test de fuerza y potencia (I): test de salto vertical (CMJ) .....	158
4.4.3.5.2. Test de fuerza y potencia (II): test de salto vertical (CMJ) monopodal .....	159
4.4.3.5.3. Test de fuerza y potencia (III): test de salto en longitud monopodal (HJ).....	160
4.4.4. Protocolos de entrenamientos de fuerza, potencia y propiocepción ...	161

4.4.4.1. Planificación del entrenamiento de la fuerza, la potencia y la propiocepción .....	161
4.4.4.2. Dinámica de entrenamiento de la fuerza, la potencia y la propiocepción .....	162
4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	163
CAPÍTULO 5. RESULTADOS .....	165
5.1. VARIABLES RELACIONADAS CON ESTABILIDAD ESTÁTICA: ROMBERG OJOS ABIERTOS MONOPODAL (ROA), ROMBERG CON GOMAESPUMA (30MM) OJOS ABIERTOS MONOPODAL (RGA) .....	166
5.2. VARIABLES RELACIONADAS CON LA ESTABILIDAD DINÁMICA: CAÍDA DESDE CAJÓN DE 20 CM, DE 40 CM.....	168
5.3. VARIABLES RELACIONADAS CON LA FUERZA Y LA POTENCIA (I): CMJ BIPODAL.....	172
5.5. VARIABLES RELACIONADAS CON LA FUERZA Y LA POTENCIA (II): CMJ MONOPODAL .....	173
5.6. VARIABLES RELACIONADAS CON LA FUERZA Y LA POTENCIA (III): SALTO EN DISTANCIA (HJ) .....	174
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN .....	177
6.1. VARIABLES RELACIONADAS CON LA ESTABILIDAD ESTÁTICA: ROMBERG CON OJOS ABIERTOS, CON Y SIN GOMAESPUMA (RGA): DESPLAZAMIENTOS ANTERO-POSTERIOR Y MEDIOLATERAL Y ÁREA BARRIDA. ....	177
6.2. VARIABLES RELACIONADAS CON LA ESTABILIDAD DINÁMICA: TEST DE CAÍDA DESDE CAJÓN DE 20 CM Y 40 CM.....	183
6.3. VARIABLES RELACIONADAS CON LA FUERZA Y LA POTENCIA: CMJ BIPODAL, CMJ MONOPODAL Y HD MONOPODAL.....	185
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES .....	189
CAPÍTULO 8. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	191
8.1. LIMITACIONES .....	191

8.2. DELIMITACIONES.....	191
CAPÍTULO 9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	193
CAPÍTULO 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	195
CAPÍTULO 11. ANEXOS	217
11.1. PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTOS INTEGRADOS DE FUERZA, POTENCIA Y PROPIOCEPCIÓN (MACROCICLO) .....	217
11.2. CALENDARIO OFICIAL DE CITAS Y ENTRENAMIENTOS PERSONALIZADOS.....	226

## V. ABREVIATURAS UTILIZADAS

<b>Abreviatura</b>	<b>Palabra</b>
$\Delta$	Diferencia
1 RM	Una Repetición Máxima
3s	A los Tres Segundos
AB	Área Barrida
AP	Antero-Posterior
ATP-PC	Adenosín trifosfato, Creatine-phosphate
CEA	Ciclo de Estiramiento Acortamiento
CG	Centro de Gravedad
Cm	Centímetros
CMJ	Salto con Contra- Movimiento ( Counter Movement Jump)
COM	Centro de Masas ( Center of Mass)
DES	Desplazamiento
DH	Desplazamiento Horizontal
DIF	Diferencia
DJ	Salto en Caída ( Drop Jump)
DOM	Dominante
DR. J	Julius Winfield Erving II
FC	Frecuencia Cardíaca
FDM	Fuerza Dinámica Máxima
FX	Fuerza Transversal
FY	Fuerza Vertical
FZ	Fuerza Longitudinal
N	Newton
F-V	Fuerza - Velocidad
FIBA	Federación Internacional de Baloncesto
FM	Fuerza Máxima
GC	Grupo Control
GE	Grupo Experimental
GRF	Fuerzas de Reacción del Suelo (Ground Reaction Forces)
h	Altura
HJ	Salto en Distancia Monopodal (Hop Distance)
HORIZ	Horizontal
IBV	Instituto de Biomecánica de Valencia
IMC	Índice de Masa Corporal
INDEX	Índice
K	Rigidez

LCA	Ligamento Cruzado Anterior
LA	Lactato plasmático
M	Pendiente
m/s	Metros por Segundo
MAX	Máximo
MG	Masa Grasa
MM	Masa Muscular
ML	Medio - Lateral
MO	Masa Ósea
NCAA	National Collegiate Athletic Association
NODOM	No Dominante
PC	Peso Corporal
PEND	Pendiente
PP	Pre - test y Post - test
PR	Post - test y Re - test
PRE	Primer Test
POST	Segundo Test
Pow/mc	Potencia máxima relativa a la masa corporal
P-V	Potencia - Velocidad
RE	Tercer Test
RFD	Índice de desarrollo de la fuerza (rate of force development)
ROM	Rango de Movimiento ( Range Of Movement)
S	Segundo
SJ	Salto en sentadilla
SJS	Salto en sentadilla modificado ( Squat Jump Modified)
TTS	Tiempo de estabilización
VERTIC	Vertical
VH	Velocidad Horizontal
VS.	Versus

---

## VI. ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Factores intrínsecos y extrínsecos determinantes del desarrollo de la fuerza (Tomado de Izquierdo, 2011). .....	53
<i>Figura 2.</i> Gráficas de la prueba de equilibrio monopodal .....	120
<i>Figura 3.</i> Tabla de valoración de la prueba de salto vertical .....	121
<i>Figura 4.</i> Resultados de la prueba de salto vertical.....	122
<i>Figura 5.</i> Subperiodos de la fase experimental (GC= Grupo Control; GE= Grupo Experimental).....	127
<i>Figura 6.</i> Balance mats (China) .....	137
<i>Figura 7.</i> Cordisc azul (USA).....	137
<i>Figura 8.</i> Aeromat balance disc cushion (USA). .....	138
<i>Figura 9.</i> Tallímetro mecánico y telescópico Asimed, (Madrid, España). .....	139
<i>Figura 10.</i> Goniómetro Talmed Inox, (Madrid, España). .....	139
<i>Figura 11.</i> Cajón de prueba estándar flexibilidad isquiosural (EE.UU). .....	140
<i>Figura 12.</i> Plataforma de fuerzas de fuerzas extensiométricas Dinascan/IBV P600, (Valencia, España). .....	141
<i>Figura 13.</i> Cajón de 20 cm y una extensión del cajón de 20 cm (Murcia, España). .....	143
<i>Figura 14.</i> Goma espuma de 90 mm.....	143
<i>Figura 15.</i> Plataforma de fuerzas de fuerzas extensiométricas Dinascan/IBV P800 (Valencia, España). .....	144
<i>Figura 16.</i> Tríptico con datos personales y calendario del estudio.....	150
<i>Figura 17.</i> Deportista durante la prueba de RGC.....	153
<i>Figura 18.</i> Posición del pie durante la prueba de ROA monopodal. ....	154
<i>Figura 19.</i> Posición del cajón con respecto a las plataformas. ....	155
<i>Figura 20.</i> Inicio del test bajada de escalón de 20 cm.....	156
<i>Figura 21.</i> Deportista durante la prueba de “bajar escalón” y manteniendo la posición durante 10 segundos sobre el pie de apoyo.....	156
<i>Figura 22.</i> Ejemplo de una prueba mal realizada. El deportista de la imagen junta las piernas durante el test y abre los brazos para equilibrarse. ....	157
<i>Figura 23.</i> Ejemplo de inicio de prueba mal realizada, el deportista tiene contacto al mismo tiempo con la plataforma y el escalón.....	158
<i>Figura 24.</i> Foto secuencia de la ejecución de un salto CMJ.....	159

<i>Figura 25. Circuito de ejercicios para entrenar la propiocepción.....</i>	<i>225</i>
<i>Figura 26. Circuito de ejercicios para entrenar la propiocepción.....</i>	<i>226</i>

## I. ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Consumo máximo de oxígeno por sexos y posiciones específicas en el terreno de juego en baloncesto (Vaquera et al., 2003).....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 2. Secuencia cardíaca máxima por puestos específicos durante 5 partidos en pretemporada.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 3. Medidas de LA en función del puesto específico (Calleja et al., 2008). .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 4. Peso y talla de jugadores de baloncesto según diferentes autores (Media ± SD). (Tomado de Izquierdo, 2011).....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 5. Datos de composición corporal en jugadores de baloncesto según diferentes autores (Media ± SD).....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 6. Datos de somatotipo en hombres jugadores de baloncesto según diferentes autores (Media ± SD). .....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 7. Resumen de estudios en los que se han empleado el ejercicio de sentadilla para medir la Fuerza dinámica máxima a través de la 1RM (Modificado de Requena &amp; García, 2011). .....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 8. Lesión atendiendo al tipo de lesión o ubicación anatómica .....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 9. Distancia recorrida en metros por el jugador de baloncesto en competición.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 10. Características de los programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 11. Periodización del entrenamiento complejo (Chu, 1995).....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 12. Estudios sobre efectos agudos de programas de entrenamiento que aplican el método complejo (Modificado de Juárez y Navarro, 2007) .....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 13. Distribución de objetivos por fases del proyecto.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 14. Características generales de los grupos de entrenamiento .....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 15. Características específicas de las plataformas dinamométricas .....</i>	<i>142</i>
<i>Tabla 16. Fiabilidad de la prueba ROA de equilibrio monopodal.....</i>	<i>146</i>
<i>Tabla 17. Fiabilidad de la prueba RGA de equilibrio monopodal.....</i>	<i>146</i>
<i>Tabla 18. Fiabilidad del test de estabilización con escalón de 20 y 40 cm.....</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 19. Fiabilidad de la prueba de salto vertical monopodal.....</i>	<i>148</i>

Tabla 20. <i>Fiabilidad de la prueba de salto horizontal.</i> .....	148
Tabla 21. <i>Macro ciclo de entrenamiento</i> .....	162
Tabla 22. <i>Test de Romberg ojos abiertos monopodal con pierna dominante. Desplazamiento mediolateral, anteroposterior y área barrida de la elipse en apoyo monopodal con pierna dominante medidas en valores absolutos en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.</i> .....	166
Tabla 23. <i>Test de Romberg ojos abiertos monopodal con pierna dominante. Índices dinámicos de desplazamiento mediolateral y anteroposterior y área barrida de la elipse en apoyo monopodal sobre gomaespuma de 20 cm con pierna dominante medidas en valores absolutos en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el post-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.</i> .....	167
Tabla 24. <i>Tiempo de estabilización desde cajón de 20 cm del DJ sobre los ejes de movimiento transversal (tts Fx), vertical (tts Fy) y longitudinal (tts Fz), medidas en valores absolutos en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.</i> .....	168
Tabla 25. <i>Fuerza anteroposterior, mediolateral y vertical desde cajón de 20 cm en DJ, aplicada sobre la plataforma a los 3 segundos de la recepción medidas en valores relativos en el Pre-test, Post-test, diferencia entre el Pre-test y el Pos-test, Re-test y diferencias entre el Post-test y el Re-test para los dos grupos de estudio.</i> .....	169
Tabla 26. <i>Tiempo de estabilización desde cajón de 40 cm del DJ sobre los tres ejes de movimiento: transversal (tts Fx), vertical (tts Fy), y longitudinal (tts Fz), medidas en valores absolutos en el Pre-test, Post-test, diferencia entre el Pre-test y el Post-test, Re-test y diferencias entre el Post-test y el Re-test para los dos grupos de estudio.</i> .....	170
Tabla 27. <i>Fuerza anteroposterior, mediolateral y vertical desde cajón de 40 cm en DJ, aplicada sobre la plataforma a los 3 segundos de la recepción medidas en valores relativos en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.</i> .....	171
Tabla 28. <i>Fuerza máxima, potencia máxima, pendiente y altura máxima del CMJ medidas en valores relativos al peso corporal en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.</i> .....	172
Tabla 29. <i>Fuerza máxima, potencia máxima, pendiente y altura máxima del CMJ monopodal medidas en valores relativos al peso corporal en el pre-test, post-test, diferencia</i>	

<i>entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio. ....</i>	173
Tabla 30. <i>Fuerza máxima horizontal, potencia máxima horizontal, pendiente máxima horizontal del HJ monopodal, medidas en valores relativos al peso corporal en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio. ....</i>	174
Tabla 31. <i>Fuerza máxima vertical, potencia máxima vertical, pendiente máxima vertical del HJ monopodal, medidas en valores relativos al peso corporal en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el post-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio. ....</i>	175
Tabla 32. Primera semana de entrenamiento .....	217
Tabla 33. Segunda semana de entrenamiento .....	218
Tabla 34. Tercera semana de entrenamiento .....	218
Tabla 35. Cuarta semana de entrenamiento .....	219
Tabla 36. Quinta semana de entrenamiento .....	220
Tabla 37. Sexta semana de entrenamiento .....	221
Tabla 38. Séptima semana de entrenamiento .....	221
Tabla 39. Octava semana de entrenamiento .....	222
Tabla 40. Novena semana de entrenamiento .....	223
Tabla 41. Décima semana de entrenamiento .....	223
Tabla 42. Onceava semana de entrenamiento .....	224
Tabla 43. Doceava semana de entrenamiento .....	224

## II. ESQUEMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

En esta sección se expone de forma general y concisa cada uno de los apartados que se desarrollan en este documento, dirigidos hacia la adaptación que produce el entrenamiento específico de la fuerza, la potencia y la propiocepción en tres equipos de baloncesto semiprofesional militantes en la liga EBA (Liga Española de Baloncesto Amateur).

Para dicha finalidad, los deportistas fueron sometidos a un entrenamiento de las capacidades físicas correspondientes para mejorar la estabilidad del tren inferior y aumento del rendimiento del salto.

El proceso de datos fue realizado en los laboratorios de Ibermutuamur (Mutua de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social de la Región de Murcia). En esta instalación los deportistas asistían para la toma de datos, que consistía en una sesión de evaluación biomecánica en donde se sometían a diferentes test de valoración del equilibrio de fuerza y potencia.

Con el objetivo de detallar el procedimiento que se ha llevado a cabo en esta Tesis Doctoral y fundamentarla adecuadamente, este documento se estructura en los siguientes siete capítulos:

El primer capítulo es una **introducción** sobre el tema de la presente Tesis Doctoral.

El segundo capítulo que se presenta es la **fundamentación teórica** de la investigación. En este capítulo se analiza el baloncesto moderno, la importancia de las vías energéticas más demandadas por el jugador de hoy en día, su perfil, así como, la mejora del rendimiento en jugadores de baloncesto semiprofesional a través de ejercicios de fuerza, potencia y mejora de la propiocepción, para conseguir un aumento del rendimiento global del deportista y una disminución del riesgo de sufrir lesiones por sobrecarga u otras causas. Seguidamente se presentan modelos teóricos de entrenamientos y diferentes justificaciones; que a lo largo de los años han corroborado que la aplicación de diferentes tipos de

entrenamientos, en función del objetivo a cumplir, aumenta el rendimiento de los jugadores durante su vida deportiva. A continuación, se repasan las investigaciones más relevantes sobre planificación del entrenamiento en baloncesto y la importancia que tienen en este deporte. Tras los detalles de las características específicas de este deporte, se finaliza analizando la tendencia que han seguido los diferentes autores en la realización de entrenamientos específicos de fuerza, potencia y propiocepción, y se identifica el problema de la investigación.

En el tercer capítulo, se muestran las **hipótesis generadas y los objetivos, limitaciones y delimitaciones** del estudio.

En el cuarto capítulo, se expone el **método** empleado durante el procedimiento de toma de datos, los pasos seguidos durante todo el proceso de entrenamientos en la cancha y toma de datos; extracción y análisis de resultados obtenidos tras la fase de medición. Del mismo modo, en este capítulo se describe el instrumental de medida utilizado, al igual que su ubicación y distribución en el laboratorio. En este apartado de la Tesis Doctoral se definen las variables de investigación y de control que se han establecido.

El quinto capítulo muestra los **resultados** de la investigación relacionados con los entrenamientos realizados y el rendimiento de los deportistas.

En el sexto capítulo, se presenta la **discusión** de los resultados obtenidos, considerando las investigaciones anteriores presentes en la literatura científica revisada, que evaluaron las variables de estudio que se han presentado en esta investigación.

Las **conclusiones** se exponen en el séptimo capítulo, definiendo las aportaciones de la presente Tesis Doctoral al ámbito científico dentro de las Ciencias del Deporte en general, y en el contexto del baloncesto en particular.

El octavo capítulo de esta Tesis Doctoral, muestra las **futuras líneas de investigación** que han quedado abiertas tras este estudio y sobre las que se pretende seguir investigando con el desarrollo de nuevos proyectos.

Y en el noveno y décimo capítulo, se muestran de manera ordenada las **referencias bibliográficas** y los **anexos** utilizados para la presente Tesis Doctoral.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El baloncesto ha sido considerado como un deporte mixto intermitente de alta intensidad (Burke, 1997; Drinkwater, Pyne & McKenna, 2008; Glistner, 2005; Nazaraki, Berg, Stergiou & Chen 2009; Osterberg, Hrswill & Baker 2008) en donde las vías energéticas predominantes son la aeróbica y anaeróbica (Delextrat & Cohen, 2009; San Roman-Quintana, Calleja-González & Cassamichana, 2012) y en el cual se dan acciones de baja, media y alta intensidad (McInnes et al., 1995). Además en el baloncesto actual la alta intensidad es la que determina el éxito final debido al elevado nivel de juego y de competitividad (Sanpaio, 1998; Ibanez, Sampaio, Feu, Lorenzo, Gómez & Ortega, 2008).

El baloncesto como deporte colectivo tiene una exigencia muy alta ya que para su correcta ejecución se requiere de la realización de muchas acciones tanto ofensivas como defensivas (Mackovi et al., 2012). En este deporte se dan continuamente acciones como sprint, saltos, cambios de dirección, giros, etc.) (Alemdaroglu, 2012), por lo que para competir y obtener el éxito deportivo cada jugador tiene que estar bien físicamente y bien preparado técnico-tácticamente (Mackovi et al., 2012). El nivel en que se ejecutan las técnicas de baloncesto está directamente relacionado con el nivel de la preparación integral del jugador (Lacio et al., 2010).

El rendimiento deportivo del baloncesto va a depender de factores de diferente naturaleza, ya sean factores motrices, físicos o psicológicos (Iglesias et al., 2007). Los factores determinantes del rendimiento en baloncesto han sido objeto de estudio por diferentes autores desde hace décadas hasta nuestros días y destacando unas cualidades sobre otras (Ureña et al., 1991). Para Sánchez (2007) hay una gran cantidad de factores que pueden influir en la posibilidad de alcanzar un óptimo pico de rendimiento. En la actualidad se han descrito diferentes características físicas, fisiológicas y otras de carácter funcional para los jugadores, dándole un papel más relevante a la importancia de las vías energéticas como bases del aumento del rendimiento (Vaquera, Rodríguez, Villa, García & Ávila, 2002). Así, Hoffman, Tenenbaum, Maresh y Kraemer (1996)

daban importancia a la potencia, Ben Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara y Castagna, (2010) y McInnes (1995) a la agilidad y la potencia aeróbica, Delextrat y Cohen (2008) a la potencia anaeróbica y Apostolidis, Nassis, Bolatoglou y Geladas (2004) a la capacidad anaeróbica. Pero las capacidades más importantes a la hora de realizar una acción de juego con o sin balón y que pueda o no, ser más efectiva, dependerá de la potencia, la potencia de despegue, la velocidad y la agilidad del jugador (Erculis, Blas & Bracic, 2010).

Durante la dinámica de juego, en el baloncesto se dan muchos gestos deportivos pero el más determinante es la capacidad de salto (Boracynky & Urniaz, 2008). El salto se repite continuamente durante el desarrollo normal del juego para la correcta ejecución de diferentes acciones como rebotes, tapones, lanzamientos y entradas a canasta (San Román-Quintana, Calleja-González, Cassamichana & Castellano, 2011). En los saltos la fuerza empleada es la potencia de las extremidades inferiores (Ferragut, Cortadellas, Arteaga & Calbet, 2010) siendo la aplicación de fuerza por unidad de tiempo (RFD), una variable que está muy asociada a esta manifestación de fuerza (González-Badillo & Ribas-Serna, 2002).

Por todo ello, existen muchos estudios que demuestran que el trabajo de la fuerza es muy importante en la preparación del jugador de baloncesto. Éste se lleva a cabo durante los programas de entrenamiento en pretemporada o en temporada (Marzilli, 2008). Para los adolescentes y siguiendo a Santo y Janeira (2008), en equipos semiprofesionales se dedican tres veces a la semana en días alternos al trabajo de la fuerza (Holmberg, 2010) y en equipos profesionales se realizan antes del trabajo específico de pista y dos veces a la semana (Mazi et al., 2010). Este trabajo de fuerza que se realiza, aporta al jugador un aumento de la motivación, de la confianza, de la autoestima, e incrementa el rendimiento en fuerza y potencia (Ignjatovic, Stanovic, Marckovic & Milanovic, 2011).

Por otro lado y en estrecha relación, la prevención y la readaptación deportiva desde hace ya varios años utiliza los protocolos basados en el entrenamiento propioceptivo. La literatura revisada ha tomado base científica, mostrando sus beneficios y adaptaciones del deportista a las nuevas situaciones de juego (Myklebust, Mahelum, Engebretsen, Strand & Solheim, 1997; Myklebust, Maehlum, Holm & Bahr, 1998; Hewett, Myer & Ford, 2006). Así mismo, parece

también ser muy claro que los programas de entrenamiento de la fuerza pueden prevenir lesiones (Woods et al., 2003) y los entrenamientos basados en ejercicios de propiocepción aumentan las capacidades estructurales de una articulación lesionada (Caraffa, et al., 1996; Myklebust, et al., 2003; Olsen, et al., 2005; Petersen, et al., 2005; Pánics et al., 2008).

Varios son los estudios que han mostrado su eficacia para el desarrollo de la potencia y de la estabilidad de forma aislada. Sin embargo según nuestro conocimiento, no se han encontrado trabajos que hayan estudiado los efectos del uso combinado de estos entrenamientos. Por todo ello, se planteó el objetivo de desarrollar un entrenamiento de 12 semanas de duración, para una muestra compuesta por tres equipos de baloncesto militantes en la liga EBA y Liga Autonómica Murciana, donde se combinan ejercicios para la mejora de la fuerza y la potencia y ejercicios para la mejora de la propiocepción, integrándolo en su plan de entrenamiento y valorar sus efectos.



## CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se presenta el marco teórico de la investigación, mostrando aquellos aspectos relacionados con el objetivo de este estudio y detallando los conceptos sobre los que se han fundamentado la investigación.

Se analiza la evolución del baloncesto hasta nuestros días, los fundamentos del deporte colectivo del baloncesto, dividiendo entre fundamentos técnico-tácticos y fundamentos físicos y coordinativos, procesos y principios que llevan a cabo los entrenadores para la planificación del entrenamiento, características antropométricas y fisiológicas de los jugadores de baloncesto, adaptación de los jugadores a los entrenamientos de fuerza, potencia y propiocepción para la mejora de gestos técnicos como el salto vertical y la estabilidad del tren inferior y por último que efectos residuales se producen con este tipo de entrenamientos.

Dentro del campo de estudio y de control del entrenamiento específico en baloncesto, las orientaciones y metodologías que se han publicado son muchas y variadas, lo que obliga a acotar el campo de búsqueda y segmentar para su mejor análisis, el campo de estudio del salto vertical y la estabilidad en baloncesto.

### 2.1. DEL BALONCESTO AL BALONCESTO MODERNO

Dentro de una posible clasificación de los deportes, el baloncesto es un deporte de equipo que gira en torno a un esférico versátil y de carácter lúdico, llamando pelota. A través de un proceso de institucionalización creciente que se inició a finales del siglo XIX, el baloncesto se convirtió en deporte, lo que conllevó una serie de rasgos estructurales que lo definen como una codificación de la competición representada por las reglas del juego y una especialización determinada que da lugar a las diferentes categorías o competiciones (Ziv & Lidor, 2009).

Hay muchas teorías sobre los orígenes ancestrales de este deporte y como precursores se citan a muchos autores. El origen histórico del "Basketball" (expresión inglesa cuya adaptación al castellano es Baloncesto), proviene de una

adaptación de un juego similar al que conocemos. Se practicaba en el interior de una cancha cerrada y de menores dimensiones que las canchas de baloncesto. James Naismith, profesor de Educación Física, en la Universidad de Young Men's Christian (YMCA), Training School de Springfield (Massachusetts), fue el que inventó este deporte colocando una cesta de melocotones a 3,05 metros de altura sobre la línea central de la cancha del colegio, dando origen al actual baloncesto del siglo XXI. Este deporte fue difundido por todo el mundo, por los alumnos de Springfield, pero el auténtico auge en el continente europeo lo recibió gracias a los soldados estadounidenses que participaron en la Segunda Guerra Mundial, que practicaban a menudo este deporte en los momentos de descanso.

En los Juegos Olímpicos de Ámsterdam en 1928 y en el de Los Ángeles en 1932, fue deporte de exhibición, pero en los de Berlín en 1936 ya fue incorporado al programa oficial olímpico. Por otro lado, el baloncesto femenino no fue olímpico hasta los Juegos de Montreal en 1976 (Hinojo, Cáceres & López, 2006).

En la actualidad, un partido de baloncesto se divide en dos bloques, con dos periodos en cada una de sus partes, de 10 minutos de duración cada una, lo que suma un total de 40 minutos de juego durante cada partido. Existe un descanso de 15 minutos entre cada parte y un descanso de dos entre cada periodo (Drinkwater, Pyne & McKenna, 2008).

En la actualidad y según la FEB (Federación Española de Baloncesto, 2015) el Baloncesto Español ha crecido por décimo año consecutivo. Los últimos datos oficializados por el Consejo Superior de Deportes lo consolidan como el segundo deporte con más licencias federativas en España después del fútbol y además se mantiene como líder en mujeres. Las licencias de baloncesto representan el 11,4% del total de las licencias federativas en España. Su porcentaje sobre el total (un 33,8%) está muy por encima de la media global acumulada por todos los deportes, que es de poco más del 20%.

En los últimos años el baloncesto español ha demostrado estar a la cabeza del deporte de alto nivel obteniendo resultados inimaginables para muchos como: séptima en los Juegos Olímpicos de Atenas 2004, campeones del Mundial de Baloncesto de Japón de 2006, subcampeones del Eurobasket de España 2007, medalla de plata en los Juegos Olímpicos de Pekín 2008, campeones del

Eurobasket de Polonia 2009, campeones del Eurobasket de Lituania 2011, tercera medalla de plata en los Juegos Olímpicos de Londres 2012 y medalla de bronce en el último Eurobasket Eslovenia 2013.

## 2.2. FUNDAMENTOS DEL BALONCESTO

Para Mingorance y Torres (2006), el conocimiento de los fundamentos del baloncesto son los factores más importantes en el desarrollo de un equipo. El conocimiento y la práctica de los fundamentos técnicos harán que un equipo evolucione de forma positiva. El entrenador debe de llevar a cabo su plan de preparación sincronizando progresivamente la enseñanza de los fundamentos, con las técnicas de juego que requiere su sistema.

Los fundamentos del baloncesto, como los de cualquier deporte colectivo, son bastante amplios y específicos. Siguiendo a Comas (1991), haremos referencia a que existen unos fundamentos técnicos individuales y unos fundamentos colectivos tanto de ataque como de defensa. Todas estas manifestaciones se basan, según Sampedro (1999), en recursos motrices, que de forma individual y colectiva se ponen de manifiesto para solucionar las situaciones de juegos de forma efectiva que surgen de la propia actividad competitiva. Las más importantes son la posición y los desplazamientos, el dominio del balón, el pase, el regate, el lanzamiento, el pivote, las posiciones y movimientos específicos y el rebote (Atehortua, 1996).

Además es importante en baloncesto tener una buena forma física para poder conseguir el éxito deportivo. Según Crisafulli et al. (2002), se ha demostrado que estos jugadores recorren varios kilómetros durante un partido de baloncesto, en donde además se realizan acciones de corta y alta intensidad y de manera intermitente (Ben Abdelkrim, el Fazaa & el Ati, 2007). Por todo ello, se hace indispensable también desarrollar los fundamentos físicos y coordinativos de este deporte.

La velocidad, la rapidez y la capacidad de salto, son consideradas las facultades atléticas más valiosas en el baloncesto (Ben Abdelkrim, el Fazaa & el Ati, 2007). Los jugadores que se muestran ágiles, rápidos y explosivos sobre la cancha, en comparación con sus rivales, son los que generalmente destacan en

este deporte. Estos jugadores que han desarrollado unas aptitudes de movimiento superiores a los demás, tienen la capacidad de desplazarse del punto A al punto B muy rápidamente. Esta distancia puede ser un paso, un giro, del suelo al aro, de una línea de fondo a otra, etc. (Gómez et al., 2007). La fuerza y la potencia, como capacidades físicas, están directamente relacionadas.

Así mismo, el gesto específico del salto vertical y la amortiguación al caer desde un salto en diferentes posiciones, se tornan importantes como variables principales para el desarrollo de tales fundamentos específicos del baloncesto (Gómez, 2007; Ignjatovic, Stankovic, Markovic & Milanović, 2011; Santos & Janeira, 2008).

### **2.2.1. Medios técnico-tácticos del baloncesto**

El baloncesto como deporte de colaboración-oposición y a nivel estructural, posee unos fundamentos técnico-tácticos que han sido estudiados y definidos por distintos autores (Hernández, 1998; Lorenzo & Prieto, 2002; Piñar & Cortes, 2006; Ticó, 2002), y que se hacen indispensables contextualizar teóricamente, para fundamentar el origen de nuestro estudio.

#### *2.2.1.1. Medios técnico-tácticos individuales (MTTI)*

Al hablar de fundamentos o medios técnico-tácticos se hace referencia a los requerimientos individuales propios del baloncesto que se manifiestan durante el juego. En este apartado se revisa la literatura científica que justifica la importancia de los medios técnico-tácticos individuales en baloncesto.

Los medios técnico-tácticos individuales se dividen en MTTI-de ataque entre los que se enmarcan: el manejo del balón, las paradas y los pivotes, el bote, el lanzamiento, el rebote y el pase y la recepción; y MTTI de defensa: defensa contra el jugador que no ha comenzado a botar, defensa contra el jugador que se desplaza botando, defensa contra el jugador que ha acabado de botar, defensa contra el jugador sin balón y rebote defensivo (Cárdenas, 2003; Granda, Mingorance & Barbero, 2004; Peiró, 2004; Pintor, 1997).

#### *2.2.1.2. Medios técnico-tácticos colectivos (MTTC)*

Los medios técnico-tácticos colectivos se clasifican en función de su uso para la organización del juego de ataque, y son: la construcción del juego de contraataque, el contraataque en superioridad, la transición de ataque a defensa y la construcción del ataque posicional; y para la organización del juego en defensa son: construcción del balance defensivo, la construcción de la defensa organizada y por último la defensa individual (Bunker & Thrope, 1982; Granda, Canto, Ramírez, Barbero & Alemani, 1998; Granda, Mingorance & Barbero, 2004; Mingorance, 2000).

Este aspecto refuerza la idea de que para concluir con éxito una jugada colectiva o individual, tanto de ataque como de defensa, hay que trabajar los gestos técnicos específicos del baloncesto como el salto vertical o la capacidad de estabilizarse después de un salto. Tanto la intensidad con la que se debe de jugar este deporte, como la importancia de poder realizarlos al máximo nivel y en las mejores condiciones posibles, mejorarían el desarrollo de los medios técnicos tácticos individuales y colectivos de defensa y de ataque (Gómez, 2007; Ignjatovic, Stankovic, Markovic & Milanović, 2011; Santos & Janeira, 2008).

De igual modo realizarlos con la máxima estabilidad, para poder ejercer una correcta aplicación de la fuerza muscular también mejoraría el éxito deportivo (Ignjatovic, Stankovic, Markovic & Milanović, 2011).

### **2.2.2. Fundamentos fisiológicos del baloncesto**

La fisiología del baloncesto es el estudio de la adaptación crónica y aguda del amplio rango de condiciones que optimizan el ejercicio físico que se realiza practicando baloncesto (Lamb, 1985). Cuando se estudia el efecto del ejercicio, se ven los efectos y adaptaciones del cuerpo a este estímulo llamado “entrenamiento en baloncesto” (Torres, Zarrazquin, Gravina, Zubero, Seco, Gil, Gil & Irazusta, 2015; Williams & Wilkins, 2000).

Según Carreño, Calbet, Espino y Chavaren (1998), el baloncesto ha sufrido diferentes cambios respecto de su reglamento y su táctica. Tanto su forma de jugarlo y las capacidades físicas determinantes han ido cambiando. Franco (1998), afirmó en su estudio que el mejor conocimiento de las demandas energéticas del baloncesto, y del perfil morfofuncional y biomecánico de los jugadores de este

deporte, iba a permitir mejorar su rendimiento. Sanchís (1996) y McInnes et al., (1995) afirmaron que el estudio de esas capacidades nos iba a aportar información relevante tanto para determinar el tipo de entrenamiento y la intensidad de las cargas como para la selección de jugadores (Smith & Thomas, 1991); incluso para poder valorar la eficacia de los programas de preparación física específicos (Aragónés, 1989; Calleja-González et al., 2015 & Häikkinen, 1993).

El baloncesto es un deporte de equipo con un alto nivel de exigencia física, táctica y técnica; y el rendimiento en ocasiones, no solo depende de las capacidades de un deportista sino de todo el equipo. Uno de los aspectos fisiológicos de mayor relevancia en el baloncesto son los gastos energéticos que exigen este deporte y los latidos por minuto (Giménez, 2003).

De la misma manera, los deportes de equipo se caracterizan por tener actividades intermitentes, en la que los intensos esfuerzos se llevan a cabo en periodos de tiempo cortos que se alternan con períodos de baja intensidad. Esta actividad intermitente requiere el uso de los tres sistemas de energía (aeróbico, anaeróbico láctico y anaeróbico aláctico) para satisfacer las demandas metabólicas de los jugadores. El baloncesto tiene demandas complejas que requieren una combinación de habilidades individuales, trabajo en equipo, técnicas, tácticas y estrategias, que contribuyen a las condiciones físicas de los jugadores, así como la naturaleza dinámica de este tipo de deportes en general (Stone & Kilding, 2009).

El baloncesto ya fue clasificado como un deporte aeróbico-anaeróbico alternado; esto es, porque se producen demandas alternativas de las tres vías de producción de energía, con un frecuente acoplamiento de la energía aeróbica y anaeróbica. (Dal Monte, Gallozi, Lupo, Marcos & Menchinelli, 1987; Glaister, 2005).

La mayor parte de los estudios revisados han descrito las cualidades físicas, fisiológicas y funcionales de los jugadores de baloncesto, dándoles un papel más relevante a unas sobre otras. El baloncesto es un deporte colectivo de colaboración-oposición en el que la evolución del juego condiciona los comportamientos individuales y colectivos, así como las exigencias biológicas de los jugadores. Es un deporte de equipo con un alto nivel de exigencia donde predomina un sistema energético aeróbico-anaeróbico alternado (Glaister, 2005),

con lo cual no podemos hablar de una sola vía energética. Debido a la gran variedad de movimientos que existen y que este deporte requiere, los jugadores deben tener una gran capacidad aeróbica, potencia anaeróbica, velocidad, agilidad y fuerza muscular (Ziv & Lidor, 2009).

#### 2.2.2.1. Vías metabólicas

##### 2.2.2.1.1. Metabolismo aeróbico

Se han encontrado referencias bibliográficas que resaltan la importancia de los procesos aeróbicos en el rendimiento deportivo en disciplinas individuales de media o larga duración (más de 120 minutos). Estos estudios afirman que los buenos deportistas que participan en deportes con un esfuerzo prolongado de más de 2 minutos requieren de un mayor metabolismo aeróbico que en el resto de deportes: carrera, natación, ciclismo, remo, esquí... (Bergh et al., 2000; López et al., 1991; MacDougall et al., 1995). Pero en contraposición a esta afirmación, también es frecuente encontrar referencias que destacan la importancia del metabolismo aeróbico en los deportes colectivos en general, y en baloncesto en particular (Colli & Faina, 1987; Bosco, 1991), lo que fundamenta que la competición en baloncesto dure alrededor de 40 minutos o más dependiendo de las interrupciones que se dan durante el juego, y además en ella se combinan tanto las acciones físicas propias del metabolismo aeróbico como del anaeróbico con baja y alta intensidad respectivamente (Franco, 1998; Snuy et al., 1995).

En la actualidad se sigue estudiando que la resistencia aeróbica de un jugador de baloncesto es muy importante, ya que la habilidad para repetir acciones anaeróbicas, mantener una actividad de alta intensidad y recuperarse rápidamente de esfuerzos anaeróbicos depende y está muy relacionada con esta capacidad (Bonafonte, 1988; Delextrat & Kraiem, 2013; Narazaki et al., 2009). Algunos autores han propuesto el componente aeróbico como uno de los requisitos fundamentales en la preparación de los deportistas para conseguir el éxito deportivo (Mc Kenna & Mc Innees, 1995; Woolstenhulme, Baley & Allsen, 2004). Para conocer la resistencia aeróbica de los jugadores existen diferentes parámetros que pueden valorar dicha capacidad y también existen diferentes test directos e indirectos. El consumo máximo de oxígeno ( $Vo_2$  max.) es un buen predictor de la resistencia aeróbica. Ziv y Lidor (2009) estudiaron las variables

físicas y fisiológicas que afectan a los jugadores de baloncesto. Los resultados mostraron que la capacidad aeróbica máxima ( $\text{Vo}_2$  máx.) era mayor en los hombres (56-60 ml Kg/min) que en las mujeres (44-50-60 ml Kg/min). En un trabajo realizado por Vaquera et al. (2003) (Tabla 1), se estudió el consumo máximo de oxígeno en jugadores y jugadoras de baloncesto según los puestos específicos que ocupan en el terreno de juego; los jugadores mostraron un mayor consumo de ( $\text{Vo}_2$  máx.) que las jugadoras de baloncesto. También hubo diferencias en el consumo máximo de oxígeno por puestos específicos, en donde los bases mostraron el mayor consumo de oxígeno seguido de los aleros y finalmente los pívots.

Tabla 1. Consumo máximo de oxígeno por sexos y posiciones específicas en el terreno de juego en baloncesto (Vaquera et al., 2003)

PUESTO	HOMBRES	MUJERES
	$\text{Vo}_2$ máx.	$\text{Vo}_2$ máx.
<b>Base</b>	65,4 ± 0,81	51,45 ± 0,98
<b>Alero</b>	61,65 ± 1,12	51,72 ± 1,37
<b>Pívot</b>	61,54 ± 1,43	49,93 ± 1,54

La frecuencia cardíaca máxima en los jugadores de baloncesto también es un gran indicador de la actividad aeróbica. Por lo general, es muy alta debido a la gran cantidad de acciones específicas de este deporte; saltos, tiros, pases, cambios de dirección, ataques y defensas. Calleja, Leibar, Lekue y Terrados (2008) estudiaron las respuestas de la frecuencia cardíaca durante 4 periodos de tiempo en 5 partidos de pretemporada en jugadores y jugadoras de baloncesto por posiciones específicas en el terreno de juego.

Tabla 2. *Secuencia cardíaca máxima por puestos específicos durante 5 partidos en pretemporada*

PUESTO	N	FC MÁX. (p/m)
Base	2	186 ± 11,7
Alero	3	176 ± 8,3
Pivot	3	177 ± 7,7

La Tabla 2 muestra que los jugadores de baloncesto presentaron frecuencias cardíacas máximas muy altas, siendo, y en ese orden los bases, los aleros y los pívots los que más frecuencia cardíaca tenían. En el estudio de Delextrat y Kraiem (2013) se midieron las respuestas a la frecuencia cardíaca al realizar ejercicios de 2x2 y de 3x3 según las posiciones específicas de los jugadores de baloncesto. Los resultados mostraron frecuencias cardíacas muy altas en el ejercicio de 3x3 y de 2x2, donde se obtuvieron valores más altos en el ejercicio de 3x3 en todas sus posiciones. Las frecuencias cardíacas en el ejercicio de 3x3 y de 2x2 fueron mayores en los bases (90,7% ± 1,3% vs 87,6% ± 3%), seguido de los aleros (91,3% ± 2,1% vs 87,5% ± 3,7%), y finalmente los pívots (88,2% ± 3,5% vs 88,2% ± 5,6%).

En base a lo anteriormente expuesto se concluye que una de las cualidades físicas básicas que deben trabajarse en el baloncesto es la resistencia, ya que es la única forma de afrontar con garantías un intenso partido de 40 minutos a tiempo parado, que en ocasiones se alarga hasta la hora y media o incluso hasta más, pero no es la única cualidad física que debe trabajarse.

#### 2.2.2.1.2. Metabolismo anaeróbico

La investigación sobre la vía energética aeróbica tiene su base científica, pero debido a la dinámica de este deporte, la capacidad anaeróbica también se considera de gran relevancia.

En lo que compete al metabolismo anaeróbico, diferentes autores han estudiado las vías metabólicas más utilizadas por los jugadores de baloncesto a través de exhaustivos trabajos de investigación. En dichos trabajos queda constancia de la importancia de la potencia anaeróbica. Colli (1987, p. 97) destacaba en un estudio observacional que “tras filmaciones en video, el baloncesto de competición incluía un gran número de movimientos de corta

duración con frecuentes cambios de intensidad". En una posterior revisión bibliográfica, Franco (1999) comparaba los estudios de diferentes autores, en donde, McInnes, Carlson, Jones y McKenna (1995), realizaron mediciones durante la competición observando lactatos medios de 6,8 (2,8) mMol/l, superiores a los encontrados hasta el momento. De lo que se deduce que además de la potencia anaeróbica aláctica, la resistencia anaeróbica láctica (6-10 mMol/l), tiene una importante contribución en los requerimientos energéticos.

Más recientemente y coincidiendo con los estudios previos, Salgado et al. (2008), afirman que el baloncesto conlleva una serie de esfuerzos intermitentes, una alternancia de sprint cortos, de saltos y descansos activos o pasivos. Estas acciones se caracterizan por el uso de la vía metabólica que utiliza el sistema Adenosintrifosfato-fosfocreatina (ATP-PC). Este sistema es el responsable de la potencia a alta intensidad sin presencia de oxígeno y de la recuperación y la regeneración de la energía en acciones específicas del baloncesto tales como saltos, rebotes, driblings y tiros.

Paiva y Cesar (2005), llevaron a cabo una revisión de la literatura sobre las capacidades físicas necesarias para jugar al baloncesto. La definieron como un deporte de alta intensidad con un contacto físico durante su juego significativo de alta velocidad y, con saltos y desplazamientos que usaban tanto para atacar como para defender realizados de manera constante. Como resultado, las características principales de la aptitud física general en baloncesto son la resistencia anaeróbica y la velocidad de movimiento.

Otros autores han añadido la agilidad como un factor clave en este deporte (Ziv & Lidor, 2009). Es por ello que el baloncesto también demanda energía proporcionada por el metabolismo anaeróbico aláctico en esfuerzos de alta intensidad de carácter submáximo con una duración de entre 30 y 60 segundos, por ejemplo en series de ataques-contraataques. La vía anaeróbica produce una alta cantidad de energía pero al mismo tiempo produce elevadas concentraciones de lactato en sangre, por lo que da lugar a la fatiga y requiere mucho tiempo para una recuperación completa (Bonafonte, 1988, Koklu, Alemdaroglu, Kocak, Erol & Findikoglu, 2011).

En otro trabajo realizado por Berg, Chen, Narazakari y Stergiou (2009) se estudió el consumo máximo de oxígeno y el lactato plasmático tanto en jugadoras como en jugadores que simulaban un partido real de baloncesto con arbitraje y entrenadores. Los jugadores mostraron un consumo máximo de oxígeno de 36,9 mL/Kh/min mayor que el  $Vo_2$  máx ( $33,4 \pm 1,3$  ML/Kg/min) de las jugadoras, y un lactato medio de  $4,3 \pm 1,3$  mmol/l en los jugadores y de  $3,2 \pm 2,6$  mmol/l en las jugadoras.

Otros autores como Calleja et al. (2008), estudiaron el metabolismo glucolítico en un grupo selectivo de jugadores internacionales junior de baloncesto mediante el análisis de lactato plasmático (LA) al final de un partido de baloncesto en las diferentes posiciones de los jugadores. Los resultados mostraron los lactatos más altos en los bases, seguidos de los aleros y finalmente de los pívots como se muestra en la siguiente Tabla (Tabla 3).

Tabla 3. Medidas de LA en función del puesto específico (Calleja et al., 2008).

