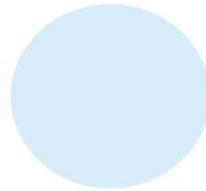




VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA



**EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXPLOSIVA
SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y ESPECÍFICAS
DE LA FUERZA EN JUGADORAS DE VOLEIBOL**

BRANISLAV RAJIĆ



**VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE
UNIVERSITAT DE VALENCIA**

**EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXPLOSIVA SOBRE
LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y ESPECÍFICAS DE LA FUERZA
EN JUGADORAS DE VOLEIBOL**

TESIS DOCTORAL

BRANISLAV RAJIĆ

VALENCIA, 2012.

Directores: Dr. Carlos Pablos Abella y Dr. Vicente Carratalá Deval.

Quería expresar mis agradecimientos a todas aquellas personas que han contribuido a la realización de esta tesis doctoral y especialmente:

Al Dr Carlos Pablos Abella del Instituto de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Católica de Valencia por dedicarme de su tiempo semana a semana, sobre todo a lo largo del año 2011. Por guiarme de forma concreta en todos los apartados de la tesis, y ayudarme a resolver todas las dudas metodológicas, estadísticas y prácticas de forma eficiente siempre que se necesitaba.

Al Dr Vicent Carratala Deval de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universitat de Valencia, por su provecho y participación tanto en aspectos formales como no formales en trabajo, estando siempre disponible para una posible duda y ayuda.

Al Dr Dopsaj Milivoj, de la Facultad del Deporte y Educación Física de Belgrado, un amigo verdadero, por “abrir mis ojos” en el mundo de la ciencia, evaluación de la fuerza explosiva, estadística y presentación de los efectos de un trabajo científico. Por encima de todo, por sus consejos en la evaluación de la fuerza muscular desarrollada en condiciones isométricas.

A la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universitat de Valencia, y a todo el personal, especialmente a Loli, Elena y Oscar, por haberme facilitado siempre la información que necesitaba.

De forma general, a todos los clubes que me permitieron trabajar con sus jugadores: y en particular a los cuerpos técnicos de los equipos que me ayudaron en cada entrenamiento. A todas las jugadoras participantes que llevaron a cabo los entrenamientos sin ausentarse un solo día. Sin todas ellas, sería imposible realizar esta tesis.

A mi profesora de español Gordana, por ayudarme en mis primeros pasos en el mundo del idioma y cultura española.

A mi familia por preocuparse sobre la evolución de la tesis, especialmente a mi esposa Ana, hijas Milica y Dunja por entender horas y horas pasadas en frente del ordenador en casa. A mis padres, por la ayuda y el cariño que me han dado en la vida.

ÍNDICE

INDICE GENERAL	
INDICE DE IMÁGENES	- 16 -
ÍNDICE DE TABLAS.....	- 17 -
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	- 25 -
ABREVIATURAS.....	- 29 -
LISTA DE LAS VARIABLES.....	- 30 -
RESUMEN.....	- 33 -
ABSTRACT	- 35 -
2.1. Características básicas de la fuerza explosiva.....	- 41 -
2.2. Características de la capacidad contráctil muscular isométrica.....	- 46 -
2.3. Aplicación de las pruebas para medir la fuerza isométrica	- 47 -
2.4. Las características de la curva Fuerza- tiempo.....	- 50 -
2.5. Fiabilidad de la dinamometría isométrica	- 55 -
2.6. Investigaciones sobre la aplicación de fuerza de grupos musculares específicos en voleibol	- 57 -
2.7. Investigaciones sobre las características contráctiles de los grupos musculares específicos	- 65 -
2.8. Estudios sobre las correlaciones de los test de evaluación de características isométricas y los de evaluación de rendimiento	- 69 -
2.9. Estudios de evaluación de los efectos del entrenamiento de fuerza aplicando pruebas en condiciones isométricas en voleibol	- 71 -
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	- 79 -
3.1. OBJETIVOS.....	- 81 -
3.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 81 -
3.2.1. Hipótesis general	- 81 -
3.2.2. Hipótesis específicas	- 82 -
4. MATERIAL Y MÉTODO	- 85 -
4.1. MUESTRA	- 85 -
4.2. Temporalización del estudio	- 88 -
4.3. Instrumentos utilizados y pruebas aplicadas.....	- 89 -
4.3.1. Aparatos utilizados para las valoraciones del estudio y para la aplicación del entrenamiento	- 89 -
4.3.2. Parámetros de valoración	- 89 -
4.3.2.1. Variables independientes.....	- 90 -
4.3.2.2. Variables dependientes.....	- 90 -
4.3.3. Parámetros para la evaluación de la fuerza isométrica	- 91 -
4.3.4. Parámetros absolutos básicos para la evaluación de la fuerza isométrica	- 92 -
4.3.5. Parámetros relativos básicos para la evaluación de la fuerza isométrica	- 92 -
4.3.6. Parámetros para la evaluación de las características básicas de la curva fuerza- tiempo... ..	- 93 -
4.3.6.1. Parámetros absolutos básicos explosivos	- 93 -
4.3.6.2. Parámetros relativos básicos explosivos	- 95 -
4.3.7. Parámetros específicos para la evaluación de la fuerza	- 96 -
4.3.7.1. Parámetros específicos absolutos de la fuerza muscular	- 96 -
4.3.7.2. Parámetros específicos relativos de la fuerza muscular	- 96 -
4.3.7.3. Parámetros específicos absolutos de la fuerza explosiva isométrica.....	- 98 -
4.3.7.4. Parámetros específicos relativos de la fuerza explosiva isométrica.....	- 102 -
4.3.7.5. Parámetros especiales para la evaluación de fuerza muscular isométrica.....	- 103 -
4.3.7.5.1. Parámetros especiales absolutos de la fuerza explosiva muscular	- 103 -
4.3.7.5.2. Parámetros especiales relativos de la fuerza muscular	- 104 -
4.3.7.6. Parámetros especiales absolutos de la fuerza explosiva isométrica.....	- 105 -
4.3.7.7. Parámetros especiales relativos de fuerza explosiva isométrica	- 110 -
4.4. Protocolos del trabajo	- 111 -
4.4.1. Fase de preparación	- 111 -
4.4.2. Fase de entrenamiento y controles del grupo sometido a entrenamiento específico.	- 112 -
4.4.3. Técnica de ejecución del método pliométrico	- 113 -
4.5. El procedimiento de los tests.....	- 113 -
4.6. Metodología aplicada en las sesiones.....	- 115 -
4.6.1. Contenido de las sesiones de entrenamiento del grupo de pliometría.....	- 115 -
4.6.2. Contenido de las sesiones de entrenamiento del grupo clásico.....	- 117 -
4.7. Análisis estadístico	- 119 -
5. RESULTADOS	- 123 -
5.1. Análisis general de variación de los parámetros	- 123 -

5.2. Análisis estadísticos parciales de la fuerza muscular	- 125 -
5.2.1. Análisis estadísticos de la fuerza muscular realizada a los 100 milisegundos de su activación	- 125 -
5.2.1.1. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de espalda - $F_{100msESPEXTISO}$..	- 126 -
5.2.1.2. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de piernas- $F_{100msPIEREXTISO}$	- 127 -
5.2.1.3. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de tobillos- $F_{100msTOBEXTISO}$	- 128 -
5.2.1.4. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular desarrollada a los 100 milisegundos comparado con la fuerza máxima	- 128 -
5.2.1.4.1. Análisis estadístico de extensores de espalda - $PORC_{F_{100msESPEXTISO}}$	- 129 -
5.2.1.4.2. Análisis estadístico de extensores de piernas- $PORC_{F_{100msPIEREXTISO}}$	- 129 -
5.2.1.4.3. Análisis estadístico de extensores de tobillos- $PORC_{F_{100msTOBEXTISO}}$	- 130 -
5.2.2. Análisis estadístico de la fuerza muscular realizada a los 180 milisegundos de su activación -	131 -
5.2.2.1. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de espalda - $F_{180msESPEXTISO}$	- 131 -
5.2.2.2. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de piernas- $F_{180msPIEREXTISO}$	- 132 -
5.2.2.3. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de tobillos - $F_{180msTOBEXTISO}$	- 133 -
5.2.2.4. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular desarrollada en 180 milisegundos comparado con la fuerza máxima.....	- 134 -
5.2.2.4.1. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de espalda- $PORC_{F_{180msESPEXTISO}}$	- 134 -
5.2.2.4.2. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de piernas- $PORC_{F_{180msPIEREXTISO}}$	- 135 -
5.2.2.4.3. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de tobillos- $PORC_{F_{180msTOBEXTISO}}$	- 136 -
5.2.3. Análisis estadístico de la fuerza muscular desarrollada a los 250 milisegundos de su activación	- 136 -
5.2.3.1. Análisis de la fuerza de los extensores de espalda- $F_{250msESPEXTISO}$	- 137 -
5.2.3.2. Análisis de los extensores de piernas- $F_{250msPIEREXTISO}$	- 137 -
5.2.3.3. Análisis de la fuerza de los extensores de tobillos- $F_{250msTOBEXTISO}$	- 138 -
5.2.3.4. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular desarrollada a los 250 milisegundos comparado con la fuerza máxima	- 139 -
5.2.3.4.1. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de espalda- $PORC_{F_{250msESPEXTISO}}$	- 139 -
5.2.3.4.2. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de piernas- $PORC_{F_{250msPIEREXTISO}}$	- 140 -
5.2.3.4.3. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de tobillos- $PORC_{F_{250msTOBEXTISO}}$	- 141 -
5.2.4. Análisis estadístico de la fuerza muscular desarrollada al 50% de la fuerza máxima	- 142 -
5.2.4.1. Análisis estadístico de la fuerza de los extensores de espalda- $F_{50ESPEXTISO}$	- 142 -
5.2.4.2. Análisis estadístico de la fuerza de los extensores de piernas - $F_{50PIEREXTISO}$	- 143 -
5.2.4.3. Análisis estadístico de la fuerza de los extensores de tobillos - $F_{50\%TOBEXTISO}$	- 144 -
5.2.5. Análisis estadístico de la fuerza máxima	- 145 -
5.2.5.1. Análisis estadístico de la fuerza de los extensores de espalda- $F_{MAXESPEXTISO}$	- 145 -
5.2.5.2. Análisis de la fuerza máxima de los extensores de piernas - $F_{maxPIEREXTISO}$	- 146 -
5.2.5.3. Análisis de la fuerza máxima de los extensores de tobillos - $F_{maxTOBEXTISO}$	- 147 -
5.3. Evaluación estadística de los parámetros explosivos básicos, específicos y especiales absolutos de la fuerza	- 148 -
5.3.1. Evaluación estadística de los parámetros explosivos básicos absolutos.....	- 148 -
5.3.1.1. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de espalda	- 148 -
5.3.1.2. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas .-	150 -
5.3.1.3. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos -	151 -
5.3.2. Evaluación estadística de los parámetros explosivos específicos absolutos.....	- 153 -
5.3.2.1. Análisis estadístico del gradiente de fuerza explosiva de extensores de espalda a los 250 milisegundos	- 153 -
5.3.2.2. Análisis estadístico del gradiente de fuerza explosiva de extensores de piernas a los 250 milisegundos	- 154 -
5.3.2.3. Análisis estadístico del gradiente de fuerza explosiva de extensores de tobillos a los 250 milisegundos	- 155 -

5.3.2.4. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima.....	- 157 -
5.3.2.5. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima.....	- 158 -
5.3.2.6. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima.....	- 159 -
5.3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS EXPLOSIVOS ESPECIALES ABSOLUTOS	- 161 -
5.3.3.1. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100 milisegundos- $RFD_{F100msESPEXTISO}$	- 161 -
5.3.3.2. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 100 milisegundos- $RFD_{F100msPIEREXTISO}$	- 162 -
5.3.3.3. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 100 milisegundos- $RFD_{F100msTOBEXTISO}$	- 164 -
5.3.3.4. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180 milisegundos- $RFD_{F180msESPEXTISO}$	- 165 -
5.3.3.5. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 180 milisegundos- $RFD_{F180msPIEREXTISO}$	- 166 -
5.3.3.6. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 180 milisegundos- $RFD_{F180msTOBEXTISO}$	- 168 -
5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS EXPLOSIVOS BÁSICOS RELATIVOS	- 169 -
5.4.1. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de espalda- $RFD_{FmaxAllomESPEXTISO}$	- 169 -
5.4.2. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de piernas- $RFD_{FmaxAllomPIEREXTISO}$	- 171 -
5.4.3. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de tobillos- $RFD_{FmaxAllomTOBEXTISO}$	- 172 -
5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS EXPLOSIVOS RELATIVOS ESPECÍFICOS. -	173 -
5.5.1. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 250ms- $RFD_{250AllomESPEXTISO}$	- 173 -
5.5.2. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms- $RFD_{250AllomPIEREXTISO}$	- 175 -
5.5.3. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 250ms- $RFD_{250AllomTOBEXTISO}$	- 176 -
5.5.4. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima- $RFD_{50%AllomESPEXTISO}$	- 177 -
5.5.5. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima- $RFD_{50%AllomPIEREXTISO}$	- 179 -
5.5.6. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima- $RFD_{50%AllomTOBEXTISO}$	- 180 -
5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS EXPLOSIVOS BÁSICOS RELATIVOS	- 181 -
5.6.1. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 100ms- $RFD_{100msAllomESPEXTISO}$	- 181 -
5.6.2. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms- $RFD_{100msAllomPIEREXTISO}$	- 183 -
5.6.3. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 100ms- $RFD_{100msAllomTOBEXTISO}$	- 183 -
5.6.4. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms- $RFD_{180msAllomESPEXTISO}$	- 186 -
5.6.5. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 180ms- $RFD_{180msAllomPIEREXTISO}$	- 187 -
5.6.6. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 180ms- $RFD_{180msAllomTOBEXTISO}$	- 188 -
5.7. EVALUACIÓN DE LOS INDICES DE LOS PARÁMETROS ESPECÍFICOS.....	- 189 -
5.7.1. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de espalda a los 250ms- $INDEXS_{250msESPEXTISO}$	- 189 -
5.7.2. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de piernas a los 250ms- $INDEXS_{250msPIEREXTISO}$	- 190 -
5.7.3. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de tobillos a los 250ms-	

INDEXS _{250msTOBEXTISO}	- 191 -
5.7.4. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de espalda al 50% de su F _{máx} - INDEXS _{50%ESPEXTISO}	- 191 -
5.7.5. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de piernas a los 50% de la fuerza máxima- INDEXS _{50%PIEREXTISO}	- 193 -
5.7.6. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima- INDEXS _{50%TOBEXTISO}	- 194 -
5.8. EVALUACIÓN DE LOS INDICES DE LOS PARÁMETROS ESPECIALES.....	- 195 -
5.8.1. Análisis del Índice S de los extensores de espalda a los 100ms- INDEXS _{100msESPEXTISO}	- 195 -
5.8.2. Análisis del Índice S de los extensores de piernas a los 100ms- INDEXS _{100msPIEREXTISO}	- 196 -
5.8.3. Análisis del Índice S de los extensores de tobillos a los 100ms- INDEXS _{100msTOBEXTISO}	- 197 -
5.8.4. Análisis del Índice S de los extensores de espalda a los 180ms- INDEXS _{180msESPEXTISO}	- 198 -
5.8.5. Análisis del Índice S de los extensores de piernas a los 180ms- INDEXS _{180msPIEREXTISO}	- 198 -
5.8.6. Análisis del Índice S de los extensores de tobillos a los 180ms- INDEXS _{180msTOBEXTISO}	- 199 -
5.9. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SINERGÍA BÁSICO, ESPECÍFICO Y ESPECIAL	- 200 -
5.9.1. Análisis del índice de sinergia de los extensores de espalda de la fuerza máxima- Index _{SNGBASICFmaxESPEXTISO}	- 200 -
5.9.2. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de piernas- Index _{SNGBASICFmaxPIEREXTISO}	- 201 -
5.9.3. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de tobillos- Index _{SNGBASICFmaxTOBEXTISO}	- 202 -
5.9.4. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza al 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda- Index _{SNGESPEC50%ESPEXTISO}	- 203 -
5.9.5. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas- Index _{SNGESPEC50%PIEREXTISO}	- 204 -
5.9.6. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos- Index _{SNGESPEC50%TOBEXTISO}	- 205 -
5.9.7. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 250 milisegundos de los extensores de espalda- Index _{SNGESPEC250msESPEXTISO}	- 206 -
5.9.8. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 250 milisegundos de los extensores de piernas- Index _{SNGESPEC250msPIEREXTISO}	- 207 -
5.9.9. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 250 milisegundos de los extensores de tobillos- Index _{SNGESPEC250msTOBEXTISO}	- 208 -
5.9.10. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 100 milisegundos de los extensores de espalda- Index _{SNGESPEC100msESPEXTISO}	- 209 -
5.9.11. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 100 milisegundos de los extensores de piernas- Index _{SNGESPEC100msPIEREXTISO}	- 210 -
5.9.12. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 100 milisegundos de los extensores de tobillos- Index _{SNGESPEC100msTOBEXTISO}	- 211 -
5.9.13. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 180 milisegundos de los extensores de espalda- Index _{SNGESPEC180msESPEXTISO}	- 212 -
5.9.14. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 180 milisegundos de los extensores de piernas- Index _{SNGESPEC180msPIEREXTISO}	- 213 -
5.9.15. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 180 milisegundos de los extensores de tobillos- Index _{SNGESPEC180msTOBEXTISO}	- 213 -
6. DISCUSIÓN.....	- 218 -
6.1. Discusión de los parámetros de fuerza realizada a los 100 milisegundos.....	- 220 -
6.2. Discusión sobre los parámetros de la fuerza realizada a los 180 milisegundos.....	- 221 -
6.3. Discusión sobre la fuerza realizada a los 250 milisegundos.....	- 222 -
6.4. Discusión sobre la fuerza realizada al 50% de la fuerza máxima.....	- 223 -
6.5. Discusión sobre los parámetros de fuerza máxima.....	- 223 -
6.6. Discusión de los parámetros explosivos básicos, específicos y especiales absolutos de la fuerza explosiva	- 224 -
6.7. Discusión de los parámetros explosivos básicos absolutos.....	- 225 -
6.8. Discusión de los parámetros explosivos específicos absolutos.....	- 226 -
6.9. Evaluación estadística de los parámetros explosivos especiales absolutos.....	- 227 -
6.10. Evaluación de los parámetros explosivos básicos relativos.....	- 229 -
6.11. Evaluación de los parámetros explosivos específicos relativos.....	- 229 -
6.12. Evaluación de los parámetros explosivos especiales relativos.....	- 231 -
6.13. Evaluación de los índices específicos	- 232 -

6.14. Evaluación de los índices especiales	- 233 -
6.15. Evaluación de índice de sinergia básico, específico y especial.....	- 234 -
6.15.1. Índice de sinergia básico	- 234 -
6.15.2. Índice se sinergia específico.....	- 235 -
6.15.3. Evaluación del índice especial	- 236 -
7. CONCLUSIONES	- 240 -
BIBLIOGRAFÍA.....	- 246 -
ANEXO 1.....	- 256 -
ANEXO 2.....	- 257 -
ANEXO 3.....	- 258 -
ANEXO 4.....	- 260 -
ANEXO 5.....	- 262 -
ANEXO 6.....	- 263 -

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 2.1. La relación entre la fuerza muscular y la longitud muscular	42
Imagen 2.2. La relación Fuerza- tiempo	43
Imagen 2.3. La relación Fuerza- Velocidad	43
Imagen 2.4. La curva Fuerza- tiempo de los extensores de piernas de deportistas de varios deportes..	51
Imagen 2.5. El desplazamiento de la curva Fuerza – tiempo	52
Imagen 2.6. Entrenamiento para mejorar el salto vertical.	66
Imagen 4.1. del A/D transductor y la sonda utilizada en la medición	89
Imagen 4.2. Test de Squat paralelo con la haltera sobre la espalda	112
Imagen 4.3. La posición de jugadora en el test “Peso Muerto” en condiciones isométricas	114
Imagen 4.4. La posición de jugadora en test para evaluar la fuerza de los músculos extensores de piernas	114
Imagen 4.5. La posición de jugadora en test para evaluar la fuerza de los músculos extensores de tobillos	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Resultados descriptivos de los tres grupos de sujetos	85
Tabla 4.2. Cronograma de las fases del Trabajo de Investigación	88
Tabla 4.3. Calendario de las fechas de proyecto de investigación	88
Tabla 4.4. Modelo de entrenamiento aplicado al grupo específico de pliometría	116
Tabla 4.5. Modelo de entrenamiento aplicado al grupo clásico	118
Tabla 5.1. Resultados de análisis de MANOVA en nivel general	123
Tabla 5.2. Resultados de las dimensiones de fuerza muscular y el porcentaje de la fuerza máxima cuando la fuerza muscular fue realizada, primera y segunda medición	124
Tabla 5.3. Resultados de las dimensiones de fuerza muscular y el porcentaje de la fuerza máxima cuando la fuerza muscular fue realizada entre los tres grupos de sujetos sometidas a esta Investigación	125
Tabla 5.4. Resultados de la fuerza de extensores de espalda realizada a los 100 ms desde el inicio de la contracción muscular	126
Tabla 5.5. Resultados de la fuerza de extensores de piernas realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular	127
Tabla 5.6. Resultados de la fuerza de extensores de piernas realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular	128
Tabla 5.7. Resultados del porcentaje de la fuerza muscular realizada a los 100 ms desde el inicio de la contracción muscular de los extensores de espalda	129
Tabla 5.8. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima de la fuerza realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular de los extensores de piernas	130
Tabla 5.9. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima de la fuerza muscular realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular de los extensores de tobillos	131
Tabla 5.10. La fuerza muscular de los extensores de espalda realizada a los 180 milisegundos	132
Tabla 5.11. La fuerza muscular de los extensores de piernas realizada a los 180 milisegundos	133
Tabla 5.12. Fuerza muscular de los extensores de tobillos realizada a los 180 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular	133
Tabla 5.13. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima de la fuerza muscular a los 180 ms de los extensores de espalda	134
Tabla 5.14. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima en que se registró la fuerza a los 180 milisegundos de los extensores de piernas	135
Tabla 5.15. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima en que se realizó la fuerza de 180 milisegundos de los extensores de tobillos	136
Tabla 5.16. La fuerza muscular de los extensores de espalda realizada a los 250 milisegundos	137
Tabla 5.17. La fuerza muscular de los extensores de piernas realizada a los 250 milisegundos.....	138

Tabla 5.18. La fuerza muscular de extensores de tobillos realizada a los 250 milisegundos	138
Tabla 5.19. El porcentaje de la fuerza máxima de fuerza en que se realizó de la fuerza muscular de los extensores de espalda a los 250 milisegundos	139
Tabla 5.20. El porcentaje de nivel de realización de la fuerza máxima en que se realizó la fuerza muscular de los extensores de piernas en nivel de 250 milisegundos	140
Tabla 5.21. Porcentaje de fuerza máxima en que se realizó la fuerza muscular de los extensores de tobillos a los 250 milisegundos	141
Tabla 5.22. La fuerza muscular de los extensores de espalda realizada al nivel de 50% de la fuerza máxima	142
Tabla 5.23. La fuerza muscular de los extensores de piernas realizada al 50% de la fuerza máxima.....	143
Tabla 5.24. La fuerza muscular de los extensores de tobillos realizada al de 50% de la fuerza máxima	144
Tabla 5.25. La fuerza muscular de los extensores de espalda de la fuerza máxima.	145
Tabla 5.26. La fuerza muscular de los extensores de piernas	146
Tabla 5.27. La fuerza muscular de los extensores de tobillos	147
Tabla 5.28. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza máxima de los extensores de espalda.	148
Tabla 5.29. Comparación intergrupos del gradiente de fuerza máxima de los extensores de espalda...	149
Tabla 5.30. Los resultados del gradiente básico de la fuerza de los extensores de espalda	149
Tabla 5.31. Resultados del test entre sujetos del gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de piernas	150
Tabla 5.32. Las diferencias del gradiente de fuerza explosiva máxima de los extensores de piernas entre los tres grupos de deportistas al final	150
Tabla 5.33. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza máxima de los extensores de piernas	151
Tabla 5.34. Resultados de MANOVA de gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de tobillos.....	151
Tabla 5.35. Diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de tobillos	152
Tabla 5.36. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos...	152
Tabla 5.37. Resultados de MANOVA del gradiente de fuerza explosiva realizada a los 250 ms de extensores de espalda.....	153
Tabla 5.38. Diferencias entre grupos del gradiente de la fuerza explosiva de extensores de espalda desarrollada a los 250 ms	153
Tabla 5.39. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza de los extensores de espald a al 250ms	153

Tabla 5.40. MANOVA de fuerza explosiva a los 250 milisegundos de los extensores de piernas	154
Tabla 5.41. Diferencias entre grupos del gradiente de la fuerza explosiva desarrolla a los 250 milisegundos	154
Tabla 5.42. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms	155
Tabla 5.43. Manova de gradiente de fuerza explosiva a los 250 ms de extensores de tobillos	155
Tabla 5.44. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 250 milisegundos de los extensores de tobillos	156
Tabla 5.45. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos...	156
Tabla 5.46. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda	157
Tabla 5.47. El análisis del gradiente de la fuerza explosiva de 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda.....	157
Tabla 5.48. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima	157
Tabla 5.49. MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas.....	158
Tabla 5.50. Diferencias del gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas	158
Tabla 5.51. El gradiente de la fuerza explosiva en 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas	159
Tabla 5.52. MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos	159
Tabla 5.53. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva desarrollada al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos	160
Tabla 5.54. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima	160
Tabla 5.55. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva realizada a los 100 milisegundos de los extensores de espalda	161
Tabla 5.56. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 100 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de espalda	161
Tabla 5.57. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms	162
Tabla 5.58. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva realizada a los 100 milisegundos de extensores de piernas	162
Tabla 5.59. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 100 milisegundos de los extensores de piernas	163

Tabla 5.60. El gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 100ms	163
Tabla 5.61. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva a los 100 milisegundos de los extensores de tobillos	164
Tabla 5.62. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 100 ms de los extensores de tobillos	164
Tabla 5.63. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 100ms	164
Tabla 5.64. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva realizada a los 180 milisegundos de los extensores de espalda	165
Tabla 5.65. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms	165
Tabla 5.66. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms	166
Tabla 5.67. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 180 ms de los extensores de piernas	167
Tabla 5.68. Descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de extensores de espalda a los 180ms ...	167
Tabla 5.69. MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva a los 180 ms de extensores de tobillos.....	168
Tabla 5.70. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 180 milisegundos de los extensores de piernas	168
Tabla 5.71. Descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de extensores de tobillos a los 180ms	168
Tabla 5.72. Gradiente de la fuerza muscular explosiva relativa de los tres grupos de sujetos	169
Tabla 5.73. Resultados de MANOVA del gradiente relativo de la fuerza explosiva máxima.....	169
Tabla 5.74. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de los extensores de espalda de la fuerza máxima	170
Tabla 5.75. Gradiente relativo de la fuerza explosiva máxima de los extensores de espalda.....	170
Tabla 5.76. Gradiente relativo de los extensores de piernas de la fuerza máxima	171
Tabla 5.77. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de piernas	171
Tabla 5.78. Descriptiva del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de piernas.....	171
Tabla 5.79. Gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de tobillos	172
Tabla 5.80. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de tobillos.....	172
Tabla 5.81. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza máxima de los extensores de tobillos.....	173
Tabla 5.82. MANOVA del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda en 250ms.....	173

Tabla 5.83. Diferencias del gradiente relativo de extensores de espalda a los 250ms.....	174
Tabla 5.84. Descriptiva del gradiente relativo de de los extensores de espalda a los 250ms.....	174
Tabla 5.85. MANOVA del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas a los 250ms	175
Tabla 5.86. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms	175
Tabla 5.87. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms	175
Tabla 5.88. Gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos a los 250ms.....	176
Tabla 5.89. Diferencias entre grupos del gradiente relativo de la fuerza de extensores de tobillos a los 250ms	176
Tabla 5.90. Descriptiva del gradiente de los extensores de tobillos a los 250ms	177
Tabla 5.91. MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la F _{máx}	177
Tabla 5.92. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda al 50% de la F _{máx}	178
Tabla 5.93. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza de extensores de espalda al 50% de F _{máx}	178
Tabla 5.94. MANOVA del gradiente de F explosiva de extensores de piernas al 50% de la F _{máx}	179
Tabla 5.95. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas al 50% de la F _{máx}	179
Tabla 5.96. Descriptiva del gradiente relativo de los extensores de piernas al 50% de F _{máx}	179
Tabla 5.97. MANOVA del gradiente relativo de fuerza de extensores de tobillos al 50% de F _{máx}	180
Tabla 5.98. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos al 50% de la F _{máx}	180
Tabla 5.99. Descriptiva del gradiente relativo de la F de extensores de tobillos al 50% de la F _{máx}	181
Tabla 5.100. Resultados de MANOVA del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 100ms.....	181
Tabla 5.101. Diferencias entre grupos del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms.....	182
Tabla 5.102. Estadística descriptiva del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms.....	182
Tabla 5.103. Descriptiva del gradiente relativo de la F explosiva de los extensores de piernas a los 100ms.....	183
Tabla 5.104. Resultados de MANOVA del gradiente relativo de la fuerza de los extensores	

de tobillos a los 100ms.....	183
Tabla 5.105. Diferencias entre los grupos en nivel parcial del gradiente relativo de los extensores de tobillos a los 100ms.....	184
Tabla 5.106. Estadística descriptiva del gradiente relativo de la F explosiva de extensores de tobillos a los 100ms.....	184
Tabla 5.107. Resultados de MANOVA del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms.....	185
Tabla 5.108. Diferencias entre grupos del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 180ms.....	185
Tabla 5.109. Descriptiva del gradiente relativo de fuerza de los extensores de espalda a los 180ms.....	185
Tabla 5.110. Descriptiva del gradiente relativo de la F explosiva de extensores de piernas en 80ms.....	186
Tabla 5.111. MANOVA del gradiente relativo de la F explosiva de extensores de tobillos a los 180ms..	187
Tabla 5.112. Diferencias a nivel parcial entre grupos del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 180ms.....	187
Tabla 5.113. Estadística descriptiva del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 180ms.....	187
Tabla 5.114. Estadística descriptiva del Índice S de los extensores de espalda a los 250ms	188
Tabla 5.115. Estadística descriptiva del Índice S de los extensores de piernas a los 250ms	189
Tabla 5.116. Estadística descriptiva del Índice S de los extensores de tobillos a los 250ms	190
Tabla 5.117. MANOVA del Índice S de los extensores de espalda al 50% de la F _{máx}	190
Tabla 5.118 Las diferencias entre los grupos del Índice específico de los extensores de espalda al 50% de F _{máx}	191
Tabla 5.119. Descriptiva del Índice S de los extensores de espalda al 50% de la F _{máx}	191
Tabla 5.120. Resultados de MANOVA del Índice S de los extensores de espalda al 50%	192
Tabla 5.121 Las diferencias entre los grupos del Índice específico de los extensores de piernas al 50% de F _{máx}	192
Tabla 5.122. Descriptiva del Índice S de los extensores de piernas al 50% de la F _{máx}	192
Tabla 5.123. Resultados de MANOVA del Índice S de los extensores de tobillos al 50% de la F _{máx}	193
Tabla 5.124 Las diferencias entre los grupos del Índice específico de los extensores de tobillos al 50% de F _{máx}	193
Tabla 5.125. Descriptiva del Índice S de los extensores de tobillos al 50% de la F _{máx}	194
Tabla 5.126. Descriptiva del Índice S de los extensores de espalda a los 100ms.....	194
Tabla 5.127. MANOVA del Índice S de la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms	195

Tabla 5.128. Descriptiva del Índice S de la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms	195
Tabla 5.129. Estadística descriptiva del Índice S de los extensores de tobillos a los 100ms.....	196
Tabla 5.130. Descriptiva del Índice S de los extensores de espalda a los 180ms	197
Tabla 5.131. Descriptiva del Índice S de los extensores de piernas a los 180ms	197
Tabla 5.132. Descriptiva del Índice S de los extensores de tobillos a los 180ms	198
Tabla 5.133. MANOVA del Índice de sinergia de los extensores de espalda de la Fmax	199
Tabla 5.134 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de espalda de la fuerza máxima	199
Tabla 5.135. Descriptiva del Índice de sinergia de los extensores de espalda de la fuerza máxima	200
Tabla 5.136 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de piernas de la fuerza máxima	200
Tabla 5.137.Descriptiva del Índice de sinergia de la fuerza maxima de los extensores de piernas	201
Tabla 5.138 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos de la fuerza máxima	201
Tabla 5.139. Descriptiva del Índice de sinergia de la fuerza maxima de los extensores de tobillos.....	202
Tabla 5.140 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de espalda en 50% de Fmáx	202
Tabla 5.141. Descriptiva del Índice de sinergia de 50% de la Fmáx de los extensores de espalda.....	203
Tabla 5.142 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de piernas al 50% de Fmáx	203
Tabla 5.143. Descriptiva del Índice de sinergia al 50% de la Fmáx de los extensores de piernas.....	204
Tabla 5.144 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos al 50% de Fmáx	204
Tabla 5.145. Descriptiva del Índice de sinergia de 50% de la Fmáx de los extensores de tobillos.....	205
Tabla 5.146. Descriptiva del Índice de sinergia fuerza en 250 ms de los extensores de espalda	205
Tabla 5.147 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de piernas A los 250ms	206
Tabla 5.148. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 250 ms de los extensores de piernas....	206
Tabla 5.149 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos A los 250ms	207
Tabla 5.150. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 250 ms de los extensores de tobillos	207
Tabla 5.151 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de espalda a los 100ms	208

Tabla 5.152. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de espalda...	208
Tabla 5.153. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de piernas ..	209
Tabla 5.154 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos A los 100ms	210
Tabla 5.155. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de tobillos.....	210
Tabla 5.156. Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos A los 100ms	211
Tabla 5.157. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de espalda ...	211
Tabla 5.158. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de piernas ...	212
Tabla 5.159 Las diferecias entre los grupos del Índice de sinergia especial de los extensores de tobillos a los 180ms	213
Tabla 5.160. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de piernas ...	213

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 4.1. Estadística descriptiva de la talla de tres grupos experimentales	86
Gráfica 4.2. Estadística descriptiva de la masa corporal de tres grupos experimentales	86
Gráfica 4.3. Estadística descriptiva de la edad de tres grupos experimentales	86
Gráfica 4.4. Estadística descriptiva del índice de la masa corporal de tres grupos experimentales	87
Gráfica 5.1. Fuerza muscular de extensores de espalda realizada a los 100 milisegundos desde la contracción muscular	126
Gráfica 5.2. de fuerza muscular de extensores de piernas realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular	127
Gráfica 5.3. Fuerza muscular de extensores de tobillos realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular	128
Gráfica 5.4. Porcentaje de la fuerza máxima cuando se realizó la fuerza de extensores de espalda a los 100ms	129
Gráfica 5.5. Porcentaje de nivel de realización de la fuerza máxima de la fuerza de los extensores de piernas de 100ms	130
Gráfica 5.6. El porcentaje de la realización de la fuerza máxima de la fuerza de extensores de tobillos de realizada a los 100ms	131
Gráfica 5.7. Fuerza de extensores de espalda realizada a los 180 ms desde la activación muscular ...	132
Gráfica 5.8. Fuerza de extensores de piernas realizada a los 180 ms.....	133
Gráfica 5.9. Fuerza de los extensores de tobillos realizada a los 180ms	134
Gráfica 5.10. El porcentaje de la fuerza máxima de la fuerza de extensores de espalda a los 180ms ...	135
Gráfica 5.11. Porcentaje de fuerza máx en que se realizó la fuerza de extensores de piernas a 180ms	135
Gráfica 5.12. % de fuerza máxima cuando se realizó la fuerza de extensores de piernas a los 180ms ..	136
Gráfica 5.13. Fuerza de los extensores de espalda realizada a los 250 milisegundos	137
Gráfica 5.14. Fuerza de extensores de piernas realizada a los 250 milisegundos	138
Gráfica 5.15. Fuerza de extensores de tobillos realizada a los 250 milisegundos	139
Gráfica 5.16. El porcentaje de la fuerza máxima en que se realizó la fuerza de extensores de espalda a los 250 milisegundos	140
Gráfica 5.17. Porcentaje de nivel de realización de la fuerza máxima en se realizó la fuerza muscular de los extensores de piernas a los 250 milisegundos	141
Gráfica 5.18. Porcentaje de la fuerza máxima en que se realizó la fuerza muscular de los	

extensores de tobillos a los 250 milisegundos	142
Gráfica 5.19. Fuerza muscular de los extensores de espalda realizada al 50% de la fuerza máx.	143
Gráfica 5.20. Fuerza muscular de los extensores de piernas realizada al 50% de la fuerza máxima	144
Gráfica 5.21. Fuerza muscular de los tobillos de piernas realizada al 50% de la fuerza máxima	145
Gráfica 5.22. Fuerza máxima de los extensores de espalda	146
Gráfica 5.23. Evolución de la fuerza máxima de los extensores de piernas.....	147
Gráfica 5.24. Fuerza de los extensores de tobillos de la fuerza máxima	148
Gráfica 5.25. Gradiente de la fuerza de los extensores de espalda	150
Gráfica 5.26. Resultados del gradiente de la fuerza de los extensores de piernas de tres grupos de sujetos	151
Gráfica 5.27. El gradiente de la fuerza máxima de los extensores de tobillos	152
Gráfica 5.28. Gradiente de la fuerza explosiva a los 250 ms de los extensores de espalda	154
Gráfica 5.29. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de pierna a los 250ms	155
Gráfica 5.30. Resultados del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 250ms	156
Gráfica 5.31. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima	158
Gráfica 5.32. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima	159
Gráfica 5.33. Gradiente de fuerza explosiva de extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima	160
Gráfica 5.34. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms	162
Gráfica 5.35. El gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 100ms	163
Gráfica 5.36. Estadística del gradiente de la fuerza de los extensores de tobillos a los 100ms.....	165
Gráfica 5.37. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms	166
Gráfica 5.38. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms	167
Gráfica 5.39. Gradiente de la fuerza explosiva de extensores de tobillos a los 180ms.....	169
Gráfica 5.40. Gradiente relativo de la fuerza explosiva máxima de los extensores de espalda	170
Gráfica 5.41. Gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de piernas	172
Gráfica 5.42. Gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de tobillos	173
Gráfica 5.43. Gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 250ms.....	174
Gráfica 5.44. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms	176
Gráfica 5.45. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 250ms	177

Gráfica 5.46. Gradiente de fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la $F_{m\acute{a}x}$	178
Gráfica 5.47. Gradiente relativo de los extensores de piernas al 50% de la $F_{m\acute{a}x}$	180
Gráfica 5.48. Gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos al 50% de $F_{m\acute{a}x}$	181
Gráfica 5.49. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms	182
Gráfica 5.50. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 100ms	183
Gráfica 5.51. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 100ms	184
Gráfica 5.52. Gradiente relativo de la fuerza eplosiva de los extensores de espalda a los 180ms	186
Gráfica 5.53. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 180ms	186
Gráfica 5.54. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 180ms	188
Gráfica 5.55. Índice S de los extensores de espalda a los 250ms	189
Gráfica 5.56. Índice S de los extensores de piernas a los 250ms	189
Gráfica 5.57. Índice S de los extensores de tobillos a los 250ms	190
Gráfica 5.58. Índice S de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima	191
Gráfica 5.59. Índice S de los extensores de piernas al 50% de la $F_{m\acute{a}x}$	193
Gráfica 5.60. Índice S de los extensores de tobillos al 50% de la $F_{m\acute{a}x}$	194
Gráfica 5.61. Índice S de los extensores de espalda a los 100ms	195
Gráfica 5.62. Índice S de la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms.....	196
Gráfica 5.63. Índice S de los extensores de tobillos a los 100ms.....	196
Gráfica 5.64. Índice S de los extensores de espalda a los 180ms.....	197
Gráfica 5.65. Índice S de los extensores de piernas a los 180ms.....	198
Gráfica 5.66. Índice S de los extensores de tobillos a los 180ms	199
Gráfica 67. Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de espalda	200
Gráfica 5.68. Índice de sinergia de la fuerza maxima de los extensores de piernas	201
Gráfica 5.69. Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de tobillos	202
Gráfica 5.70. Índice de sinergia de 50% de la fuerza maxima de los extensores de espalda	203
Gráfica 5.71. Índice de sinergia de 50% de la fuerza maxima de los extensores de piernas	204
Gráfica 5.72. Índice de sinergia de 50% de la fuerza maxima de los extensores de tobillos	205
Gráfica 5.73. Índice de sinergia fuerza a los 250 ms de los extensores de espalda	206
Gráfica 5.74. Índice de sinergia de fuerza a los 250 ms de los extensores de piernas	207
Gráfica 5.75. Índice de sinergia de fuerza en 250 ms de los extensores de tobillos	208

Gráfica 5.76. Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de espalda	209
Gráfica 5.77. Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de piernas	209
Gráfica 5.78. Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de tobillos	210
Gráfica 5.79. Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de espalda	211
Gráfica 5.80. Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de piernas.....	212
Gráfica 5.81. Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de piernas	213

ABREVIATURAS

BMI- Índice de masa corporal
CMJ- Counter Movement Jump – salto con contramovimiento
cm- centímetro
cV%- el coeficiente de variación
 C_{max} - el gradiente de la fuerza muscular máxima y el coeficiente de la velocidad de la activación muscular
DE- desviación estándar
DJ- drop jump- salto dejándose caer de un escalón
EMG- Electromiografía
ECD- Explosive Strength Deficite- Déficit de la fuerza explosiva
EFP- Explosive Force Production (Producción de la Fuerza Explosiva)
F- fuerza
FMTI- Fuerza muscular del tren inferior
Fmax- la fuerza máxima
GE- el grupo experimental
GC- el grupo control
IRFD- Initial Rate of Force Development (El Gradiente de la Fuerza Inicial)
ms- milisegundo
MANOVA- Análisis de multivariación
MEDIA- valor medio estadístico
mm- milímetro
N- número
N- Newton
N/s- Newton por segundo
 $N \cdot kg^{-0.667}$ – índice alométrico que divide la fuerza máxima isométrica para hallar la fuerza muscular relativa.
KHz- kilohercio
PRFD- Peak of Rate of Force Development (Pico del Gradiente de la Fuerza Muscular)
RFD- Rate of Force Development (El Gradiente de la fuerza muscular)
RTD- The Rise of Tension Development (El aumento de la Tensión Muscular Desarrollada)
SJ- squat jump- salto desde la posición de media sentadilla, salto partiendo de una flexión previa de rodillas, sin contramovimiento
SSC- Stretch and Shortening cycle (El ciclo estiramiento- acortamiento- CEA)
SPSS- el programa para la evaluación de los datos estadísticos
 t_{Fmax} - el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima
VI₁- Primera variable independiente
VI₂- Segunda variable independiente
VI₃- Tercera variable independiente

1RM- una repetición máxima

LISTA DE LAS VARIABLES

$F_{\max\text{PIEREXTISO}}$ - Fuerza máxima isométrica de los extensores de piernas en N

$F_{\max\text{TOBEXTISO}}$ - Fuerza máxima isométrica de los extensores de tobillos en N

$F_{\max\text{ESPEXTISO}}$ - Fuerza máxima isométrica de los extensores de espalda en N

$F_{50\%\text{PIEREXTISO}}$ - Fuerza isométrica de los extensores de piernas realizada al nivel de 50% de la fuerza máxima, en N.

$F_{50\%\text{TOBEXTISO}}$ - Fuerza isométrica de los extensores de tobillos realizada al nivel de 50% de la fuerza máxima en N.

$F_{50\%\text{ESPEXTISO}}$ - Fuerza isométrica de los extensores de espalda realizada al nivel de 50% de la fuerza máxima en N.