PUESTO	(LA) al final del partido (mmol/l)
Base	4,34
Alero	4,01
Pívot	3,06

Como resumen de las vías metabólicas se puede decir que Ureña (1998), resaltaba la capacidad y potencia anaeróbica. Sanchís (1996) lo hacía con la cualidad aeróbica. Carreño et al. (1998), destacaban las capacidades aeróbicas y anaeróbicas, al igual que Rodríguez, Fernández, Pérez y Terrados (1998). Sin embargo, de manera más específica Sáez y Monroy (2010) hablan de que el sistema energético predominante en el baloncesto es el sistema anaeróbico (60%), donde utilizamos el ATP-PC, la glucólisis aeróbica (20%) y el sistema aeróbico con un (20%). También López et al. (1994) afirmaron que aunque sean las acciones explosivas las que marquen la diferencia entre jugadores de similar calidad técnica, una buena base de capacidad aeróbica presenta entre otras ventajas, la de facilitar la recuperación de acciones máximas y submáximas. Pero también es importante tener en cuenta que el abuso del trabajo aeróbico puede suponer una

merma del rendimiento de la fuerza, evidenciada ésta en las acciones explosivas, y tal y como se ha referido anteriormente, diferenciadora en muchos casos de jugadores de similar calidad técnica (Ben Abdelkrim et al., 2010, Drinkwater et al. 2008; Sallet et al., 2005).

Debido a todas estas definiciones e investigaciones, queda reflejado la importancia de la vía energética anaeróbica en baloncesto y la cantidad de cualidades físicas que deben de tener los jugadores de baloncesto.

#### 2.2.2.2. *Perfil antropométrico del jugador del baloncesto*

La morfología y el perfil antropométrico de los jugadores de baloncesto son uno de los factores determinantes en baloncesto. Según Costa (2005), la antropometría es una de las variables de rendimiento más importantes en el baloncesto.

El conocimiento del perfil fisiológico de los jugadores de baloncesto es de vital importancia para poder evaluar tanto su momento de forma como su adaptación al entrenamiento. Dentro del perfil fisiológico se encuentran diferentes factores entre los que se destacan la antropometría y la condición física. Vaquera et al. (2002), afirman que se ha prestado durante mucho tiempo, más atención a todos los parámetros técnicos y tácticos (con numerosa literatura al respecto) que a los parámetros físicos. Pero la evolución que ha sufrido el baloncesto en las últimas dos décadas hasta nuestros días, adopta como pilar fundamental la forma física y esto ha ido cambiando los estudios al respecto.

Respecto al perfil antropométrico del jugador de baloncesto también se puede destacar que no todos los jugadores desempeñan las mismas funciones en el campo de juego y que, por lo tanto, tienen diferentes características antropométricas, ya que para cada puesto específico hay un perfil antropométrico claramente definido, en función de su posición de juego. Así, los pívots son los jugadores más altos y pesados, seguidos de los aleros y por último de los bases. Los bases son los que tienen menores valores en la talla, la masa corporal y el porcentaje de grasa, pero presentan los valores más altos en cuanto al porcentaje de masa muscular. En una situación intermedia estarían los aleros, y por último

estarían los pívots, que son los más altos y pesados, y los que presentan un mayor valor de porcentaje de grasa, y el menor valor en cuanto al porcentaje de masa muscular (Apostolidis, Nassis, Bolatoglou & Geladas, 2004; Gil & Juan, 2010; Matthews et al., 2009; Romero et al., 2009; Sallet, Perrier, Ferret, Vitelli & Baverel, 2005).

En un estudio donde se analizó el perfil antropométrico de las jugadoras de baloncesto españolas según su nivel competitivo y el puesto específico en el juego, distribuidas en tres grupos: grupo de Liga Femenina (LFB), grupo de Liga Femenina 2 (LF2) y grupo de primera nacional (PN). Los resultados mostraron en los tres grupos (bases, aleros y pívot) el componente endomórfico como predominante, pero en dos de ellos, en los aleros y pívots, la ectomorfia es mayor significativamente que la mesomorfia (Sánchez et al., 2009), por lo que dichos grupos se encuadran dentro del somatotipo denominado ectomorfo. Por otro lado, el grupo de bases se ubica dentro del somatotipo denominado endomórfico-balanceado, lo que viene a significar también que la endomorfia es dominante, pero en este caso la mesomorfia y la ectomorfia son similares (Sánchez et al., 2009).

Otros estudios realizados en estas dos últimas décadas han observado que los factores antropométricos, la composición corporal y por lo tanto, el somatotipo, condicionan el rendimiento deportivo a nivel profesional (Apostolidis, Nacis, Bolatoglou & Geladas, 2003; Esparza, 1993; Rodríguez, Cárdenas & Amador, 2007; Sanchís, Dorado & López, 2004; Vaquera, Rodríguez, Villa, García & Ávila, 2004).

En la Tabla 4, se presentan datos de algunos estudios que relacionan la talla y el peso, así como el somatotipo de cada puesto específico.

Tabla 4. *Peso y talla de jugadores de baloncesto según diferentes autores (Media  $\pm$  SD).* (Tomado de Izquierdo, 2011)

<b>Autor</b>	<b>Población</b>	<b>Talla (cm)</b>	<b>Peso (Kg)</b>
Vaquera et al., 2002	España / Liga EBA	197,1 $\pm$ 1,9	86,8 $\pm$ 2,6
Vaquera et al., 2003	España / Liga ACB	195,2 $\pm$ 9,3	95,9 $\pm$ 12,9
	Liga LEB	189,3 $\pm$ 7,6	89,3 $\pm$ 11,9
Vaquera et al., 2003	España / Profesionales	181,4 $\pm$ 2,2	77,4 $\pm$ 6,5
		192,73 $\pm$ 6,1	94,45 $\pm$ 8,2

Tabla 4. *Peso y talla de jugadores de baloncesto según diferentes autores (Media  $\pm$  SD). (Tomado de Izquierdo, 2011)*

		202 $\pm$ 3,4	103,8 $\pm$ 9,2
García et al., 2004	Sudamérica / Seniors	186,2 $\pm$ 5,8	86 $\pm$ 9,4
Asci y Acikada, 2007	Turquía / Amateurs	185,4 $\pm$ 6,2	84,3 $\pm$ 10,3
Berdejo et al., 2008	España / Liga ACB	198,67 $\pm$ 7,94	97,67 $\pm$ 9,64
Santos y Janeira, 2008	Portugal / Cadetes	175,9 $\pm$ 9,3	72,7 $\pm$ 16,9
Matthews et al., 2009	Reino Unido / Amateurs	181,6 $\pm$ 5,6	82,0 $\pm$ 11,7
Gil y Juan, 2010	España / Baloncesto universitario	189,6 $\pm$ 0,08	89,07 $\pm$ 10,93
Abdelkrim et al., 2010	Tunez Sub 18	192 $\pm$ 7,3	-
	Tunez Sub 20	199,2 $\pm$ 7,3	-
	Tunez Profesionales	198,4 $\pm$ 6,2	-

De la Tabla 4 se puede interpretar que no existe un somatotipo para cada puesto específico. Una posible causa puede es que los entrenamientos cambian en función de los objetivos y competiciones, y con ello la condición física y la composición corporal. No obstante puede existir una relación directa entre el nivel profesional del equipo y la altura de los jugadores (Salgado, Sedano, De Benito, Izquierdo & Cuadrado, 2009).

Según Calleja (2010), en un estudio donde comparaban a jugadores croatas con jugadores japoneses de alto nivel, para una n=27, tenían las siguientes medias de características antropométricas: edad: 24,12 años, peso: 102,91 kg, altura: 2,01 m, porcentaje de grasa 10,9 % y 10 años de entrenamiento para el grupo (n=14) de estudio croata, y 25,69 años, 88,05 kg, 1,91 m de altura, 9,7% de masa grasa y 8 años de entrenamiento para el grupo japonés (n=13). Lo que da una idea general de que el perfil del jugador de baloncesto es de una persona alta y pesada.

En la Tabla 5 se muestran los datos obtenidos por estos estudios según diferentes autores para la composición corporal.

Tabla 5. *Datos de composición corporal en jugadores de baloncesto según diferentes autores (Media  $\pm$  SD).*

Autor	Año	Población	% Grasa	% Muscular	% Óseo
Vaquera et al.	2002	España / Liga EBA	8,2 $\pm$ 0,3	50,3 $\pm$ 0,5	17,4 $\pm$ 0,6

Tabla 5. Datos de composición corporal en jugadores de baloncesto según diferentes autores (Media  $\pm$  SD).

Autor	Año	Población	% Grasa	% Muscular	% Óseo
Vaquera et al.	2003	España /	10,9 $\pm$ 1,9	49,3 $\pm$ 2,3	-
		Liga ACB	9,8 $\pm$ 1,89	50,2 $\pm$ 1,1	-
Vaquera et al.	2003	España / Profesionales	8,5 $\pm$ 1,2	51,9 $\pm$ 1,3	-
		Bases	11,11 $\pm$	49,03 $\pm$ 1,1	-
		Aleros	1,3	48,8 $\pm$ 2,1	-
		Pivots	11,1 $\pm$ 2,2		
Berdejo et al.	2008	España / Liga ACB	11,7 $\pm$ 2,76	47,96 $\pm$ 3,22	-
Gil y Juan.	2010	España / Baloncesto Universitario	14,92 $\pm$ 3,19	44,53 $\pm$ 2,85	16,44 $\pm$ 1,30
Abdelkrim et al.	2010	Tunez /	12,6 $\pm$ 3,0		-
		Sub 18	10,2 $\pm$ 2,4	-	-
		Sub 20 Profesionales	9,8 $\pm$ 2,5		

Y en la Tabla 6 se muestran los estudios que estudiaron el somatotipo en jugadores de baloncesto.

Tabla 6. Datos de somatotipo en hombres jugadores de baloncesto según diferentes autores (Media  $\pm$  SD).

Autor	Año	Población	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Viviani	1994	Italia / Ligas B y C	2,2	3,2	3,8
Monyeki y cols.	1998	Sudáfrica / 1ª división	2,2	2,9	3,2
Costa, I. A.	2005	Argentina / Profesionales	2,45	4,9	2,9
Asci y Acikada.	2007	Turquía / Amateurs	2,2 $\pm$ 0,6	4,0 $\pm$ 1,1	2,4 $\pm$ 0,9

A modo de conclusión se puede decir que la evolución tanto de reglas (desde la modificación del año 2000) como de la táctica, ha dado lugar a la creación de tres posiciones específicas para los jugadores, existiendo unas características físicas, técnico-tácticas y antropométricas claramente diferenciadas entre ellas: base, alero y pívot (Calleja et al., 2008 & Sallet et al., 2005). El base

tiene la finalidad de mover el juego y debe tener una resistencia muy desarrollada, el alero ayuda a terminar la jugada y suele ser muy rápido y ágil, y el pívot suele ocupar posiciones cercanas a canasta usando su superioridad en talla y masa corporal para ganar la posesión del balón o ganar la posición debajo del aro.

### 2.2.3. Fundamentos físicos del baloncesto

Al hablar de fundamentos físicos se hace referencia a los requerimientos físicos en baloncesto, y es en este apartado, en donde se revisa la literatura científica que justifica la importancia de todos los factores que intervienen en la capacidad del salto vertical y la estabilidad del tren inferior.

De manera conceptual y dentro de la condición física se pueden diferenciar dos componentes principales (Bompa, 2000; Calleja, Lekue, Lejareta & Leibar, 2002; Calleja-González, Cámara Tobalina, Martínez-Santos, Mejuto & Terrados, 2015, Conde & Delgado, 2000):

1. Las capacidades o cualidades físicas básicas que determinan la ejecución o realización del movimiento a través de la resistencia, la **fuerza**, la velocidad y la flexibilidad.
2. Las capacidades o cualidades coordinativas o motrices que regulan el control del movimiento a través del **equilibrio** y la coordinación.

#### 2.2.3.1. Fuerza

Según González-Badillo (2000), desde un punto de vista deportivo, se puede definir la fuerza como la manifestación externa que se hace de la tensión interna generada en el músculo o grupo de músculos en un tiempo determinado.

La fuerza ha sido definida y estudiada a lo largo de los años por muchos autores, dando como resultado diferentes tipos de fuerzas en función de diferentes parámetros (fuerza máxima, potencia, etc.).

Siguiendo a Izquierdo (2011), se ha tomado la Figura 1 como modelo explicativo y modelo resumen de los factores que afectan al desarrollo de la fuerza.

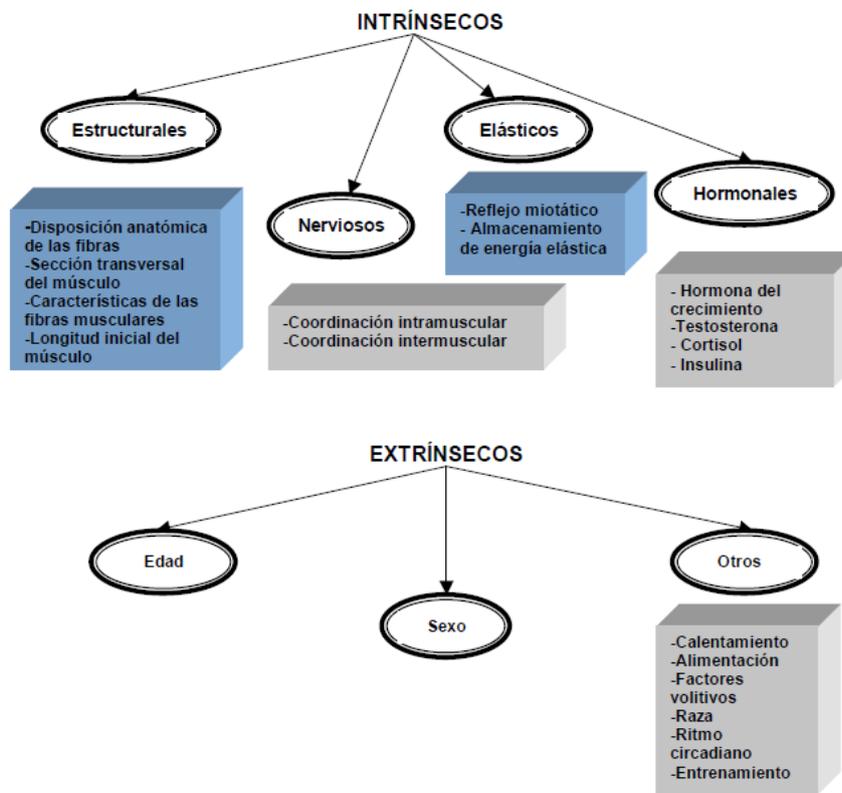


Figura 1. Factores intrínsecos y extrínsecos determinantes del desarrollo de la fuerza (Tomado de Izquierdo, 2011).

La existencia de diferentes factores que intervienen en el desarrollo de la fuerza, hace que ésta tenga diferentes manifestaciones:

- Fuerza máxima dinámica: es la fuerza máxima posible que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer en una contracción voluntaria (Gowitzke & Milner, 2009).
- Potencia: la potencia se puede definir como la máxima cantidad de trabajo o de tensión muscular que se puede desarrollar por una unidad de tiempo, o el producto de la fuerza por la velocidad (Cronin & Sleivert, 2005).
- Fuerza resistencia: la capacidad de mantener una fuerza a un nivel constante durante el tiempo que dure una actividad o gesto deportivo (Manso, 1999).

#### 2.2.3.1.1. Fuerza máxima dinámica

La fuerza máxima es una de las cualidades físicas más representativas ya que su desarrollo se hace necesario, tanto desde un punto de vista de la mejora física y de la salud, como del incremento de la eficacia o rendimiento deportivo. Basándose en la segunda ley de Newton, la biomecánica define la fuerza como la causa capaz de modificar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo (Cervera et al., 1996) y viene formulada por la ley de Newton: fuerza = masa x aceleración. Gowitzke y Milner (2009), definen la fuerza como el cambio causado por cualquier acción en movimiento de un objeto; es una cantidad y tiene dirección y magnitud. Desde un punto de vista fisiológico la fuerza muscular se define como la capacidad que tiene un músculo o un grupo muscular de generar una tensión contra una resistencia a una velocidad específica durante una contracción voluntaria máxima. La unidad fundamental de la magnitud fuerza, en el Sistema Internacional, es el newton (N), que se define como la fuerza necesaria para que una masa de 1 kilogramo experimente una aceleración de  $1\text{m}/\text{seg}^2$  (Stone et al. 2003).

Lo que se considera más importante es que a nivel deportivo, esta aplicación de fuerza y la necesidad de usarla, se hace imprescindible cuando tenemos que efectuar esfuerzos contra una resistencia (dependiendo del deporte), contra un contrario o incluso para mover nuestro propio cuerpo (Calleja et al., 2010; López et al., 1996; Verhoshansky, 2000).

En los deportes de equipo como el baloncesto la mayoría de acciones se realizan a velocidades submáximas en donde la precisión y la decisión de cuando hacerlas, son el aspecto más importante a tener en cuenta. Lo más característico de los deportes de equipo es que se dan precisamente infinidad de acciones distintas; en fútbol y baloncesto se han registrado en torno a unas 1000 acciones (Bangsbo, 1991; Luhtanen, 1994; McInnes et al. 1995; Tomas & Reilly, 1976). Tous (2005), afirma que en pocas ocasiones un jugador de baloncesto va a tener que emplear su fuerza máxima en una acción, en parte, porque no le va a dar tiempo a alcanzarla y entre otras, porque no es necesaria para lograr el éxito en la acción en su artículo hablaba de fuerza como “la capacidad de un músculo o grupo de músculos determinados para generar una tensión muscular bajo unas condiciones específicas”. Solamente en algunos gestos específicos como ganar una posición

debajo del aro contra un oponente o realizar un salto para hacer un tapón, son gestos técnicos específicos del baloncesto que requieren de un empleo de la fuerza máxima.

En la Tabla 7 se destacan los estudios que han analizado la fuerza máxima dinámica.

Tabla 7. Resumen de estudios en los que se han empleado el ejercicio de sentadilla para medir la Fuerza dinámica máxima a través de la 1RM (Modificado de Requena & García, 2011).

Estudio	Sujetos	Resultados (1RM) Valores medios (DE)
Izquierdo et al., (1999)	47 H [26 ME y 21 EA]	ME: 117,5 ± 3,9 kg EA: 101 ± 5 kg
Baker et al., (2001)	48 H (E, J) [24 JRNP y 24 JRP]	JRNP (147,6 ± 25,2 kg) JRP (161,2 ± 16,9 kg)
Izquierdo, Hakkinen, González, Ibáñez y Gorostiaga (2002)	70 H (E, J) [11 Ha, 19 JBa, 18 C, 10 CMD y 12 Es]	Ha (1540,2 ± 176 kg y 19,23 ± 0,77 kg/kg) <b>Jba (1334 ± 157 kg y 16,28 ± 1,26 kg/kg)</b> C (1314,5 ± 176 kg y 18,54 ± 2,75 kg/kg) CMD (1069 ± 108 kg y 16,09 ± 1,37 kg/kg) Es (1030 ± 49 kg y 14,52 ± 1,37 kg/kg)
McBride, Triplett-Mcbride, Davie, Abernethy y Newton (2003)	20 H (E, J) [5 Es, 5 Ha, 5 LP y 5 V]	Es (151,0 ± 14,8 kg) Ha (249 ± 24,2 kg) LP (214,0 ± 12,3 kg) V (173,0 ± 19,0 kg)
Wisloff et al.,(2004)	17 H (E, J) [JF]	171,7 ± 21,2 kg y 2,2 ± 0,3 kg/kg
Sleivert y Taingahue (2004)	30 H (E, J) [27 JR y 3 JB]	ST (149,5 ± 22,6 kg) SS (206,6 ± 34,4 kg)
Cotterman, Darby y Skelly (2005)	16 H 16 M (J)	Barra libre H: 168,2 ± 32,2 kg H: 171,5 ± 35,7 kg
McGuigan, Ghiagiarelli y Tod (2005)	10 H (E, J) 10 M (E, J)	Barra fijada M: 80,4 ± 17,2 kg M: 86,6 ± 13,8 kg
Petterson, Alvar y Rhea (2006)	19 H (E, J) 36 M (E, J)	H: 148,6 ± 36,9 kg M: 63,5 ± 19,3 kg/kg H: 155,77 ± 23,98 kg M: 85,79 ± 16,38 kg H: 1,85 ± 0,29 kg/kg M: 1,27 ± 0,22 kg/kg
Zink, Perry, Robertson, Roach y Signorile (2006)	12 H (E, J)	175,14 ± 30,6 kg 1,87 ± 0,21 kg/kg
Cormie, Mccauley, Triplett y McBride (2007)	13 H (E, J) [7 JF, 2 ST, 2 V y 2 L]	170,4 ± 21,7 kg y 1,9 ± 0,2 kg/kg
Thomas et al.(2007)	19 H (E, J) 14 M (E, J) [JF]	H: 121,0 ± 22,5 kg M: 83,2 ± 12,6 kg
Harris, Cronin y Hopkins(2007)	18 H (E, J) [JR]	280 ± 50kg y 2,67 ± 0,46 kg/kg
Baker y Newton(2008)	40 H (E, J) [20 JRD1 y 20 JRD2]	JRD1 (175,0 ± 27,3 kg) JRD2 (149,6 ± 14,3 kg)

Tabla 7. *Resumen de estudios en los que se han empleado el ejercicio de sentadilla para medir la Fuerza dinámica máxima a través de la 1RM (Modificado de Requena & García, 2011).*

Estudio	Sujetos	Resultados (1RM) Valores medios (DE)
Harris, Cronin, Hopkins y Hansen(2008)	30 H (E, J) [JR]	305 ± 46,6 kg y 3,07 ± 0,48 kg/kg

FDM = fuerza dinámica máxima; 1RM = una repetición máxima; 1RM-E = una repetición máxima estimada; kg = kilogramo; DE = desviación estándar; H = hombres; M = mujeres; E = entrenados; J = jóvenes; JF = jugadores fútbol; ST = saltadores de triple; V = velocistas; L = lanzadores; ME = mediana edad; EA = edad avanzada; Ha = halterófilos; Jba = jugadores balonmano; C = ciclistas; CMD = corredores media distancia; Es = estudiantes; LP = levantadores de pesos; JR = jugadores rugby; JRNP = jugadores rugby no profesionales; JRP = jugadores rugby profesionales; JRD1 = jugadores rugby primera división; JRD2 = jugadores rugby segunda división; **JB = jugadores baloncesto**; S = sentadilla; MS = media sentadilla; SC = sentadilla completa; SS = sentadilla split; rep = repeticiones; min = minutos; % = porcentaje; ~ = aproximadamente.

Finalmente destacar, que al revisar la literatura se han encontrado diferencias en la fuerza dinámica máxima (FDM) (1RM) producida en el ejercicio de sentadilla entre sujetos que practican diferentes modalidades deportivas (Izquierdo et al., 2002; McBride et al., 2003) y sujetos que practican la misma modalidad deportiva pero en diferentes niveles de competición (Baker & Newton, 2008) (Tabla 7); siendo los jugadores de baloncesto, unos deportistas con una muy alta 1RM respecto de otros deportes, teniendo en cuenta, que es un juego en el que el móvil se maneja con la manos.

#### 2.2.3.1.2. Potencia

La potencia se puede definir como la máxima cantidad de trabajo o de tensión muscular que se puede desarrollar por una unidad de tiempo, o el producto de la fuerza por la velocidad (Cronin & Sleivert, 2005).

En el desarrollo de la fuerza existe una estrecha relación entre la fuerza máxima y la potencia (Baker & Nace, 1999; Cormie, McBride & McCaulley, 2009; Nuzzo, Cormie, McBride & McCaulley, 2008; Stone et al. 2003), que se da por

varios motivos ya que la fuerza máxima va a afectar al desarrollo de la potencia (Newton & Kraemer, 1994).

En primer lugar, porque la fuerza máxima depende de la sección muscular transversal del músculo.

En segundo lugar, porque en función del grado en que este músculo se pueda desinhibir por la anulación de los factores que anulan las contracciones máximas voluntarias, el deportista podrá aplicar más o menos potencia.

En tercer lugar, porque la RFD (Range of Development) va a depender del número de unidades motoras que se activan en una contracción, así como la frecuencia con que éstas se activan.

En cuarto lugar, por las características propias de las fibras musculares (López et al., 1996).

Y en quinto lugar, la velocidad del movimiento con la que se mueven cargas ligeras está más relacionada con la RFD o potencia, mientras que el movimiento sobre cargas pesadas está más relacionado con la fuerza máxima dinámica (Duchateau & Hainaut, 1984).

A lo largo del tiempo se han investigado y utilizado para la mejora de la potencia métodos muy dispares (Cormie, Mc Guigan & Newton, 2011). Entre ellos podemos destacar el entrenamiento con sobrecarga (Wilson; Newton, Murphy & Humphries, 1993), el entrenamiento pliométrico (Markovic, 2007), la electroestimulación (Maffiuletti et al., 2000; Paillard, Noe, Bernard, Dupui & Hazard, 2008) o el entrenamiento vibratorio estudiado por Fernández-Rio, Terrados, Fernández-García y Suman (2010), aunque no se han encontrado evidencias científicas de su eficacia en el rendimiento deportivo. Pero generalmente son dos métodos de entrenamiento (el entrenamiento con resistencia o sobrecarga y el pliométrico) los más referidos en la literatura científica como los más utilizados para la mejora de potencia en jugadores de baloncesto (Santos & Janeira, 2008).

Por otro lado, es importante destacar que los factores que afectan a la capacidad de generar potencia por el deportista son:

1. La fuerza máxima generada por el músculo, ya que se ha demostrado que los individuos que tienen mayores niveles de fuerza producen mayor potencia que los que tienen menores niveles de fuerza máxima (Baker & Newton, 2008; Cormie, 2009; McBride, Triplett-Mcbride, Davie & Newton, 1999; Stone et al. 2003; Ugrinowitsch, Tricoli, Rodacki, Batista & Richard, 2007).
2. El RFD: activación máxima del mayor número de unidades motoras por unidad de tiempo (López et al., 1996).
3. La coordinación intramuscular o activación sincronizada de la unidad motora (López et al., 1996).
4. La coordinación intermuscular o habilidad de contraer los músculos tanto agonistas como sinergistas y relajar los antagonistas al mismo tiempo (López et al., 1996). Según Bobber & Van Soest (1994) este tipo de coordinación será mayor en individuos más fuertes.
5. Aumento del área o sección transversal del músculo (CSA) para los dos tipos de fibras tipo I y tipo II (Häkkinen, Komi & Tesch, 1981; MacDougall, Elder, Sale Moroz & Sutton, 1980).
6. Y por último, el ángulo de pennación: estos ángulos podrían aumentar así como la longitud de los fascículos (Blazevich, Gill, Bronks & Newton, 2003; Blazevich, Cannavan, Coleman & Horne, 2007; Kawakami, Abe, Kuno & Fukunaga, 1995).

Al respecto de la RFD del deportista, ésta va a depender del número de unidades motoras que se activan en una contracción, así como la frecuencia con que éstas se activan y las características propias de las fibras musculares (López et al., 1996). La velocidad del movimiento con el que se mueven cargas ligeras está más relacionada con la RFD o potencia, mientras que el movimiento sobre cargas pesadas está más relacionado con la potencia (Duchateau & Hainaut, 1984).

Muchos de los autores que se han revisado y como ya se ha dicho, coinciden en afirmar que dentro de todos los factores que determinan la manifestación de la potencia habría también que incluir el nivel de fuerza máxima, ya que tener una buena base de fuerza máxima y de fuerza dinámica máxima es indispensable para desarrollar gradientes elevados de potencia (Manno, 1999; Bosco, 2000, Blazevich, Cannavan, Coleman & Horne, 2007; Izquierdo, 2011).

#### 2.2.4. Fundamentos Coordinativos del Baloncesto

Las capacidades coordinativas son particularidades del organismo que generalizan los procesos de conducción y regulación de la actividad motora (Shumway-Cook & Woollacott, 2000a). Estas capacidades representan requisitos indispensables que debe poseer el deportista para poder ejercer determinadas actividades deportivas con un alto grado de efectividad sobre las mismas". En Baloncesto el proceso de aprendizaje de las destrezas motoras aprendidas y estabilizadas, también alcanza una elevación del nivel de las capacidades coordinativas, lo cual depende especialmente de la cantidad, del tipo y de la dificultad de esas destrezas (Meinel & Schnabel 2004).

La gran interacción entre las destrezas motoras y las capacidades coordinativas tiene su fundamento en los procesos y normas de la coordinación motora, siendo la expresión y el reflejo de las mismas. Por eso es que existe un alto grado de dependencia y correlación entre las capacidades condicionales, las capacidades coordinativas y la técnica deportiva, para que se pueda desarrollar una tienen que estar presentes innegablemente las otras, sino no hay posibilidad de que se efectuó ningún acto motor (Meinel & Schnabel 2004).

Para los entrenadores uno de los principales objetivos será provocar en el deportista una mejora permanente de la programación, parametrización y actualización de los engramas motores. Actuando para que la realidad se asemeje a lo planificado (Di Santo, 2010).

Existen 7 capacidades claramente definidas, ellas son: reacción, equilibrio, orientación, estabilidad, acoplamiento, ritmo y adaptación a la situación (Di Santo 2010; Hue, Simoneau, Marcotte, Berrigan, Doré & Marceau, 2007).

Hablaremos de las más importantes para el desarrollo de esta Tesis.

##### 2.2.4.1. Equilibrio

Para el desempeño de las tareas diarias y de las actividades deportivas, el mantenimiento del equilibrio es un factor indispensable (Cote, Brunet, Gansneder & Shultz, 2005; Murphy, Connolly & Beynnon, 2003).

El equilibrio se define como la capacidad que mantiene al centro de gravedad dentro de la base de sustentación de nuestro cuerpo y que requiere de ajustes constantes que son proporcionados por la actividad muscular y la posición de las articulaciones (Arnold Schmitz 1998; Battistella & Shinzato, 1999). Para el correcto mantenimiento de la postura se requiere de la detección sensorial de los movimientos del cuerpo, la integración de la información sensorial-motora en el sistema nervioso central y por supuesto una adecuada respuesta motora (Beard & Refshauge, 2000; Hills & Parker, 1991; Hue, Simoneau, Marcotte, Berrigan, Doré & Marceau, 2007). Es importante fijar la atención en el papel que desempeña la postura y la acción, en relación con la capacidad de estabilización en el deporte y cómo la postura, en relación con el equilibrio, informa al deportista. Tang, Moore y Woollacott (1998), detectaron que la habilidad para usar las aferencias visuales vestibulares y propioceptivas para el establecimiento del equilibrio, se correlacionaba con la movilidad funcional del deportista.

Por otro lado, y otro factor a tener en cuenta es el control postural, que se define como el control de la posición del cuerpo en el espacio con los objetivos de mantener el equilibrio y la orientación (Shumway-Cook & Woollacott, 2000a; Shumway-Cook & Woollacott, 2000b).

Tradicionalmente, ha sido considerado como una tarea automática o de reflejo controlado, sugiriendo que los sistemas de control postural utilizan recursos de atención mínimos. Sin embargo, diferentes estudios han evidenciado lo contrario. Éstos sugieren que hay recursos de atención significativos para el control postural y que estos requerimientos varían en función de la tarea postural, la edad del sujeto y de sus habilidades de equilibrio (Colné et al., 2008, Hue et al., 2007, Wang et al., 2008 y Wearing et al., 2006; Woollacott & Shumway-Cook, 2002).

Otros factores asociados al control postural son la excesiva cantidad de grasa, que modifica la geometría del cuerpo mediante el acumulo de masa pasiva en las diferentes regiones. Esto afecta a la biomecánica, generando limitaciones funcionales de las actividades de la vida diaria, y posiblemente, predisponen a la lesión (De Souza, Faintuch, Valezi, Sant' Anna, Gama-Rodrigues, De Batista & Fonseca, 2005; Wearing, Hennig, Byrne, Steele & Hills, 2006). Hay evidencia de que el peso corporal es un fuerte predictor de la estabilidad postural con

perturbaciones posturales asociadas con la obesidad, y que aparecen en la adolescencia (McGraw, McClenaghan, Williams, Dickerson, Ward, 2000) lo que parece ser bastante influyente en deportistas pesados (Hue et al., 2007), como jugadores de baloncesto.

En baloncesto y en otros deportes, Platonov y Bulatova (2001) distingue dos mecanismos para mantener el equilibrio:

1. El primero hace referencia a la necesidad de mantener el equilibrio que ya se posee. En cuyo caso, se trata sólo de un mecanismo de relación que actúa mediante correcciones constante. La eliminación de las pequeñas alteraciones del equilibrio se realiza mediante la activación refleja de los grupos musculares que se precisan en cada momento.
2. El segundo mecanismo hace referencia al equilibrio que se precisa en aquellas acciones motoras que necesitan de una coordinación compleja. Cada reacción no representa carácter reflejo, sino de anticipación, que son las que nos competen en esta Tesis Doctoral ya que son las que se dan con mayor frecuencia durante el juego del baloncesto.

Otra clasificación, propuesta por Donskoi (1988), se basa en la fuerza de gravedad, y distingue 3 categorías:

1. Estable: el cuerpo regresa a la posición inicial sea cual sea la variación sufrida.
2. Limitadamente estable: el cuerpo regresa a la posición inicial sólo si la variación se ha producido dentro de determinados límites.
3. Inestable: la más pequeña variación provoca el vuelco obligado del cuerpo

En consecuencia, y siguiendo a Wikstrom et al., (2005), no podemos hablar de un solo tipo de equilibrio. Las acepciones son aún más variadas cuando introducimos la diversidad de posibilidades de “caídas” y las variaciones de la

verticalidad y la horizontalidad corporales y espaciales específicas de cada actividad deportiva.

Con lo que se distinguirá entre el equilibrio estático: que hace referencia a la capacidad del sujeto de mantenerse sobre una base estable mientras realiza mínimos movimientos compensatorios (este tipo de acciones tienen como objetivo poner su estudio sobre el control postural estático) (Confort et al., 2010; Liebenson, 2006; Riemann, Caggiano, & Lephart, 1999). Y por otro lado, resulta más complejo poder definir el equilibrio dinámico, sobre todo, por la gran variabilidad de acciones que pueden englobarse dentro de él; Colby et al., (1999) define el equilibrio dinámico como la habilidad de conservar una condición estable estática sobre una base de sustentación después de una transición dinámica, es decir, tras un movimiento dinámico, como puede ser la caída tras un salto en baloncesto.

Esto representa que después de cada acción dinámica, se requiere de rápidas adaptaciones corporales y segmentarias para lograr establecer una posición estable, que entre otras cosas posibilite una base de soporte firme y estable en donde poder aplicar fuerza para una nueva acción dinámica, y así mantener una acción dinámica en condiciones de equilibrio dinámico.

El equilibrio dinámico, involucra entonces, grandes niveles de inestabilidad y requieren una gran demanda de precisión, fuerza y velocidad de movimiento "monitoreado por el SNC" y las adaptaciones que sobre él se producen para mantener esta estabilidad (Myers et al., 2006). Con lo cual, en el deporte, la ganancia de fuerza y de velocidad expresada a través de potencia, mejorará el equilibrio y la estabilidad de los deportistas que la mejoren (Greve, Alonso, Bordini & Camanho, 2007).

También cabría destacar el equilibrio o "estabilidad" dinámica rotacional por su implicación en el baloncesto (Sanchís, Baydal, Montesinos, Castelli & Garrido, 2006), que hace referencia a ese mismo equilibrio dinámico pero localizada sobre una sola articulación que se somete a una torsión con flexión o proceso desestabilizador como un empujón, un contacto en salto, salto con rotación externa o interna tibial, etc (Klaper & Huey, 2006).

Estas aceptaciones distintas sobre el equilibrio y la estabilidad se aúnan en el concepto “propiocepción”, en donde, el entrenamiento propioceptivo del equilibrio se utiliza en la rehabilitación de lesiones deportivas y es cada vez más reconocida su utilidad para la prevención de éstas. Las acciones como correr, saltar o pivotar sobre una pierna, dependen de la sensación respecto de la posición articular y del control muscular para la estabilidad articular. Hay evidencia científica de que el equilibrio estático mejora a través de un entrenamiento propioceptivo con plataformas de equilibrio (Muñoz, 2009).

Según Romero (2000), el sistema propioceptivo puede entrenarse mediante ejercicios específicos para poder responder con eficacia y mejorar la fuerza, la coordinación, el equilibrio, el tiempo de reacción ante situaciones determinadas, relacionadas con el deporte o el día a día.

Es muy común en baloncesto sufrir acciones por el desequilibrio provocado por contacto directo con el oponente o por el tiro a canasta o dribbling o salto, es muy común durante el juego. Muchos estudios aleatorizados de programas preventivos multifacéticos, incluyen las plataformas de entrenamiento del equilibrio como eficaces en la reducción de lesiones de las extremidades inferiores en la práctica de deportes específicos (Gutiérrez, 1999; Jiménez, 2002; Le Boulch, 1997; Muñoz, 2009; Paidós, 2004).

#### 2.2.4.2. *Estabilidad*

Es importante destacar y definir, que existe un gran abanico de ejercicios de estabilidad dinámica que imitan o pueden asemejarse al gesto deportivo específico en baloncesto. Estos ejercicios amplían las posibilidades y gestos motrices que se pueden representar, estudiar y analizar de manera analítica para someterlos a evaluación (Cámara, Calleja-González, Martínez, Fernández-López, Arteaga-Ayarza, 2013).

Desde esta perspectiva, tras la revisión realizada, los ejemplos de acciones de estabilidad dinámica, se encuentran en todas aquellas acciones multidireccionales que representen una transición de la base de sustentación y la conformación de una nueva base de sustentación. También están incluidas todas las adaptaciones y regulaciones necesarias para lograr una rápida estabilización

sobre esta nueva base de sustentación. Estas acciones por supuesto pueden representar acciones más específicas a las demandas de estabilización propia de los gestos deportivos dinámicos.

Finalmente es importante remarcar que el entrenamiento de la estabilidad dinámica podría mejorar la habilidad de los músculos alrededor de la estructura lesionada (especialmente las articulaciones) para estabilizar la articulación y el cuerpo en general, durante movimientos que se realizan en varias direcciones y en varios planos y ejes, de forma rápida (Myer et al., 2006; Pasanen et al., 2008).

#### 2.2.4.3. *Coordinación*

Entendemos la coordinación como la capacidad armónica, ordenada y eficaz de la musculatura implicada en la realización de una acción. Respecto a la coordinación, la participación de las cualidades coordinativas permite al deportista realizar los movimientos con precisión, economía y eficacia. Estos movimientos determinan el rendimiento en baloncesto, presentando fluctuaciones durante la temporada en función de estado de forma, objetivo y puesta a punto (Refoyo, 2006).

Para García, Navarro y Ruiz (1996) muchas veces se confunden las cualidades coordinativas con lo que los autores denominan cualidades perceptivo-motrices. Para estos autores las cualidades perceptivo-motrices son aspectos de la motricidad sobre los que se asientan las cualidades coordinativas.

Existen diferentes tipos de coordinación:

- Coordinación específica o fina. Capacidad para lograr movimientos parciales individuales. Implica pocos grupos musculares y se manifiesta en una gran exactitud y economía del movimiento total.
- Coordinación óculo manual y óculo pédica. Capacidad de coordinar movimientos parciales del cuerpo entre sí y en relación del movimiento total que se realiza para obtener un objetivo motor determinado.

- Coordinación espacial. Capacidad de determinar la posición y los movimientos del cuerpo en el espacio y en el tiempo, en relación a un campo de acción definido y/o a un objeto en movimiento.

#### 2.2.4.4. *Agilidad*

Una de las cualidades físicas y psicomotoras que no han sido muy tratadas a lo largo de los años, según la literatura consultada, es la agilidad, entendiéndose como: la facilidad que tiene el jugador de realizar movimientos cortos, veloces, explosivos que son la base de fundamentos específicos del baloncesto. En el desarrollo de esta cualidad se conjugan aspectos físicos como son la fuerza muscular, la potencia, la flexibilidad, y aspectos que tienen relación con la coordinación como la velocidad de reacción total y segmentaria, que influye en la correcta realización de los gestos técnicos (Echegoyen, 2009)

Siguiendo a Esper (2000), en el entrenamiento de la agilidad es importante recordar que si la intención del ejercicio es mejorar la coordinación del movimiento de piernas, las pausas deben ser amplias para permitir al jugador una plena recuperación antes de iniciar la próxima repetición.

Jiménez (2007), coincide con otros autores, en que los ejercicios de agilidad son muy útiles para mejorar la movilidad de piernas de los jugadores más altos y más pesados. Estos ejercicios utilizados correctamente, servirán como entrenamiento de la resistencia específica, de la velocidad de reacción, y deberían de mejorar la coordinación en condiciones similares a las de la competición.

Otros autores presentan diferentes ejercicios para mejorar la coordinación específica del jugador con el balón, que combinados con fundamentos técnicos, colaboran con la mejora de la agilidad y la habilidad del jugador para realizar movimientos cortos, explosivos y con un alto grado de coordinación (Aragón 2007; Cometti, 2002; Echegoyen, 2009; Gómez et al., 2005).

#### 2.2.5. **Lesiones en el baloncesto**

El término lesión deportiva se entiende como aquello que ocurre como resultado de la participación en una acción deportiva tanto en entrenamiento como en competición. La presencia de lesión requiere de atención médica por

parte del cuerpo técnico (médicos, entrenadores, fisioterapeutas, etc.) y resulta en una restricción de la actividad física-deportiva durante al menos un día, el día siguiente a la lesión (Arndt & Dick, 1995; Centers for Disease Control and Prevention, 1999; Dick et al., 2007; NCAA, 1981).

El miembro inferior es el que mayor índice de lesiones presenta frente al miembro superior en baloncesto (Manonelles & Tárrega, 1988). Siendo de esta forma, las estructuras articulares inferiores las afectadas por dichas patologías (Hootman et al., 2007).

Un estudio que comparaba las lesiones sufridas en deportes colectivos de participación simultánea y campo compartido, durante los últimos 5 años en Estados Unidos por horas de participación, colocaba al baloncesto en primer lugar como el deporte más lesivo, para la población practicante mayores de 15 años de edad. A partir de ese estudio también se ha datado en 1,7 millones de licencias de practicantes solamente en Estados Unidos, manteniéndose por encima de deportes como el fútbol o el soccer (Elizabeth et al., 2011).

Por otro lado, es importante destacar que un jugador de baloncesto que no posee unos niveles de fuerza adecuados, tiene mayores posibilidades de sufrir lesiones o de no recuperarse de una lesión anterior. En este deporte se suceden las lesiones continuamente, tanto durante las competiciones como durante los entrenamientos (Wilkerson, 2004). Para que los procesos de prevención sigan de manera normal y el jugador llegue a un estado óptimo de rendimiento se están introduciendo cada vez más los programas de entrenamiento neuromuscular. Éstos tienen el fin de que los jugadores no sufran las lesiones que ya conocemos como típicas en el baloncesto. Existen numerosos estudios que hablan de la adecuación y efectividad de los programas de rehabilitación de equipos de baloncesto, sobre todo en EE.UU (Hewett, 1999; Myer, 2005 & Lauersen, Bertelsen & Andersen, 2014).

Muchos estudios epidemiológicos hablan sobre las lesiones en baloncesto y entre ellos se pueden destacar el estudio de Jover y Conesa (2008), en donde clasifican claramente las lesiones deportivas en baloncesto de 22 revisiones en función del tipo de lesión o ubicación anatómica en la siguiente Tabla (Tabla 8).

Tabla 8. Lesión atendiendo al tipo de lesión o ubicación anatómica

<b>Autor</b>	<b>Deporte</b>	<b>País</b>	<b>Tipo de lesión</b>
Jover y Gómez (2008)	Baloncesto formación	España	Contusiones (35,9%), tirones o esguinces (28,2%), epistaxis (12,8%), laceraciones (5,1%), fractura de un dedo (2,6%)
Huguet (1987)	Baloncesto profesional	España	49% esguince de tobillo y patología LCA
Albanell (1994)	Baloncesto profesional	España	33,3% esguinces de tobillo y 23,3% esguince de rodilla y 10,2 lesión en dedos
Hicket (1997)	Baloncesto profesional femenino	EE.UU	18,8% rodilla, 16,6% tobillo y 11,7% raquis lumbar

Atendiendo al mecanismo de lesión, se pueden resumir los resultados de los diferentes estudios en la Tabla 9.

Tabla 9. Lesiones atendiendo al mecanismo de lesión

<b>Autor</b>	<b>Deporte</b>	<b>País</b>	<b>Mecanismo de lesión</b>
Jover y Gómez (2008)	Baloncesto formación	España	43% contacto con otro jugador, el 35 % caída y un 21% por sobrecarga
Gutgetsell (2001)	Baloncesto formación	EE.UU	35,9% contusiones, 28,2% tirones o esguinces y un 12,8% epistaxis
McKay (2001)	Baloncesto formación	EE.UU	45% aterrizaje, 30% inversiones de tobillo, 10% colisión y 5% caída
Rechel (2008)	Baloncesto formación	EE.UU	Chicos: 52% esguinces, 18% contusiones y un 11% fracturas (en competición)

CumpsVerhagen y Meeusen (2007)	Baloncesto formación	Bélgica	56% por sobrecarga, 20% monotonía del ejercicio y 3,3% reductiva.
Elizabeth (2011)	Baloncesto formación	EE.UU	48,4% por esguince, 14,5 por fracturas, 21% laceraciones y contusiones, 20,8% otras.

Como conclusión, se puede decir que las lesiones del tren inferior son las lesiones más comunes, y más específicamente las lesiones de tobillo. Estas lesiones se suceden tanto en sesiones de entrenamiento como en competición. Después del esguince de tobillo viene el esguince de rodilla, el esguince luxación de los dedos de la mano y la lumbalgia. Y atendiendo al mecanismo de lesión, el contacto con el jugador oponente es la causa más frecuente.

### 2.3. EL ENTRENAMIENTO EN BALONCESTO

El entrenamiento deportivo es un proceso planificado y complejo que organiza cargas de trabajo destinadas a estimular los procesos fisiológicos de supercompensación del organismo (Grosser, Starischka, Zimmermann & Luldjuraj, 1988). Esto favorece el entrenamiento de las diferentes capacidades y cualidades físicas, con el objetivo de promover y consolidar el rendimiento deportivo (Harre, 1987).

En baloncesto hay una gran cantidad de factores que pueden influir en el rendimiento deportivo como son: la fuerza, la potencia, la velocidad, la agilidad, etc. (Zemková, Hamar, 2010).

Para alcanzar el momento máximo o pico de rendimiento Sánchez (2007), habla del acondicionamiento físico como uno de los más relevantes, dentro del complejo proceso del entrenamiento.

Actualmente han sido descritas muchas de las características físicas, fisiológicas y funcionales en jugadores, siendo las fisiológicas a las que más importancia se le ha dado (Vaquera, Rodríguez, Villa, García & Ávila, 2002). Sin embargo, existen pocos estudios que muestren la fórmula adecuada para trabajar la potencia en jugadores profesionales (Brdic, Pasalic, & Markovic, 2009; Zemková & Hamar, 2010).

Para trabajar el entrenamiento en baloncesto es necesario trabajar cada uno de los factores que influyen sobre la carga del entrenamiento de manera específica: volumen, densidad e intensidad (frecuencia cardíaca).

### **2.3.1. La carga del entrenamiento en baloncesto**

La carga del entrenamiento es la cantidad de trabajo hecha, su efecto sobre el cuerpo y el efecto psicológicamente percibido del deportista (Meijer, 2015).

Además de todo ello, la carga física tiene que estar relacionada con la posición en que el atleta participe (principio de individualización) y en la etapa de la fase de la periodización del entrenamiento en que el deportista se encuentre. Por lo tanto, es muy importante determinar la carga de entrenamiento y competición en el baloncesto (Matveyev, 1977; Siff & Verkhoshansky, 2000; Tschene, 1984; Verkhoshansky, 1990 & Zintl, 1991).

Se pueden distinguir dos modalidades dentro de la carga (Matveyev, 1977; Tschene, 1984; Verkhoshansky, 1990, 2000; Zintl, 1991):

1. Una carga externa, que es el conjunto de actividades que proponemos a los deportistas para provocar adaptaciones en el organismo. En definitiva, el número de repeticiones, series, metros, etc., que deben realizar los deportistas dentro de un programa de entrenamiento.
2. Y una carga interna, que es la respuesta individual del organismo frente a las exigencias propuestas por la carga externa.

Las dos cargas se pueden medir a través de diferentes parámetros fisiológicos, entre los que se encuentran: la frecuencia cardíaca, la concentración de lactato en sangre, la concentración de hormonas, etc. Dichos parámetros, a su vez ayudan a definir los componentes de la carga de entrenamiento. Autores como Manno (1991), Zintl (1991), y Navarro (1999), señalan los siguientes: volumen, intensidad (frecuencia cardíaca) y densidad (recuperación frecuencia de entrenamiento).

A continuación se hace referencia a estos tres componentes del entrenamiento.

### 2.3.1.1. Volumen

Zintl (1991), define el volumen como el componente cuantitativo de la carga y hace referencia a la cantidad total de carga durante el entrenamiento o un ciclo de entrenamiento.

El volumen de entrenamiento se puede realizar en función de distancias o tiempo. Según datos de la Federación Española de Baloncesto (F.E.B), encontramos que las duraciones en competición suelen situarse entre 90 y 105 minutos mientras que los metros recorridos se sitúan entre 3.800 a 5.800 metros.

En la Tabla 9 se presentan las distancias recorridas y estudiadas por diferentes autores, dependiendo del nivel competitivo de cada liga.

Tabla 9. *Distancia recorrida en metros por el jugador de baloncesto en competición.*

<b>Año</b>	<b>Estudio</b>	<b>Equipo</b>	<b>Metros recorridos</b>
1941	Blake	Universitario	2000 aprox.
1972	Gradowska	Equipo Nacional	3809
1973	Konzag y Frey	Equipo Nacional	4480
1980	Cohen	1ª División francesa	3890
1982	Colli y Faina	1ª División Italiana	2275-3500
1988	Hernández Moreno	1ª División española	5763
1992	Riera	1ª División española	5675
1993	Cañizares y Sampetro	Nacional e Internacional	3755
1995	McInnes et al.	1ª División australiana	1340- 2430
1998	Janeira y Maia	1ª División portuguesa	4955
1998 y 2001	Barbero	1ª División portuguesa	5884
2001	Vukcovic y Dezman	Equipo Nacional	4981
2002	Barbero y Soto	1ª División española	4523
2005	Barbero et al.	1ª División española	6101
2006	Di Salvo et al.	Equipos Universitarios	3887

Tabla 9. *Distancia recorrida en metros por el jugador de baloncesto en competición.*

Año	Estudio	Equipo	Metros recorridos
2007	Rampinini	1ª División italiana	6350
2007	Weston et al.	1º División Francesa	6121
2009	Bradley et al.	Liga Universitaria	6478

Como conclusión, y siguiendo a Colli y Faina (1985), la distancia recorrida varía en función de los puestos específicos, lo que hace, que no se pueda estandarizar el volumen de entrenamiento para todos los jugadores de la plantilla por igual.

#### 2.3.1.2. *Intensidad*

Zintl (1991) y Manno (1991) coinciden que la intensidad podría definirse como la cantidad de estímulos por unidad de tiempo. Bompa (2000) añade que es la calidad del estímulo en un periodo de tiempo determinado, y también plantea que cuanto más trabajo se efectuó por unidad de tiempo, mayor será la intensidad.

En baloncesto la intensidad puede identificarse por diversas acciones como son la velocidad de desplazamiento, el número de saltos, el número de cambios de ritmo, etc., y pueden controlarse por diferentes parámetros fisiológicos, como son: la concentración de ácido láctico en sangre, frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, etc. A continuación se explican algunos de ellos.

Tal y como se ha comentado, un medidor de intensidad es la velocidad de desplazamiento que se da en la competición de baloncesto. Siguiendo a Riera (1992), los estudios realizados sobre los metros registrados, son la gran mayoría a velocidades lentas y los mínimos desplazamientos registrados, a velocidades altas. Por otro lado, Martín en 1999 determinó que los requerimientos físicos más importantes en baloncesto no era el ser mas o menos veloz, sino otras capacidades físicas como la velocidad de reacción, la capacidad de aceleración, la resistencia a la velocidad, y resistencia a la fuerza rápida.

Los sistemas que miden la intensidad basándose en desplazamientos tienen sus limitaciones, ya que no se dan metodologías comunes para medir estos desplazamientos no lineales a alta intensidad (Coutts y Duffield, 2008).

Por el contrario, algún trabajo que aplica la grabación y digitalización en 2D, obtiene resultados muy diferentes entre unos estudios y otros, debido probablemente a las propias técnicas de recogida de datos utilizadas, a las posibles limitaciones para medir distancias recorridas en desplazamientos a alta velocidad (Diez, 2006) y al distinto contexto en el que se ha enmarcado la competición en baloncesto. Estos resultados también pueden estar influenciados por las distintas interpretaciones de lo que es el tiempo real de juego y el tiempo total del partido así como por el año de realización del estudio, las características de la competición y de los propios equipos y jugadores.

Uno de los indicadores de intensidad más importantes en baloncesto, y que ha sido estudiado por diferentes autores, es el número de saltos que se realizan en un partido. Además es uno de los indicadores más importantes para el desarrollo de esta Tesis Doctoral.

Cohen (1980), determinó que el número medio de saltos era en gran medida, un indicador de la intensidad. En un estudio realizado por Gradowska (1972), se cuantificó en un total de 46 la media de saltos realizados por jugadores de baloncesto en un partido. Cohen (1980) determinó el número medio de saltos en 59 y Araujo (1982), recogió que esta media estaba en 41. Más tarde, Colli y Faina (1985), situaron este valor medio en 30 saltos. Janeira y Maia (1998), establecieron un valor medio de 44 de media general, y siendo más detallados Janeira y Maia dataron en 72 los saltos que realizaban los aleros. Hernández en 1988, determinó que por el puesto específico de alero se daban 71 saltos, aumentando a 100 cuando se trataba del pívot.

Más recientemente Calleja (2010), y basándose en los trabajos de Abdelkrim, el Fazaa y el Ati (2007), afirma que en jugadores internacionales sub-19, la media de saltos por jugador es de 44 saltos por partido, suponiendo un 2.1% del tiempo total. Concretamente, estos en estos trabajos se observa una media de 41 saltos para bases y escoltas y 49 para pívots, posiblemente por las demandas específicas del juego de este grupo de jugadores.

Por otro lado, Narazaki, Berg, Stergiou y Chen (2008), evaluaron las demandas fisiológicas del baloncesto en jugadoras y jugadores de la NCAA II durante 20 min de juego, donde se simulaba el juego real con la presencia de entrenadores y árbitros. En dicho trabajo observaron que los jugadores realizaban sobre 16-17 saltos en los 20 min de tiempo contabilizado, es decir, un gran número de saltos.

Por tanto, parece fundamental el estudio en competición y la evaluación de esta capacidad en el jugador de baloncesto. En este sentido, datos como la altura de salto, la potencia desarrollada en saltos sucesivos, la velocidad de los mismos etc., pueden ser considerados buenos indicadores del rendimiento de esta capacidad en el baloncesto moderno (Benito & Calderón, 2008).

#### 2.3.1.2.1. Frecuencia cardíaca (FC)

El registro de la FC es un método fiable como indicador de la intensidad Ramsey (1970). McInnes et al., (1995), determinaron que como indicador de la intensidad el registro de la FC era un método muy fiable. El uso de la FC es muy útil, ya que permite establecer una relación directa entre la FC y el consumo de oxígeno entre intensidades del 60% al 90% del consumo máximo de oxígeno.

#### 2.3.1.3. Densidad

Para Zintl (1991), la densidad es la relación existente entre el tiempo de trabajo y el tiempo de recuperación. Es decir, el tiempo de recuperación (intratarea) que existe en la realización de una misma tarea.

Un estudio que comparaba el ritmo de juego de tres ligas diferentes: Liga N.B.A (con un reglamento propio), Liga A.C.B y F.I.B.A. (con el mismo reglamento de la F.I.B.A), realizado por Buscató, Massafret e Isern (1993), determinó que en la N.B.A., el 62,3% de las acciones se realizan entre los segundos 0 y 30. En la Liga A.C.B los tiempos de acción se situaban en un 47%

para las acciones que se realizan entre los segundos 20 y 40; y que en la liga europea de la F.I.B.A., se encontró que el 67,9 % de las acciones se prolongan desde los 10 segundos hasta los 50 segundos de duración.

Según Martín (2008), la densidad hay que trabajarla siguiendo unas consideraciones:

1. La mayoría de acciones en baloncesto son anaeróbicas.
2. El baloncesto es un deporte mixto ya que necesita de la combinación de ejercicios aeróbicos y de ejercicios anaeróbicos.
3. El tiempo que más se repite en baloncesto son 11-40 segundos, que es el tiempo que se tarda en parar el juego (falta, fuera, violación, etc.).
4. Si entrenamos bloques de 10 minutos, cada 3-4 ataques se para durante 40 segundos para corregir errores (recuperación).
5. Con esfuerzos de 10 a 40 segundos la densidad es 2:1. Las pausas han de ser activas (pases, tiros,...). Tenemos que tener en cuenta que cuanto mayor ritmo haya, menos tiempo tenemos que trabajar.

### **2.3.2. Principios del entrenamiento en baloncesto**

Para entender el proceso de entrenamiento deportivo se deben conocer los principios básicos que Popovich (2013), propone para la práctica del baloncesto y de otros deportes, y que clasifica en función a varios principios biológicos:

- a. De unidad funcional, que se refiere a que todos los órganos y sistemas del cuerpo humano guardan interrelación entre sí, no funcionan por separado.
- b. De multilateralidad, que pretende una condición física general sin centrarse en una cualidad concreta, buscando un desarrollo armónico y compensado.
- c. De progresión, que es la elevación de las exigencias de carga, que debe hacerse de manera gradual y debe ir aumentándose

- la carga a medida que se va mejorando la capacidad de rendimiento.
- d. De continuidad, que consiste en la correcta evolución de la condición física, debe existir una frecuencia de estimulación adecuada. Ya que todo esfuerzo que se interrumpe por un período prolongado de tiempo o es realizado de manera aislada, no crea adaptación al organismo con lo cual, no entrena. Por lo que, el siguiente estímulo se tiene que producir en el nivel máximo de la fase de supercompensación, antes de perder los efectos de la carga.
  - e. De individualidad, que se refiere a la condición diferencial de cada uno; cada sujeto tiene características distintas, por lo que la capacidad de reacción del organismo será distinta.
  - f. De especificidad, que se refiere a orientar el entrenamiento sobre las cualidades físicas para las condiciones concretas que nos demanda la competición.
  - g. De recuperación, que trata de respetar los períodos de descanso para restaurar la capacidad funcional después de una determinada carga. No se pueden aplicar nuevos estímulos durante la fase de recuperación. Y hay tres fases en la recuperación: la continua que es la que se produce durante la práctica de la actividad; la rápida que es la que se produce cuando finaliza el trabajo y la profunda que a través de ella se produce la supercompensación.

Basándose en estos principios de entrenamiento y en el resto de bibliografía revisada, las nuevas tendencias del entrenamiento recogen esta realidad y se orientan hacia una mayor interconexión entre la preparación técnica, táctica y de condición física en baloncesto. Siguiendo con todos estos principios del entrenamiento, nace la idea de "entrenamiento integral" o "entrenamiento integrado" (Antón, 1994; González, González & Lozano, 2002).

El entrenamiento integrado se define como la preparación integral física-técnica-táctica, y que consiste en favorecer el desarrollo de las cualidades en el contexto en que intervienen los deportistas en competición. Este tipo de

entrenamiento, por tanto, supone integrar en la misma sesión: el factor físico, en sus parámetros de volumen e intensidad, el factor psicológico, el factor técnico y el factor táctico, con sus ajustes espacio-temporales a compañeros y adversarios (Alarcón & Cárdenas, 2004).

De lo que se concluye, que la preparación física del deportista se debe llevar a cabo, a través de la integración de la mayoría de los componentes que forman parte del entrenamiento para conseguir un deportista integral.

#### 2.3.2.1. *La planificación del entrenamiento en baloncesto*

La planificación del entrenamiento en baloncesto guarda una relación directa con el principio de periodización, que consiste en estructurar la distribución de las cargas a lo largo del tiempo: saber qué trabajar y cuando trabarlo (Issurin, 2010).

Planificar consiste en alejarse lo más posible de toda improvisación, organizando en la medida de lo posible, de una forma secuencial y estructurada, el devenir de los acontecimientos, al objeto de lograr unos fines, objetivos o metas, en este caso deportivas. Es un proceso mediante el cual el entrenador busca y determina alternativas y vías de acción que con mayor probabilidad puedan conducir al éxito deportivo (Hopla, 2013; Issurin, 2010).

Por tanto, la planificación del entrenamiento, se utiliza para lograr "*la forma deportiva y óptima del individuo*" que se va a someter a dicho entrenamiento. Entendiendo "*forma deportiva*", como: el incremento de las capacidades físicas y motoras de la persona que le permiten estar adaptado al tipo de esfuerzo a realizar (Lyakh, Mikołajec, Bujas, & Litkowycz, 2014).

De una forma más práctica, la planificación del entrenamiento consiste en el proceso en el que ordenamos todos los componentes de entrenamiento (físicos, psicológicos, técnico-tácticos,...), dando lugar a un conjunto de estructuras secuenciadas para la temporada, mes, semana o sesión.

Según Sampedro (1999), el concepto de planificación en baloncesto es variable, flexible y dinámico; es la única herramienta científica que posee el

preparador físico y el entrenador y que permite actuar sobre el entrenamiento y llegar a ser eficaz.

Para planificar de forma correcta lo primero que se debe hacer es elegir el modelo de planificación adecuado a nuestro deporte de equipo. Un modelo de planificación es un esquema teórico de un sistema complejo de variables, que se elabora para facilitar la planificación, organización, periodicidad y programación de la aplicación de las cargas de trabajo a lo largo del proceso de entrenamiento deportivo, y que está determinado por las exigencias de la competición (Sampaio, McGarry, Calleja, Jiménez, Schelling & Balciunas, 2015).

Los modelos contemporáneos usados en la planificación de deportes de equipo son el modelo tradicional, intensivo, pendular, integrado y concentrado. Dependiendo del modelo de planificación y siguiendo a Manno, (1991), Matveev, (1980) y Giménez y Sáez-López (2004), dentro de una temporada se deben hacer divisiones en periodos, que a su vez se dividen en sub-periodos para integrar mesociclos y microciclos de entrenamiento a través de la propuesta de actividades específicas. Existen microciclos de preparación general, de pre-competición, de competición y de compensación o restablecimiento, en cada uno de ellos los objetivos a cumplir y por lo tanto los contenidos serán muy distintos (Manzi, D'Ottavio, Impellizzeri, Chaouachi, Chamari & Castagna, 2010).

La unión de varios microciclos (entre dos y seis) forma un mesociclo que suele abarcar un mes aproximadamente (si fuera de 4 microciclos). Y en la temporada o macrociclo, es donde podemos encontrar la unión de varios mesociclos dando lugar a un macrociclo que en competición suele estar dividido en dos (Giménez & Sáez-López, 2004). Los periodos y subperiodos que componen una temporada nos van a definir el nivel de volumen e intensidad (la carga), y la especificidad de los entrenamientos (Maldonado & Calleja, 2011; Manzi, D'Ottavio, Impellizzeri, Chaouachi, Chamari & Castagna, 2010).

La metodología cambia en función de donde se encuentre la planificación y del tipo de modelo a seguir, cambiando la estrategia a utilizar y llegando a modificar los materiales utilizados, la estrategia en la práctica, las situaciones de juego, etc.

De manera general, se puede decir que los factores que afectan a la programación del entrenamiento como la periodización, la variación, la intensidad, el volumen, la elección de ejercicios propuestos, la especificidad, la recuperación y la frecuencia de entrenamiento, se deben aplicar siguiendo los principios generales de la metodología del entrenamiento, estando menos claro el descanso entre series, y sobre todo, y más importante entre ejercicios (Ebben & Watts, 1998).

#### 2.3.2.2. *Especificidad del entrenamiento en baloncesto*

Una parte del entrenamiento que se realiza en baloncesto es específica, al igual que en otros deportes colectivos, debido a sus peculiaridades y diferencias claramente significativas (Tylor, 2003, 2004).

Esta especificidad del entrenamiento hace referencia a que se debe de orientar el entrenamiento, sobre las cualidades físicas en las condiciones concretas que nos demanda la competición (Brown & Ferrigno, 2007).

El factor físico, el factor psicológico y el factor técnico-táctico, son criterios seleccionados específicamente por los entrenadores a la hora de ver que actividades van a desarrollarse dentro de las sesiones en cada microciclo.

Pero de manera genérica, y según Blázquez (1990), Bosc (1993), Bueno (2004) y Delgado (1991), y para equipos de carácter semiprofesional (Anderson & Twist, 2005), afirmaban que los entrenamientos que aumentan las capacidades motrices del tren superior e inferior, basan su trabajo sobre varios tipos de ejercicios, como son:

1. El salto vertical "con y sin carrera".
2. El triple salto con carrera previa.
3. Los lanzamientos de balón medicinal desde pecho y desde arriba.
4. El número de abdominales que se pueden realizar en un minuto.
5. Las carreras de distancia corta (10 x 6 metros, 18 metros, 30 metros lanzados).
6. Las carreras de agilidad 6 x 4.5 metros.
7. El trabajo de flexibilidad general.
8. Y e trabajo de fortalecimiento de rodillas.

Es muy amplio el abanico de actividades que se pueden trabajar de manera específica en baloncesto, pero centrándonos en el objetivo de esta Tesis Doctoral, la mayoría de los ejercicios y actividades revisadas por la literatura, diferencian entre ejercicios con balón y ejercicios sin balón. Lo que nos da una idea de cómo especificar los entrenamientos desarrollados para el futuro entrenamiento integrado (Maldonado & Calleja, 2011).

### **2.3.3. Métodos de entrenamiento de la fuerza máxima en baloncesto**

El entrenamiento de fuerza con sobrecargas es una actividad física muy importante para desarrollar características como la fuerza muscular, la potencia muscular (Hakkinen & Komi, 1981), la hipertrofia y la resistencia (de Salles et al., 2009). Los entrenamientos de fuerza que se realizan en baloncesto, forman parte del programa de entrenamiento de pretemporada (Fulton, 1992), haciendo que al fortalecer una musculatura también se prevenga a deportista de posibles lesiones deportivas y aumentando la confianza, la autoestima y la motivación de los deportistas hacia la práctica de su deporte (Ignjotović et al., 2011).

El entrenamiento de la fuerza máxima ha demostrado desde hace ya muchos años ser efectivo en la mejora de diferentes acciones específicas de los deportes de equipo como el chut en fútbol (Taïana et al., 1993), el lanzamiento en béisbol (Lachoventzt et al., 1998; McEvoy & Newton, 1998; Newton & McEvoy, 1994), netball (Cronin et al., 2001) y balonmano (Hoff & Almasbakk, 1995; Van Muijen et al., 1992), el salto de aproximación en voleibol (Newton et al., 1999) y el salto en baloncesto para jugadores profesionales (Tsimachidis, Patikas, Galazoulas, Bassa, Kotzamanidis, 2013) y jugadores en jóvenes (Calleja, Cámara, Martínez, Mejuto, & Terrados, 2015).

No obstante también se han encontrado estudios que no han encontrado mejoras, tales como el realizado por Bobbert y Van Soest (1994), quienes encontraron que el aumento de la fuerza no tiene por qué implicar un aumento del rendimiento. Estos autores desarrollaron un modelo en el que la coordinación del movimiento demostró tener un papel determinante en la mejora del salto vertical. Además, otros autores como Trolle et al., (1991), o Aagaard et al., (1996) no han encontrado un aumento de la velocidad del chut en fútbol tras 12 semanas

de entrenamiento de fuerza. Pero también se ha demostrado que los entrenamientos de fuerza máxima no influyen negativamente sobre la capacidad de salto (Da Silva-Grigoletto et al., 2008). De lo que se deduce que el entrenamiento de la fuerza máxima beneficia las acciones específicas en baloncesto.

Respecto de la periodicidad, desde hace tiempo, diferentes autores en Europa, han comparado la periodicidad de un entrenamiento de fuerza con los tradicionales, siendo la ganancia de fuerza, mayor en los entrenamientos periódicos, que los que no lo eran (Stone et al., 1981, Stowers et al., 1983, O'Bryant et al., 1988). Después de revisar esta literatura, otros autores en Estados Unidos como Willougby (1991, 1993), demostraron los beneficios que tiene periodizar el entrenamiento de fuerza, sobre todo a partir de la octava semana.

El grupo de Kraemer demostró la superioridad de un entrenamiento periodizado de multiserias con respecto a uno de bajo volumen y una sola serie (Kraemer & Fleck, 2007). Y en jugadores de baloncesto, otros estudios afirman definir el perfil de carga de entrenamiento semanal en jugadores profesionales de baloncesto masculino de élite (Manzi D'Ottavio, Impellizzeri, Chaouachi, Chamari, Castagna, 2010).

Esto concluye que el trabajo de fuerza máxima periodizado puede aumentar el rendimiento del deportista, en función del objetivo, que queremos perseguir para el deportista.

A continuación pasamos a describir los diferentes métodos de entrenamiento de la fuerza que se más se usan en baloncesto.

#### 2.3.3.1. *Método concéntrico*

El método concéntrico es aquel que utiliza principalmente la contracción concéntrica como base del trabajo para la mejora de la fuerza.

Según Sale (1987), levantando cargas por encima del 85% de la fuerza dinámica máxima con pocas repeticiones, es posible mejorar la capacidad de salto. Esto produce mejoras en la capacidad de reclutamiento de unidades motrices (Vélez, 1992), y con mayor significación en las unidades de contracción

rápida encargadas de generar tensión en gestos explosivos (Dal pupo, Detanico, Dos Santos, 2012; Schmidtbleicher, 1988); además incide en la coordinación intermuscular (González, 2013; González & Gorostiaga, 1995) y llega a producir poca hipertrofia muscular (Zanón, 1975).

Hace dos décadas se comprobó que el entrenamiento con cargas altas, de tipo submáximo en sujetos jóvenes y poco entrenados, mejoraba la altura del salto (Adams et al., 1992; Bauer et al., 1990; Blatter & Noble, 1979; Duke & Beneliyahu, 1992; Fowler et al., 1995; Gemar, 1988; Venable et al., 1991; Zurita et al., 1995).

Para trabajar con jugadores jóvenes se debe hacer un trabajo de fuerza, con lo que previsiblemente aumentaría la altura de salto (Fowler et al, 1995). Ya que según Zanón (1979), el entrenamiento con cargas máximas y submáximas se utiliza y puede servir como base para alcanzar la forma deportiva, en jugadores de baloncesto jóvenes.

También se puede afirmar, que si se levantan cargas entre el 60-80% de la fuerza dinámica máxima lo más rápido que le sea posible al deportista, y entre 4 y 6 series, de 4 a 6 repeticiones, se produce una fuerte activación nerviosa, parecida a la producida en un salto vertical sin contramovimiento (Bosco, 1988; González, 2013; González & Gorostiaga, 1995, Izquierdo 2011).

También se ha descrito un método concéntrico, en el que combinando dentro de la misma sesión de entrenamiento cargas de distinta intensidad, es decir, mezclar series con cargas pesadas de entre el 70-90% con series con cargas ligeras de entre el 30-50%, y ejecutándolas a la máxima velocidad posible, se alcanza un efecto positivo sobre la ganancia de fuerza máxima y potencia. Como es lógico, a pesar de la voluntad del sujeto de realizar las series a máxima velocidad, la carga se desplaza a velocidad lenta en las series pesadas y, rápidamente en las series ligeras, por lo que tenemos un contraste de cargas y velocidad de ejecución. Cometti (1988), dice que con este método se consigue realizar en la misma sesión un trabajo diversificado de fuerza y siempre, cumpliendo el principio de variabilidad de la carga.

Otra de las técnicas que se enmarcan dentro del entrenamiento concéntrico, consiste en levantar cargas relativamente ligeras, aproximadamente de un 30%

del máximo de su 1RM a alta velocidad. Este método incide en la mejora de potencia máxima mecánica (Harriss, Stone, O'bryant, Proulx & Johnson, 2000). Ante la presencia de una carga, la velocidad de ejecución va a determinar la potencia desarrollada para levantar dicha carga. Si esta carga es alta se incrementa la potencia, pero si por el contrario la potencia es baja, los efectos se orientan hacia la hipertrofia general y resistencia a la fuerza (González & Gorostiaga, 1995).

También es importante destacar que dentro del método concéntrico, pero sin llegar a ser el método concéntrico puro, tenemos el método concéntrico-explosivo, que Redondo y Moral (2008) aplicaron, donde la velocidad de ejecución debe ser siempre la misma. En este método no hay número máximo de repeticiones. Por ejemplo para un ejercicio en prensa horizontal, realizar 3-5 series y 6-8 repeticiones a una intensidad del 80%, con un descanso de 5 min (Chatzopoulos et al., 2007).

#### 2.3.3.2. Método isométrico

La característica fundamental de éste método es que los ejercicios se desarrollan de forma estática, provocándose una tensión muscular (Pérez, 2003). Entre las ventajas de este método encontramos el gran efecto que tiene sobre la coordinación intramuscular (reclutamiento y sincronización de las unidades motoras). Sin embargo, presenta algunos inconvenientes como el poco efecto sobre la masa muscular, la nula capilarización y el efecto negativo sobre la coordinación muscular. En la contracción isométrica podemos distinguir 3 formas de trabajo siguiendo a Serrabona (1999):

1. Método de contracción isométrica máxima: Es un método donde se realizan contracciones musculares en diferentes ángulos de la articulación que duran entre 3 y 6 segundos. La velocidad con la que se aplique la contracción hará que el efecto se acerque más a la fuerza máxima o hacia la fuerza explosiva.
2. Método de contracción isométrica hasta la fatiga. Es un método donde se realizan contracciones durante 20 segundos o más pero al 60-90% del máximo. El efecto sobre la hipertrofia parece ser algo mayor que en el de la contracción isométrica máxima.

3. Método de contracción isométrica estático-dinámico. Es un método similar en la forma a los métodos de “contrastos”. Se realiza con una sobrecarga del 60% de la fuerza máxima concéntrica (aproximadamente) y el ejecutante utiliza el ángulo que desee, ejecutando el ejercicio en dos fases: una primera en situación isométrica máxima que dura 2-3 segundos, e inmediatamente una contracción concéntrica explosiva. El número de repeticiones por serie es de 4 a 6 y las series también de 4 a 6.

El estudio de las acciones isométricas y sus métodos de entrenamiento han sido aplicadas en numerosos deportes. Esto ha dado lugar a resultados muy diferentes (Kawamori et al., 2006), unas muestran su utilidad (De Ruyter et al., 2006; Stone et al., 2003, 2004), y otras no (Wilson & Murphy, 1996).

Lothar y Kirsch, (1993) revisaron la literatura y los métodos isométricos para el trabajo de la fuerza, estableciendo unos criterios sobre el entrenamiento de esta. Llegando a la conclusión de que son aquellos métodos en los que el músculo se tensa pero no realiza ningún trabajo físico, ya que el producto de fuerza por distancia es cero.

Otros autores también han llegado a la conclusión de que un esfuerzo isométrico diario de 6 segundos realizado 2 ó 3 veces, durante un periodo de 10 semanas, hace incrementar la fuerza alrededor de un 5% a la semana. Por el contrario, González & Gorostiaga, (1995) afirmaban que el uso exclusivo de esta forma de entrenamiento perjudica la coordinación intramuscular.

Otros autores (Ben Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtra & Castagna, 2010; Delextrant & Cohen, 2008; Hoffman, Tenenbaun & Maresh, 1996; Zyv & Lidor, 2009) han observado que los jugadores de baloncesto con más nivel y experiencia presentaban valores más altos en los test de acciones explosivas como el sprint o el salto vertical; con lo cual, el desarrollo de un método de entrenamiento isométrico no se considera un factor de rendimiento apropiado para deportes como el baloncesto, donde existen gestos técnicos tan diferentes a lo largo de un partido.

#### 2.3.3.3. *Método excéntrico*

Los métodos excéntricos producen mayor tensión muscular que otros tipos de contracción. Según Häkkinen et al, (1987) a la capacidad contráctil del músculo se suma la resistencia de los puentes cruzados al ser estirados. Esto hace que para la presencia de una misma carga el número de puentes cruzados sea menor. Esta reducción en el reclutamiento provoca que la tensión que cada unidad motriz soporta sea mayor suponiendo para ellas un gran estímulo (González & Gorostiaga, 1995; Meana, 2003).

Las investigaciones realizadas por Frizziero, (2014) recomiendan el entrenamiento mediante el uso con métodos exclusivamente excéntricos para la recuperación de lesiones deportivas o entrenamiento propioceptivo, ya que este método de contracción excéntrica o entrenamiento dinámico negativo, sólo es aconsejable para deportistas expertos en el trabajo de fuerza y utilizable lejos de competiciones.

Según este mismo autor, este sistema no debe aplicarse de forma aislada; sino combinado con los métodos de entrenamiento concéntricos. Además, se realiza a intensidades entre el 100 y 140% de la concéntrica máxima, con 1-6 repeticiones por serie y 4-5 series. El tiempo de duración de la acción excéntrica es de 3 a 8 segundos. Y es muy importante destacar en este apartado que el trabajo excéntrico mejora (más que cualquier otro método), la fuerza de los tejidos conectivos y por tanto la fuerza elástica.

#### **2.3.4. Métodos de entrenamiento de la fuerza específica en baloncesto**

El entrenamiento específico en jugadores de baloncesto debe centrarse en la altura del salto vertical y agilidad en consonancia con las demandas de este deporte (Ramachandran & Pradhan, 2014).

La fuerza tiene diferentes manifestaciones (López et al., 1996), entre las que se puede distinguir, la potencia mecánica como una de las importantes para nuestro trabajo; esta es considerada como la habilidad para generar máximos niveles de fuerza por unidad de tiempo.

Santos y Janeira (2008) han considerado la potencia mecánica como un factor esencial para conseguir el máximo rendimiento deportivo en baloncesto y

trabajarla de manera específica. Esta capacidad es muy importante en casi todas las acciones que se ejecutan durante el juego (saltos, desplazamientos cortos con cambios de dirección y velocidad, lanzamientos, etc.) (Fulton, 1992; Klinzing, 1991; López et al., 1996).

Para la mejora de la potencia se han usado diferentes métodos de trabajo específicos, que ya han sido estudiados por la literatura científica y puestos en práctica (Prue et al., 2011). Entre ellos se puede destacar el entrenamiento con sobrecargas (Wilson et al., 1993), los entrenamientos pliométricos (Markovic, 2007; Markovic & Mikukic, 2010), los entrenamientos mediante la electroestimulación (Maffiuletti et al., 2000; Paillard et al., 2008) o los entrenamientos con plataformas vibratorias (Luo et al., 2005; Fernández-Rio et al., 2010) aunque sobre estos últimos no se han encontrado evidencias científicas de su eficacia en el rendimiento deportivo.

Existen realmente dos métodos de entrenamiento que han sido los más referenciados por la literatura científica: el entrenamiento a base de resistencia con sobrecargas y el entrenamiento pliométrico, que son los que desarrollaremos en esta Tesis.

Estos dos métodos de entrenamiento precisan de un gran tiempo de realización. Por un lado, el entrenamiento de pesas tradicional (ST) o con sobrecargas que se realiza a intensidades medias-altas y altas, con un elevado número de repeticiones (10-12 RM), con descansos pasivos entre series de 2 a 3 minutos (Santos & Janeira, 2008), y que no consiguen adaptaciones cardiorrespiratorias significativas (Hoff, Gran, & Helgerud, 2002). Y por otro lado, en el entrenamiento complejo (entrenamiento de pesas y el entrenamiento pliométrico), sucede que las sesiones se hacen demasiado largas (80 y 120 minutos) (Manzi et al., 2010)., y además el entrenamiento pliométrico con cargas, puede ser lesivo.

No obstante, estos dos métodos han demostrado ser los más utilizados en la mejora de la potencia en jugadores de baloncesto (Santos & Janeira, 2008). Diferentes investigaciones que se derivan de la aplicación de estos métodos, han demostrado los efectos positivos, mostrando mayores incrementos en los indicadores de potencia (Brown, Mayhew & Boleach, 1986; Groves & Gayle, 1993;

Hakkinen, 1993; Wagner & Kocak, 1997; Matavulj, Kukolj, Ugarkovic, Tihanyi, & Jaric, 2001) , en los cambios de dirección y velocidad en jugadoras de baloncesto (McCormick, Hannon, Newton, Shultz, Detling, Young, 2016) y en jugadores preadolescentes en fútbol (Barbero, Tsoukas, Douroudos, Draganidis, Leontsini, Margonis, Berberidou, Kambas, 2013).

También es importante destacar que el entrenamiento complejo, que combina los métodos de entrenamiento con resistencia y pliometría, también ha sido estudiado en la literatura (Chu & Pinarello, 1988; Even & Watts, 1998; Docherty, Robbins & Hodgson, 2004), y ha sido propuesto para el aumento de la potencia muscular (Chu & Panariello, 1988).

A continuación se detallan los métodos más utilizados para la mejora de la potencia en baloncesto.

#### *2.3.4.1. Entrenamientos con sobrecargas*

Según Ferragut, López Calbet, Carreó y Sanchí-Moysi (2004), los atletas generalmente han utilizado el método de levantamiento de pesas con cargas cercanas al 80-90% del 1 RM con bajas repeticiones, para mejorar la potencia y el salto vertical. Aun así, muchos investigadores han intentado determinar cuál es la carga óptima para que el desarrollo de la potencia sea máximo (San Román-Quintana, Calleja, Casamichana & Castellano, 2011).

Wilson, Newton, Murphy y Humphries (1993) sugirieron la utilización de cargas de aproximadamente del 30-40% del 1 RM para el desarrollo de la potencia. Baker, Nace y Moore (2001), proponen cargas entre el 47% y el 63% como efectivas para el trabajo de la potencia, y en atletas más entrenados, trabajar con valores cercanos al 1 RM ya que así, obtienen su potencia máxima. Otros autores han calculado rangos de entre el 50% y el 80% del 1 RM (Sleivert, Esliger & Borque, 2002). Por lo que, las adaptaciones que favorecen la potencia se obtendrán tanto con cargas ligeras como altas, aunque seguramente lo más efectivo sea la combinación de ambos (González & Ribas, 2002).

Autores como Behm y Sale (1993), justifican que para obtener la máxima potencia, es más importante realizar el movimiento de forma explosiva y con un

alto grado de desarrollo de fuerza, que la propia carga externa a vencer y la velocidad a la que se mueve.

Existen diferentes investigaciones que han observado relaciones positivas entre la fuerza máxima (FM) y diversas acciones explosivas (San Román-Quintana et al., 2011). En un estudio realizado por Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones y Hoff (2004), se observó una fuerte correlación entre la fuerza para la 1 RM en media sentadilla, la habilidad de sprint y la altura de salto en jugadores de fútbol.

Otro estudio realizado por Hori et al. (2008), mostró correlaciones significativas entre el 1RM en “hang power” (arrancada) relativo al peso corporal y la fuerza máxima, potencia y rendimiento en el salto y el sprint en baloncesto (San Román-Quintana et al., 2011).

Hakkinen (1993), realizó un entrenamiento de fuerza de carácter explosivo en jugadoras de baloncesto durante toda la temporada a razón de 1-2 sesiones por semana. Los resultados mostraron incrementos significativos en la potencia media durante los primeros 15 segundos en un test anaeróbico de salto y en la altura del SJ y CMJ.

En este sentido parece quedar demostrado que un programa de entrenamiento basado en el entrenamiento con sobrecargas mejorar la potencia de salto en jugadores de baloncesto.

#### 2.3.4.2. Método pliométrico

El entrenamiento pliométrico se basa en el Ciclo Acortamiento-Estiramiento (CEA) porque se basa en la combinación de una contracción excéntrica y otra concéntrica, algo que, como ya se señaló, constituye un procedimiento habitual y un estímulo básico en el proceso de entrenamiento en la mayor parte de las modalidades deportivas (Zribi, 2014).

El entrenamiento con ejercicios pliométricos incide sobre la fisiología de la musculatura y permite desarrollar fuerzas superiores a las contracciones máximas voluntarias. También permite disminuir las inhibiciones sobre el reflejo miotático y elevar el umbral de los receptores de Golgi; así como mejorar la sensibilidad del

huso neuromuscular y disminuir el tiempo de acoplamiento entre la fase excéntrica y la concéntrica (Chimera et al., 2004; Cometti, 1998).

López et al. (1995), hablan de la existencia de tres fases en el ejercicio pliométrico: pre-activación, contracción muscular excéntrica o activación y contracción muscular concéntrica. Y se puede explicar de la siguiente manera:

En baloncesto, en los saltos, después de una caída, la primera fase viene determinada por la rigidez que opone el músculo en el momento en que se produce el contacto con el suelo. El nivel de pre-activación va incrementándose a medida que aumenta la altura desde la que se produce la caída, hasta alcanzar un nivel a partir del cual se produce un descenso en esa pre-activación. Una menor rigidez de la musculatura supone una menor capacidad para acumular energía potencial elástica y por lo tanto, una menor capacidad de movimiento reactivo. Para que el estiramiento tenga el efecto deseado es preciso que se efectúe sobre un músculo que posea un cierto grado de rigidez (Villarreal, Kellis, Kraemer, Izquierdo, 2009).

Siguiendo a Komi y Gollhofer (1997), para poder aprovechar las distintas fases del CEA, son necesarias tres condiciones básicas.

1. En primer lugar, una buena preactivación de los músculos antes de la fase excéntrica, haciendo que esta fase sea muy corta y rápida y que la transición entre la fase excéntrica y la concéntrica sea lo más breve posible
2. En segundo lugar, y también en esta misma línea de investigación, Carter et al. (2011), señalaron que para obtener ventaja del entrenamiento pliométrico, éste ha de realizarse de manera balística y siempre a la máxima velocidad porque además de aprovecharse de los factores elásticos, el movimiento se aproximará más a los requerimientos reales de la competición.
3. Y en tercer lugar y por otro lado, López-Calbet et al. (1995), indicaron que la ganancia de fuerza disminuye si se aumenta el tiempo transcurrido entre el estiramiento y la contracción concéntrica, de ahí que sea tan importante reducir al máximo el período de transición entre ambas fases del CEA.

Según García et al. (1996), el entrenamiento pliométrico se puede hacer de manera sintética utilizando acciones iguales o muy parecidas a las de la competición, y siguiendo estas variables.

- a. Pliometría de bajo impacto o baja intensidad: saltos o multisaltos (triples, quíntuplos, decasaltos, etc...) o botes.
- b. Pliometría de alta intensidad o alto impacto: hace referencia a los saltos en los que previamente hay una caída, que según López-Calbet et al. (1995), la altura de caída en la ejecución de un salto condiciona la intensidad de la contracción excéntrica necesaria para frenar la caída.
- c. Pliometría dificultada: consiste en realizar los saltos con cargas adicionales.
- d. Pliometría facilitada: se trata de los saltos que se realizan utilizando implementos que faciliten la ejecución de los saltos.

En referencia a la altura de caída, existen muchas investigaciones en las que se observa que la altura alcanzada en un salto con caída o Drop Jump (DJ), aumenta de manera proporcional a la altura de la plataforma desde la que se cae. Pero esto sólo sucede hasta cierto punto, a partir del cual ese comportamiento se invierte. Una de las mayores dificultades del entrenamiento pliométrico para la extremidad inferior es precisamente establecer la altura óptima de caída en este tipo de saltos. Gómez (1997), indica que esa altura de caída depende de las características individuales del sujeto y de su nivel de entrenamiento, así como del deporte del que se trate y del período de la temporada. Cárdenas y López-Calbet (1999) indican que en estudios efectuados en deportistas de modalidades colectivas se ha demostrado que la altura óptima de caída ha de estar comprendida entre los 30 y los 50 cm.

Según Gehri et al. (1998) independientemente de la dinámica de entrenamiento que se utilice, no hay que olvidar que es necesario que los estímulos presentados se acerquen lo máximo posible a los requerimientos de la competición e incluso es interesante incluir saltos específicos del deporte en cuestión. En este sentido, García et al. (1996) señalan que los ejercicios empleados aparte de que han de tener una elevada similitud con el gesto de competición, tanto en el aspecto coordinativo como en el mecánico, es interesante que se

realicen siempre a la máxima velocidad que permita la carga utilizada. Para ello es muy importante que los deportistas conozcan y dominen la técnica de ejecución de los ejercicios, con el objetivo de lograr un mayor rendimiento muscular.

También después de revisar la literatura existente se ha encontrado que existen unos factores a tener en cuenta a la hora de introducir ejercicios pliométricos en un programa de entrenamiento:

Según Valadés (2005) a la hora de introducir un programa de entrenamiento pliométrico es necesario tener en cuenta varios factores, entre los que destacan:

- a. La edad y desarrollo físico de los deportistas implicados.
- b. La ejecución técnica de los ejercicios pliométricos.
- c. Los requerimientos energéticos del deporte en cuestión.
- d. La fase del entrenamiento anual en la que los deportistas se encuentren y situación de las competiciones en la temporada. En este sentido, este autor señala que al situar este tipo de entrenamiento en una planificación anual hay que tener en cuenta el efecto residual del mismo.
- e. Aumentar progresivamente la intensidad, pasando de ejercicios de bajo impacto a ejercicios de alto impacto para producir una adaptación positiva.