$F_{50\%\text{TOBEXTISO}}$ - la fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollada al nivel de 50% de la fuerza máxima isométrica

$F_{50\%\text{EspEXTISO}}$ - la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollada al nivel de 50% de la fuerza máxima isométrica

$F_{50\%\text{PIEREXTISO}}$ - la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollada al nivel de 50% de la fuerza máxima

$F_{\text{allom}50\%\text{PIEREXTISO}}$ -La fuerza isométrica relativa realizada al 50% de la fuerza relativa máxima de los extensores de piernas

$F_{\text{allom}50\%\text{TOBEXTISO}}$ -La fuerza isométrica relativa realizada al 50% de la fuerza relativa máxima de los extensores de tobillos

$F_{\text{allom}50\%\text{ESPEXTISO}}$ -La fuerza isométrica relativa realizada al 50% de la fuerza relativa máxima de los extensores de espalda

$F_{250\text{msPIEREXTISO}}$ - la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollada al nivel de 250 milisegundos

$F_{250\text{msTOBEXTISO}}$ -fuerza muscular de los extensores de tobillos a los 250 milisegundos

$F_{250\text{msESPEXTISO}}$ -la fuerza muscular de los extensores de espalda a los 250 milisegundos

$F_{180\text{msPIEREXTISO}}$ -fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollada al 180 ms

$F_{180\text{msTOBEXTISO}}$ -fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollada al 180 milisegundos

$F_{180\text{msESPEXTISO}}$ – fuerza muscular de los extensores de espaldaal 180 milisegundos

$F_{100\text{msPIEREXTISO}}$ - fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollada a los 100 milisegundos

$F_{100\text{msTOBEXTISO}}$ -El representante de desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de tobillos, realizado al nivel de 100 milisegundos

$F_{100\text{msESPEXTISO}}$ -El representante de desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de espalda, realizado según la fuerza muscular desarrollada en el nivel de tiempo de 100 milisegundos

$\text{IndexSNGBÁSIC}_{\text{PIEREXTISO}}$ - El índice básico de sinergia de los extensores de piernas

$IndexSNGBÁSIC_{TOBEXTISO}$ - El índice básico de sinergia de los extensores de tobillos

$IndexSNGBÁSIC_{ESPEXTISO}$ - El índice básico de sinergia de los extensores de espalda

$IndexSNGESPEC_{50\%PIEREXTISO}$ - el Índice de sinergia de los extensores de piernas al nivel de 50% de la fuerza máxima isométrica

$IndexSNGESPEC_{50\%TOBEXTISO}$ - el Índice de sinergia de los extensores de tobillos al nivel de 50% de la fuerza máxima isométrica

$IndexSNGESPEC_{50\%ESPEXTISO}$ - el Índice de sinergia de los extensores de espalda al nivel de 50% de la fuerza máxima isométrica

$IndexSNGESPEC_{250msPIEREXTISO}$ - el Índice de sinergia de la fuerza muscular isométrica de los extensores de piernas desarrollada al 250ms

$IndexSNGESPEC_{250msTOBEXTISO}$ - Índice de sinergia de la fuerza muscular isométrica de los extensores de tobillos al 250ms

$IndexSNGESPEC_{250msESPEXTISO}$ - el Índice de sinergia de la fuerza muscular isométrica de los extensores de espalda al 250ms

$IndexSNGESPEC_{180msPIEREXTISO}$ - el Índice de sinergia de la fuerza muscular isométrica de los extensores de piernas al 180 milisegundos

$IndexSNGESPEC_{180msTOBEXTISO}$ - Índice de sinergia de la fuerza muscular isométrica de los extensores de tobillos a los 180 milisegundos

$IndexSNGESPEC_{180msESPEXTISO}$ - Índice de sinergia de la fuerza muscular isométrica de los extensores de espalda a los 180 milisegundos

$IndexSNGESPEC_{100msPIEREXTISO}$ - el Índice de sinergia de la fuerza muscular isométrica de los extensores de piernas desarrollada a los 100 milisegundos

$IndexSNGESPEC_{100msTOBEXTISO}$ - el Índice de sinergia de la fuerza muscular isométrica de los extensores de tobillos desarrollada a los 100 milisegundos

$IndexSNGESPEC_{100msESPEXTISO}$ - el Índice de sinergia de la fuerza muscular isométrica de los extensores de espalda, desarrollada en 100 milisegundos

$RFD_{PIEREXTISO}$ - El gradiente de la fuerza explosiva de extensores de piernas realizado en condiciones isométricas, en N.

$RFD_{FmaxTOBEXTISO}$ - El gradiente de la fuerza explosiva de extensores de tobillos realizado en condiciones isométricas, en N.

$RFD_{FmaxESPEXTISO}$ - El gradiente de la fuerza explosiva de extensores de espalda realizado en condiciones isométricas, en N.

$RFD_{allomPIEREXTISO}$ – El gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas

$RFD_{allomTobEXTISO}$ – El gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos

$RFD_{allomESPEXTISO}$ – El gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda

$RFD_{50\%PIEREXTISO}$ - el gradiente de la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollado al nivel de 50% de la fuerza máxima

$RFD_{50\%TOBEXTISO}$ - el gradiente de la fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollado al nivel de 50% de la fuerza máxima

$RFD_{50\%ESPEXTISO}$ - el gradiente de la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollado al nivel de 50% de la fuerza máxima

RFD_{50%allomPIEREXTISO} - El gradiente de la fuerza específica relativa de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima

RFD_{50%allomTOBEXTISO} -El gradiente de la fuerza explosiva específica relativa de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima

RFD_{50%allomESPEXTISO} - El gradiente de la fuerza explosiva específica relativa de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima

RFD_{180msAllomPIEREXTISO} – el gradiente relativo de la fuerza muscular de los extensores de piernas realizada a los 180 milisegundos

RFD_{180allomTOBEXTISO} – el gradiente relativo de la fuerza muscular realizada a los 180 milisegundos de los extensores de tobillos

RFD_{180msAllomESPEXTISO} – el gradiente relativo de la fuerza muscular de los extensores de espalda realizada a los 180 milisegundos

RFD_{100msallomPIEREXTISO} – el gradiente relativo de la fuerza muscular de los extensores de piernas realizada a los 100 milisegundos

RFD_{100msallomTOBEXTISO} – el gradiente relativo de la fuerza muscular de los extensores de tobillos, realizada a los 100 milisegundos

RFD_{100msAllomESPEXTISO} – el gradiente relativo de la fuerza muscular de los extensores de espalda realizada en 100 milisegundos

RFD_{250msallomPIEREXTISO} – el gradiente relativo de la fuerza muscular de los extensores de piernas a los 250 milisegundos

RFD_{250msallomTOBEXTISO} – el gradiente relativo de la fuerza muscular de los extensores de tobillos a los 250 milisegundos

RFD_{250msallomESPEXTISO} – el gradiente relativo de la fuerza muscular de los extensores de espalda a los 250 milisegundos

t_{FmaxPIEREXTISO} – el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima de los extensores de piernas, en segundos

t_{FmaxTOBEXTISO} – el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima de los extensores de tobillos, en segundos

t_{FmaxESPEXTISO} – el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima de los extensores de espalda, en segundos

t_{F50%PIEREXTISO} – el tiempo necesario para realizar 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas

t_{F50%TOBEXTISO} – el tiempo necesario para realizar 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos

t_{F50%EspEXTISO} – el tiempo necesario para realizar 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda

t_{F250msPIEREXTISO} -el tiempo de 250 milisegundos de los extensores de piernas

t_{F250msTOBEXTISO} -el tiempo de 250 milisegundos de los extensores de tobillos

t_{F250msESPEXTISO} -el tiempo de 250 milisegundos de los extensores de espalda

t_{F180msPIEREXTISO} -el tiempo de 180 milisegundos de los extensores de piernas

t_{F180msTOBEXTISO} -el tiempo de 180 milisegundos de los extensores de tobillos

t_{F180msESPEXTISO} -el tiempo de 180 milisegundos de los extensores de espalda

t_{F100msPIEREXTISO} -el tiempo de 100 milisegundos de los extensores de piernas

t_{F100TOBEXTISO} -el tiempo de 100 milisegundos de los extensores de tobillos

t_{F100EspEXTISO} -el tiempo de 100 milisegundos de los extensores de espalda

RESUMEN

La investigación sobre el efecto del entrenamiento de fuerza explosiva sobre las características básicas y específicas de la fuerza explosiva, se ha realizado con 40 jugadoras de voleibol divididas en tres grupos: Un grupo específico formado por 12 jugadoras de elite que ha sido sometido al proceso de entrenamiento específico con objetivo de desarrollar la fuerza explosiva de los extensores de espalda, los extensores de piernas y los extensores de tobillos. Un segundo grupo clásico formado por 11 jugadoras de voleibol que han realizado entrenamiento clásico sin impacto en la fuerza explosiva. Y un tercer grupo control formado por 20 mujeres sanas, no entrenadas y con buena condición física.

El objetivo de esta investigación ha sido comprobar como con un entrenamiento específico, al igual que con el entrenamiento clásico de voleibol, se producen mejorías en la fuerza específica de estas jugadoras, es decir, como los datos de las características de la curva Fuerza- tiempo representan datos básicos sobre la capacidad contráctil, y a la vez dan información básica del rendimiento deportivo de cada jugador. También se ha tratado de comprobar cual de los dos métodos (el específico o el clásico) es más eficaz sobre la fuerza explosiva en las jugadoras de voleibol.

A nivel parcial, el objetivo ha sido determinar cuales son las características básicas, específicas y especiales de la fuerza muscular explosiva realizada en condiciones isométricas de los extensores de espalda, de piernas y de tobillos de las jugadoras entrenadas según el modelo específico, a partir de los datos obtenidos de la relación fuerza- tiempo, para poder determinar los parámetros explosivos y compararlos con los resultados de los otros grupos.

La duración de la intervención con el entrenamiento ha sido de seis semanas (un mesociclo), en donde se aplicó al grupo experimental específico, dos semanas de preparación básica, seguidas de cuatro semanas de entrenamiento específico, mientras que al grupo clásico se le aplicó el entrenamiento tradicional que venían realizando, durante las 6 semanas. Todas las pruebas y las mediciones fueron realizadas con el equipo PROGRAM INZENJERING (Belgrado), construido con dinamómetros que permiten la medición de la fuerza muscular hasta 7500 N y con una sensibilidad de 1.25 N. Se realizaron tres tipos de tests: "Peso Muerto" para evaluar la fuerza de los extensores de espalda, "Extensión de piernas en posición de pie" para la evaluación de los músculos extensores de las piernas y el test "Extensión de tobillos en posición sentada" para medir los músculos extensores de los tobillos.

Se han evaluado las variables en condiciones isométricas de los gradientes de la fuerza realizada a los 100ms, 180ms y 250ms de la fuerza máxima y al 50% de la fuerza máxima, para los tres grupos musculares (los extensores de espalda, los extensores de piernas y los extensores de tobillos). Además, se plantearon los gradientes relativos de la fuerza muscular desarrollada a dichos momentos, de los tres grupos musculares y el Índice S, representando la relación entre el gradiente de la fuerza muscular con la fuerza máxima; y el Índice de sinergia representando la relación entre el gradiente de la fuerza muscular con la fuerza muscular realizada al mismo nivel.

Se comprobó a nivel general, que los parámetros básicos, específicos y especiales de la capacidad contráctil muscular de la fuerza explosiva de distintos grupos musculares como respuesta al entrenamiento específico realizado, responden de manera más eficaz sobre la relación fuerza-tiempo desarrollada en condiciones isométricas, que ante un entrenamiento clásico de voleibol.

El entrenamiento pliométrico realizado, es muy específico para voleibol, ya que se producen mejores resultados en los parámetros básicos, específicos y especiales de la fuerza muscular realizada, en los grupos musculares observados en condiciones isométricas que con un método de entrenamiento de fuerza clásico.

El gradiente de la fuerza muscular absoluto básico, específico y especial, realizado en condiciones isométricas evoluciona más favorablemente con un método pliométrico, que con un método clásico de entrenamiento.

También, se ha comprobado que el gradiente de la fuerza muscular relativo básico, específico y especial, realizado en condiciones isométricas evoluciona más favorablemente con el método pliométrico específico realizado, que con un método clásico de entrenamiento.

En cuanto a los índices observados, se ha verificado que el entrenamiento pliométrico, produjo mejores resultados en cuanto al Índice S que representa la relación del gradiente de la fuerza explosiva realizada en cierto nivel y la fuerza máxima realizada en condiciones isométricas, que con un entrenamiento de fuerza clásico de voleibol.

Así mismo, con el entrenamiento específico para el desarrollo de la fuerza explosiva en voleibol, se consiguen mejores resultados en cuanto al Índice de sinergia que representa la relación del gradiente de la fuerza explosiva realizada en cierto nivel y la fuerza muscular realizada en el mismo nivel en condiciones isométricas, que con el método de entrenamiento de fuerza clásico.

Palabras claves: voleibol, fuerza explosiva, gradiente de fuerza muscular, extensores de espalda, extensores de piernas, extensores de tobillos, fuerza isométrica.

ABSTRACT

This research with objective to evaluate the effects of special designed training for enhancement of basic and specific characteristics of explosive strength was realized with 40 female volleyball players divided into three groups: the specially trained group consisted of 12 elite players which were undergone to a special model of training in order to enhance explosive strength of back extensors, leg extensors and calf muscles. The second, classic group consisted of 11 female volleyball players which implemented classic volleyball training with no emphasize on explosive strength. The third, control group consisted of 20 female non trained persons, but in a good shape.

The main goal of this research was to analyze the effects of a special training for explosive strength enhancement on one side, and classic training on the other side, as it is known that both methods produce better characteristics of the explosive strength, i.e., the characteristics of the force- time curve and also represent the basic characteristics of the contractile capacity, but in the same time to provide basic information about high level sport performance of each player. The second objective was to define which of these methods (classic or specific) is more efficient on enhancement of explosive force of tested muscle groups in female volleyball players.

In addition, it was necessary to define basic, specific and special characteristics of explosive muscle force developed in isometric conditions of back extensors, leg extensors and calf muscles of specially trained volleyball players, from the perspective of the characteristics of the force- time curve, and to be able to determine parameters of explosiveness and to compare it with results achieved from other two groups of tested athletes.

The entire research was realized during six weeks (one mezocycle) in which the specially trained group implemented two weeks of basic exercise, followed up by 4 weeks of specially designed training; the classically trained group implemented traditional volleyball training during six weeks.

All the test were realized with PROGRAM INZENJERING (Belgrade) equipment for muscle force testing, consisted of dinamometers of high sensitivity of 1.25 N, with range up to 7500 N. Three test were implemented: The "Dead Lifting" to evaluate the muscle force of back extensors; "Leg extension" to evaluate the muscle force of leg extensors; and "Sitting Rise on Toes" to evaluate the muscle force of calves.

The rates of force development reached on 100ms, 180ms, 250ms of the onset of muscle contraction, as well as on 50% of the maximal muscle force and maximal muscle force of three tested muscle groups (the back extensors, leg extensors and calf muscles). Also, the relative rates of force development of the muscle force detected on aforementioned levels of three muscle groups tested were evaluated, and the S Index, defined as a relation between the rate of force development of the muscle force of the onset of the muscle contraction and maximal muscle force; the Index of Synergy defined as a relation between the rate of force development of the muscle force of the onset of the muscle contraction and the muscle force reached at same level.

It has been confirmed that basic, specific and special parameters of the contractile

capacity of explosive force of three muscle groups of specially trained female volleyball players significantly enhanced force- time parameters developed in isometric conditions than the classically trained athletes.

The absolute basic, specific and special rate of force development reached in isometric conditions of a specially trained group using plyometric method significantly surpassed the same parameters than the classically trained group.

Also, it has been demonstrated that the relative basic, specific and special rate of force development developed in isometric conditions is growing more rapidly with plyometric method than with classic method of training.

The plyometric method of sport training realized in this research had demonstrated better results of Index S which represents the relation between the rate of force development reached on certain level of the onset of muscle contraction and maximal muscle force in isometric conditions, that the classic volleyball training.

Special model of sport training had produced better results of Index of Synergy, which represents the relation between the rate of force development reached on certain level of the onset of muscle contraction and a muscle force reached on same level in isometric conditions, that the classic volleyball training.

Key words: *volleyball, explosive force, rate of force development, back extensors, leg extensors, calf muscles, isometric muscle force.*

1. INTRODUCCIÓN

La fuerza muscular es un objetivo tradicional en el entrenamiento de casi todas las modalidades deportivas. Concretamente en el voleibol, las características del juego hacen que los jugadores deban incorporar, en sus rutinas de entrenamiento, elementos específicos para aumentar esta capacidad. Durante el partido, los jugadores necesitan hacer potentes saltos que requieren que la fuerza explosiva de los miembros inferiores esté bien desarrollada (Kroon, 2000; Jensen y col, 2008; Khayambashi, 1986; Bompa, 2000).

La fuerza en el voleibol se manifiesta principalmente a través de las diferentes acciones técnicas (saques, remates y bloqueos). El número de saltos varía según la función del jugador, que con las nuevas reglas (*rally point*) no suelen sobrepasar los 100 (Martínez y col, 2006). Conseguir la óptima altura eficaz es fundamental para garantizar un elevado rendimiento en esta modalidad deportiva. Para ello es necesario obtener, de forma rápida, los niveles de fuerza adecuados durante la batida de cada salto. Muchos autores (Pablos y col, 1999; Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Dopsaj, 2011) señalan que la fuerza y la potencia muscular son imprescindibles para aumentar el salto vertical en cualquier deportista, y muy especialmente en los jugadores de voleibol. No obstante, la capacidad de salto por sí sola, resulta insuficiente para optimizar una acción técnica en voleibol. También es preciso conjugar con el componente físico, una correcta acción técnica y un momento de ejecución adecuado (Pablos y col, 1999; Rajic, 2003). Dicho de otra manera, una mayor altura del salto en ataque, aumenta el ángulo de incidencia del mismo, lo que incrementa la probabilidad de acierto (Milic y col, 2008). Lograr esta altura óptima de salto, supone planificar correctamente una secuencia lógica de tareas que, por su efecto acumulativo, permita alcanzar el objetivo.

El objetivo de cada entrenador es desarrollar las capacidades de sus deportistas a partir de una selección planificada, mediante un entrenamiento dosificado, hasta la fase de adaptación de la capacidad física al alto rendimiento deportivo. Todo ello realizado de manera rápida con el objetivo de mejorar las capacidades de todo el equipo y de cada uno de los componentes. El alto rendimiento deportivo, tras recientes descubrimientos científicos, está condicionado por la planificación y gestión deportiva y con la realización controlada del proceso de entrenamiento, recuperación y buena temporalización (Koprivica, 2002; Milisic, 2003; Zatsiorsky y Kraemer, 2006.) Un trabajo eficaz para alcanzar el alto rendimiento deportivo, depende en su mayor parte del proceso de formación y educación de los entrenadores en todos los aspectos de su realización (Ban, 1998).

La calidad de la planificación y gestión deportiva a las que el deportista o equipo está sometido, y el logro de objetivos propuestos, dependen tanto de la calidad del programa realizado, como de las decisiones hechas por el entrenador. La capacidad de detectar objetivos reales, realizar una buena elección de materiales, métodos y técnicas, hacen que se distinga un buen entrenador de otros más mediocres (Koprivica, 2002; Milisic, 2003).

Se requiere un buen y completo conocimiento de las técnicas, así como el poder dar una

información puntual y adecuada en cada momento del propio proceso del entrenamiento en función de las necesidades. Por ello, es importante la recogida de datos y evaluación que hace el entrenador de manera que incida en un óptimo rendimiento de los deportistas. Es importante la información sobre el proceso de entrenamiento, el rendimiento y las observaciones de los especialistas, para poder adecuar el trabajo a las necesidades. Un buen control del entrenamiento que nos permita obtener el mayor número posible de informaciones sobre el nivel de rendimiento, puede servir para dirigir al deportista hacia un mayor nivel de aprovechamiento de sus cualidades, físicas, psíquicas y coordinativas, llevando a un nuevo y mejor nivel de rendimiento, con su adecuación de las metodologías de entrenamiento.

Las modificaciones y adaptaciones de las metodologías de entrenamiento, se basarán en los datos obtenidos de los test utilizados, bien sean en campo, o en laboratorio (Rajic, 2003; Dopsaj y col. 2004; Mirkov, 2004; Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

Sobre la base de los datos obtenidos y evaluados, es posible cuantificar el nivel de desarrollo de la capacidad para conducir al deportista hacia el alto rendimiento, verificar la eficiencia de otros sistemas de entrenamiento aportados por anteriores investigadores valorando la intensidad y volumen del entrenamiento de las distintas capacidades que intervienen en el rendimiento de dicha actividad deportiva, tanto a nivel individual como colectivo (Milisic, 2003; Dopsaj, 2005).

Dado que el voleibol es un deporte de largo período competitivo y con el sistema de todos contra todos en la competición principal, donde todos los resultados son importantes, esto obliga a los equipos a iniciar la temporada con un aceptable nivel de rendimiento que evite derrotas que puedan condicionar el resultado final de la competición. Esto determina aún más la planificación de la temporada y reduce, de forma considerable, el tiempo que dura cada fase de la preparación durante la pretemporada (Da Silva Grigoletto y col, 2008).

MARCO TÉORICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Características básicas de la fuerza explosiva

En el voleibol, esta forma de manifestarse la fuerza, alcanza una gran importancia dentro de la preparación de estos jugadores. La fuerza explosiva se puede analizar de manera directa o indirecta, aunque lo más importante es su valoración para poder programar su trabajo y adaptación para el rendimiento.

Las mediciones directas serían las más adecuadas, aunque no siempre es posible hacerlo, por lo que la mayoría de las veces se analizan otras variables relacionadas con ella y en función de sus modificaciones, se aplica indirectamente el efecto a la variable buscada. La valoración de la fuerza isométrica es fácil de realizar mediante células de carga o dinamómetros, pero en el voleibol, se producen distintas circunstancias que pueden contaminar los resultados, como son los factores neuronales, fisiológicos y mecánicos (Stone, 2000). Por lo que nos interesaría realizar una medición de la fuerza teniendo en cuenta la capacidad contráctil del músculo.

La capacidad contráctil del tejido muscular, representa todas las manifestaciones mecánicas que se pueden registrar desde el principio de la excitación hasta el final. La capacidad de músculo para realizar la contracción, es la tarea básica.

Uno de los momentos más importantes en la contracción muscular en muchos movimientos deportivos, es el ciclo estiramiento acortamiento (CEA), que se basa en la acumulación de energía elástica generada en el estiramiento brusco del músculo y su rápido pase a la contracción o acortamiento aprovechando esa energía. Por tanto, ese tipo de trabajo o acción, tiene importancia en el entrenamiento de dicha fuerza explosiva, que se da en muchas acciones deportivas.

Se piensa que la capacidad para acumular la energía elástica y su posterior aplicación, dependerá de las fuerzas y cargas externas aplicadas, al igual que tiene importancia también el sexo, en donde las mujeres podrían aprovechar mejor las técnicas para beneficiarse de la energía elástica acumulada en los extensores de piernas durante el CEA, obteniendo una mejor calidad de acción, a pesar de tener posibilidades de producir una fuerza máxima inferior a los hombres (Komi, 1978).

Cuanto mayor sea la potencia o la fuerza explosiva generada por un grupo muscular, tanto mayor será el rendimiento producido. En el caso del salto, este aumento en el rendimiento, se ve expresado por un incremento en la velocidad de despegue del suelo por parte del deportista; logrando de esta forma una mayor elevación de su centro de gravedad (CG), es decir un acrecentamiento en la altura del salto. Esta mejora en el rendimiento se ve reflejado por un incremento en la magnitud del impulso de fuerza necesario para proyectar el cuerpo del deportista hacia arriba durante un salto vertical. Este impulso mecánico no es otra cosa que el producto entre la fuerza ejercida por el deportista contra el suelo y el tiempo durante el cual es aplicada. De esto se desprende, lógicamente, que existe una relación óptima entre la fuerza y el tiempo de aplicación de la misma que garantiza el mayor impulso mecánico, representado por la mayor área bajo la curva de fuerza en función del tiempo. Este concepto transmite la misma relación entre fuerza y velocidad que fue enunciada por Hill (Bompa, 2000; Rajic, 2003;

Zatsiorsky y Kramer, 2006).

En todo lo anteriormente expuesto, la importancia del entrenamiento de la fuerza explosiva en los músculos responsables del rendimiento en el salto vertical, es crucial, por lo que resulta inevitable la inclusión de estos conceptos sobre las bases del entrenamiento del voleibol.

Ya se ha expresado anteriormente que la manifestación explosiva de la fuerza en el salto, implica un desarrollo elevado de fuerza ejercida a una velocidad muy alta. Esto se traduce en un impulso vertical expresado por la fuerza ejercida durante un período de tiempo muy corto y representado por el área bajo la curva de la fuerza en función del tiempo. Este concepto fue establecido por Hochmuth en 1967 bajo el nombre de “Principio de fuerza inicial”, el cual expresa que cuanto mayor sea el impulso vertical, mayor será la modificación positiva de la cantidad de movimiento, lo que supone incrementar su velocidad de desplazamiento vertical y, consecuentemente, alcanzar una altura de salto mayor, ya que la masa permanece constante (Puhl y col, 1992; Potteriger y col, 1999; Verkhoshansky, 1999; Rajic y col, 2008; Dopsaj, 2011).

La velocidad de contracción muscular y la fuerza inicial, tendrán más importancia a menor resistencia externa y mayor ejecución del movimiento deportivo. Por el contrario, a mayor resistencia externa, tiene más importancia la fuerza máxima del sujeto y la aceleración.

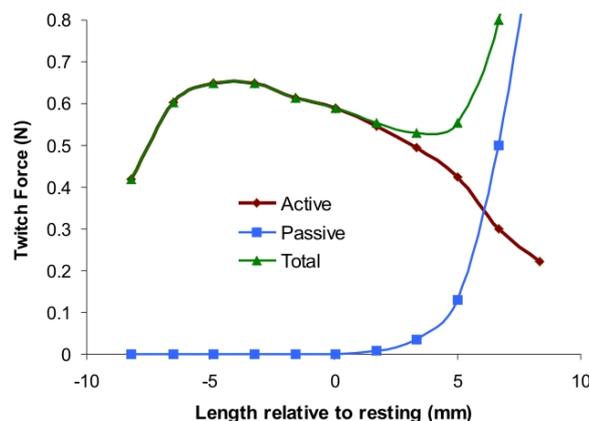
El mecanismo que realiza el esfuerzo explosivo, lleva el siguiente orden cadencial:

1. La velocidad de contracción muscular
2. La fuerza inicial
3. La fuerza de aceleración
4. El potencial de la fuerza muscular

Prácticamente, todos los movimientos deportivos tienen el mismo objetivo: anular la resistencia utilizando la fuerza inicial y la fuerza de aceleración (Bompa, 2000).

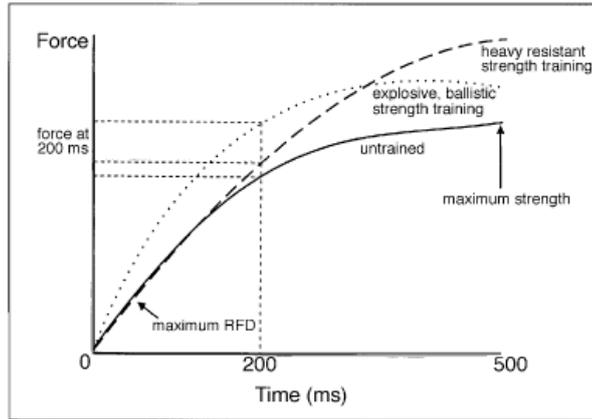
Durante el movimiento cuando los músculos se contraen (Verkhoshansky, 1999; Bartlet, 2002; Milisic, 2003.), la fuerza muscular realizada puede depender de:

- La longitud muscular (“force-length”) (Imágen 2.1.)

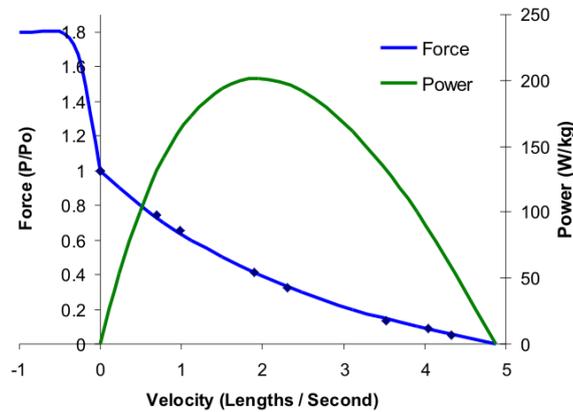


Imágen 2.1. La relación entre la fuerza muscular y la longitud muscular (http://en.wikipedia.org/wiki/Muscle_contraction)

- El tiempo necesario para realizarla (“force-time”) (Imágen 2.2.)



Imágen 2.2. La relación Fuerza- tiempo (Bompa, T. Periodización del Entrenamiento Deportivo, 2000.)



Imágen 2.3. La relación Fuerza- Velocidad
(tomado de http://en.wikipedia.org/wiki/Muscle_contraction)

- La fuerza muscular dependiendo de la longitud del tejido muscular, representa la fuerza máxima realizada en condiciones isométricas, sin limitación del tiempo de ejecución.

En los movimientos deportivos en su fase inicial, es característico realizar el esfuerzo explosivo cuando precede un estiramiento muscular a la contracción. En este caso, el efecto del trabajo realizado está determinado por la capacidad muscular de sumar el efecto de la fase del estiramiento a la fase de acortamiento muscular apoyado por la capacidad muscular elástica. Dicha característica de los músculos se llama Capacidad Reactiva Muscular (Verkhoshansky, 1979). Según el mismo autor, la mayoría de los movimientos en voleibol son de carácter explosivo- reactivo- balístico.

La fuerza explosiva es la que depende e indica la capacidad de fuerza desarrollada en el tiempo más corto posible.

La fuerza rápida es la que depende de la velocidad de ejecución, y representa la capacidad del músculo para desarrollar la máxima fuerza en movimientos rápidos.

Son muchos los autores que han buscado la relación entre la fuerza muscular y las condiciones biomecánicas. Se sabe que la fuerza muscular depende de la temperatura del músculo, la velocidad de contracción de este, la longitud muscular, el cansancio muscular, la duración de la contracción, la actividad electromiográfica, la respuesta refleja, etc (Verkhoshansky, 1979; Jaric, 1987; Milosevic y col, 1988; Verkhoshansky, 1999; Dopsaj y col. 2000; Mirkov, 2003; Komi, 2003).

Si la acción deportiva fuera de muy corta duración y se realizase mediante contracción voluntaria, no influiría mucho la temperatura, el cansancio y el reflejo muscular, por lo que los factores más importantes ante ese tipo de actividad deportiva serían la fuerza-tiempo, la fuerza-velocidad y la fuerza-longitud muscular, teniendo en cuenta desde el punto de vista mecánico, que la fuerza generalmente representa la función del tiempo, desplazamiento y tiempo necesario para realizar dicho desplazamiento. Estos detalles, representan el modelo unidimensional de la contracción muscular (Jaric, 1987; Milosevic y col, 1988; Verkhoshansky, 1999; Dopsaj y col, 2000; Rajic, 2003; Milisic, 2003; Rajic y col, 2004).

Aplicando los modelos matemáticos en la investigación deportiva, Milosevic y col, (1988) mantienen que la fuerza muscular tiene una relación proporcional con la sección transversal del músculo. Así mismo, dicha sección transversal muscular esta en relación con la longitud del músculo elevado al cuadrado. En base a ello, plantean que la fuerza muscular de los extensores de piernas realizada con la ayuda del impulso de los brazos (F_{VRT+}) se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$F_{VRT+} = G \times VRT+ / TV$$

Donde: F_{VRT+} es la fuerza de los extensores de piernas obtenida a través del test VRT+; G: es el peso corporal medido en Newtons, VRT+: es la altura en centímetros alcanzada con el salto vertical con impulso de brazos, y TV: es la talla en metros.

Para calcular la fuerza muscular de los extensores de piernas sin impulso de brazos (F_{VRT-}), plantean la siguiente fórmula (Milosevic y col, 1988):

$$F_{VRT-} = G \times VRT- / TV$$

Donde: F_{VRT-} : representa la fuerza realizada en el test F_{VRT-} ; G: peso corporal en Newtons; VRT-: altura en centímetros del salto realizado sin ayuda de brazos, TV: talla en metros.

Los valores F_{VRT+} y F_{VRT-} representan los resultados de la aplicación de los modelos matemáticos realizando los saltos verticales en el primer caso con ayuda del impulso de los brazos, y en el segundo sin su ayuda. Asimismo, los autores han planteado la fórmula para calcular el índice de explosividad (F_e) de los extensores de las piernas aplicando el salto vertical (Milosevic y al., 1988):

$$F_e = (VRT- / VRT+) \times 100$$

Donde: F_e - índice de la explosividad del tren inferior aplicando el test "salto vertical"; VRT- representa la altura del salto vertical sin utilizar el impulso de los brazos en metros; VRT+ representa la altura del salto vertical utilizando el impulso de los brazos en metros.

La potencia de saltos es crucial en pruebas en las que los deportistas tratan de proyectar el cuerpo hasta el punto más alto, sea para saltar por encima de un listón como en el salto de altura o para subir lo más alto para capturar una pelota o ejecutar un remate o un tiro a portería por encima de la barrera.

La altura de salto depende directamente de la fuerza vertical aplicada contra el suelo para vencer la fuerza de gravedad. En la mayoría de los casos, la fuerza vertical desarrollada durante el despegue es al menos el doble del peso de deportista. Cuanto más alto sea el salto, más potentes deben ser las piernas. La potencia de las piernas se desarrolla mediante un entrenamiento periodizado de la fuerza (Bompa, 2000).

Se sabe que el entrenamiento deportivo con el objetivo de mejorar la fuerza máxima muscular, aplicando ejercicios de ejecución lenta, no suele producir la mejora del gradiente de fuerza muscular máxima ni la potencia de salto del deportista. Por ejemplo, el entrenamiento con cargas de intensidades submáxima, máxima y supramáxima (70%-120% de 1 RM¹) mejora la fuerza máxima isométrica, pero no el gradiente de la fuerza máxima. Por contra, este tipo de entrenamiento reduce la capacidad de los músculos para desarrollar la fuerza rápida. Por otro lado, el entrenamiento de saltos aplicando cargas ligeras, aumenta la capacidad de los deportistas para generar la fuerza muscular durante cortos periodos de tiempo, es decir, la fuerza muscular rápida. Lo dicho anteriormente es como consecuencia del tiempo del contacto del deportista con el suelo, haciendo que el salto vertical no supere los 350 milisegundos, ya que la fuerza muscular producida se debe generar durante un periodo muy corto (Komi, 1978; Harman y col, 1990; Kraemer y col, 1994, Pablos y col., 1999; Komi, 2003).

Por lo presentado en varias investigaciones se exponen los fundamentos del entrenamiento de la fuerza explosiva y la potencia, haciendo incidencia en acciones explosivas características de muchos deportes: el salto, la aceleración en carrera, y los lanzamientos y golpes. Un rendimiento adecuado en estas acciones será de vital importancia en muchas disciplinas deportivas. En los trabajos destacados se citan una serie de aportes científicos relacionados con la metodología del entrenamiento para la optimización de dichos gestos.

¹ 1RM- una repetición máxima, es decir, la carga que el deportista puede utilizar (levantar, empujar, tirar,..) solamente una vez.

2.2. Características de la capacidad contráctil muscular isométrica

En cuanto a los objetivos de esta tesis y la metodología utilizada, se va a centrar principalmente sobre el papel que desempeñan distintos grupos musculares en el voleibol, como son los músculos extensores de las piernas, tobillos y espalda (Haff y col, 1997; Bompá, 2000; Verkhoshansky, 1999; Rajic, 2003; Rajic y col, 2004; Barnes y col, 2007; Yamauchi y Ishii, 2007; Ivanovic, 2010).

Indistintamente al tipo de saltos que se realicen en voleibol, la participación de los grupos musculares en el salto vertical es la siguiente: Un 56% los músculos extensores de piernas, un 22% los músculos flexores plantares, un 10% los músculos extensores de cintura, un 10% los músculos anteflexores y un 2% los músculos extensores de cuello (Jaric, 1987). Extendiendo su investigación, el mismo autor comprobó que de todos los parámetros de la fuerza muscular isométrica de los tres grupos musculares, es decir, los músculos extensores de piernas, los extensores de rodillas y los extensores de tobillos, en cuanto al desarrollo de la fuerza isométrica en función de tiempo, el papel más importante en la altura de salto vertical lo juegan la fuerza máxima isométrica y el gradiente de la fuerza máxima isométrica de los extensores de rodillas, no siendo tan importantes los parámetros de los músculos flexores plantares.

Uno de los factores más influyentes sobre la capacidad de saltar es el tipo de fibras musculares del deportista, que va a repercutir sobre el resultado final. Los deportistas que tienen un porcentaje predominante de fibras musculares rápidas, suelen tener un mayor rendimiento deportivo (Kaneko y col, 1983, Knowles, 1999, Kroon, 2000).

Dopsaj (2004) en su investigación con deportistas femeninas de élite de voleibol, ha planteado que el parámetro más importante para la evaluación de las características específicas de la fuerza isométrica de los extensores de piernas es el gradiente de la fuerza muscular realizado en 180 milisegundos desde la activación muscular- $RFD_{ISO180ms}$.

No hay muchas investigaciones que hayan definido períodos de tiempo para la evaluación de la fuerza explosiva de las jugadoras en deportes colectivos. Este intervalo de tiempo es definido por el periodo de 180 milisegundos desde el inicio de su activación. Esto significa que el nivel de explosividad realizado en dicho periodo de tiempo, describe estadísticamente las características específicas de las deportistas de élite, en comparación las personas no entrenadas (Dopsaj y col, 2004; Rajic y col, 2004; Rajic y col, 2008).

Por lo general, se suele utilizar el trabajo isométrico para valorar la contracción muscular, la cual se puede definir como, “la activación muscular (producción de fuerza muscular) mientras que la longitud de la unidad músculo- tendón no cambia, y el trabajo mecánico es nulo”. La utilización de la fuerza isométrica en movimientos humanos juega un papel muy importante en cuanto a la pre- activación del músculo, antes de una contracción de acortamiento- estiramiento (Komi y col, según Maughan, 2009).

Durante las contracciones isométricas, la forma de la curva Fuerza- tiempo puede estar influenciada por la cantidad y pendiente de la activación neuronal, el tipo de fibra muscular y el estado de entrenamiento del individuo igual que el ángulo de la rodilla en el momento de la flexión (Izquierdo y al, 1997., Izquierdo, 2008).

Los ejercicios de fuerza isométrica son un método innovador y altamente eficaz para aumentar la masa muscular, tonificar y desarrollar niveles de fuerza para mejorar el acondicionamiento físico y el rendimiento deportivo (Verhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

2.3. Aplicación de las pruebas para medir la fuerza isométrica

Actualmente, y de forma generalizada, los profesionales del deporte que se dedican al control y planificación del entrenamiento siguen empleando, tanto para la realización de los programas como para el análisis del entrenamiento de fuerza, sistemas tradicionales basados en el control de cargas en función de porcentaje de peso corporal del deportista o bien de la máxima carga que se puede levantar solo una vez (1RM). Pero en los últimos años, se ha avanzado mucho, produciéndose una revolución en lo que respecta a la valoración y control del entrenamiento. El simple hecho de poder controlar, de forma exacta, el tiempo en que un sujeto desplaza una carga en sentido lineal, ayuda mucho a la hora de cuantificar la calidad del entrenamiento de fuerza. Se sabe por experiencia, que la superación de una determinada carga produce distintos tipos de adaptación en nuestro sistema neuromuscular. Pero realmente lo que determina el tipo de adaptación, es la velocidad de contracción muscular. Por lo tanto, sí controlamos la velocidad con que se desplazan las cargas, por medio del parámetro tiempo, se podrá controlar el entrenamiento con mucha mayor precisión consiguiendo, de esta forma, las adaptaciones buscadas (Haff, 2006; Pérez Cavallero, 2009).

En la fase inicial de los movimientos deportivos, es característico realizar el esfuerzo explosivo contráctil precedido del estiramiento muscular. Por ello es importante evaluar el trabajo realizado por la contracción sumándole los efectos de la fase de estiramiento previa a la contracción muscular. Dicha característica de los músculos es llamada Capacidad Reactiva Muscular (Verkhoshansky, 1979). Según el mismo autor, la mayoría de los movimientos en voleibol son de carácter explosivo- reactivo- balístico.

La evaluación de las características contráctiles, desde un punto de vista de la fuerza isométrica, es una de las metodologías más aplicadas en muchos de los test de fuerza aplicados a deportistas, mediante la aplicación de fuerza contra un aparato fijado y conectado con una célula de alta sensibilidad a una placa tensiométrica o cualquier otro tipo de conjunto capaz de detectar la fuerza realizada. Estos tipos de aparatos o dinamómetros, utilizados para la medición de la fuerza en condiciones isométricas son muy sencillos de usar. Así mismo, se pueden utilizar en todo tipo de poblaciones, como pueden ser de distintas edades, en rehabilitación, deportistas de alto rendimiento y personas no entrenadas entre otros (Hakkinen, 1991; Haff y col, 1997; Pablos y col, 1999; Aagard y col, 2002; Dopsaj y col, 2000; Rajic, 2003; Rajic y col, 2004; Rajic y col, 2008; Ivanovic, 2010).

Se han realizado muchos estudios basados en las características contráctiles del músculo, tanto en deporte, como en rehabilitación o ergonomía (Bosco, 2002; MacGorry y col, 2007; Sisto y col, 2007; Yamauchi y col, 2007). La medición de las características contráctiles en condiciones isométricas se está utilizando para ver la respuesta en distintos músculos concretos de deportistas y comparar en estudios longitudinales la evolución de esta, tras programas de entrenamiento en deportistas de nivel (Potteiger y col, 1997; Scott, 1999; Milosevic y col, 2002; Dopsaj y col, 2005; Jaric y col, 2005), a la vez que sirven para poner normas a ciertas especialidades deportivas (Verkhoshansky, 1997; Zatsiorky y Kraemer, 2006; Rajic y col, 2008; Coh, 2010; Ivanovic, 2010) y favoreciendo el análisis de las características de las personas entrenadas con respecto a las no entrenadas (Dopsaj, 2010), o simplemente para evaluar el efecto del entrenamiento aplicado (Fry y Kraemer, 1991; Scott, 1999; Pablos y col, 1999; Rimmer y col, 2000; Rajic, 2003; Gruber, 2004; Andersen y col, 2006; Rajic y col, 2008; Milic y col, 2008).

Por el contrario, otros autores que han investigado la capacidad de salto en voleibol (Bosco, Magnoni y Luthanen, 1983) han planteado que los resultados de los ejercicios en condiciones isométricas producen peores resultados que los mismos ejercicios realizados en condiciones dinámicas. La diferencia se explica por la energía elástica acumulada en la fase concéntrica del movimiento.

En un trabajo realizado con ocho deportistas entrenados, Haff y col, (1997), demostraron que los datos obtenidos de la curva fuerza-tiempo, tanto en condiciones isométricas, como en dinámicas con ejercicios con intensidades de 80, 90 y 100 por ciento de 1RM, que los cambios de la fuerza muscular durante el tiempo de ejecución de los mismos ejercicios en condiciones isométricas son similares a los producidos en condiciones dinámicas. Así se ha reducido la posibilidad de error estadístico de la medición de los resultados en las condiciones dinámicas y el tratamiento de los datos en condiciones isométricas.

Jaric et col (2004) han clasificado los tests de alto rendimiento deportivo en base a parámetros corporales como son la talla y el peso corporal de las deportistas utilizadas en su investigación. Según el método alométrico, la relación entre el rendimiento deportivo (P) y el índice corporal (S), se puede obtener mediante el uso de la siguiente fórmula expresada en unidades de índice:

$$P_n = P/S^b$$

Donde, P_n es el rendimiento deportivo normalizado según la talla o el peso de deportista; b representa el parámetro alométrico.

Hay que destacar que esta fórmula se puede utilizar en los test para evaluar la fuerza externa (entrenamiento con cargas, tiros, movimientos de empuje), o para evaluar movimientos rápidos como saltos, sprint, golpes, o para evaluar la influencia de los parámetros corporales, como pueden ser la talla o el peso. En dichas categorías destacarían los parámetros alométricos (b) $b=0.67$, $b=0$ y $b=0.33$ cuando los parámetros corporales utilizan la masa corporal; o $b=2$, $b=0$ y $b=1$ cuando los parámetros corporales utilizan la talla, respectivamente (Jaric y col, 2004., Jaric y col, 2005).

Todos los resultados obtenidos en esta investigación realizada con 77 estudiantes de la Facultad de Educación Física y el Deporte de Belgrado, aplicando una serie de test, indicaron que los parámetros alométricos de la fuerza muscular (evaluada con el dinamómetro), o la fuerza explosiva (evaluada con el aparato cinético), teóricamente se van acercando a las constantes $b=0.67$ y $b=1$, respectivamente, cuando la masa corporal representa el índice corporal. Los resultados obtenidos, explican que el índice corporal producido por la fuerza muscular de los grupos musculares evaluados, se puede presentar por 0,67 kg, y en la fuerza explosiva por 1 kg de la masa corporal (Jaric y col, 2004; Jaric y col, 2005).

Se puede concluir que la mayoría de los test para evaluar la fuerza explosiva, podrían ser buenos definidores de la función neuromuscular en las unidades motoras, especialmente en cuanto a la relación del gradiente de la fuerza realizada y el nivel de la fuerza muscular producida en 100 milisegundos (dichas variables dependen una de otra) (Mirkov y col, 2004).