Este método pliométrico es utilizado para la mejora de la potencia de las extremidades inferiores y superiores. Está compuesto por ejercicios que suponen una carga excéntrica inmediatamente seguida de una contracción concéntrica (Anderson & Pandy, 1993). Este método es aceptado por muchos autores para mejorar las habilidades de tipo explosivo como el sprint o el salto (Fatouros et al., 2000; Diallo, Dore, Duche & Van Praagh, 2001). La mayoría de las investigaciones sugieren mejoras en la altura del salto con el entrenamiento pliométrico (Matavulj, Kukolj, Urgakovic, Tihanyi & Jaric, 2001; Sáes de Villareal, González-Badillo & Izquierdo, 2008), aunque existen algunos estudios donde no se han encontrado mejoras (Wilson et al., 1993).

Uno de los últimos estudios publicados investigó los efectos a corto plazo de un entrenamiento pliométrico de dos semanas de baja intensidad, combinado con el entrenamiento de estiramiento dinámico para la mejora de la altura del salto vertical y la agilidad en jugadores de baloncesto adultos. Treinta jugadores profesionales de baloncesto fueron sometidos a estudio en donde, se separaron en dos grupos y obtuvieron Mejoras estadísticamente significativas en la altura del salto vertical ( $31,68 \pm 11,64$  a  $37,57 \pm 16,74$ ;  $p < 0,012$ ) y la agilidad ( $16,75 \pm 2,49$  a  $16,51 \pm 2,80$ ;  $p < 0,00$ ) se midieron, la circunferencia muscular y la fuerza muscular isométrica sin encontrar cambios. El estudio concluye que el entrenamiento a corto plazo (2 semanas) basado en esta combinación de ejercicios pliométricos combinados con estiramientos dinámicos, mejora la altura del salto vertical y la agilidad de los jugadores de baloncesto adultos (Ramachandran, Pradhan, 2014).

Estudios realizados sobre el método pliométrico, demuestran que de forma general, con este tipo de entrenamiento se mejora la altura del salto vertical entre un 4,7% y un 8,7% dependiendo del tipo de salto (Sáez de Villarreal, Requena, Cronin, 2012).

En la literatura científica se refleja una gran variedad de protocolos de entrenamiento pliométrico, lo que hace muy difícil concluir cual es el más adecuado. En la Tabla 10 se resumen las características de los programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios revisados (García, 2003).

Tabla 10. Características de los programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios.

Autor	Duración del programa	Altura de caída en los DJ	Número de saltos/sesión	Test en los que se obtuvo mejora
Hakkinen y Komi (1985)	24 semanas (72 sesiones)	No específica	100 – 200 (apoyos)	<b>SJ (P&lt;0,01)</b>
Brown et al. (1986)	12 semanas (36 sesiones)	No específica	30	<b>CMJ (P&lt;0,05)</b>
Gemar (1988)	8 semanas (16 sesiones)	No específica	No específica	<b>CMJ (P&lt;0,05)</b>
Wilson et al. (1993)	10 semanas (30 sesiones)	20 – 80 cm	30 – 60	<b>CMJ (P&lt;0,05)</b> (10,33%)
Flarity et al. (1997)	9 semanas (27 sesiones)	No específica	No específica	<b>Seargent (P&lt;0,05)</b>
Diallo et al. (2001)	10 semanas (30 sesiones)	30 – 40 cm	200 – 300 (apoyos)	<b>CMJ (P&lt;0,01)</b> (11,6%)

Tabla 10. Características de los programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios.

Autor	Duración del programa	Altura de caída en los DJ	Número de saltos/sesión	Test en los que se obtuvo mejora SJ ( $P<0,01$ ) (7,3%) RJ15" ( $P<0,01$ ) SJ ( $P<0,05$ ) (12,8%) SJ ( $P<0,05$ ) (13,3%)
Matavulj et al. (2001)	6 semanas (18 sesiones)	50 cm 100 cm	30	
Spurrs et al. (2003)	6 semanas (15 sesiones)	No especifica	127 (media) (apoyos)	CMJ ( $P<0,05$ )

En baloncesto y en otros deportes colectivos, al revisar la literatura, se evidencia que son muchos los autores que han tratado de determinar la influencia del entrenamiento de potencia, y más concretamente, el papel que tiene el entrenamiento pliométrico sobre diferentes factores de rendimiento.

Una de las variables más utilizadas para medir esta influencia sobre el rendimiento ha sido la capacidad de salto ya que, tal y como se ha indicado, los principales factores determinantes del rendimiento en el salto vertical son la fuerza y la potencia desarrollada por la musculatura de la extremidad inferior así como la coordinación neuromuscular del movimiento.

Hace más de una década Fatouros et al. (2000), indicaban que el entrenamiento pliométrico es interesante en las modalidades deportivas que requieren movimientos explosivos, especialmente en aquellas en las que esa capacidad de salto vertical es importante en el rendimiento como en el baloncesto.

Según Potteiger et al. (1999), el entrenamiento pliométrico mejora la capacidad del sujeto para generar potencia en el salto gracias fundamentalmente a un incremento en el tamaño de las fibras musculares. De hecho en sus estudios señala que existen correlaciones significativas entre los cambios provocados por el entrenamiento pliométrico en el rendimiento muscular y en el tamaño de las fibras. Tourmi, Best, Martin, Guyer y Pourmarat (2004), señalan que tal y como han demostrado numerosos autores, la capacidad de salto puede mejorarse a través de programas de entrenamiento pliométrico que duren entre 6 y 12 semanas. No obstante Fatouros et. (2000), indican que el porcentaje de mejora que puede lograrse en la capacidad de salto con el entrenamiento de fuerza, depende en gran medida del nivel de fuerza del sujeto antes de iniciar el programa de

entrenamiento. Aquellos sujetos que presentan un menor nivel por lo general muestran incrementos mayores en la capacidad de salto.

Fatouros et al. (2000), también llevaron a cabo un programa de entrenamiento durante 12 semanas, con una frecuencia de entrenamiento de 3 sesiones a la semana. En este estudio, un grupo efectuó ejercicios exclusivamente pliométricos, otro grupo ejercicios de fuerza con pesas y un tercer grupo un entrenamiento combinado. Al finalizar el programa, el grupo de entrenamiento combinado fue el que obtuvo mejores resultados en la altura de salto y en la potencia mecánica, existiendo diferencias estadísticamente significativas en relación a los otros grupos. Si bien los tres tipos de entrenamiento provocaron mejoras en la capacidad de salto, el entrenamiento pliométrico mostró mejores resultados que el entrenamiento con pesas para la variable de altura de salto vertical. Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas, en este mismo aspecto unos años atrás, Adams, O'shea, O'shea y Climstein (1992), se mostraban partidarios de ese entrenamiento combinado, señalando que el trabajo de fuerza con pesas combinado con el entrenamiento pliométrico ofrecía mejores resultados que esos entrenamientos de manera aislada.

Como conclusión, es importante saber que un gran número de estudios mantiene que el entrenamiento pliométrico representa el puente entre fuerza y potencia, concibiéndolo como un método que influye en la transferencia de fuerza en la ejecución competitiva (Chu, 1992) y que los métodos pliométricos tienen en cuenta la mecánica del gesto y sus implicaciones fisiológicas, lo que se hace indispensable en un deporte como el baloncesto.

#### 2.3.4.3. *Método complejo o de contrastes*

Para García (1999) el método complejo o de contrastes suele utilizarse como medio de transferencia del desarrollo de fuerza máxima a potencia, facilitando el proceso y evitando cambios bruscos en la forma de entrenamiento.

De manera general se puede decir que este tipo de entrenamiento, consiste en la realización de series de un ejercicio tradicional de sobrecarga, seguido de ejercicios de potencia (Baker, 2001; Docherty & Hodson, 2007). Este método fue evaluado por Santos y Janeira (2008), donde se analizaron los efectos de un

programa de entrenamiento complejo (pesas y pliometría) sobre la potencia en jugadores de baloncesto. Los resultados mostraron que este tipo de entrenamiento puede mejorar la potencia.

Los primeros precursores del método de contrastes, Spassov y Abadjiev, surgen de Bulgaria, por eso tradicionalmente se le ha conocido como método búlgaro (Tous, 1999). La principal característica de este método es el contraste entre cargas pesadas y ligeras. El método búlgaro clásico consiste en alternar en la misma sesión series con cargas pesadas (en torno al 90% de 1RM –Repetición Máxima) y ligeras (40-50% de 1RM), realizando los movimientos a máxima velocidad (Cometti, 1999).

Para definirlo se puede decir y siguiendo a Chu (1996), Fees (1997) y Fleck y Kontor (1986) que los fundamentos del método complejo se basan en el trabajo con cargas pesadas que incrementa la excitabilidad de las moto-neuronas y el reflejo de potenciación, lo que puede crear unas condiciones de entrenamiento óptimas para la realización posterior del ejercicio pliométrico.

En cuanto a la inclusión del método complejo en el programa de entrenamiento, y siguiendo a Bompa (1999), todo este tipo de entrenamientos se deben llevar a cabo durante la fase final del periodo preparatorio. O si se van a hacer varias fases de fuerza máxima, debe de hacerse durante la última fase. Ya que sigue siendo necesaria una fase de fuerza máxima antes del trabajo de potencia, debido a que esta última está en función de la primera. Para Paz, García y Herrero (2013), esta forma de entrenamiento debe estar siempre precedida por una fase de entrenamiento de fuerza básica o hipertrofia, o poseer ya previamente una base de fuerza (Ebben & Blackard, 1997, 1998).

Siguiendo a Chu (1996, 1998), quien propuso un modelo de periodización utilizando el método complejo aplicado al deporte (véase Tabla 10), en el trabajo de peso se deben realizar pocas repeticiones con cargas de moderadas a pesadas. Por otra parte, el volumen de los ejercicios pliométricos debe ser bajo o reducido, para que no disminuya el rendimiento al aparecer la fatiga. También indica la necesidad de trabajar a una alta intensidad tanto en el entrenamiento de peso como en el pliométrico, con un volumen bajo (2 a 5 series) y haciendo de 2 a 10 repeticiones con el peso y de 5 a 15 del pliométrico. Los descansos entre series que

propone abarcan desde los 2 a los 10 minutos, mientras que se ha recomendado un descanso entre los ejercicios del par o del trío de entre 0 y 30 segundos, aunque esta cuestión no está demasiado clara.

En cuanto a la frecuencia de entrenamiento, varios autores recomiendan sesiones de 1 a 3 veces por semana, con 48-96 horas de recuperación, si se trabajan los mismos grupos musculares (Chu, 1995, 1996; Ebben y Blackard, 1997, 1998; Fleck & Kontor, 1986 y Hedrick, 1994).

Tabla 11. *Periodización del entrenamiento complejo (Chu, 1995).*

Fases	Pesas	Pliometría	Observaciones
Preparación (2-6 semanas)	2-4 series x 10-15 repeticiones al 60-70% de 1 RM	2-3 series x 10-12 repeticiones de ejercicios simples	Los pares no seguidos
Precompetición (8-12 semanas)	Fase temprana: 3 x 10-15 al 70-85%. Fase tardía: 4 x 4 4-6 al 70-85%		Fase temprana: 3 x 10-15 de ejercicios simples. Fase tardía: 4 x 5-10 de ejercicios más complejos.
Competición	3-5 x 1-3 al 80-100%		3-5 x 5-6 de ejercicios complejos.
Transición	Práctica de otros deportes diferentes al habitual.		

Ya en estos últimos años, y sin que sirva de precedente, ya que esta Tesis Doctoral no estudia el tren superior, los estudios de investigación han mostrado que este tipo de entrenamiento es efectivo para incrementar, de forma aguda, la potencia de la extremidad superior. Según Baker (2003), la realización del ejercicio de press de banca con una carga del 65% de 1RM alternado con lanzamientos desde press de banca (30-45% de 1RM) manifestó un incremento agudo de la producción de potencia.

El entrenamiento para maximizar la potencia de la extremidad superior en ejercicios de flexión/extensión requiere la utilización de ejercicios con cargas altas y menores velocidades de movimiento. Para desarrollar la fuerza se deben realizar ejercicios a velocidades altas de ejecución y aceleración a lo largo de todo el rango de movimiento para conseguir un desarrollo de la potencia. Realizando ejercicios como: lanzamientos desde press de pecho, lanzamientos de balones medicinales, flexiones de brazos pliométricas, y otros ejercicios de lanzamientos y ejercicios balísticos de flexión/extensión (Baker, 2001).

La Tabla 12 muestra una recopilación de estudios sobre los efectos de este tipo de entrenamientos llevados a cabo sobre diferentes deportistas.

Tabla 12. *Estudios sobre efectos agudos de programas de entrenamiento que aplican el método complejo* (Modificado de Juárez y Navarro, 2007)

Autor y año	Población	Metodología	Resultados	Observaciones
Verkhoshansky y Tatyán, 1973	108 atletas noveles	12 semanas. 36 sesiones. GE1: pesas + pliometría. GE2: pliometría + pesas.	Peor rendimiento del GE1	Sin datos numéricos. Los resultados se achacan a la inexperiencia de los atletas, opinándose que el entrenamiento complejo es interesante en atletas muy entrenados.
Taiana et al. 1993	15 futbolistas juveniles (18±0,3 años)	10 semanas. Encadena 4 ejercicios alternándose pesas, saltos y golpes de balón.	Mejora en SJ, CMJ, 10 y 20 m. Mejora significativa en la velocidad de tiro.	Un único grupo impide comparar sobre la idoneidad del método empleado con respecto a otros.
Navarro et al. 1997	24 jugadores de baloncesto y voleibol	12 semanas. 2 sesiones/semana. 2 grupos para cada deporte. GE1: 3-5 x 3RM squat + 11 saltos. GE2: 3-5 x 3RM cargada + 5 saltos con sobrecarga y 6 sin sobrecarga.	Baloncesto: dif. Signif. entre grupos en squat a favor de GE1. Mejoras significativas en ambos grupos en squat, SJ y CMJ. Voleibol: dif. Signif. entre grupos en squat a favor de GE1. Mejoras significativas en salto en ambos grupos.	Puede resultar interesante el método complejo en deportes de equipo con ejercicios de halterofilia.
Chirosa, 1997 y Chirosa y Padial, 2000	Balonmano / 16 Juveniles	7 semanas. 2 sesiones/semana. G1: 70% de 1RM de squat + 2-4 lanzamientos en suspensión.	SJ, SJ25, SJ50, CMJ y ABK mejoran más en GE1, pero sólo diferencias significativas entre grupos en SJ50.	Método de contrastes mejoras las distintas manifestaciones de fuerza dinámica en juveniles de

Tabla 12. *Estudios sobre efectos agudos de programas de entrenamiento que aplican el método complejo* (Modificado de Juárez y Navarro, 2007)

Autor y año	Población	Metodología	Resultados	Observaciones
		GE2: 70% de 1 RM de squat y 2-4 lanz., Pero no seguido.		balonmano.
Burger et al. 2000	78 jugadores de fútbol americano	7 semanas. GE1: pesas + pliometría. GE2: todo el trabajo de pesas + todo el trabajo de pliometría.	Diferencias significativas en salto vertical a favor de GE1 y en press de banca a favor de GE2. No diferencias significativas en squat.	El método complejo esta efectivo, sino más, que otro método, en 7 semanas de entrenamiento.
Mayo y Pardo, 2001	Balonmano / 15 jugadoras profesionales	7 semanas. 1ª-3ª semanas: 3-4 x 8 al 80% con carga elevada + 6 repts. sin carga. Siguietes 4 semanas: 3 x 4-6 al 90-100% con carga media-alta + 4-6 con carga media-baja y baja.	Mejora significativa en SJ, ABK, press de banca y lanz. balón medicinal. No mejora significativa en CMJ.	El método de contraste permitió el progreso en el rendimiento físico de jugadoras con experiencia y jóvenes, donde se encontraron los mejores resultados posiblemente por sus niveles inferiores en los valores iniciales.
Chirosa et al. 2002	30 soldados varones	8 semanas. 3 días/semana. GE1: 70% de 1 RM squat + 6-8 multisaltos. GE2: 1ª todas las series con el 70% de 1RM squat y luego las de multisaltos.	Mejoras significativas de ambos grupos en las manifestaciones de fuerza. GE1: ganancia más rápida en salto, pero al final sin diferencias entre grupos. Mayores ganancias significativas en F. Máxima.	El entrenamiento de contraste en la serie es interesante también en sujetos de nivel medio.
García et al. 2003	6 estudiantes de Ciencias del Deporte.	6 semanas. 2 ciclos de 3 sem.: 100%, 80% y 30%. 3 sesiones/semana.	Mejoras en la velocidad de tiro, SJ y SJ con cargas, CMJ y CMJ con	Los resultados no son significativos debido a la escasez de la

Tabla 12. *Estudios sobre efectos agudos de programas de entrenamiento que aplican el método complejo* (Modificado de Juárez y Navarro, 2007)

Autor y año	Población	Metodología	Resultados	Observaciones
		Encadenamientos de ejercicios con pesas y saltos, sprints y golpes de balón. GE: 3 sujetos. GC: 3 sujetos (no entrenaron)	cargas, y DJ y DJ con cargas, y 30 m.	muestra.
Schneiker et al. 2006	6 jugadores fútbol australiano (19±2,5 años)	6 semanas. GE1: 3 sem. F. Máx. y 3 sem. Potencia. GE2: alterna F. Máx. y potencia. Volumen e intensidad igualados.	Mejoras significativas en ambos grupos en 1RM ½ squat, pico de potencia, en SJ con 30% de 1RM, altura salto vertical tiempo en 5 y 20 m., y pico de potencia en un sprint de 4 seg. en cicloergómetro. No dif. entre grupos.	Un programa de entrenamiento complejo no resulta más efectivo que un programa periodizado tradicional.
Juárez, 2006	23 estudiantes Ciencias del Deporte.	8 semanas. GE1: 4 sem. F. Máx. + 4 sem. F. Expl. GE2: 8 sem. F. Máx. + F. Expl. Mediante método complejo. Mismo vol. e intens.	Mejoras significativas en F. Máx. y F. Expl. en ambos grupos.	Misma efectividad de ambos programas en sujetos con escasa experiencia en entrenamiento de fuerza
Buitrago et al. 2012	10 sujetos sanos(27.3 ± 3.2 años)	F. Resis expl, F.Expl, F. Hipertrofia y F. Máx 4 semanas	No hay mejoras significativas para ninguna de las fuerzas estudiadas	No se puede definir una rutina de entrenamiento de 4 semanas para las fuerza submáxima y la fuerza resistencia explosiva.
Hellín y del Coso, 2013	6 sujetos deportistas con 21 ± 2 años	4 semanas GE1: 4 sem. F. Máx. sobre una pierna GE1: F. Expl. En la otra pierna.	Mejoras significativas de la 1Rm, para ambas piernas. Ninguna variable más significativa.	No hubo mejora de la potencia ni de la fuerza.

Respecto a como ejecutar el programa de entrenamiento complejo o de contrastes y en relación con los tiempos de descanso, De Benito, Sedano, Redondo y Cuadrado (2006) afirman que es un método en el cual, una serie de varias repeticiones, se divide en pequeños bloques de repeticiones que permiten una breve pausa entre cada bloque, es decir, 8 repeticiones pueden realizarse como 4 bloques de 2 repeticiones con una pausa de 10 segundos entre los bloques. El sistema descanso-pausa consiste en la división de una serie de pocas repeticiones (por ejemplo, 5RM) en repeticiones únicas con una pausa corta (2-15 segundos) entre las repeticiones.

Las series divididas “breackdown o stripping sets” consisten en quitar una pequeña cantidad de carga de la barra durante las cortas pausas entre las repeticiones. Así, esta reducción de la carga aliviará los efectos de la fatiga acumulada, resultando en un menor grado de deterioro de la producción de fatiga a través de la serie, así como también en el incremento de la fuerza en las repeticiones iniciales en comparación con la forma tradicional de levantar cargas altas (Keogh et al., 1999).

Por otro lado, para potenciar el incremento de la producción de fuerza y velocidad y reducir la fatiga durante una serie con este tipo de entrenamiento, se desarrollaron algunos métodos específicos en los últimos años (Keogh, Wilson & Weatherby, 1999) con respecto a las pausas de recuperación. Estudios un poco más recientes que el de Weatherby en 1999, indican que en comparación con la forma tradicional de realizar las repeticiones, las repeticiones presentadas en forma de bloques “clusters” (Haff et al., 2001) o los métodos de “descanso-pausa” o de “división” (Keogh, Wilson & Weatherby, 1999) permiten incrementar la fuerza o la velocidad.

Como conclusión a este epígrafe sobre métodos de entrenamiento se puede decir, que el entrenamiento con sobrecarga y el pliométrico, son dos métodos adecuados para la mejora del rendimiento de la potencia de las extremidades inferiores obteniendo mejores resultados cuando se combinan ambos entrenamientos, a diferencia de cuando se realizan por separado (Adams, O’Shea, O’Shea & Climstein, 1992; Rahimi & Behpur, 2005). Por lo que se puede concluir,

que el entrenamiento complejo es un método útil para la mejora de la potencia (Santos y Janeira, 2008), siendo posiblemente el método más adecuado para deportistas veteranos (Ferragut et al., 2004), aunque representa un gran inconveniente, como el excesivo tiempo que se necesita para su realización (80 y 120 minutos) (Manzi, 2010).

#### 2.3.4.4. *Método de entrenamiento en circuito*

El entrenamiento realizado con pesas en circuito es una de las modalidades de ejercicios que desarrolla el sistema neuromuscular y que también aporta beneficios cardiovasculares (Girandola & Katch, 1973), así como la fuerza (Sorani, 1996) tanto para hombres como para mujeres (Ortego et al., 2009). De forma general, este método de entrenamiento consiste en realizar entre 10 y 15 ejercicios de diferentes grupos musculares con resistencia. Para cada ejercicio se realizan entre 12-15 repeticiones, utilizando cargas de aproximadamente entre el 40-60% de una repetición máxima. Cada uno de los ejercicios suele durar entre 30 y 60 segundos. La dinámica del entrenamiento es que el deportista ejecuta un ejercicio y rápidamente se desplaza al siguiente espacio donde se encuentra el lugar donde debe hacer el siguiente ejercicio, para ello se suele tener un tiempo de descanso de entre 15 y 30 segundos. Según Romero, Martínez y Alcaraz (2013), este tipo de circuitos se debe realizar de una a tres veces en la misma sesión dependiendo del nivel de condición física de los participantes, por lo que se requiere de aproximadamente unos 30 minutos aproximadamente, para realizar una sesión de entrenamiento de este tipo (Tesh, 1992).

Muchos estudios han analizado los beneficios del entrenamiento de fuerza en circuito usando cargas ligeras (Allen, Byrd & Smith, 1976; Gettman, Ayres, Pollock & Jackson, 1978; Gettman, Culter & Strathman, 1980; Gettman, Ward & Hagan, 1982; Haltom et al., 1999; Harber, Fry, Rubin, Smith & Weiss, 2004). La práctica del entrenamiento en circuito es de vital interés porque permite trabajar simultáneamente la hipertrofia y la fuerza muscular (Camargo et al., 2008), así como el desarrollo de la resistencia muscular a nivel local y la resistencia aeróbica (Allen, Byrd & Smith, 1976; Gettman, Ayres, Pollock & Jackson, 1978; Gettman, Ward & Hagan, 1982; Haltom et al., 1999). Por otro lado, y siguiendo a Alcaraz et al. (2008), el entrenamiento en circuito reduce el tiempo dedicado a un

entrenamiento de fuerza, permitiendo obtener el volumen de entrenamiento requerido.

También el entrenamiento en circuito ha demostrado ser eficaz al mostrar un incremento del consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_2$  Máx.) (Brentano et al., 2008; Gettman et al., 1982; Kaikkonen, Yrjama, Siljander, Byman & Laukkanen, 2000; Takeshima et al., 2004), la ventilación pulmonar máxima, la capacidad funcional y la fuerza, al mismo tiempo que mejora la composición corporal y reduce la masa grasa (Gettman, Ayres, Pollock, Durstine & Grantham, 1979; Harber, Fry, Rubin, Smith Y Weiss, 2004; Camargo et al., 2008; Monteiro et al., 2008).

El entrenamiento en circuito permite la utilización de la energía tanto de la vía aeróbica como de la vía anaeróbica dando buenos resultados en la reducción de la grasa corporal, la condición física y la mejora de la capacidad funcional (Gettman et al., 1982; Ross et al., 2000; Maiorana et al., 2001; Watsse et al., 2004). Además si los ejercicios del circuito, se realizan por parte del deportista, de forma correcta en todo su rango articular, parece ser que mejora la flexibilidad (Fett, Fett & Marchini, 2009). Con lo cual, a través del entrenamiento tradicional de fuerza en circuito, se puede mejorar la fuerza y la resistencia, así como la capacidad cardio-respiratoria en una misma sesión (Wilmore et al., 1978; Simonson, 2010).

Respecto a la agilidad, un estudio de Taskin (2009) afirma que un entrenamiento de fuerza en circuito con pesos libres realizado al 75% del 1RM tres veces a la semana, mostró mejoras en test de agilidad de sprint y en la resistencia anaeróbica en tan solo 10 semanas, por lo que un entrenamiento de fuerza en circuito no produce interferencias negativas en la agilidad y la resistencia anaeróbica de un deportista.

En este sentido, y en base a la teoría expuesta anteriormente, el método de entrenamiento en circuito podría ser bueno para mejorar la fuerza y la potencia.

#### 2.3.4.5. *Método combinado/integrado*

Hace más de dos décadas, Voigt y Klausen, fueron los primeros en encontrar que un entrenamiento intenso de fuerza máxima mejoraba la velocidad de un movimiento sin sobrecarga, pero sólo si se combinaba con un

entrenamiento específico de dicho movimiento. Es aquí, en 1990 donde aparece el concepto empleado en la literatura como “entrenamiento combinado”.

Con el entrenamiento de la fuerza combinado se producen distintas adaptaciones neuromusculares y estructurales dependiendo de la utilización de la carga (Young, 1993). Aunque el resultado externo producido por distintos trabajos sea parecido, el motivo interno puede ser muy diferente. En efecto, diferentes investigaciones, han demostrado cómo se obtienen incrementos significativos utilizando cargas diferentes para la altura del salto en baloncesto (Adams et al., 1992; Baver, 1990; Fower, 1995; Zurita, 1995). Estos estudios también indican que la combinación de dichas cargas dentro de un mismo entrenamiento, produce mejores efectos que su uso por separado (Adams et al., 1992).

La relación entre la fuerza y el entrenamiento integrado o combinado, se puede entender como el trabajo de la fuerza incluyendo movimientos propios de cada modalidad deportiva. Una idea aceptada por preparadores físicos de deportes colectivos es, que en el trabajo de la fuerza se deben entrenar grupos musculares, y además los movimientos de esos grupos musculares. Es por ello, por lo que los métodos de entrenamiento de musculación casi nunca se utilizan de forma aislada. En una sesión de musculación pueden incluirse contracciones musculares de todo tipo como tipo concéntrico, excéntrico, isométrico y pliométrico, así como combinar estos tipos de contracción muscular con movimientos específicos de la modalidad deportiva. Esto sería, el resultado de la utilización de métodos combinados para la mejora de la condición física en un gimnasio, pero en la práctica sería integrado. El efecto que se persigue es el mismo, aproximar el trabajo general de musculación hacia la modalidad deportiva concreta.

Por este motivo es importante preguntarse si con la combinación o integración de factores del entrenamiento, ¿vamos a aumentar el rendimiento en mayor proporción, que con la aplicación de cada factor por separado, entendiendo que la aplicación de los métodos de entrenamiento, es cada vez más acertada por el conocimiento de los efectos de cada uno de ellos, sobre el organismo? Igualmente también cabe preguntarse, de qué manera resulta más

adecuado combinar/integrar distintos factores: ¿durante la misma sesión?, ¿durante la semana?, ¿durante el mismo mes?, ¿a lo largo del año?

El planteamiento más acertado parece ser la utilización del entrenamiento integrado para mejorar la condición física a través de estímulos técnico-tácticos en dos situaciones claramente diferenciadas en función del tipo de deportista según indican Chiroso, Chiroso, Requena, Feriche y Padial (2002).

1. Con deportistas jóvenes, después de periodos de musculación más o menos determinados.
2. Con deportistas ya formados, en periodos donde la elevada carga competitiva exige reducir al máximo cargas puramente condicionales.

Respecto al primer caso, se ha visto que en periodos de trabajo de 12 semanas los resultados obtenidos son óptimos, en lo que se refiere a la mejora de la fuerza. Después de estos bloques de fuerza, es un buen momento para incluir un periodo más o menos reducido de tareas físicas, a través de estímulos técnico-tácticos como planteamiento de tareas próximas a las exigencias de la modalidad deportiva, y después de una fase de desarrollo muscular.

Respecto al segundo caso es importante destacar que:

- En el deporte de élite, el grado de profesionalización de los deportistas alcanza un volumen de entrenamiento más elevado.
- Y que el número de competiciones ha aumentado en los últimos años. Esto hace que sean relativamente frecuentes las lesiones por sobrecarga en los jugadores. Con la integración de factores del juego en el entrenamiento podemos realizar menos volumen de entrenamiento en fases con alta carga competitiva.

Aún con estas aclaraciones se plantean dudas a la hora de poner en práctica el entrenamiento integrado, algunos entrenadores denotan la falta de convencimiento por parte de lo que para otros, es una evidencia: si las capacidades técnico-tácticas y físico-condicionales se encuentran unidas en la competición, también podrían o deberían de interrelacionarse en el proceso de entrenamiento. Con lo cual, la combinación de factores en el entrenamiento es un

argumento metodológico muy importante que se debe tener presente. De la programación de cada entrenador dependerá que su utilización tenga efecto o no. Cualquier conducta del juego es susceptible de observarse desde diferentes perspectivas (Izquierdo, 2012).

### **2.3.5. Métodos de entrenamiento de la fuerza isocinética en baloncesto**

Los modernos aparatos isocinéticos, al permitir el estudio de la fuerza, la potencia y el trabajo desarrollado en un amplio intervalo de velocidades previamente determinadas, suponen una aportación muy importante para el control y seguimiento del deportista. Estos datos analizados y comparados resulta una herramienta de trabajo importante a la hora de planificar un trabajo preventivo, o para aumentar el rendimiento, sin olvidarnos que resultan ser una herramienta importante en la recuperación de lesiones deportivas (Lumex, 1983). Una valoración isocinética nos va a dar una información bastante fiable sobre el estado funcional del grupo muscular estudiado, y de las posibilidades de rendimiento y mejora, pudiendo de esta manera hacer una planificación más cuidadosa del trabajo a realizar por el deportista. Los dinamómetros isocinéticos permiten la obtención de una gran cantidad de parámetros. La adecuada interpretación y combinación de estos, nos ayudaran a realizar un trabajo más preciso y eficiente, pudiendo lograr unos mejores resultados (Huesa & Carabias, 2000).

Las articulaciones más implicadas en baloncesto son la articulación del tobillo y de la rodilla, por lo que, la valoración de la fuerza flexo-extensora de la rodilla, la flexo-entensión del tobillo y la eversión e inversión del tobillo (Manonelles, 2008).

A través del trabajo isocinético y siguiendo a Del Valle (2012), podemos realizar diferentes entrenamientos o modos de trabajo:

- Entrenamiento pasivo: Ejercicio que permite mover las articulaciones sin esfuerzo activo del tejido muscular.
- Entrenamiento isocinético: ejercicio con resistencia variable y velocidad fija. La resistencia es acomodada permitiendo obtener la

máxima carga a lo largo de todo el rango de movimiento de la articulación implicada.

- Entrenamiento reactivo excéntrico: ejercicio que permite la elongación muscular durante la contracción.
- Entrenamiento isométrico: ejercicio de resistencia variable y rango de movimiento contante. La velocidad se mantiene a cero y la resistencia varía en función de la fuerza aplicada.
- Entrenamiento isotónico: ejercicio con resistencia constante y velocidad variable a través de todo el rango de movimiento articular.

En 1967 Hislop y Perrine publicaron en *Therapy Phisic* el desarrollo de un sistema de ejercicios isocinéticos estableciendo trabajos musculares a diferentes velocidades.

En la actualidad los dinamómetros isocinéticos nos permiten trabajar a velocidades angulares más altas pero en ningún caso se aproximan a las específicas de algunos gestos deportivos. Las velocidades estándar son las siguientes:

- Velocidades bajas: las que se ejecutan entre 30° y 120°/seg.
- Velocidades medias: las que se ejecutan entre 120° y 180°/seg.
- Velocidades altas: las que se ejecutan entre 180° y 450°/seg.

Los dinamómetros isocinéticos son aparatos que permiten al evaluador controlar la velocidad de ejecución del músculo durante todo su recorrido articular, para así poder reclutar las fibras que más le interese trabajar ya sea para el fortalecimiento como para su rehabilitación

Los modernos aparatos isocinéticos, al permitir el estudio de la fuerza, la potencia y el trabajo desarrollado en un amplio intervalo de velocidades previamente determinadas, suponen una aportación muy importante para el control y seguimiento del deportista. Estos datos analizados y comparados, resultan una herramienta de trabajo importante a la hora de planificar un trabajo tanto preventivo como para aumentar el rendimiento, sin olvidarnos que resultan ser una herramienta importante en la recuperación de lesiones deportivas.

Una valoración isocinética nos va a dar una información bastante fiable sobre el estado funcional del grupo muscular estudiado, y de las posibilidades de rendimiento y mejora, pudiendo de esta manera hacer una planificación más cuidadosa del trabajo a realizar por el deportista.

Según Huesa y Carabias (2000), una valoración isocinética permite la obtención de una gran cantidad de parámetros. La adecuada interpretación y combinación de estos nos ayudará a realizar un trabajo más preciso y eficiente, pudiendo lograr unos mejores resultados.

Los parámetros más estudiados son:

- El momento máximo de fuerza (Peak Torque), que indica el valor más alto del momento de fuerza o Torque registrado durante el test. Puede ser considerado como la máxima fuerza que un grupo muscular es capaz de producir a una velocidad angular específica. Por el método de isocinética tendremos también el dato referente al ángulo en que ha sido obtenido dicho pico máximo de fuerza; está representado en el trazado de la curva como el punto más alto alcanzado en la curva, medido en Newton/ metros.
- Tiempo para el Peak Torque, que no es más que el tiempo que se ha tardado en alcanzar dicho pico o momento máximo de fuerza, medido en segundos.
- Trabajo total (total work), que se define como la suma del trabajo efectuado en cada repetición de la serie realizada.
- Trabajo máximo (max work), que es la repetición realizada por el deportista de carácter máximo, medido en Julios.
- Potencia media (Average power), es el trabajo por unidad de tiempo. Se representa como potencia media obtenida dividiendo el trabajo total por el tiempo empleado en la ejecución del test.
- Fatiga de trabajo (work fatigue,) es considerado el índice de fatiga que crea el dinamómetro en relación a la cantidad de fuerza ejercida por el deportista, contra la resistencia, desde la primera hasta la última repetición que realiza.

Díaz et al. (2014), evaluaron la fuerza isométrica en jugadoras de baloncesto semiprofesionales y amateur usando el modo isocinético en diferentes ángulos de 90° y 170° tanto para la musculatura flexora como extensora, obteniendo como resultado la existencia de diferencias entre categorías para las variables de producción de fuerza isométrica, siendo mayor esta característica del jugador profesional. También midieron la potencia dinámica a través de la batería de saltos propuesta por Bosco (1983), no encontrando en este caso diferencias significativas en las variables del componente elástico, pero sí en la altura del salto.

Pero no se han encontrado estudios que tengan como primer objetivo la mejora de la fuerza o la potencia en jugadores de baloncesto que no estén lesionados, con lo cual, queda descartado el uso de isocinéticos como un medio para la mejora del rendimiento específico de la fuerza o la potencia, pero sí podría ser un medio para realizar una evaluación funcional de la articulación elegida.

#### **2.3.6. Métodos de entrenamiento de la estabilidad en baloncesto**

El entrenamiento de la estabilidad o propioceptivo tiene una fuerte evidencia científica de sus efectos sobre el organismo, tanto para la rehabilitación de lesiones, o prevención de ellas (Smith et al., 2012), como para la mejora de la fuerza (factores neurológicos), la flexibilidad (mejora sobre el control del reflejo miotático inverso) y la coordinación (Benítez & Poveda, 2010; Häfelinger & Schuba, 2010).

La propiocepción es el sentido que informa al organismo de la posición de los músculos, es la capacidad de sentir la posición relativa de partes corporales contiguas (Schiftan, Ross & Hahne, 2015). La propiocepción regula la dirección y rango de movimiento, permite reacciones y respuestas automáticas, interviene en el desarrollo del esquema corporal y en la relación de éste con el espacio, sustentando la acción motora planificada. Otras funciones en las que actúa con más autonomía son el control del equilibrio, la coordinación de ambos lados del cuerpo, el mantenimiento del nivel de alerta del sistema nervioso y la influencia en el desarrollo emocional y del comportamiento, por lo general cuando este

sistema falla se produce una lesión (McCall et al., 2014; Schiftan, Ross & Hahne, 2015).

Para estos autores y según un estudio realizado por McCall et al. (2014), en donde se realizan encuestas a 44 clubs de fútbol sobre las principales causas y/o métodos de aplicación de entrenamientos, la propiocepción es considerada como uno de los puntos fuertes y de mayor importancia en la valoración de los clubs deportivos para evitar la aparición de lesiones, o disminuir los factores de riesgo asociados al desequilibrio muscular, y también para la mejora de la activación de los músculos. Este último estudio revela que hay una brecha entre la investigación y la práctica deportiva diaria de los Clubs deportivos ya que el principal encargado de la prevención de lesiones y de proporcionar los entrenamientos propioceptivos al club es el fisioterapeuta (McCall et al., 2014).

El entrenamiento propioceptivo aporta efectos beneficiosos en el contexto deportivo de acuerdo con múltiples estudios. Es frecuente introducido en la rutina deportiva en forma de programas constituidos por ejercicios propioceptivos utilizando plataformas inestables (Fu & Hui-Chan, 2005). Gracias a estos entrenamientos se han encontrado mejoras significativas en el equilibrio dinámico y estático de deportistas de diferentes modalidades deportivas (Giofsidou et al., 2006; Mattacola et al., 1997; Stanton et al., 2004) y específicas en baloncesto (Fu & Hui-Chan, 2005). Se ha comprobado que este aumento de la estabilidad proporciona una base para poder llevar a cabo una producción mayor de fuerza (Yasuda et al., 1999).

Gruber y Gollhofer observaron en 2004 mejoras significativas en la capacidad de fuerza al inicio de una acción isométrica siendo beneficiosa en la potencia gracias al entrenamiento propioceptivo. Sin embargo, otros estudios no obtuvieron los mismos resultados en los parámetros de fuerza (Yaggie & Campbell, 2006).

Por otra parte, el mantenimiento de la estabilidad, en la articulación de la rodilla durante la fase estática, permite que la articulación actúe de forma coordinada y precisa. Se ha comprobado que esa mejora en la actuación articular se transfiere a una velocidad mayor en el desarrollo de la marcha (Da-Hon et al., 2007). Algunos estudios llevados a cabo con atletas han demostrado que el trabajo

propioceptivo tiene una transferencia positiva en las aferencias propioceptivas, tiempo de reacción y fuerza muscular específica y por tanto, una adaptación neuromuscular de los mecanismos de control postural (Yaggie and Campbell, 2006). Sin embargo, no se ha podido aclarar que estas mejoras tengan transferencia al terreno de la competición.

El estudio realizado por Stanton et al. (2004), reveló grandes diferencias en cuanto a estabilidad e incluso mostraron una reducción en masa corporal del sujeto con un entrenamiento de seis semanas. Sin embargo, este mismo estudio afirmó que el rendimiento deportivo para la variable de control de consumo máximo de oxígeno, no registraba diferencias significativas después de un programa de trabajo propioceptivo. Tampoco encontraron significación en la efectividad de la técnica de carrera.

No se han encontrado programas específicos de entrenamiento en la estabilidad del tren inferior, pero si se han encontrado variables en el diseño de los ejercicios, que confieren las claves para crear programas de entrenamiento específicos, atendiendo a las necesidades del equipo y el momento de la temporada en que se encuentren los jugadores (Sell, 2012).

A nivel general, podemos evolucionar en la dificultad de los ejercicios a través de diferentes pautas, como son:

- Demandar una mayor tensión de la musculatura a través de la utilización de elementos como tobilleras lastradas, elásticos (therabands) de diferentes resistencias, mancuernas, barras con peso.
- Disminuir la base de sustentación: diferentes aperturas de las extremidades que apoyan, pasar de apoyo bipodal a unipodal, apoyarnos solamente sobre una parte del pie (talón, punta, externa e interna).
- Utilizar superficies de apoyo irregulares: pie sobre pelota o balón de espuma, colchonetas de diferentes grosores, tableros y platos basculantes, cojines de aire, fitball, bosu, etc.
- Restringir la información que llega a través de otros sistemas para centrarnos en los propioceptores. Por ejemplo: usar un espejo para ayudarnos del sistema visual, después pasamos a realizar los

ejercicios sin mirar al espejo y, por último, cerramos los ojos para restringir las aferencias del sistema visual.

- Combinaciones de las anteriores pautas.

Antes de evolucionar a ejercicios complejos, debemos controlar bien los sencillos.

- Otras variables en el diseño de los ejercicios:
- Posiciones de pie, sentado, tumbado.
- Diferentes ángulos articulares de trabajo.
- Diferentes ángulos de aplicación de las cargas.
- Utilizar therabands, poleas y resistencias manuales, propio peso corporal.
- Mantener posiciones (en diferentes ángulos) o llegar a posiciones (en diferentes ángulos) con aplicación de fuerzas / resistencias incluidas.
- Contracciones isométricas y anisométricas.
- Uso de electro-estimulación combinada.

También es importante destacar respecto a las lesiones, que existen una serie de factores relacionados con la condición física que se han demostrado que pueden resultar un factor de riesgo de lesión. Siendo en este caso: una excesiva flexibilidad muscular de isquiotibiales, o la alteración de la magnitud de la activación muscular, en especial la activación del cuádriceps que combinada con una baja activación de los isquiotibiales en el momento de contacto con el suelo, puede provocar una lesión, vinculado con la acción agonista-antagonista. Y por último, la preactivación de los grupos musculares protectores son otro de los factores de riesgo a controlar (Hewett et al., 2006).

Del mismo estudio de (Hewett et al., 2006) se desprende un factor importante como es el desequilibrio de los patrones de activación de los músculos mediales-laterales, destacando la activación aumentada de la musculatura del cuádriceps, el bajo reclutamiento del cuádriceps medial y la activación aumentada de los isquiotibiales laterales. La fatiga provocada después de la activación excéntrica del cuádriceps femoral es también uno de los principales factores de riesgo en la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla.

Como conclusión a todo lo expuesto anteriormente, cabe destacar que las articulaciones del tren inferior (tobillo y rodilla) son de las más complejas del organismo, presentando índices de lesión muy elevados durante la práctica deportiva del baloncesto. Debido a multitud de factores, tanto internos como externos al propio deportista, siendo en algunos casos difíciles de detectar antes de la lesión.

Estos factores de riesgo asociados al propio deportista pueden clasificarse en:

- Factores relacionados con el balance muscular de la articulación en cuestión.
- Factores relacionados con la capacidad de mantener el equilibrio postural.
- Factores relacionados con la capacidad de reequilibrio y estabilización articular.
- Factores relacionados con la capacidad de reequilibrio dinámico y sensorial de la propia articulación.
- Factores relacionados con la dinámica de la marcha.

Otros autores que aconsejan un entrenamiento propioceptivo como método para prevenir las lesiones de tren inferior y aumentar la propiocepción (Caraffa, et al., 1996; Myklebust, et al., 2003; Olsen, et al., 2005; Petersen, et al., 2005 & Pánics, et al., 2008), proponen protocolos de entrenamiento propioceptivo para la mejora de la estabilidad con estos otros elementos comunes:

- Utilización de diferentes materiales de equilibrio que se deben ir variando (principio de variabilidad).
- Entrenamiento del equilibrio dinámico mediante saltos o desplazamientos (principio de especialidad).
- Introducción de elementos específicos de la disciplina deportiva (principio de la especificidad).
- Ejercicios por parejas en los que el compañero aconseje sobre técnica correcta (feedback).
- Ejercicios de dificultad progresiva, pasando cada vez a posiciones más inestables (principio de progresión).

- Duración mínima de 6 semanas (principio de la periodización).