Cuantificar los niveles de fuerza muscular de forma exacta y asociar esos resultados con el rendimiento motor fundamentalmente en el terreno deportivo es un área que últimamente se ha utilizado mucho. Existen diversos factores que intervienen en la capacidad de generar fuerza muscular entre los que se encuentran el diámetro transversal de la fibra muscular, la coordinación intra e intermuscular, el tipo de fibra muscular, la edad, el sexo, etc. En la actividad deportiva competitiva, cuantificar los niveles de fuerza en los distintos grupos musculares favorecerá el análisis del rendimiento deportivo, a la vez que puede ser utilizado también para prevenir lesiones. Entre los distintos test utilizados para medir esta cualidad, se destacan el de los isotónicos (1 RM), los isométricos, los isocinéticos, (más objetivos desde el punto de vista de la dinámica muscular) y las pruebas funcionales relacionadas con el salto (test de Bosco). Está fuertemente documentado todo lo que ocurre micro y macroscópicamente a nivel muscular con cada uno de los métodos, e incluso los test isocinéticos sirven de referencia en la cuantificación de la fuerza y su relación con el equilibrio muscular, sobre todo a nivel de los grupos musculares flexo-extensores de la rodilla, que es donde hay más estudios en los últimos veinte años (Ulloa, 2011).

El entrenador necesita continuamente usar medidas de valoración de sus deportistas. Los motivos son múltiples: selección de futuros atletas, información práctica sobre la orientación de sus entrenamientos y sus efectos en los atletas que entrena, etc. El sistema para conocer este tipo de información, son los test de valoración deportiva, aunque en cualquier deportista no solo influyen los aspectos físicos, sino también los psicológicos, sociológicos, médicos, etc, aquí nos centraremos en los físicos. El entrenador aplica diariamente múltiples ejercicios con la finalidad de mejorar globalmente el conjunto de sistemas del organismo y de esta forma conseguir un aumento en el rendimiento. Cada método de entrenamiento, no ejerce la misma influencia sobre todos los componentes entrenables del organismo. Por ello, se debe conocer profundamente la prueba que queremos que realice nuestro atleta, para poder seleccionar los componentes que intervienen en dicha prueba, así como, establecer el orden y la magnitud con que actúan. Sabiendo qué componentes intervienen en cada prueba, podremos seleccionar el test o los test más apropiados para medir la mejora producida en un plazo de tiempo (Verkhoshansky, 1999; Bosco, 2002; Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

2.4. Las características de la curva Fuerza- tiempo

La producción de fuerza muscular en todos los movimientos deportivos se puede explicar, como la suma del reclutamiento de las fibras musculares, los elementos contráctiles y los elementos elásticos de los músculos requeridos. En cuanto a la fuerza isométrica, se genera a través de la activación del componente contráctil, seguido por el componente elástico, que está estirado en ese mismo momento. En esta situación la curva fuerza-tiempo, tiene la forma de letra "S", y explica que, en caso de esfuerzo producido por la carga externa, la contracción concéntrica siempre está precedida por la fase de la generación de la fuerza isométrica apoyada por el reclutamiento del tejido muscular. La última fase del movimiento, empieza cuando los componentes contráctiles y elásticos están equilibrados y a continuación, el componente contráctil va superando al elástico, dependiendo de la fuerza externa (la carga). En la fase de contracción excéntrica, por ejemplo, la fuerza de gravedad y la fuerza muscular de los músculos antagonistas, ayudan al músculo agonista a estirarse (Komi y col, 2009, según Maughan).

Las investigaciones específicas han mostrado que la curva fuerza-tiempo del movimiento explosivo tiene tres componentes (Verkhoshansky, 1979), a saber:

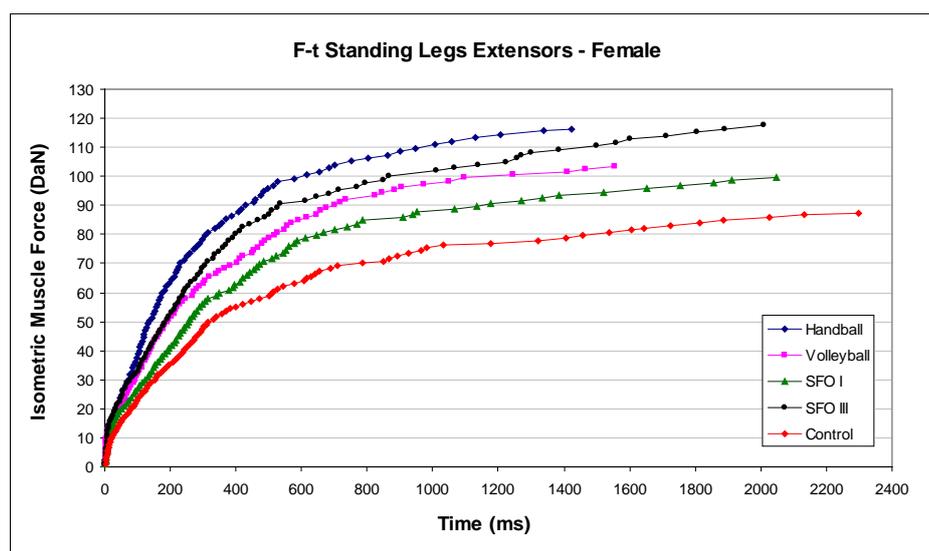
- 1) Fuerza máxima (absoluta) del músculo
- 2) Fuerza inicial, que es la capacidad para alcanzar la fuerza máxima mientras la contracción muscular dinámica no se ha producido (condición isométrica) y
- 3) Fuerza aceleración, que es la capacidad de aumentar la fuerza muscular en la primera fase de la contracción cuando la contracción muscular ya se ha iniciado (condición dinámica). Así mismo, la velocidad de contracción muscular juega un papel importante. La fuerza Inicial y la fuerza de Aceleración no dependen una de la otra.

Analizando la curva fuerza-tiempo sobre los niveles del 20, 40, 60 y 80% de 1RM, se observa que, en el caso de que la resistencia externa sea baja (20 o 40%), el potencial de la fuerza casi no existe, es decir, el impulso de la fuerza está desarrollado por la fuerza inicial, mientras que en el caso de una resistencia externa más grande (60 u 80% de 1RM), el impulso de la fuerza depende de la fuerza de aceleración y la fuerza máxima de los músculos. En este caso, la fuerza inicial va aumentando el tono muscular preparando los mecanismos para la activación de la fuerza aceleración. Se concluye que la fuerza inicial se desarrolla en condiciones isométricas. El hecho que la resistencia externa sea menor favorece la fuerza Inicial y según va incrementando esta, va iniciando la activación de la fuerza aceleración. Hay que destacar la importancia de la fuerza inicial y la de aceleración dado que los movimientos deportivos están limitados por el corto tiempo necesario para su realización (Verkhoshansky, 1979).

La respuesta a cualquier tipo de contracción muscular, genera la fuerza muscular. Una de las características más importantes para definir la calidad del movimiento humano es la capacidad de desarrollar la máxima fuerza muscular en función del tiempo del movimiento deportivo (Kukolj, 1996).

Muchos autores han investigado sobre la fuerza explosiva máxima y sus dimensiones (Haff, 1997; Dopsaj y col, 2000; Mirkov y col, 2003; Rajic, 2003; Kawamori y col, 2006), pero solamente unos pocos han analizado los parámetros específicos de la fuerza explosiva durante la manifestación de esta (Herzog, 2001; Milosevic, 2002) y especialmente su utilización en función del entrenamiento deportivo (Bompa, 2000; Dopsaj y col, 2002; Dopsaj y col, 2004; Rajic y col, 2004; Rajic y col, 2008; Ivanovic, 2010).

Los datos de la fuerza realizada en función del tiempo de duración de la contracción muscular en condiciones isométricas con sus características (las características de la curva Fuerza- tiempo) representan los datos fundamentales sobre la capacidad contráctil explosiva. Como tal, esos datos sobre las características mencionadas, representan a la vez, la fuerza isométrica específica de los extensores de piernas en función de la actividad deportiva realizada (gráfica 2.4)(Dopsaj, 2010).



Imágen 2.4. Curva Fuerza- tiempo de los extensores de piernas de deportistas de varios deportes según Dopsaj, 2010. Se han analizado resultados de jugadoras de balonmano, voleibol, estudiantes de la asignatura “Educación Física Especial” de la Academia Nacional de Policía del primer curso (SFOI) y del tercer curso (SFOIII), y el grupo control.

Las dos fuerzas, inicial y de aceleración, no se integran en una nueva capacidad, sino que realizan la actividad motriz manteniendo su individualidad cualitativa y están preparadas para unirse, con tal de funcionar mejor, si es necesario. Según las características del movimiento deportivo, se producen de manera conjunta la participación de los mecanismos neuromotores, bien sea de manera simultánea o de manera sucesiva (Verkhoshansky, 1979; Verkhoshansky, 1999; Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

Analizando la curva fuerza-tiempo, al aplicar el método pliométrico, esta se desplaza hacia la izquierda, es decir, reduce el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima entre 200-250 milisegundos (Bompa, 1999). Asimismo, dicho modelo de entrenamiento de la fuerza, mejora el momento de SSC², es decir, reduce el tiempo de transición del

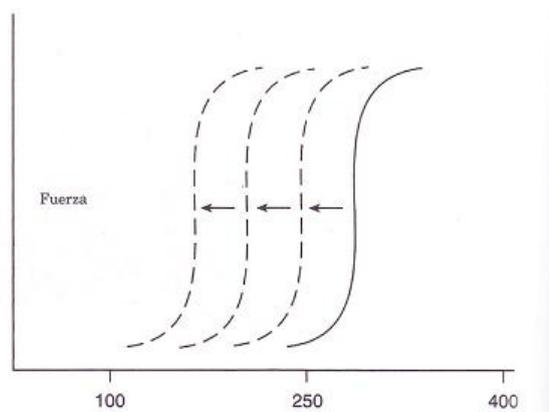
² SSC- stretch- shortening cycle(El ciclo estiramiento- acortamiento)

trabajo excéntrico al trabajo concéntrico de la sincronización de las unidades motoras (Verkhoshansky, 1999).

Analizando la curva fuerza-tiempo y el gradiente de fuerza generada por los músculos extensores de las piernas en condiciones isométricas hacia los 30 ms de empezar a realizar la fuerza, Stone (2000), ha destacado la importancia del gradiente de la fuerza muscular inicial³ en los deportes donde es imprescindible generar mucha fuerza durante un corto tiempo. El gradiente de la fuerza muscular inicial coincide con la fuerza inicial. Por otro lado, la importancia del gradiente de la fuerza máxima⁴ llamado fuerza explosiva, va siendo importante en el rendimiento deportivo. El gradiente de la fuerza máxima está predominado por la fuerza muscular máxima cuando la resistencia externa es grande. Uno de los obstáculos, podría ser el momento cuando el gradiente de la fuerza inicial va siendo sustituido por el gradiente de la fuerza máxima. Así mismo, el problema emerge en la planificación de las cargas de entrenamiento y su periodización.

Durante la fase de adaptación anatómica ejerce un escaso efecto sobre la curva fuerza-tiempo. Como mucho, tal vez se desplace ligeramente a la derecha, es decir, aumenta el tiempo de ejecución. Sin embargo, los típicos métodos de entrenamiento de la hipertrofia aumentan el volumen total de entrenamiento de fuerza realizado. La curva se desplaza a la derecha porque la carga es submáxima y las series se ejecutan hasta el agotamiento, y por tanto, no son explosivas. Tal aumento en el volumen muscular no se traduce en una mejora en la aplicación rápida de la fuerza. Debido al empleo de cargas pesadas, la explosividad desplaza la curva hacia la izquierda. A medida que prosigue este tipo de entrenamiento de la fuerza durante la fase de mantenimiento, la curva debería permanecer a la izquierda (Bompa, 2000).

Al aplicar la periodización de la fuerza hay que ser conscientes de que no podemos esperar un elevado nivel de la explosividad antes del comienzo de la fase competitiva. La fuerza explosiva se maximiza sólo como resultado de la realización de la fase de conversión: por tanto, no hay que esperar niveles elevados de fuerza explosiva durante las fases de adaptación y el desarrollo de la fuerza máxima. La periodización de la fuerza es el mejor camino para tener éxito en el desarrollo de la resistencia muscular y la fuerza explosiva en alto rendimiento deportivo (Bompa, 2000), como se puede ver en la imagen 2.5.



³ IRFD- Initial Rate of Force Development (El Gradiente de la Fuerza Inicial)

⁴ PRFD- Peak of Rate of Force Development (Pico del Gradiente de la Fuerza Muscular)

Imagen 2.5. El desplazamiento de la curva Fuerza – tiempo hacia la izquierda (Bompa, T. (2000) Periodización del entrenamiento deportivo, Editorial Paidotribo)

La fuerza muscular máxima no se puede realizar al instante, pues normalmente se necesitan entre 300 y 400 milisegundos para generarla. En la mayoría de los movimientos deportivos de alto rendimiento, la duración del periodo necesario para realizar la fuerza máxima no supera los 300 milisegundos. En el caso de saltos verticales y saltos de altura, el tiempo que se necesita para realizar la fuerza máxima está entre los 140 y 180 milisegundos (Komi, 2003; Coh, 2010).

Hay varios tipos de interpretación de las relaciones entre la fuerza muscular y el tiempo necesario para realizarla. La relación de la fuerza muscular realizada y el tiempo necesario para ello, se define como el gradiente de fuerza muscular, o Fuerza Explosiva. El “S” gradiente de la fuerza muscular se define como la relación del 50% de la fuerza muscular realizada y del 50% del tiempo necesario para realizarla (Komi, 2003).

El entrenamiento con cargas de intensidad máxima o submáxima puede mejorar la fuerza muscular máxima, pero no el gradiente de la misma fuerza. El gradiente de fuerza muscular mejora como respuesta al entrenamiento dinámico, después de realizar ejercicios dinámicos de dos tipos de contracción muscular (concéntrica e isométrica). La mejora del gradiente de la fuerza muscular está relacionada con el cambio de la activación de las unidades motoras.

Con respecto al gradiente de la fuerza muscular, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Ante actividades de corta duración, el gradiente es más importante que la fuerza muscular máxima.
- ✓ Al aplicar un test, el gradiente de la fuerza muscular realizada hasta los 100 milisegundos de su inicio es muy importante.
- ✓ Al ejecutar lentamente los ejercicios en el entrenamiento con cargas máximas o submáximas, mejora la fuerza muscular máxima pero no el gradiente de la fuerza realizada. Así, está claro que el entrenamiento especial dinámico es imprescindible para el alto rendimiento deportivo (Komi, 2003).

En aquellos deportes que requieren varios aspectos de fuerza explosiva (sprint, kárate, saltos, etc.), el tiempo disponible para realizar dicha fuerza, está limitado entre los 50 y los 250 milisegundos, mientras que el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima, normalmente supera los 300 milisegundos (Andersen y Aagard, 2006, Ivanovic, 2010).

La relación entre la fuerza muscular y las condiciones biomecánicas de su manifestación ha sido estudiada por muchos autores (Bosco y col, 1983; Jaric y col, 1987; Hewet y col, 1996; Gehri y col, 1998; Bompa, 2000; Dopsaj 2000; Komi, 2003; Eston y col, 2009). Se ha comprobado que la fuerza muscular depende de la temperatura del músculo, su velocidad de contracción, su longitud, el cansancio muscular, la duración de la contracción muscular, la actividad electromiográfica, la respuesta refleja, etc (Milosevic y col, 1988). Si el movimiento deportivo o la actividad evaluada fueran de corta duración y se realizasen mediante una contracción muscular voluntaria, no influiría mucho la temperatura, el cansancio y el reflejo muscular. En este caso, los factores más

importantes para generar la fuerza muscular podrían ser las relaciones “fuerza- tiempo”, “fuerza- velocidad” y “fuerza longitud muscular”, teniendo en cuenta, desde el punto de vista mecánico, que la fuerza generalmente representa el desplazamiento realizado y el tiempo necesario para dicho desplazamiento. Estos detalles representan el modelo unidimensional de la contracción muscular (Milosevic y col, 1988).

El gradiente de la fuerza muscular, está relacionado con la contracción muscular voluntaria desde el principio de esta, especialmente en el periodo posterior a los 90 milisegundos desde el inicio de la contracción. Por contra, desde el inicio de la contracción hasta los 40 milisegundos de su desarrollo, el gradiente de la fuerza muscular voluntario correlaciona más con la capacidad contráctil, y menos con la contracción muscular voluntaria (Andersen y col, 2006).

Diagnosticar el rendimiento deportivo en cuanto a la capacidad contráctil sobre la base de los parámetros básicos, es decir, sobre la base de la fuerza máxima (F_{max}) o la fuerza explosiva máxima ($RFD^5_{F_{max}}$), no aseguran datos completos para estar dispuesto a seguir un proceso de entrenamiento y optimizarlo (Zatsiorsky, 1995; Wilson y col, 1996; Milosevic, 2002).

Un proceso contemporáneo de gestión y preparación de los tests deportivos, utiliza los equipos modernos de hardware y software con células de alta sensibilidad de última generación, dispuestos para detectar todos los cambios de fuerza en función del tiempo, con una frecuencia de 100MHz/s (Dopsaj y col, 2000; Mirkov y col, 2003; Rajic, 2003; Dopsaj y col, 2004; Rajic y col, 2004; Amanovic y col, 2004; Rajic y col, 2008). Obtener los datos tan rápido, significa ser capaz de analizar los cambios de la fuerza muscular por su estructura mecánica de cada contracción muscular analizada. Así se pueden analizar los datos según:

- ✓ El criterio de tiempo necesario para realizar la contracción muscular (100 milisegundos, 200 milisegundos, 300 milisegundos,...)
- ✓ El criterio del nivel de la fuerza analizada (30N, 50N, 100N, 200N, ...)
- ✓ El nivel del porcentaje del cambio de la fuerza muscular (10%, 20%, 30%,... 100% con respecto a la fuerza máxima F_{max})
- ✓ El gradiente de la fuerza muscular realizada (RFD^6) expresado en N/s (Newton por segundo)
- ✓ El coeficiente de la velocidad de la activación muscular (K), expresado en unidades de índices (Zatsiorsky, 1995; Haff y col, 1997; Dopsaj y al, 2000; Milosevic, 2002; Dopsaj y col, 2003; Rajic, 2003; Rajic y col, 2004; Andersen y col, 2006; Rajic y col, 2008).

Según los datos obtenidos por el sistema de medición, podría desarrollarse un sistema de alta fiabilidad de recogida de datos y su evaluación en cuanto a la selección de sujetos y un control longitudinal y transversal de todos los sujetos (Zatsiorsky, 1995; Wilson y col, 1995; Milosevic, 2002).

Khamoui y compañeros (Khamoui y col, 2011) han planteado sobre las características de la curva velocidad- tiempo, la curva fuerza- tiempo, el pico de la fuerza isométrica y su relación con la masa corporal, el gradiente de la fuerza muscular isométrica realizada

⁵ RFD- Rate of Force Development (El Gradiente de la fuerza muscular)

en distintos niveles de tiempo, el pico de la fuerza realizada en condiciones dinámicas, el pico de la fuerza dinámica y su relación con la masa corporal y la altura de salto vertical. Las conclusiones obtenidas sobre la base de las correlaciones verificadas han demostrado que la fuerza muscular isométrica realizada entre 50 y 100 milisegundos tiene impacto sobre la aceleración vertical en salto y el mantenimiento de alta velocidad. Así mismo, la masa corporal tiene correlación positiva con la altura de salto vertical.

2.5. Fiabilidad de la dinamometría isométrica

Se puede decir, que el método de la medición de la fuerza muscular en condiciones isométricas tiene un alto valor de fiabilidad (entre 0.85 y 0.99) al analizarlo mediante el procedimiento test-retest, para entrenamiento de fuerza máxima (Vittasalo y col, 1981; Agre y col, 1987, Bembmen y col, 1992)

Las pequeñas variaciones en cuanto a los resultados obtenidos con los distintos estudios, pueden ser debidas al tipo de equipamiento utilizado, o a la metodología aplicada en cada investigación, o simplemente al uso de distintos grupos musculares en los test aplicados.

Wilson y al (1993) en un estudio, han demostrado que los coeficientes de correlación del gradiente de la fuerza muscular ($p= 0.84$) son menores que los coeficientes de correlación de la fuerza muscular máxima ($p= 0.96$), mientras que otros investigadores (Christ y col, 1994: según Mirkov, 2003) han mostrado que los coeficientes de correlación en cuanto al gradiente de fuerza muscular ($p= 0.83$ hasta $p= 0.94$) son mayores que los coeficientes en cuanto a la fuerza máxima ($p= 0.64$ hasta $p=0.91$). Esas diferencias son debidas a los distintos grupos musculares utilizados en sus investigaciones.

Algunos investigadores sugieren que hay que prestar atención a la estructura de los test a utilizar, la frecuencia de mediciones y los procedimientos o protocolos de aplicación (Chirst, 1994; Dopsaj y col, 2001).

Otros autores (Bemben y col, 1990, 1992; según Mirkov, 2003) sugieren que para la fiabilidad de los test, se deben dar órdenes claras a los sujetos que los han de realizar, mientras que en otros estudios (Bemben y col, 1990; Sahaly y col, 2001), se indica que para medir la fuerza muscular máxima y el gradiente de la fuerza muscular, se deben de hacer durante dos mediciones seguidas, las cuales irán acompañadas con órdenes orales (ánimo y rápido). Cuando hay un límite de tiempo para ejecutar la tarea, esta se debe de realizar lo más fuerte y rápido posible (Christ y col, 1994).

Sahaly y colaboradores (2001) han demostrado diferencias en la medición de la fuerza explosiva isométrica de los extensores de piernas de 5000 N/s, como consecuencia de la orden oral dada al sujeto para empezar el test (9739 N/s conseguido, tras la orden de *fuerte y rápido*, por los 14189 N/s conseguido, tras la orden de *rápido*).

El análisis de los resultados obtenidos en distintas condiciones, han demostrado que la posición del cuerpo del sujeto que realiza el test debe ser igual que la posición del deportista durante la ejecución de la acción de juego en situaciones reales. Es muy

importante elegir el ángulo adecuado para la realización de la tarea. Sale (Sale, 1991; según Mirkov, 2003) propone que la medición de la fuerza isométrica se ejecute en posiciones que pueden dar máximos resultados en cuanto a la fuerza medida. Así, se reduce la posibilidad de cometer errores aplicables a los distintos ángulos de ejecución.

Anteriores investigaciones realizadas por distintos autores, han demostrado numerosas variaciones, tanto por los tests utilizados, como por los procedimientos del test. Mirkov (2003), ha confirmado la fiabilidad de la mayoría de los tests de los flexores de brazos con índices de correlación entre 0.6 y 0.8. A pesar de haber transcurrido entre las dos recogidas de datos, seis semanas, la fiabilidad de la fuerza muscular máxima y el gradiente de fuerza muscular han sido altos. Así mismo, durante otras investigaciones, se ha demostrado que el nivel de correlación de los tests de distintos grupos musculares en condiciones isométricas son muy elevados (desde 0.939 hasta 0.980) (Dopsaj y col, 2000; Dopsaj y col, 2001; Amanovic y Dopsaj, 2006; Amanovic y col, 2006; Dopsaj y Vučković, 2006; Dopsaj y col, 2007; Amanovic y Dopsaj, 2008).

En cuanto a la validez del instrumento de medición para la evaluación de la fuerza muscular de los extensores de piernas en condiciones isométricas, 98 sujetos varones fueron sometidos a un análisis de las características métricas básicas de dicho instrumento para la medición y procedimiento de los tests (Dopsaj y col, 2005a). Los resultados de esta investigación han mostrado que el procedimiento de los tests y los instrumentos utilizados (una plataforma tensiométrica con sus componentes de hardware y software), tienen correlación y fiabilidad muy alta estadísticamente, siendo utilizados en valoraciones de medición de fuerza de deportistas de alto nivel en el Instituto del Deporte de la República Serbia de Belgrado. Los resultados de los tests están en concordancia con la bibliografía consultada: en cuanto a la fuerza máxima en condiciones isométricas F_{maxiso} – desde 0.83 hasta 0.97, en el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima $t_{F_{\text{maxiso}}}$ – desde 0.68 hasta 0.79, y en cuanto al gradiente de la fuerza muscular desarrollada en condiciones isométricas RFD_{iso} – desde 0.68 hasta 0.78 (Dopsaj y col, 2000; Dopsaj y col, 2001).

Utilizando distintas técnicas estadísticas, se ha llegado a los siguientes resultados:

- La fiabilidad de la medición es de un 92.44% – (Alpha=0.9244) con un valor estadístico de $F=6.1386$, $p=0.0138$;
- La correlación entre los clusters es estadísticamente significativa con un valor $F=13.2277$, $p=0.000$
- La fiabilidad parcial de la medición de la fuerza muscular isométrica (F_{maxiso}), es estadísticamente significativa con un valor $F=546.46$, $p=0.000$, seguida por el nivel de la variabilidad común de 92.23 % y con un error estándar de 325.49 N;
- El nivel de correlación del tiempo necesario para realizar la fuerza muscular máxima isométrica ($t_{F_{\text{maxiso}}}$), es estadísticamente significativo con un valor de $F=43.58$, $p=0.000$, y un nivel de variabilidad común de 55.88 % y un error estadístico menor de 206.77 milisegundos
- La fiabilidad parcial del gradiente de la fuerza medida en condiciones isométricas (RFD_{iso}), es estadísticamente significativa $F=42.69$, $p=0.000$, con una variabilidad común de 55.48 % y un error estándar menor de 2335.66 N/s.

2.6. Investigaciones sobre la aplicación de fuerza de grupos musculares específicos en voleibol

Unas de las primeras experiencias realizadas con un método científico que demostró la entrenabilidad y la posibilidad de mejora de las capacidades elásticas del músculo, fue realizada por Bosco entre 1976 y 1978, con jugadores y jugadoras de las selecciones nacionales italianas de voleibol. Con anterioridad, se había intentado aplicar un trabajo específico dirigido a mejorar la fuerza elástico-reactiva en jugadores de voleibol (Bosco, 1994) y en atletas (Bosco, 1979, Bosco, 1994:99), pero en estos casos, las variaciones que fueron introducidas en el entrenamiento no fueron registradas y estudiadas de forma analítica. En otro estudio realizado con jugadores de voleibol finlandeses, después de un período de entrenamiento en el que se sustituyó el trabajo de fuerza máxima por ejercicios pliométricos, se pudo observar una mejora significativa ($p < 0,01$) de los valores en CMJ⁷, DJ⁸ y un ligero aumento del SJ⁹ mientras que los atletas italianos que siguieron un entrenamiento tradicional (sin pliometría) no mostraron signos de mejora al cabo de un cierto tiempo de entrenamiento (Bosco y col, 1979; citado por Bosco, 1994: 99, 100).

Partiendo de un análisis biomecánico y observando los registros electromiográficos correspondientes a la ejecución de un salto, se puede elaborar el patrón de activación muscular y comprobar el grado de participación de cada grupo muscular durante dicha actividad. En base a estas apreciaciones, es posible corroborar la participación de los músculos extensores de las rodillas como motores primarios del salto, al igual que se logra probar la colaboración funcional de los músculos extensores de caderas y flexores plantares de tobillos como accesorios para la realización del mencionado gesto (Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

Lo importante para el entrenamiento de dicha cualidad, es lograr que los grupos musculares nombrados anteriormente, se adapten a las exigencias de la actividad, logrando grandes manifestaciones de fuerza a velocidades lo más altas posibles (fuerza explosiva). Este es el concepto de potencia necesario para los deportes explosivos. El incremento de la potencia muscular es uno de los puntos de mayor relevancia en la preparación física de los jugadores de voleibol, y para esto, los entrenadores cuentan con una gran variedad de herramientas susceptibles de ser utilizadas a tal fin (Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

El voleibol de alto rendimiento actual, requiere de los jugadores una buena preparación técnica, táctica y física (Bedi y col, 1987; Puhl y col, 1982; Pablos y col, 1999). La capacidad motriz necesaria para el rendimiento en voleibol, depende de rápidos y frecuentes cambios de dirección, de combinaciones de distintos movimientos del cuerpo, tanto en el plano sagital como en el plano frontal, y de diferentes tipos de planchas y saltos horizontales o verticales, con o sin presaltos (Harman y col, 1990; Kroon, 2000). De todo lo expuesto, se plantea la necesidad de desarrollar distintas manifestaciones de fuerza para cada una de las acciones y de manera combinada que

⁷ countermovement jump- salto con contramovimiento

⁸ drop jump- salto dejándose caer de un escalón

⁹ squat jump- salto desde la posición de media sentadilla, salto partiendo de una flexión previa de rodillas, sin contramovimiento

lleve al deportista a alcanzar un buen nivel de rendimiento (Puhl y col, 1982; Bobbert, 1990; Pablos y col, 1999; Kroon, 2000).

El análisis de una actividad deportiva se basa en cinco aspectos fundamentales (Milicic, 2002):

1. *La precisión para realizar el movimiento (la técnica de ejecución)*. Los movimientos realizados deben ser aprendidos, y luego practicados con mucha precisión, siendo esto el primer paso para la eficacia.
2. *La capacidad energética*: Cada actividad deportiva requiere un tipo de energía en función de sus características, buscándose maximizar el esfuerzo del cuerpo en función del tipo de actividad. El principio básico es desarrollar la capacidad o capacidades energéticas predominantes del deporte. Esto es muy importante ya que el proceso de aumento de la eficacia deportiva depende de la homeóstasis corporal y requiere la recuperación corporal completa.
3. *La capacidad contráctil muscular*. Cualquier movimiento deportivo es el resultado de la manifestación y realización de la fuerza muscular que se puede valorar desde tres dimensiones:
 - a. En relación con la longitud muscular (conocida como fuerza muscular máxima –FM-)
 - b. En relación con el tiempo de su manifestación (conocida como fuerza explosiva)
 - c. En relación con la velocidad contráctil.
4. *La flexibilidad de las articulaciones*: Es importante mantener la flexibilidad óptima de las articulaciones para prevenir las lesiones deportivas, reservar la energía suficiente para la activación muscular y disminuir los efectos negativos durante la realización de las actividades deportivas.
5. *Elementos tácticos*: Muchas veces, el éxito deportivo depende de las soluciones tácticas. En el alto rendimiento deportivo, es necesario alcanzar el nivel de la eficacia deseada del trabajo realizado, con tal de establecer la intensidad o frecuencia adecuada para su realización.

Numerosas investigaciones hechas en aquellos deportes que requieren potencia y habilidad en el salto vertical han demostrado que los métodos más adecuados para la preparación física son:

1. El método pliométrico que consiste en saltos desde diferentes alturas y contramovimientos realizados posteriormente.
2. El método de levantar cargas con intensidad máxima y submáxima,
3. El método de levantar cargas de mediana intensidad
4. La combinación de los métodos mencionados anteriormente (Bedi y col, 1987; Zatsiorsky, 1995; Hewet y col, 1996; Gehri y col, 1998; Verkoshansky, 1999; Pablos y col, 1999; Scott, 2000; Rimmer y Silvester, 2000; Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

Los últimos cambios de las reglas de voleibol (1999) en la que se aplica el Rally Point System (fase del punto total), donde el equipo receptor que gana una jugada, gana un punto y el derecho a sacar, pudieron influir en la importancia del aumento de la fuerza y la velocidad de los jugadores con objeto de mantener la calidad de juego. Este hecho aumentó el nivel de rendimiento deportivo de cada deportista. Analizando los datos estadísticos de un partido de voleibol, se observa lo siguiente: Un jugador durante un partido de cinco sets ejecuta 250- 300 acciones en las que domina la fuerza explosiva de extensores de piernas. De estas acciones, entre el 50%-60% son saltos, el 27%- 33% son cambios de dirección en espacios pequeños, y un 12%-17% son planchas o caídas (Ercolelssi, 1999). Por lo tanto, se puede decir que los saltos dominan, especialmente en las acciones de corta duración, al igual que la ejecución rápida y dinámica. Igualmente, otros estudios demuestran que el papel de cada jugador específico tiene su importancia. En el voleibol contemporáneo, el “primer tempo” dura entre 0.3s- 0.7s, el “segundo tempo” dura entre 0.7s- 1.2s (los datos describen la duración desde el contacto del balón del colocador hasta el contacto de balón del rematador. Así, se puede confirmar la importancia de la capacidad de fuerza y la fuerza explosiva en saltos de ataque. Las nuevas reglas del juego traen nuevas características de actividad: la duración total del juego es menor de 90 minutos y la fase activa de cada acción dura entre 3 y 10 segundos, mientras que la fase pasiva está entre los 13 y 16 segundos. Un 53.02% de las acciones son de menos de 5 segundos, un 15.43% de las acciones está entre los 5 y 7 segundos y un 11.36% de las acciones dura entre los 7 y los 10 segundos.

En los momentos de remate o bloqueo, lo que domina es la capacidad explosiva muscular de cada jugador, que generalmente suele ser muy importante para ganar el punto. Además de las características antropométricas de los jugadores de voleibol contemporáneo, juega un papel muy importante la capacidad de salto vertical sin zancada, el salto con zancada y pequeños desplazamientos en el campo de voleibol. Teniendo en cuenta que la talla de jugador no se puede modificar, la altura del salto necesaria para alcanzar y realizar los remates o los bloqueos si se puede aumentar a través del entrenamiento deportivo (Lee y col, 1989; Bobbert, 1990; Kroon, 2000; Fry y Kraemer, 1991; Bedi y col, 1997). En este tipo de entrenamientos destaca la modificación del volumen de trabajo y la intensidad de este, influyendo en la mejora de la capacidad explosiva muscular y la capacidad anaeróbica aláctica.

Hay diversos estudios que analizan los efectos de los distintos tipos de entrenamiento sobre los grupos musculares que inciden en las acciones de voleibol. En el estudio llevado a cabo por Pablos y col (1999), sobre el efecto de dos métodos de entrenamiento de fuerza explosiva y su respuesta ante ejercicios de explosividad aplicado a 26 sujetos varones (13 de baloncesto y 13 de voleibol) durante 9 semanas, se ha comprobado que el método del entrenamiento con cargas muy ligeras y ligeras (15 y 30% de 1RM¹⁰) tiene muchas ventajas en la mejora de la fuerza explosiva comparado con el método clásico, es decir, el entrenamiento de la fuerza con ejercicios clásicos y el propio juego. Así mismo, comparando dicho método con los diferentes modelos para desarrollar la capacidad contráctil muscular, los mejores resultados sobre la mejora del gradiente de la fuerza muscular del tren inferior (RFD) se produce con el método combinado de cargas pesadas con saltos en profundidad con contramovimiento, en relación al método con cargas ligeras.

¹⁰ 1RM- 1 repetición máxima

A pesar de todas las acciones importantes que se dan en un partido de voleibol, los saltos verticales y sus variables adquieren una gran importancia en la preparación de estos deportistas (Harman y al., 1990; Kroon, 2000). Según la revisión bibliográfica de los trabajos más relevantes de saltos en voleibol, se dice que estos jugadores ejecutan una gran cantidad de saltos (entre 80 y 120), tanto en situaciones ofensivas, como defensivas (Puhl y col, 1982; Kroon, 2000).

Los niveles iniciales de la fuerza muscular dependen de la capacidad de utilizar el mecanismo de estiramiento-acortamiento, es decir, aprovechar la energía elástica generada por las fibras musculares sumada a la energía contráctil del músculo. La efectividad depende de la propia organización muscular, tanto a nivel intermuscular como intramuscular. Los factores más relevantes que influyen sobre la organización intramuscular son: 1) el reclutamiento muscular, 2) el papel importante del Stretch-Reflex¹¹ y 3) la activación muscular y su sincronización. Por otro lado, los factores más relevantes sobre la coordinación intermuscular son: la activación de los músculos sinergistas y la contracción de los músculos antagonistas (Robberts, 2000).

Once jugadoras de voleibol (Superliga) participaron en un estudio longitudinal con el objetivo de analizar el rendimiento muscular. Se pasaron tests de salto con contramovimiento (*Counter Movement Jump* [CMJ]), test de fuerza dinámica máxima, test de cuatro repeticiones submáximas (4RM) y de potencia muscular máxima, antes y después de la realización del mesociclo de desarrollo de la fuerza máxima. Fueron utilizados ejercicios tradicionales para el desarrollo de fuerza máxima de los miembros inferiores y superiores. Se comprobó que la fuerza dinámica máxima y la potencia muscular máxima de los miembros inferiores presentaron incrementos estadísticamente significativos del 8,15% y 2,22% respectivamente.

El uso de un mesociclo de fuerza máxima al inicio de la temporada, puede mejorar la fuerza dinámica y la potencia muscular máxima sin afectar a la capacidad de salto en jugadoras profesionales de voleibol (Da Silva y col, 2008).

Teniendo en cuenta las diferentes situaciones que se dan durante un partido de voleibol, los grupos musculares más implicados que influyen sobre la capacidad del salto vertical son: los extensores de las piernas con una participación de un 56%, los flexores plantares con un 22%, los extensores de la cadera con un 10%, al igual que los flexores del tronco con otro 10%, y los extensores de cuello con un 2% (Jaric, 1987).

Dependiendo de las situaciones del juego, se realizan saltos con una pierna (derecha o izquierda) o con dos piernas. En cuanto a los resultados de la altura de los saltos, de fuerza muscular realizada y la velocidad de ejecución, se ha concluido que los resultados son mejores en caso de los saltos con dos piernas, mientras que cuando se ejecutan con una pierna no hay diferencias estadísticamente significativas si se realizaran con la pierna derecha o izquierda (Bubanj y col, 2010).

¹¹ Stretch- Reflex: el reflejo natural del propio músculo que actúa para prevenir la rotura muscular como consecuencia de estiramientos bruscos de las fibras.

Al ejecutar un salto vertical los jugadores de voleibol de élite, realizan dos picos de fuerza muscular en la fuerza curva-tiempo. El primer pico de la fuerza muscular está relacionado con la altura realizada del salto. En cuanto a las extremidades implicadas, la aceleración del hombro emerge en primer lugar, luego es seguido por el muslo que lo traspasa desde la cadera, transferido a la rodilla y al final a los extensores de los tobillos. Casi todas las articulaciones demuestran la aceleración angular en la fase de despeque del salto, excepto que los hombros demuestran la aceleración angular en la fase de caída. Se ha notado la correlación entre la aceleración angular de los hombros y la altura de salto, demostrando que el impulso de las extremidades superiores al igual que la velocidad angular de la articulación de las caderas, mejoran el salto vertical (Shan, 2010).

Hay otros aspectos biomecánicos que tienen una gran influencia sobre el rendimiento deportivo: los impulsos de los brazos para acelerar la velocidad vertical de salto, la extensión del tronco y los movimientos de la cabeza en los momentos previos a la realización de salto vertical (Kroon, 2000). En los movimientos, se produce una cadena cinética para alcanzar la mayor eficacia mediante la conexión de las distintas acciones de los músculos de todo el cuerpo. Para dicha conexión tienen una gran importancia los músculos del cuerpo que enlazan las acciones de miembros superiores a los inferiores. La mejor manera para conseguirlo es realizar el método tradicional para el desarrollo de la fuerza de abdominales y la extensiones de espalda a nivel lumbar combinándolo con los métodos específicos para generar la fuerza funcional específica para cada deporte (Faccioni, 2000, Kroon, 2000).

Dada la importancia que tienen, por un lado, las capacidades neurofisiológicas y por el otro, las acciones biomecánicas, se plantea que para alcanzar un alto rendimiento deportivo es imprescindible adquirir un elevado nivel de ejecución de todas las capacidades y aspectos que intervienen en cada especialidad deportiva. La calidad de un deportista está determinada por su eficacia en la ejecución de la actividad con vistas a alcanzar un alto nivel de rendimiento.

Lee con sus compañeros (1989) realizaron una investigación con 46 jugadores de voleibol (22 mujeres y 24 hombres) de los equipos nacionales de EEUU, a los cuales les sometieron a una batería de test con el objetivo de comparar la flexibilidad de la articulación del hombro y cadera con la capacidad de salto, midiendo la altura del salto vertical desde parado y con un paso y la flexibilidad de hombros y caderas. Tras este estudio se comprobó una correlación positiva entre la flexibilidad y el salto en los 24 jugadores masculinos ($p < 0.03$; $r = 0.42$), mientras que en las 22 jugadoras se observó una correlación negativa ($p = 0.009$; $r = -0.54$).

Las tendencias del entrenamiento han ido variando a lo largo de los años con el objetivo de encontrar el mejor método para incidir sobre el rendimiento y la mejora en la capacidad de salto, es decir, la fuerza explosiva de los miembros inferiores. En las investigaciones más relevantes sobre la mejora de capacidad de salto vertical con el método aplicado de entrenamiento para el desarrollo de la capacidad contráctil de los grupos musculares entrenados, se han observado solamente los efectos de entrenamiento de la fuerza máxima y del gradiente de la fuerza en función del tiempo necesario para su realización. Las otras características mecánicas que determinan la fuerza muscular e influyen sobre la capacidad motriz, como el impulso de la fuerza muscular ($I_{mp}F_{max}$), el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima (tF_{max}) y el coeficiente de la velocidad de activación muscular (C_{max}), no las hemos encontrado analizadas en los estudios revisados como características afectadas por la metodología de entrenamiento aplicada.

Los tres parámetros que afectan a la fuerza muscular en voleibol, pueden definirse de la siguiente manera:

1. El impulso de la fuerza muscular ($I_{mp}F_{max}$), representa la potencia motriz alcanzada por la activación contráctil de los músculos activados.
2. El tiempo necesario para realizar la fuerza máxima ($I_{mp}F_{max}$), es definido como la dimensión absoluta del potencial contráctil muscular según la dinámica de su ejecución.
3. El coeficiente de la velocidad de activación muscular (C_{max}), representa el nivel de la intensidad de la activación de las unidades musculares.

Las dimensiones mencionadas, son factores responsables para las distintas fases de ejecución motriz, incidiendo en la iniciación, mantenimiento o aceleración de la intensidad de la propia acción deportiva o la capacidad motriz (Jaric, 1987; Zatsiorsky, 1995; Young y col, 1995; Verkhoshansky, 1999; Poteiger y col, 1999, Rimer y Silver, 2000; Rajic, 2003; Rajic y col, 2004).

Kawamori y col (2006) han investigado la influencia del entrenamiento con varias intensidades de carga externa (desde 30% hasta 120% de la capacidad máxima) sobre el desarrollo de la fuerza muscular máxima y el gradiente de fuerza en movimientos realizados en condiciones isométricas y dinámicas. Se ha comprobado que con cargas ligeras, el pico de fuerza muscular realizado en condiciones isométricas, no correlaciona con el pico de fuerza muscular en condiciones dinámicas. Pero cuando la intensidad de la carga va aumentando, se va produciendo más correlación entre ambos picos de fuerza. Igualmente, se ha comprobado que el pico de fuerza muscular realizado en condiciones isométricas y el gradiente de fuerza muscular en condiciones dinámicas influyen de manera significativa sobre la capacidad de saltos verticales. Los deportistas con mayor capacidad de desarrollar fuerza muscular máxima en condiciones isométricas tienen más capacidad para los saltos verticales.

Aplicando un entrenamiento a 14 jugadoras de voleibol durante 12 semanas, utilizando ejercicios de resistencia aeróbica en campo y pliometría, se obtuvieron los siguientes resultados (Fry y col. 1991): Al inicio del estudio, el grupo titular era más fuerte, rápido y elástico que el grupo suplente. Después del entrenamiento, los dos grupos respondieron muy parecido, mejoraron en salto vertical, en fuerza isométrica y en flexibilidad del hombro, aunque se vieron diferencias entre ambos grupos. Se deduce del estudio, que se pueden mejorar las capacidades con el entrenamiento, basado en ejercicios de mejoría de fuerza.

Sumando los resultados obtenidos de la realización del método específico para el desarrollo de la fuerza muscular y la capacidad de saltar, entrenando a 11 jugadoras de voleibol de élite, se puede concluir que el método realizado durante un mesociclo de cuatro semanas ha mejorado la fuerza muscular de los grupos musculares observados. En dicho estudio se evaluaron las siguientes dimensiones de la fuerza muscular: el nivel de la fuerza máxima en N; - F_{max} , el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima en milisegundos (ms) - $t_{F_{max}}$; el nivel absoluto de intensidad de realización de la fuerza muscular, es decir, el gradiente de la fuerza muscular en N/s - RFD_{max} ; el impulso de la fuerza muscular realizada en Ns - $ImpF_{max}$; y el coeficiente de la velocidad de activación muscular en unidades índices - C_{max} . La mejoría se notó en el caso de los extensores de tobillo en las dimensiones del coeficiente de la velocidad de activación muscular, la

reducción del tiempo necesario para realizar la fuerza máxima y el impulso de la fuerza muscular (Rajic, 2003).

Hay que tener en cuenta que, además de la activación de los músculos extensores de piernas y extensores de tobillos, hay otros grupos musculares que juegan un gran papel en el salto vertical, como son los flexores y extensores de la espalda, pecho, brazos y codos (Jaric, 2005).