Como ejemplo de un programa de entrenamiento de la estabilidad en baloncesto se ha encontrado un estudio reciente de Asadi, Saez de Villarreal y Arazi (2015), donde se investigó la eficacia de un programa de entrenamiento pliométrico dentro de la práctica del baloncesto para mejorar el rendimiento del control postural y del equilibrio. Dieciséis jugadores fueron asignados a un grupo experimental y otros a un grupo control. Todos los jugadores entrenaron dos veces por semana, pero el experimental siguió un programa pliométrico de 6 semanas implementado dentro de la práctica de baloncesto, mientras que el grupo control siguió la práctica regular. La prueba de equilibrio “estrella en 8 direcciones” para los desplazamientos (anterior, A; anteromedial, AM; anterolateral, AL; mediales, M; lateral, L; posterior, P; posteromediales, PM, y posterolateral, PL), se midió antes y después el período de 6 semanas. El grupo experimental indujo una mejoría significativa ( $p \leq 0,05$ ) mientras que no hubo mejoras significativas en el grupo control. Además, hubo diferencias significativas entre los grupos en todas las direcciones, excepto PM y PL.

Con lo que concluyeron que un programa pliométrico integrado dentro de la práctica regular de baloncesto, puede conducir a mejoras significativas en el control postural y el equilibrio, y que también ayudaría para reducir posibles futuras lesiones en la extremidad inferior.

De este modo y conociendo los diversos métodos del entrenamiento propioceptivo, que existen, es necesario concretar con que elementos vamos a trabajar aquellos factores detectados como factores de riesgo, y determinar aquellas variables que definan el estado de forma de un deportista con el objetivo de aumentar la estabilidad en el tren inferior.

Estos elementos comunes junto a otros utilizados en otros estudios (Asadi, Saez de Villarreal & Arazi, 2015; Holme & Barh, 2005, Myklegust et al., 2003; Olsen, Myklebust, Engebretsen, Petersen et al., 2005; Panics, Tallay, Pavlik & Berkes, 2008), son los que se han tomado de para realizar el protocolo de propiocepción de esta Tesis Doctoral.

### 2.3.7. Métodos del entrenamiento preventivo

La propiocepción también ha logrado posicionarse entre las técnicas más referenciadas y evidenciadas científicamente para la prevención de lesiones (Avalos & Berrio, 2007). Se ha demostrado que en la propiocepción influyen una cantidad de factores que no dependen solamente de la capacidad muscular, sino que, puede ser modificada por cualquier alteración de los receptores propioceptivos. De forma concreta, la fatiga muscular está considerada como un factor que predispone a sufrir una lesión y es muy común que se dé en competiciones deportivas (Skinner et al., 1986). En numerosas y variadas ocasiones, la práctica del deporte provoca modificaciones que desplazan el centro de gravedad de la base de sustentación siendo necesaria la activación de la musculatura estabilizadora para la corrección de estas variaciones y el mantenimiento del equilibrio postural o recuperación del equilibrio o estabilidad (Michael & Behm, 2008), con lo que un desarrollo de la musculatura estabilizadora provocaría una mejora de la propiocepción.

Un estudio de Caraffa, Cerulli, Projetti, Aisa y Rizzo (1996), es bastante relevante en este aspecto ya que siguió a un total de 20 equipos de fútbol semiprofesionales y amateurs italianos que realizaron un intenso entrenamiento diario de propiocepción durante la pretemporada y un mantenimiento de 20 minutos durante la temporada con ejercicios orientados a la prevención de lesiones del ligamento cruzado anterior. Otros 20 equipos de similares características no realizaron entrenamiento propioceptivo durante el mismo periodo de tiempo e hicieron de grupo control. Tras tres temporadas de control y seguimiento por parte de los investigadores en el mismo centro hospitalario, al grupo que siguió el programa de entrenamiento propioceptivo se le diagnosticaron, vía artroscopia, 10 lesiones en el LCA en comparación con las 70 lesiones confirmadas en el grupo control. Evidencias similares pueden encontrarse en otros trabajos realizados en balonmano (Wedderkopp et al., 1999; Myklebust et al., 2003) o en fútbol, baloncesto y voleibol escolar (Hewett et al., 1999, Heidt et al., 2000).

En otros trabajos de Myklebust et al. (1997, 1998), se argumentaba que el 80% de las lesiones en el tren inferior se producen sin contacto, sobre todo tras la realización de movimientos de pivote y cambios de dirección. Mediante el

entrenamiento de la propiocepción se mejora la percepción de la posición de la rodilla, el equilibrio y la técnica de caída todo ello con la consiguiente disminución de la frecuencia en lesiones del LCA (Hewett, Myer & Ford, 2006).

Desde el punto de vista económico-deportivo, y siguiendo a Wodds et al. (2003), si tenemos en cuenta que por ejemplo en el fútbol profesional inglés el esquinco de tobillo es la lesión más frecuente, y que como promedio los jugadores no pueden competir durante tres partidos consecutivos (18 días) tras sufrir la lesión, la inclusión de programas preventivos eficaces está más que justificada. Si además añadimos los costes que suponen las lesiones en cuanto a gastos de rehabilitación y tiempo fuera de la competición que, en el Reino Unido se estima en un billón de libras al año, las dudas desaparecen.

Son muchas las aportaciones que desde el conjunto de conocimientos de la biomecánica se han realizado y se están realizando para controlar los factores de riesgo y para minimizar sus efectos sobre la salud de los deportistas (Beynnon et al., 2002). A modo de ejemplo se puede mencionar la existencia de diversos protocolos de valoración de la fuerza, del rango articular, de la estabilidad articular, del control del equilibrio y sistemas propioceptores, etc.; todos ellos mediante técnicas biomecánicas como son la posturografía, la dinamometría, la electromiografía, la fotogrametría, acelerometría, etc. (Hertel, 2000; Wikstrom et al. 2004 & 2005; Morey-Klapsing et al. 2004 & Bressel, 2007).

Una última revisión sistematizada afirma que los entrenamientos propioceptivos suponen una mejora de la prevención de lesiones para la articulación del tobillo, cuando se refiere a la primera prevención o cuando los deportistas todavía no han sufrido ninguna lesión, con un índice de éxito del 65% y para deportistas que han sufrido ya una lesión con anterioridad de un 64%, que sigue siendo un valor muy alto y dando a conocer el éxito de los programas de entrenamientos propioceptivos (Schiftan, Ross & Hahne, 2015).

Existe una importante justificación bibliográfica que recomienda la mejora de la propiocepción como medida preventiva contra las lesiones del tren inferior (Myklebust, Mahelum, Engebretsen, Strand & Solheim, 1997; Myklebust, Maehlum, Holm & Bahr, 1998 & Hewett, Myer & Ford, 2006). Por lo que parece quedar muy claro, que el seguimiento de diferentes programas de entrenamiento

de la propiocepción puede reducir el número de lesiones sufridas por los jugadores.

## 2.4. MEDIOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL ENTRENAMIENTO EN BALONCESTO

### 2.4.1. Criterios para seleccionar un método de evaluación

Según Martínez (2002), para que una prueba sea fiable y cuantificable debe tener ciertos indicadores, como un coeficiente de objetividad, fiabilidad y validez. Respecto de la objetividad, un test es más objetivo mientras más independiente sea sobre elementos externos que puedan intervenir en la realización del mismo. La objetividad debe analizarse de forma muy aislada, para que de esa manera no afecte a cualquier etapa en que se desarrolle el test, ya sea en su evaluación, interpretación e incluso su ejecución. La prueba o test no debe conducir a ambigüedades de ningún tipo, ya que de manera inmediata se perderá objetividad.

Por otro lado, la fiabilidad de un test en psicometría, se valora por la coherencia de los resultados obtenidos en dos aplicaciones de la misma prueba, o mediante la aplicación de dos formas equivalentes a la prueba de los mismos individuos. En el primero se comprueba la estabilidad de los resultados durante un periodo correspondiente al lapso de tiempo transcurrido entre ambas aplicaciones, mediante un método llamado a test – retest. En el segundo, se comprueban que las dos formas equivalentes midan lo mismo". (Gel, 1991), postula que este concepto también es más amplio y con ello, define ciertos factores relevantes para la fiabilidad de un test. El autor le otorga una relevancia a la calidad del material utilizado, ya que con ello, disminuyen las probabilidades de error, y aumentarán las probabilidades de acierto dentro de una prueba.

De forma generalizada para que una prueba sea validada, ésta mide lo que debe medir, con ello la validez de la medición es apropiada al test en cuestión.

Según Dougall, Wenger y Green (2005), para que la investigación o análisis de pruebas sea fidedignas hay que tener presente ciertos criterios, los cuales irán fortaleciendo los resultados de cada prueba a medir. Estos criterios son:

- Especificidad: este criterio de evaluación va a depender de cada deporte a evaluar, por tanto la fuerza y potencia desarrollada en cada deporte es diferente; por ello dependerá del deporte las dos cualidades físicas.
- Obtención de datos y análisis: para escoger un método de evaluación hay que tener en cuenta ciertos factores importantes como la rapidez, accesibilidad y conveniencia de la obtención de los resultados de la prueba.
- Factibilidad: el desarrollo de pruebas óptimas se pueden ver truncadas por la inaccesibilidad de los instrumentos, por el valor de equipo, descartando el nivel de especificidad que debiera tener la prueba, por tanto hay que hallar el término medio y es común conocer que en ciertos deportistas no se evalúe con el mejor equipo de trabajo o con la mejor especificidad que sea para movimientos de una sola articulación y que implique los grupos musculares apropiados.
- Posición: es necesario estandarizar en base a movimientos corporales necesarios, para la evaluación de la fuerza, ya que con una mala postura no se desarrollara el máximo de la fuerza del deportista, y para desarrollar la evaluación de una sola articulación habrá que estandarizar el ángulo del movimiento y pruebas (Clarke, 1956; Clarke, Elkins, Martín & Wakim, 1950; Houtz, Lebow & Beyer, 1957; Lunnen, Yack & Le Veau, 1981; Mendler, 1967).

#### **2.4.2. Medios y métodos de evaluación en baloncesto**

El concepto actual de la valoración fisiológica es el que considera que solo puede evaluar la capacidad funcional del organismo sometido a esfuerzo físico si se reproduce de forma específica en el laboratorio (Test de laboratorio), o si se registra directamente en el campo deportivo (Test de campo) (Rodríguez & Aragonés, 1992). Actualmente, los test de campo son considerados de mayor interés por los entrenadores y preparadores físicos e incluso por los deportistas, ya que al realizarse en el propio campo, aportan una información directa en al entrenador o deportista durante el mismo entrenamiento (Villa, 1999).

Existen muchos gestos deportivos y mismo muchas capacidades físicas en baloncesto que poder evaluar, sin embargo, Villa et al. (1999), afirmaron que el salto es una cualidad fundamental en el baloncesto, y que escenifica la coordinación, potencia y potencial anaeróbico en función del perfil miotipológico que tiene el jugador. Por otro lado López-Calbet, en 1999, se refirió a la saltabilidad como la expresión mecánica de la continuidad de saltos repetidos que se manifestaban durante la práctica de diferentes deportes. Entre ellos el baloncesto está catalogado como uno de los más importantes, ya que continuamente, se dan saltos hacia arriba, hacia delante y de diferentes formas, intentando hacerlos siempre a máxima velocidad y bajo el mayor control muscular posible.

De aquí la necesidad de evaluar esta cualidad anaeróbica, el salto, y más aún en deportes colectivos, donde se ha descrito una evolución hacia un juego cada vez más rápido, lo que exige una mayor intensidad en las acciones propias del juego, además de la capacidad de repetirlas el mayor número de veces posible (Colli & Faina, 1987).

Para evaluar el salto, y siguiendo a Bosco, Luhtanen y Komi (1983), la relación entre fuerza y velocidad ha sido comprobada tanto en músculos aislados, como en vivo. La mayoría de los estudios hasta la época se habían llevado a cabo manteniendo una velocidad constante utilizando movimientos balísticos y en el que intervenían más articulaciones. Estos mismos autores, hicieron frente a este problema, y desarrollaron un método de medición que consistía en medir la capacidad de realizado con los pies juntos, desde la posición de parado, con un ángulo de 90° aproximadamente de la rodilla, de manera que los saltos se van realizando con o sin cargas progresivas sobre una plataforma conectada a un reloj electrónico (Ergojump R-Bosco System. Made By Globus, Codogné -TV- Italia). Este instrumento mide el tiempo de vuelo empleado por los sujetos durante el salto, y por lo tanto, permite de manera automática, obtener el impulso vertical del centro de gravedad y el trabajo mecánico realizado. En la actualidad y gracias a los ordenadores de última generación podemos registrar infinidad de variables relacionadas con las fuerzas aplicadas por el deportista sobre la plataforma para determinar en todo momento cual ha sido el comportamiento del deportista sobre la plataforma de fuerzas.

Según García y Peleteiro (2004), para obtener mediciones sobre las manifestaciones de la potencia encontramos, entre otros:

- El Test Squat Jump que realiza una medición de la capacidad de contracción concéntrica del músculo y de la capacidad de sincronización y reclutamiento nervioso instantáneo de fibras.
- El Test de salto horizontal pies juntos desde parado sin contramovimiento que mide exactamente lo mismo que el anterior pero en el salto se realiza hacia delante en lugar de hacia arriba.

Para obtener mediciones sobre las manifestaciones de la fuerza elástico-explosiva encontramos, entre otros:

- El Test de contramovimiento y salto (CMJ) que realiza una medición de la capacidad contráctil del músculo, de la capacidad elástica del músculo y de la capacidad de sincronización y reclutamiento instantáneo de fibras. El índice de elasticidad es la diferencia entre  $IE = (CMJ - SJ) \times 100 / SJ$
- El Test de Abalakov que realiza una medición de la capacidad contractil del músculo, de la capacidad elástica del músculo más la acción de los brazos y de la capacidad de sincronización y reclutamiento instantáneo de fibras. La diferencia entre Abalakov y CMJ determina el porcentaje del vuelo realizado gracias a los brazos.

Y para obtener mediciones sobre las manifestaciones de la fuerza reflejo-elástico-explosiva encontramos, entre otros:

- Test Drop Jump: Medición de la capacidad contráctil del músculo, de la capacidad elástica del músculo más la acción de los brazos, de la capacidad de sincronización y reclutamiento instantáneo de fibras y de la capacidad refleja, de la musculatura extensora de las piernas. La altura de caída debe ser tal que el tiempo de apoyo en el suelo no supere los 200 msg., y la altura de salto superior a la de caída.

### 2.4.3. Pruebas incorporadas al protocolo de evaluación desarrollado

Las pruebas incluidas en la aplicación desarrollada son: equilibrio bipodal-monopodal, salto con giro y salto vertical bipodal-monopodal.

A continuación son explicados tanto el software de la aplicación desarrollada como las variables medidas de cada prueba.

#### 2.4.3.1. Equilibrio bipodal-monopodal

La prueba de equilibrio bipodal-monopodal analiza la capacidad de equilibrio y estabilidad en diversas situaciones de exigencia. Los test de valoración del equilibrio incluidos en la aplicación desarrollada son: el test RGC bipodal (test de Romberg con gomaespuma y ojos cerrados), el test ROA monopodal (test de Romberg con ojos abiertos) y el test RGA monopodal (test de Romberg con gomaespuma y ojos abiertos). La validez de la prueba de equilibrio bipodal se demostró a partir de la correlación existente entre las variables registradas de la prueba y la Escala de Berg (Berg, 1992).

El software desarrollado para la aplicación, proporciona los valores de los parámetros más relevantes de los test de valoración del equilibrio.

Los parámetros analizados en los test de valoración del equilibrio son:

- Área barrida: representa el área recorrida por el centro de presiones (CDP) durante ejecución de la prueba. Se expresa en (mm<sup>2</sup>) y en porcentaje de normalidad.
- Percentil 75 de velocidad: indica el percentil 75 de la velocidad instantánea de desplazamiento del CDP. Se expresa en (mm/s) y en porcentaje de normalidad.
- Desplazamiento ML: valoración del desplazamiento del centro de presiones del sujeto en el eje medio-lateral. Se expresa en (mm) y en porcentaje de normalidad.
- Desplazamiento AP: valoración del desplazamiento del centro de presiones del sujeto en el eje antero-posterior. Se expresa en (mm) y en porcentaje de normalidad.

- Frecuencia de oscilación ML: evalúa la frecuencia característica de la señal del estatocinesiógrama del paciente en el eje medio-lateral. Se expresa en (Hz) y en porcentaje de normalidad.
- Frecuencia de oscilación AP: evalúa la frecuencia característica de la señal del estatocinesiógrama del paciente en el eje antero-posterior. Se expresa en (Hz) y en porcentaje de normalidad.

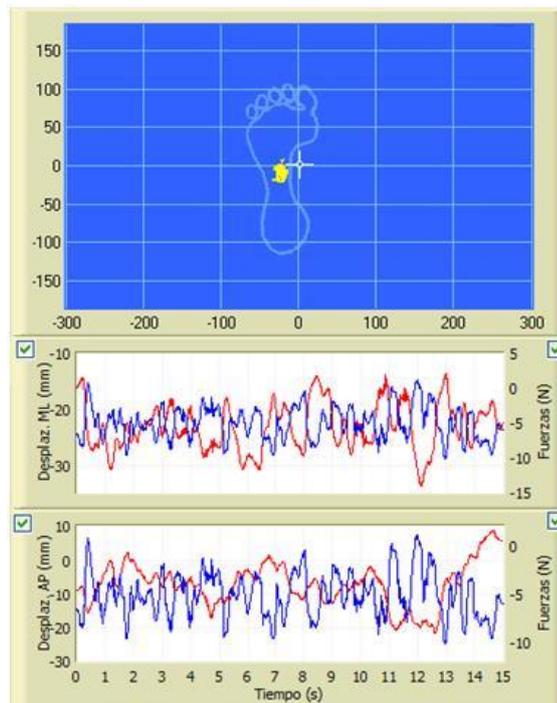


Figura 2. Gráficas de la prueba de equilibrio monopodal

La figura 2 muestra gráficamente los resultados de los test de valoración del equilibrio monopodal que proporciona el software desarrollado. Los gráficos muestran el estatocinesiógrama de la prueba seleccionada, junto con el estabilograma de fuerzas y los desplazamientos del CDP en las direcciones medio-laterales y antero-posterior.

#### 2.4.3.2. Salto vertical bipodal y monopodal

La prueba de salto vertical bipodal-monopodal analiza la capacidad funcional del paciente frente a saltos verticales en diversas situaciones de exigencia en función del tipo de salto.

El software desarrollado para la aplicación proporciona una tabla resumen con los parámetros más significativos de la prueba salto vertical bipodal y monopodal. La figura 3 muestra el aspecto de la tabla proporcionada por el software desarrollado. En la parte izquierda de la ventana aparece cada una de las pruebas que la aplicación permite realizar.



Figura 3. Tabla de valoración de la prueba de salto vertical

La figura 4 muestra numérica y gráficamente los parámetros más significativos de las pruebas de salto vertical. Éstos son:

- Potencia máxima (W/kg): se trata del máximo de la potencia instantánea calculada como el producto de la fuerza por la velocidad en el eje Z.

- Fuerza máxima (N): valor máximo de la fuerza en el eje vertical (z).
- Altura de salto (cm): altura máxima alcanzada por el salto más alto efectuado.
- Déficit de simetría (%): Es un indicador de la simetría del salto.
- Pendiente máxima (N/s): es el valor de la máxima deriva de la fuerza en el eje Z.
- Impulso mecánico (N/s): Se calcula como el área encerrada entre el peso y la curva Fz entre los instantes de inicio del contramovimiento y el tiempo de despegue.
- Tiempo de ejecución (s): periodo de tiempo que transcurre desde el inicio del movimiento hasta que el deportista despegue en el momento de la batida.

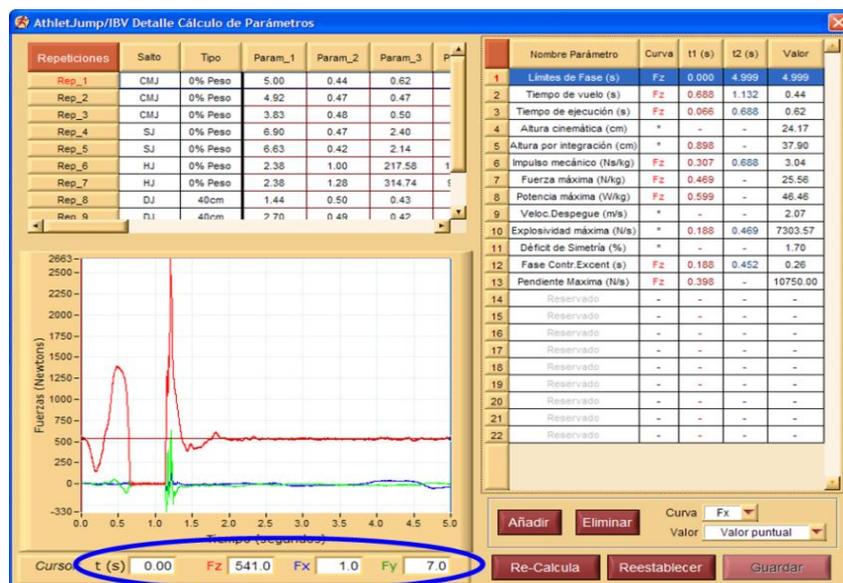


Figura 4. Resultados de la prueba de salto vertical

## 2.5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Tras haber revisado los estudios relacionados con el entrenamiento de la estabilidad y la fuerza en baloncesto, se plantea el problema de la falta o inexistencia de estudios, que demuestren que el entrenamiento combinado de propiocepción, fuerza y potencia, mejora ambas capacidades. Por ello, se hace necesario abrir una nueva línea de investigación que arroje alguna luz aclaratoria sobre este tema, ya que se considera de especial interés para el mundo de la competición en baloncesto, investigar sobre este tipo de entrenamiento integrado/combinando para desarrollar diferentes capacidades físicas, y poder maximizar el tiempo de entrenamiento en la cancha.



## CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 3.1. HIPÓTESIS

#### 3.1.1. Hipótesis general

La aplicación de un entrenamiento específico e integrado de potenciación y estabilización del tren inferior basado en ejercicios de propiocepción, fuerza y potencia, producirá mejoras significativas en la estabilidad y el salto vertical en baloncesto masculino semiprofesional. Dichas mejoras tendrán un efecto residual a las 12 semanas de duración, evidenciando las diferencias entre grupos.

#### 3.1.2. Hipótesis específicas

- a) La realización de un entrenamiento específico del tren inferior, basado en la mejora de la fuerza y la potencia, producirá diferencias entre el pre-post-re test y entre grupos, al comparar el desplazamiento del centro de gravedad y el área barrida de la elipse en apoyo monopodal.
- b) Si se realiza un entrenamiento específico del tren inferior basado en la mejora de la fuerza y la potencia y la propiocepción, se producirán diferencias entre el pre-post-re test y entre grupos, al comparar el tiempo de estabilización y fuerzas generadas, en diferentes situaciones de caída tras la realización del protocolo de entrenamiento del grupo experimental, frente al grupo control.
- c) Si se realiza un entrenamiento específico del tren inferior basado en la mejora de la fuerza y la potencia, se producirán diferencias entre el pre-post-re test y entre grupos, entre grupos al comparar la potencia máxima, pendiente o RFD y altura máxima, después de haber realizado el entrenamiento un entrenamiento integrado del grupo experimental, frente al grupo control.

## 3.2. OBJETIVOS

### 3.2.1. Objetivo general

Determinar las adaptaciones y el efecto residual de un entrenamiento integrado de fuerza, potencia y propiocepción de 12 semanas sobre el tren inferior, para mejorar la estabilidad y el salto vertical en baloncesto masculino semiprofesional.

### 3.2.2. Objetivos específicos

- a) Comparar el desplazamiento del centro de gravedad y el área barrida de la elipse en apoyo monopodal, en pre-post-re test, y entre grupos experimental y control, tras la realización de un protocolo de entrenamiento integrado de fuerza, potencia y propiocepción.
- b) Comparar el tiempo de estabilización y fuerzas generadas en diferentes situaciones de caída en pre-post-re test, y entre grupo experimental y grupo control, tras la realización del protocolo de entrenamiento integrado de fuerza, potencia y propiocepción.
- c) Analizar y comparar las variables relacionadas con el salto vertical como la potencia máxima, pendiente o RFD y altura máxima en baloncesto para el pre-post-re test, y entre grupos experimental y control, tras la realización del protocolo de entrenamiento integrado de fuerza, potencia y propiocepción.

## CAPITULO 4. MÉTODO

A continuación se expone el método llevado a cabo para alcanzar los objetivos marcados e intentar explicar las hipótesis que se establecieron. El método se ha dividido en cinco apartados que a continuación se enumeran:

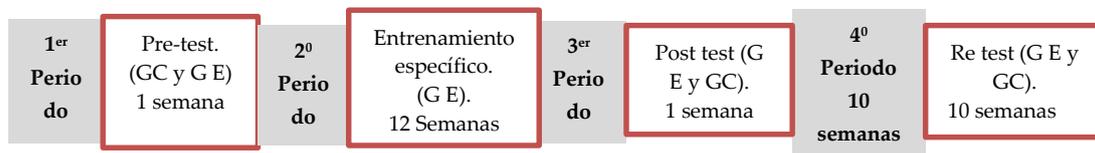
1. Diseño de la investigación
2. Sujetos
3. Instrumentos
4. Procedimientos
5. Análisis de datos

### 4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se abordan los aspectos relacionados con el diseño de la investigación, como se ha diseñado la investigación, la recopilación de la información y los modelos que se aplicaron en el análisis de datos.

De cada equipo de baloncesto se cogió un grupo control (GC) y otro grupo experimental (GE), obteniendo un total de 2 grupos; los sujetos se distribuyeron de forma aleatoria en los grupos objetos de estudio. El diseño del estudio es cuasi-experimental intra e inter sujetos (2 grupos).

Se realizó un pre-post y re-test como se muestra en la siguiente figura.



*Figura 5.* Subperiodos de la fase experimental (GC= Grupo Control; GE= Grupo Experimental)

El estudio se desarrolló en 5 fases que se detallan en la Tabla 13.

Tabla 13. *Distribución de objetivos por fases del proyecto*

Fase	Objetivos específicos
Revisión bibliográfica	1. Indagar sobre el estado del conocimiento científico actual en relación a los entrenamientos específicos de tren inferior en el baloncesto, ejercicios de fortalecimiento en baloncesto de competición.
Estudio Piloto	2. Desarrollo y validación del nuevo sistema de evaluación para protocolizar en el futuro.
Experimental	3. Determinar si la aplicación de un entrenamiento específico en baloncesto mejora el rendimiento del deportista. 4. Diseñar una batería de test que permitan conocer el estado de forma del deportista de manera precisa.
Análisis y tratamiento de los resultados	5. Validar un entrenamiento específico de fuerza, potencia y propiocepción del tren inferior en jugadores de baloncesto semiprofesional 6. Detectar el efecto residual de la fuerza, potencia y propiocepción a las 10 semanas de su finalización.
Discusión y conclusiones	7. Prevenir lesiones de tren inferior durante la práctica del baloncesto de competición. 8. Identificar futuras líneas de investigación en el campo de la prevención de lesiones en el baloncesto.

Se realizó un entrenamiento específico de fuerza potencia y propiocepción sobre una muestra compuesta por tres equipos de baloncesto masculino semiprofesionales de la Comunidad de Murcia que compiten en Liga EBA o Liga Autónoma Murciana durante el comienzo de la temporada 2010-2011.

Además del entrenamiento específico, los 3 Clubes entrenaban tres veces por semana en sesiones de dos horas, a lo que había que sumar el partido del fin de semana.

### 4.1.1. Variables

Las variables objeto de estudio fueron las siguientes:

#### 4.1.1.1. Variables independientes

Como variable independiente se fijó la presencia o ausencia de entrenamiento de la fuerza, potencia y propiocepción durante doce semanas de duración.

A lo largo de estas doce semanas se llevó a cabo un entrenamiento con ejercicios específicos. Para el entrenamiento de la fuerza se desarrollaron unos entrenamientos basados principalmente en el trabajo con pesos libres, pliometría. Para el entrenamiento de la propiocepción se realizaron durante las primeras ocho semanas, los ejercicios de propiocepción con la ayuda de colchonetas de equilibrio (balance mats 16", China), tablas de equilibrio (Cordisc 13", Chicago, USA) y flotadores de equilibrio (Aeromat Balance Disc Cushion 24" Blue, Chicago, USA) y balones de baloncesto reglamentarios Spalding NBA (China). Finalmente durante las cuatro últimas semanas de entrenamiento se realizó un circuito de propiocepción en el que se utilizaron todos los materiales antes mencionados.

#### 4.1.1.2. Variables dependientes

Como variables dependientes se establecieron las siguientes:

##### 4.1.1.2.1. Variables relacionadas con la estabilidad estática: test de Romberg y modificado

La estabilidad y el equilibrio se miden matemáticamente basándose en las ecuaciones y algoritmos de los sistemas sub-amortiguados de segundo orden, para ofrecer unos valores exactos sobre la capacidad de mantener la estabilidad dinámica a la que es sometido el deportista al realizar las pruebas de equilibrio del test de Romberg monopodal o bipodal, con y sin colchoneta.

Las variables estudiadas fueron:

- Desplazamiento ML: valoración del desplazamiento del centro de presiones del sujeto en el eje medio-lateral. Se expresa en (°) y en porcentaje de normalidad.

- Desplazamiento AP: valoración del desplazamiento del centro de presiones del sujeto en el eje antero-posterior. Se expresa en (°) y en porcentaje de normalidad.

- Área de la barrida de la elipse: representa el área recorrida por el centro de presiones (CDP) durante ejecución de la prueba. Se expresa en (mm<sup>2</sup>) y en porcentaje de normalidad.

#### 4.1.1.2.2. Variables relacionadas con la estabilidad dinámica: caída desde cajón de 20 cm y 40 cm

La aplicación informática registra el tiempo que se requiere para que la respuesta del escalón de un sistema se estabilice dentro de una banda específica de valores del 5% respecto del valor final, hasta este umbral del 5% hablaríamos de estabilidad y a partir de este umbral hablaríamos de equilibrio (Hamlet, 2006).

En este sentido, las variables estudiadas fueron:

- Tiempo de estabilización sobre el eje transversal: tiempo que tarda en estabilizarse la fuerza X por debajo del 5% cada 0,003 s, 0,005 s y 0,009 s medido en segundos (s).

- Tiempo de estabilización sobre el eje vertical: tiempo que tarda en estabilizarse la fuerza Y por debajo del 5% cada 0,003 s, 0,005 s y 0,009 s medido en segundos (s).

- Tiempo de estabilización sobre el eje longitudinal: tiempo que tarda en estabilizarse la fuerza Z por debajo del 5% cada 0,003s, 0,005s y 0,009s medido en segundos (s).

- Índices dinámicos de estabilidad postural APSI: es la fuerza sobre el plano medio-lateral medida en Newton (N) registrada por la plataforma y que es ejercida por el deportista sobre ésta, al realizar la caída sobre la plataforma y registrado a los 3 segundos de comenzar a contactar con ella.

- Índices dinámicos de estabilidad postural MLSI: es la fuerza sobre el plano antero-posterior medida en Newton (N) registrada por la plataforma y que es ejercida por el deportista sobre ésta, al realizar la caída sobre la plataforma y registrado a los 3 segundos de comenzar a contactar con ella.

- Índices dinámicos de estabilidad postural VSI: es la fuerza sobre el plano vertical medida en Newton (N) registrada por la plataforma y que es ejercida por el deportista sobre ésta, al realizar la caída sobre la plataforma y registrado a los 3 segundos de comenzar a contactar con ella.

4.1.1.2.3. Variables relacionadas con la fuerza y potencia (I, II y III): test de salto vertical (CMJ), (CMJ) monopodal y test de salto en longitud monopodal (HJ)

Las variables estudiadas fueron:

- Potencia máxima: valor máximo de potencia expresado en Watios (W) alcanzado al realizar un CMJ monopodal y bipodal y HD monopodal.

- Fuerza máxima: es la presión máxima ejercida por el deportista y que es registrada por la plataforma al realizar el salto correspondiente. Su medida es el Newton (N).

- Altura máxima: es el dato máximo desde que se deja de tener contacto con el suelo hasta la altura máxima alcanzada por el deportista y su medida es en m.

- Pendiente: es el valor de la máxima deriva de la fuerza en el eje Z medida en cada instante con una frecuencia de 1000 Hz equivalente a un tiempo de 0,001 segundos (s) y se mide en Newton/segundos (N/s).

#### 4.1.1.3. Variables control

##### 4.1.1.3.1. Variable de equilibrio en bipedestación

- Prueba de Romberg con gomaespuma y ojos cerrados, con gomaespuma de 90mm en la plataforma dinamométrica para comprobar si el centro de gravedad del deportista se encontraba dentro de los parámetros normales de estabilidad y podía ser considerado como sujeto sano.

#### 4.1.1.3.2. Variables antropométricas

- Talla: estatura de los deportistas medida a través de un tallímetro medido en metros (m).

- Peso: hace referencia al valor medido en kilogramos (Kg) que tiene el deportista antes de la realización de cada prueba.

- Talla de pie: hace referencia a la medida del calzado de cada uno de los sujetos de estudio.

#### 4.1.1.3.3. Variables relacionadas con la flexibilidad del tren inferior

- Angulo Q: Es el ángulo formado por la línea que une la espina iliaca anterosuperior, el centro de la rótula y la tuberosidad anterior de la tibia.

- Flexibilidad de los isquiosurales: Hace referencia a la amplitud de la articulación de la cadera con las piernas rectas y se midió en cm.

- Flexibilidad del Psoas: se refiere a la capacidad que tiene dicho músculo para poder elongarse lo máximo posible y fue medido en cm.

- Flexibilidad de los cuádriceps: se refiere a la capacidad que tiene dicho músculo de la región anterior del muslo para poder elongarse lo máximo posible y se midió en cm.

#### 4.1.1.3.4. Asistencia a los entrenamientos

Hace referencia al número de sesiones de entrenamiento a las que asiste el participante.

En este caso se eliminaron del estudio los jugadores que no asistieron al menos al 80 % de las sesiones de entrenamiento programadas o faltaron a más de dos entrenamientos en la misma semana.

También se eliminaron del estudio a todos aquellos deportistas que tuvieran alguna patología de carácter antropométrico.

#### 4.1.1.3.5. Condiciones del laboratorio

Hace referencia a las condiciones termo-lumínicas en las que se encuentra el laboratorio durante la realización de las pruebas de cada fase.

#### 4.1.1.3.6. Hora de evaluación

Hace referencia a la hora de asistencia del deportista, con cita previa para la realización del test.

#### 4.1.1.3.7. Entrenamiento programado del equipo

En el baloncesto, la periodización de la temporada se suele dar en las siguientes fases:

- Pretemporada: se da con anterioridad al inicio de la competición, de duración relativamente corta, cuyo objetivo fundamental es la adquisición del nivel de adaptación individual y colectiva que permita iniciar con el rendimiento esperado. Durante este periodo los objetivos de los equipos que participarán en el estudio serán iniciar las adaptaciones biológicas a las cargas de entrenamiento, de 3 ó 4 días de duración. Las cargas son fundamentalmente físicas, y orientadas hacia la resistencia aeróbica, la fuerza resistencia (circuitos, auto cargas, ejercicios globales) y la flexibilidad (véase anexo 1).
- Temporada: es el período mas largo, cuyos objetivos se concretan en el mantenimiento y en la optimización del estado de forma, para el logro de los rendimientos previstos. Durante este periodo los objetivos de los equipos que participarán en el estudio serán:

- Conocer los objetivos, estrategias y las tácticas básicas del equipo.
- Adquirir / recuperar los patrones de la motricidad específica y sus ajustes.
- Adquirir el nivel adaptativo físico específico que requiere cada deporte.
- Adquirir la reserva condicional para el período de competiciones.

Los medios que se utilizan son básicos y específicos, con una mayor frecuencia de los primeros sobre los segundos. Durante todo este período predomina el volumen sobre la intensidad (véase anexo 1).

- Transición o descanso activo: es el periodo que se orienta hacia la recuperación de los efectos de la competición.

#### 4.2. SUJETOS

La muestra objeto de estudio, se extrajo de los equipos de baloncesto de carácter semiprofesional masculino de la Región de Murcia y estuvo formada por veinticinco jugadores de baloncesto, distribuidos en tres equipos denominados A1, A2 y A3, tanto para el grupo experimental (GE) como para el grupo control (GC).

La distribución de la muestra fue aleatoria y los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Categoría del equipo: sénior
- División del equipo: 1ª división autonómica o LSF.
- Edad del deportista: entre 18 y 35 años.
- Años de práctica jugando al baloncesto federado: mínimo 5 años.
- Frecuencia de entrenamiento: tres veces por semana y un mínimo de 1 hora y media por sesión durante la temporada 2009-2010.

- Distancia al centro de la capital de su lugar de entrenamiento: radio máximo de 30 Km de distancia.

- Los deportistas no debían tener ningún problema de equilibrio que se saliera de los patrones de normalidad en el registro del primer test de equilibrio.

Tabla 14. *Características generales de los grupos de entrenamiento*

	Edad (Años)	Peso (kg)	Talla (cm)	Índice de masa corporal (IMC)
<b>GE=14</b>	24,0	85	186,8	24,81
<b>GC=11</b>	24,9	94	192,9	24,02
<b>TOTAL=25</b>	24,7	88,5	189,1	24,53

Todos los presidentes, entrenadores y jugadores de cada club deportivo fueron informados acerca de las actividades que se iban a realizar, tanto con entrenamientos específicos para la mitad de la plantilla, como los test en laboratorio sobre la plantilla completa a través de una reunión informativa, con el fin de acordar un compromiso desde la dirección del Club y hasta la consecución del protocolo de trabajo y evaluación de los jugadores al final del periodo de entrenamiento- evaluación.

Se informó sobre los posibles riesgos que pudieran derivarse de la realización de pruebas y entrenamientos de este tipo, beneficios del entrenamiento, posibles lesiones, características de las pruebas de evaluación de la fuerza, la potencia y la propiocepción de carácter retroactivo, y también se les informó sobre su estado de forma física, flexibilidad y variables antropométricas que iban a ser evaluadas. Se les facilitó el material necesario para la perfecta coordinación de entrenamientos y pruebas en laboratorio por parte del equipo. A la realización de la primera valoración se ejecutó la firma de un consentimiento informado, revisado y aceptado por el comité de ética de la Universidad Católica de Murcia para trabajos con población humana.

### 4.3. INSTRUMENTOS

Los instrumentos han constituido la parte inventariable y necesaria para el correcto desarrollo, tanto de los entrenamientos en las canchas deportivas, como de la realización de los test en los laboratorios de biomecánica.

Se utilizó el siguiente instrumental con el objetivo de controlar el efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes. El orden de presentación de los materiales es el utilizado en función de la variable a la que corresponde: variables independientes: entrenamientos de fuerza y potencia, entrenamientos de propiocepción, y variables dependientes: variables antropométricas, variables relacionadas con la flexibilidad del tren inferior, variables relacionadas con la fuerza y la potencia, variables relacionadas con la propiocepción.

#### 4.3.1. Variables independientes

Los entrenamientos personalizados de fuerza y potencia se realizaron en las diferentes canchas deportivas cubiertas, donde los equipos realizaban sus entrenamientos cotidianos, media hora antes de sus entrenamientos habituales, usando para ello, una pequeña parte de la pista, que se solicitó con anterioridad a la autoridad competente.

Los protocolos del trabajo de fuerza y potencia se llevaron a cabo mediante el uso de diferentes discos de pesas y material de propiocepción.

##### *4.3.1.1. Instrumentos para el desarrollo de los entrenamientos de fuerza y potencia*

Se usaron 18 discos esmaltados de 30 mm de 20 Kg (Bogotá, Colombia), 54 discos esmaltados de 30 mm de 10 Kg (Bogotá, Colombia), 36 discos esmaltados de 30 mm de 5 Kg (Bogotá, Colombia) y 9 Barras Energetics de 165 cm de 10 Kg (Bogotá, Colombia).

##### *4.3.1.2. Instrumentos para el desarrollo de los entrenamientos de la propiocepción*

Para el desarrollo de los entrenamientos de la propiocepción se usaron:

- 9 balance mats de 16 pulgadas (China).



---

*Figura 6. Balance mats (China)*

- 9 Cordisc de 13 pulgadas (Chicago, USA).



---

*Figura 7. Cordisc azul (USA).*

- 9 Aeromat balance disc cushion red de 24pulgadas, Chicago (USA).



*Figura 8. Aeromat balance disc cushion (USA).*

#### **4.3.2. Variables dependientes**

Los test de evaluación se llevaron a cabo en un laboratorio de biomecánica de forma rectangular, sin luz natural y a una temperatura de 23<sup>o</sup> con suelo antideslizante.

##### *4.3.2.1. Instrumentos relacionados con las medidas antropométricas*

###### **4.3.2.1.1. Tallímetro**

Para la toma de medida de altura del deportista se utilizó un tallímetro mecánico y telescópico para adultos confeccionado en aluminio anodizado, que medía en centímetros y de 1 kg de peso, Asimed, (Madrid, España).



Figura 9. Tallímetro mecánico y telescópico Asimed, (Madrid, España).

#### 4.3.2.1.2. Goniómetro

Para la realización de la flexibilidad del tren inferior se utilizó un goniómetro Talmed Inox, (Madrid, España) con una sensibilidad de  $1^\circ$ .

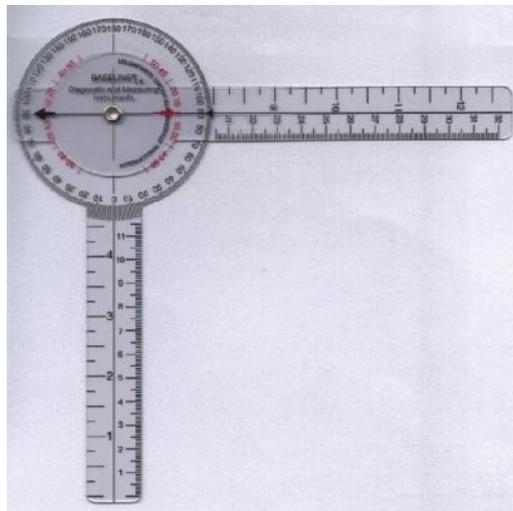


Figura 10. Goniómetro Talmed Inox, (Madrid, España).

#### 4.3.2.1.3. Indumentaria y calzado

Para la realización de la batería de test a todos los deportistas se les suministró una camiseta de manga corta con una composición del 100% poliéster, (China) un pantalón corto de deporte con una composición del 100% poliéster (China) y unas zapatillas deportivas Nike Basket Nside. (China) acorde a la talla de pie de cada deportista para evitar deslizamientos no intencionados sobre la plataforma de saltos.

#### *4.3.2.2. Instrumentos relacionados con las variables de flexibilidad*

##### **4.3.2.2.1. Angulo Q**

Para la medición del ángulo Q, se usó un goniómetro Talmed Inox, (Madrid, España) con una sensibilidad de  $1^{\circ}$  (véase figura 10).

##### **4.3.2.2.1. Flexibilidad de los isquiosurales**

El instrumento utilizado fue un cajón de medición de 32 cm de altura, con una regla milimetrada adosada que permitía establecer la distancia alcanzada por los deportistas siendo cero la posición de la planta de los pies junto a la plataforma inferior del cajón.



---

*Figura 11.* Cajón de prueba estándar flexibilidad isquiosural (EE.UU).

#### 4.3.2.2.1. Flexibilidad del Psoas

Para la medición de la flexibilidad del psoas se usó un goniómetro Talméd Inox, (Madrid, España) con una sensibilidad de  $1^{\circ}$  (véase figura 10).

#### 4.3.2.2.1. Flexibilidad de los cuádriceps

Para la medición de la flexibilidad de los cuádriceps se usó un goniómetro Talméd Inox, (Madrid, España) con una sensibilidad de  $1^{\circ}$  (véase figura 10).

#### 4.3.2.3. Instrumentos relacionados con la estabilidad estática y dinámica

Los instrumentos relacionados con el tiempo de estabilización sobre el eje vertical, antero-posterior, medio-lateral, fueron una plataforma de fuerzas de fuerzas extensiométricas Dinascan/IBV P600, (Valencia, España) y para el registro de datos se utilizó el programa NedSVE/IBV, programa informático para la valoración funcional y la rehabilitación de patologías del equilibrio mediante la comparación con patrones de normalidad.



Figura 12. Plataforma de fuerzas de fuerzas extensiométricas Dinascan/IBV P600, (Valencia, España).

Los instrumentos relacionados con los índices dinámicos de estabilidad postural APSI, MLSI, VSI y desplazamiento ML, AP, área barrida de la elipse, fueron dos plataformas dinamométricas Dinascan/IBV 600x370 mm de área activa y 100 mm de altura. Peso 25 kg. montada, calibrada en origen y sin necesidad de calibrados posteriores (véase figura 12 y 15).

Las características de las plataformas dinamométricas son las siguientes:

Tabla 15. *Características específicas de las plataformas dinamométricas*

<b>Tamaño de las plataformas:</b>	600 x 370 mm de área activa y 100 mm de altura.
<b>Peso</b>	25 kg.
<b>Rango de medida</b>	Configurable por programa en cuatro rangos (desde 2000 hasta 15000 N en fuerzas verticales y desde $\pm 1000$ hasta $\pm 7500$ N en fuerzas horizontales).
<b>Error máximo para las fuerzas</b>	2%.
<b>Frecuencia natural de vibración</b>	Mayor de 400 Hz en dirección vertical.
<b>Frecuencia de muestreo</b>	Configurable hasta 1000 Hz.
<b>Software de adquisición de la señal de dinamometría</b>	Dinascan/IBV 8,2.

Para el registro de datos se utilizó el NedSVE/IBV programa informático. Para el correcto funcionamiento de la aplicación desarrollada, es necesaria la utilización de un ordenador personal. En nuestro estudio se utilizó un ordenador suministrado por el Instituto de Biomecánica de Valencia, el cual se encargaba de realizar las funciones de PC maestro para el análisis de las fuerzas registradas en cada uno de los test de evaluación.

También se utilizaron un cajón de 20 cm y una extensión del cajón de 20 cm (Murcia, España), los cuales se anclaban a la plataforma para evitar deslizamientos no precisos.



---

*Figura 13.* Cajón de 20 cm y una extensión del cajón de 20 cm (Murcia, España).

Y por último se utilizaron dos alfombras de gomaespuma de 30mm y 90mm NedSVE (Valencia, España) para generar las inestabilidades propuestas.



---

*Figura 14.* Goma espuma de 90 mm.

#### 4.3.2.4. Instrumentos relacionados con las variables de fuerza y potencia

Para la medición de la fuerza y la potencia, se utilizó una plataforma de fuerzas extensiométricas Dinascan/IBV P800 M, (Valencia, España), con una frecuencia de muestreo de 500 Hz. Para el registro de datos se utilizó el programa AthletJump/IBV, programa informático para el análisis de saltos deportivos.



Figura 15. Plataforma de fuerzas de fuerzas extensiométricas Dinascan/IBV P800 (Valencia, España).

#### 4.2.3.5. Validación del sistema de medida

Para la primera fase de la Tesis Doctoral y con el fin de poder introducir en nuestro protocolo de evaluación estos sistemas de obtención de datos fueron analizadas estadísticamente las medidas obtenidas en las pruebas de un estudio piloto. Sin embargo para que una aplicación sea considerada como una herramienta útil de medición objetiva, es necesario demostrar su fiabilidad y validez de diagnóstico.

Para estudiar la fiabilidad y validez de diagnóstico de la aplicación desarrollada, fueron realizadas pruebas, idénticas a las pruebas del estudio.

Para demostrar la fiabilidad, se realizaron dichas pruebas a 5 personas sanas. Las lecturas registradas de cada usuario en cada prueba fueron tomadas en diferentes momentos y por diferentes observadores. A partir del análisis de la concordancia entre los 2 observadores y de las 3 lecturas independientes, fue determinada la fiabilidad.

#### 4.2.3.5.1. Fiabilidad de las pruebas de estudio

En el estudio de fiabilidad, se contó con una muestra de estudio compuesta por 5 personas sanas y 2 observadores distintos. Para cada prueba, fueron realizadas 3 sesiones de medida. La primera de ellas fue realizada por uno de los dos observadores elegido al azar. Entre la primera y segunda sesión de medida, el sujeto descansó durante 10 minutos. La segunda sesión fue realizada por el otro observador. La tercera y última sesión fue efectuada, 15 días después, por el observador que realizó la primera sesión de medida.

A partir de las lecturas obtenidas de cada sujeto, se deduce lo siguiente:

La reproducibilidad inter-observador. Se obtiene como consecuencia de las lecturas tomadas al mismo sujeto y separadas 10 minutos.

La reproducibilidad intra-observador. Obtenida como consecuencia de las lecturas tomadas al mismo sujeto y espaciadas 15 días. En este periodo de tiempo ninguno de los sujetos sanos sufrió enfermedad que pudiera perjudicarle en el desarrollo de las pruebas del estudio.

Los protocolos seguidos en las pruebas del estudio de fiabilidad se describen a continuación:

La fiabilidad de las medidas se obtuvo a partir del coeficiente CCI<sup>1</sup> inter e intra-observador. Como criterio de fiabilidad, se ha considerado que una prueba tiene una fiabilidad alta si el CCI inter e intra-observador de las variables es 0,90; buena si el CCI inter e intra-observador de las variables es  $\geq 0,70$  y media si el CCI inter e intra-observador de las variables es  $\geq 0$ . El tamaño de muestra influye de forma trascendental en el cálculo de los CCI inter e intra-observador. En nuestro caso, solo se pudo contar con una muestra de estudio de 5 sujetos, lo que influyó negativamente al cálculo de los coeficientes CCI. Por este motivo, se decidió tomar un criterio de fiabilidad menos exigente que el de uso habitual (CCI > 0,7) para nuestro estudio de fiabilidad.

---

<sup>1</sup> Coeficiente de Correlación Intraclase: se calcula como el cociente entre la varianza correspondiente a los valores verdaderos (variabilidad biológica) y, la suma de la varianza de los valores verdaderos y la varianza debida al error de medida (variabilidad total).

A continuación se muestran los coeficientes CCI inter e intra-observador de la prueba de equilibrio monopodal ROA y RGA (véanse Tablas 16 y 17).

Tabla 16. *Fiabilidad de la prueba ROA de equilibrio monopodal.*

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	CCI (Observ. diferentes)	CCI (mismo observador)
<b>Desp. AP</b>	27,5 ± 3,5	28,3 ± 5,3	24,8 ± 4,0	0,70	0,60
<b>Desp. ML</b>	22,0 ± 2,8	21,9 ± 3,0	19,5 ± 2,3	0,97	0,71
<b>Área elipse</b>	1044,4 ± 243,8	1072,3 ± 302,9	811,3 ± 143,5	0,82	0,50
<b>Velocidad (perc. 75)</b>	77,6 ± 12,3	75,5 ± 20,6	81,6 ± 25,4	0,79	0,66
<b>Frec. fundam. X</b>	5,9 ± 1,1	5,6 ± 1,1	6,0 ± 1,4	0,58	0,83
<b>Frec. fundam. Y</b>	4,0 ± 0,9	3,5 ± 1,1	3,5 ± 0,6	0,51	0,54

En la Tabla 17 se observa como todos los CCI calculados han salido mayores que 0,5.

Tabla 17. *Fiabilidad de la prueba RGA de equilibrio monopodal.*

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	CCI (Observ. diferentes)	CCI (mismo observador)
<b>Desp. AP</b>	28,2 ± 5,6	27,5 ± 6,1	26,2 ± 3,1	0,80	0,64
<b>Desp. ML</b>	21,5 ± 1,8	21,8 ± 3,1	22,4 ± 3,6	0,78	0,51
<b>Área elipse</b>	1060,5 ± 284,5	1019,0 ± 340,0	984,3 ± 215,9	0,77	0,51
<b>Velocidad (perc. 75)</b>	76,6 ± 11,0	72,8 ± 14,6	79,9 ± 23,3	0,52	0,69
<b>Frec. fundam. X</b>	5,5 ± 1,4	5,3 ± 1,5	5,1 ± 1,7	0,70	0,55

Tabla 17. *Fiabilidad de la prueba RGA de equilibrio monopodal.*

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	CCI (Observ. diferentes)	CCI (mismo observador)
<b>Frec. fundam. Y</b>	3,6 ± 0,9	3,6 ± 0,6	3,2 ± 0,7	0,97	0,66

Al igual que la Tabla 16, la Tabla 17 muestra como todos los CCI calculados han salido mayores que 0,5.

A continuación se muestran las Tablas con los coeficientes CCI de los test de estabilización, con escalón de 20 y 40 cm, respectivamente.

Tabla 18. *Fiabilidad del test de estabilización con escalón de 20 y 40 cm.*

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	CCI (Observadores diferentes)	CCI (mismo observador)
<b>Tiempo estab. peso</b>	3,8 ± 3,4	3,2 ± 3,6	3,4 ± 3,5	0,69	0,75
<b>Tiempo estab. Fuerzas X</b>	3,3 ± 0,0	3,3 ± 0,3	3,3 ± 0,1	0,83	0,93
<b>Tiempo estab. Fuerzas Y</b>	2,9 ± 1,0	2,7 ± 0,9	3,2 ± 1,6	0,70	0,70
<b>Tiempo estab. Fuerzas Z</b>	1,3 ± 0,0	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1	0,82	0,83
<b>APSI</b>	54,4 ± 12,6	57,1 ± 12,6	58,9 ± 9,3	0,64	0,58
<b>MLSI</b>	2,7 ± 4,1	19,6 ± 5,1	20,4 ± 4,6	0,61	0,59
<b>VSI</b>	224 ± 58,5	206 ± 61,2	220 ± 59,5	0,507	0,88

Todos los CCI mostrados en la Tabla 18 han salido mayores que 0,5.

A continuación se muestran los coeficientes CCI de la prueba de salto vertical monopodal.

Tabla 19. *Fiabilidad de la prueba de salto vertical monopodal.*

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	CCI (Observadores diferentes)	CCI (mismo observador)
<b>Potencia máxima</b>	30,0 ± 3,1	29,8 ± 3,7	30,2 ± 3,7	0,77	0,77
<b>Fuerza máxima</b>	20,3 ± 2,1	19,8 ± 2,1	19,9 ± 1,9	0,59	0,51
<b>Altura máxima</b>	29,2 ± 2,8	30,1 ± 3,6	30,4 ± 3,7	0,75	0,61
<b>Tiempo contracción excéntrica</b>	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,80	0,83

En la Tabla 19 se observa como todos los CCI de la prueba de salto vertical monopodal han sido mayores de 0,5.

Por último, la Tabla 20 muestra los coeficientes CCI de la prueba de salto horizontal.

Tabla 20. *Fiabilidad de la prueba de salto horizontal.*

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	CCI (Observadores diferentes)	CCI (mismo observador)
<b>Potencia máxima horizontal</b>	11,0 ± 2,9	11,3 ± 2,9	11,7 ± 3,7	0,79	0,64
<b>Fuerza máxima horizontal</b>	5,6 ± 0,9	5,6 ± 0,9	5,8 ± 0,9	0,90	0,64
<b>Pendiente horizontal</b>	2456,7 ± 687,6	2760,3 ± 745,1	2722,6 ± 705,8	0,36	0,40
<b>Impulso horizontal</b>	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,3	0,68	0,72
<b>Potencia máxima vertical</b>	18,6 ± 3,6	19,4 ± 4,2	18,3 ± 3,7	0,64	0,87
<b>Fuerza máxima vertical</b>	17,3 ± 1,7	18,0 ± 1,9	17,6 ± 1,9	0,45	0,78

En la Tabla 20 se observa como todos los CCI calculados de la prueba de salto horizontal han salido mayores que 0,5.

A partir de los resultados obtenidos de cada una de las pruebas, donde los coeficientes CCI inter e intra-observador han sido mayores de 0,5, queda demostrada la fiabilidad de las medidas tomadas en el estudio.

#### 4.4. PROCEDIMIENTOS

En este apartado se explica cuales fueron todos los procedimientos llevados a cabo para el desarrollo del estudio.

##### 4.4.1. Planificación

El estudio constó de cuatro periodos bien diferenciadas:

1. Un primer periodo de evaluación general de los deportistas, donde se realizó el pre-test y que duró 3 semanas (GC y GE).
2. Un segundo periodo, en la que se realizaron los entrenamientos de fuerza, potencia y propiocepción sobre la mitad de la plantilla de cada equipo con una duración de 12 semanas (GE).
3. Un tercer periodo, donde se realizó el post-test a la treceava semana (GC y G E)
4. Y un cuarto periodo que finalizaba también con la realización del re-test, tras haber pasado 10 semanas, desde la última sesión de entrenamiento (GC y G E) (véase Figura 5).

En primer lugar, se organizó la muestra para ser evaluada y entrenada a lo largo de la temporada deportiva del año 2009/2010, teniendo tres evaluaciones para cada equipo de baloncesto (véase Anexo 11.2).

De los tres equipos seleccionados todos los deportistas llevaron a cabo un entrenamiento personalizado partiendo del cálculo de su Repetición Máxima (RM) siguiendo la fórmula estimada de  $(1RM = \text{peso levantado} / (1,0278 - (0,0278 \times N^{\circ} \text{ de repeticiones}))$  de "BRZYCKI" (Lacio, 2010) hasta un máximo de 10 repeticiones, y realizaron tres test para medir diferentes variables que influyen en

la manifestación de la fuerza, la potencia y la propiocepción, en los laboratorios acondicionados para ello.

Se diseñaron calendarios personalizados para cada deportista, en donde de forma esquemática y en azul, se detallaron las semanas correspondientes de entrenamientos para cada jugador; en otros colores las valoraciones, que se correspondían con un test: pre-test (rojo), post-test (amarillo) y re-test (verde), y por último, a cada equipo se le puso un color diferente para poder diferenciar el periodo de evaluación de cada Club deportivo, como se detalla en la siguiente figura (Figura 16).

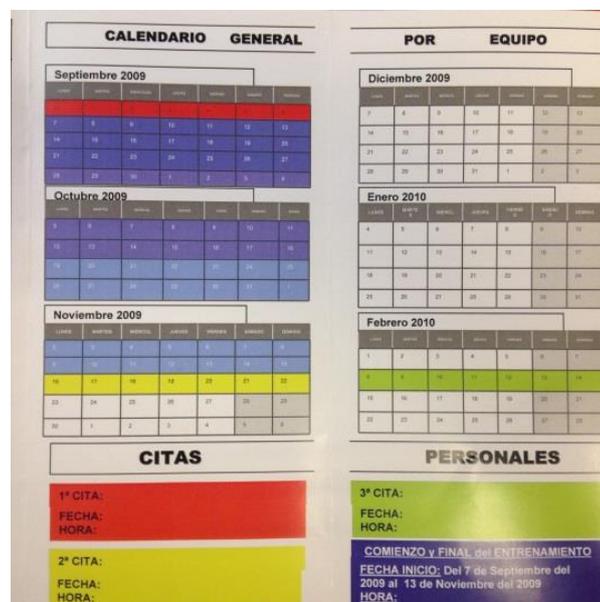


Figura 16. Tríptico con datos personales y calendario del estudio.

#### 4.4.2. Protocolo de experimentación

El protocolo de experimentación hace referencia al desarrollo de las valoraciones y constó de los siguientes apartados:

- Información al sujeto y cumplimentación de un formulario de consentimiento informado (véase anexo 4).

- Familiarización del sujeto previa a la realización de la prueba mediante explicación de la realización de cada prueba por parte del técnico-responsable de laboratorio biomecánico e investigador principal y observadores.
- Recogida de datos personales.
- Toma de datos de las variables antropométricas.
- Calentamiento específico mediante ejercicios de movilidad articular del tren inferior, incluyendo así mismo sentadillas completas (véase Anexo 1).
- Valoración funcional mediante los test clínicos de valoración del tren inferior, habituales en la práctica asistencial.
- Valoración mediante sistemas de registro de fuerzas en plataformas de fuerzas.

#### **4.4.3. Protocolo de evaluación**

El tiempo de duración de cada prueba podía variar en función de las habilidades o concentración del deportista, no llegando a excederse ninguna de ellas en más de 10 minutos, y teniendo una duración total de protocolo de evaluación biomecánica, entre 50 minutos y 70 minutos aproximadamente, siempre dependiendo del tipo de deportista.

##### *4.4.3.1. Variables antropométricas*

- Talla: se midió a los deportistas antes de la realización de cada prueba.
- Peso: se pesó al deportista antes de la realización de cada prueba.
- Asignación del calzado deportivo para la realización del protocolo de evaluación.

##### *4.4.3.2. Variables relacionadas con la flexibilidad del tren inferior*

- Angulo Q: se colocó al deportista en la camilla de cúbito supino y se procedió al cálculo del ángulo Q que determina el desplazamiento de la rótula a través del fémur. A medida que el ángulo aumenta, se incrementan las posibilidades de problemas derivados de la compresión

rotuliana. Por norma general suele estar entre 15 y 20 grados dependiendo del sexo.

- Flexibilidad de los isquiosurales: Se colocó al sujeto de cubito supino sentado sobre la camilla. Flexiona la cadera y la espalda con las piernas rectas para desplazar el instrumento de medida y tomar el registro sobre la regla milimetrada de la parte superior.

- Flexibilidad del Psoas: Se colocó al sujeto en el borde de la camilla en decúbito supino. Flexiona rodilla y cadera de forma asistida, para observar el ángulo de estiramiento del psoas de la pierna contraria.

- Flexibilidad de los cuádriceps: se colocó al sujeto en el borde de la camilla en decúbito supino. Se le flexiona la rodilla y la cadera de forma asistida, para observar el ángulo de estiramiento del cuádriceps de la pierna contraria; la pierna a medir debe quedar totalmente relajada.

#### 4.4.3.3. Variables relacionadas con la estabilidad estática

##### 4.4.3.3.1. Test de equilibrio: Romberg y Romberg modificado

Para la valoración de la capacidad de equilibrio de los deportistas se realizaron tres pruebas, las cuales se repitieron dos veces cada una, con el fin de obtener valores de repetitividad. Estas pruebas son modificaciones del test de Romberg y son las siguientes:

- Romberg con gomaespuma (90mm) y ojos cerrados
- Romberg ojos abiertos monopodal (ROA)
- Romberg con gomaespuma (30mm) ojos abiertos (RGA)

En primer lugar, para realizar la prueba de Romberg con gomaespuma y ojos cerrados, se colocó la gomaespuma de 90mm en la plataforma activa y el deportista se colocó encima descalzo con los dos pies, haciendo coincidir éstos con las huellas marcadas en la gomaespuma, y con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo. Se le pidió que mantuviera la mirada al frente, centrada en un punto lejano que lo representado por una marca en la pared, y que cuando

estuviera centrado cerrara los ojos. La prueba tuvo una duración de 30 segundos y formaba parte de los criterios de exclusión del estudio. Una vez superada esta prueba podía seguir con el resto de la batería de evaluación.



*Figura 17.* Deportista durante la prueba de RGC.

En segundo lugar, en la prueba de Romberg ojos abiertos monopodal (ROA), no se utilizó la gomaespuma. El deportista se situó con apoyo monopodal sobre la plataforma activa, mirando al frente a un punto fijo, con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo, sin despegarlos para equilibrarse, y evitando el contacto de una pierna con la otra; si hacía cualquiera de éstas dos cosas, se repetía la prueba. Se le pedía que mantuviera la mirada al frente centrada en un punto fijo y que aguantara los 15 segundos que duraba la prueba.



Figura 18. Posición del pie durante la prueba de ROA monopodal.

Se alternó una pierna con la otra, empezando siempre con la derecha y haciendo un total de 6 medidas, 3 con cada pierna.

En tercer y último lugar, en la prueba de Romberg con gomaespuma ojos abiertos (RGA), se colocó la gomaespuma de 30 mm en la plataforma activa, y el deportista se colocó descalzo con apoyo monopodal, haciendo coincidir su pie con la línea punteada que había en el centro de la plataforma, entre las dos huellas, con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo y evitando el contacto de una pierna con la otra. Se le pidió que mantuviera la mirada al frente centrada en un punto fijo y que aguantara los 15 segundos que duraba la prueba

Se alternó una pierna con la otra, empezando siempre con la derecha y haciendo un total de 6 medidas, 3 con cada pierna.

#### 4.4.3.4. Variables relacionadas con la estabilidad dinámica

##### 4.4.3.4.1. Test de estabilización: caída de cajón de 20 cm y de 40 cm

El objetivo del presente test fue medir de manera más segura la capacidad dinámica de reequilibrio del deportista tras bajar un cajón desde una altura

conocida y realizar una recepción sobre una pierna (apoyo monopodal), manteniendo a continuación el equilibrio con dicha pierna.

Para la realización del siguiente test era necesario emplear un cajón de 20 cm y otro de 40 cm de altura sobre los cuales se situó al deportista para iniciar el test y desde el cual se dejó caer. La colocación del cajón debía de hacerse sobre el borde de la plataforma sin tocar ésta, de manera que los pies se situaran en el borde del cajón. La prueba se realizó primero desde una altura de 20 cm y luego desde 40 cm.

El test constaba de dos fases:



*Figura 19.* Posición del cajón con respecto a las plataformas.

1. Fase inicio: Cuando el evaluador decía “PREPARADO”, el deportista adelantaba el pie de caída para generar un desequilibrio hacia delante, la otra pierna permanecía en contacto sin saltar hacia arriba ni hacia delante.

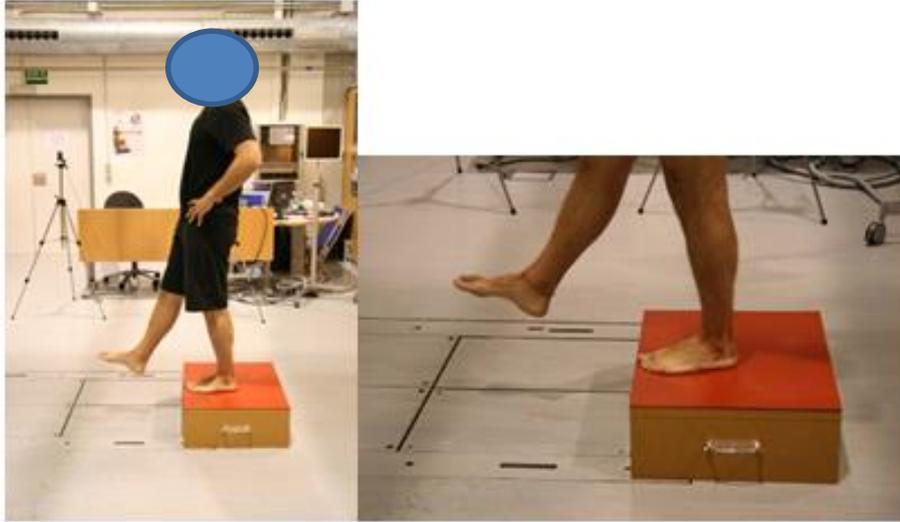


Figura 20. Inicio del test bajada de escalón de 20 cm.

- Fase final: Cuando el evaluador decía “YA”, el deportista se dejaba caer sobre la plataforma con un apoyo monopodal, manteniendo la pierna contralateral elevada (sin que entrara en contacto con suelo ni con la pierna de apoyo), intentando equilibrarse lo antes posible, manteniendo la posición durante 10 segundos sin tocar con el miembro contrario el escalón.



Figura 21. Deportista durante la prueba de “bajar escalón” y manteniendo la posición

---

durante 10 segundos sobre el pie de apoyo.

El deportista debía realizar 3 bajadas con cada pierna, alternando primero derecha y luego izquierda.

Las instrucciones para que el deportista realizara correctamente el ejercicio eran: “Con las manos en la cintura, cuando diga “PREPARADO” adelante un pie fuera del escalón y cuando diga “YA” baje el escalón sin esperar a que contacte el pie en el suelo para despegar el otro pie del escalón, y aguante apoyado en una pierna 10 segundos sin tocar una pierna con la otra”

No se aceptaron repeticiones cuando el sujeto juntaba las dos piernas o abría los brazos para equilibrarse.



---

Figura 22. Ejemplo de una prueba mal realizada. El deportista de la imagen junta las piernas durante el test y abre los brazos para equilibrarse.

Del mismo modo no se permitió que el deportista mantuviera el contacto al mismo tiempo con el cajón y el suelo, por lo que si esto sucedía se repetía la prueba.



Figura 23. Ejemplo de inicio de prueba mal realizada, el deportista tiene contacto al mismo tiempo con la plataforma y el escalón.

Se dejaba al deportista que ensayara un par de veces con una duración de prueba de 5 segundos antes de comenzar a medir.

Esta prueba se realizó primero desde una altura de 20 cm y luego desde 40 cm, con el fin de someter al sujeto a estímulos más exigentes, de este modo, se repetía el mismo protocolo tras finalizar las pruebas desde el cajón de 20 cm.

#### 4.4.3.5. Variables relacionadas con la fuerza y la potencia

Siguiendo a Carlock et al. (2004), los resultados de su estudio de salto vertical se asocian fuertemente con la capacidad de levantamiento de pesas tal, y como se desarrolla en esta Tesis. Por lo tanto, estos resultados indican que los valores registrados tras el salto vertical (CMJ o SJ) pueden ser una herramienta valiosa para evaluar el rendimiento de entrenamientos con sobrecargas.

##### 4.4.3.5.1. Test de fuerza y potencia (I): test de salto vertical (CMJ)

El objetivo de esta prueba fue conocer el nivel de explosividad, altura alcanzada y la velocidad de despegue del sujeto.

El laboratorio no necesitaba ningún accesorio más, simplemente las plataformas dinamométricas.

El sujeto tampoco necesitaba ninguna instrumentación, sólo que llevara zapatillas estándar para el estudio.

La secuencia de la ejecución de un salto vertical (CMJ) fue la siguiente:

1. Posición inicial: el deportista se situó de pie sobre la plataforma con las manos en la cintura.
2. Inicio test: se dio una única señal para que el deportista realizara una flexo-extensión de piernas lo más rápido posible. El movimiento debe ser continuo. No se debe realizar ningún tipo de pausa en la fase más profunda del movimiento intentando realizar un salto vertical lo más alto que le sea posible al deportista.
3. Final del test: Una vez el deportista tomaba contacto con el suelo tras el salto deberá permanecer totalmente quieto en dicha posición. La prueba se repetirá 3 veces.

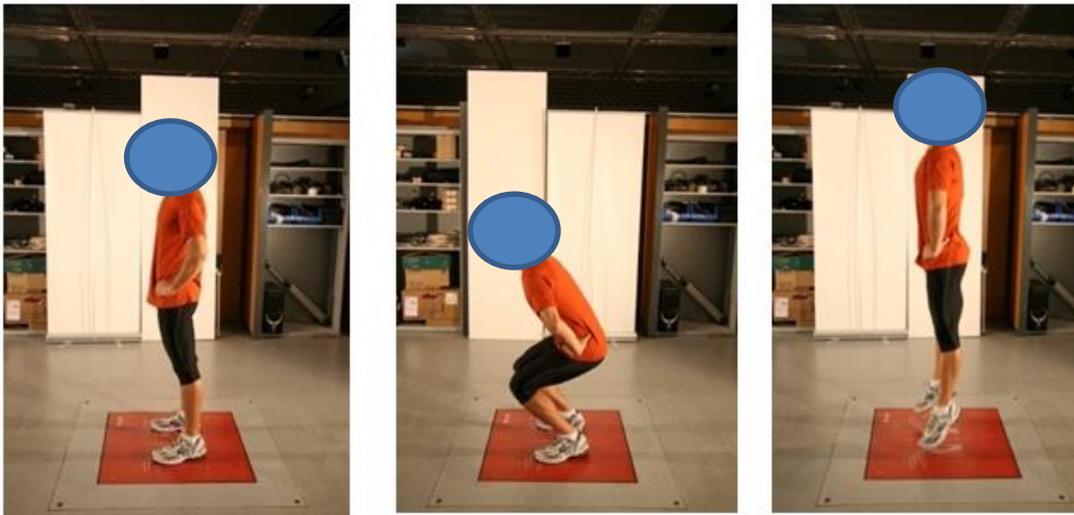


Figura 24. Foto secuencia de la ejecución de un salto CMJ.

#### 4.4.3.5.2. Test de fuerza y potencia (II): test de salto vertical (CMJ) monopodal

En esta prueba, además de conocer el nivel de explosividad, altura alcanzada, y velocidad de despegue, se realizó un estudio de la simetría que presenta el sujeto al hacer el movimiento con cada una de las piernas.

El laboratorio no necesitaba ningún accesorio más, simplemente las plataformas de fuerzas. El deportista tampoco necesitaba ninguna instrumentación, sólo que llevara las zapatillas deportivas estándar proporcionadas por el equipo de investigación.

La secuencia de la ejecución del salto fue:

1. Posición inicial: el deportista se situaba de pie sobre la plataforma con las manos en la cintura, se preparaba levantando una pierna y manteniendo la posición erguida.
2. Inicio test: se daría una única señal para que el deportista realizara una flexo-extensión de pierna lo más rápido posible. El movimiento debía de ser continuo. No se debía realizar ningún tipo de pausa en la fase más profunda del movimiento intentando realizar un salto vertical lo más alto que le fuera posible al deportista.
3. Final del test: Una vez el deportista tomaba contacto con el suelo tras el salto debía permanecer en equilibrio monopodal con la pierna de aterrizaje durante 3 segundos. La prueba se repetía 3 veces.

#### 4.4.3.5.3. Test de fuerza y potencia (III): test de salto en longitud monopodal (HJ)

En esta prueba, se conoció el nivel de explosividad y longitud alcanzada del deportista. El laboratorio no necesitó ningún accesorio más, simplemente las plataformas de fuerzas. El deportista no necesitó ninguna instrumentación, sólo que llevara las zapatillas deportivas estándar proporcionadas por el equipo de investigación.

La secuencia de la ejecución del salto fue:

Posición inicial: el deportista se situaba de pie sobre la plataforma con las manos en la cintura, se preparaba levantando una pierna y manteniendo la posición erguida.

Inicio test: se daba una única señal para que el deportista realizara una flexo-extensión de pierna lo más rápido posible. El movimiento debía ser continuo. No se debía realizar ningún tipo de pausa en la fase más profunda del movimiento intentando realizar un salto horizontal lo más lejos que le fuera posible al deportista.

Final del test: Una vez el deportista tomaba contacto con el suelo tras el salto y sin apoyar la otra pierna en el suelo, debía permanecer totalmente quieto en dicha posición. La prueba se repetía 3 veces por pierna, es decir, un total de 6 saltos.

Instrucciones para el sujeto: “Cuando diga “YA”, flexiona la rodilla y a continuación salta lo más rápido y lejos que puedas”, pudiendo aterrizar con los dos pies.

#### **4.4.4. Protocolos de entrenamientos de fuerza, potencia y propiocepción**

Los entrenamientos de fuerza, potencia y propiocepción, protocolizados y personalizados para cada uno de los sujetos de estudio, se realizaron 30 minutos antes de sus entrenamientos habituales y en las diferentes canchas deportivas donde los equipos entrenaban, usando para ello una pequeña parte de la pista que se solicitó con anterioridad a la autoridad competente.

Todos los deportistas llevaron a cabo un entrenamiento personalizado partiendo del cálculo de su Repetición Máxima (RM) ( $1RM = \text{peso levantado} / (1,0278 - (0,0278 \times N^{\circ} \text{ de repeticiones}))$ ) de “BRZYCKI” (Lacio, 2010) hasta un máximo de 10 repeticiones.

##### *4.4.4.1. Planificación del entrenamiento de la fuerza, la potencia y la propiocepción*

La planificación del entrenamiento se realizó en diez semanas distribuidas en un macrociclo de entrenamiento. Este a su vez estuvo compuesto por tres mesociclos, de Acumulación (A), de Transformación (T) y de Realización (R).

En la Tabla 21 se detalla con claridad cuáles son los procesos que se corresponden cronológicamente con cada fase del proceso del entrenamiento.

Tabla 21. *Macro ciclo de entrenamiento*

Mesociclo	Acumulación				Transformación				Realización			
Secuenciación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Micro ciclo</b>												
<b>Impacto</b>			x									
<b>Carga</b>		x				x		x			x	
<b>Ajuste</b>	x				x		x			x		x
<b>Recuperación</b>				x					x			

#### 4.4.4.2. *Dinámica de entrenamiento de la fuerza, la potencia y la propiocepción*

A continuación se desarrolla el protocolo de entrenamiento de fuerza y potencia que se aplicó sobre la muestra.

En primer lugar, se calculó para cada jugador su repetición máxima (RM) y a raíz de la misma se empezó trabajando a un 65% hasta acabar con un 90% al final del mesociclo. La intensidad del ejercicio se iba aumentando progresivamente variando la carga y el número de repeticiones. El segundo mesociclo de transformación también tuvo una duración de cuatro semanas donde se trabajó como contenido principal la potencia. El tipo de ejercicio que se realizó fueron sentadillas con saltos (Squat Jump, SJ), trabajando desde al 30-40% de carga con respecto a la 1 RM. El último mesociclo de realización, de 4 semanas de duración, cerró el macrociclo de entrenamiento y tuvo como objetivo trabajar la fuerza elástico-explosiva y reflejo elástico-explosiva. Para la primera, se realizaron ejercicios de salto con contramovimiento y para la segunda, ejercicios de pliometría que se especifican a continuación.

- a) El primer mesociclo de Acumulación tuvo una duración de 4 semanas (microciclos) donde se trabajó como contenido fundamental la Fuerza Máxima Dinámica (véase Anexo 11.1).

- b) El segundo mesociclo de Transformación tuvo una duración de 4 semanas (microciclos) donde se trabajó la Potencia y la Fuerza Elástico-Explosiva (véase Anexo 11.1).
- c) El tercer mesociclo de Realización estuvo compuesto por las últimas 4 semanas (microciclos) de entrenamiento donde se trabajó la Fuerza Reflejo Elástico-Explosiva (véase Anexo 11.1).

El entrenamiento de la propiocepción se desarrolló de forma integrada con el resto de ejercicios realizándolos al principio o al final de la sesión de entrenamiento según el programa en donde:

- a) El primer mesociclo de acumulación tuvo una duración de 4 semanas (microciclos) donde se trabajó como contenido fundamental el equilibrio sobre Tablas de equilibrio (véase Anexo 11.1).
- b) El segundo mesociclo de Transformación tuvo una duración de 4 semanas (microciclos) donde se trabajó sobre plataformas de gomaespuma e hinchables y añadiendo cargas ligeras, sobre una o dos piernas (véase Anexo 11.1).
- c) El tercer mesociclo de Realización estuvo compuesto por las últimas 4 semanas (microciclos) de entrenamiento donde se trabajaron los diferentes gestos específicos para la estabilidad dinámica y rotacional a través de un circuito de ejercicios para entrenar la propiocepción (véase Anexo 11.1).

#### 4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En primer lugar se hicieron pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnof para evitar grandes diferencias en la muestra y de homogeneidad de varias muestras cualitativas (Clubes de baloncesto).

Tras las pruebas y realización de los test, los datos obtenidos en los diferentes hardware fueron almacenados y transformados por los distintos softwares de cada test; a continuación, fueron volcados en los programas informáticos adecuados (Microsoft Office, SPSS para Microsoft – versión 19.0-) en

el entorno de Windows, para proceder a su permanente análisis estadístico, así como para su representación gráfica.

Para el análisis de los datos y conocer el efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes se realizó una ANOVA de repetidas medidas, para toda la muestra, por variable. Las diferencias fueron estadísticamente significativas a partir de un diferencial de ( $p \leq 0,05$ ).

Se compararon los datos obtenidos por separado en Pre-test, Post-test y Re-test entre los sujetos control y experimentales.

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

En el siguiente capítulo se presentan los resultados del estudio.

Estos se han dividido en diferentes sub-apartados para su mejor comprensión, diferenciando los descritos para el grupo control frente al grupo experimental, y siempre en la misma Tabla. Los resultados se muestran en diferentes Tablas para cada tipo de prueba o test. Respecto a las variables estudiadas, ninguna de ellas, posee una distribución NO normal.

No se produjo ninguna baja por algún resultado anormal en la prueba de equilibrio/estabilidad con ojos cerrados. Tampoco se produjeron muertes experimentales por lesión, ni por falta de asistencia a los entrenamientos, ni por faltas a las pruebas de valoración.

Como introducción general a los resultados de esta Tesis, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para la mayoría de las variables estudiadas relacionadas con la fuerza y la potencia, lo que parece indicar que no se produjo una mejora significativa del entrenamiento específico para algunas variables relacionadas con la fuerza y la potencia al terminar el entrenamiento. Pero por el contrario, si se produjo alguna significación o tendencia a la significación en algunas de las variables relacionadas con el equilibrio y la estabilidad para los sujetos que formaron parte del estudio.

### 5.1. VARIABLES RELACIONADAS CON ESTABILIDAD ESTÁTICA: ROMBERG OJOS ABIERTOS MONOPODAL (ROA), ROMBERG CON GOMAESPUMA (30MM) OJOS ABIERTOS MONOPODAL (RGA)

En la Tabla 22 se pueden observar las variables relacionadas con el test de Romberg con ojos abiertos y con pierna dominante, para la medición de las variables relativas al desplazamiento medio lateral, antero posterior y área barrida, empleado en la estabilización del cuerpo, tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y re-test.

Tabla 22. Test de Romberg ojos abiertos monopodal con pierna dominante. Desplazamiento mediolateral, anteroposterior y área barrida de la elipse en apoyo monopodal con pierna dominante medidas en valores absolutos en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.

		Des_ML (°)	Des_AP (°)	Area_Barr (mm <sup>2</sup> )
Experimental	Pre	29,3 ± 3,4	36,9 ± 6,7	171,6 ± 48,5
	Post	30,8 ± 6,7	40,2 ± 12,0	184,2 ± 57,2
	Re	28,7 ± 4,8	34,7 ± 7,9 ‡	148,6 ± 44,6 ‡
	ΔPP	1,5 ± 6,2	-0,0 ± 8,0	12,6 ± 46,7
	ΔPR	-2,0 ± 5,3	-5,5 ± 9,4	-35,6 ± 45,8
	Control	Pre	27,8 ± 4,1	36,2 ± 8,6
	Post	28,4 ± 5,7	36,1 ± 10,5	166,7 ± 47,6
	Re	28,1 ± 3,9	36,9 ± 8,1	149,4 ± 28,1
	ΔPP	0,5 ± 6,1	36,9 ± 8,1	-3,6 ± 51,3
	ΔPR	-0,2 ± 7,7	0,7 ± 10,3	-17,2 ± 46,3

Des\_ML = Índice dinámicos de estabilidad postural mediolateral; Des\_AP = Índice dinámicos de estabilidad postural anteroposterior; Area\_Barr = área barrida de la elipse; Δ = diferencia; ΔPP = diferencia entre el pre-test y el pos-test; ΔPR = diferencia entre el pos-test y el re-test; ‡ = diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el post y re-test.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el post y re-test para las variables de desplazamiento antero posterior y área barrida.

En la Tabla 23 se pueden observar las variables relacionadas con el test de Romberg con ojos abiertos, con goma espuma y con pierna dominante, para la medición de las variables relativas al desplazamiento medio lateral, antero posterior y área barrida, empleado en la estabilización del cuerpo, tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y re-test.

Tabla 23. *Test de Romberg ojos abiertos monopodal con pierna dominante. Índices dinámicos de desplazamiento mediolateral y anteroposterior y área barrida de la elipse en apoyo monopodal sobre gomaespuma de 20 cm con pierna dominante medidas en valores absolutos en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el post-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.*

		Des_ML (°)	Des_AP (°)	Area_Barr (mm <sup>2</sup> )
Experimental	Pre	30,2 ± 4,9	42,2 ± 10	190,8 ± 61
	Post	31,0 ± 5,7	37,0 ± 8 <sup>a</sup>	182 ± 61,6
	Re	29,9 ± 3,5	36,6 ± 9	165 ± 52
	ΔPP	0,7 ± 7,8	-5,1 ± 10,3	-8,7 ± 79,3
	ΔPR	-1,09 ± 6,5	0,3 ± 9,9	-16,7 ± 40,6
Control	Pre	30,3 ± 6,2	37,4 ± 10,1	187,3 ± 87,7
	Post	29,8 ± 5,3	39,0 ± 9	194 ± 60
	Re	27,6 ± 4,5	36,9 ± 11,3	156 ± 58,5 ‡
	ΔPP	-0,4 ± 6,6	1,5 ± 6,1 <sup>b</sup>	6,7 ± 56,7
	ΔPR	-2,1 ± 7,1	-2,1 ± 9,1	-37,7 ± 43

Des\_ML = Índice dinámicos de estabilidad postural mediolateral; Des\_AP = Índice dinámicos de estabilidad postural anteroposterior; Area\_Barr = área barrida de la elipse; Δ = diferencia; ΔPP = diferencia entre el pre-test y el pos-test; ΔPR = diferencia entre el pos-test y el re-test; ‡ = diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el post y re-test; <sup>a</sup> = Tendencia a la significación; <sup>b</sup> = tendencia a la significación entre grupos.

Se encontró tendencia a la significación en el desplazamiento antero posterior entre el pre-test y el post-test; también se encontró una tendencia a la significación entre los grupos estudiados para el pre-test y el post-test; por último se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el post y re-test entre los grupos para la variable área barrida.

## 5.2. VARIABLES RELACIONADAS CON LA ESTABILIDAD DINÁMICA: CAÍDA DESDE CAJÓN DE 20 CM, DE 40 CM.

En la Tabla 24 se pueden observar las variables relacionadas con el test de estabilización desde un cajón de 20 cm de altura, para la medición de las variables relativas al tiempo empleado en la estabilización en los tres ejes, tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y re-test, realizados con pierna dominante.

Tabla 24. *Tiempo de estabilización desde cajón de 20 cm del DJ sobre los ejes de movimiento transversal (tts Fx), vertical (tts Fy) y longitudinal (tts Fz), medidas en valores absolutos en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.*

		ttsFx (s)	ttsFy (s)	ttsFz (s)
Experimental	Pre	3,37 ± 0,06	2,54 ± 0,70	1,27 ± 0,23
	Post	3,35 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,44 ± 0,56	1,37 ± 0,06
	Re	3,37 ± 0,06	2,71 ± 0,96	1,34 ± 0,22
	ΔPP	-0,03 ± 0,06	-0,09 ± 0,49	0,10 ± 0,23
	ΔPR	0,03 ± 0,08	0,27 ± 0,74	-0,03 ± 0,23
	Control	Pre	3,33 ± 0,03	2,36 ± 0,65
	Post	3,33 ± 0,04	2,29 ± 0,34	1,36 ± 0,07
	Re	3,33 ± 0,03	2,42 ± 0,73	1,36 ± 0,09
	ΔPP	0,01 ± 0,04 <sup>b</sup>	-0,07 ± 0,67	0,00 ± 0,03
	ΔPR	0,00 ± 0,05	0,13 ± 0,64	0,00 ± 0,05

DJ = salto en caída; ttsFx = tiempo de estabilización en el eje X ó eje transversal; ttsFy = tiempo de estabilización en el eje Y ó eje Vertical; ttsFz = tiempo de estabilización en el eje Z ó eje longitudinal; Δ = diferencia; ΔPP = diferencia entre el pre-test y el pos-test; ΔPR = diferencia entre el pos-test y el re-test; <sup>a</sup> = tendencia a la significación; <sup>b</sup> = tendencia a la significación entre grupos.

Se encontraron tendencias a la significación para la variable de tiempo de estabilización sobre el eje X en el grupo experimental entre el pre-test y el post-test, así como para la diferencia entre grupos del mismo test.

En la Tabla 25 se pueden observar las variables relacionadas con el test de estabilización desde un cajón de 20 cm de altura, para la medición de las variables relativas a la fuerza empleada a los 3 segundos en la estabilización del deportista en los tres ejes, tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y re-test realizados con pierna dominante.

Tabla 25. Fuerza anteroposterior, mediolateral y vertical desde cajón de 20 cm en DJ, aplicada sobre la plataforma a los 3 segundos de la recepción medidas en valores relativos en el Pre-test, Post-test, diferencia entre el Pre-test y el Pos-test, Re-test y diferencias entre el Post-test y el Re-test para los dos grupos de estudio.

		Fza_AP_3s (N)	Fza_ML_3s (N)	Fza_V_3s (N)
Experimental	Pre	51,0 ± 11,8	19,4 ± 7,2	187,1 ± 57,9
	Post	53,7 ± 9,8 <sup>a</sup>	20,4 ± 6,0	187,6 ± 46,9
	Re	55,4 ± 12,1	18,5 ± 6,6	191,6 ± 52,1
	ΔPP	2,7 ± 5,6	1,1 ± 3,0	0,5 ± 21,5
	ΔPR	1,7 ± 7,7	-1,8 ± 4,2	3,0 ± 23,8
Control	Pre	59,5 ± 18,0	22,6 ± 6,8	209,5 ± 67,0
	Post	62,1 ± 16,8	20,1 ± 7,5 †	210,1 ± 56,0
	Re	62,6 ± 11,0	21,0 ± 6,2	208,5 ± 51,6
	ΔPP	2,6 ± 7,3	-2,5 ± 1,5 *	0,5 ± 21,1
	ΔPR	0,5 ± 8,6	0,8 ± 3,7 <sup>b</sup>	-1,2 ± 29,5

DJ = salto en caída; Fza\_AP\_3s\_Pre = Fuerza anteroposterior a los 3 segundos después del salto; Fza\_ML\_3s\_Pre = Fuerza mediolateral a los 3 segundos después del salto; Fza\_V\_3s\_Pre = Fuerza vertical a los 3 segundos después del salto; Δ = diferencia; ΔPP = diferencia entre el pre-test y el pos-test; ΔPR = diferencia entre el pos-test y el re-test; † = diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el pre y el post-test; \* = diferencias estadísticamente significativas en las variaciones entre el pre y el post-test de los grupos. <sup>a</sup> = tendencia a la significación; <sup>b</sup> = tendencia a la significación entre grupos.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la variable de fuerza mediolateral a los 3 segundos en el grupo control, para la diferencia entre el pre-test y el pos-test, y también se encontró una tendencia a la significación entre grupos para la misma variable.