En los deportes de conjunto, como el voleibol, entre otros, la manifestación de fuerza potencia se plasma con el salto, y esta forma parte de muchos de los fundamentos deportivos. Uno de los métodos más utilizados para el desarrollo del salto son los ejercicios de pliometría. Garcia y compañeros (Garcia y col, 2005) han analizado los efectos retardados de un programa de entrenamiento de pliometría de 8 semanas de duración sobre las manifestación de fuerza potencia para el test Saltar y Alcanzar (SyA). Una vez finalizado el entrenamiento, se evaluó cada 2 semanas durante las 8 semanas subsiguientes (reducción de entrenamiento) con un equipo de voleibol femenino de Primera. Estas deportistas entrenaron durante 16 sesiones, con un volumen de 40 saltos por sesión, los cuales estaban distribuidos en saltos de vallas hacia delante (volumen total: 280 saltos), de vallas lateral (volumen total: 120 saltos), y pliometría desde un banco de 45 cm (volumen total: 240 saltos) dos veces por semana. Los resultados encontrados fueron los siguientes: El programa de entrenamiento de pliometría es suficiente para incrementar el salto en forma significativa en las jugadas que participaron de la investigación.

El efecto retardado, se manifiesta en las semanas 2, 4 y 6, incrementándose en forma significativa hasta un 6 % más, luego de haber finalizado el entrenamiento, logrando un incremento total de 10% del rendimiento, tras la fase de carga y la fase de efecto retardado.

Laffaye y col (2006) han comprobado que la activación del tren superior aumenta el resultado de salto vertical un 15% en jugadores de voleibol y un 12% en personas no entrenadas. En esa misma investigación, los jugadores de voleibol han aumentado el resultado del pico de la fuerza reactiva de suelo un 7%, y el pico de fuerza muscular un 10.6%.

Los sistemas de entrenamiento suelen dar su respuesta a la mejora de rendimiento deportivo si se realizan según la planificación adecuada y bien temporalizada. Suele pasar que los programas específicos implementados durante la temporada de competición mantienen sus efectos y se traspasan a la fase siguiente de temporada deportiva (Marques y col, 2008). Diez jugadoras de voleibol elite fueron sometidas a un programa de entrenamiento específico como suplemento al programa de entrenamiento que se ha realizado con el resto de equipo durante 12 semanas, en forma de dos sesiones por semana. El programa adicional se consistió en ejercicios pliometricos y ejercicios para el desarrollo de resistencia muscular sobre la base entrenamiento con cargas de 3-4 series de ejercicios con 3-8 repeticiones en cada una seria. La fuerza muscular fue medida a través de los tests: presión del banco tumbado, Squat paralelo con la haltera sobre la espalda, el lanzamiento de balón medicinal, y test salto con contramovimiento- *Countermovement jump (CMJ)* con carga y sin carga. Al realizar el programa entero, se ha concluido que la fuerza muscular se ha mejorado en caso de brazos y pecho (15%); en caso de los músculos extensores de piernas (11.5%, $p <$

0.0001) respectivamente. La distancia conseguida en el test de lanzamiento de balón medicinal mejoró por 11.8% ($p < 0.0001$), igual que los resultados de CMJ test han mejorado realizando el test con cargas (11,2%) y sin cargas (3,8%). Sobre la base de los resultados obtenidos, los autores han concluido que en caso de jugadoras de voleibol elite la fuerza muscular y la potencia se pueden mejorar utilizando el sistema de entrenamiento específico consistido de ejercicios de resistencia muscular y ejercicios pliométricos.

Planteando con los resultados de investigación a la que fueron sometidas 18 jugadoras de voleibol, se ha evaluado el gradiente de fuerza muscular de los extensores de piernas producido en niveles de la fuerza realizada de 100 milisegundos desde el inicio de su generación, así mismo en niveles de 180 milisegundos, 250 milisegundos y el gradiente de la fuerza explosiva del tren inferior desarrollada en nivel de 50% de la fuerza máxima. Se comprobó que todos los gradientes de la fuerza muscular desarrollados en distintos niveles sobrepasaron significante el gradiente de la fuerza muscular máxima. Sobre la base de los resultados obtenidos, se puede concluir que la capacidad explosiva de los extensores de piernas de jugadoras de voleibol está determinada en el periodo de 180 milisegundos. Esto significa que el nivel de la capacidad explosiva definido en dicho período describe las características específicas de las jugadoras de voleibol (Rajic y col, 2008).

Noyes con su grupo de investigadores (Noyes y col, 2011) ha combinado varios tipos de entrenamiento deportivo para el desarrollo de la fuerza muscular y reducción de lesiones deportivas y los sistemas de entrenamiento con objetivo de mejorar la velocidad, agilidad, la fuerza de ciertos grupos musculares y la capacidad aeróbica. Los sujetos fueron sometidos a un programa que duró seis semanas haciendo deporte tres veces semanal y que cada sesión duró entre 90 y 120 minutos. Se ha comprobado la mejora de capacidad aeróbica en caso de 73% de jugadoras ($p < 0.001$), igual que en caso de test de flexiones de tronco ($p = 0.03$) y en caso de salto vertical ($p = 0.05$) en que 68% de jugadoras ha mejorado su rendimiento. Sobre la base de los resultados obtenidos, los autores ha concluido que el entrenamiento específico ha mejorado la coordinación del tren inferior en caso de salto en profundidad- (*drop- jump test*), la fuerza muscular de los extensores y flexores de tronco, la capacidad aeróbica y la capacidad de saltar, así que se puede implementar en los programas de preparación física específica en voleibol femenino.

La dosificación del método pliométrico puede ser crucial en entrenamiento deportivo de alto rendimiento. En su investigación los autores (Villareal y col, 2008) han planteado los efectos de tres tipos de entrenamiento pliométrico según la frecuencia de su implementación (una, dos y cuatro sesiones por semana) relacionados con tres tipos de entrenamientos de varios volúmenes de trabajo con objetivo de aumentar la fuerza máxima, la capacidad de saltar y la agilidad. Cuarenta y dos estudiantes fueron sometidos a la investigación, divididos en cuatro grupos: Grupo control; Grupo experimental 1 ($n = 10$; 7 sesiones de entrenamiento realizando saltos en profundidad (DJ); 1 vez por semana, en total 420 saltos); Grupo experimental 2 (14 sesiones de DJ entrenamiento; $n = 12$; dos sesiones a semana, 840 saltos en total); Grupo experimental 3 que realizó 28 sesiones de entrenamiento ($n = 9$; 4 sesiones a semana, en total 1680 saltos DJ).El protocolo de entrenamiento ha incluido saltos de varios alturas (20, 40, y 60cm). Los test utilizados para la evaluación fueron: el test de una repetición máxima para evaluar la fuerza máxima, el test de la fuerza muscular máxima isométrica, salto

con contramovimiento (*CMJ*) y salto en profundidad (*DJ*), y esprint de 20 metros. No se han detectado diferencias significativas entre los tres grupos experimentales en test inicial, igual que no se han detectado variación significativa de los variables en grupo control durante el proceso de entrenamiento de 7 semanas. El método pliométrico realizado a través de entrenamientos de varias cantidades de trabajo de saltos y dosificación moderada ha dado resultados siguientes: el sistema de trabajo de dos sesiones a la semana (840 saltos en total) ha aumentado no tanto la capacidad de saltar como la eficacia de entrenamiento (~12% de la capacidad, pero 0.014% por el salto realizado), con relación de otro grupo que practicó 4 veces a semana (1680 saltos en total) y el que ha mejorado la capacidad de saltar por 18% (0.011% por salto realizado). La mejora de ha detectado en resultados de esprint de 20 metros, igual que se han cortado la duración de capacidad reactiva muscular a pesar de la duración del proceso de entrenamiento. Estas conclusiones tienen su importancia en cuanto a la dosificación y planificación específica los métodos pliométricos de alto rendimiento deportivo.

2.7. Investigaciones sobre las características contráctiles de los grupos musculares específicos

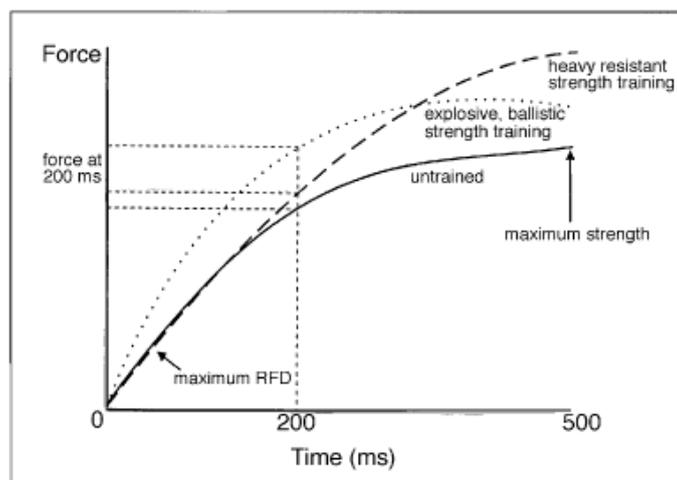
El voleibol es un deporte explosivo en el que se realizan acciones acíclicas que requieren por parte del jugador una gran capacidad de reacción y velocidad de ejecución (Fry, Kraemer y col, 1991; Kroon, 2000), destacando las manifestaciones reactivas de la fuerza en estas acciones. Es decir se requiere la implicación de los elementos elásticos a través del ciclo estiramiento - acortamiento (CEA) en la musculatura que se utiliza en voleibol (extensores de las piernas, brazos y hombros) (Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Laffaye y col, 2006).

La principal función de los ejercicios pliométricos es estimular las propiedades neuromusculares provocando demandas en las que se desarrollan, en tiempos muy cortos, niveles de fuerza muy elevados que se manifiestan a una velocidad muy alta. Todo esto se alcanza gracias a la activación del CEA, que implica el doble de estimulación neural que una contracción concéntrica básica. Por lo tanto, las excitaciones pliométricas son fundamentales para conseguir las adaptaciones fisiológicas específicas que correspondan a las condiciones biomecánicas que requiere la actividad deportiva (Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Zatsiorsky, 1995).

Aagard y col (2002) investigaron los efectos del entrenamiento deportivo y su influencia sobre el gradiente de la fuerza muscular contráctil y la respuesta del sistema neuromuscular al entrenamiento realizado. Estos indicaron que el gradiente de la fuerza muscular juega un papel muy importante durante los primeros 200 milisegundos de la activación muscular. Tras 38 sesiones de entrenamiento aplicado, vieron que aumentaba la fuerza muscular máxima, igual que el gradiente de fuerza muscular realizada a niveles de 30, 50, 100 y 200 milisegundos del tiempo necesario para conseguir la fuerza explosiva. Esto indica que la adaptación del sistema neuromuscular es importante para los movimientos específicos de voleibol.

La respuesta a los distintos tipos de entrenamiento de fuerza explosiva en voleibol, debe ser rápida (entre 100 y 200 milisegundos). El pico de la fuerza muscular que supera 250 milisegundos no es útil. El rendimiento deportivo se basa en la respuesta neuromuscular y el reclutamiento muscular sobre el entrenamiento realizado para conseguir activar el

mayor número de unidades motoras en un corto periodo de tiempo, igual que aumentar la frecuencia de su activación, presentado en la gráfica 8.1. (Kraemer, 1994; Bompa, 2000; Zatsiorski y Kraemer, 2006).



Gráfica 2.6. Entrenamiento para mejorar el salto vertical. Fuerza Isométrica: la curva fuerza-tiempo que representa la línea de desarrollo de la fuerza máxima, el Gradiente de la Fuerza máxima, y la fuerza desarrollada en 200 milisegundos en función de: No entrenados (línea continua), deportistas que desarrollan fuerza máxima (línea a trazos) y deportistas que desarrollan la fuerza explosiva (línea de puntos). (Tomado de Bompa, 2000).

La potencia, o mejor dicho, la capacidad para ejecutar movimientos explosivos en el mínimo tiempo posible es producto de la integración de una fuerza y velocidad máxima (Bompa, 2000). En el voleibol, uno de los aspectos más importantes para el rendimiento deportivo es la agilidad, es decir, el producto de una combinación compleja de velocidad, coordinación, flexibilidad y potencia. Los saltos, como elementos del juego inevitables, tienen una duración de contracción muscular entre 150 y 180 milisegundos.

La calidad del rendimiento deportivo en el salto, realizado en un periodo inferior a 250 milisegundos depende del gradiente de la fuerza muscular isométrica (IRFD¹²). (Haff y col, 1997).

Algunas investigaciones con deportistas de élite, han demostrado que la capacidad explosiva de los extensores de piernas depende de la capacidad del tejido muscular para desarrollar el máximo gradiente de fuerza muscular en periodos de tiempo inferiores a 180 milisegundos - RFD180¹³ms (Dopsaj y col, 2004; Rajic y col, 2008).

Se requiere un cierto tiempo para realizar la fuerza muscular en las acciones deportivas concretas. En condiciones isométricas, se trata de un periodo de tiempo entre 0.3 y 0.4 segundos. Es normal que el pico de fuerza muscular se alcance en un tiempo superior a los 0.4 segundos. Por lo tanto, para mejorar el rendimiento deportivo, se necesita acortar el tiempo del movimiento ya que el rendimiento deportivo está muy relacionado con el gradiente de la fuerza muscular (Verkhoshansky, 1999; Zatsiorsky & Kraemer, 2006; Dopsaj, 2011).

¹² IRFD- Isometric Rate of Force Development- El Gradiente de la Fuerza Muscular Isométrica

¹³ RFD180ms- Rate of Force Development 180ms (El Gradiente de la Fuerza Muscular desarrollado en nivel de 180 milisegundos)

La capacidad de generar rápidamente fuerza muscular máxima, es muy importante en muchos deportes. Dicha capacidad se define como el gradiente de la fuerza muscular. Gruber y col (2004), evaluaron la capacidad de los extensores de piernas para adaptarse en condiciones isométricas al entrenamiento sensoriomotor específico de la fuerza explosiva durante cuatro semanas, observándose una mejora de la activación muscular en la primera fase de contracción. Tanto la fuerza máxima, como los parámetros de la electromiografía no han sufrido cambios estadísticamente significativos a los 100 milisegundos del inicio de la acción isométrica. La fuerza máxima aplicada en el ejercicio “*press piernas, sentado*” no ha variado significativamente entre el principio ($608.2 \text{ N} \pm 47.0$) y final $627.8 \text{ N} \pm 48.4$) del programa, mientras que la fuerza realizada ha ido aumentando a los 30 milisegundos del inicio ($p=0.011$) y a los 50 milisegundos ($p=0.036$) respectivamente. Los valores a los 100 milisegundos ($p=0.082$) han seguido incrementando, aunque no significativamente estadística y a los 200 milisegundos no se ha incrementado. El gradiente de la fuerza muscular máxima aumentó desde $4.95 \pm 0.48 \text{ N/ms}$ hasta $6.58 \pm 0.76 \text{ N/ms}$ ($p=0.021$), mientras el tiempo utilizado no ha variado estadísticamente ($56 \pm 3 \text{ ms}$ antes y $52 \pm 4 \text{ ms}$ después). Así mismo, después del entrenamiento, los valores medios del gradiente de la fuerza muscular realizada aumentó en el intervalo de tiempo 0–30 milisegundos ($p=0.009$) y en el intervalo de tiempo 0–50 milisegundos ($p=0.034$). Igualmente se ha notado una tendencia a aumentar en el intervalo de 0-100 milisegundos ($p=0.089$), y no se han detectado cambios en el intervalo hasta los 200 milisegundos.

La aplicación de un entrenamiento específico de voleibol a 11 jugadoras femeninas de élite, durante 4 semanas a tres sesiones semanales para evaluar la respuesta de los músculos extensores de piernas en cuanto a los parámetros explosivos (Rajic y col, 2004), ha producido cambios estadísticamente significativos en la fuerza muscular máxima, y el coeficiente de la velocidad de la activación muscular. Todos los tests aplicados para evaluar la fuerza muscular máxima (F_{max}), el tiempo necesario para su realización ($t_{F_{\text{max}}}$), el impulso de la fuerza muscular ($\text{Imp}_{F_{\text{max}}}$), el gradiente de la fuerza muscular realizada (RFD) y el coeficiente de la velocidad de la activación muscular (C_{max}) de los músculos extensores de la espalda, de las piernas y de los tobillos, han sido evaluados en condiciones isométricas según el equipo utilizado (Program Inzinerjering, Beograd) que se compone de dos dinamómetros de alta sensibilidad (Dopsaj y col 2001; Rajic, 2003; Dopsaj y col, 2005). Se han producido cambios estadísticamente significativos (Wilks` Lambda =0.000358, $p=0.015$) en fuerza muscular máxima y en el coeficiente de la velocidad de la fuerza muscular. Se ha observado, según el análisis de la T de Student, que el entrenamiento específico ha mejorado la fuerza de los músculos extensores de tobillos ($p= 0.045$), el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima de dichos músculos ($p=0.004$) y el coeficiente de la velocidad de la activación muscular ($p= 0.031$).

Ivanovic (2010), investigó los parámetros de fuerza explosiva de 107 jugadores de voleibol y de otros deportes, de ambos sexos y distintos niveles de rendimiento deportivo. Analizó las características isométricas de la curva fuerza- tiempo de los extensores de piernas de jugadores de élite que fueron sometidos a un entrenamiento específico de voleibol, comparándolas con jugadoras de otros deportes y con un grupo control formado por personas no entrenadas. Con este estudio se intentó buscar indicadores relevantes para que sirvan para evaluar la capacidad de fuerza explosiva de los miembros inferiores, y compararlos en función de las distintas categorías deportivas. Las jugadoras de voleibol de élite han conseguido diferencias estadísticamente significativas en la explosividad general con respecto a los deportistas que utilizaban el método clásico de entrenamiento y los del grupo control (Wilks` Lambda 0.155; $F =2.814$; $p=0.000$).

Analizando las diferencias entre las jugadoras de élite y las personas no entrenadas, se han verificado diferencias significativas en las características contráctiles de la fuerza explosiva de miembros inferiores (Wilks` Lambda 0.211; $F=3.087$; $p=0.019$). Se puede concluir, que las jugadoras de élite tienen una mejor capacidad explosiva de los extensores de piernas desde las características isométricas de la curva fuerza-tiempo comparándolas con las deportistas no entrenadas y el grupo de jugadoras entrenadas con un sistema clásico (Ivanovic, 2010).

El análisis estadístico MANOVA ha demostrado, en cuanto a la fuerza explosiva isométrica máxima y la fuerza explosiva isométrica realizada a un 50% de la fuerza máxima, que las jugadoras de élite, tienen mayor capacidad explosiva que las jugadoras que entrenaron según el modelo clásico, o las no entrenadas (Wilks` Lambda 0.733; $F=3.859$; $p=0.006$) (Ivanovic, 2010).

Igualmente, se ha comprobado que las jugadoras de élite tienen mayor capacidad explosiva absoluta y relativa, que los otros dos grupos (Wilks` Lambda 0.640; $F=3.749$; $p=0.002$). Dichas diferencias se han detectado en la capacidad explosiva relativa de la fuerza isométrica de los extensores de piernas ($RFD_{allomLEGEXTISO}$ $F=9.691$, $p=0.000$);, en la capacidad explosiva relativa básica de los extensores de piernas ($RFD_{BASICLEGEXTISO}$ $F=10.162$, $p=0.000$), y en el índice básico de la sinergia ($Index_{SNGBASIC}$ $F=6.046$, $p=0.005$) (Ivanovic, 2010).

También se han verificado diferencias significativas en la capacidad explosiva específica absoluta y relativa en condiciones isométricas (Komi, 2009; Dopsaj, 2011), realizadas al 50% de la fuerza máxima, entre las jugadoras de élite y los otros dos grupos (Wilks' Lambda 0.445; $F=4.294$; $p=0.000$). Dichas diferencias se verifican en el gradiente relativo de la fuerza muscular a un 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas ($RFD_{allomLEGEXTISO50\%}$ $F=19.505$, $p=0.000$), y en el gradiente absoluto de la fuerza muscular a un 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas ($RFD_{50\%LEGEXTISO}$ $F=19.761$, $p=0.000$) (Ivanovic, 2010).

Además de los mecanismos que se dan en los ciclos de estiramiento-acortamiento (CEA) lentos como resultado del reflejo activado por la fase excéntrica, se obtiene una inervación reforzada que puede actuar de dos formas una vez puede reforzar las características elásticas del sistema músculo tendinoso y en otras conduce a una activación mas importante de la fase concéntrica aumentando de esta manera la fuerza aplicada. Independientemente de la terminología usada, la combinación de una contracción excéntrica y una concéntrica, constituye el estímulo más natural para el entrenamiento, dado que tiene en cuenta la naturaleza balística del movimiento humano. Considerando que en la mayoría de gestos deportivos, toda contracción concéntrica va precedida de un estiramiento del músculo, nos daremos cuenta de la importancia del trabajo de este ciclo *estiramiento - acortamiento*. Esta es la razón por la que hoy en día está ampliamente aceptada la eficacia del método pliométrico, que se centra concretamente en la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, muy relacionado con la elasticidad. Verkhoshansky (1999) define esta capacidad reactiva como: "*La capacidad específica de desarrollar un impulso elevado de fuerza inmediatamente después de un brusco estiramiento mecánico muscular*"; es decir, es la capacidad de pasar rápidamente del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.

2.8. Estudios sobre las correlaciones de los test de evaluación de características isométricas y los de evaluación de rendimiento

Teniendo en cuenta que los músculos extensores de las piernas juegan un papel importante en la mayoría de las acciones deportivas, y que junto con otras características del sistema esquelético producen la locomoción cualitativa y eficaz (Kukolj, 1996), vamos a analizar distintas investigaciones cuyo objetivo es definir la relación de la calidad del rendimiento deportivo y la fuerza muscular de los extensores de los miembros inferiores (Bosco, 1983; Harman, 1990; Fry y Kraemer, 1991; Gehri y col, 1998; Bedi y col, 1997; Pablos y col, 1999; Aagard y col, 2002; Rajic, 2003; Aagard y col, 2006). Partiendo de que la fuerza muscular de los extensores de piernas influye bastante sobre el rendimiento técnico y táctico en muchos deportes (fútbol, baloncesto, voleibol, esquí,...), los autores han intentado investigar la correlación de la fuerza muscular y la capacidad de salto a través de los métodos para evaluación de la fuerza muscular realizada en condiciones isométricas. Estos tipos de investigaciones son muy importantes y útiles ya que sobre la base de las conclusiones de dichas investigaciones se puede matizar la cantidad y la calidad del proceso de entrenamiento, igual que el rendimiento deportivo.

Hakinen (1991) sometió a 9 jugadoras y 11 jugadores de baloncesto de dos equipos de un mismo nivel competitivo a una investigación y midió la correlación de la fuerza máxima de los extensores de piernas en condiciones isométricas y la altura alcanzada a través del test Squat Jump¹⁴- SJ ($r= 0.81$) y Conuter Movement Jump – CMJ¹⁵ ($r= 0.80$). Según este autor, se comprobó la correlación positiva entre la fuerza máxima de los extensores de piernas y la altura alcanzada, y concluyó de que se debe de dar especial atención al entrenamiento de la mejora de la fuerza explosiva y a la capacidad de salto.

Al correlacionar los distintos aspectos de la fuerza muscular y el gradiente de fuerza muscular producida en condiciones dinámicas y estáticas, se ha demostrado una gran correlación entre los picos de fuerza muscular al 80 y 90% de la fuerza máxima, al igual que la fuerza máxima (Haff y col, 1997). Esta correlación se da tanto a nivel dinámico como isométrico.

La aplicación de tests isométricos, debe de hacerse mediante acciones similares al propio movimiento de voleibol para eliminar errores debidos a participación de grupos musculares distintos. También es importante considerar en el gradiente de fuerza muscular producida en condiciones isométricas, que el RTD¹⁶- juega un importante papel en el aumento de la tensión muscular desarrollada, que representa el momento en la curva fuerza-tiempo cuando hay un mayor número de unidades motrices activas (Bosco, 2002).

¹⁴ SJ- Squat Jump- el salto realizado desde la posición de las piernas ligeramente flexionadas, es decir, desde la media sentadilla

¹⁵ CMJ- Counter Movement Jump- el salto realizado desde la posición de media sentadilla, previamente haciendo la media sentadilla desde la posición recta.

¹⁶ RTD- The Rise of Tension Development (El aumento de la Tensión Muscular Desarrollada)

Evaluando cuatro distintos tests sobre producción de fuerza explosiva (EFP¹⁷), Mirkov y colaboradores (2004) han concluido que la mayoría de los tests para evaluar la fuerza explosiva tienen suficiente nivel de fiabilidad para explicar el mecanismo neuromuscular en función de la relación fuerza-tiempo, especialmente en la producción del gradiente de la fuerza muscular y la fuerza generada a los 100 milisegundos de su inicio.

En un estudio realizado con 18 jugadoras de voleibol de élite, Rajic y col (2008) han demostrado que el gradiente de fuerza muscular isométrica realizada a los 100 milisegundos superó el gradiente de fuerza muscular máxima 4.35. Por otro lado, el gradiente de fuerza muscular a los 180 milisegundos superó el gradiente de la fuerza máxima isométrica 3.52 veces y el gradiente de fuerza muscular a los 250 milisegundos superó el gradiente de la fuerza máxima 3.0 veces, mientras que el gradiente de fuerza muscular desarrollado a nivel de 50% de la fuerza máxima superó 4.1 veces la fuerza máxima.

Por lo presentado, se puede decir que los coeficientes de correlación en ciertas investigaciones han varidado desde los valores muy altos hasta los valores muy pequeños. Pero, se debe destacar que dichos coeficientes son resultados de las investigaciones en que los autores, han valorado con la fuerza máxima dichos resultados. El tiempo necesario para realizar la contracción muscular y superar cierto nivel de la fuerza muscular suele ser crucial en acitivdades deportivas, entre los que se destaca el voleibol. Sobre la base de numerosas investigaciones, se puede concluir que la realización de distintas técnicas de saltos en voleibol genera mayor fuerza máxima, aceleración vertical y almacenamiento de la energía elástica de los músculos extensores de piernas y tobillos durante el ciclo acortamiento- estiramiento muscular, que la que se puede conseguir en un periodo de tiempo que no supere los 250 milisegundos (Puhl, 1982; Bompa, 2000; Kroon, 2002).

Otra investigación realizada con 18 jugadoras de élite de voleibol, sometidas a un mesociclo de entrenamiento específico (Rajic y al. 2008) demostró que la fuerza de los extensores de piernas realizada en niveles de 100, 180 y 250 milisegundos de la iniciación de contracción muscular, igual que la realizada con un 50% de la fuerza máxima en condiciones isométricas, superaron significativamente la fuerza máxima del mismo grupo muscular.

Por lo aquí descrito, se considera muy interesante e importante evaluar las características básicas, específicas y especiales de los grupos musculares que influyen sobre los saltos en voleibol, desde un punto de vista de la correlación de los tests para la evaluación de la capacidad contráctil y los tests para la evaluación del salto. Así mismo, sería bueno evaluar la fuerza muscular realizada y su relación con períodos de tiempo típicos para la realización de distintas técnicas de saltos.

¹⁷ EFP- Explosive Force Production (Producción de la Fuerza Explosiva)

2.9. Estudios de evaluación de los efectos del entrenamiento de fuerza aplicando pruebas en condiciones isométricas en voleibol

El entrenamiento deportivo mejora la eficiencia de la realización de la capacidad muscular que se reconoce especialmente en el caso de las contracciones voluntarias máximas de grandes grupos musculares activados en condiciones isométricas (Kukolj, 1996; Haff y col 1997; Aagaard, 2002; Kawamori y col, 2006; Rajic y col, 2004; Rajic y col, 2008; Ivanovic, 2010).

Para los movimientos deportivos en la fase inicial, es característico realizar el esfuerzo explosivo precedido de un estiramiento muscular. En este caso, el efecto del trabajo realizado está determinado por la capacidad muscular de sumar el efecto de la fase del estiramiento a la fase de acortamiento muscular apoyado por la capacidad muscular elástica. Dicha característica de los músculos se llama Capacidad Reactiva Muscular (Verkhoshansky, 1979 y 1999; Zatsiorsky y Kraemer, 2006), que define la mayoría de los movimientos en el voleibol moderno.

Numerosas investigaciones hechas en deportes que requieren potencia y habilidad en el salto vertical, han demostrado que los métodos más adecuados para la preparación física son:

1. El método pliométrico que consiste en saltos desde diferentes alturas y contramovimientos realizados posteriormente.
2. El método de levantar cargas con intensidad máxima y submáxima,
3. El método de levantar cargas de intensidad media
4. La combinación de los métodos mencionados anteriormente (Bedi y col, 1987; Zatsiorsky, 1995; Hewet y col, 1996; Gehri y col, 1998; Verhoshansky, 1999; Pablos y col, 1999; Scott, 2000; Rimmer y Silvester, 2000; Rajic, 2003).

Investigando los efectos del método de entrenamiento específico durante nueve semanas sobre 26 jugadores de baloncesto y voleibol (Pablos y col, 1999), ha mostrado que el sistema de entrenamiento realizado con las cargas ligeras (15 y 30% de 1RM) ha producido mejores resultados de la fuerza explosiva que con el sistema de entrenamiento realizado de manera dinámica con cargas submáximas (80% del 1RM) combinado con trabajo pliométrico. Los dos sistemas aplicados han mejorado la fuerza máxima en las situaciones dinámicas. Durante dicha investigación, los deportistas realizaron saltos tanto desde alturas de 40, como de 60 centímetros.

Durante la fase precompetitiva se debe utilizar un trabajo con cargas pesadas con el objetivo de mejorar la fuerza máxima para que posteriormente se sustituya la fuerza máxima con el trabajo pliométrico y el entrenamiento de la explosividad. El énfasis de la segunda fase debería ser sobre la capacidad concéntrica del trabajo muscular, el ciclo estiramiento-acortamiento de los músculos implicados y la explosividad en la ejecución de los ejercicios (Kraemer y Newton, 1994).

Hay que tener en cuenta que el trabajo con las cargas máximas aumenta la masa muscular y la masa corporal generalmente. El aumento de la sección transversal del músculo causa el aumento de la fuerza relativa corporal, así que mejora el ratio fuerza-

peso corporal (Kraemer y Newton, 1994).

La mejora de la fuerza máxima de los músculos del tren inferior al realizar el método pliométrico sobre 19 deportistas entrenados durante ocho semanas, se produce como consecuencia de la sincronización intermuscular y el aumento de la sección transversal muscular de los músculos de tren inferior. Así mismo, mejora la coordinación intermuscular que viene determinada por la mejora de la activación de los músculos agonistas, la inhibición de los antagonistas, el aumento de la co-contracción de los sinergistas, la inhibición del mecanismo de protección neuromuscular, el aumento de la excitabilidad de la motoneurona, el reclutamiento selectivo de unidades motoras según el tipo de acción, la velocidad de movimiento y el ángulo en el que se realiza el movimiento (Potteiger y al., 1999).

Muchas investigaciones realizadas han demostrado que uno de los mejores métodos para entrenar la fuerza explosiva es el pliométrico, que consiste en realizar saltos desde distintas alturas y también se suele utilizar el entrenamiento con cargas de intensidad submáxima y máxima con pocas repeticiones. Otro de los métodos que se suele aplicar, es la combinación de estos dos métodos anteriormente citados (Hewet y col, 1996; Gehri y col, 1998; Pablos y col, 1999; Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Rajic, 2003; Kraemer, 2006).

Rajic (2003) realizó un estudio con la intención de ver como incide el entrenamiento de la fuerza específica de los miembros inferiores en jugadoras de voleibol sobre los parámetros de diferentes grupos musculares. Once jugadoras entrenadas fueron sometidas durante un mesociclo de cuatro semanas a un entrenamiento específico de fuerza explosiva. Las variables observadas fueron: la fuerza máxima (F_{max}), el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima (tF_{max}), el gradiente de la fuerza muscular (RFD¹⁸), el impulso de la fuerza máxima realizada ($I_{mp}F_{max}$) y el coeficiente de la velocidad de la activación muscular (C_{max}). De los resultados se concluyó que había diferencia estadísticamente significativa en el nivel de Wilk's lambda 0.000358 y el $p=0.015$. Los cambios importantes estadísticamente fueron en la fuerza máxima (F_{max}) y el coeficiente de la velocidad de la activación muscular (C_{max}). Los resultados de la prueba T de Student, mostraron que el modelo aplicado del entrenamiento de la fuerza explosiva produjo cambios a nivel parcial en los extensores de tobillos (TOB_{sent}) en el impulso de la fuerza realizada ($p=0.045$), el tiempo necesario para la realización la fuerza máxima ($p=0.004$) y el coeficiente de la velocidad de la activación muscular ($p=0.031$).

El modelo de entrenamiento pliométrico mejora la capacidad contráctil de los músculos extensores de las piernas y la capacidad explosiva en los periodos de tiempo de la fuerza realizada a los 100, 180 y 250 milisegundos. Se ha comprobado que el método pliométrico que consiste en saltos de profundidad desde varias alturas y su combinación de trabajo con cargas máximas, dió mejores resultados en cuanto al desarrollo del gradiente de la fuerza explosiva, que el método en donde se aplicaron saltos y combinación con cargas ligeras. Como respuesta al entrenamiento específico, mejoró la fuerza muscular de los extensores de piernas realizada a los niveles entre 100 y 200 milisegundos después de la iniciación de la contracción con tendencia de mejoría hacia el nivel de los 100 milisegundos. El pico de fuerza muscular realizada a los 250 milisegundos después de la activación muscular, no es importante en la mayoría de deportes (Bompa, 2000). El alto rendimiento deportivo se está basando en los cambios de capacidad de las unidades musculares y su reclutamiento, con el objetivo de activar

¹⁸ RFD- Rate of Force Development

el mayor número de unidades motoras lo más rápidamente posible, aumentando la frecuencia de su activación (Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

Sobre la base de las investigaciones realizadas, el entrenamiento pliométrico basado en ejercicios en que se realiza el ciclo de acortamiento- estiramiento muscular, aumenta la velocidad y aceleración de arrancada, igual que mejora las características físicas basadas en la reacción de los músculos del miembro inferior en los saltos, los cambios de dirección, los esprines y otros aspectos basados en el uso de la fuerza máxima (Hewet y col, 1996; Haff y col, 1997; Izquierdo y col, 1997).

Kirolainen y compañeros (2005.) han investigado los cambios de la estructura muscular y las características neuromusculares en un estudio de 23 sujetos sometidos al entrenamiento de la fuerza durante 15 semanas. El entrenamiento para el desarrollo de la fuerza muscular de los extensores de piernas consistió en distintos ejercicios dirigidos a la mejora de SSC¹⁹ (saltos en profundidad desde plinto desde 20-70cm, saltos desde la posición de piernas semiflexionadas, saltos sobre una pierna y saltos de obstáculos). Las sesiones fueron realizadas dos veces a la semana, cuyas series eran de 5-10 repeticiones. Los resultados obtenidos demostraron una mejora en cuanto al gradiente de la fuerza muscular de los extensores de piernas a partir de la 10ª semana de la investigación (el gradiente de la fuerza aumentó desde 18836 ± 4282 N/s hasta 25442 ± 8897 N/s), igual que la altura alcanzada en el salto vertical (desde $0.30m \pm 0.06m$ hasta $0.37m \pm 0.05m$). Los autores concluyeron que los resultados obtenidos no resultaron con cambios estadísticamente significativos en cuanto a la fuerza muscular máxima de los extensores de piernas, pero sí en la mejora de los saltos verticales en base de la mejora del gradiente de la fuerza muscular.

Pablos y colaboradores (1999) estudiaron la adaptación del organismo ante dos métodos de entrenamiento de fuerza específico, aplicados a jugadores de deportes de equipo durante el período competitivo con el objetivo de mejorar la capacidad de salto, sin perjuicio de disminuir su rendimiento deportivo. En la investigación de la fuerza explosiva de los miembros inferiores realizada sobre 26 sujetos varones (13 de baloncesto y 13 de voleibol) durante 9 semanas, se comprobó que el método del entrenamiento con cargas muy ligeras y ligeras (15 y 30% de la 1RM²⁰) tiene muchas ventajas en la mejora de la fuerza explosiva comparándolo con el método clásico, es decir, el entrenamiento de la fuerza con ejercicios clásicos y el propio juego. Asimismo, comparando dicho método con los diferentes modelos para desarrollar la capacidad contráctil muscular, los mejores resultados sobre la mejora del gradiente de la fuerza muscular del tren inferior (RFD) se produce con el método combinado de cargas pesadas con saltos en profundidad con contramovimiento.

Rajic, Dopsaj y Pablos (2004) investigaron la influencia del método específico del entrenamiento de la fuerza explosiva de los extensores de piernas sobre las características mecánicas de la fuerza máxima realizada. El objetivo de ese trabajo fue definir cual es el mejor método para la capacidad contráctil de los grupos musculares observados. Los métodos aplicados se basaron en entrenar con cargas submáximas y el entrenamiento pliométrico, basado en realizar saltos desde plintos de distintas alturas (70 y 110 cm) (Verkhoshansky, 1999). Once jugadoras de voleibol de élite participaron

¹⁹ SSC (Stretch Shortening Cycle) - el ciclo acortamiento- estiramiento del tejido muscular

²⁰ 1RM- 1 repetición máxima

en las sesiones, tres veces a la semana durante un mesociclo de cuatro semanas. La medición inicial y final consistió en una batería de tests para evaluar la fuerza isométrica de los extensores de espalda, extensores de piernas, extensores de tobillos y flexores de la mano dominante. Se evaluaron las siguientes dimensiones de la fuerza: la fuerza máxima (F_{max}), el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima (t_{Fmax}), el gradiente de la fuerza muscular máxima y el coeficiente de la velocidad de la activación muscular (C_{max}). Se produjeron cambios estadísticamente significativos en la fuerza máxima realizada y el coeficiente de la velocidad de la activación muscular. Todos los resultados obtenidos en esta investigación coincidieron con las conclusiones de autores que planteaban los mismos objetivos en sus investigaciones en cuanto a la respuesta de la fuerza del tren inferior sobre el método específico de entrenamiento, reduciendo el tiempo necesario para realizar la fuerza específica (Hewet y col, 1996; Gehri y col, 1998; Pablos y col, 1999; Rajic, 2003; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Rajic y col, 2008). Analizando la curva fuerza- tiempo, el método específico aplicado en esta investigación desplazó la curva hacia la izquierda, es decir, redujo el tiempo necesario para que el músculo realice la fuerza muscular deseada, entre los 200 y 350 milisegundos. Como respuesta al entrenamiento específico aplicado, los parámetros específicos de todas las jugadoras llegaron a ser más homogéneos en cuanto al gradiente de la fuerza muscular realizado en intervalos de tiempo reconocidos como típicos para el voleibol contemporáneo. Dicho entrenamiento mejoró el momento más importante de régimen muscular- mejoró el momento de conversión de régimen excéntrico al régimen concéntrico, reduciendo el tiempo necesario para ejecutarlo.

El tiempo necesario para realizar ciertos movimientos deportivos normalmente está limitado. El deportista de alto nivel necesita entre 50 y 250 milisegundos para realizar movimientos rápidos y explosivos (velocidad, karate, saltos en distintos deportes,...) ya que para realizar la fuerza muscular absoluta es necesario más tiempo (300 milisegundos en el caso de flexores y extensores de piernas y brazos). Por ello, en distintas disciplinas deportivas es importante aplicar diferentes fuerzas explosivas en la fase inicial de la contracción muscular, con tal de acercarse al alto rendimiento deportivo. Hay varios factores que influyen sobre el gradiente de la fuerza muscular: el tipo de fibras musculares, la composición de la miosina (Harridge y col, 1996), la sección transversal del músculo (Aagaard y al. 2003), la fuerza máxima (Schmidtbleicher, 1992), la elasticidad del sistema músculo-tendón (Zatsiorsky y Kraemer, 2006), y la excitación muscular (Aagaard, 2002).

Los resultados de la investigación de Andersen y Aagaard (2003) han demostrado que los movimientos de carácter explosivo son realizados en distintos períodos de tiempo por distintos parámetros fisiológicos. Se demostró que el gradiente de la fuerza realizada aumenta en función de la fuerza máxima, y menor en función de las características contráctiles, así que el tiempo desde la activación muscular va aumentando. En períodos de tiempo posteriores a los 90 milisegundos desde la activación muscular, la fuerza máxima puede alcanzar al 52%- 81% de la variación del gradiente de la fuerza. En la fase inicial, es decir, en los primeros 40 milisegundos desde la activación muscular, el gradiente de la fuerza está relacionado moderadamente con la fuerza máxima. Estos datos pueden ser muy importantes en cuanto a la planificación y gestión del proceso de entrenamiento deportivo.

Numerosas investigaciones sobre la respuesta del entrenamiento específico con tal de desarrollar la fuerza explosiva con cargas máximas y submáximas en la fase inicial

(antes de 100 milisegundos), y en la fase más tardía (después de 200 milisegundos) demostraron que este tipo de entrenamiento no daba los resultados deseados si el objetivo de dichas investigaciones era aumentar la producción de movimientos explosivos (Zatsiorky y Kraemer, 2006).

Con el objetivo de analizar las características cualitativas de los parámetros de fuerza explosiva, Andersen y compañeros (2010) investigaron la respuesta de entrenamiento con cargas de alta intensidad sobre el gradiente de la fuerza en la fase inicial (hasta los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular) y en la fase final (después de los 200 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular). Se ha concluido que en distintos periodos de tiempo, el gradiente de la fuerza explosiva responde al entrenamiento de tal manera que aumenta en la fase final, es decir, a partir de 200 milisegundos después de la activación muscular, pero no cambia significativamente en la fase inicial, es decir, desde la activación muscular hasta el nivel de 100 milisegundos.

El aumento de la velocidad de la activación muscular, es decir, el aumento de la activación del tejido muscular por los impulsos nerviosos, se produce con la mejora del gradiente de la fuerza muscular. La media del aumento de la fuerza muscular según el entrenamiento específico con cargas máximas y submáximas (Aagaard y al, 2002) aumentó un 23-26% en la fase inicial, hasta el nivel de 50 milisegundos después de la activación muscular. Activando el mismo grupo muscular entre 100 y 200 milisegundos, el mismo gradiente de la fuerza muscular aumentó un 17- 20%. Desde el punto de vista relativo, la relación del gradiente de la fuerza y la fuerza máxima aumentó un 15% según el mismo tipo de entrenamiento en la fase inicial de la contracción muscular, hasta los 30 milisegundos. Esa mejora en cuanto al gradiente de la fuerza relativa demuestra que los cambios cualitativos se podrían relacionar con el modelo de entrenamiento aplicado, aumentando la frecuencia de la activación muscular por los impulsos nerviosos, la mejora del reclutamiento muscular, igual que la emisión de los iones de calcio desde el retículo sarcoplasmático celular. La adaptación neuromuscular se presenta como la consecuencia de la activación muscular evaluada por la actividad detectada con la EMG²¹ desde 41 hasta 106%, especialmente en la fase inicial de la contracción muscular.

²¹ EMG- Electromiografía

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

La práctica deportiva tiene como objetivo fundamental obtener los mejores resultados físicos y técnicos dependiendo de la modalidad deportiva, ya sea de carácter colectivo o individual con implementos o sin ellos y de esta manera obtener una preparación de calidad que garantice óptimos resultados en el menor tiempo posible. El voleibol es un deporte explosivo en el que se realizan acciones acíclicas que requieren por parte del jugador una gran capacidad de reacción y velocidad de ejecución (Pablos y col, 1999; Bompa, 2000; Kroon, 2000; Rajic, 2003; Barnes y col, 2007), destacando las manifestaciones reactivas de la fuerza en estas acciones (Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000). Es decir se requiere la implicación de los elementos elásticos a través del ciclo estiramiento - acortamiento (CEA) en la musculatura que se utiliza en voleibol (extensores de las piernas, brazos y hombros). La Fuerza Explosiva es básica en la práctica deportiva del Voleibol, manifestándose de manera anaeróbica con una duración no superior a los seis segundos.

En base a la revisión bibliográfica realizada, se puede concluir que muchos autores están de acuerdo del importante papel que juega la fuerza explosiva sobre la mayoría de las características importantes para el alto rendimiento deportivo. De ello se ha observado la importancia que tiene la relación entre la fuerza máxima y la fuerza explosiva realizada en condiciones isométricas por un lado, y los buenos resultados relacionados con los saltos verticales por el otro (Bosco y col, 1993; Kraemer, 1994; Kroon, 2000; Da Silva Grigolito y col, 2008; Rajic y col, 2008; Dopsaj, 2010). En el entrenamiento del voleibol contemporáneo, es importante el uso de distintos tipos de saltos verticales, en donde los extensores de piernas participan con un 56% y los músculos flexores y extensores de tobillos con un 22% (Jaric, 1987). Así, podemos decir que la fuerza explosiva del tren inferior de los jugadores de voleibol es crucial en cuanto a la realización de los objetivos técnicos y tácticos.

La mejora del rendimiento deportivo se basa en los parámetros básicos, como son: el desarrollo de la fuerza máxima y el gradiente de la fuerza máxima (Andersen y Aagaard, 2006; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Barnes y col, 2007; Rajic y col, 2008; Da Silva Grigorreto y col, 2008; Dopsaj, 2010).

Sobre estas características, no hay demasiada información para poder controlar el proceso de entrenamiento y su optimización.

La importancia del desarrollo de la fuerza explosiva se refleja en el hecho de que el tiempo necesario para realizar cierto nivel de fuerza muscular, es un elemento fundamental en la eficacia del juego. El gradiente de la fuerza muscular precisamente, determina cuales son los parámetros de la fuerza máxima y el tiempo necesario para realizarla, con el objetivo de alcanzar la mayor eficacia de los movimientos de golpeo y salto en voleibol. La rápida ejecución de los movimientos, dependen de la fuerza máxima realizada en un corto periodo de tiempo. Por lo tanto, el aumento del gradiente de la fuerza muscular desarrollado en el período del tiempo específico en cada deporte, es muy importante, ya que el mismo gradiente permite la realización de mayores niveles de fuerza muscular, así como alcanzar el mejor rendimiento deportivo. Esa mejora es crucial especialmente en la primera fase de la contracción, entre los 100 y 200 milisegundos transcurridos desde la iniciación de la contracción (Bompa, 2000; Andersen y col, 2007; Rajic y col, 2008; Dopsaj, 2010).

La fuerza explosiva, como respuesta al entrenamiento específico de voleibol (Bompa, 2000, Zatsiorsky y col, 2006; Andersen y Aagaard, 2006), se genera muy rápida, entre los primeros 100 y 200 milisegundos desde del inicio de la activación muscular. Así mismo, la tendencia es que el pico de la curva fuerza- tiempo se desplace a la izquierda, es decir, hacia los valores de 100 milisegundos. Todas las variables de la fuerza explosiva del tren inferior generadas en ese periodo de tiempo, pueden ser reconocidas como los parámetros especiales de la fuerza de los extensores de piernas.

Ciertos deportistas de élite para realizar movimientos rápidos en sprint o boxeo, necesitan entre 50 y 250 milisegundos para realizarlos, aunque para poder realizar la fuerza máxima, sería necesario un tiempo superior a los 300 milisegundos (Andersen y Aagaard, 2006).

Por ejemplo, el contacto del pie con el suelo en sprint dura entre los 0.08 y 0.1 segundos, mientras que el momento de despegue en el salto de longitud dura entre los 0.11 y 0.12 segundos, el momento del despegue en el salto de altura dura de 0.17 a 0.18 segundos (Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Čoh, 2010), la media de la duración del contacto del pie con el suelo en el sprint de 20 metros es 126.4 milisegundos, y el tiempo necesario para realizar la fuerza muscular máxima de los extensores de piernas en el salto de altura es de unos 250 milisegundos (Čoh, 2010).

Por la estructura específica del juego de voleibol, el alto nivel de la realización de la fuerza explosiva es imprescindible en la fase inicial de la contracción muscular. Varias técnicas de realización de saltos verticales en voleibol pueden influir en una mejoría de la fuerza muscular y la aceleración vertical basadas en el almacenamiento de la energía elástica de los extensores de piernas durante la realización de la capacidad muscular en un periodo de tiempo inferior a 250 milisegundos. Como el rendimiento deportivo va mejorando, igualmente se van intensificando los elementos de juego, que junto con el incremento de la velocidad de desplazamiento, se reduce el tiempo necesario para ejecutar los elementos de juego. Por eso, el papel de las características específicas y especiales de la fuerza máxima y la fuerza explosiva tienen su importancia en el alto rendimiento deportivo. Los procesos contemporáneos de realización de los tests, utilizan equipos de hardware y software basados en células de alta sensibilidad, cuyos datos de las características mecánicas de la fuerza son grabados para su análisis (Desroisiers y col, 1997; Bosco, 2002; Dopsaj y col, 2002; Rajic, 2003; Amanovic y col, 2004). Debido a los pocos estudios que hay en donde se analicen los parámetros específicos de la fuerza explosiva para ver su importancia en la mejora de la condición física de la fuerza explosiva en jugadores de voleibol, se ha planteado este estudio con los siguientes objetivos planteados en los siguientes apartados.

3.1. OBJETIVOS

Como los datos de las características de la curva Fuerza- tiempo representan datos básicos sobre la capacidad contráctil, y a la vez dan información básica del rendimiento deportivo de cada jugador, se quiere comprobar si un método de entrenamiento pliométrico específico es más eficaz que los métodos de entrenamiento clásicos que se aplican en deportistas de voleibol.

Otro objetivo de esta investigación sería indicar que tanto el entrenamiento pliométrico específico, como el clásico mejorar la fuerza específica de los deportistas de voleibol.

Partiendo de estos objetivos principales, se deducen los siguientes objetivos secundarios, basados en el análisis de 3 grandes grupos musculares (extensores de cadera, extensores de piernas y extensores de tobillos):

- ✓ Comprobar cuál de los dos métodos (clásico o pliométrico específico) es más eficaz con respecto a la capacidad contráctil máxima desarrollada en condiciones isométricas (F_{MAXISO}) y con respecto a la fuerza muscular al 50% de la máxima ($F_{50\%EXTISO}$) (parámetro básico).
- ✓ Comparar cuál de los dos métodos (clásico o pliométrico específico) es más eficaz con respecto a la máxima fuerza desarrollada en los 250 milisegundos desde la activación muscular (parámetro específico).
- ✓ Comparar la evolución del gradiente de la fuerza muscular como parámetro que define el nivel de la capacidad de fuerza explosiva absoluta, específica y especial, en función del sistema de entrenamiento aplicado.
- ✓ Evaluar con cuál de los dos métodos (clásico o pliométrico específico) se alcanza más fuerza a los 100, 180 y 250 milisegundos en su comparación con la fuerza máxima desarrollada y con la fuerza desarrollada al 50% de la fuerza máxima.
- ✓ Valorar los índices de sinergia, como modelos para evaluar el nivel de desarrollo de las fuerzas explosivas desarrolladas en niveles de 100, 180 y 250 milisegundos desde la iniciación de la contracción muscular, igual que la fuerza muscular desarrollada al 50% de la fuerza máxima, y la fuerza máxima, teniendo en cuenta los distintos tipos de entrenamiento aplicado.
- ✓ Tratar de definir características de la curva fuerza-tiempo como herramienta para valorar el rendimiento deportivo.

3.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Sobre la base del planteamiento y los objetivos de este trabajo, y a partir de la bibliografía consultada, podría definirse una hipótesis general (H0) y seis específicas (H1-H6).

3.2.1. Hipótesis general

H0 Los parámetros básicos, específicos y especiales de capacidad contráctil

muscular de la fuerza explosiva de distintos grupos musculares como respuesta al entrenamiento específico realizado, responden de manera más eficaz sobre la relación fuerza-tiempo desarrollada en condiciones isométricas, que ante un entrenamiento clásico de voleibol.

3.2.2. Hipótesis específicas

H1 Con un entrenamiento de tipo pliométrico, muy específico para voleibol, se producen mejores resultados en los parámetros básicos, específicos y especiales de la fuerza muscular realizada, en los grupos musculares observados en condiciones isométricas que con un método de entrenamiento de fuerza clásico.

H2 Un entrenamiento de tipo pliométrico específico de voleibol, produce mayores mejoras sobre la fuerza isométrica, que cuando se utiliza un método clásico de entrenamiento de voleibol.

H3 El gradiente de la fuerza muscular absoluto básico, específico y especial, realizado en condiciones isométricas evoluciona más favorablemente con un método pliométrico específico de voleibol, que con un método clásico de entrenamiento.

H4 El gradiente de la fuerza muscular relativo básico, específico y especial, realizado en condiciones isométricas evoluciona más favorablemente con un método pliométrico específico de voleibol, que con un método clásico de entrenamiento.

H5 Con un entrenamiento pliométrico específico de voleibol, se consiguen mejores resultados en cuanto al Índice S de la relación del gradiente de la fuerza explosiva y la fuerza máxima isométrica, que con un entrenamiento de fuerza clásico de voleibol.

H6 Un entrenamiento específico para el desarrollo de la fuerza explosiva en voleibol, consigue mejores resultados en cuanto al Índice de sinergia que representa la relación del gradiente de la fuerza explosiva realizada en cierto nivel (100ms, 180ms, 25ms, 50% de la fuerza máxima y el gradiente de la fuerza máxima) y la fuerza muscular realizada en el mismo nivel (100ms, 180ms, 250ms, 50% de la fuerza máxima y la fuerza máxima) en condiciones isométricas, que con un método de entrenamiento de fuerza clásico.

MATERIAL Y MÉTODO

4. MATERIAL Y MÉTODO

En este capítulo se va a desarrollar la selección de la muestra con la que se lleva la investigación, así como con los protocolos del trabajo, la temporalización de este, los instrumentos y pruebas para medir las variables, así como la metodología aplicada a los grupos experimentales, junto con el tipo de análisis estadístico aplicado para obtener los posteriores resultados.

4.1. MUESTRA

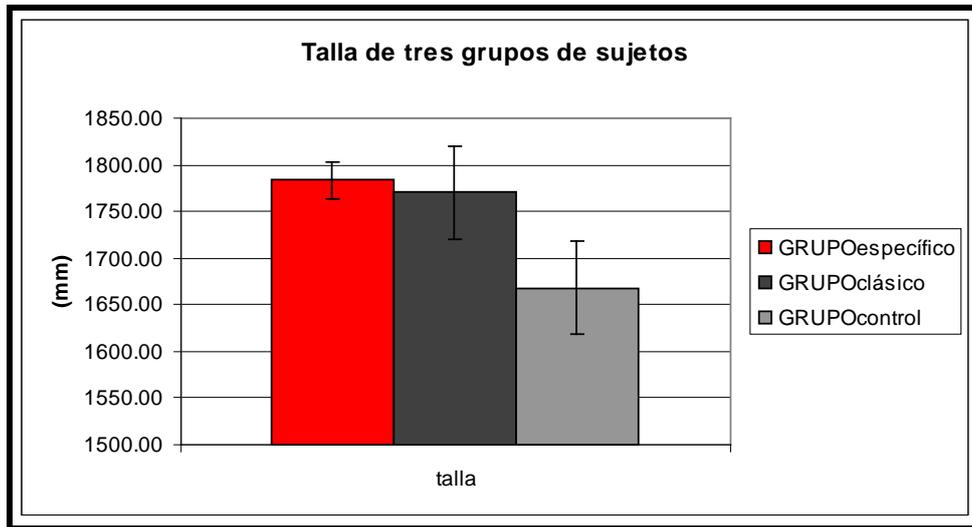
Para este estudio se contó con la colaboración de 40 mujeres deportistas, las cuales estaban divididas en 3 grupos:

- A. Grupo Experimental Específico (Grupo_{ESPECÍFICO}): 12 jugadoras de voleibol del equipo “MLADOST” Zemun, Belgrado, de Segunda División, en donde todas las jugadoras han sido titulares durante la primera parte de la competición oficial, con una altura media de 1783 ± 80.22 mm (máxima de 1860 mm y mínima de 1630 mm), y el coeficiente de variación $cV\% = 4.49$ (Gráfica 4.1), con una masa corporal de 68.42 ± 10.84 kilos (máxima de 84.55 kilos y mínima de 50.1 kilos), y el coeficiente de variación $cV\% = 15.84$ (Gráfica 4.2) y con una edad media de 20.16 ± 3.49 (máxima de 27 años y mínima de 16 años) y un coeficiente de variación $cV\% = 17.34$ (Gráfica 4.3), y un BMI²² medio de 21.42 ± 2.22 kg/m² (máximo de 25.25 y mínimo de 18.56 y un coeficiente de variación de 10.38.(Gráfica 4.4) (Tabla 4.1).

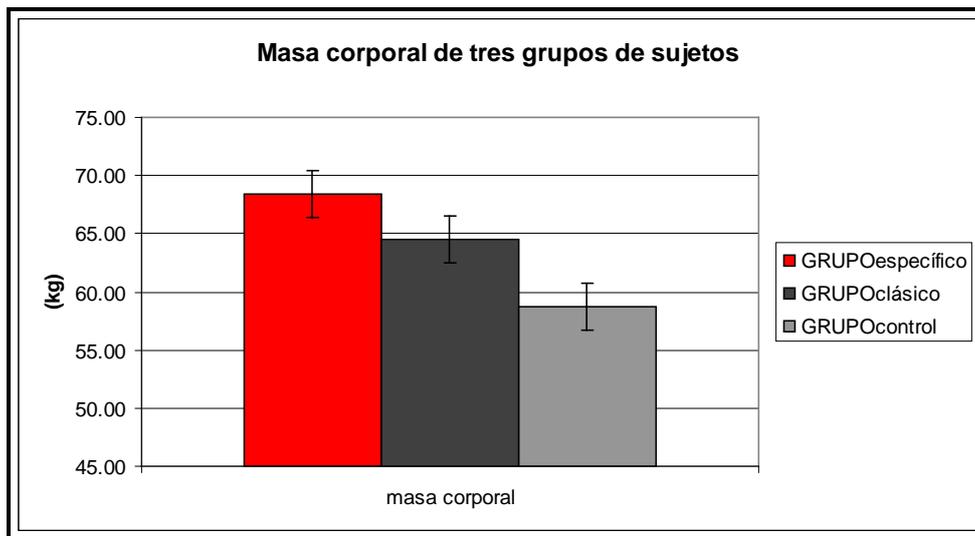
		MAX	MIN	MEDIA	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Talla (mm)	GRUPOespecífico	1860.00	1630.00	1783.75	80.23	4.50
	GRUPOclásico	1840.00	1670.00	1770.83	50.88	2.87
	GRUPOcontrol	1720.00	1550.00	1668.05	51.96	3.12
masa Corporal (kg)	GRUPOespecífico	84.55	50.10	68.42	10.84	15.84
	GRUPOclásico	73.25	55.80	64.52	5.67	8.78
	GRUPOcontrol	67.30	49.05	58.74	5.01	8.52
Índice de la masa corporal	GRUPOespecífico	25.25	18.56	21.42	2.23	10.39
	GRUPOclásico	22.36	19.29	20.54	1.15	5.59
	GRUPOcontrol	23.78	18.35	21.11	1.51	7.16
La edad	GRUPOespecífico	27.00	16.00	20.17	3.50	17.34
	GRUPOclásico	24.00	17.00	18.63	2.33	12.49
	GRUPOcontrol	27.00	18.00	22.50	3.25	14.46

Tabla 4.1. Resultados descriptivos de los tres grupos de sujetos

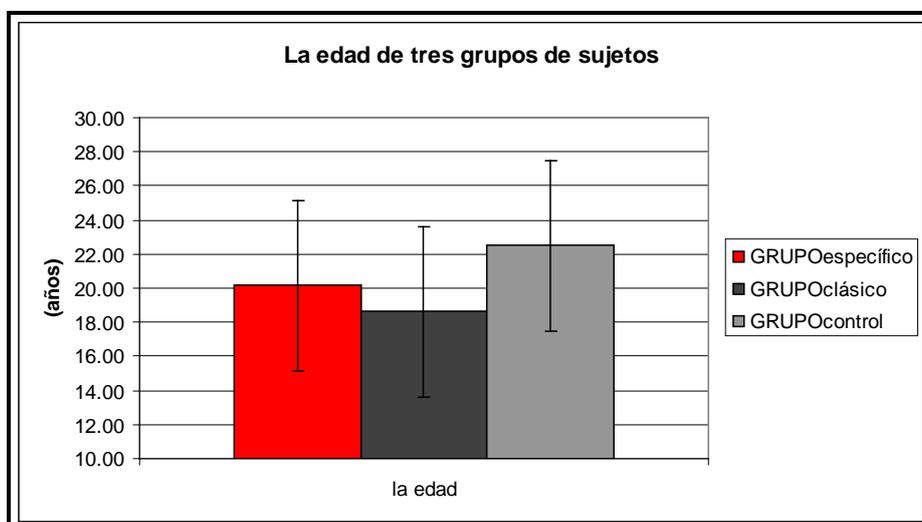
²² BMI- Body Mass Index - El Índice de Masa Corporal



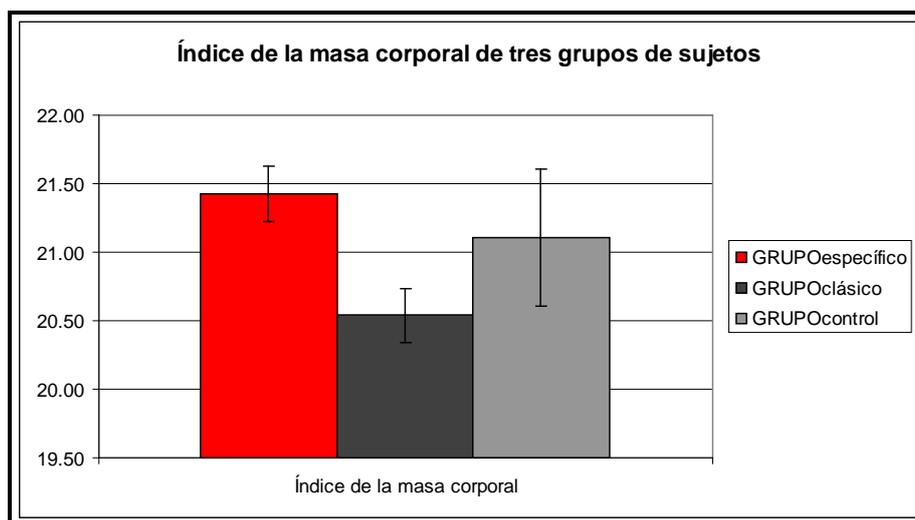
Gráfica 4.1. Estadística descriptiva de la talla de los tres grupos experimentales



Gráfica 4.2. Estadística descriptiva de la masa corporal de los grupos experimentales



Gráfica 4.3. Estadística descriptiva de la edad de los grupos experimentales



Gráfica 4.4. Estadística descriptiva del índice de la masa corporal de los grupos experimentales

B. Grupo Experimental Clásico (Grupo_{CLÁSICO}): 11 jugadoras de voleibol

El grupo que realiza el entrenamiento clásico de voleibol (Grupo_{CLÁSICO}) (N=11), practica ejercicios que son típicos para un entrenamiento de temporada de competición, sin dar énfasis a los ejercicios para el aumento de la fuerza muscular y especialmente la fuerza explosiva de ciertos grupos musculares. Sus características son: altura media de 1770 ± 50.88 mm (máxima de 1840 mm y mínima de 1670 mm), y el coeficiente de variación $cV\% = 2.87$ (Gráfica 4.1.), con una masa corporal de 64.52 ± 5.67 kilos (máxima de 73.25 kilos y mínima de 55.8 kilos), y el coeficiente de variación $cV\% = 8.78$ (Gráfica 4.2) y con una edad media de 18.63 ± 2.33 (máxima de 24 años y mínima de 17 años) y un coeficiente de variación $cV\% = 12.49$ (Gráfica 4.3), y un BMI medio de 20.53 ± 1.15 kg/m^2 (máximo de 22.36 y mínimo de 19.29 y un coeficiente de variación de 5.59.(Gráfica 4.4) (Tabla 4.1).

C. Grupo control (Grupo_{CONTROL}): 20 personas activas y sanas.

El grupo de no entrenadas (GC) (N=20), son deportistas de actividad recreativa dos veces semanales mínimo, con buena salud. Sus características son: altura media de 1668 ± 51.96 mm (máxima de 1720 mm y mínima de 1550 mm), y el coeficiente de variación $cV\% = 3.11$ (Gráfica 4.1.), con una masa corporal de 58.73 ± 5.00 kilos (máxima de 67.3 kilos y mínima de 49.05 kilos), y el coeficiente de variación $cV\% = 8.52$ (Gráfica 4.2) y con una edad media de 22.5 ± 3.25 (máxima de 27 años y mínima de 18 años) y un coeficiente de variación $cV\% = 14.45$ (Gráfica 4.3), y un BMI medio de 21.11 ± 1.51 kg/m^2 (máximo de 23.78 y mínimo de 18.35 y un coeficiente de variación de 7.16(Gráfica 4.4) (Tabla 4.1).

La duración de la intervención con el entrenamiento ha sido de seis semanas (un mesociclo), en donde se aplicó al grupo experimental específico, dos semanas de preparación básica, seguidas de cuatro semanas de entrenamiento específico. Al grupo experimental clásico las seis semanas de entrenamiento clásico y el grupo control, siguió con su actividad normal.

4.2. Temporalización del estudio

El desarrollo del Trabajo de Investigación se realizó en varias fases tal como se puede ver de manera esquematizada en el cronograma (Tabla 4.1) y en el calendario de actividades (tabla 4.2).

preparación	control	entrenamiento y controles	control	tratamiento de los datos	preparación del informe
de 11-1-2008 a 1-2009	11-1-2009	de 14-1-2009 a 26-2-2009	27-2-2009	de 1-3-2009 a 1-6-2009	de 2-6-2009 a 1-3-2010
	Inicial control de la fuerza		Final control de fuerza		

Tabla 4.2. Cronograma de las fases del Trabajo de Investigación

actividades	duración	fechas
diseño y preparación del trabajo	Diez semanas	de 11-2008 a 1-2009
control de la FMTI ²³ para organizar el entrenamiento	Una sesión de entrenamiento	9-1-2009
control inicial	Una sesión de entrenamiento	11-1-2009
etapa de entrenamiento	Seis semanas	de 14-1-2009 a 26-2-2009
control final	Una sesión de entrenamiento	27-2-2009
tratamiento de datos	Seis meses	de 2-6-2009 a 1-3-2010

Tabla 4.3. Calendario de las fechas de proyecto de investigación

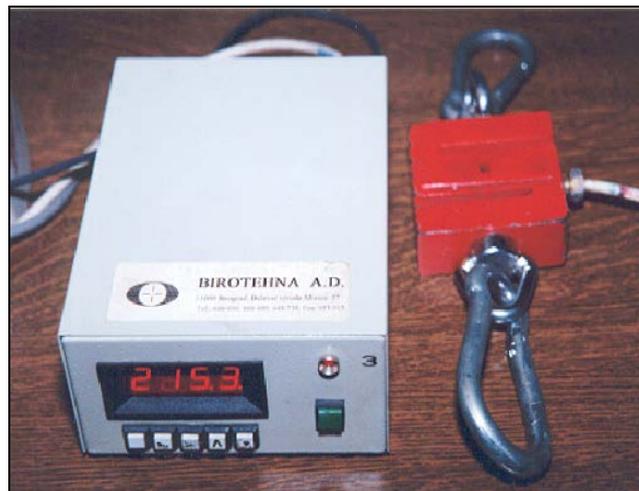
²³ FMTI- Fuerza muscular del tren inferior

4.3. Instrumentos utilizados y pruebas aplicadas

A la hora de valorar los datos del estudio se han utilizado los aparatos descritos en el subapartado siguiente en que se indican los distintos parámetros de valoración.

4.3.1. Aparatos utilizados para las valoraciones del estudio y para la aplicación del entrenamiento

Todas las pruebas y las mediciones fueron realizadas con el equipo PROGRAM INZENJERING (Belgrado), construido con dinamómetros que permiten la medición de la fuerza muscular hasta 7500 N y con una sensibilidad de 1.25 N. Se ha utilizado A/D transductor (como se puede ver en la imagen 4.1) que representa una célula que transforma deformaciones de la sonda causadas por la fuerza muscular a través de una cinta tensiométrica que produce cambios de la resistencia eléctrica, para que el impulso eléctrico convierta la señal digital. Este dispositivo esta conectado a una caja externa que a su vez se conecta a un ordenador por puerto de seria USB. El sistema nos ofrece un canal de alta resolución y velocidad. La señal digital se convierte en señal analógica, es decir, en los valores analógicos de la fuerza realizada en función del tiempo a través del equipo de hardware en una frecuencia de 100 KHz. Todos los datos de la fuerza realizada desde el inicio de la contracción muscular hasta su valor máximo fueron almacenados en la base de datos. En esa base de datos se grabaron todos los resultados de la fuerza muscular cada 1% de su manifestación con todos los momentos críticos cuando ocurrieron los cambios (Dopsaj y col, 2001).



4.1. Imagen del A/D transductor y la sonda utilizada en la medición

4.3.2. Parámetros de valoración

Para el estudio se han ido buscando distintas variables que den información de los efectos del trabajo de fuerza, usando unas variables independientes y sus efectos sobre las variables dependientes.

4.3.2.1. Variables independientes

En función del tipo de entrenamiento se tenían en cuenta tres grupos:

VI₁: El entrenamiento pliométrico aplicado al grupo experimental 1 (GE1), con objetivo de desarrollar la capacidad explosiva de varios grupos musculares.

VI₂: El entrenamiento clásico aplicado al grupo experimental 2 (GE2) que trabajó con el método clásico de entrenamiento.

VI₃: El grupo control (GC) que hacía la actividad normal al menos dos veces a la semana.

4.3.2.2. Variables dependientes

El grupo de los variables dependientes es definido por 115 variables divididos en varios subgrupos según los criterios:

1. **Criterio de nivel de la fuerza muscular absoluta-** el criterio que define los variables según la fuerza muscular absoluta realizada de tres grupos musculares (los extensores de espalda, los extensores de piernas y los extensores de tobillos). La fuerza muscular absoluta está evaluada en varios niveles de su manifestación: la fuerza muscular absoluta máxima; la fuerza muscular absoluta realizada en nivel de 50% de la fuerza máxima; y las fuerzas que indican el desarrollo de la fuerza explosiva absoluta específica desarrollada en los niveles de tiempo de 100, 180 y 250 milisegundos.
2. **Criterio de nivel de la fuerza muscular relativa-** el criterio que define los variables según la fuerza muscular relativa realizada de tres grupos musculares (los extensores de espalda, los extensores de piernas y los extensores de tobillos) según el método alométrico. La fuerza muscular relativa está evaluada en varios niveles de su manifestación: la fuerza muscular relativa máxima; la fuerza muscular relativa realizada en nivel de 50% de la fuerza máxima; y las fuerzas que indican el desarrollo de la fuerza explosiva específica relativa desarrollada en los niveles de tiempo de 100, 180 y 250 milisegundos.
 - **Criterio del tiempo necesario para realizar la fuerza muscular-** el criterio que define los variables con relación al momento cuando la fuerza muscular se ha realizado en caso de tres grupos musculares. Las variables según ese criterio, están definidos con respecto al tiempo máximo necesario para realizar la fuerza muscular; según al criterio de 50% del tiempo necesario para realizar la fuerza máxima; igual que según los niveles a los 100, 180 y 250 milisegundos desde la activación muscular.
 - **Criterio del porcentaje del nivel de realización de fuerza desarrollada comparada con la fuerza máxima desarrollada al 100%** - el criterio que define el porcentaje de la realización de la fuerza muscular de tres grupos musculares en 100, 180 i 250

milisegundos, y la fuerza muscular al 50% de la fuerza, comparados con la fuerza máxima desarrollada al 100%.

- **Criterio del gradiente de la fuerza muscular absoluta-** el criterio que plantea los gradientes de la fuerza muscular absoluta realizada en condiciones isométricas de los tres grupos musculares, en niveles de 100, 180 y 250 milisegundos, igual a los niveles de 50% y 100% de la fuerza máxima.
- **Criterio del gradiente de la fuerza muscular relativa-** el criterio que plantea los gradientes de la fuerza muscular relativa realizada en condiciones isométricas de los tres grupos musculares según el método alométrico a los niveles de 100, 180 y 250 milisegundos, igual que a los niveles de 50% y 100% de la fuerza máxima.
- **Criterio del Índice de sinergia con relación a la fuerza muscular máxima.**
- **Criterio del Índice de sinergia con relación al gradiente de la fuerza.**

4.3.3. Parámetros para la evaluación de la fuerza isométrica

Todos los indicadores necesarios para evaluar parámetros de la relación fuerza- tiempo son definidos por las dimensiones de la capacidad contráctil muscular de la fuerza isométrica según los siguientes criterios (Zatsiorsky, 1995; Aagard y col 2002.; Rajic, 2003.; Rajic y col, 2004; Dopsaj, 2005.; Rajic y col, 2008.; Ivanovic, 2010):

- 1) el nivel de la fuerza desarrollada,
- 2) el gradiente de la fuerza muscular- la capacidad explosiva,
- 3) el tiempo necesario para realizar el nivel de la fuerza muscular,
- 4) varios índices que representan las relaciones entre el gradiente de la fuerza muscular realizada en un cierto nivel y la fuerza muscular realizada en el mismo nivel, o la fuerza máxima.

La fuerza muscular realizada en nivel de 100% representa el parámetro que define el potencial contráctil en nivel de la contracción muscular máxima. La misma fuerza muscular máxima juega un papel importante en el caso del gradiente de la fuerza muscular, representando el nivel de desarrollo de la capacidad explosiva básica de los grupos musculares evaluados. Según algunos autores (Zatsiorsky, 2006; Radovanovic y col, 2009) la diferencia expresada en porcentaje entre la fuerza muscular absoluta y la fuerza desarrollada durante la contracción muscular explosiva se define como el déficit de la fuerza explosiva.²⁴

Los parámetros de la fuerza explosiva de varios grupos de músculos pueden ser divididos en tres grupos según su tipo de manifestación y el tiempo necesario para desarrollar la fuerza muscular (Rajic y al., 2008.; Ivanovic, 2010, Dopsaj, 2010):

²⁴ ECD- Explosive Strength Deficite- Déficit de la fuerza explosiva

1. los parámetros básicos
2. los parámetros específicos
3. los parámetros especiales.

La normalización alométrica se basa en los modelos teóricos que plantean similitud geométrica y la clasificación de los tests para evaluar el rendimiento deportivo de los parámetros alométricos necesarios para su normalización (Jaric y al. 2004.; Jaric y col, 2005; Dopsaj y col, 2005; Rajic y col, 2008; Ivanovic, 2010). En ciertos casos, la influencia de la masa corporal de cada sujeto sometido a esta investigación y todos los otros parámetros pueden ser divididos en:

- parámetros absolutos
- parámetros relativos.

Según el nivel de rendimiento deportivo, el tipo de entrenamiento aplicado y la experiencia deportiva, todos los parámetros obtenidos son clasificados en tres grupos:

5. parámetros de la capacidad contráctil del grupo de las jugadoras entrenadas con el método específico.
6. parámetros de la capacidad contráctil del grupo de las jugadoras entrenadas con el método clásico de voleibol.
7. parámetros de la capacidad contráctil del grupo de personas no entrenadas, es decir, el grupo control.

Además, se analizarían los niveles en que ocurrieron ciertos cambios de los parámetros básicos, específicos y especiales, mediante la medición observada en cada incremento de 1% de las dimensiones observadas en los tres grupos musculares. Así se podría localizar el nivel de máxima fuerza desarrollada en los 100, 180 y 250 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular.

4.3.4. Parámetros absolutos básicos para la evaluación de la fuerza isométrica

Los parámetros básicos absolutos para evaluación de la fuerza muscular realizada en condiciones isométricas son (Zatsiorsky y Kraemer, 2006):

- Fuerza máxima de los músculos extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas ($F_{\max\text{PIEREXTISO}}$, en N).
- Fuerza máxima isométrica de los extensores de tobillos ($F_{\max\text{TOBEXTISO}}$, en N).
- Fuerza máxima isométrica de los extensores de espalda ($F_{\max\text{ESPEXTISO}}$, en N).

4.3.5. Parámetros relativos básicos para la evaluación de la fuerza isométrica

La fuerza máxima isométrica relativa de los extensores de piernas se ha calculado a través de la paralización alométrica ($F_{\text{MaxAllomPIEREXTISO}}$, expresada en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-0.667}$), según la fórmula (Jaric, 2001; Zatsiorky, 2006):

$$F_{\text{MaxallomPIEREXTISO}} = F_{\text{MaxPIEREXTISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Donde: $F_{\text{MaxPIEREXTISO}}$ representa la fuerza máxima isométrica de los extensores de piernas en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza máxima isométrica relativa de los extensores de tobillos se ha calculado a través de la parcialización alométrica- $F_{\text{MaxAllomTOBEXTISO}}$, expresada en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, se calculó según la fórmula (Jaric, 2001; Zatsiorky, 2006):

$$F_{\text{MaxallomTOBEXTISO}} = F_{\text{maxTOBEXTISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Donde: $F_{\text{MaxTOBEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de tobillos en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza máxima isométrica relativa de los extensores de espalda se ha calculado a través de la parcialización alométrica- $F_{\text{MaxAllomESPEXTISO}}$, expresada en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, según la fórmula (Jaric, 2001; Zatsiorky, 2006):

$$F_{\text{MaxAllomESPEXTISO}} = F_{\text{MaxESPEXTISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Donde: $F_{\text{MaxESPEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de espalda en N; BM representa la masa corporal en kg.

4.3.6. Parámetros para la evaluación de las características básicas de la curva fuerza- tiempo

4.3.6.1. Parámetros absolutos básicos explosivos

El parámetro básico, que representa la fuerza explosiva muscular hablando en general, es el gradiente de fuerza muscular (RFD), que en el caso de la fuerza explosiva de los extensores de piernas se calcula según la fórmula: (Rajic, 2003; Mirkov y col, 2004; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Rajic y col, 2008):

$$\text{RFD}_{F_{\text{maxPIEREXTISO}}} = F_{\text{maxPIEREXTISO}} / t_{F_{\text{maxPIEREXTISO}}}$$

Dónde: $F_{\text{maxPIEREXTISO}}$ representa la fuerza máxima isométrica de los extensores de piernas, y $t_{F_{\text{maxPIEREXTISO}}}$ representa el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima en condiciones isométricas, en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$.

El parámetro básico que representa la fuerza explosiva muscular hablando en general, es el gradiente de fuerza muscular (RFD), que en el caso de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos se calcula según la fórmula: (Rajic, 2003; Mirkov y col, 2004; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Rajic y col, 2008):

$$RFD_{F_{\max}TOBEXTISO} = F_{\max}TOBEXTISO / t_{F_{\max}TOBEXTISO}$$

Dónde: $F_{\max}TOBEXTISO$ representa la fuerza máxima isométrica de los extensores de tobillos, y $t_{F_{\max}TOBEXTISO}$ representa el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima de los extensores de tobillos en condiciones isométricas, en $N \cdot s^{-1}$.

El parámetro básico que representa la fuerza explosiva muscular hablando en general, es el gradiente de fuerza muscular (RFD), que en el caso de la fuerza explosiva de los extensores de espalda se calcula según la fórmula: (Rajic, 2003; Mirkov y col, 2004; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Rajic y col, 2008):

$$RFD_{F_{\max}ESPEXTISO} = F_{\max}ESPEXTISO / t_{F_{\max}ESPEXTISO}$$

Dónde: $F_{\max}ESPEXTISO$ representa la fuerza máxima isométrica de los extensores de espalda, y $t_{F_{\max}ESPEXTISO}$ representa el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima de los extensores de espalda en condiciones isométricas en segundos, en $N \cdot s^{-1}$.

El índice básico de sinergia, en cuanto a los extensores de piernas, como el criterio para la evaluación de desarrollo de nivel básico de capacidad explosiva y el nivel de la fuerza máxima realizada en condiciones isométricas se ha calculado según la fórmula (Mirkov y col, 2004; Zatsiorsky y Kreamer, 2006):

$$\text{IndexSNGBÁSIC}_{F_{\max}PIEREXTISO} = RFD_{F_{\max}PIEREXTISO} / F_{\max}PIEREXTISO$$

Dónde: $RFD_{F_{\max}PIEREXTISO}$ representa el nivel de desarrollo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas, y $F_{\max}PIEREXTISO$ representa la fuerza máxima isométrica desarrollada de los extensores de piernas.

El tiempo necesario para realizar la fuerza máxima isométrica de los extensores de piernas, tobillos y espalda, se ha grabado directamente del sistema de medición, y se ha presentado en segundos.

El índice básico de sinergia, en cuanto a los extensores de tobillos, como el criterio para la evaluación de desarrollo de nivel básico de capacidad explosiva y el nivel de la fuerza máxima realizada en condiciones isométricas se ha calculado según la fórmula (Mirkov y col, 2004; Zatsiorsky y Kreamer, 2006):

$$\text{IndexSNGBÁSIC}_{F_{\max}TOBEXTISO} = RFD_{F_{\max}TOBEXTISO} / F_{\max}TOBEXTISO$$

Dónde: $RFD_{F_{\max}TOBEXTISO}$ representa el nivel de desarrollo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos, y $F_{\max}TOBEXTISO$ representa la fuerza máxima isométrica desarrollada de los extensores de tobillos.

El índice básico de sinergia, en cuanto a los extensores de espalda, como el criterio para la evaluación de desarrollo de nivel básico de capacidad explosiva y el nivel de la fuerza máxima realizada en condiciones isométricas se ha calculado según la fórmula (Mirkov y col, 2004; Zatsiorsky y Kreamer, 2006):

$$\text{IndexSNGBÁSIC}_{F_{\max}ESPEXTISO} = RFD_{F_{\max}ESPEXTISO} / F_{\max}ESPEXTISO$$

Dónde: $RFD_{F_{max}ESPEXTISO}$ representa el nivel de desarrollo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda, y $F_{max}ESPEXTISO$ representa la fuerza máxima isométrica desarrollada de los extensores de espalda.

4.3.6.2. Parámetros relativos básicos explosivos

Los parámetros relativos básicos son representados por:

- El nivel de la capacidad explosiva básica de los extensores de piernas medida según el método alométrico - $RFD_{F_{max}allomPIEREXTISO}$, en $N \cdot s^{-1} / kg^{-0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006):

$$RFD_{F_{max}allomPIEREXTISO} = RFD_{F_{max}PIEREXTISO} / BM^{0.667}$$

Donde: $RFD_{F_{max}PIEREXTISO}$ representa la capacidad explosiva de los extensores de piernas en $N \cdot s^{-1}$; BM representa la masa corporal, en kg.

- El nivel de la capacidad explosiva básica de los extensores de tobillos, medida según el método alométrico - $RFD_{F_{max}allomTOBEXTISO}$, en $N \cdot s^{-1} / kg^{0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006):

$$RFD_{F_{max}allomTOBEXTISO} = RFD_{F_{max}TOBEXTISO} / BM^{0.667}$$

Donde: $RFD_{F_{max}TOBEXTISO}$ representa la capacidad explosiva de los extensores de tobillos en $N \cdot s^{-1}$; BM representa la masa corporal, en kg.

- El nivel de la capacidad explosiva básica de los extensores de espalda, medida según el método alométrico - $RFD_{F_{max}allomEspEXTISO}$, en $N \cdot s^{-1} / kg^{0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006):

$$RFD_{F_{max}allomESPEXTISO} = RFD_{BASICESPEXTISO} / BM^{0.667}$$

Donde: $RFD_{F_{max}ESPEXTISO}$ representa el valor relativo de la capacidad explosiva de los extensores de espalda en $N \cdot s^{-1}$; BM representa la masa corporal, en kg.

4.3.7. Parámetros específicos para la evaluación de la fuerza

4.3.7.1. Parámetros específicos absolutos de la fuerza muscular

Los parámetros específicos absolutos para evaluación de la fuerza muscular realizada en condiciones isométricas son (Bompa, 2000; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

- ✓ Fuerza muscular de los músculos extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas al 50% de la fuerza máxima – $F_{50\%PIEREXTISO}$, en N
- ✓ Fuerza muscular isométrica de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima – $F_{50\%TOBEXTISO}$, en N
- ✓ Fuerza muscular isométrica de los extensores de espalda realizada al 50% de la fuerza máxima – $F_{50\%ESPEXTISO}$, en N
- ✓ Fuerza muscular de los músculos extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas al 250 milisegundos desde la activación muscular – $F_{250PIEREXTISO}$, en N
- ✓ Fuerza muscular isométrica de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas al 250 milisegundos desde la activación muscular – $F_{250TOBEXTISO}$, en N
- ✓ Fuerza muscular isométrica de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas al 250 milisegundos desde la activación muscular – $F_{250ESPEXTISO}$, en N

4.3.7.2. Parámetros específicos relativos de la fuerza muscular

La fuerza isométrica relativa realizada al 50% de la fuerza relativa máxima de los extensores de piernas se ha calculado según la parcialización alométrica – $F_{50\%allomPIEREXTISO}$, en $N \cdot kg^{-0.667}$, utilizando la fórmula (Jaric, 2001; Zatsiorsky, 2006):

$$F_{50\%allomPIEREXTISO} = F_{50\%PIEREXTISO} / kgBM^{0.667}$$

Donde: $F_{50\%PierEXTISO}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de piernas desarrollada al 50% de la fuerza máxima relativa isométrica $F_{maxPIEREXTISO}$ en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica relativa realizada al 50% de la fuerza relativa máxima de los extensores de tobillos se ha calculado según la parcialización alométrica – $F_{50\%allomTobEXTISO}$, en $N \cdot kg^{-0.667}$ utilizando la fórmula (Jaric, 2001; Zatsiorsky, 2006):

$$F_{50\%allomTOBEXTISO} = F_{50\%TOBEXTISO} / kgBM^{0.667}$$

Donde: $F_{50\%TOBEXTISO}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de tobillos desarrollada al 50% de la fuerza máxima relativa isométrica $F_{maxTOBEXTISO}$, en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica realizada al 50% de la fuerza relativa máxima de los extensores de espalda se ha calculado según la parcialización alométrica– $F_{50\%allomEspEXTISO}$, en $N \cdot kg^{-0.667}$ utilizando la fórmula (Jaric, 2001; Zatsiorky, 2006):

$$F_{50\%allomESPEXTISO} = F_{50\%ESPEXTISO} / kgBM^{0.667}$$

Donde: $F_{50\%EspEXTISO}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de espalda desarrollada al 50% de la fuerza máxima relativa isométrica $F_{maxESPEXTISO}$, en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica relativa realizada al 50 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de piernas se ha calculado según la parcialización alométrica– $F_{250allomPIEREXTISO}$, en $N \cdot kg^{-0.667}$, utilizando la fórmula (Jaric, 2001; Zatsiorky, 2006):

$$F_{250allomPIEREXTISO} = F_{250PIEREXTISO} / kgBM^{0.667}$$

Donde: $F_{250PierEXTISO}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de piernas, desarrollada al 250 milisegundos desde la activación muscular en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica relativa realizada al 250 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de tobillos se ha calculado según la parcialización alométrica– $F_{250allomTOBEXTISO}$, en $N \cdot kg^{-0.667}$ utilizando la fórmula (Jaric, 2001; Zatsiorky, 2006):

$$F_{250allomTOBEXTISO} = F_{250TOBEXTISO} / kgBM^{0.667}$$

Donde: $F_{250TOBEXTISO}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de tobillos, desarrollada al 250 milisegundos desde la activación muscular en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica realizada al 250 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de espalda se ha calculado según la parcialización alométrica– $F_{250allomESPEXTISO}$, en $N \cdot kg^{-0.667}$ utilizando la fórmula (Jaric, 2001; Zatsiorky, 2006):

$$F_{250allomESPEXTISO} = F_{250ESPEXTISO} / kgBM^{0.667}$$

Donde: $F_{250ESPEXTISO}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de espalda desarrollada al 250 milisegundos desde la activación muscular en N; BM representa la masa corporal en kg.

4.3.7.3. Parámetros específicos absolutos de la fuerza explosiva isométrica

Indica el desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de piernas, es decir, el S gradiente, se ha evaluado al 50% de la fuerza máxima realizada de extensores de piernas ($F_{\max\text{PIEREXTISO}}$), se ha calculado según la fórmula en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$ (Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Rajic y col, 2008; Dopsaj, 2010; Ivanovic, 2010):

$$\text{RFD}_{50\%\text{PIEREXTISO}} = F_{50\%\text{PIEREXTISO}} / t_{F50\%\text{PIEREXTISO}}$$

Donde: $F_{50\%\text{PIEREXTISO}}$ representa la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollada al 50% de la fuerza máxima, en N; $t_{F50\%\text{PIEREXTISO}}$ representa el tiempo en segundos para realizar al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas.

Indica el desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de tobillos, es decir, el S gradiente, se ha evaluado al 50% de la fuerza máxima realizada de extensores de tobillos ($F_{\max\text{TOBEXTISO}}$), se ha calculado según la fórmula, en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$ (Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Rajic y col, 2008; Dopsaj, 2010; Ivanovic, 2010):

$$\text{RFD}_{50\%\text{TOBEXTISO}} = F_{50\%\text{TOBEXTISO}} / t_{F50\%\text{TOBEXTISO}}$$

Donde: $F_{50\%\text{TOBEXTISO}}$ representa la fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollada al 50% de la fuerza máxima, en N; $t_{F50\%\text{TOBEXTISO}}$ representa el tiempo en segundos para realizar al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos.

Indica el desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de espalda, es decir, el S gradiente, se ha evaluado al 50% de la fuerza máxima realizada de extensores de espalda ($F_{\max\text{ESPEXTISO}}$) en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$, se ha calculado según la fórmula (Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Rajic y col, 2008; Dopsaj, 2010; Ivanovic, 2010):

$$\text{RFD}_{50\%\text{ESPEXTISO}} = F_{50\%\text{ESPEXTISO}} / t_{F50\%\text{ESPEXTISO}}$$

Donde: $F_{50\%\text{ESPEXTISO}}$ representa la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollada al 50% de la fuerza máxima, en N; $t_{F50\%\text{ESPEXTISO}}$ representa el tiempo en segundos para realizar al 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda.