En la Tabla 26 se pueden observar las variables relacionadas con el test de estabilización desde un cajón de 40 cm de altura, para la medición de las variables relativas al tiempo empleado en la estabilización del deportista en los tres ejes, tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y re-test realizados con pierna dominante.

Tabla 26. *Tiempo de estabilización desde cajón de 40 cm del DJ sobre los tres ejes de movimiento: transversal (tts Fx), vertical (tts Fy), y longitudinal (tts Fz), medidas en valores absolutos en el Pre-test, Post-test, diferencia entre el Pre-test y el Post-test, Re-test y diferencias entre el Post-test y el Re-test para los dos grupos de estudio.*

		ttsFx (s)	ttsFy (s)	ttsFz (s)
Experimental	Pre	3,4 ± 0,41	2,8 ± 1,2	1,5 ± 0,4
	Post	3,3 ± 0,04	2,5 ± 0,9	1,3 ± 0,07
	Re	3,2 ± 0,04 ‡	2,4 ± 0,7	1,4 ± 0,08
	ΔPP	-0,07 ± 0,4	-0,3 ± 1,2	-0,09 ± 0,4
	ΔPR	-0,03 ± 0,04	-0,09 ± 0,6	0,02 ± 0,06
Control	Pre	3,3 ± 0,04	2,2 ± 0,7	1,3 ± 0,07
	Post	3,3 ± 0,04	2,3 ± 0,7	1,3 ± 0,06
	Re	3,3 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,2 ± 0,7	1,4 ± 0,09
	ΔPP	-0,02 ± 0,06	0,00 ± 0,8	0,00 ± 0,05
	ΔPR	0,02 ± 0,03 **	-0,04 ± 0,78	0,03 ± 0,06

DJ = salto en caída; ttsFx = tiempo de estabilización en el eje X ó eje transversal; ttsFy = tiempo de estabilización en el eje Y ó eje Vertical; ttsFz = tiempo de estabilización en el eje Z ó eje longitudinal; Δ = diferencia; ΔPP = diferencia entre el pre-test y el post-test; ΔPR = diferencia entre el post-test y el re-test; ‡ = diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el post y re-test; \*\* = diferencias estadísticamente significativas en las variaciones entre el post y el re-test de los grupos; <sup>a</sup> = tendencia a la significación.

Sobre el tiempo de estabilización en el eje X se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el post y re-test del grupo experimental, así como también se encontró una tendencia a la significación en el grupo control para la misma variable, pero entre el post-test y el re-test. Por último, también se encontraron diferencias estadísticamente significativas en esta misma variable para en las variaciones entre el post y el re-test de los grupos.

En la Tabla 27 se pueden observar las variables relacionadas con el test de estabilización desde un cajón de 40 cm de altura, para la medición de las variables relativas a la fuerza empleada en la estabilización del deportista en los tres ejes a los 3 segundos, tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y re-test realizados con pierna dominante.

Tabla 27. Fuerza anteroposterior, mediolateral y vertical desde cajón de 40 cm en DJ, aplicada sobre la plataforma a los 3 segundos de la recepción medidas en valores relativos en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.

		Fza_AP_3s (N)	Fza_ML_3s (N)	Fza_V_3s (N)
Experimental	Pre	62,9 ± 13,4	24,1 ± 8,4	286,9 ± 118
	Post	64,2 ± 12,8	22,9 ± 7,0	265,1 ± 71,3
	Re	67,1 ± 13,3 ‡	25,2 ± 8,3 <sup>a</sup>	266,6 ± 68,3
	ΔPP	1,2 ± 1,4	-1,2 ± 4,7	-21,8 ± 74,4
	ΔPR	2,9 ± 4,9	2,3 ± 4,6	1,5 ± 20,3
	Control	Pre	73,2 ± 19,9	27,0 ± 9,5
	Post	70,5 ± 17,1	24,7 ± 6,7	279,3 ± 69,7
	Re	71,5 ± 13,8	26,4 ± 8,1	285,9 ± 64,5
	ΔPP	-2,6 ± 6,7 <sup>b</sup>	-2,3 ± 5,1	-17,5 ± 34,5
	ΔPR	1,0 ± 9,1	1,7 ± 3,7	6,6 ± 21,5

DJ = salto en caída; Fza\_AP\_3s\_Pre = Fuerza anteroposterior a los 3 segundos después del salto; Fza\_ML\_3s\_Pre = Fuerza mediolateral a los 3 segundos después del salto; Fza\_V\_3s\_Pre = Fuerza vertical a los 3 segundos después del salto; Δ = diferencia. ΔPP = diferencia entre el pre-test y el pos-test; ΔPR = diferencia entre el pos-test y el re-test; ‡ = diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el post y re-test; <sup>a</sup> = tendencia a la significación; <sup>b</sup> = tendencia a la significación entre grupos.

Se encontraron diferencias significativas para la variable de fuerza anteroposterior a los 3 segundos entre el post-test y el re-test. Así mismo también hubo una tendencia a la significación mostrando la diferencia entre el pre-test y el post-test entre los grupos para la misma variable antes mencionada; y por último se registró también una tendencia a la significación entre el post-test y el re-test para la variable de fuerza medio lateral a los 3 segundos.

### 5.3. VARIABLES RELACIONADAS CON LA FUERZA Y LA POTENCIA (I): CMJ BIPODAL

En la Tabla 28 se pueden observar las variables relacionadas con el test de salto con contramovimiento bipodal o CMJ tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y re-test.

Tabla 28. Fuerza máxima, potencia máxima, pendiente y altura máxima del CMJ medidas en valores relativos al peso corporal en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.

		CMJ pow/mc (W·Kg-1)	CMJ F/mc (N·Kg-1)	CMJrfd (N·s-1)	CMJh (cm)
Experimental	Pre	31,4 ± 2,7	21,8 ± 2,0	13823 ± 11988	29,0 ± 4,2
	Post	31,5 ± 2,7	21,3 ± 2,0	9269 ± 3187	31,0 ± 2,8
	Re	31,5 ± 2,9	21,2 ± 2,1	9583 ± 3715	31,5 ± 3,7
	ΔPP	0,1 ± 2,7	0,5 ± 2,3	-5445 ± 11872	1,0 ± 4,2
	ΔPR	-0,01 ± 1,9	-0,0 ± 1,1	-313 ± 3851	0,5 ± 3,0
Control	Pre	31,1 ± 3,3	20,6 ± 2,1	15692 ± 14131	32,1 ± 3,5
	Post	31,0 ± 4,7	20,9 ± 2,0	16208 ± 14576	31,9 ± 4,6
	Re	31,4 ± 4,5	20,9 ± 1,6	11993 ± 4012	31,0 ± 5,4
	ΔPP	-0,1 ± 2,9	-1,7 ± 7,5	516 ± 12581	-0,3 ± 4,3
	ΔPR	0,4 ± 2,7	2,0 ± 5,9	4214 ± 14104	-0,8 ± 4,5

CMJ = salto en contramovimiento; Pow/mc = potencia máxima relativa a la masa corporal; F/mc = fuerza máxima relativa a la masa corporal; pendiente = alcanzada en el salto; rfd = Índice de desarrollo de la fuerza; altura = altura absoluta alcanzada de salto; Δ = diferencia. ΔPP = diferencia entre el pre-test y el pos-test; ΔPR = diferencia entre el pos-test y el re-test.

No se encontraron aumentos significativos para ninguna de las variables estudiadas entre grupos control ni experimental, así como entre los sujetos del mismo grupo para la potencia, fuerza, pendiente y altura del salto.

### 5.5. VARIABLES RELACIONADAS CON LA FUERZA Y LA POTENCIA (II): CMJ MONOPODAL

En la Tabla 29 se pueden observar las variables relacionadas con el test de salto con contramovimiento monopodal con pierna dominante o CMJ monopodal, tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y Re-test.

Tabla 29. Fuerza máxima, potencia máxima, pendiente y altura máxima del CMJ monopodal medidas en valores relativos al peso corporal en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.

		CMJ pow/mc (W·Kg-1)	CMJ F/mc (N·Kg-1)	CMJrfd (N·s-1)	CMJh (cm)
Experimental	Pre	30,7 ± 2,2	20,8 ± 2,0	10007 ± 4883	29,3 ± 3,3
	Post	31,5 ± 2,6	20,9 ± 2,3	9188 ± 3189	30,8 ± 2,8
	Re	31,5 ± 2,9	20,9 ± 2,5	11366 ± 5061	30,7 ± 3,8
	ΔPP	0,8 ± 2,5	0,1 ± 2,5	-819 ± 4664	1,3 ± 3,5
	ΔPR	-0,1 ± 1,9	-0,1 ± 1,1	-2177 ± 5086	0,05 ± 3,2
Control	Pre	31,0 ± 3,3	20,2 ± 2,2	14785 ± 14439	31,4 ± 4,0
	Post	31,0 ± 4,7	20,3 ± 1,9	14116 ± 13533	32,1 ± 4,1
	Re	31,3 ± 4,5	20,2 ± 1,8	22860 ± 37581	30,4 ± 4,5
	ΔPP	-0,1 ± 2,9	0,1 ± 3,1	-668 ± 20189	0,7 ± 4,6
	ΔPR	0,3 ± 2,6	-0,1 ± 1,5	-8743 ± 40153	-1,7 ± 4,1

CMJ = salto en contramovimiento; Pow/mc = potencia máxima relativa a la masa corporal; F/mc = fuerza máxima relativa a la masa corporal; pendiente = alcanzada en el salto; rfd = Índice de desarrollo de la fuerza; altura = altura absoluta alcanzada de salto; Δ = diferencia. ΔPP = diferencia entre el pre-test y el pos-test; ΔPR = diferencia entre el pos-test y el re-test.

No se encontraron aumentos significativos para ninguna de las variables estudiadas entre grupos control ni experimental, así como entre los sujetos del mismo grupo para la potencia, fuerza, pendiente y altura del salto.

### 5.6. VARIABLES RELACIONADAS CON LA FUERZA Y LA POTENCIA (III): SALTO EN DISTANCIA (HJ)

En la Tabla 30 se pueden observar las variables relacionadas con el Test de salto en distancia o hop distance, para la medición de las variables en sentido horizontal, tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y re-test realizados con pierna dominante.

Tabla 30. Fuerza máxima horizontal, potencia máxima horizontal, pendiente máxima horizontal del HJ monopodal, medidas en valores relativos al peso corporal en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el pos-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.

		HJ pow/mc_horiz (W·Kg-1)	HJF/mc_horiz (N·Kg-1)	HJ rfd_horiz (N·s-1)
Experimental	Pre	12,3 ± 2,3	6,1 ± 0,7	2594 ± 758
	Post	13,1 ± 2,8	6,2 ± 0,9	3086 ± 1014
	Re	13,1 ± 3,0	6,3 ± 0,9	3023 ± 1064
	ΔPP	0,8 ± 1,9	0,1 ± 0,6	492 ± 1163
	ΔPR	-0,1 ± 0,8	0,06 ± 0,2	-63 ± 871
Control	Pre	11,2 ± 2,5	5,7 ± 0,9	2794 ± 1039
	Post	11 ± 2,9 †	5, ± 0,7	2851 ± 1183
	Re	12 ± 3,6	5,9 ± 1,1	2600 ± 776
	ΔPP	-0,05 ± 1,3	-0,04 ± 0,3	57 ± 662
	ΔPR	1,0 ± 1,2**	0,2 ± 0,4	-252 ± 1060

HJ = salto en distancia monopodal; Pow/mc\_horiz = potencia máxima relativa a la masa corporal horizontal; F/mc\_horiz = fuerza máxima relativa a la masa corporal horizontal; rfd = Índice de desarrollo de la fuerza horizontal; Δ = diferencia. ΔPP = diferencia entre el pre-test y el pos-test; ΔPR = diferencia entre el pos-test y el re-test; † = diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el pre y el post-test; \*\* = diferencias estadísticamente significativas en las variaciones entre el post y el re-test de los grupos.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) para la variable de potencia máxima relativa a la masa corporal horizontal entre el pre y el post-test de los grupos así como también se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el pre y el post-test del grupo control de la misma variable.

En la Tabla 31 se pueden observar las variables relacionadas con el Test de salto en distancia monopodal o Hop distance, para la medición de las variables en sentido vertical, tanto para el grupo experimental y control en el pre-test, post-test y re-test.

Tabla 31. Fuerza máxima vertical, potencia máxima vertical, pendiente máxima vertical del HJ monopodal, medidas en valores relativos al peso corporal en el pre-test, post-test, diferencia entre el pre-test y el post-test, re-test y diferencias entre el post-test y el re-test para los dos grupos de estudio.

		HJ pow/mc_vertic (W·Kg-1)	HJF/mc_vertic (N·Kg-1)	HJ rfd_vertic (N·s-1)
Experimental	Pre	19,7 ± 4,7	18,3 ± 1,8	6075 ± 1818
	Post	19,4 ± 3,6 †	18,1 ± 1,3	5669 ± 1847
	Re	17,5 ± 3,8	17,9 ± 1,9	5354 ± 2006
	ΔPP	-0,3 ± 4,6	-0,1 ± 1,7	-405 ± 1978
	ΔPR	-1,9 ± 2,0	-0,3 ± 1,7	-314 ± 1990
Control	Pre	19,2 ± 3,7	16,1 ± 1,5	6826 ± 2024
	Post	18,4 ± 3,8	17,3 ± 1,6	6773 ± 3062
	Re	18,6 ± 2,8	17,1 ± 1,4	6889 ± 2217
	ΔPP	-0,8 ± 3,3	0,4 ± 1,3	-52 ± 2091
	ΔPR	0,2 ± 1,9 **	-0,3 ± 0,9	-684 ± 2767

HJ = salto en distancia monopodal; Pow/mc\_vertic = potencia máxima relativa a la masa corporal vertical; F/mc\_vertic = fuerza máxima relativa a la masa corporal vertical; rfd = Índice de desarrollo de la fuerza vertical; Δ = diferencia. ΔPP = diferencia entre el pre-test y el pos-test; ΔPR = diferencia entre el pos-test y el re-test; † = diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el pre y el post-test; \*\* = diferencias estadísticamente significativas en las variaciones entre el post y el re-test de los grupos.

Para la potencia máxima vertical relativa a la masa corporal, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el pre y el post-test intra-grupo experimental y también se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variaciones entre el post y el re-test de los grupos.



## CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

A continuación se presenta el apartado de la discusión de la presente Tesis Doctoral.

Esta se ha dividido según las variables más destacadas de este estudio, y tiene como objetivo analizar los resultados más significativos.

El objetivo principal de esta Tesis fue determinar si la aplicación de un entrenamiento de fuerza, potencia y propiocepción mejora la capacidad de salto y la estabilidad del tren inferior del jugador de baloncesto semiprofesional, así como valorar su efecto residual. Los resultados más relevantes de esta investigación aportan datos sobre las variables relacionadas con la estabilidad del tren inferior y el equilibrio del deportista, determinando que la aplicación del entrenamiento integrado ha tenido mayor eficacia y ha sido mejor la adaptación para la cualidad de estabilidad que para la fuerza y la potencia de los deportistas.

Se debe mencionar que en la bibliografía no se han encontrado muchos estudios que sigan la misma línea de investigación, en donde se integren tales cualidades relacionadas con la estabilidad y el desarrollo de la fuerza y la potencia en baloncesto en un mismo estudio, pero sí algunos de ellos de manera aislada o para otros deportes. Por ello, la dimensión de los resultados ha sido en cierta medida, compleja.

### 6.1. VARIABLES RELACIONADAS CON LA ESTABILIDAD ESTÁTICA: ROMBERG CON OJOS ABIERTOS, CON Y SIN GOMAESPUMA (RGA): DESPLAZAMIENTOS ANTERO-POSTERIOR Y MEDIOLATERAL Y ÁREA BARRIDA.

Para la mayoría de las variables estudiadas relacionadas con el equilibrio, los resultados de la intervención no fueron concluyentes. Algunos de los resultados obtenidos mostraron que el programa de entrenamiento integrado de 12 semanas para la variable del desplazamiento del centro de gravedad en sentido

antero posterior, si resultó ser estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ), mostrando esa diferencia para el grupo experimental entre pre-test y post-test dando unos resultados positivos para las variables analizadas como un resultado de adaptación al entrenamiento tardío o de efecto residual de éste.

Los movimientos sobre el plano horizontal, donde se producen los movimientos de desplazamiento antero-posterior y desplazamiento del centro de masas denominado área barrida, sin la utilización de la gomaespuma, fueron concluyentes ( $34,7^\circ \pm 7,9^\circ$ ) y estadísticamente significativos ( $p < 0,02$ ) para la muestra experimental entre el post-test, y el re test. Esto es debido a que la aplicación de un entrenamiento integrado basado en ejercicios de potenciación del tren inferior combinando ejercicios de propiocepción para la mejora del equilibrio, ha provocado que la adaptación del deportista sea lenta y se manifieste más tarde que la manifestación de la propia fuerza, debido en gran parte a la adaptación neuromuscular que se ha manifestado en el deportista como un efecto residual del entrenamiento. En comparación con otros estudios de características similares a nuestra muestra (Vanmeerhaeghe, Tutusaus, de Antolín, & Massó, 2008), en donde tras la aplicación de un entrenamiento combinado se evaluaron las capacidades estabilizadoras a través de la variable del desplazamiento anteroposterior, los resultados obtenidos en la estabilometría monopodal arrojaron diferencias significativas ( $p < 0,04$ ) a favor de los atletas que hicieron un entrenamiento específico durante el macrociclo invernal. Y aunque con objetivos distintos, los resultados hallados corroboran los mostrados por Wang, et al. (2006), en cuyo estudio se analizó la estabilidad postural de jugadores de baloncesto y se hizo un seguimiento de la temporada completa. Aquellos deportistas que habían mostrado peor estabilidad mediolateral presentaron menor índice de fuerza y se lesionaron más que los que tenían mayores niveles de estabilidad antero-posterior y medio lateral. Otro estudio de McCormick, Hannon, Newton, Shultz, Detling y Young, (2016), corrobora nuestros resultados, al hacer un entrenamiento para determinar los beneficios de un programa de entrenamiento de 6 semanas en donde encontraron mejoras significativas de las fuerzas realizadas sobre el desplazamiento antero-posterior y el medio lateral sobre el plano horizontal.

La variable que si mostró una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,04$ ) y que concuerda con los datos obtenidos por McGuine et al. (2000), en el que también se analizaron a jugadores de baloncesto, muestra que los sujetos entrenados y con un posicionamiento correcto y estable del centro de presiones en el plano mediolateral, disminuyen significativamente los desplazamientos del centro de presiones o centro de gravedad a través del entrenamiento de estas características.

Es importante destacar que existen muchos factores que pueden modificar los registros estabilométricos y entre ellos se encuentran los estudios recientes de Gallego et al. (2012), que afirman que un índice de masa corporal elevado se correlaciona con una inestabilidad anteroposterior de los sujetos. Así mismo existe una correlación positiva entre el IMC y el aumento de la estabilidad. Y se ha demostrado que la amplitud de las oscilaciones del centro de presiones, conocida como “área barrida” y a la vez el área de las oscilaciones (variable que no se ha tenido en cuenta en nuestro estudio), está directamente relacionada con la talla y el peso, los cuales son factores muy importantes en nuestro estudio debido al perfil antropométrico de nuestra muestra que ha sido escasa para todas las variables que se han querido estudiar.

Al interpretar los resultados de esta Tesis, surge la dificultad de no encontrar trabajos en los que se analicen las áreas barridas por el centro de presiones tras haber realizado entrenamientos combinados de fuerza y potencia. La mayoría de los autores asocian esta variable a la lesión y a la rehabilitación deportiva, y no la tratan como una de una variable de rendimiento deportivo. Para nuestro estudio se ha tomado como una variable relacionada con la estabilidad en relación al rendimiento, y por la mayoría de los datos que se arrojan de este estudio, indican que una disminución significativa del área barrida sí parece aportar un aumento del rendimiento del tren inferior, para mantener estable el centro de gravedad. Esto es debido gran parte debido a que, según Kejonen et al. (2003), la selección de estrategias motoras empleadas para mantener la postura se aumenta con el aumento de fuerza y con la pérdida de grasa en población adolescente.

Autores como Izquierdo (2008), en un estudio de características similares encontró resultados parecidos a los nuestros, en los que el centro de gravedad y

su desplazamiento antero posterior a partir del efecto de un entrenamiento de características similares proporcionaba que la línea del centro de gravedad y la localización de estas fuerzas de carácter anteroposterior con respecto a la base de apoyo eran positivamente resultantes para que los cuerpos fueran estables.

La mayoría de los autores coinciden con que la altura del centro de gravedad se encuentra, en posición anatómica, a la altura de la segunda vértebra que forman el hueso sacro (Pilat, 2003; Genot et al., 2000; Trew & Everett, 2006), y en sus estudios de estabilometría encontraron que la presencia de actividad física en adultos y en niños mostraba mayores valores de estabilidad anteroposterior que los sujetos que no realizaban actividad física.

Por otro lado, si hemos encontrado cierta controversia con otros deportes tal y como estudió Bressel et al. (2007), cuando se valoraron jugadoras de baloncesto, futbolistas y gimnastas. Bressel observó que las futbolistas y las gimnastas, tenían el mismo grado de estabilidad estática y dinámica, mientras que las jugadoras de baloncesto tenían menor equilibrio estático que las gimnastas y menor equilibrio dinámico que las futbolistas. En sus conclusiones discutían que parecía ser evidente que el nivel de entrenamiento y competición podía influir en el control postural, lo que nos hace pensar que todavía se torna más importante el trabajar este tipo de cualidad sobre un jugador con las características del perfil antropométrico típico del baloncesto.

A esto hacían también referencia en sus estudios Debu y Woollacott (1998), que analizaron a gimnastas de diferentes edades y nivel de entrenamiento concluyendo que las respuestas posturales variaban según el entrenamiento. Crémiex y Mesure (1994), también encontraron estas mismas conclusiones para judokas novatos y más entrenados, y en estudios más recientes para el caso de jugadores de baloncesto y futbolistas se encontraron mejores valores de estabilidad en jugadores de liga nacional que de regional (Paillard et al., 2006), al igual que Bizid y Paillard (2006), que encontraron diferencias incluso entre los puestos específicos.

En la presente Tesis se ha estudiado a población masculina jugadora de baloncesto con un nivel semiprofesional de competición arrojando favorables resultados en respuesta a los entrenamientos realizados y coincidiendo con los

resultados de numerosos estudios. El entrenamiento del equilibrio se incorpora frecuentemente a un programa funcional de ejercicios. Los técnicos generalmente son capaces de observar y corregir una disfunción grave del equilibrio con ejercicios o entrenamientos específicos. Son muchos los entrenadores y médicos deportivos que generalmente están de acuerdo con que los atletas deberían poseer un buen equilibrio para ser más eficaces en sus deportes. El término equilibrio se relaciona con la capacidad de una persona para mantener su centro de masa dentro de su base de soporte, respecto a esta variable, llamada área barrida son numerosos los estudios en pacientes sanos y no sanos, y en deportistas, que nos dan conocer que la presencia de actividad física y el entrenamiento de las capacidades relacionadas con el control postural, contribuye a desarrollar o mantener la eficacia de los reflejos neurosensoriales implicados en el control postural generando una respuesta motora más apropiada en función de la situación deportiva deseada (Blüme et al., 2006 & Maurer et al., 2006; Gauchard et al., 2003; Mergner et al., 2003, 2005).

En el presente estudio y como aplicación práctica, se propone que los entrenamientos de capacidades relacionadas con la estabilidad y el equilibrio dinámico y estático del tren inferior deben de permanecer integrados dentro del programa de entrenamiento del equipo, ya que, siguiendo a Hrymosomallis (2007), ya no es solamente un valor predictivo de estado funcional de la articulación del tobillo o rodilla relacionado con el sufrir o no una lesión, sino como un parámetro predictor de lesiones deportivas y una variable de rendimiento (Emery, Rose, McAllister & Meeuwise, 2007; Hrysomallis, 2007; McGuine et al., 2000; Söderman et al., 2000).

En cuanto a las adaptaciones del deportista para trabajar sobre gomaespuma, la evidencia científica es más clara cuando se refiere al entrenamiento combinado de propiocepción y fuerza y potencia. Para la misma prueba realizada sobre gomaespuma, se obtuvieron datos estadísticamente significativos ( $p < 0,03$ ) para el grupo experimental ( $37,0^\circ \pm 8^\circ$ ) tras haber terminado el entrenamiento, lo que arroja una conclusión muy importante, al indicar que nuestro protocolo de entrenamiento es válido para la mejora del equilibrio sobre una superficie inestable sobre gomaespuma de 20 mm.

Esto es así debido a que, como señala Del Percio et al. (2009), los mecanismos cerebrales para la integración de las entradas somatosensorial, visual (prueba que se realiza con ojos abiertos) y vestibular podrían ser más eficaces con el entrenamiento prolongado, ocasionando un menor balanceo en apoyo monopodal.

Otros estudios nos aportan datos sobre entrenamientos realizados sobre la musculatura abdominal o Core, en donde, los ejercicios realizados sobre medios inestables pueden no sólo incrementar la activación muscular del Core por la necesidad de estabilizar el raquis, sino que también pueden aumentar la activación y co-activación muscular en las extremidades (Asadi, de Villarreal & Arazi, 2015).

En cualquier caso, para conseguir mantener un nivel suficiente de activación muscular en las extremidades, el grado de inestabilidad debería ser moderado en vez de alto (Behm & Colado, 2012), ya que a mayor nivel de inestabilidad externa menor activación muscular y menor producción de fuerza como será expuesto en el apartado correspondiente de esta misma Tesis correspondiente a las variables de fuerza y potencia que se verá mas adelante.

Existen diferentes estudios al nuestro que comparan a diferentes tipos de deportistas, y concluyen con datos sobre población adulta deportista en donde, se mostraron las diferencias para la variable del área barrida medida sobre gomaespuma entre sujetos que practicaban actividad física y los que no; así como diferencias entre el tipo de actividad o deporte que realizaban, estableciendo una correlación positiva para los sujetos que practicaban deporte con entrenamientos programados frente a los que no (Martín-Casado, Avendaño-Coy, Rodríguez, Alegre, & Aguado, 2011)

Por último, señalar que la mejora propioceptiva de los tejidos blandos estabilizadores de la rodilla y tobillo ha sido muy referenciada y contrastada por el uso de medios inestables para muchos deportes (Caraffa et al., 1996; Hoffman et al., 1995; Kidgell et al., 2007; Urrialde, Núñez & del Olmo, 2006 & Verhagen et al., 2004). Además, existen evidencias de que el entrenamiento de equilibrio sobre superficies inestables puede mejorar la capacidad de equilibrio estático (DiStefano

et al., 2009; Eils & Rosembaum, 2007; Urrialde, Patiño & Bar, 2006 Yaggie & Campbell, 2006).

A su vez, la mejora del equilibrio y propiocepción puede proporcionar no sólo beneficios positivos en la reducción de la incidencia de lesiones, sino que puede también mejorar marcadores del rendimiento funcional como la fuerza, potencia, la carrera y otras actividades (Behm & Colado, 2012).

Estos datos por tanto, nos hacen identificar que efectivamente el entrenamiento posee un efecto positivo sobre las adaptaciones sensiomotoras que concuerdan con nuestro estudio y nuestros resultados, pero solamente realizados a largo plazo si se realizan en “combinación con” o “integrados en” otro tipo de entrenamientos de potenciación del tren inferior.

## 6.2. VARIABLES RELACIONADAS CON LA ESTABILIDAD DINÁMICA: TEST DE CAÍDA DESDE CAJÓN DE 20 CM Y 40 CM

Los resultados de la estabilidad dinámica medida a través de la prueba de caída desde cajón de 20 y 40 cm respectivamente, no fueron estadísticamente significativos para el grupo experimental tras haber realizado los entrenamientos. Si se dio alguna tendencia a la significación con valores cercanos a ( $p \geq 0,05$ ) con valores de  $53,7 \pm 9,8$  N para la fuerza anteroposterior, y diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) respecto del tiempo de estabilización para el re-test y solamente para el grupo experimental, con valores de  $3,28 \pm 0,4$  segundos. Lo que nos lleva a concretar que al ser una prueba que registra la estabilidad a los tres segundos y realiza fracciones temporales de 0,003 segundos, desde el segundo cero hasta el segundo uno, los deportistas no han sido lo suficientemente entrenados para mostrar una significación por debajo de ( $p < 0,05$ ), debido en gran parte, a que al ser una prueba adaptada del Drop Jump (DJ) y medir solamente la estabilidad al caer y no tener en cuenta factores relacionados con el posterior salto, es muy difícil mostrar diferencias significativas si no hay una patología aguda o crónica en alguno de los componentes de la muestra.

Los resultados estadísticamente significativos se manifestaron para la variable de fuerzas de estabilización en sentido mediolateral a los tres segundos para el grupo control, lo que no aporta ningún dato significativo sobre la muestra

que realizó los entrenamientos; lo que nos lleva a deducir, que en pruebas tan sensibles y con tan poco nivel de diferencia, es casi impredecible el poder valorar el rendimiento en personas sanas y entrenadas mediante estas pruebas para un entrenamiento de tan solo 12 semanas de duración.

En comparación con otros estudios y para valorar la estabilidad, Cumps Verhagen y Meeusen, en 2007, estudiaron a 54 individuos durante 22 semanas haciéndoles unos entrenamientos con protocolos de ejercicios específicos con carácter propioceptivo durante 3 veces/semana y durante 5'-10' minutos, siguiendo protocolos de trabajo muy similares al nuestro, manteniendo la misma frecuencia y volumen de entrenamiento que nuestro estudio, entrenándolos 3 veces a la semana y durante 5'-10', y en donde para la prueba de caídas desde cajón de 20 y 40 cm encontraba mejoras en la estabilidad de la muestra. Esto nos lleva a pensar que nuestra muestra era escasa y que al haber combinado el entrenamiento propioceptivo y el entrenamiento de fuerza, hizo mermar las capacidades de equilibrio o estabilidad estática que esta prueba detecta, así como que la duración de su entrenamiento fue bastante mayor.

Por otro lado, y siguiendo a Abián et al. (2006), que estudiaron la amortiguación después de la caída, en aspirantes a ingresar en una Facultad de Ciencias del Deporte, y Rubio et al. (2006), que estudio a niños de primaria, demostró que al estudiar a jugadores de baloncesto las diferencias que existían entre unos y otros eran inferiores y menos apreciables en sujetos entrenados y practicantes de deportes con continuas caídas como el baloncesto, determinando que estas diferencias de los jugadores de baloncesto vendrían dadas por la mejor técnica de amortiguación, que sería un factor a tener en cuenta para prevenir lesiones y por otro lado, el tamaño de los segmentos corporales del tren inferior que habría retrasado el valor de las variables de medición. Lo que nos indica que en los jugadores de baloncesto, es menos notorio este tipo de pruebas y por lo tanto la adaptación al entrenamiento puede haber sido buena y no detectarse de esa manera en este tipo de muestra.

Otros autores como Martín, Patiño y Bar (2006), también defienden el entrenamiento propioceptivo como método preventivo de lesión y de rehabilitación de la lesión del tobillo como válido, mostrando además la prueba de estabilización de caída del cajón como fiable y reproductora de las posibles

inestabilidades que pudieran manifestarse tanto para las variables de tiempo de estabilización sobre alguno de los tres ejes de abscisas como para las fuerzas generadas en los mismos tres ejes.

No se ha descrito mucho la aplicación del entrenamiento en cuanto a volumen y duración, estableciéndose cierta controversia respecto a estas dos variables (tiempo de estabilización y fuerzas generadas para estabilizarse), pero en las revisiones llevadas a cabo por Eils (1998) y Clark (2005) los trabajos que se encuentran entre 4 y 6 semanas, en todos se encuentra mejoría de la propiocepción del deportista, así como una disminución de las lesiones acontecidas y con mayor intensidad en los trabajos de Cumps, Verhagen y Meeusen (2007) también afirman lo mismo pero con un trabajo de 22 semanas de duración y sin mezclarlos con otro tipos de entrenamientos.

Es importante aplicar de manera práctica estos protocolos de trabajo tanto de manera preventiva como hacer un seguimiento del entrenamiento propioceptivo de nuestros deportistas, antes, durante y tras la competición para valorarlos y poder marcar objetivos de rendimiento a largo plazo.

A raíz de todo lo expuesto, se puede defender que la aplicación del entrenamiento propioceptivo de manera aislada de 12 semanas de duración mejoraría la estabilidad dinámica del deportista, pero en ningún caso, integrándolo o combinándolo con otro tipo de entrenamientos de fuerza y potencia aunque si hay una tendencia a la significación para las fuerzas antero-posteriores y mediolateral registradas.

### 6.3. VARIABLES RELACIONADAS CON LA FUERZA Y LA POTENCIA: CMJ BIPODAL, CMJ MONOPODAL Y HD MONOPODAL

Los resultados obtenidos por la investigación sobre la prueba de test de salto bipodal o CMJ, nos muestran como los sujetos del grupo experimental no incrementaron en ninguno de los test de salto vertical (bipodal y monopodal) los valores relacionados con las variables de fuerza, potencia, altura de salto y RFD. En ninguna de las variables estudiadas las diferencias fueron estadísticamente significativas ni mostraron ninguna tendencia a la significación.

Esto es debido, como ya se ha reflejado de forma similar en las variables antes descritas, a que el protocolo de fuerza, potencia y propiocepción, combinado o integrado en los entrenamientos cotidianos de los equipos de baloncesto, no ha mostrado una adaptación al entrenamiento y tampoco ha mostrado correlaciones significativas en las variables analizadas.

Un factor a tener en cuenta durante el entrenamiento de la fuerza es el volumen de entrenamiento, siendo necesario un volumen mínimo para que se produzcan las adaptaciones al entrenamiento de la fuerza. Naclerio et al. 2012, realizaron una investigación en la que entrenaba la fuerza máxima a diferentes sujetos durante 6 semanas y con volúmenes de entrenamiento diferentes. Marcó como volumen mínimo de entrenamiento 1 serie por ejercicio y 3 series por grupo muscular, y como máximo volumen de entrenamiento 3 series por ejercicio y 9 series por grupo muscular. Concluyeron que con mayores volúmenes de entrenamiento las mejoras en fuerza eran superiores, encontrando solo diferencias significativas en volúmenes de entrenamiento alto.

Por otro lado y siguiendo con la misma línea de investigación, según Hellín y Del Coso (2013), un periodo corto de 12 sesiones de entrenamiento no es efectivo para obtener mejoras significativas en el rendimiento muscular. Este periodo solo es efectivo para ganar fuerza en la 1 RM.

Puede ser este el principal motivo por el cual no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las variables del rendimiento muscular del tren inferior. El volumen de entrenamiento establecido pudo no ser el mínimo alcanzado o necesario para someter al deportista al estrés necesario para que se produjeran adaptaciones a la rutina de fuerza marcada. Teniendo en cuenta que el entrenamiento estaba formado por 3 series de 8 a 12 repeticiones, se tuvo un volumen de entrenamiento alto pero interferido por la fatiga provocada por el volumen de entrenamiento propioceptivo realizado previamente antes de la fuerza.

Otro factor importante que se debe tener en cuenta a la hora de que se produzcan mejoras en el rendimiento, es la duración total del entrenamiento. Diferentes trabajos de investigación demuestran que para lograr mejoras en la producción de fuerza y potencia se necesita que el entrenamiento tenga una

intensidad y duración suficientes, marcando como mínimo de 4 a 6 semanas (Frontera et al., 1988; Hakkinen et al., 1997; Hakkinen & Pakarinen, 1994; Sipila & Suominen, 1995; Trieth, Ryan, Pratley, Rubin & Miller, 1994), y no mezclándose con otro tipo de entrenamientos (Ramachandran, &Pradhan, 2014), en donde éstos últimos, unieron un protocolo de estiramientos dinámicos con un trabajo pliométrico. En nuestro entrenamiento se estuvo en el límite “alto” de este baremo y según indican estos autores, es lo que pudo afectar a la ausencia de fuerza o intensidad para detectar los efectos del entrenamiento sobre las variables analizadas en la presente Tesis Doctoral.

Al comparar nuestro estudio con otros resultados de la literatura, encontramos que en la mayoría de los estudios, si se detectan mejoras significativas en la capacidad de salto tras realizar programas de entrenamiento pliométrico, sobre la capacidad de salto CMJ, pero no se relacionan con nuestros resultados (Dialo et al., 2001; Flarity et al., 2001; Matavulj et al., 2001; Spurrs et al., 2003 &Wilson et al., 1993). Esto es debido a la reutilización de la energía elástica que se desarrolla con el entrenamiento pliométrico y que es una cualidad característica de este tipo de saltos (CMJ), que se puede haber visto influenciada y mermada por el entrenamiento propioceptivo.

En relación a las pruebas realizadas por otros autores, se identifica el CMJ como una prueba muy sensible a las adaptaciones inducidas por el entrenamiento pliométrico (3,6%) para el análisis de las variables de fuerza, potencia, altura del salto y RFD (García, 2002). En en relación al peso corporal; se obtuvieron valores normales para ambos grupos para los pre-test, post-test y re-test entre grupos pero no diferencias significativas para las variables de fuerza, potencia, altura del salto y RFD.

La falta de significación estadística en los incrementos de la altura de salto, ganancia de fuerza, potencia y RFD, puede deberse a la falta de días de entrenamiento (García et al., 2005), ya que la mayoría de los estudios plantean al menos 3 estímulos semanales y con un periodo de descanso de 48 horas entre ellos, y nunca unidos a otro tipo de intervención o entrenamiento (Santos-García et al., 2008).

Como aplicación práctica, existe abundante evidencia que indica que la participación regular en un programa de entrenamiento con sobrecarga o en un programa de entrenamiento pliométrico, puede mejorar las medias de la fuerza, potencia y RFD en deportistas, pero diversos estudios también sugieren que los cambios en el rendimiento en destrezas motoras resultantes de la participación en un programa combinado de entrenamiento con sobrecarga, y entrenamiento pliométrico, son mayores que con un tipo de entrenamiento por sí solo. De esta manera, se recomienda que los deportistas participen tanto en un programa de entrenamiento pliométrico como en un entrenamiento con sobrecargas.

## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

Siguiendo con las hipótesis planteadas se realizan las siguientes conclusiones:

1. La realización de un entrenamiento integrado y combinado de fuerza, potencia y propiocepción de 12 semanas sobre el tren inferior, no produce adaptaciones significativas sobre la capacidad de salto en jugadores semiprofesionales, pero *sí* produce adaptaciones significativas sobre el efecto residual al entrenamiento para la mejora de la estabilidad.
2. El entrenamiento integrado de fuerza, potencia y propiocepción mejora las variables de desplazamiento del centro de gravedad y área barrida de la elipse, en apoyo monopodal para el grupo experimental, y no muestra ningún cambio para el grupo control. El efecto residual del entrenamiento mejora estas variables analizadas para el grupo experimental frente al grupo control mostrando así la eficacia de este entrenamiento.
3. Existe una disminución del tiempo de estabilización y aumento de las fuerzas estabilizadoras para el grupo experimental, que consigue aumentar la estabilidad dinámica en el grupo experimental al terminar el entrenamiento, y que permanece en el tiempo como efecto residual al entrenamiento. No se mostraron diferencias para el grupo control.
4. La potencia, la fuerza, la RFD y la altura máxima, no aumentan sus valores con el protocolo de trabajo descrito ni para el grupo control ni para el grupo experimental.



## **CAPÍTULO 8. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DEL ESTUDIO**

### **8.1. LIMITACIONES**

Una de las principales limitaciones del presente estudio fue el tamaño muestral (11 jugadores en el grupo control y 14 jugadores en el grupo experimental;  $N = 25$ ). Las causas de este bajo número de participantes fueron dos. En primer lugar, solo se pudieron reclutar a 3 equipos de baloncesto que cumplieran con los requisitos planteados: distancia a la capital, número de jugadores por equipo, categoría deportiva, etc. En segundo lugar, se requirió un compromiso durante un tiempo prolongado difícil de cumplir, por lo que se produjeron algunas muertes experimentales. Hay que tener en cuenta que para un mayor control de los deportistas, se necesitaba una alta implicación por parte de los monitores contratados para guiar los entrenamientos de fuerza y potencia. Y de sus propios entrenadores, de ahí que tampoco se pudiera aumentar la muestra.

Al acotar tanto las características de búsqueda se tuvieron que combinar los sujetos según su puesto específico sin poder estratificarlos de ese modo. Este hecho hace que existan diferencias de nivel intra-grupo. Para reducir o minimizar el efecto de este aspecto, se realizó una distribución aleatoria, sin estratificar.

Se produjo una desproporción en los grupos de muestreo. La causa de esta muerte experimental fue la aparición de lesiones y abandono de la disciplina deportiva por parte de alguno de los jugadores de los tres equipos seleccionados, lo que provocó una desproporción en los grupos, ya que al principio había el mismo número de jugadores en ambos grupos.

### **8.2. DELIMITACIONES**

Los resultados del estudio se pueden extrapolar al tipo de población deportista de carácter semiprofesional y adulta de entre 18 y 35 años con 5 o más

años de experiencia en equipos y en competición. A nivel geográfico se ha delimitado el campo de estudio a los equipos que militan en Liga Autonómica Murciana o Liga EBA.

## **CAPÍTULO 9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

En primer lugar, es importante realizar un protocolo de capacidades propioceptivas específico para jugadores de baloncesto y evaluarlo como tal, antes, durante y después del periodo de competición.

En segundo lugar, sería interesante realizar un protocolo de trabajo de la fuerza y potencia combinado con ejercicios propioceptivos de mayor duración.

Y en tercer lugar, convendría compaginar estos tipos de entrenamientos combinando diferentes materiales propioceptivos (colchonetas, con sistemas de entrenamientos



## CAPÍTULO 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadie, B. R., & Wentworth, M. C. (2000). Prediction of one repetition maximal strength from a 5-10 repetition submaximal strength test in college-aged females. *Journal of Exercise Physiology - Online*, 3,1-7
- Alcaraz, P. E., Sánchez-Lorente, J., & Blazevich, A. J. (2008). Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. *Strength Cond Res*, 22(3), 667-671.
- Alcaraz, P.E., Perez-Gomez, J., Chavarrias, M., & Blazevich, A.J. (2011). Similarity in adaptations to high-resistance circuit vs. traditional strength training in resistance-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2519-2527.
- Aragón, M. (s.f.). *El mundo del fútbol. Fundamentos técnicos*. Recuperado de <http://yeffri987.galeon.com/aficiones1333224.html>
- Aranceta, J. (2003). Community nutrition. *European journal of clinical nutrition*, 57, 79-81.
- Arias, F. (2006) *El proyecto de investigación; introducción a la metodología científica*. Caracas. 5ta Edición. Editorial Espíteme.
- Arnold, B.L., & Schmitz, R.J. (1998). Examination of balance measures produced by the Biodex Stability System. *Journal of athletic training*, 33(4), 323.
- Asadi, A., de Villarreal, E.S., & Arazi, H. (2015). The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1870-1875.

- Ashton-Miller, J.A., Ottaviani, R.A., Hutchinson, C., & Wojtys, E.M. (1996). What best protects the inverted weightbearing ankle against further inversion? Evertor muscle strength compares favorably with shoe height, athletic tape, and three orthoses. *The American journal of sports medicine*, 24(6), 800-809.
- Astrand, P.O. y Rodahl, K. (1992). *Fisiología del trabajo físico: bases fisiológicas del ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Atehortua, H. V. (1996). *El baloncesto: un juego ciencia*. Marin Vieco.
- Attene, G., Iuliano, E., Di Cagno, A., Calcagno, G., Moalla, W., Aquino, G., & Padulo, J. (2014). Improving neuromuscular performance in young basketball players: plyometric vs. technique training. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 55(1-2), 1-8.
- Badillo, J.J.G. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte: posibles aplicaciones al entrenamiento. *Revista de entrenamiento deportivo*, 14(1), 5-16.
- Barriga, A. (2004). Epidemiología: Lesiones traumáticas más frecuentes en el baloncesto. En Jiménez, J.F, Caballero, A., Villa, J.G. y Barriga, A. *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto*. 1ª ed. (pp.189-191). Castilla la Mancha: Cuaderna Editorial.
- Basco, A. (2004). Medidas fisioterapéuticas en cada uno de los momentos de la práctica del baloncesto. En Jiménez, J.F, Caballero, A., Villa, J.G. y Barriga, A. *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto*. 1ª ed. Castilla la Mancha: Cuaderna Editorial.
- Bastos, A.D.A., González-Boto, R., Molinero, O., y Salguero, A. (2005). Obesidad, nutrición y actividad física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 18, 75-79.
- Battaglia, G., Paoli, A., Bellafiore, M., Bianco, A., & Palma, A. (2014). Influence of a sport-specific training background on vertical jumping and throwing performance in young female basketball and volleyball players. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 54(5), 581-7.