El Índice de sinergia, como el criterio par la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima realizada $F_{\max\text{PIEREXTISO}}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010), expresada en unidades índices:

$$\text{IndexSNGESPEC}_{50\%\text{PIEREXTISO}} = \text{RFD}_{50\% \text{PIEREXTISO}} / F_{50\%\text{PIEREXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{50\%\text{PIEREXTISO}}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas $F_{\max\text{PIEREXTISO}}$, y $F_{50\%\text{PIEREXTISO}}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima.

El Índice de sinergia, como el criterio par la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima realizada $F_{\max\text{TOBEXTISO}}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010) expresada en unidades índices:

$$\text{IndexSNGESPEC}_{50\% \text{TOBEXTISO}} = \text{RFD}_{50\% \text{TOBEXTISO}} / F_{50\% \text{TOBEXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{50\% \text{TOBEXTISO}}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos $F_{\text{maxTOBEXTISO}}$, y $F_{50\% \text{TOBEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima.

El Índice de sinergia, como el criterio par la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima realizada $F_{\text{maxESPEXTISO}}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010) expresada en unidades índices:

$$\text{IndexSNGESPEC}_{50\% \text{ESPEXTISO}} = \text{RFD}_{50\% \text{ESPEXTISO}} / F_{50\% \text{EspSPTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{50\% \text{ESPEXTISO}}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida al 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda $F_{\text{maxESPEXTISO}}$, y $F_{50\% \text{ESPEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima.

El Índice S, como el criterio para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollado al 50% de la fuerza máxima ($\text{RFD}_{50\% \text{PIEREXTISO}}$), y la fuerza máxima de los extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas ($F_{\text{MaxPIEREXTISO}}$), y expresado en unidades índices:

$$\text{INDEXS}_{50\% \text{PIEREXTISO}} = \text{RFD}_{50\% \text{PIEREXTISO}} / F_{\text{MaxPIEREXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{50\% \text{PIEREXTISO}}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de piernas de la fuerza desarrollada al 50% de la fuerza máxima en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$; $F_{\text{maxPIEREXTISO}}$ representa la fuerza máxima de los extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas, en N.

El Índice S, como el criterio para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollado al 50% de la fuerza máxima ($\text{RFD}_{50\% \text{TOBEXTISO}}$), y la fuerza máxima de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas ($F_{\text{MaxTOBEXTISO}}$), y expresado en unidades índices:

$$\text{INDEXS}_{50\% \text{TOBEXTISO}} = \text{RFD}_{50\% \text{TOBEXTISO}} / F_{\text{MaxTOBEXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{50\% \text{TOBEXTISO}}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de tobillos de la fuerza desarrollada al 50% de la fuerza máxima en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$; $F_{\text{maxTOBEXTISO}}$ representa la fuerza máxima de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas, en N.

El Índice S, como el criterio para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollado al 50% de la fuerza máxima ($\text{RFD}_{50\% \text{ESPEXTISO}}$), y la fuerza máxima de los extensores de espalda desarrollada en condición isométrica ($F_{\text{MaxESPEXTISO}}$), expresado en unidades índices:

$$\text{INDEXS}_{50\% \text{ESPEXTISO}} = \text{RFD}_{50\% \text{ESPEXTISO}} / F_{\text{MaxESPEXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{50\% \text{EspEXTISO}}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de espalda de la fuerza desarrollada al 50% de la fuerza máxima en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$; $F_{\text{maxspEXTISO}}$ representa la fuerza máxima de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas, en N.

El índice del desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de piernas, realizado con la fuerza muscular desarrollada al 250 milisegundos ($F_{250\text{PierEXTISO}}$), se ha calculado según la fórmula (Zatsiorsky y Kreamer, 2006) en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$:

$$\text{RFD}_{250\text{msPIEREXTISO}} = F_{250\text{msPIEREXTISO}} / t_{F250\text{msPIEREXTISO}}$$

Donde: $F_{250\text{msPIEREXTISO}}$ representa la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollada a los 250 milisegundos, en N; $t_{F250\text{msPIEREXTISO}}$ representa el tiempo de 250 milisegundos.

El índice del desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de tobillos, realizado con la fuerza muscular desarrollada a los 250 milisegundos ($F_{250\text{TobEXTISO}}$), se ha calculado según la fórmula (Zatsiorsky y Kreamer, 2006), en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$:

$$\text{RFD}_{250\text{msTOBEXTISO}} = F_{250\text{msTOBEXTISO}} / t_{F250\text{msTOBEXTISO}}$$

Donde: $F_{250\text{msTOBEXTISO}}$ representa la fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollada a los 250 milisegundos; $t_{F250\text{msTOBEXTISO}}$ representa el tiempo de 250 milisegundos.

El índice del desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de espalda, realizado con la fuerza muscular desarrollada a los 250 milisegundos ($F_{250\text{EspEXTISO}}$), se ha calculado según la fórmula (Zatsiorsky y Kreamer, 2006), en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$:

$$\text{RFD}_{250\text{msESPEXTISO}} = F_{250\text{msEspEXTISO}} / t_{F250\text{msESPEXTISO}}$$

Donde: $F_{250\text{msESPEXTISO}}$ representa la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollada a los 250 milisegundos; $t_{F250\text{msESPEXTISO}}$ representa el tiempo de 250 milisegundos.

El Índice de sinergia, como el criterio par la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de piernas a los 250 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular $F_{250\text{msPIEREXTISO}}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010) expresada en unidades índices:

$$\text{IndexSNGESPEC}_{250\text{msPIEREXTISO}} = \text{RFD}_{250\text{msPIEREXTISO}} / F_{250\text{msPIEREXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{250\text{msPIEREXTISO}}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida a los 250 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza de los extensores de piernas, y $F_{250\text{msPIEREXTISO}}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de piernas en nivel realizado en tiempo de 250 milisegundos.

El Índice de sinergia, como el criterio par la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de tobillos a los 250 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular $F_{250\text{msTOBEXTISO}}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010) expresada en unidades índices:

$$\text{IndexSNGESPEC}_{250\text{msTOBEXTISO}} = \text{RFD}_{250\text{msTOBEXTISO}} / F_{250\text{msTOBEXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{250\text{msTOBEXTISO}}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida a los 250 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza de los extensores de tobillos y $F_{250\text{msTOBEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de tobillos en nivel realizado en tiempo de 250 milisegundos.

El Índice de sinergia, como el criterio par la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de espalda a los 250 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza muscular $F_{250\text{EspEXTISO}}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S en unidades índices (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010):

$$\text{IndexSNGESPEC}_{250\text{ESPEXTISO}} = \text{RFD}_{250\text{ESPEXTISO}} / F_{250\text{ESPEXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{250\text{ESPEXTISO}}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida en 250 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza muscular de los extensores de espalda.

El Índice S, como el criterio especial para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollado en 250 milisegundos de la realización de fuerza máxima ($\text{RFD}_{250\text{msPIEREXTISO}}$), y la fuerza máxima de los extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas ($F_{\text{MaxPIEREXTISO}}$), expresado en unidades índices:

$$\text{INDEXS}_{250\text{msPierEXTISO}} = \text{RFD}_{250\text{msPIEREXTISO}} / F_{\text{MaxPIEREXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{250\text{msPIEREXTISO}}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de piernas de la fuerza desarrollada a los 250 milisegundos del inicio de la contracción muscular, en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$; $F_{\text{máxPIEREXTISO}}$ representa la fuerza máxima de los extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas, en N.

El Índice S, como el criterio especial para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollado en 250 milisegundos de la realización de fuerza máxima ($\text{RFD}_{250\text{msTOBEXTISO}}$), y la fuerza máxima de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas ($F_{\text{MaxTOBEXTISO}}$), expresado en unidades índices:

$$\text{INDEXS}_{250\text{msTOBEXTISO}} = \text{RFD}_{250\text{msTOBEXTISO}} / F_{\text{MaxTOBEXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{250\text{msTOBEXTISO}}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de tobillos de la fuerza desarrollada a los 250 milisegundos del inicio de la contracción muscular, en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$; $F_{\text{maxTOBEXTISO}}$ representa la fuerza máxima de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas, en N.

El Índice S, como el criterio especial para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollado en 250 milisegundos de la realización de fuerza máxima ($\text{RFD}_{250\text{msESPEXTISO}}$), y la fuerza máxima de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas ($F_{\text{MaxESPEXTISO}}$), expresado en unidades índices:

$$\text{INDEXS}_{250\text{msESPEXTISO}} = \text{RFD}_{250\text{msESPEXTISO}} / F_{\text{MaxESPEXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{250\text{msESPEXTISO}}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de espalda de la fuerza desarrollada a los 250 milisegundos del inicio de la contracción muscular, en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$; $F_{\text{maxESPEXTISO}}$ representa la fuerza máxima de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas, en N.

4.3.7.4. Parámetros específicos relativos de la fuerza explosiva isométrica

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de piernas, medida según el método alométrico – $\text{RFD}_{50\%allomPIEREXTISO}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010) en $\text{Ns}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$:

$$\text{RFD}_{50\%allomPIEREXTISO} = \text{RFD}_{50\%PIEREXTISO} / \text{BM}^{0.667}$$

Donde: $\text{RFD}_{50\%PIEREXTISO}$ representa el valor específico de la capacidad explosiva de los extensores de piernas; BM representa la masa corporal, en kg.

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de tobillos, medida según el método alométrico – $\text{RFD}_{50\%allomTOBEXTISO}$ en $\text{Ns}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$\text{RFD}_{50\%allomTOBEXTISO} = \text{RFD}_{50\%TOBEXTISO} / \text{BM}^{0.667}$$

Donde: $\text{RFD}_{50\%TOBEXTISO}$ representa el parámetro básico de la capacidad explosiva de los extensores de tobillos en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$; BM representa la masa corporal, en kg.

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de espalda medida según el método alométrico – $\text{RFD}_{50\%allomESPEXTISO}$ en $\text{Ns}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$\text{RFD}_{50\%allomESPEXTISO} = \text{RFD}_{50\%ESPEXTISO} / \text{BM}^{0.667}$$

Donde: $\text{RFD}_{50\%ESPEXTISO}$ representa parámetro básico la capacidad explosiva de los extensores de tobillos en $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$; BM representa la masa corporal, en kg.

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de piernas desarrollado a los 250 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular, medida según el método alométrico – $\text{RFD}_{250\text{msallomPIEREXTISO}}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010) en $\text{Ns}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$:

$$\text{RFD}_{250\text{msallomPIEREXTISO}} = \text{RFD}_{250\text{msPIEREXTISO}} / \text{BM}^{0.667}$$

Donde: $RFD_{250msPIEREXTISO}$ representa el valor específico de la capacidad explosiva de los extensores de piernas con la fuerza muscular desarrollada en 250 milisegundos en N; BM representa la masa corporal, en kg.

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de tobillos, desarrollado a los 250 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular, medida según el método alométrico – $RFD_{250msallomTOBEXTISO}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006) en $N \cdot s^{-1}/kg^{-0.667}$:

$$RFD_{250msallomTOBEXTISO} = RFD_{250msTOBEXTISO} / BM^{0.667}$$

Donde: $RFD_{250msTOBEXTISO}$ representa el valor específico de la capacidad explosiva de los extensores de tobillos con la fuerza muscular desarrollada en 250 milisegundos en Ns^{-1} ; BM representa la masa corporal, en kg

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de espalda desarrollado a los 250 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular, medida según el método alométrico – $RFD_{250msallomESPEXTISO}$ en $Ns^{-1}/kg^{-0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$RFD_{250msallomESPEXTISO} = RFD_{250msESPEXTISO} / BM^{0.667}$$

Dónde: $RFD_{250msESPEXTISO}$ representa el valor de la capacidad explosiva de los extensores de espalda con la fuerza muscular desarrollada en 250 milisegundos; BM representa la masa corporal, en kg

4.3.7.5. Parámetros especiales para la evaluación de fuerza muscular isométrica

Entre este tipo de parámetros, tenemos:

4.3.7.5.1. Parámetros especiales absolutos de la fuerza explosiva muscular

Los parámetros especiales de la fuerza muscular son (Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Andersen y Aagaard, 2006; Andersen y col, 2007; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

- ❖ Fuerza muscular de los músculos extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas en 100 milisegundos desde la activación muscular– $F_{100PIEREXTISO}$, en N
- ❖ Fuerza máxima isométrica de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas en 100 milisegundos desde la activación muscular – $F_{100TOBEXTISO}$, en N
- ❖ Fuerza máxima isométrica de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas en 100 milisegundos desde la activación muscular– $F_{100ESPEXTISO}$, en N
- ❖ Fuerza muscular de los músculos extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas en 180 milisegundos desde la activación muscular– $F_{180PIEREXTISO}$, en N
- ❖ Fuerza máxima isométrica de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas en 180 milisegundos desde la activación muscular – $F_{180TOBEXTISO}$, en N
- ❖ Fuerza máxima isométrica de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas en 180 milisegundos desde la activación muscular– $F_{180ESPEXTISO}$, en N

4.3.7.5.2. Parámetros especiales relativos de la fuerza muscular

La fuerza isométrica relativa realizada en 100 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de piernas se ha calculado según la parcialización alométrica— $F_{100\text{allomPIEREXTISO}}$, en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, utilizando la fórmula (Zatsiorky y Kraemer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$F_{100\text{allomPIEREXTISO}} = F_{100\text{PIEREXTISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Donde: $F_{100\text{PIEREXTISO}}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de piernas, desarrollada en 100 milisegundos desde la activación muscular en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica relativa realizada en 100 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de tobillos se ha calculado según la parcialización alométrica— $F_{100\text{allomTOBEXTISO}}$, en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-0.667}$ utilizando la fórmula (Zatsiorky y Kraemer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$F_{100\text{allomTOBEXTISO}} = F_{100\text{TOBEXTISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Donde: $F_{100\text{TOBEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de tobillos, desarrollada en 100 milisegundos desde la activación muscular en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica realizada en 100 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de espalda se ha calculado según la parcialización alométrica— $F_{100\text{allomESPEXTISO}}$, en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-0.667}$ utilizando la fórmula (Zatsiorky y Kraemer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$F_{100\text{allomESPEXTISO}} = F_{100\text{ESPEXTISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Donde: $F_{100\text{ESPEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de espalda desarrollada en 100 milisegundos desde la activación muscular en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica relativa realizada en 180 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de piernas se ha calculado según la parcialización alométrica— $F_{180\text{allomPIEREXTISO}}$, en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, utilizando la fórmula (Zatsiorky y Kraemer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$F_{180\text{allomPIEREXTISO}} = F_{180\text{PIEREXTISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Donde: $F_{180\text{PIEREXTISO}}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de piernas, desarrollada en 180 milisegundos desde la activación muscular en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica relativa realizada en 180 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de tobillos se ha calculado según la parcialización alométrica— $F_{180\text{allomTOBEXTISO}}$, en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-0.667}$ utilizando la fórmula (Zatsiorky y Kraemer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$F_{180\text{allomTOBEXTISO}} = F_{180\text{TOBEXTISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Donde: $F_{180\text{TOBEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de tobillos, desarrollada en 180 milisegundos desde la activación muscular en N; BM representa la masa corporal en kg.

La fuerza isométrica realizada en 180 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de espalda se ha calculado según la parcialización alométrica- $F_{180\text{allomESPEXTISO}}$, en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-0.667}$ utilizando la fórmula (Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$F_{180\text{allomESPEXTISO}} = F_{180\text{ESPEXTISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Donde: $F_{180\text{ESPEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica relativa de los extensores de espalda, desarrollada en 180 milisegundos desde la activación muscular en N; BM representa la masa corporal en kg.

4.3.7.6. Parámetros especiales absolutos de la fuerza explosiva isométrica

Indica el desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de piernas, realizado con la fuerza muscular desarrollada a los 100 milisegundos ($F_{100\text{msPIEREXTISO}}$), se ha calculado según la fórmula siguiente, y se presentó en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$ (Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Andersen y Aagaard, 2006; Andersen y col, 2007; Rajic y col, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$\text{RFD}_{100\text{PEIREXTISO}} = F_{100\text{PIEREXTISO}} / t_{F100\text{msPIEREXTISO}}$$

Donde: $F_{100\text{msPIEREXTISO}}$ representa la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollada a los 100 milisegundos, en N; $t_{F100\text{msPIEREXTISO}}$ representa el tiempo de 100 milisegundos, en segundos.

Indica el desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de tobillos, realizado con la fuerza muscular desarrollada a los 100 milisegundos ($F_{100\text{msTOBEXTISO}}$), se ha calculado según la fórmula siguiente, y se presentó en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$ (Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Andersen y Aagaard, 2006; Andersen y col, 2007; Rajic y col, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$\text{RFD}_{100\text{msTOBEXTISO}} = F_{100\text{msTOBEXTISO}} / t_{F100\text{msTOBEXTISO}}$$

Donde: $F_{100\text{msTOBEXTISO}}$ representa la fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollada a los 100 milisegundos en N; $t_{F100\text{msPIEREXTISO}}$ representa el tiempo de 100 milisegundos.

Indica el desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de espalda, realizado con la fuerza muscular desarrollada a los 100 milisegundos ($F_{100\text{ESPEXTISO}}$), se ha calculado según la fórmula siguiente, y se presentó en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$ (Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Andersen y Aagaard, 2006; Andersen y col, 2007; Rajic y col, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$RFD_{100ESPEXTISO} = F_{100ESPEXTISO} / t_{F100ESPEXTISO}$$

Donde: $F_{100ESPEXTISO}$ representa la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollada a los 100 milisegundos, en N; $t_{F100ESPEXTISO}$ representa el tiempo de 100 milisegundos.

El Índice especial de sinergia, como el criterio par la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de piernas a los 100 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular $F_{100msPierEXTISO}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010), expresada en unidades índices:

$$IndexSNGESPEC_{100PIEREXTISO} = RFD_{100msPIEREXTISO} / F_{100msPIEREXTISO}$$

Donde: $RFD_{100msPIEREXTISO}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva medida a los 100 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza de los extensores de piernas y $F_{100msPIEREXTISO}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de piernas en nivel realizado a los 100 milisegundos.

El Índice especial de sinergia, como el criterio par la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de tobillos a los 100 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular $F_{100msTOBEXTISO}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010), expresado en unidades índices:

$$IndexSNGESPEC_{100msTOBEXTISO} = RFD_{100msTOBEXTISO} / F_{100msTOBEXTISO}$$

Donde: $RFD_{100msTOBEXTISO}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida a los 100 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza de los extensores de tobillos y $F_{100msTOBEXTISO}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de tobillos a los 100 milisegundos.

El Índice especial de sinergia, como el criterio par la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de espalda a los 100 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza muscular $F_{100msESPEXTISO}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010) expresado en unidades índices:

$$IndexSNGESPEC_{100msESPEXTISO} = RFD_{100msESPEXTISO} / F_{100msESPEXTISO}$$

Donde: $RFD_{100msESPEXTISO}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida en 100 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza muscular de los extensores de espalda y $F_{100msESPEXTISO}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de espalda en nivel realizado a los 100 milisegundos.

El índice S, como el criterio especial para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollado en 100 milisegundos de la realización de fuerza máxima ($RFD_{100msPIEREXTISO}$), y la fuerza máxima de los extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas ($F_{MaxPIEREXTISO}$), expresado en unidades índices:

$$INDEXS_{100msPIEREXTISO} = RFD_{100msPIEREXTISO} / F_{MaxPIEREXTISO}$$

Donde: $RFD_{100msPIEREXTISO}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de piernas de la fuerza desarrollada a los 100 milisegundos del inicio de la contracción muscular en $N \cdot s^{-1}$; $F_{m\acute{a}xPIEREXTISO}$ representa la fuerza máxima de los extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas, en N.

El ndice S, como el criterio especial para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollado en 100 milisegundos de la realización de fuerza máxima ($RFD_{100msTOBEXTISO}$), y la fuerza máxima de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas ($F_{MaxTOBEXTISO}$), expresado en unidades índices:

$$INDEXS_{100msTOBEXTISO} = RFD_{100msTOBEXTISO} / F_{MaxTOBEXTISO}$$

Dónde: $RFD_{100msTOBEXTISO}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de tobillos de la fuerza desarrollada a los 100 milisegundos del inicio de la contracción muscular en $N \cdot s^{-1}$; $F_{m\acute{a}xTOBEXTISO}$ representa la fuerza máxima de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas, en N.

El ndice S, como el criterio especial para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollado en 100 milisegundos de la realización de fuerza máxima ($RFD_{100msESPEXTISO}$), y la fuerza máxima de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas ($F_{MaxESPEXTISO}$), expresado en unidades índices:

$$INDEXS_{100msESPEXTISO} = RFD_{100msESPEXTISO} / F_{MaxESPEXTISO}$$

Dónde: $RFD_{100msESPEXTISO}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de espalda de la fuerza desarrollada a los 100 milisegundos del inicio de la contracción muscular en $N \cdot s^{-1}$; $F_{m\acute{a}xESPEXTISO}$ representa la fuerza máxima de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas, en N.

Indica el desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de piernas, realizado con la fuerza muscular desarrollada en el nivel de tiempo de 180 milisegundos ($F_{180msPIEREXTISO}$), se ha calculado según la fórmula, y se ha presentado en $N \cdot s^{-1}$ (Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Andersen y Aagaard, 2006; Andersen y col, 2007; Rajic y col, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$RFD_{180msPIEREXTISO} = F_{180msPIEREXTISO} / t_{F180msPIEREXTISO}$$

Donde: $F_{180msPierEXTISO}$ representa la fuerza muscular isométrica de los extensores de piernas, desarrollada a los 180 milisegundos; $t_{F180msPierEXTISO}$ representa el tiempo de 180 milisegundos.

Indica el desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de tobillos, realizado con la fuerza muscular isométrica desarrollada en el nivel de tiempo de 180 milisegundos ($F_{180msTOBEXTISO}$), se ha calculado según la fórmula siguiente, y se presentó en $N \cdot s^{-1}$ (Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Andersen y Aagaard, 2006; Andersen y col, 2007; Rajic y ool, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$RFD_{180msTOBEXTISO} = F_{180msTOBEXTISO} / t_{F180msTOBEXTISO}$$

Dónde: $F_{180\text{msTOBEXTISO}}$ representa la fuerza muscular isométrica de los extensores de tobillos, desarrollada a los 180 milisegundos, en N; $t_{F_{180\text{msTOBEXTISO}}}$ representa el tiempo de 180 milisegundos.

Indica el desarrollo de la fuerza explosiva específica de los extensores de espalda, realizado con la fuerza muscular desarrollada en condiciones isométricas en el nivel de tiempo de 180 milisegundos ($F_{180\text{msESPEXTISO}}$), se ha calculado según la fórmula siguiente, y se presentó en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$ (Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Andersen y Aagaard, 2006; Andersen y col, 2007; Rajic y col, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$\text{RFD}_{180\text{msESPEXTISO}} = F_{180\text{msESPEXTISO}} / t_{F_{180\text{msESPEXTISO}}}$$

Dónde: $F_{180\text{msESPEXTISO}}$ representa la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollada a los 180 milisegundos, en N; $t_{F_{180\text{msESPEXTISO}}}$ representa el tiempo de 180 milisegundos.

El Índice especial de sinergia, como el criterio para la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de piernas en nivel de 180 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular $F_{180\text{msPIEREXTISO}}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010) expresado en unidades índices:

$$\text{IndexSNGESPEC}_{180\text{msPIEREXTISO}} = \text{RFD}_{180\text{msPIEREXTISO}} / F_{180\text{msPIEREXTISO}}$$

Dónde: $\text{RFD}_{180\text{msPIEREXTISO}}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida en nivel de 180 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza de los extensores de piernas $F_{180\text{msPIEREXTISO}}$; $F_{180\text{msPIEREXTISO}}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de piernas a los 180 milisegundos, en N.

El Índice especial de sinergia, como el criterio para la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de tobillos a los 180 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular $F_{180\text{msTOBEXTISO}}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010) expresada en unidades índices:

$$\text{IndexSNGESPEC}_{180\text{msTOBEXTISO}} = \text{RFD}_{180\text{msTOBEXTISO}} / F_{180\text{msTOBEXTISO}}$$

Donde: $\text{RFD}_{180\text{msTOBEXTISO}}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida en nivel de 180 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza de los extensores de tobillos, en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$; $F_{180\text{msTOBEXTISO}}$ representa la fuerza isométrica de los extensores de tobillos a los 180 milisegundos, en N.

El Índice especial de sinergia, como el criterio para la evaluación del desarrollo del nivel específico de la capacidad explosiva de los extensores de espalda a los 180 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza muscular $F_{180\text{msESPEXTISO}}$, que está en la zona de manifestación del gradiente S (Ivanović y col, 2010; Dopsaj, 2010) expresado en unidades índices:

$$\text{IndexSNGESPEC}_{180\text{msESPEXTISO}} = \text{RFD}_{180\text{msESPEXTISO}} / F_{180\text{msESPEXTISO}}$$

Dónde: $\text{RFD}_{180\text{msESPEXTISO}}$ representa el indicador específico del nivel desarrollado de la fuerza explosiva, es decir, de su capacidad explosiva, medida a los 180 milisegundos de tiempo necesario para realizar la fuerza muscular de los extensores de espalda en $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$; $F_{180\text{msESPEXTISO}}$

representa la fuerza de los extensores de espalda realizada en 180 milisegundos desde el inicio de la contracción.

El índice S, como el criterio especial para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de piernas desarrollado en 180 milisegundos de la realización de fuerza máxima ($RFD_{180msPIEREXTISO}$), y la fuerza máxima de los extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas ($F_{MaxPIEREXTISO}$), expresado en unidades índices:

$$INDEXS_{180msPIEREXTISO} = RFD_{180msPIEREXTISO} / F_{MaxPIEREXTISO}$$

Dónde: $RFD_{180msPIEREXTISO}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de piernas de la fuerza desarrollada a los 180 milisegundos del inicio de la contracción muscular en $N \cdot s^{-1}$; $F_{máxPIEREXTISO}$ representa la fuerza máxima de los extensores de piernas desarrollada en condiciones isométricas, en N.

El índice S, como el criterio especial para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de tobillos desarrollado en 180 milisegundos de la realización de fuerza máxima ($RFD_{180msTOBEXTISO}$), y la fuerza máxima de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas ($F_{MaxTOBEXTISO}$), expresado en unidades índices:

$$INDEXS_{180msTOBEXTISO} = RFD_{180msTOBEXTISO} / F_{MaxTOBEXTISO}$$

Dónde: $RFD_{180msTOBEXTISO}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de tobillos de la fuerza desarrollada a los 180 milisegundos del inicio de la contracción muscular en $N \cdot s^{-1}$; $F_{máxTOBEXTISO}$ representa la fuerza máxima de los extensores de tobillos desarrollada en condiciones isométricas, en N.

El índice S, como el criterio especial para evaluar la fuerza explosiva, representado con la relación del gradiente de la fuerza muscular de los extensores de espalda desarrollado en 180 milisegundos de la realización de fuerza máxima ($RFD_{180msESPEXTISO}$), y la fuerza máxima de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas ($F_{MaxESPEXTISO}$), expresado en unidades índices:

$$INDEXS_{180msESPEXTISO} = RFD_{180msESPEXTISO} / F_{MaxESPEXTISO}$$

Dónde: $RFD_{180msESPEXTISO}$ representa el gradiente de la fuerza de los extensores de espalda de la fuerza desarrollada a los 180 milisegundos del inicio de la contracción muscular en $N \cdot s^{-1}$; $F_{máxESPEXTISO}$ representa la fuerza máxima de los extensores de espalda desarrollada en condiciones isométricas, en N.

4.3.7.7. Parámetros especiales relativos de fuerza explosiva isométrica

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de piernas desarrollado en nivel de tiempo de 100 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular, medido según el método alométrico – $RFD_{100msAllomPIEREXTISO}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010), en $Ns^{-1}/kg^{-0.667}$:

$$RFD_{100msAllomPIEREXTISO} = RFD_{100msPIEREXTISO} / BM^{0.667}$$

Dónde: $RFD_{100msPIEREXTISO}$ representa el valor específico de la capacidad explosiva de los extensores de piernas con la fuerza muscular desarrollada en 100 milisegundos; BM representa la masa corporal, en kg.

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de tobillos desarrollado a los 100 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular, medido según el método alométrico – $RFD_{100msAllomTOBEXTISO}$ en $Ns^{-1}/kg^{-0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$RFD_{100msAllomTobEXTISO} = RFD_{100msTOBEXTISO} / BM^{0.667}$$

Donde: $RFD_{100msTOBEXTISO}$ representa el valor específico de la capacidad explosiva de los extensores de tobillos con la fuerza muscular desarrollada en 100 milisegundos; BM representa la masa corporal, en kg

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de espalda desarrollado a los 100 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular, medido según el método alométrico – $RFD_{100msAllomESPEXTISO}$ en $Ns^{-1}/kg^{-0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$RFD_{100msAllomESPEXTISO} = RFD_{100msESPEXTISO} / BM^{0.667}$$

Donde: $RFD_{100msESPEXTISO}$ representa el valor específico de la capacidad explosiva de los extensores de espalda con la fuerza muscular desarrollada en 100 milisegundos; BM representa la masa corporal, en kg.

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de piernas desarrollado a los 180 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular, medido según el método alométrico – $RFD_{180msAllomPIEREXTISO}$ en $Ns^{-1}/kg^{-0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$RFD_{180msAllomPIEREXTISO} = RFD_{180msPIEREXTISO} / BM^{0.667}$$

Dónde: $RFD_{180msPIEREXTISO}$ representa el valor específico de la capacidad explosiva de los extensores de piernas con la fuerza muscular desarrollada en 180 milisegundos; BM representa la masa corporal, en kg.

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de tobillos desarrollada a los 180 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular, medido según el método alométrico – $RFD_{180msallomTOBEXTISO}$ en $Ns^{-1}/kg^{-0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$RFD_{180msallomTOBEXTISO} = RFD_{180msTOBEXTISO} / BM^{0.667}$$

Dónde: $RFD_{180msTOBEXTISO}$ representa el valor específico de la capacidad explosiva de los extensores de tobillos con la fuerza muscular desarrollada en 180 milisegundos; BM representa la masa corporal, en kg

El nivel de la capacidad explosiva específica relativa de los extensores de espalda desarrollado a los 180 milisegundos necesarios para realizar la fuerza muscular, medido según el método alométrico – $RFD_{180msallomESPEXTISO}$ en $Ns^{-1}/kg^{-0.667}$ (Vanderburgh y col, 1995; Paasuke y col, 2001; Jarić, 2002; Zatsiorsky y Kreamer, 2006; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010):

$$RFD_{180msallomESPEXTISO} = RFD_{180msESPEXTISO} / BM^{0.667}$$

Dónde: $RFD_{180msESPEXTISO}$ representa el valor específico de la capacidad explosiva de los extensores de espalda con la fuerza muscular desarrollada en 180 milisegundos; BM representa la masa corporal, en kg.

4.4. Protocolos del trabajo

Se han aplicado diferentes fases en el estudio, tal como figura en este apartado:

4.4.1. Fase de preparación

En esta fase (10 semanas) se diseñó el proyecto de investigación a realizar, partiendo de los estudios previos del laboratorio de la Academia Nacional de Policía en Belgrado (República Serbia). Una vez seleccionados los sujetos para el estudio, se les explicó detalladamente a los responsables de la preparación física de los equipos participantes, los ejercicios que componen el sistema de entrenamiento de la fuerza explosiva para que exista la máxima unificación en su ejecución. El volumen de trabajo previsto ha sido elaborado para jugadoras de voleibol que hayan adquirido la técnica correcta de saltos en profundidad, y representa el límite máximo de la intensidad que debe ser alcanzado gradualmente y nunca superado.

4.4.2. Fase de entrenamiento y controles del grupo sometido a entrenamiento específico.

Antes de empezar a realizar el modelo de entrenamiento de la fuerza explosiva de miembros inferiores se establecieron los niveles de carga correspondientes a cada sujeto en función de sus resultados en el test Squat Paralelo con la haltera sobre la espalda. La medición de la fuerza máxima de los extensores de piernas fue tomada mediante la realización del “Test de Squat paralelo con la haltera sobre la espalda” (imagen 4.2) bajando hasta que el muslo queda paralelo al suelo y con la espalda recta y mirada fija al frente y arriba (Pablos y col, 1999; Bompa, 2000; Bosco, 2002; Zatsiorsky y Kraemer, 2006). Se realizó el mayor número de flexiones posibles con cargas elevadas. Para facilitar dicho Test, se aplicó la fórmula de Brzycki para hallar 1RM en base al número máximo de repeticiones que hicieron con una carga dada levantada (Brzycki, 1993).

$$\text{Fuerza Máxima} = \frac{\text{carga}}{1.0278 - (0.278 * \text{numeroderepeticiones})}$$

A la semana siguiente se comenzó con el entrenamiento de fuerza explosiva, que fue dividido en cuatro microciclos, de siete días cada uno. Las jugadoras entrenaron en el gimnasio los lunes y miércoles por la tarde y los sábados por la mañana. Asimismo, los otros días de la semana, entrenaron en el polideportivo “PINKI”, Zemun- Belgrado, ejecutando el entrenamiento de voleibol clásico. El domingo era el día de descanso. El entrenamiento se dividió en dos fases: la primera de dos semanas, fue orientada a la mejora de la preparación física básica. En ella se hicieron los test iniciales y la medición de la fuerza máxima para establecer la carga correspondiente a cada sujeto en función de sus resultados de Test Squat Paralelo con la haltera sobre la espalda. El test se realizó en el gimnasio de la Policía Nacional en Belgrado. La segunda fase de cuatro semanas se aplicó el método del entrenamiento específico para el desarrollo de la fuerza explosiva. Al final, se volvieron a pasar todos los test.



Imagen 4.2. Test de Squat paralelo con la haltera sobre la espalda

4.4.3. Técnica de ejecución del método pliométrico

Para efectuar saltos de drop jump, se necesita un plinton con altura regulable y una alfombrilla de goma de 25 a 40 milímetros de espesor y un tamaño de 50 x 50 centímetros colocada en el punto de caída para amortiguar el impacto con el suelo (Verkhoshansky, 1999).

El deportista sube al plinton y se coloca en el borde en postura no rígida con la espalda y la cabeza rectas y mirada fija al frente. Comienza la ejecución del ejercicio y el deportista realiza un paso normal hacia delante, juntando las piernas al inicio de la caída. La trayectoria de la caída debe ser vertical y el cuerpo debe permanecer recto. Durante la caída las extremidades superiores con un movimiento natural y suelto, se llevan hacia atrás. El deportista debe caer sobre ambos pies, primero sobre las puntas, para después recuperar el equilibrio apoyando también los talones. En el momento de la caída, las rodillas deben estar ligeramente flexionadas y los músculos mantenerse tensos de forma natural. En esta fase, se alcanza el punto más bajo de la flexión de la amortiguación. El impulso hacia arriba debe realizarse con mucha precisión y debe ser muy activo. Las extremidades superiores con un amplio y enérgico impulso hacia delante, contribuyen a la extensión de las extremidades inferiores. La espalda sigue estando recta y la mirada fija hacia el frente y arriba. El vuelo, después del impulso hacia arriba, debe ser vertical. Se recuerda que el deportista debe intentar tocar un objeto suspendido en lo alto. La caída debe ser suave, sobre ambas piernas y con una flexión de amortiguación de las rodillas. Debe evitarse un impacto excesivo.

4.5. El procedimiento de los tests

Todos los tests fueron realizados en condiciones isométricas sobre tres grupos musculares: los músculos extensores de la espalda con el test "Peso Muerto"(PM) (imagen 4.3); los músculos extensores de las piernas con el test "Extensión de piernas en posición de pie (PIER_{ext})"(imagen 4.4) y los músculos extensores de los tobillos con el test "Extensión de tobillos en posición sentada (TOB_{sent})" (imagen 4.5) (Desrosiers y col, 1998; Dopsaj y col, 2000; Dopsaj y col, 2001).

Se evaluaron los siguientes factores de la fuerza muscular: el nivel de la fuerza máxima (F_{max}), en N; el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima (tF_{max}), en milisegundos (ms) y el nivel absoluto de intensidad de la realización de la fuerza muscular (RFD_{max}), es decir, el gradiente de la fuerza muscular en N/s (Zatsiorsky, 1995; Verkhoshansky, 1999; Pablos y col, 1999; Dopsaj y col, 2000; Dopsaj y col, 2001; Rajic, 2003; Rajic y col, 2004; Rajic y col, 2008; Dopsaj, 2010).

Durante los tres minutos de calentamiento general, se les explicó a las jugadoras la manera de medir las pruebas y todas hicieron una práctica. Tras el descanso, realizaron dos veces los test según el protocolo ya explicado (Desrosiers y col, 1998; Dopsaj y col, 2000; Dopsaj y col, 2001; Rajic, 2003; Rajic y col, 2004; Rajic y col, 2008).

La medición de la fuerza de los músculos extensores de la espalda se ejecutó de la siguiente manera: la jugadora se pone sobre una plataforma de pie con los pies paralelos y separados; cogiendo la barra con ambas manos, flexiona el tronco hacia delante en el plano sagital y coloca la barra con el dinamómetro con su parte inferior sobre la plataforma; la espalda sigue estando recta y las piernas y los brazos extendidos. Cuando oye la señal de inicio, la jugadora hace una extensión máxima isométrica hacia arriba de los músculos extensores de la espalda sin cambiar la posición ya explicada (manteniendo la columna, las piernas y los brazos rectas y extendidas) (imagen 4.3).



Imagen 4.3. La posición de jugadora en el test para evaluar la fuerza de los músculos extensores de la espalda a través de test "Peso Muerto" en condiciones isométricas

La medición de la fuerza de los músculos extensores de las piernas se ejecutó de la siguiente manera: la jugadora se pone sobre la plataforma con la espalda hacia el dinamómetro y toma la barra con las manos; pone los pies paralelos y separados. La barra se coloca debajo de los glúteos de manera que sus piernas formen un ángulo de 130 grados previos a la acción de extensión. La espalda sigue estando recta y en el mismo plano con el eje del dinamómetro; A la señal, la jugadora hace extensión máxima isométrica de las piernas sin mover el cuerpo superior en los planos frontal y sagital (imagen 4.4).



Imagen 4.4. La posición de jugadora en test para evaluar la fuerza de los músculos extensores de piernas

La medición de la fuerza de los músculos extensores de los tobillos se ejecutó de la siguiente manera: la jugadora se sienta en una silla colocada al lado de la plataforma de medición y pone los pies paralelamente sobre la plataforma; el dinamómetro se coloca por su parte inferior sobre la plataforma, y por la parte superior se le pone sobre las rodillas, tomando en cuenta que se interponen los amortiguadores de madera y esponja con objeto de evitar las lesiones mecánicas de las piernas. La jugadora se ayuda ella misma fijando la parte superior de la barra con las manos; a la señal, la jugadora hace extensión máxima isométrica bilateral plantar (imagen 4.5).



Imagen 4.5. La posición de jugadora en test para evaluar la fuerza de los músculos extensores de tobillos

4.6. Metodología aplicada en las sesiones

La metodología aplicada en las sesiones de los distintos grupos de trabajo viene descrita en este apartado:

4.6.1. Contenido de las sesiones de entrenamiento del grupo de pliometría

Todas las sesiones en las que se ha ido realizando el programa especial para el desarrollo de la capacidad explosiva de los grupos musculares implicados, se ha hecho según el protocolo siguiente:

A. Parte Preparatoria (10- 15 minutos)

Calentamiento general: ejercicios de movilidad articular, saltos verticales pequeños en el suelo hacia delante y a ambos lados, estiramientos y ejercicios de refuerzo abdominal y lumbar; flexo- extensiones de cuello y calentamiento de la cintura escápulo-humeral.

Calentamiento específico: Squat paralelo con la haltera sobre la espalda; realizar 12 repeticiones con la barra (20kg), 10 repeticiones al 50% del 1RM, 8 repeticiones al 70% de 1RM.

B. Parte Principal (30 minutos)

El modelo de entrenamiento que se ha realizado en sesiones de entrenamiento está presentado en la Tabla 4.4.

Modelo del entrenamiento realizado de fuerza explosiva	
1 ^{ra} sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 85% de 1RM²⁵). 3 series de 6 repeticiones, con una pausa entre las series de 4 minutos2. Flexiones del tronco, 3 series de 15 repeticiones3. Extensiones de espalda a nivel lumbar, 3 series de 15 repeticiones.
2 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 80% de 1RM). 3 series de 10 repeticiones, con una pausa entre las series entre 4 y 6 minutos2. extensiones de la espalda a nivel lumbar, 5 series de 20 repeticiones3. flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
3 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90- 95% de 1RM). 2 series de 3 repeticiones y una pausa entre las series de 4 minutos.2. Saltos en profundidad con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 40- 50% de 1RM), 3 series de 8 repeticiones con pausa de 3 minutos.3. Lat- máquina (por delante de la cabeza), 3 series de 10 repeticiones
4 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1 Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90- 95% de 1RM). 2 series de 3 repeticiones y una pausa entre las series de 4 minutos.2 Saltos en profundidad con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 40- 50% de 1RM), 3 series de 6 repeticiones; pausa de 3 minutos.
5 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Saltos en profundidad con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 60- 70% de 1RM), 2 series de 8 repeticiones, pausa 3 minutos.2. 2- 3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba. 2 series de 8 saltos con una pausa de 3 minutos.3. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
6 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90- 95% de 1RM). 2 series de 3 repeticiones y una pausa entre las series de 4 minutos.2. 2- 3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba, 2 series de 8 repeticiones y una pausa de 3 minutos.3. xtensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.

²⁵ 1RM- 1 repetición máxima, es decir, la carga que se puede manejar solo una vez

7ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saltos en profundidad desde una altura de 50 cm, 2 series de 8 saltos con una pausa de 4 minutos. 2. 2- 3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba, 2 series de 8 saltos con una pausa de 3 minutos. 3. Press banca con la barra de 20 kg, 3 series de 10 repeticiones. 4. Pull- over, 3 series de 10 repeticiones y con 4 minutos de pausa entre los ejercicios
8ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saltos en profundidad desde una altura de 70 cm, 2 series de 8 saltos y una pausa de 4 minutos entre serie. 2. 2 a 3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba, 2 series de 8 repeticiones con una pausa de 3 minutos entre serie. 3. Lat- máquina (por delante de la cabeza), 3 series de 12 repeticiones 4. Extensiones de la espalda lumbar, 4 series de 25 repeticiones
9ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (peso con un 95% de 1RM). 2. Saltos en profundidad desde una altura de 75 cm, 2 series de 10 repeticiones 3. Flexiones de tronco, 4 series de 20 de los dos grupos, superior y inferior
10ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saltos desde una altura de 75 cm, 2 series de 10 repeticiones. 2. Saltos desde una altura de 110 cm, 2 series de 10 repeticiones, pausa 4 minutos entre las series, 8 minutos entre los ejercicios. 3. Lat- máquina (por delante de la cabeza), 3 series de 10 repeticiones. 4. Extensiones de la espalda en zona lumbar, 4 series de 25 repeticiones.
11ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (peso de la haltera con un 95% de 1RM), pausa de 4 minutos. 2. Saltos en profundidad desde una altura de 75 cm, 2 series de 10 repeticiones.
12ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saltos en profundidad desde una altura de 75 cm, 2 series de 10 repeticiones. Saltos en profundidad desde una altura de 110 cm, 2 series de 10 repeticiones, pausa entre las series de 4 minutos y entre los ejercicios de 8 minutos.

Tabla 4.4. Modelo de entrenamiento aplicado al grupo específico de pliometría

C. Parte Final (10- 15 minutos)

La parte final de cada entrenamiento ha consistido en estiramientos diversos seguidos de ejercicios de soltura y relajación de la musculatura implicada.

4.6.2. Contenido de las sesiones de entrenamiento del grupo clásico

A. Calentamiento: Ejercicios de movilidad articular, saltos verticales pequeños en el suelo hacia delante y a ambos lados, estiramientos y ejercicios de refuerzo abdominal y lumbar; flexo- extensiones de cuello y calentamiento de la cintura escápulo-humeral.

B. Parte Principal (30 minutos)

El modelo de entrenamiento está descrito en la tabla 4.5.

Modelo del entrenamiento de fuerza realizado	
1 ^{ra} sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores sin cargas. Tres series de 12 repeticiones, con una pausa entre las series de 2 minutos2. Flexiones del tronco, 3 series de 15 repeticiones3. Extensiones de la espalda al nivel lumbar, 3 series de 15 repeticiones
2 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores. Tres series de 12 repeticiones, con una pausa entre las series entre 2 y 4 minutos2. Extensiones de la espalda a nivel lumbar, 3 series de 15 repeticiones3. Flexiones del tronco, 3 series de 15 repeticiones.
3 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores, 15 repeticiones en cada una de 4 series.2. Flexiones de extremidades superiores (push ups) desde rodillas, 3 series de 10 repeticiones3. Extensiones de la espalda a nivel lumbar, 3 series de 15 repeticiones4. Flexiones del tronco, 3 series de 15 repeticiones
4 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores, 4 series de 15 repeticiones, con la pausa entre series de 3 minutos.2. Flexiones de las extremidades inferiores seguidas de salto hacia arriba, 3 series de 10 repeticiones. pausa 3 minutos.
5 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores, 4 series de 15 repeticiones, con la pausa entre series de 3 minutos.2. Flexiones de las extremidades superiores desde rodillas, 4 series de 12 repeticiones.3. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones.4. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
6 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores, 4 series de 15 repeticiones2. Flexiones de las extremidades inferiores seguidos con salto hacia arriba, tres series de 10 repeticiones, pausa 3 minutos.3. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones.4. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
7 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores, 4 series de 15 repeticiones2. Flexiones de las extremidades inferiores seguidos con salto hacia arriba, 3 series de 10 repeticiones, pausa 3 minutos.3. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones.4. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
8 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none">1. Flexiones de las extremidades inferiores, 5 series de 20 repeticiones2. Flexiones de las extremidades inferiores seguidos de salto hacia arriba, 3 series de 12 repeticiones, pausa 3 minutos.3. Flexiones de las extremidades superiores, 4 series de 12 repeticiones4. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones.5. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.

9ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexiones de las extremidades inferiores seguidos de salto hacia arriba, 4 series de 12 repeticiones, pausa 3 minutos. 2. Flexiones de las extremidades superiores, 4 series de 12 repeticiones 3. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones. 4. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
10ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexiones de las extremidades inferiores, 5 series de 20 repeticiones 2. Flexiones de las extremidades inferiores seguidos de salto hacia arriba, 3 series de 12 repeticiones, pausa 3 minutos. 3. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones. 4. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
11ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexiones de las extremidades inferiores seguidos con salto hacia arriba, 4 series de 12 repeticiones, pausa 3 minutos. 2. Flexiones de las extremidades superiores, 4 series de 12 repeticiones 3. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones. 5. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
12ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexiones de las extremidades inferiores seguidos con salto hacia arriba, 5 series de 12 repeticiones, pausa 3 minutos. 2. Flexiones de las extremidades superiores, 4 series de 12 repeticiones 3. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones. 4. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.

Tabla 4.5. Modelo de entrenamiento aplicado al grupo clásico

✓ **Parte Final (10- 15 minutos)**

La parte final de cada entrenamiento ha consistido en diversos estiramientos seguidos de ejercicios de soltura y relajación de la musculatura implicada.

4.7. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se ha utilizado el modelo descriptivo y el modelo inferencial mediante la MANOVA, aplicando como prueba post-hoc, el test de Bonferroni para varianzas iguales y el test de Games-Howell, no asumiendo varianzas iguales (Hair et al., 1998; Ivanovic, 2010).

Para el análisis estadístico se utilizó el programa de software SPSS para Windows versión 17.0. (Copyright © SPSS Inc., 1996–2007).

RESULTADOS

5. RESULTADOS

Los datos se han tomado en dos momentos del programa de trabajo. Uno previo a la intervención de los dos métodos de entrenamiento a los dos grupos experimentales (el grupo que entrenaba mediante un método específico pliométrico y el grupo que entrenaba con los ejercicios clásicos de entrenamiento en voleibol), al igual que se tomaban valores al grupo control y el otro al finalizar dicha intervención. Las comparaciones se han realizado en tres grupos musculares importantes para la realización de los saltos en voleibol: los extensores de caderas, los extensores de piernas y los extensores de tobillos.

5.1. Análisis general de variación de los parámetros

En este primer apartado se analizan los efectos de los entrenamientos sobre la fuerza muscular a nivel general en los tres grupos musculares estudiados (extensores de espalda, de piernas y de rodillas) en los dos grupos experimentales y el grupo control.

La evaluación de los resultados obtenidos de tres grupos de jugadoras sometidas a investigación ha demostrado cambios estadísticamente importantes en nivel general. Según análisis de MANOVA (Tabla 5.1), se puede ver que hay diferencias significativas entre todos los resultados entre antes y después del periodo de entrenamiento de los grupos experimentales (Wilks' Lambda= 0.431; $p= 0,001$), al igual que entre los grupos (Wilks' Lambda= 0.065; $p= 0.000$) y en su interacción (Wilks' Lambda= 0.286; $p= 0,005$).

Multivariate Tests ^c			
	Wilks' Lambda	F	p
Test	0.431	2.810 ^a	.001
Grupos	0.065	6.194 ^a	.000
Test / Grupos	0.286	1.852 ^a	.005

Tabla 5.1. Resultados de análisis de MANOVA en nivel general.

De manera más concreta se observaron diferencias significativas en general entre antes y después en la fuerza de los extensores de tobillos desarrollada a los 100 milisegundos desde la activación muscular ($F= 4,601$ y $p= 0,035$), en su porcentaje de la fuerza máxima cuando la fuerza de extensores de tobillos fue realizada a nivel de 100 milisegundos ($F= 4,822$ y $p= 0,031$), en la fuerza de los extensores de tobillos desarrollada a los 180 milisegundos desde la activación muscular ($F= 4,13$ y $p= 0,039$), en su porcentaje de la fuerza máxima cuando la fuerza de extensores de tobillos fue realizada a nivel de 180 milisegundos ($F= 5,415$ y $p= 0,015$), y en la fuerza de los extensores de tobillos desarrollada a los 250 milisegundos desde la activación muscular ($F= 6,153$ y $p= 0,039$), y su porcentaje de la fuerza máxima cuando la fuerza de extensores de tobillos fue realizada a nivel de 250 milisegundos ($F= 5,535$ y $p= 0,021$).

(Tabla 5.2).

Dimension a analizar	Variables Dependientes	F	p
Test	F100msESPEXTISO	2.739	.102
	PORCF100msESPEXTISO	2.656	.107
	F180msESPEXTISO	2.916	.092
	PORCF180msESPEXTISO	3.438	.068
	F250msESPEXTISO	2.391	.126
	PORCF250msESPEXTISO	3.533	.064
	F50ESPEXTISO	.065	.799
	FMAXESPEXTISO	.241	.625
	F100msPIEREXTISO	.020	.889
	PORCF100msPIEREXTISO	.449	.505
	F180msPIEREXTISO	.033	.857
	PORCF180msPIEREXTISO	.756	.387
	F250msPIEREXTISO	.039	.843
	PORCF250msPIEREXTISO	.321	.573
	F50PIEREXTISO	.425	.516
	FmaxPIEREXTISO	.104	.748
	F100msTOBEXTISO	4.601	.035*
	PORCF100msTOBEXTISO	4.822	.031*
	F180msTOBEXTISO	4.413	.039*
	PORCF180msTOBEXTISO	5.415	.023*
	F250msTOBEXTISO	6.153	.015*
	PORCF250msTOBEXTISO	5.535	.021*
F50TOBEXTISO	.099	.754	
FmaxTOBEXTISO	1.647	.203	

Tabla 5.2. Resultados de las dimensiones de fuerza muscular y el porcentaje de la fuerza máxima cuando la fuerza muscular fue realizada, primera y segunda medición.

Igualmente se observaron de manera concreta diferencias estadísticamente significativas en todas las mediciones excepto en el porcentaje de la fuerza máxima cuando la fuerza de los extensores de piernas se realizó en 100 milisegundos ($F= 2.647$ y $p= 0.077$)(Tabla 5.3).

	Variables Dependientes	F	p
Grupos	F100msESPEXTISO	15.358	.000*
	PORCF100msESPEXTISO	9.754	.000*
	F180msESPEXTISO	19.248	.000*
	PORCF180msESPEXTISO	9.735	.000*
	F250msESPEXTISO	19.889	.000*
	PORCF250msESPEXTISO	9.128	.000*
	F50ESPEXTISO	17.098	.000*
	FMAXESPEXTISO	19.446	.000*
	F100msPIEREXTISO	3.326	.041*
	PORCF100msPIEREXTISO	2.649	.077
	F180msPIEREXTISO	6.494	.003*
	PORCF180msPIEREXTISO	3.782	.027*
	F250msPIEREXTISO	8.535	.000*
	PORCF250msPIEREXTISO	4.871	.010*
	F50PIEREXTISO	6.462	.003*
	FmaxPIEREXTISO	7.602	.001*
	F100msTOBEXTISO	12.295	.000*
	PORCF100msTOBEXTISO	7.093	.002*
	F180msTOBEXTISO	13.718	.000*
	PORCF180msTOBEXTISO	9.838	.000*
	F250msTOBEXTISO	21.704	.000*
	PORCF250msTOBEXTISO	11.367	.000*
	F50TOBEXTISO	10.527	.000*
	FmaxTOBEXTISO	10.002	.000*

Tabla 5.3. Resultados de las dimensiones de fuerza muscular y el porcentaje de la fuerza máxima cuando la fuerza muscular fue realizada entre los tres grupos de sujetos sometidas a esta investigación.

5.2. Análisis estadísticos parciales de la fuerza muscular

5.2.1. Análisis estadísticos de la fuerza muscular realizada a los 100 milisegundos de su activación

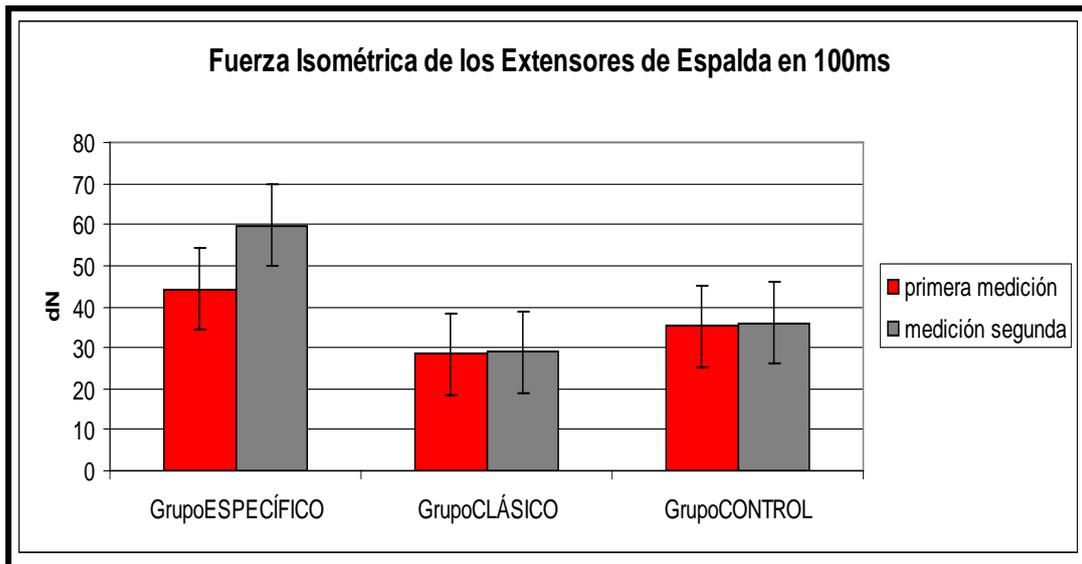
En este apartado se analizan los efectos de los entrenamientos en los dos grupos experimentales, comparándoles entre sí y con el grupo control, desde la fuerza muscular realizada a nivel de los 100 milisegundos en los tres grupos musculares estudiados.

5.2.1.1. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de espalda -F100msESPEXTISO

En relación a la fuerza muscular a los 100 ms del inicio de la contracción muscular, el grupo experimental de pliometría mejoró un 35.41% tras el entrenamiento (44.19 dN ± 14.84 dN, al inicio y 59.84 dN ± 23.56 dN al final), mientras que el grupo experimental de entrenamiento clásico mejoró un 1.59% (tabla 5.4) tras el entrenamiento (28.47 dN ± 9.32 dN, al inicio y 28.92 dN ± 9.73 dN al final) y el grupo control mejoró un 2.26% tras el periodo de aplicación de entrenamiento (35.30 dN ± 12.14 dN, al inicio y 36.10 dN ± 11.04 dN al final) (Tabla 5.4 y Gráfica 5.1).

	Test	Grupos	MEDIA ± DE ²⁶
F100msESPEXTISO	Test Inicial	GrupoESPECÍFICO	44.19 ±14.84
		GrupoCLÁSICO	28.47 ±9.32
		GrupoCONTRÖL	35.30 ±12.14
	Test final	GrupoESPECÍFICO	59.84 ±23.56
		GrupoCLÁSICO	28.92 ±9.73
		GrupoCONTRÖL	36.10 ±11.04

Tabla 5.4. Resultados de la fuerza de extensores de espalda realizada en 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular



Gráfica 5.1. Fuerza muscular de extensores de espalda realizada a los 100 milisegundos desde la contracción muscular

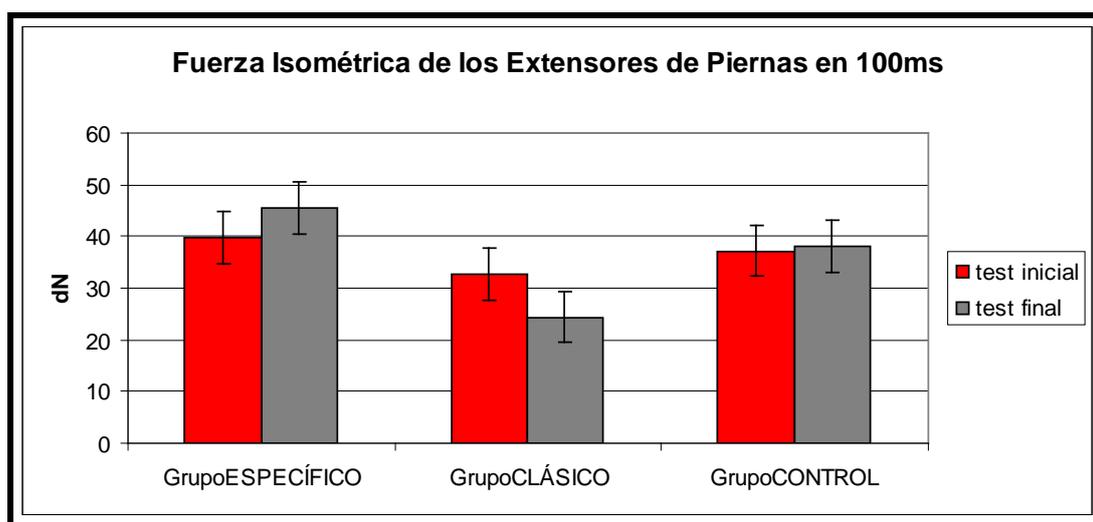
²⁶ DE- Desviación Estandar

5.2.1.2. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de piernas -F_{100msPIEREXTISO}

Con respecto a la fuerza muscular de los extensores de pierna a los 100 ms, el grupo experimental de entrenamiento específico mejoró un 14.26% tras el entrenamiento (39.77 dN ± 16.87 dN al inicio y 45.44 dN ± 17.76 dN al final), al contrario que el grupo clásico que empeoró un 25.36% tras el entrenamiento (32.72 dN ± 18.47 dN al inicio y 24.42 dN ± 8.96 dN al final), mientras que el grupo control mejoró solo un 2.47% tras el periodo de aplicación de entrenamiento (37.20 dN ± 18.47 dN al inicio y 38.12 dN ± 18.38 dN al final). (Tabla 5.5 y Gráfica 5.2)

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
F _{100msPIEREXTISO}	Test Inicial	Grupo específico	39.77 ±16.87
		Grupo clásico	32.72 ±12.27
		Grupo _{CONTROL}	37.20 ±18.47
	Test final	Grupo específico	45.44 ±17.76
		Grupo clásico	24.42 ±8.96
		Grupo _{CONTROL}	38.12 ±18.38

Tabla 5.5. Resultados de la fuerza de extensores de piernas realizada en 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular



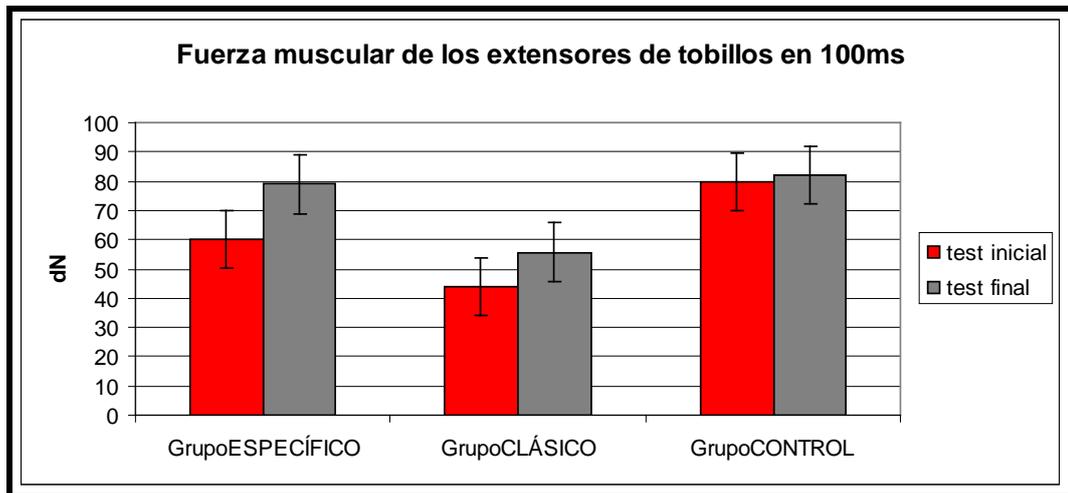
Gráfica 5.2. de fuerza muscular de extensores de piernas realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular

5.2.1.3. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de tobillos-F100msTOBEXTISO

Con respecto a la fuerza muscular de extensores de tobillos a los 100 ms, se observa una mejoría en el grupo experimental pliométrico con un incremento de un 31.66% (60.04 dN ± 24.48 dN al inicio y 79.01 dN ± 27.34 al final), mientras que el grupo experimental clásico empeoró un 26.59% (43.9658 dN ± 20.15 al inicio y 55.65 dN ± 17.45 al final) y el grupo control tuvo una discreta mejoría de un 2.7% (79.8 dN ± 19.77 dN al inicio y 81.97 dN ± 18.24 dN al final) (Tabla 5.6 y Gráfica 5.3).

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
F100msTOBEXTISO	Test Inicial	Grupo específico	60.04 ±24.48
		Grupo clásico	43.96 ±20.15
		Grupo _{CONTROL}	79.81 ±19.77
	Test final	Grupo específico	79.01 ±27.34
		Grupo clásico	55.65 ±17.45
		Grupo _{CONTROL}	81.97 ±18.24

Tabla 5.6. Resultados de la fuerza de extensores de piernas realizada en 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular



Gráfica 5.3. Fuerza muscular de extensores de tobillos realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular

5.2.1.4. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular desarrollada a los 100 milisegundos comparado con la fuerza máxima

En este apartado se analizan los efectos de los entrenamientos en los dos grupos experimentales, comparándoles entre sí y con el grupo control, desde el porcentaje del nivel de la realización de la fuerza muscular realizada a nivel de los 100 milisegundos

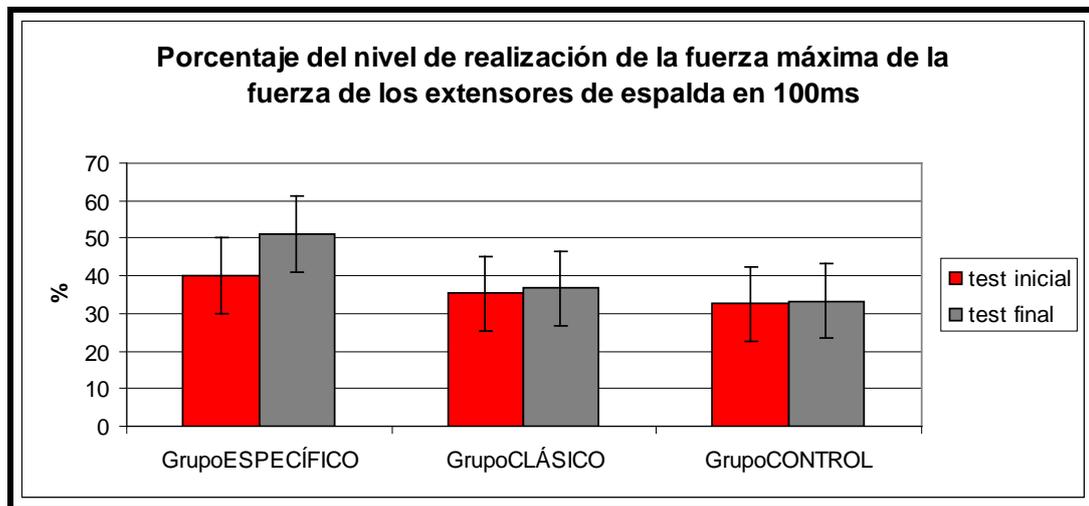
comparado con la fuerza máxima realizada al 100% de su capacidad en los tres grupos musculares estudiados.

5.2.1.4.1. Análisis estadístico de extensores de espalda - PORCF100msESPEXTISO

Todos los resultados en cuanto al porcentaje del nivel de la realización de la fuerza de los extensores de espalda son presentados en tabla 5.7. y en la Gráfica 5.4.

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
PORCF100msESPEXTISO	Test Inicial	Grupo específico	40.08 ± 13.94
		Grupo clásico	35.33 ± 12.54
		Grupo _{CONTROL}	32.50 ± 5.91
	Test final	Grupo específico	51.16 ± 18.44
		Grupo clásico	36.66 ± 6.66
		Grupo _{CONTROL}	33.26 ± 5.50

Tabla 5.7. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima de la fuerza muscular realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular de los extensores de espalda



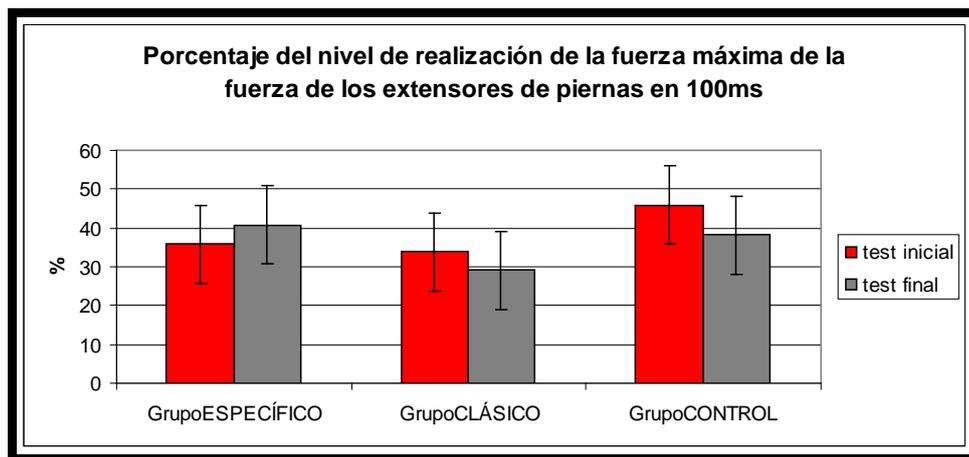
5.4. Porcentaje de la fuerza máxima cuando se realizó la fuerza de extensores de espalda a los 100ms

5.2.1.4.2. Análisis estadístico de extensores de piernas- PORCF100msPIEREXTISO

En cuanto a los extensores de piernas comparándolos con el porcentaje de la fuerza máxima, el grupo experimental pliométrico aumentó un 13.9% (35.8% ± 13.85% al inicio y 40.83% ± 16.58% al final), mientras que el grupo experimental clásico bajó un 14.2% (33.81% ± 10.39% al principio y 29.03% ± 8.53% al final) y el grupo control bajó un 16.9% (45.95% ± 20.14% al principio y 38.18% ± 14.69% al final) (Tabla 5.8 y Gráfica 5.5).

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
PORCF100msPIEREXTISO	Test Inicial	Grupo específico	35.83 ± 13.85
		Grupo clásico	33.81 ± 10.39
		Grupo _{CONTROL}	45.95 ± 20.14
	Test final	Grupo específico	40.83 ± 16.58
		Grupo clásico	29.02 ± 8.53
		Grupo _{CONTROL}	38.18 ± 14.69

Tabla 5.8. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima de la fuerza realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular de los extensores de piernas



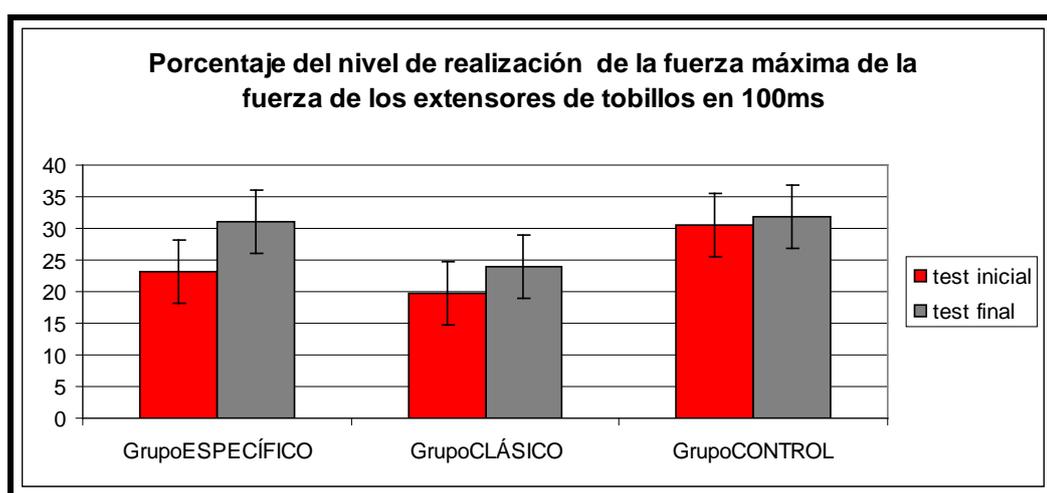
Gráfica 5.5. Porcentaje de nivel de realización de la fuerza máxima de la fuerza de los extensores de piernas de 100ms

5.2.1.4.3. Análisis estadístico de extensores de tobillos- PORCF100msTOBEXTISO

Todos los resultados en cuanto al análisis de la estadística descriptiva del nivel de la realización de la fuerza de los extensores de tobillos son presentados (Tabla 5.9 y Gráfica 5.6). En cuanto a los extensores de tobillos comparándolo con el porcentaje de la fuerza máxima, el grupo experimental pliométrico aumentó (23.25% ± 10.40% al inicio y 31.16% ± 10.14% al final), y en menor manera el grupo experimental clásico (19.70% ± 12.98% al principio y 23.91% ± 7.03% al final) y el grupo control (30.50% ± 6.66% al principio y 31.71% ± 5.58% al final).

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
PORCF100msTOBEXTISO	Test Inicial	Grupo específico	23.25 ±10.40
		Grupo clásico	19.70 ±12.98
		Grupo _{CONTROL}	30.50 ±6.66
	Test final	Grupo específico	31.16 ±10.14
		Grupo clásico	23.91 ±7.03
		Grupo _{CONTROL}	31.71 ±5.58

Tabla 5.9. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima de la fuerza muscular realizada a los 100 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular de los extensores de tobillos



Gráfica 5.6. El porcentaje de la realización de la fuerza máxima de la fuerza de extensores de tobillos de realizada a los 100ms

5.2.2. Análisis estadístico de la fuerza muscular realizada a los 180 milisegundos de su activación

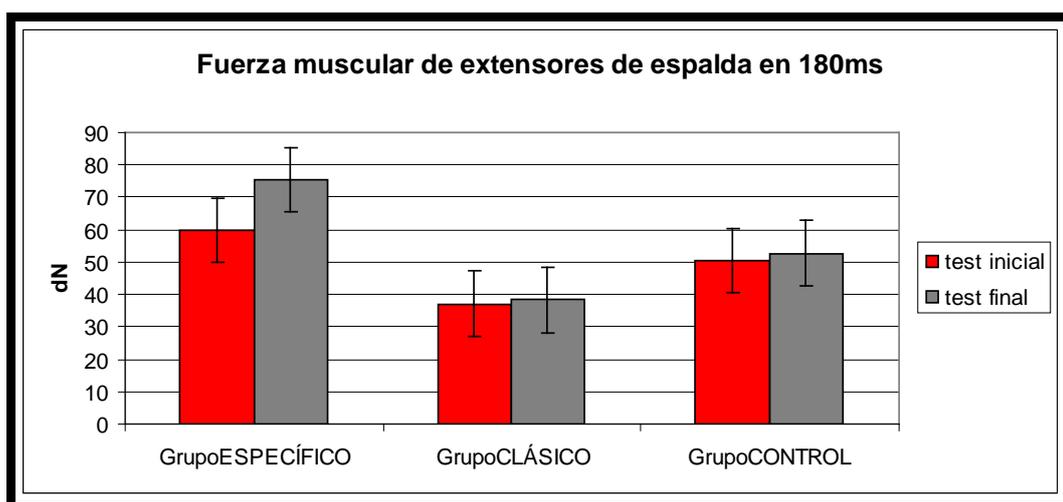
En este apartado se analizan los efectos de los entrenamientos en los dos grupos experimentales, comparándoles entre sí y con el grupo control, desde la fuerza muscular realizada a nivel de los 180 milisegundos en los tres grupos musculares estudiados.

5.2.2.1. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de espalda -F_{180ms}ESPEXTISO

En cuanto al análisis de la estadística descriptiva de los grupos, el grupo experimental de pliométrica mejoró un 25.64% (59.94 dN ± 13.60 dN al inicio y 75.31 dN ± 17.62 al final), mientras que el grupo experimental clásico solo mejoró un 3.18% (37.10 dN ± 12.43 dN al inicio y 38.28 dN ± 11.48 al final) y el grupo control mejoró solo un 4.2% (50.6 dN ± 16.55 dN al inicio y 52.73 dN ± 15.36 dN al final). (Tabla 5.10 y Gráfica 5.7).

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
F _{180ms} ESPEXTISO	Test Inicial	Grupo específico	59.94 ±13.60
		Grupo clásico	37.10 ±12.43
		Grupo _{CONTROL}	50.60 ±16.55
	Test final	Grupo específico	75.31 ±17.62
		Grupo clásico	38.28 ±11.48
		Grupo _{CONTROL}	52.73 ±15.36

Tabla 5.10. La fuerza muscular de los extensores de espalda realizada a los 180 milisegundos



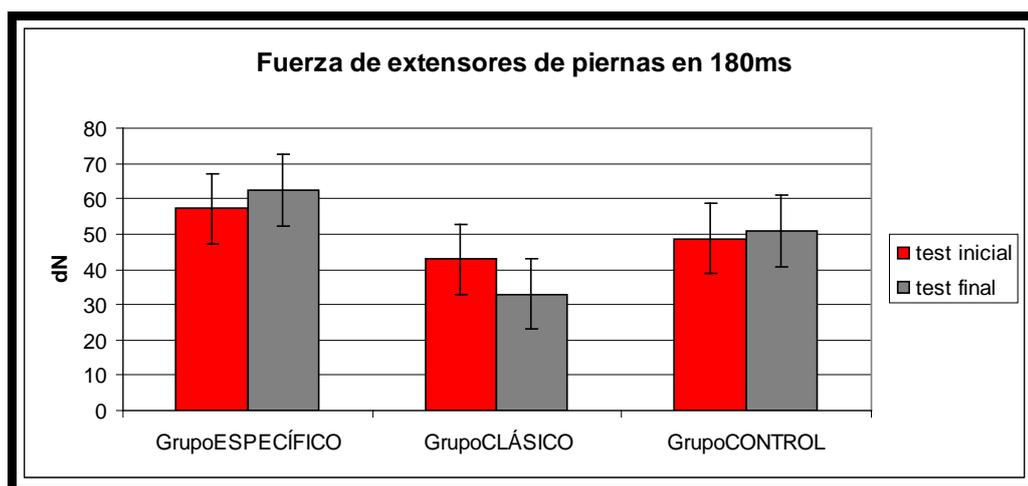
Gráfica 5.7. Fuerza de extensores de espalda realizada a los 180 ms desde la activación muscular

5.2.2.2. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de piernas- F_{180ms}PIEREXTISO

En cuanto al análisis de la fuerza muscular de extensores de piernas a los 180 ms, se observa que el grupo experimental pliométrico mejoró un 9.17% (57.19 dN ± 19.96 dN al inicio y 62.44 dN ± 19.7 al final), mientras que el grupo experimental clásico empeoró un 22.96% (42.84 dN ± 16.14 al inicio y 33 dN ± 14.11 al final) y el grupo control tubo una pequeña mejoría de un 4.3% (48.71 dN ± 20.52 al inicio y 50.84 dN ± 18.54 dN al final) (Tabla 5.11 y Gráfica 5.8).

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
F180msPIEREXTISO	Test Inicial	Grupo específico	57.19 ± 19.96
		Grupo clásico	42.84 ± 16.14
		Grupo _{CONTROL}	48.71 ± 20.52
	Test final	Grupo específico	62.44 ± 19.70
		Grupo clásico	33.00 ± 14.11
		Grupo _{CONTROL}	50.84 ± 18.54

Tabla 5.11. La fuerza muscular de los extensores de piernas realizada a los 180 milisegundos



Gráfica 5.8. Fuerza de extensores de piernas realizada a los 180 ms

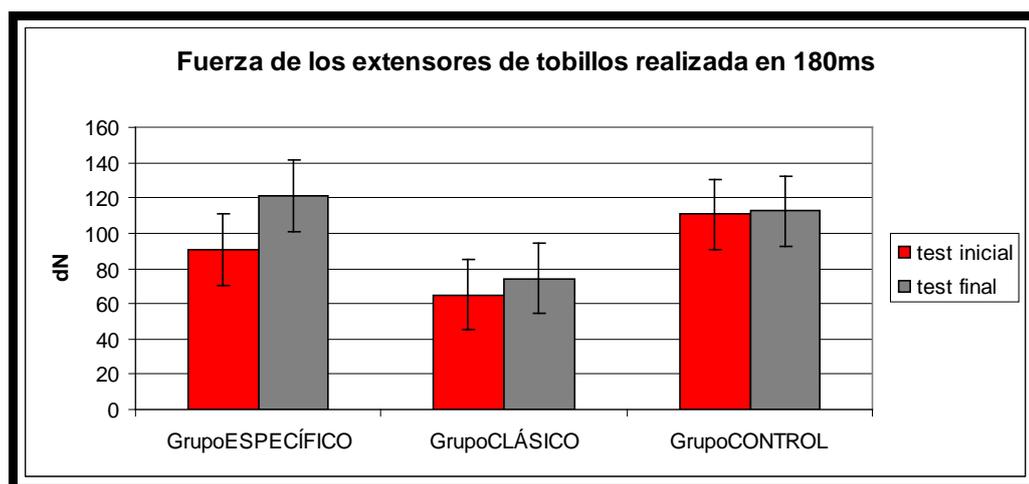
5.2.2.3. Análisis de la fuerza muscular de los extensores de tobillos

-F_{180msTOBEXTISO}

En cuanto a los extensores de tobillos a los 180 ms, el grupo experimental específico tubo una mejoría de un 33.6% (90.63 dN ± 36.52 dN al inicio y 121.11 dN ± 40.43 dN al final) mucho mayor que el grupo clásico que mejoró un 14.5% (64.86 dN ± 37.46 dN al inicio y 74.27 dN ± 18.845 dN al final), mientras que el grupo control apenas mejoró un 1.53% (110.70 dN ± 18.30 dN al inicio y 112.40 dN ± 15.92 dN al final) (Tabla 5.12 y Gráfica 5.9).

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
F180msTOBEXTISO	Test Inicial	Grupo específico	90.63 ± 36.52
		Grupo clásico	64.86 ± 37.46
		Grupo _{CONTROL}	110.70 ± 18.30
	Test final	Grupo específico	121.11 ± 40.43
		Grupo clásico	74.27 ± 18.84
		Grupo _{CONTROL}	112.40 ± 15.92

Tabla 5.12. Fuerza muscular de los extensores de tobillos realizada a los 180 milisegundos desde el inicio de la contracción muscular



Gráfica 5.9. Fuerza de los extensores de tobillos realizada a los 180ms

5.2.2.4. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular desarrollada en 180 milisegundos comparado con la fuerza máxima

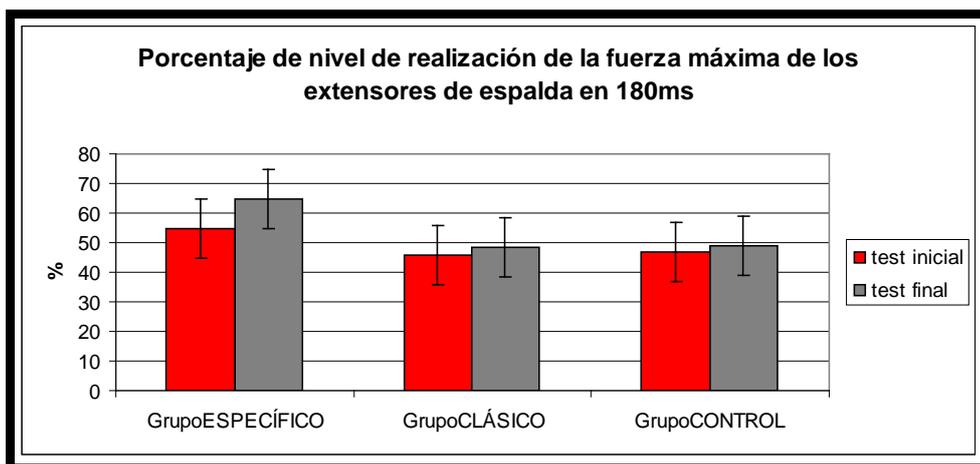
En este apartado se analizan los efectos de los entrenamientos en los dos grupos experimentales, comparándoles entre sí y con el grupo control, desde el porcentaje del nivel de la realización de la fuerza muscular realizada a nivel de los 180 milisegundos comparado con la fuerza máxima realizada en 100% de su capacidad en los tres grupos musculares estudiados.

5.2.2.4.1. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de espalda- $PORC_{F180msESPEXTISO}$

En los extensores de espalda, el Grupo específico experimentó un incremento de un 18% ($54.5\% \pm 12.76\%$ al inicio y $64.75\% \pm 12.86\%$ al final), al igual que el el Grupo clásico con un incremento de un 5.8% ($45.66\% \pm 15.51\%$ al inicio y $48.33\% \pm 14.62\%$ al final) y el GC con un pequeño incremento de un 4.3% ($46.75\% \pm 8.52\%$ al inicio y al final $48.8\% \pm 7.79\%$) (Tabla 5.13 y Gráfica 5.10).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$PORC_{F180msESPEXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	54.50 ± 12.76
		Grupo clásico	45.66 ± 15.51
		Grupo CONTROL	46.75 ± 8.52
	Test final	Grupo específico	64.75 ± 12.86
		Grupo clásico	48.33 ± 14.62
		Grupo CONTROL	48.80 ± 7.79

Tabla 5.13. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima de la fuerza muscular a los 180 milisegundos de los extensores de espalda



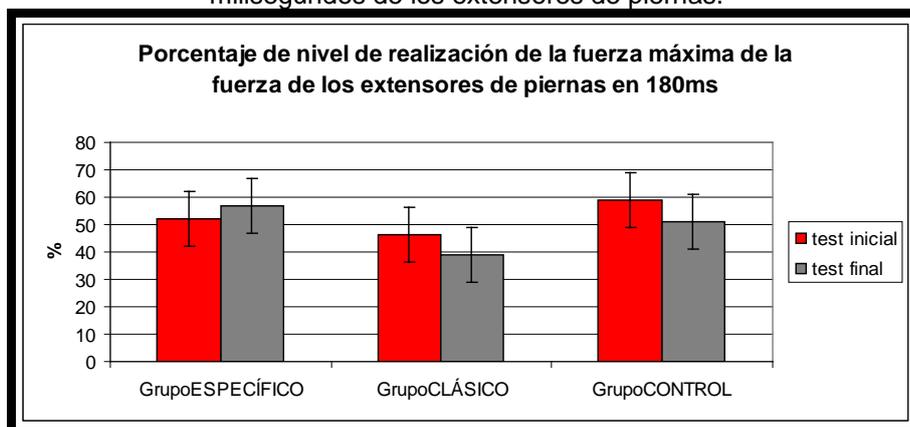
Gráfica 5.10. El porcentaje de la fuerza máxima de la fuerza de extensores de espalda a los 180ms

5.2.2.4.2. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de piernas- $PORC_{F180msPIEREXTISO}$

En la fuerza muscular de extensores de piernas, se produjo en el Grupo específico un aumento de un 9.8% (51.9% \pm 16% al inicio y al final 57% \pm 16.1%), mientras que el Grupo clásico disminuyó un 18.2% (46% \pm 15.69% al inicio y al final 38.89% \pm 13.11%) y el GC disminuyó un 13.55% (59% \pm 19.26% al inicio y al final 51% \pm 13.4%) (Tabla 5.14 y Gráfica 5.11).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$PORC_{F180msPIEREXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	51.91 \pm 16.00
		Grupo clásico	46.06 \pm 15.69
		Grupo CONTROL	59.05 \pm 19.26
	Test final	Grupo específico	57.08 \pm 16.17
		Grupo clásico	38.89 \pm 13.11
		Grupo CONTROL	51.00 \pm 13.48

Tabla 5.14. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima en que se registró la fuerza de 180 milisegundos de los extensores de piernas.



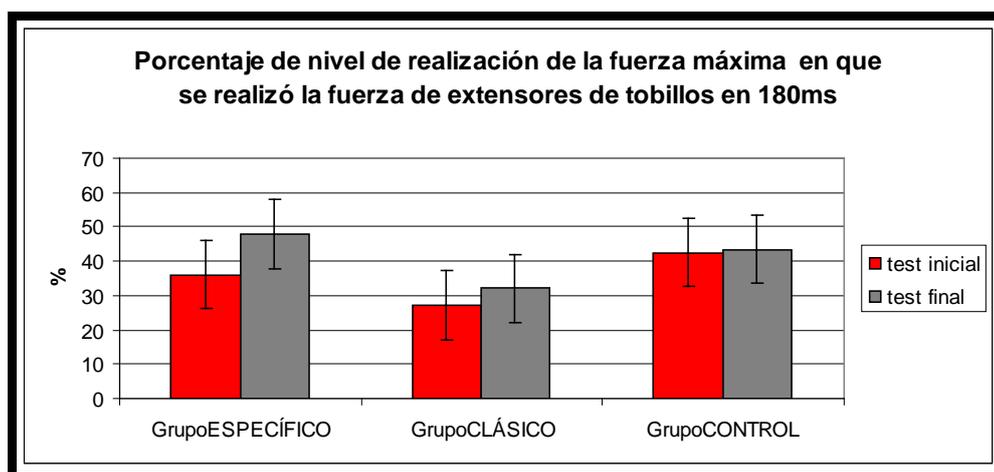
Gráfica 5.11. Porcentaje de fuerza máx en que se realizó la fuerza de extensores de piernas a los 180ms

5.2.2.4.3. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de tobillos- $PORC_{F180msTOBEXTISO}$

El porcentaje de la fuerza de extensores de tobillos a los 180 ms, incrementa en el Grupo específico un 33% ($36\% \pm 15.34\%$ al inicio y al final $47.91\% \pm 14.86\%$) al igual que en el Grupo clásico un 17.6% ($27.2\% \pm 14.1\%$ al inicio y $32\% \pm 7.37\%$ al final) y en el GC que apenas aumenta un 2% ($42.55\% \pm 6.45\%$ al inicio y $43.44\% \pm 5.58\%$ al final) (Tabla 5.15 y Gráfica 5.12).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$PORC_{F180msTOBEXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	36.08 ± 15.34
		Grupo clásico	27.20 ± 14.10
		Grupo _{CONTROL}	42.55 ± 6.45
	Test final	Grupo específico	47.91 ± 14.86
		Grupo clásico	32.06 ± 7.37
		Grupo _{CONTROL}	43.44 ± 5.58

Tabla 5.15. Resultados del porcentaje de la fuerza máxima en que se realizó la fuerza de 180 milisegundos de los extensores de tobillos



Gráfica 5.12. % de fuerza máxima cuando se realizó la fuerza de extensores de piernas a los 180ms

5.2.3. Análisis estadístico de la fuerza muscular desarrollada a los 250 milisegundos de su activación

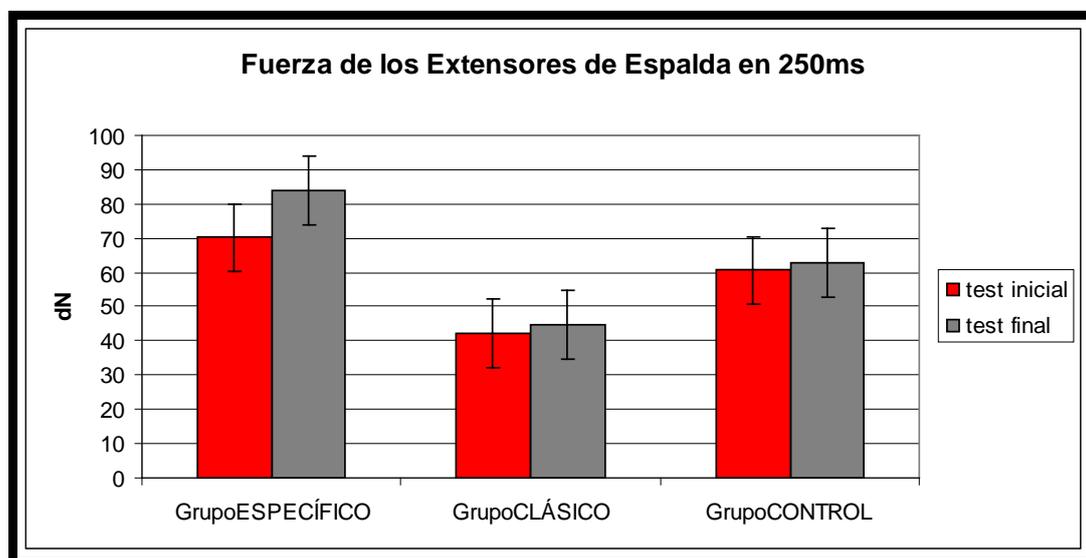
En este apartado se analizan los efectos de los entrenamientos en los dos grupos experimentales, comparándoles entre sí y con el grupo control, desde el porcentaje del nivel de la realización de la fuerza muscular realizada a nivel de los 250 milisegundos comparado con la fuerza máxima realizada al 100% de su capacidad en los tres grupos musculares estudiados.