- Battistella, L.R. & Shinzato, G.T. Retorno à atividade física pós-tratamento do aparelho locomotor (1999). En Ghoroyeb N. & Barros T.O, *Exercício: por tração fisiológica avaliação médica, aspectos especiais e preventivos* (pp. 295-304). São Paulo: Atheneu.
- Beard, D. & Refshauge, K. Effects of ACL Reconstruction on proprioception and neuromuscular performance. (2000). En Lephart, S.M. & Fu F.H, *Proprioception and neuromuscular control in joint stability* (pp. 213-224). Philadelphia: Human Kinetics.
- Ben Abdelkrim, N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional Role and Competitive-Level Differences in Elite-Level Men's Basketball Players. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 24(5), 1346-1355.
- Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S. & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.
- Ben Abdelkrim, N.B., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British journal of sports medicine*, 41(2), 69-75.
- Benítez, J.D. y Poveda, J. (2010). La propiocepción como contenido educativo en primaria y secundaria. *Revista Pedagógica ADAL*, N<sup>o</sup>. 21, 24-28.
- Bernier, J.N., & Perrin, D.H. (1998). Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(4), 264-275.
- Beynon, B.D., Vacek, P.M., Murphy, D., Alosa, D., & Paller, D. (2005). First-time inversion ankle ligament trauma the effects of sex, level of competition, and sport on the incidence of injury. *The American journal of sports medicine*, 33(10), 1485-1491.
- Biel Sáez, E. (2003). Vendajes funcionales en la prevención de lesiones en el baloncesto. *Jornadas sobre prevención de lesiones en baloncesto. Cuadernos Técnicos del Deporte*, 36.

- Borowski, L.A., Yard, E.E., Fields, S K., & Comstock, R. D. (2008). The epidemiology of US high school basketball injuries, 2005–2007. *The American journal of sports medicine*, 36(12), 2328-2335.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology*, 50(2), 273-282. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00422166>
- Brown, K. (2008). Elevación: entrenamiento del salto vertical. *Alto rendimiento: ciencia deportiva, entrenamiento y fitness*, (44), 1.
- Brown, L., & Ferrigno, V. (2007). *Entrenamiento de velocidad, agilidad y rapidez*. Badalona, España: Editorial Paidotribo.
- Brown, M.E., Mayhew, J. L., Boleach, L. W., (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 26(1), 1-4.
- Brumitt, J. (2009). Evaluando el equilibrio atlético con la prueba funcional de excursión en estrella. *Revista Alto Rendimiento*, 8(47), 6-7.
- Calleja-González, J., Terrados, N., Mielgo-Ayuso, J., Delextrat, A., Jukic, I., Vaquera, A.,... & Ostojic, S. M. (2015). Evidence-based post-exercise recovery strategies in basketball. *The Physician and sportsmedicine*, 1-5.
- Calleja-González, J., Tobalina, J.C., Martínez-Santos, R., Mejuto, G., y Terrados, N. (2015). Evolución de las capacidades físicas en jugadores jóvenes de baloncesto de medio nivel. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(3), 199-204.
- Cañizares, S., Sampedro, J., (1993). Cuantificación del juego y de las acciones del base en baloncesto. *Clinic*, 22.
- Caraffa, A., Cerulli, G., Projetti, M., Aisa, G., & Rizzo, A. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 4(1), 19-21.

- Carlock, J. M., Smith, S. L., Hartman, M. J., Morris, R. T., Ciroslan, D. A., Pierce, K. C.,... & Stone, M. H. (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 534-539.
- Carter, E. A., Westerman, B. J., & Hunting, K. L. (2011). Risk of injury in basketball, football, and soccer players, ages 15 years and older, 2003–2007. *Journal of athletic training*, 46(5), 484.
- Caspersen, C.J., Powell, K.E., & Christenson, G.M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, 100(2), 126.
- Clark, V.M., & Burden, A.M. (2005). A 4-week wobble board exercise programme improved muscle onset latency and perceived stability in individuals with a functionally unstable ankle. *Physical therapy in sport*, 6(4), 181-187.
- Colby, S., Hintermeister, R.A., Torry, M.R. & Steadman, J.R. (1999). Lower limb stability with ACL impairment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29(8), 444-454.
- Colli, R., y Faina, M. (1987). Investigación sobre el rendimiento en el basket. *Revista de entrenamiento deportivo*, 1(2), 3-10.
- Comas, M. (1991). *Baloncesto, más que un juego: Historia del baloncesto*. Barcelona: Gymnos.
- Cometti, G., (2002). *El entrenamiento de la velocidad*. Barcelona: Paidotribo
- Contreras, F. (s.f.). *Principios tácticos del fútbol*. Recuperado de [http://www.escoladefutbol.com/beto/docs/prin\\_tac/prin\\_tac.htm](http://www.escoladefutbol.com/beto/docs/prin_tac/prin_tac.htm)
- Cormery, B., Marcil, M., & Bouvard, M. (2008). Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *British journal of sports medicine*, 42(1), 25-30.

- Costa, I. (2005). Características físico-fisiológicas de los jugadores de basquetbol. *PubliCE Standard*.
- Cote, K.P., Brunet II, M.E., Gansneder, B.M., & Shultz, S.J. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training*, 40(1), 41.
- Cumps, E., Verhagen, E. & Meeusen, R. (2007). Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(2):212-219.
- Dal monte, A., Gallozi, C., Lupo, S., Marcos, E. y Menchinelli, C. Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. *Apunts*. XXIV: 243-251, 1987.
- Dal Monte, A., Gallozi, C., Lupo, S., Marcos, E., y Menchinelli, C. (1987). Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. *Apunts Medicina del" Esport (Castellano)*, 24(094), 243-252.
- Dal Pupo, J., Detanico, D., & Dos Santos, S.G. (2012). Kinetic parameters as determinants of vertical jump performance. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 14(1), 41-51.
- De Souza, S.A.F., Faintuch, J., Valezi, A.C., Sant'Anna, A.F., Gama-Rodrigues, J.J., de Batista Fonseca, I.C., ... & Senhorini, R.C. (2005). Gait cinematic analysis in morbidly obese patients. *Obesity Surgery*, 15(9), 1238-1242.
- Deitch, J. R., Starkey, C., Walters, S. L., & Moseley, J. B. (2006). Injury Risk in Professional Basketball Players A Comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association Athletes. *The American journal of sports medicine*, 34(7), 1077-1083.
- Díaz Hellín, M., del Campo, V.L., Gómez Navarrete, J.S., Gómez-Valades, J.M., Barbado Murillo, D., y Sabido Solana, R. (2014). Diferencias en tests isométricos de fuerza y tests de salto entre jugadores de baloncesto profesionales y amateurs. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 9(26), 155-162.

- Diez Leal, S. (2006) *Estudio cinemático de la competición en baloncesto femenino profesional*. (Diploma de Estudios Avanzados). Universidad de León.
- DiStefano, L.J., Padua, D.A., Brown, C.N., & Guskiewicz, K.M. (2008). Lower extremity kinematics and ground reaction forces after prophylactic lace-up ankle bracing. *Journal of athletic training*, 43(3), 234-241.
- Dvir, Z. (2004). *Isokinetics. Muscle Testing, interpretation and Clinical Applications*. Ed. Churchill Livingstone.
- Echegoyen, P. (2009). *Perfil del futbolista profesional uruguayo, estudio socio-económico*. Recuperado de <http://www.plazadedeportes.com/imgnoticias/15730.pdf>
- Eils, E., & Rosenbaum, D. (2001). A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(12), 1991-1998.
- Emery, C.A., Rose, M.S., McAllister, J.R., & Meeuwisse, W.H. (2007). A prevention strategy to reduce the incidence of injury in high school basketball: a cluster randomized controlled trial. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(1), 17-24.
- Entrala-Bueno, A., Iglesias, C., & De Jesús, F. (2003). Diet and physical activity: a healthful binomial. *European journal of clinical nutrition*, 57, 63-65.
- Esparza, F. (2004). Incidencia de las alteraciones axiales ortopédicas en el jugador de baloncesto. En Jiménez, J.F, Caballero, A., Villa, J.G. y Barriga, A. *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto*. 1ª ed (143-148). Castilla la Mancha: Cuaderna Editorial.
- Esper Di Cesare, P.A. (2000). El entrenamiento de la agilidad en el baloncesto de divisiones formativas. *Revista Digital-Buenos Aires- Lecturas: Educación Física y Deportes*, 24.

- Fitzpatrick, R., & McCloskey, D.I. (1994). Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *The Journal of physiology*, 478(1), 173-186.
- Freeman, M.A.R. (1965). Treatment of ruptures of the lateral ligament of the ankle. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, 47(4), 661-668.
- Frizziero, A., Trainito, S., Oliva, F., Aldini, N. N., Masiero, S., & Maffulli, N. (2014). The role of eccentric exercise in sport injuries. Rehabilitation. *British medical bulletin*, 110(1), 47-75.
- Fu, A.S., & Hui-Chan, C.W. (2005). Ankle joint proprioception and postural control in basketball players with bilateral ankle sprains. *The American journal of sports medicine*, 33(8), 1174-1182.
- García, J. y Sánchez, J.M. (1998). Análisis isocinético de los eversores e inversores como mecanismo dinámico en la estabilidad de la zona en inversión del tobillo. *Fisioterapia*, 20, 79-71.
- García, J., Navarro, M. y Ruíz, J. (1996). *Planificación del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos
- García-López, J. y Peleteiro, J. (2004). Tests de salto vertical (II): Aspectos biomecánicos. *Rendimiento Deportivo.com*, 7. Recuperado de <http://www.RendimientoDeportivo.com/N007/Artic032.htm>
- Giménez Salillas, L. (2003). Lesiones en las extremidades inferiores en el baloncesto. *Jornadas sobre prevención de lesiones en baloncesto. Cuadernos Técnicos del Deporte*, 36.
- Gimenez, F.J (2003). *El deporte en el marco de la educación física*. Sevilla: Wenceulen.
- Golanó, P., Pérez-Carro, L., Saenz, I. y Vega, J. (2004). Lesiones ligamentosas agudas y crónicas de la articulación del tobillo. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*, 48(3), 35-44.

- Gómez, J., Núñez, V., Viana, B., Da Silva, M., García, J., Lancho, J. y Alvero, J. (2005). Modificaciones morfo-funcionales con un sistema de entrenamiento A.T.R. en un equipo de fútbol profesional. *Apunts. Medicina de l'sport*, 11- 22.
- González Badillo, J.J. (2013). Medida de la Función Neuromuscular. *La medición del rendimiento físico y deportivo. Máster en Rendimiento Físico y Deportivo*. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla. España.
- González-Badillo, J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 14(1), 5-16
- Greve, J., Alonso, A., Bordini, A.C.P., & Camanho, G.L. (2007). Correlation between body mass index and postural balance. *Clinics*, 62(6), 717-720.
- Grosser, M., Starischka, S., Zimmermann, E., y Luldjuraj, P. (1988). *Principios del entrenamiento deportivo*. Ediciones Martínez Roca.
- Grosser, M., Zintl, F., y Brüggemann, P. (1989). *Alto rendimiento deportivo: planificación y desarrollo*. Ediciones Martínez Roca.
- Gutiérrez, M. (1991). *La educación Psicomotriz y el Juego en la Edad Escolar*. Sevilla: Grupo Wanceulen.
- Gutiérrez, M., (1999). Estática: sistemas en equilibrio. En M. Gutiérrez. *Biomecánica Deportiva* (pp. 125-128). Madrid: Grupo Síntesis.
- Gutiérrez-Fisac, J.L., Banegas Banegas, J.L., Rodríguez Artalejo, F., & Regidor, E. (2000). Increasing prevalence of overweight and obesity among Spanish adults, 1987–1997. *International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders*, 24(12).
- Hale, S.A., & Hertel, J. (2005). Reliability and sensitivity of the Foot and Ankle Disability Index in subjects with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*, 40(1), 35.

- Hardy, L., Huxel, K., Brucker, J., & Nesser, T. (2008). Prophylactic ankle braces and star excursion balance measures in healthy volunteers. *Journal of athletic training*, 43(4), 347-351.
- Häfelinger, U. y Schuba, V. (2010). *La coordinación y el entrenamiento propioceptivo*. Editorial Paidotribo.
- Harre, D. (1987). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Editorial Stadium SRL.
- Hertel, J. (2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of athletic training*, 37(4), 364.
- Hills, A.P., & Parker, A.W. (1991). Gait characteristics of obese children. *Arch Phys Med Rehabil*, 72(6), 403-7.
- Hislop, H. & Perrine, J. J. (1967). The Isokinetic concept of exercise. *Physical Therapy*, 47, 114-117.
- Hoffman, J.R , Tenenbaum, G., Maresh, C.M. & Kraemer, W. J. (1996). Relationship between athletic performance test and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 67-71.
- Hoffman, M. A., & Koceja, D. M. (1997). Dynamic balance testing with electrically evoked perturbation: A test of reliability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 290-293.
- Hrysomallis, C., McLaughlin, P., & Goodman, C. (2006). Relationship between static and dynamic balance tests among elite Australian footballers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 288-291.
- Hue, O., Simoneau, M., Marcotte, J., Berrigan, F., Doré, J., Marceau, P., ... & Teasdale, N. (2007). Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & posture*, 26(1), 32-38.
- Huesa, F., y Carabias, A. (2000). *Isocinéticos: metodología y utilización*. Madrid: Mapfre.

- Janeira, M. A. & Maia, J. (1998). Game intensity in basketball. An interactionist view linking time-motion analysis, lactate concentration and heart rate. *Coaching and Sport Science journal*, 3(2), 26-30.
- Jiménez, I. (2002). El equilibrio. En Jiménez, J. y Jiménez, I. *Psicomotricidad. Teoría y programación* (pp. 59-61). Barcelona: Grupo Escuela Española.
- Jiménez, J. (2007a). Teoría y metodología del entrenamiento deportivo. *Especialización en educación física: Entrenamiento deportivo. Universidad de Antioquia*, 85.
- Jiménez, J. (2007b). Teoría y metodología del entrenamiento deportivo. *Especialización en educación física: Entrenamiento deportivo. Universidad de Antioquia*, 86.
- Kejonen, P., Kauranen, K., & Vanharanta, H. (2003). The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84(1), 17-22.
- Keogh, J. W., Wilson, G. J., & Weatherby, R. E. (1999). A Cross-Sectional Comparison of Different Resistance Training Techniques in the Bench Press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 247-258.
- Kernozek, T., Durall, C.J., Friske, A., & Mussallem, M. (2008). Ankle bracing, plantar-flexion angle, and ankle muscle latencies during inversion stress in healthy participants. *Journal of athletic training*, 43(1), 37-43.
- Kidgell, D.J., Horvath, D.M., et al (2007). Effect of six weeks of dura disc and mini-trampoline balance training on postural sway in athletes with functional ankle instability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2): p. 466-9
- Kraemer, W. & Fleck, S. (2007). *Optimizing Strength Training, Designing Nonlinear Periodization Workouts*. Connecticut: Paper.
- Lacio, M. L., Damasceno, V. O., Vianna, J. M., Lima, J. R. P., Reis, V. M., Brito, J. P., & Fernandes Filho, J. (2010). Precisão das equações preditivas de

- 1-RM em praticantes não competitivos de treino de força. *Motricidade*, 6(3), 31-37.
- Lamb, D.R. (1985). *Fisiología del ejercicio: respuestas y adaptaciones*. Madrid: Macmillan.
- Lauersen, J.B., Bertelsen, D.M., & Andersen, L.B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*, 48(11), 871-877.
- Le Boulch, J. (1997). *La educación Psicomotriz en la Escuela Primaria*. Barcelona: Paidós
- Ledin, T., & Ödkvist, L.M. (1993). Effects of increased inertial load in dynamic and randomized perturbed posturography. *Acta otolaryngologica*, 113(3), 249-252.
- Lephart, S.M., Pincivero, D.M., Giraido, J. L., & Fu, F.H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American journal of sports medicine*, 25(1), 130-137.
- López, J.M. (2004). Conocimiento y desarrollo corporal en el cuerpo: imagen y percepción. En J.M. López. *Los contenidos de la educación física en la educación primaria* (pp. 172-176). Granada: Grupo editorial universitario.
- Lumex, Inc. (1983), *Isolated Joint Testing and Exercise: A Handbook for Using Cybex II and the U4B.X.T.*, New York.
- Lyakh, V., Mikołajec, K., Bujas, P., & Litkowycz, R. (2014). Review of Platonov's "Sports Training Periodization. General Theory and its Practical Application" –Kiev: Olympic Literature, 2013. *Journal of human kinetics*, 44(1), 259-263.
- Manonelles, P. (2004). Epidemiología de las lesiones en el baloncesto. Predicción de talla. En Jiménez, J.F, Caballero, A., Villa, J.G. y Barriga,

- A. *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto. 1ª ed.* (pp.157-175).Castilla la Mancha: Cuaderna Editorial.
- Manonelles, P. y Tárrega, L. (1988). Epidemiología de las lesiones en el baloncesto. *Archivos de Medicina del Deporte*, 15(68), 479-483.
- Manzi, V., D'Ottavio, S., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1399-1406.
- Martín-Casado, L., Avendaño-Coy, J., Rodríguez, J., Alegre, L., & Aguado, X. (2011). La estimulación eléctrica neuromuscular del tibial anterior vs superficie viscoelástica en la reeducación de la propiocepción del tobillo. *Un estudio piloto. Apunts. Medicina De L'esport*, 46(170), 73-79.
- Mc Cormick, B.T. (2012). Task Complexity and Jump Landings in Injury Prevention for Basketball Players. *Strength and Conditioning Journal*, 34(2), 89.
- Mc Dermont, D.P. (1993). *Lesiones del pie y tobillo en el baloncesto. Clínicas de Medicina Deportiva*. Madrid: Mc Graw Hill.
- McArdle, W., Katch, V. y Katch, P. (1986). *Fisiología del ejercicio: energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza Deporte
- McCall, A., Carling, C., Nedelec, M., Davison, M., Le Gall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2014). Risk factors, testing and preventative strategies for non-contact injuries in professional football: current perceptions and practices of 44 teams from various premier leagues. *British journal of sports medicine*, bjsports-2014.
- McCormick, B.T., Hannon, J.C., Newton, M., Shultz, B., Detling, N., & Young, W.B. (2016). The Effects of Frontal-and Sagittal-Plane Plyometrics on Change-of-Direction Speed and Power in Adolescent Female Basketball Players, 11(1), 102-107.

- McGraw, B., McClenaghan, B.A., Williams, H.G., Dickerson, J., & Ward, D.S. (2000). Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(4), 484-489.
- McGuine, T.A., & Keene, J.S. (2006). The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *The American journal of sports medicine*, 34(7), 1103-1111.
- McKay, G.D., Goldie, P.A., Payne, W.R., & Oakes, B.W. (2001). Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *British Journal of Sports Medicine*, 35(2), 103-108.
- Mckeon, P., Ingersoll, C., Kerrigan, D.C., Saliba, E., Bennett, B., & Hertel, J. (2008). Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine+ Science in Sports Exercise*, 40(10), 1810.
- McKeon, P.O., & Hertel, J. (2008). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing?. *Journal of athletic training*, 43(3), 293-304.
- Meana, M., López, J.L., Grande, I. y Aguado, X. (2000). El esguince de tobillo en deporte de colaboración-oposición: mecanismos de lesión. *Archivos de medicina del Deporte*, 17(75), 59-67.
- Meijer, J.P., Jaspers, R.T., Rittweger, J., Seynnes, O.R., Kamandulis, S., Brazaitis, M., ... & Degens, H. (2015). Single muscle fibre contractile properties differ between body-builders, power athletes and control subjects. *Experimental physiology*, 100(11), 1331-1341.
- Michailidis, Y., Fatouros, I.G., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., ... & Leontsini, D. (2013). Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 38-49.
- Moiler, K., Hall, T., & Robinson, K. (2006). The role of fibular tape in the prevention of ankle injury in basketball: A pilot study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(9), 661-668.

- Monterrey, P. y Porrata, M. (2001). Procedimiento gráfico para la evaluación del estado nutricional de los adultos según el índice de masa corporal. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 15, 62-7.
- Muñoz, D. (2009). La coordinación y el equilibrio en el área de Educación Física. Actividades para su desarrollo. *Revista Digital-Buenos Aires-Lecturas: Educación Física y Deportes*13(130).
- Murphy, D.F., Connolly, D.A J., & Beynnon, B.D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British journal of sports medicine*, 37(1), 13-29.
- Myer, G.D., Ford, K.R., Mclean, S.G., & Hewett, T.E. (2006). The Effects Of Plyometric Vs Dynamic Stabilization And Balance Training On Power, Balance And Landing Force In Female Athletes. *American Journal Of Sports Medicine*, 34(3), 445-455.
- Navarro, F. (s.f.). Curso universitario de especialista en alto rendimiento deportivo. *Conceptos básicos del entrenamiento deportivo*. 1.
- Nitz, A.J., Dobner, J.J., & Kersey, D. (1985). Nerve injury and grades II and III ankle sprains. *The American journal of sports medicine*, 13(3), 177-182.
- Pasanen, K., Parkkari, J., Pasanen, M., Hilloskorpi, H., Mäkinen, T., Jarvinen, M., ... & Kannus, P. (2008). Neuromuscular Training And The Risk Of Leg Injuries In Female Football Players: Cluster Randomised Controlled Study. *British Journal Of Sports Medicine*, 42(10), 802-805.
- Perrine D.H. (1994). *Isocinética. Ejercicios y evaluación*. Barcelona: Ed. Bellaterra.
- Platonov, V. N., y Bulatova, M. (2001). *La preparación física* (Vol. 3). Editorial Paidotribo.
- Powell, J. W., & Barber-Foss, K.D. (2000). Sex-related injury patterns among selected high school sports. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(3), 385-391.

- Prentice, A.M., & Jebb, S.A. (2003). Fast foods, energy density and obesity: a possible mechanistic link. *Obesity reviews*, 4(4), 187-194.
- Ramachandran, S., & Pradhan, B. (2014). Effects of short-term two weeks low intensity plyometrics combined with dynamic stretching training in improving vertical jump height and agility on trained basketball players. *Indian J Physiol Pharmacol*, 58(2), 133-136.
- Refoyo, I., Calleja, J., Larrinaga, A. y Vaquera, A. (Mayo de 2006). *Análisis de factores neuromusculares durante una temporada en dos grupos de jugadores de baloncesto*. En Alto Rendimiento. Ciencia Deportiva, entrenamiento y fitness, I Congreso Internacional de las Ciencias Deportivas, Pontevedra.
- Rodríguez C. (2004). Patología del tobillo y pie en el jugador de baloncesto. En Jiménez, J.F, Caballero, A., Villa, J.G. y Barriga, A. *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto*. 1ª ed. (p. 207). Castilla la Mancha: Cuaderna Editorial.
- Rodríguez, C. (2004). El jugador de baloncesto adolescente. En: Jiménez, J.F., Caballero A, Villa JG, Barriga A. *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto* (p.213). Castilla la Mancha: Cuaderna.
- Rojas, F.J., Cepero, M., Onaa, A. & Gutierrez, M. (2000). Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an Opponent. *Ergonomics*, 43(10), 1651-1660.
- Romero, C., (2000). Las Capacidades Perceptivo-Motoras y su Desarrollo. En M.M. Ortiz. *Comunicación y Lenguaje Corporal*. pp. 115-169. Granada: Grupo Proyecto Sur de ediciones.
- Romero, D. y Tous, J. (2011). *Prevención de lesiones en el deporte: claves para un rendimiento deportivo óptimo*. Madrid: Editorial Médica Panamericana
- Ruiz, M.C., García, J., Carrillo de albornoz, M., Martín, M.C., Domínguez, A. y Villares, E. (2004). Incidencia de lesiones por sobrecarga en el pie en jugadoras de baloncesto universitarias. En Jiménez, J.F, Caballero, A., Villa, J.G. y Barriga, A. *Novedades en Medicina y Traumatología del*

- Deporte: Baloncesto. 1ª ed* (pp. 263-265). Castilla la Mancha: Cuaderna Editorial.
- Sacco, I.D.C N., Takahasi, H.Y., Suda, E.Y., Battistella, L R., Kavamoto, C.A., Lopes, J.A. F., & Vasconcelos, J.C.P.D. (2006). Ground reaction force in basketball cutting maneuvers with and without ankle bracing and taping. *Sao Paulo Medical Journal*, 124(5), 245-252.
- Sáez de Villarreal, E., Kellis, E., Kraemer, W.J., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 495-506.
- Sáez de Villarreal, E., Requena, B., & Cronin, J.B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: A meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 575-584.
- Safran, M.R., Benedetti, R.S., Bartolozzi 3rd, A.R., & Mandelbaum, B. R. (1999). Lateral ankle sprains: a comprehensive review: part 1: etiology, pathoanatomy, histopathogenesis, and diagnosis. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(7 Suppl), S429-37.
- Sampaio, J., McGarry, T., Calleja-González, J., Sáiz, S. J., i del Alcázar, X. S., & Balciunas, M. (2015). Exploring game performance in the national basketball association using player tracking data. *PloS one*, 10(7),
- Sampedro, J. (1999). Apuntes de planificación en baloncesto. Curso de Entrenador Superior. Málaga FEB.
- San Román, J., Calleja, J., Castellano, J. y Casamichana, D. (2010). Análisis de la capacidad de salto antes, durante y después de la competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *International Journal of Sport Science*, 21(6), 311-321
- Schiftan, G.S., Ross, L.A., & Hahne, A.J. (2015). The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(3), 238-244.

- Sell, T.C. (2012). An examination, correlation, and comparison of static and dynamic measures of postural stability in healthy, physically active adults. *Physical Therapy in Sport*, 13(2), 80-86.
- Serrabona, M. (1999). El entrenamiento de la resistencia en el jugador de baloncesto. *Revista Clinic*, 46.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. (2000b). *Motor Control. Theory and Practical Applications*. Baltimore, MD: Lippincott Williams and Wilkins.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2000a). Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(1), 10.
- Siff, M.C. y Verkhoshansky, Y. (2000). "Súper entrenamiento". Barcelona: Paidotribo (2000)
- Silva, D. A. S., Petroski, E. L., & Araujo Gaya, A. C. (2013). Anthropometric and physical fitness differences among Brazilian adolescents who practise different team court sports. *Journal of human kinetics*, 36(1), 77-86.
- Smith, B. et al. (2012). Ankle Strength and Force Sense After a Progressive, 6-Week Strength-Training Program in People With Functional Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 47, (3).
- Soriano, A. (2004). Tratamiento de las lesiones de tobillo y pie en baloncesto. En Jiménez, J.F, Caballero, A., Villa, J.G. y Barriga, A. *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto. 1ª ed.* Castilla la Mancha: Cuaderna Editorial.
- Starkey, C. (2000). Injuries and illnesses in the National Basketball Association: a 10-year perspective. *Journal of Athletic Training*, 35(2), 161.
- Stasinopoulos, D. (2004). Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. *British journal of sports medicine*, 38(2), 182-185.

- Tang, P.F., Moore, S., & Woollacott, M. H. (1998). Correlation between two clinical balance measures in older adults: functional mobility and sensory organization test. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 53(2), 140-146.
- Theoharopoulos, G. & Tsitskaris, G. (1998). *Isokinetic evaluation of the ankle plantar and dorsiflexion strength to determine the dominant limb in basketball players*. Department of Physical Education and Sports Sciences, Division of Sports and Recreation.
- Timm, K. E. (1988). Reliability of Cybex 340 and MERAC isokinetic measures of peak torque, total work, and average power at five test speeds. *Phys. Ther*, 69, 782.
- Torres-Unda, J., Zarrasquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S. M., ... & Irazusta, J. (2015). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*.
- Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.
- Tsimachidis, C., Patikas, D., Galazoulas, C., Bassa, E., & Kotzamanidis, C. (2013). The post-activation potentiation effect on sprint performance after combined resistance/sprint training in junior basketball players. *Journal of sports sciences*, 31(10), 1117-1124.
- Twellaar, M., Veldhuizen, J.W., & Verstappen, F. T. (1993). Ankle sprains. Comparison of long-term results of functional treatment methods with adhesive tape and bandage ("brace") and stability measurement. *Der Unfallchirurg*, 96(9), 477-482.
- Urrialde, J.M., Núñez, S.P., y del Olmo, A.B. (2006). Inestabilidad crónica de tobillo en deportistas. Prevención y actuación fisioterápica. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 9(2), 57-67.
- Vanmeerhaeghe, A. F., Tutusaus, L. C., de Antolín Ruiz, P. y Massó i Ortigosa, N. (2008). Efectos de un entrenamiento propioceptivo sobre la

- extremidad inferior en jóvenes deportistas jugadores de voleibol. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 43(157), 5-13.
- Vázquez Rabaz, S. (1985). *Baloncesto básico*. Madrid: Alhambra.
- Verhagen, E., Van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., & Van Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains a prospective controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 32(6), 1385-1393.
- Verkhoshansky, Y., & Lazarev, V. (1989). FROM THE EASTERN BLOC: Principles of planning speed and strength/speed endurance training in sports. *National Strength And Conditioning Association J*,11(2), 58.
- Verkhoshansky, Y. (1990). *Entrenamiento deportivo*. Barcelona: Martínez Roca.
- Verkhoshansky, Y. (1999). *Todo sobre el método pliométrico*. Barcelona: Paidotribo.
- Vickers, J.N. (2007). *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*. Human Kinetics.
- Villa, J. y Vaquera, A. (2004). Valoración fisiológica del jugador de baloncesto: test específicos. En Jiménez, J.F., Caballero, A., Villa, J.G. y Barriga, A. *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto*. 1ª ed. (pp. 83-94). Castilla la Mancha: Cuaderna Editorial.
- Wearing, S.C., Hennig, E.M., Byrne, N.M., Steele, J.R., & Hills, A.P. (2006). The biomechanics of restricted movement in adult obesity. *Obesity reviews*, 7(1), 13-24.
- Wikstrom, E. A., Tillman, M.D., Smith, A.N. & Borsa, P.A. (2005). A New Force-Plate Technology Measure of Dynamic Postural Stability: The Dynamic Postural Stability Index. *Journal of Athletic Training*,40(4), 305–309
- William, E. (1997). *Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva*. Barcelona: Paidotribo.

- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & posture, 16*(1), 1-14.
- Zemková, E., & Hamar, D. (2010). The effect of 6-week combined agility-balance training on neuromuscular performance in basketball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness, 50*(3), 262-267.
- Zribi, A., Zouch, M., Chaari, H., Bouajina, E., Ben, N. H., Zaouali, M....& Tabka, Z. (2014). Short-Term Lower-Body Plyometric Training Improves Whole-Body BMC, Bone Metabolic Markers, and Physical Fitness in Early Pubertal Male Basketball Players. *Pediatric exercise science, 26*(1), 22-32.



## CAPÍTULO 11. ANEXOS

### 11.1. PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTOS INTEGRADOS DE FUERZA, POTENCIA Y PROPIOCEPCIÓN (MACROCICLO)

Tabla 32. *Primera semana de entrenamiento*

Semana 1: Mesociclo de acumulación

1º Calcular indirectamente la RM de cada jugador.

Objetivo. Fuerza: Trabajar la Fuerza máxima.

Objetivo. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo con colchonetas de equilibrio.

**Sesión 1:**

1.- Cálculos de RM de cada jugador

2.- Jugador encima de la colchoneta balance mats 16", con apoyo bipodal pasándose el balón con un compañero.

3.- Jugador encima de la colchoneta balance mats 16, con apoyo monopodal pasándose el balón con un compañero.

**Sesión 2:**

1.- Sentadillas al 60-65% RM. 12 repeticiones. 3 series. 2`recuperación entre series.

2.- Jugador encima de la colchoneta balance mats 16", con apoyo bipodal pasándose el balón con un compañero.

3.- Jugador encima de la colchoneta balance mats 16 con apoyo monopodal pasándose el balón con un compañero.

**Sesión 3:**

1.- Sentadillas al 70% RM. 12 repeticiones. 3 series. 2`recuperación entre series.

2.- Jugador encima de la colchoneta balance mats 16", con apoyo bipodal pasándose el balón con un compañero.

3.- Jugador encima de la colchoneta balance mats 16", con apoyo monopodal pasándose el balón con un compañero.

<i>Tabla 33. Segunda semana de entrenamiento</i>
<p><b>Semana 2:</b>            Objetivo. Fuerza: Trabajar la Fuerza máxima            Objetivo. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo con colchonetas de equilibrio.</p> <p><b>Sesión 4:</b>            1.- Sentadillas al 75% RM. 12 repeticiones. 3 series. 2`recuperación entre series.            2.- El jugador salta a la colchoneta balance mats 16", cogiendo el balón y luego gira 180º            3.- El jugador salta a la colchoneta balance mats 16", cogiendo el balón y luego lanza a canasta.</p> <p><b>Sesión 5:</b>            1.- Sentadillas al 80% RM. 8 repeticiones. 3 series. 2`recuperación entre series.            2.- El jugador salta a la colchoneta balance mats 16", cogiendo el balón y luego gira 180º            3.- El jugador salta a la colchoneta balance mats 16", cogiendo el balón y luego lanza a canasta.</p> <p><b>Sesión 6:</b>            1.- Sentadillas al 80% RM. 10 repeticiones. 3 series. 2`recuperación entre series.            2.- El jugador salta a la colchoneta balance mats 16", cogiendo el balón y luego gira 180º            3.- El jugador salta a la colchoneta balance mats 16", cogiendo el balón y luego lanza a canasta.</p>

<i>Tabla 34. Tercera semana de entrenamiento</i>
<p><b>Semana 3:</b>            Objetivo. Fuerza: Trabajar la Fuerza máxima            Objetivo. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo en Tablas de equilibrio.</p> <p><b>Sesión 7:</b>            1.- Sentadillas al 85% RM. 8 repeticiones. 3 series. 2`recuperación entre series.            2.- Squat bipodal en Tabla de equilibrio Cordisc 13".            3.- Pase de balón con apoyo bipodal en Cordisc 13".</p> <p><b>Sesión 8:</b>            1.- Sentadillas al 85% RM. 8 repeticiones. 3 series. 2`recuperación entre series.            2.- Squat bipodal en Tabla de equilibrio Cordisc 13".            3.- Pase de balón con apoyo bipodal en Cordisc 13".</p> <p><b>Sesión 9:</b>            1.- Sentadillas al 90% RM. 6 repeticiones. 3 series. 2`recuperación entre series.            2.- Squat bipodal en Tabla de equilibrio Cordisc 13".            3.- Pase de balón con apoyo bipodal en Cordisc 13".</p>

<i>Tabla 35. Cuarta semana de entrenamiento</i>
<p><b>Semana 4:</b> Se cambia al mesociclo de transformación. Objetivo Fuerza: trabajar la Potencia Objetivo. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo en Tablas de equilibrio.</p> <p><b>Sesión 10:</b> 1.- Ejercicio: Squat Jump. Carga del 25%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Ejercicio: Saltos horizontales. Carga del 25%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 3.- Squat bipodal en Tabla de equilibrio Cordisc 13" del 25%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.</p> <p><b>Sesión 11:</b> 1.- Ejercicio: Squat Jump. Carga del 25%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Ejercicio: Saltos horizontales. Carga del 25%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 3.- Squat bipodal en Tabla de equilibrio Cordisc 13" del 25%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.</p> <p><b>Sesión 12:</b> 1.- Ejercicio: Squat Jump. Carga del 25%. 12 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Ejercicio: Saltos horizontales. Carga del 25%. 12 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 3.- Squat bipodal en Tabla de equilibrio Cordisc 13" del 25%. 12 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.</p>

El segundo mesociclo de Transformación tuvo una duración de 4 semanas (microciclos) donde se trabajó la Potencia y la Fuerza Elástico-Explosiva.

*Tabla 36. Quinta semana de entrenamiento*

**Semana 5:**

Objetivo Fuerza: trabajar la Potencia.

Objetivo. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo en Tablas de equilibrio.

**Sesión 13:**

- 1.- Ejercicio: Squat Jump. Carga del 30%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Ejercicio: Saltos horizontales. Carga del 30%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 3.- Se coloca la Tabla de equilibrio Cordisc 13" al lado de la colchoneta balance mats 16", y el jugador pasa de una a otra con un paso lateral tratando de aguantar 5 segundos en equilibrio en cada uno de ellos estando en apoyo monopodal.
- 4.- Apoyo bipodal en Tabla de equilibrio Cordisc 13", recepción de pase y lanzamiento a canasta.

**Sesión 14:**

- 1.- Ejercicio: Squat Jump. Carga del 30%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Ejercicio: Saltos horizontales. Carga del 30%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 3.- Se coloca la Tabla de equilibrio Cordisc 13", al lado de la colchoneta balance mats 16 y el jugador pasa de una a otra con un paso lateral tratando de aguantar 5 segundos en equilibrio en cada uno de ellos estando en apoyo monopodal.
- 4.- Apoyo bipodal en Tabla de equilibrio Cordisc 13", recepción de pase y lanzamiento a canasta.

**Sesión 15:**

- 1.- Ejercicio: Squat Jump. Carga del 30%. 12 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Ejercicio: Saltos horizontales. Carga del 30%. 12 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 3.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Solo con la barra. 15 repeticiones. 2' recuperación.
- 4.- Se coloca la Tabla de equilibrio Cordisc 13" al lado de la colchoneta balance mats 16 y el jugador pasa de una a otra con un paso lateral tratando de aguantar 5 segundos en equilibrio en cada uno de ellos estando en apoyo monopodal.
- 5.- Apoyo bipodal en Tabla de equilibrio Cordisc 13", recepción de pase y lanzamiento a canasta.

Tabla 37. Sexta semana de entrenamiento

**Semana 6:**

Obj Fuerza: trabajar la Potencia. En la última sesión se introducen ejercicios de la siguiente cualidad a trabajar.

Obj. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo sobre dynair xxl.

**Sesión 16:**

- 1.- Ejercicio: Squat Jump. Carga del 35%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Ejercicio: Saltos horizontales. Carga del 35%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 3.- Equilibrio bipodal sobre Cordisc 13".
- 4.- Equilibrio bipodal con pase de balón.

**Sesión 17:**

- 1.- Ejercicio: Squat Jump. Carga del 35%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Ejercicio: Saltos horizontales. Carga del 35%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 3.- Equilibrio bipodal sobre Cordisc 13".
- 4.- Equilibrio bipodal con pase de balón.

**Sesión 18:**

- 1.- Ejercicio: Squat Jump. Carga del 35%. 12 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Ejercicio: Saltos horizontales. Carga del 35%. 12 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 3.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Solo con la barra. 15 repeticiones. 2' recuperación.
- 4.- Equilibrio bipodal sobre Aeromat Balance Disc Cushion 24".
- 5.- Equilibrio bipodal con pase de balón.

Tabla 38. Séptima semana de entrenamiento

**Semana 7:**

Obj Fuerza: Trabajar la Fuerza Elástico-Explosiva.

Obj. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo sobre Aeromat Balance Disc Cushion 24".

**Sesión 19:**

- 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 30%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación).
- 3.- Squat bipodal sobre Aeromat Balance Disc Cushion 24".
- 4.- Equilibrio bipodal, recepción de pase y lanzamiento a canasta.

**Sesión 20:**

- 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 30%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación)
- 3.- Squat bipodal sobre Aeromat Balance Disc Cushion 24".
- 4.- Equilibrio bipodal, recepción de pase y lanzamiento a canasta.

**Sesión 21:**

- 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 30%. 12 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación)
- 3.- Squat bipodal sobre Aeromat Balance Disc Cushion 24".
- 4.- Equilibrio bipodal, recepción de pase y lanzamiento a canasta.

*Tabla 39. Octava semana de entrenamiento*

**Semana 8:**

Objetivo Fuerza: Trabajar la Fuerza Elástico-Explosiva.

Objetivo. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo sobre Aeromat Balance Disc Cushion 24".

**Sesión 22:**

- 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 35%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación)
- 3.- Equilibrio monopodal sobre Aeromat Balance Disc Cushion 24".
- 4.- Salto bipodal sobre dynair xxl y equilibrio 5 segundos. Repetir hasta un minuto.

**Sesión 23:**

- 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 35%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación)
- 3.- Equilibrio monopodal sobre Aeromat Balance Disc Cushion 24".
- 4.- Salto bipodal sobre Aeromat Balance Disc Cushion 24" y equilibrio 5 segundos. Repetir hasta un minuto.

**Sesión 24:**

- 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 35%. 12 repeticiones. 3 series. 2' recuperación.
- 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación)
- 3.- Equilibrio monopodal sobre dynair xxl.
- 4.- Salto bipodal sobre dynair xxl y equilibrio 5 segundos. Repetir hasta un minuto.

El tercer mesociclo de Realización estuvo compuesto por las últimas 4 semanas (microciclos) de entrenamiento donde se trabajó la Fuerza Reflejo Elástico-Explosiva.

<i>Tabla 40. Novena semana de entrenamiento</i>
<p><b>Semana 9:</b> Obj Fuerza: Trabajar la Fuerza Reflejo-Elastico-Explosiva. Obj. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo en circuito.</p> <p><b>Sesión 25:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 40%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p> <p><b>Sesión 26:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 40%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p> <p><b>Sesión 27:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 40%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p>

<i>Tabla 41. Décima semana de entrenamiento</i>
<p><b>Semana 10:</b> Obj Fuerza: Trabajar la Fuerza Reflejo-Elastico-Explosiva. Obj. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo en circuito.</p> <p><b>Sesión 25:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 40%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p> <p><b>Sesión 26:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 40%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p> <p><b>Sesión 27:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 40%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p>

<i>Tabla 42. Onceava semana de entrenamiento</i>
<p><b>Semana 11:</b> Obj Fuerza: Trabajar la Fuerza Reflejo-Elástico-Explosiva. Obj. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo en circuito.</p> <p><b>Sesión 28:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 40%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p> <p><b>Sesión 29:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 40%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p> <p><b>Sesión 30:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 40%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p>

<i>Tabla 43. Doceava semana de entrenamiento</i>
<p><b>Semana 12:</b> Obj Fuerza: Trabajar la Fuerza Reflejo-Elástico-Explosiva. Obj. Propiocepción: Entrenamiento propioceptivo en circuito.</p> <p><b>Sesión 28:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 25%. 10 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p> <p><b>Sesión 29:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 25%. 8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p> <p><b>Sesión 30:</b> 1.- Ejercicio: Countermovement (CMJ). Carga del 25%. 8 repeticiones. 4 series. 2' recuperación. 2.- Abalakov (8 repeticiones. 3 series. 2' recuperación) 3.- Circuito de entrenamiento de propiocepción</p>

Y para completar el protocolo de entrenamiento se ha añadido una figura que representa de manera visual la disposición de los materiales en el espacio para la realización del entrenamiento propioceptivo (véase figura 18).

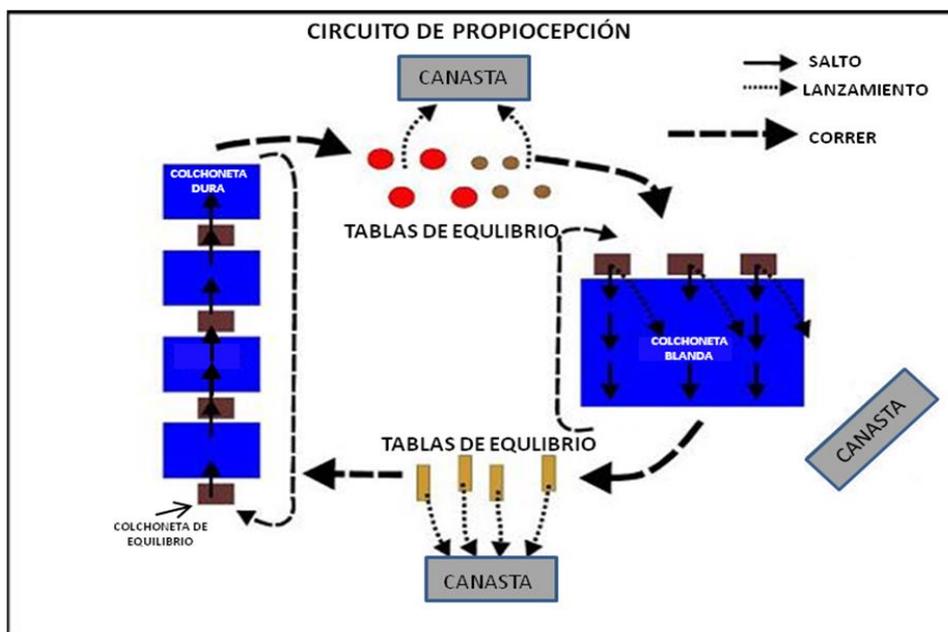


Figura 25. Circuito de ejercicios para entrenar la propiocepción

## 11.2. CALENDARIO OFICIAL DE CITAS Y ENTRENAMIENTOS PERSONALIZADOS