5.2.3.1. Analisis de la fuerza de los extensores de espalda- F_{250ms}ESPEXTISO

El Grupo específico aumentó un 19.38% (70.15 dN ± 14.72 dN al inicio y 83.75 dN ± 14.29 dN al final), al igual que el Grupo clásico que aumentó menos: 5.4% (42.41 dN ± 14.11 dN al inicio y 44.71 dN ± 12.59 dN al final) y el GC que solo aumentó un 3.9% (60.56 dN ± 19.18 dN al inicio y 62.94 dN ± 17.56 dN al final) (Tabla 5.16 y Gráfica 5.13).

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
F _{250ms} ESPEXTISO	Test Inicial	Grupo específico	70.15 ± 14.72
		Grupo clásico	42.41 ± 14.31
		Grupo _{CONTROL}	60.56 ± 19.18
	Test final	Grupo específico	83.75 ± 14.29
		Grupo clásico	44.71 ± 12.59
		Grupo _{CONTROL}	62.94 ± 17.56

Tabla 5.16. La fuerza muscular de los extensores de espalda realizada a los 250 milisegundos



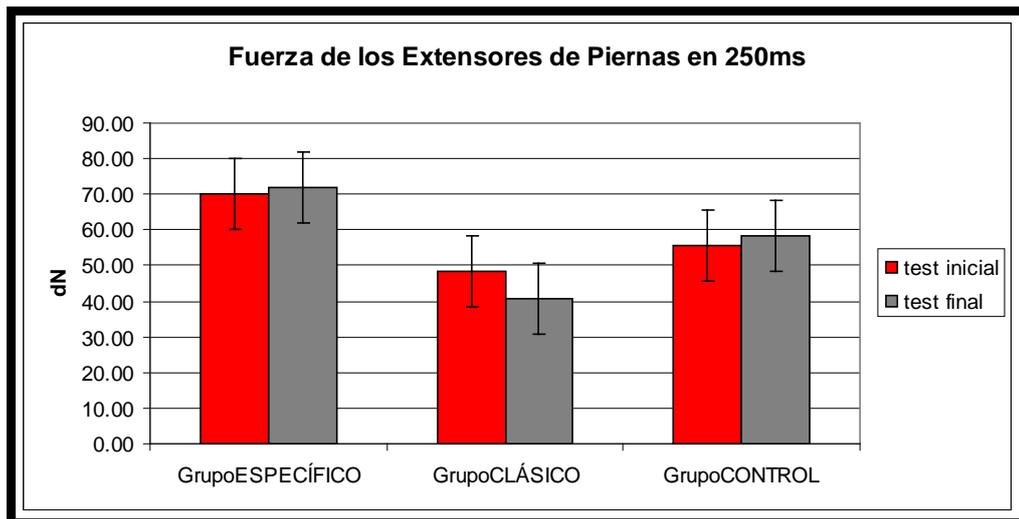
Gráfica 5.13. Fuerza de los extensores de espalda realizada a los 250 milisegundos

5.2.3.2. Análisis de los extensores de piernas- F_{250ms}PIEREXTISO

El Grupo específico aumentó solo un 2.66% (70.08 dN ± 22.58 dN al inicio y 71.95 dN ± 17.29 dN al final), mientras que el Grupo clásico disminuyó un 15.7% (48.36 dN ± 17.94 dN al inicio y 40.74 dN ± 17.56 dN al final) y el GC aumentó un 5.15% (55.47 dN ± 22.43 dN al inicio y 58.33 dN ± 19.67 al final) (Tabla 5.17 y Gráfica 5.14).

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
F_{250msPIEREXTISO}	Test Inicial	Grupo específico	70.08 ± 22.58
		Grupo clásico	48.36 ± 17.94
		Grupo _{CONTROL}	55.47 ± 22.43
	Test final	Grupo específico	71.95 ± 17.29
		Grupo clásico	40.74 ± 17.56
		Grupo _{CONTROL}	58.33 ± 19.67

Tabla 5.17. La fuerza muscular de los extensores de piernas realizada a los 250 milisegundos.



Gráfica 5.14. Fuerza de extensores de piernas realizada a los 250 milisegundos

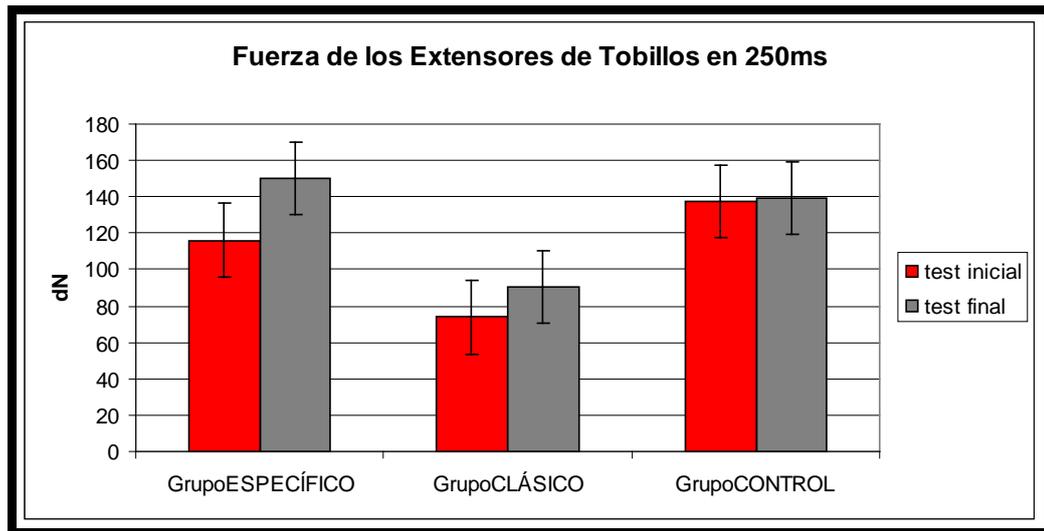
5.2.3.3. Análisis de la fuerza de los extensores de tobillos-

F_{250msTOBEXTISO}

En cuanto a la estadística descriptiva, el Grupo experimental pliométrico mejoró un 29.9% (116.13 dN ± 41.36 dN al inicio y 150.15 dN ± 43.42 dN al final). El Grupo clásico mejoró un 23% (73.72 dN ± 27.85 dN al inicio y 90.75 dN ± 21.28 dN al final). El grupo control mejoró un 1.23% (137.6 dN ± 22.5 dN al inicio y 139.37 dN ± 19.37 al final) (Tabla 5.18. y la Gráfica 5.15) .

	Test	Grupos	MEDIA ± DE
F_{250msTOBEXTISO}	Test Inicial	Grupo específico	116.13 ±41.36
		Grupo clásico	73.72 ±27.85
		Grupo _{CONTROL}	137.60 ±22.51
	Test final	Grupo específico	150.15 ±43.42
		Grupo clásico	90.75 ±21.28
		Grupo _{CONTROL}	139.37 ±19.37

Tabla 5.18. La fuerza muscular de extensores de tobillos realizada a los 250 milisegundos



Gráfica 5.15. Fuerza de extensores de tobillos realizada a los 250 milisegundos

5.2.3.4. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular desarrollada a los 250 milisegundos comparado con la fuerza máxima

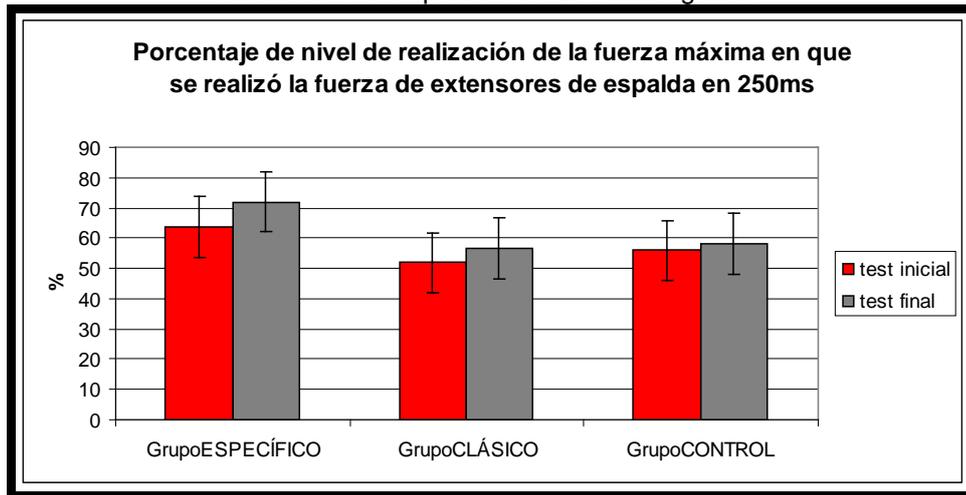
En este apartado se analizan los efectos de los entrenamientos en los dos grupos experimentales, comparándoles entre sí y con el grupo control, desde el porcentaje del nivel de la realización de la fuerza muscular realizada a nivel de los 250 milisegundos comparado con la fuerza máxima realizada al 100% de su capacidad en los tres grupos musculares estudiados.

5.2.3.4.1. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de espalda- $PORC_{F250msESPEXTISO}$

El Grupo específico aumentó un 11.6% ($63.66\% \pm 13.27\%$ al inicio y $70\% \pm 9.03\%$ al final), mientras que el Grupo clásico incrementó un 9% ($51.83\% \pm 16.84\%$ al inicio y $56.5\% \pm 16.15\%$ al final) y el GC solo un 4.1% ($55.9\% \pm 9.16\%$ al inicio y $58.26\% \pm 8.15\%$ al final) (Tabla 5.19 y Gráfica 5.16).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$PORC_{F250msESPEXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	63.66 \pm 13.27
		Grupo clásico	51.83 \pm 16.84
		Grupo _{CONTROL}	55.95 \pm 9.16
	Test final	Grupo específico	72.00 \pm9.03
		Grupo clásico	56.50 \pm16.15
		Grupo _{CONTROL}	58.26 \pm8.15

Tabla 5.19. El porcentaje de la fuerza máxima de fuerza en que se realizó de la fuerza muscular de los extensores de espalda a los 250 milisegundos



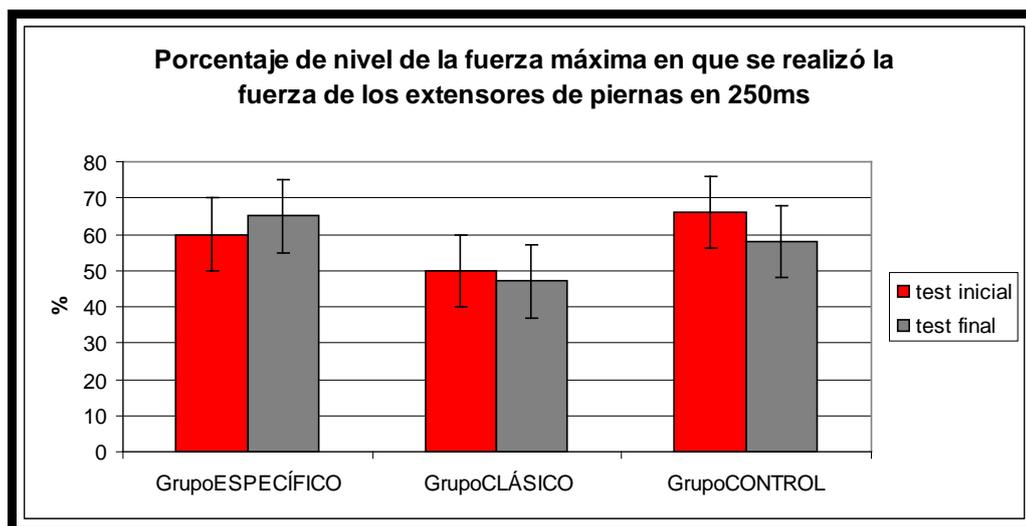
Gráfica 5.16. El porcentaje de la fuerza máxima en que se realizó la fuerza de extensores de espalda a los 250 milisegundos

5.2.3.4.2. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de piernas- $PORC_{F250msPIEREXTISO}$

El Grupo específico aumentó un 8.53% ($60.58\% \pm 15.88\%$ al inicio y $65.75\% \pm 14.41\%$ al final), mientras que el Grupo clásico disminuyó un 6.4% ($50.87\% \pm 15.5\%$ al inicio y $47.6\% \pm 16.4\%$) y el GC disminuyó un 12.6% ($66.5\% \pm 17.79\%$ al inicio y $58.28\% \pm 12.4\%$ al final) (Tabla 5.20 y Gráfica 5.17).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$PORC_{F250msPIEREXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	60.58 ± 15.88
		Grupo clásico	50.87 ± 15.50
		Grupo _{CONTROL}	66.50 ± 17.79
	Test final	Grupo específico	65.75 ± 14.41
		Grupo clásico	47.64 ± 16.42
		Grupo _{CONTROL}	58.28 ± 12.42

Tabla 5.20. El porcentaje de nivel de realización de la fuerza máxima en que se realizó la fuerza muscular de los extensores de piernas en nivel de 250 milisegundos



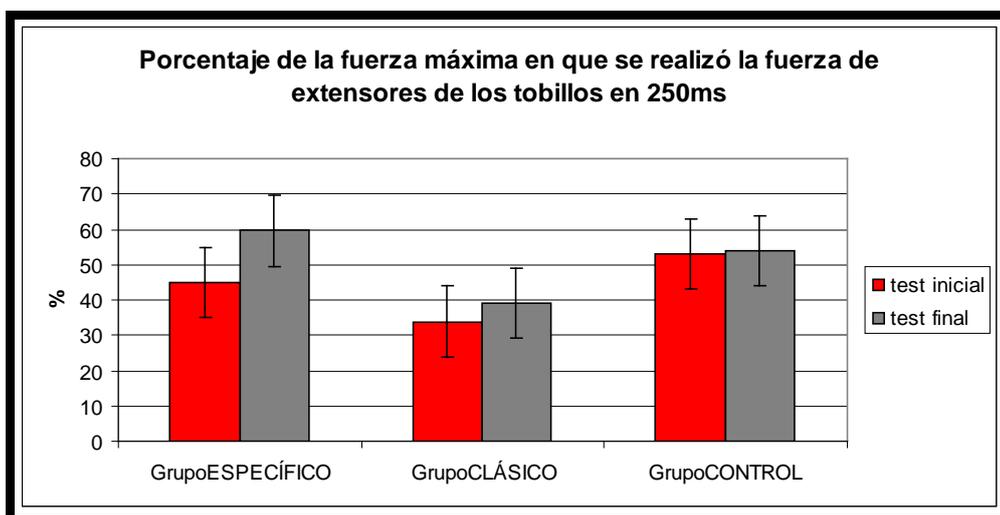
Gráfica 5.17. Porcentaje de nivel de realización de la fuerza máxima en se realizó la fuerza muscular de los extensores de piernas en nivel de 250 milisegundos

5.2.3.4.3. Análisis estadístico del porcentaje del nivel de realización de fuerza muscular de extensores de tobillos- $PORC_{F250msTOBEXTISO}$

El Grupo específico aumentó un 32% ($44.83\% \pm 21\%$ al inicio y $59.58\% \pm 16\%$ al final), de la misma manera que el Grupo clásico con un 15.67% ($33.87\% \pm 13.26\%$ al inicio y $39.18\% \pm 8\%$ al final) yC en menor proporción, solo un 1.8% ($53\% \pm 7.9\%$ al inicio y $54\% \pm 6.62\%$ al final) (Tabla 5.21 y Gráfica 5.18).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$PORC_{F250msTOBEXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	44.83 \pm 21.0
		Grupo clásico	33.87 \pm 13.26
		Grupo _{CONTROL}	53.05 \pm 7.92
	Test final	Grupo específico	59.58 \pm16.01
		Grupo clásico	39.18 \pm8.07
		Grupo _{CONTROL}	54.00 \pm6.62

Tabla 5.21. Porcentaje de fuerza máxima en que se realizó la fuerza muscular de los extensores de tobillos a los 250 milisegundos



Gráfica 5.18. Porcentaje de la fuerza máxima en que se realizó la fuerza muscular de los extensores de tobillos a los 250 milisegundos

5.2.4. Análisis estadístico de la fuerza muscular desarrollada al 50% de la fuerza máxima

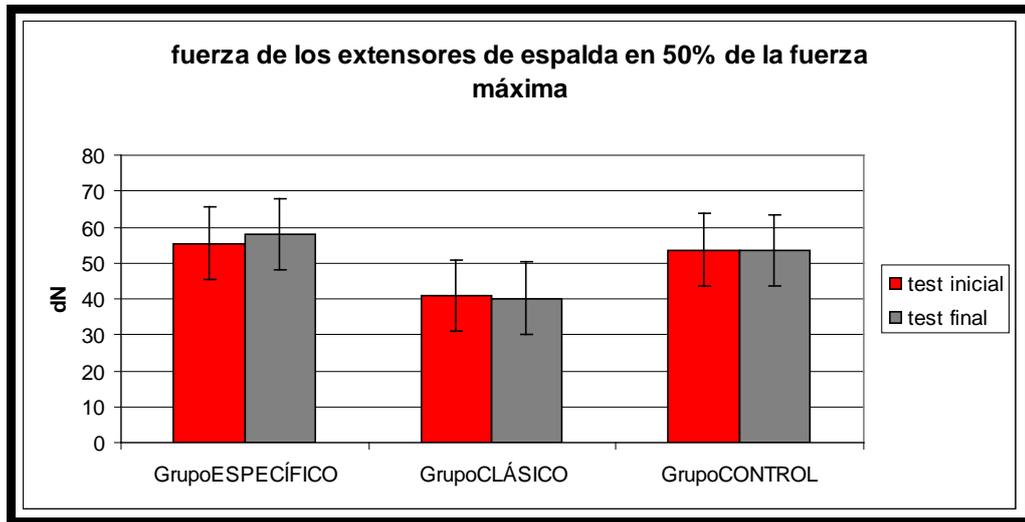
En este apartado se analizan los efectos de los entrenamientos en los dos grupos experimentales, comparándoles entre sí y con el grupo control, desde la relación de la fuerza muscular al 50% de la fuerza máxima y la fuerza máxima realizada en 100% de su capacidad en los tres grupos musculares analizados.

5.2.4.1. Análisis estadístico de la fuerza de los extensores de espalda- $F_{50ESPEXTISO}$

El Grupo específico mejoró un 5.4% (55.48 dN \pm 4.7 dN al inicio y 58.03 dN \pm 6.08 dN al final), mientras que por el contrario, el Grupo clásico empeoró un 1.9% (40.98 dN \pm 5.14 dN al inicio y 40.21 dN \pm 5.62 dN al final) y el GC se quedó apenas invariable (53.7 dN \pm 12.1 dN pre y 53.55 dN \pm 10.41 dN pos) (Tabla 5.22 y Gráfica 5.19).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$F_{50ESPEXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	55.48 \pm 4.70
		Grupo clásico	40.98 \pm 5.14
		Grupo _{CONTROL}	53.70 \pm 12.12
	Test final	Grupo específico	58.03 \pm 6.08
		Grupo clásico	40.21 \pm 5.62
		Grupo _{CONTROL}	53.55 \pm 10.41

Tabla 5.22. La fuerza muscular de los extensores de espalda realizada al nivel de 50% de la fuerza máxima



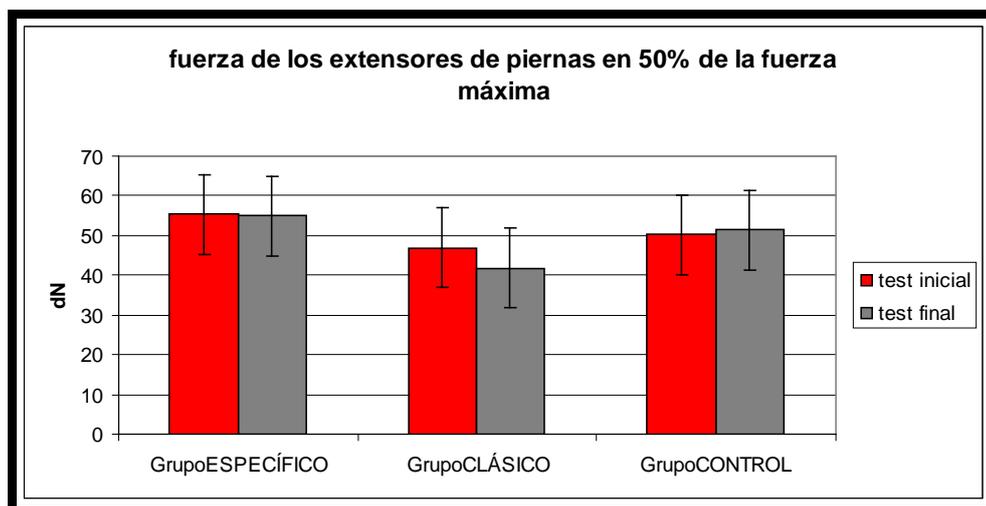
5.19. Gráfica de la fuerza muscular de los extensores de espalda realizada al 50% de la fuerza máx.

5.2.4.2. Análisis estadístico de la fuerza de los extensores de piernas - $F_{50PIEREXTISO}$

El Grupo específico se mantuvo similar ($55.4 \text{ dN} \pm 8.7 \text{ dN}$ al inicio y $54.89 \text{ dN} \pm 7.3 \text{ dN}$ al final), mientras que el Grupo clásico empeoró un 10.6% ($46.85 \text{ dN} \pm 8.0 \text{ dN}$ al inicio y $41.87 \text{ dN} \pm 5.12 \text{ dN}$ al final) y el GC permanece similar ($50.25 \text{ dN} \pm 11.1 \text{ dN}$ al inicio y $51.37 \text{ dN} \pm 10.13 \text{ dN}$ al final) (Tabla 5.23 y Gráfica 5.20).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$F_{50PIEREXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	55.40 ± 8.73
		Grupo clásico	46.85 ± 8.03
		Grupo _{CONTROL}	50.25 ± 11.19
	Test final	Grupo específico	54.89 ± 7.30
		Grupo clásico	41.87 ± 5.12
		Grupo _{CONTROL}	51.37 ± 10.13

Tabla 5.23. La fuerza muscular de los extensores de piernas realizada al 50% de la fuerza máxima



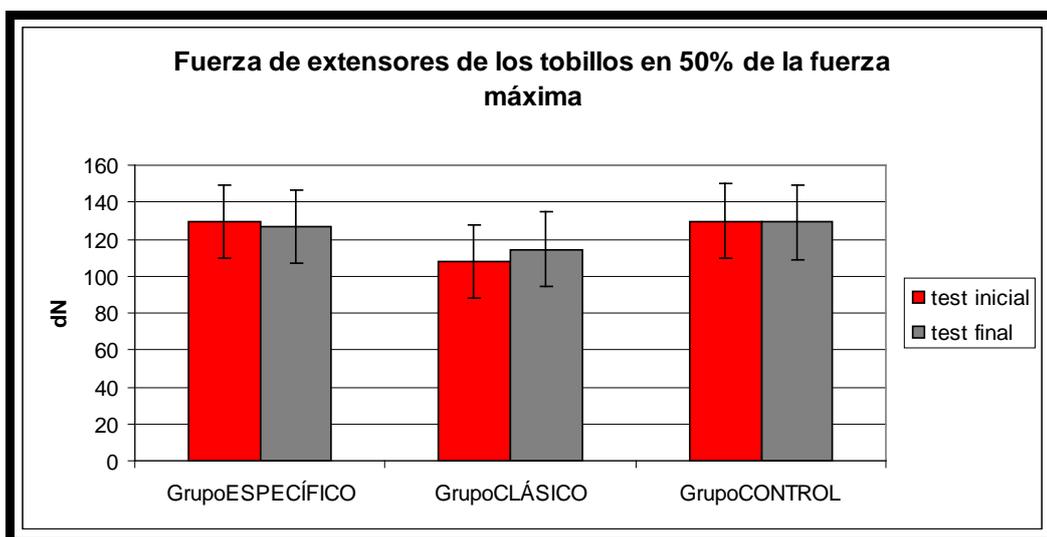
Gráfica 5.20. Fuerza muscular de los extensores de piernas realizada al 50% de la fuerza máxima

5.2.4.3. Análisis estadístico de la fuerza de los extensores de tobillos - $F_{50\%TOBEXTISO}$

El Grupo específico disminuyó cerca de un 2% (129.51 dN \pm 17.44 dN al inicio y 126.81 dN \pm 20.96 dN al final), mientras que el Grupo clásico aumentó un 6.29% (108 dN \pm 13.87 dN al inicio y 114.48 dN \pm 9.54 dN al final), a la vez que el GC se quedó como estaba (129.78 dN \pm 10.8 dN al inicio y 129.13 dN \pm 9.87 dN al final) (Tabla 5.24 y Gráfica 5.21).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$F_{50\%TOBEXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	129.51 \pm 17.44
		Grupo clásico	108.00 \pm 13.87
		Grupo _{CONTROL}	129.78 \pm 10.80
	Test final	Grupo específico	126.81 \pm 20.96
		Grupo clásico	114.48 \pm 9.54
		Grupo _{CONTROL}	129.13 \pm 9.87

Tabla 5.24. La fuerza muscular de los extensores de tobillos realizada al de 50% de la fuerza máxima



Gráfica 5.21. Fuerza muscular de los tobillos de piernas realizada al 50% de la fuerza máxima

5.2.5. Análisis estadístico de la fuerza máxima

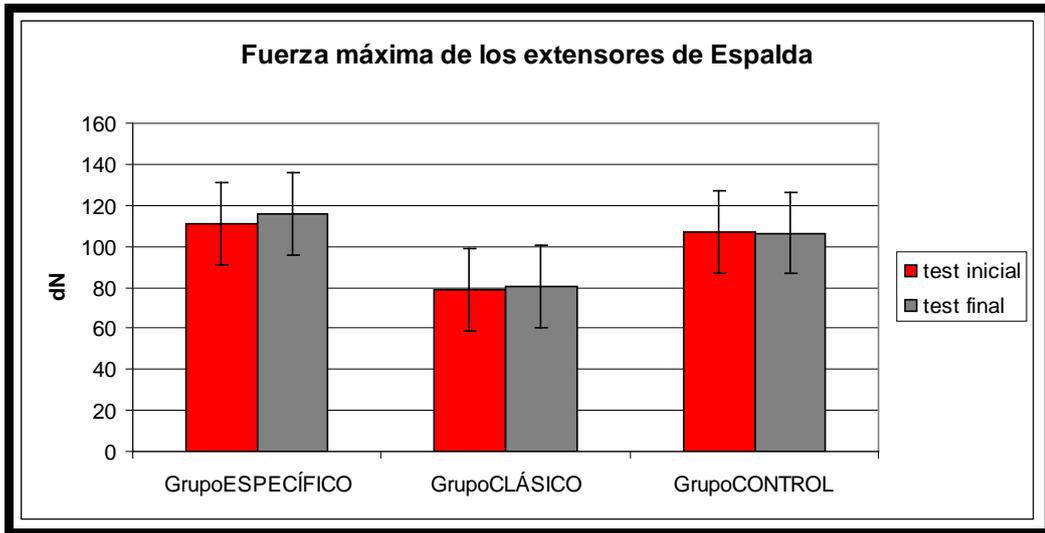
En este apartado se analizan los efectos de los entrenamientos en los dos grupos experimentales, comparándoles entre sí y con el grupo control, desde el nivel de la realización de la fuerza muscular máxima en los tres grupos musculares estudiados.

5.2.5.1. Análisis estadístico de la fuerza de los extensores de espalda- $F_{MAXESPEXTISO}$

El Grupo específico mejoró un 4.54% (110.88 dN \pm 9.41 dN al inicio y 115.92 dN \pm 12.19 dN al final), mientras que el Grupo clásico solo mejoró un 1.9% (78.85 dN \pm 12.1dN al inicio y 80.38 dN \pm 11.22 dN al final) y el GC apenas sufrió modificaciones en la fuerza máxima de los extensores de espalda (106.85 dN \pm 12.19 dN al inicio y 106.44 dN \pm 19.85 dN al final) (Tabla 5.25 y Gráfica 5.22).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$F_{MAXESPEXTISO}$	Test Inicial	Grupo específico	110.88 \pm 9.41
		Grupo clásico	78.85 \pm 12.18
		Grupo CONTROL	106.85 \pm 23.57
	Test final	Grupo específico	115.92 \pm 12.19
		Grupo clásico	80.38 \pm 11.22
		Grupo CONTROL	106.44 \pm 19.85

Tabla 5.25. La fuerza muscular de los extensores de espalda de la fuerza máxima



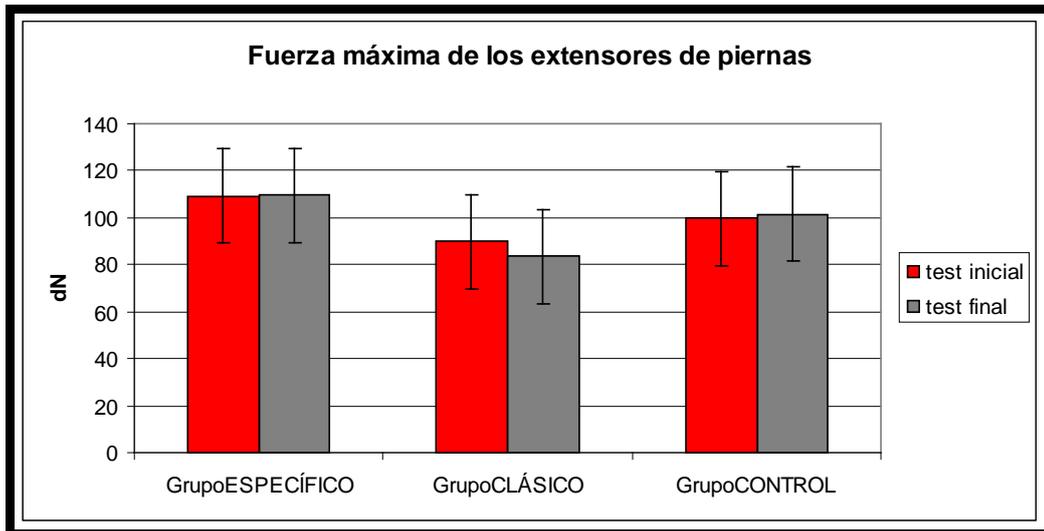
Gráfica 5.22. Fuerza máxima de los extensores de espalda

5.2.5.2. Análisis de la fuerza máxima de los extensores de piernas - $F_{\text{maxPIEREXTISO}}$

En cuanto a los extensores de piernas, no ha habido modificaciones en el Grupo específico (109.13 dN \pm 16.61 dN pre y 109.48 dN \pm 14.73 dN post) y el Grupo clásico experimentó una disminución de un 6.98% (89.79 dN \pm 15.46 dN pre y 83.52 dN \pm 10.23 dN post) mientras que el GC experimentó un ligero aumento de un 1.7% (99.7 dN \pm 21.69 dN pre y 101.46 dN \pm 19.48 dN post) (Tabla 5.26 y Gráfica 5.23).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$F_{\text{maxPIEREXTISO}}$	Test Inicial	Grupo específico	109.13 \pm 16.61
		Grupo clásico	89.79 \pm 15.46
		Grupo _{CONTROL}	99.70 \pm 21.69
	Test final	Grupo específico	109.48 \pm 14.73
		Grupo clásico	83.52 \pm 10.23
		Grupo _{CONTROL}	101.46 \pm 19.48

Tabla 5.26. La fuerza muscular de los extensores de piernas



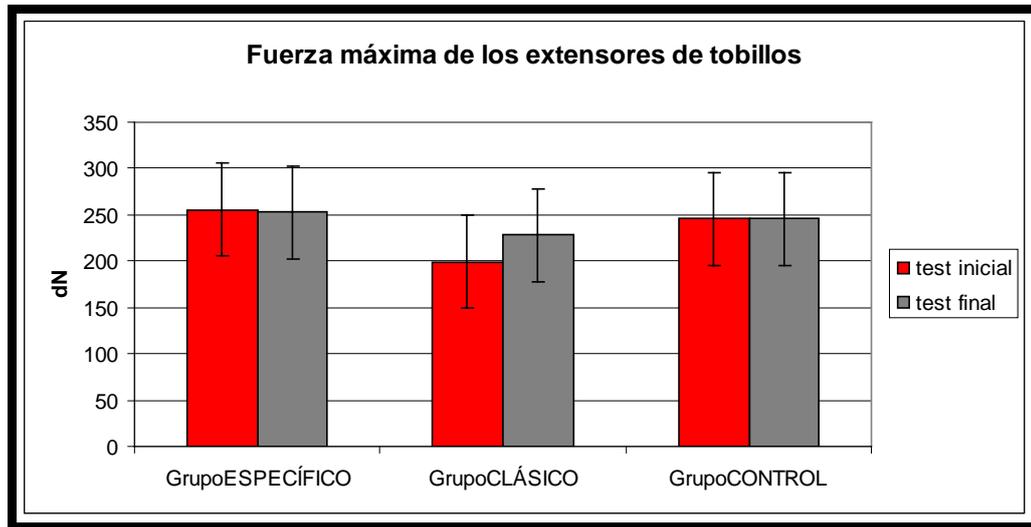
Gráfica 5.23. Evolución de la fuerza máxima de los extensores de piernas.

5.2.5.3. Análisis de la fuerza máxima de los extensores de tobillos - $F_{\max\text{TOBEXTISO}}$

Con respecto a la fuerza máxima de extensores de tobillos, el Grupo específico no cambió ($255.19 \text{ dN} \pm 36.33 \text{ dN}$ pre y $253.01 \text{ dN} \pm 41.7 \text{ dN}$ post), mientras que el Grupo clásico mejoró un 14.4% ($199.5 \text{ dN} \pm 26.2 \text{ dN}$ pre y $228.38 \text{ dN} \pm 19.8 \text{ dN}$ post) y el GC tampoco se modificó ($246.02 \text{ dN} \pm 41.7 \text{ dN}$ pre y $246.023 \text{ dN} \pm 21.64 \text{ dN}$ post) (Tabla 5.27 y Gráfica 5.24).

	Test	Grupos	MEDIA \pm DE
$F_{\max\text{TOBEXTISO}}$	Test Inicial	Grupo específico	255.19 ± 36.33
		Grupo clásico	199.50 ± 26.26
		Grupo _{CONTROL}	246.02 ± 25.18
	Test final	Grupo específico	253.01 ± 41.70
		Grupo clásico	228.38 ± 19.08
		Grupo _{CONTROL}	246.02 ± 21.64

Tabla 5.27. La fuerza muscular de los extensores de tobillos



Gráfica 5.24. Fuerza de los extensores de tobillos de la fuerza máxima

5.3. Evaluación estadística de los parámetros explosivos básicos, específicos y especiales absolutos de la fuerza

En este apartado se analizan los efectos de los entrenamientos en los dos grupos experimentales, comparándoles entre sí y con el grupo control, desde el gradiente de la fuerza muscular realizada a nivel general en los tres grupos musculares estudiados.

Segun el análisis de MANOVA, se puede verificar que hay diferencias significativas a nivel general en cuanto al gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda al inicio (Wilk's Lambda= 0.437; F= 3.383 y p=0.001) y al final (Wilk's Lambda= 0.376; F=4,167 y p= 0.000). El MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas ha verificado cambios al inicio (Wilk's Lambda= 0.526; F= 2.501 y p=0.013) y al final (Wilk's Lambda= 0.408; F= 3.729 y p= 0.001). En cuanto al análisis estadístico del gradiente de la fuerza de los extensores de tobillos del grupo control, se detectaron cambios al inicio (Wilk's Lambda= 0,288; F= 5,699 y p=0.000) y al final (Wilk's Lambda= 0.399; F= 3.843 y p= 0.000).

5.3.1. Evaluación estadística de los parámetros explosivos básicos absolutos

5.3.1.1. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de espalda

En cuanto al análisis estadístico, en los tres grupos hay cambios significativos al inicio (F= 8.869; p= 0.001) y al final (F= 6.791 y p= 0.003) según MANOVA (Tabla 5.28).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	RFDF _{MAXESPEXTISO}	8.86	.001
Test Final	RFD _{FMAXESPEXTISO}	6.79	.003

Tabla 5.28. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza máxima de los extensores de espalda

Los cambios importantes al inicio se han observado entre el Grupo específico y los dos grupos (Grupo clásico; $p= 0.001$, y Grupo control $p= 0.014$). Los cambios al final se han observado entre el Grupo específico y los otros dos grupos (Grupo clásico; $p=0.007$ y GC; $p=0.010$)(Tabla 5.29).

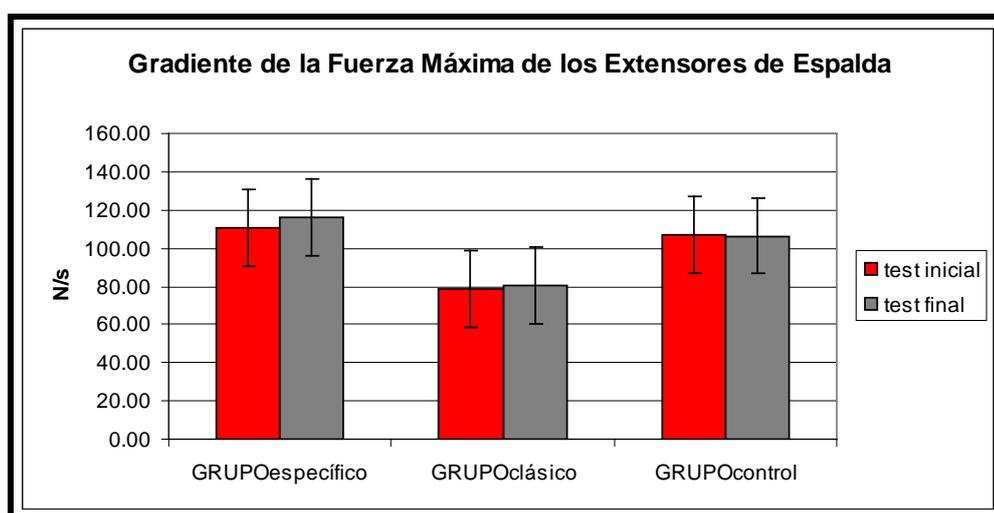
	Variable Dependientes	Grupos (I)	Grupos (J)	Diferencia de Media (I-J)	Error Estandard	p
Test inicial	RFD _{FMAXESPEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	83.2721*	20.54	.001*
			Grupo _{CONTROL}	49.5741*	16.43	.014*
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	33.70	18.83	0.245
Test Final	RFDF _{MAXESPEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	76.1938*	23.48	.007*
			Grupo _{CONTROL}	58.8878*	18.78	.010*
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	17.31	21.52	1

Tabla 5.29. Comparación intergrupos del gradiente de fuerza máxima de los extensores de espalda.

En cuanto al análisis estadístico descriptivo de los tres grupos de sujetos, se detectaron los siguientes resultados: el gradiente de la fuerza máxima del Grupo específico aumentó de $110.88 \text{ N/s} \pm 9.41 \text{ N/s}$ al inicio hasta $115.92 \text{ N/s} \pm 12.19 \text{ N/s}$ al final, al igual que el GC que aumentó un poco menos su gradiente de fuerza explosiva (de $78.85 \text{ N/s} \pm 12.18 \text{ N/s}$ hasta $80.39 \text{ N/s} \pm 11.23 \text{ N/s}$), mientras que el Grupo clásico se quedó al mismo nivel ($106.85 \text{ N/s} \pm 23.58 \text{ N/s}$ al inicio y $106.45 \text{ N/s} \pm 19.86 \text{ N/s}$ al final)(Tabla 5.30 y Gráfica 5.25).

	test inicial	test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPOexperimental	110,88 \pm 9,41	115,92 \pm 12,19
Grupo clásico	78,85 \pm 12,18	80,39 \pm 11,23
GRUPOcontrol	106,85 \pm 23,58	106,45 \pm 19,86

Tabla 5.30. Los resultados del gradiente básico de la fuerza de los extensores de espalda



Gráfica 5.25. Gradiente de la fuerza de los extensores de espalda

5.3.1.2. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas

En cuanto al análisis estadístico de los grupos, MANOVA ha demostrado cambios significativos entre los grupos en test inicial ($F= 5.078$; $p= 0.011$) y en test final ($F= 15.351$ y $p= 0.000$) (Tabla 5.31).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	$RFD_{FmaxPIEREXTISO}$	5.078	.011*
TestFinal	$RFD_{maxPIEREXTISO}$	15.351	.000*

5.31. Resultados del test entre sujetos del gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de piernas

Los cambios al nivel parcial se detectaron entre el Grupo específico y el Grupo control ($p=0.012$) al inicio, y entre el Grupo específico y los otros dos (Grupo clásico; $p= 0.000$ y GC; $p=0.001$) al final (Tabla 5.32).

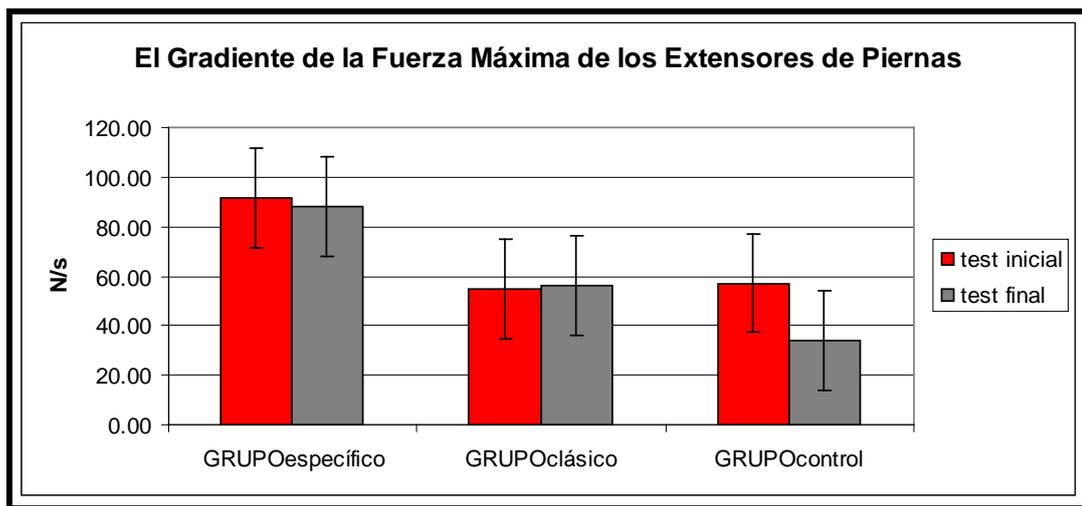
test	Variable Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	Error Estandard	p
Test Inicial	$RFD_{FmaxPIEREXTISO}$	GrupoESPECÍFICO	GrupoCLÁSICO	34.2019	14.91376	0.083
			GrupoCONTROL	36.5468*	11.93101	.012*
		GrupoCONTROL	GrupoCLÁSICO	2.3449	13.66869	1
Test Final	$RFD_{FmaxPIEREXTISO}$	GrupoESPECÍFICO	GrupoCLÁSICO	54.2985*	10.15289	.000*
			GrupoCONTROL	31.9141*	8.12231	.001*
		GrupoCONTROL	GrupoCLÁSICO	22.3844	9.30528	0.064

Tabla 5.32. Las diferencias del gradiente de fuerza explosiva máxima de los extensores de piernas entre los tres grupos de deportistas al final

En cuanto al análisis descriptivo, el Grupo específico pasó de 91.42 ± 44.5 N/s al inicio a un gradiente de 88.14 ± 29.06 N/s al final, mientras que el Grupo clásico realizó 54.87 ± 26.58 N/s al test inicial y 56.22 ± 20.89 N/s en test final. El GC El realizó 57.22 ± 24.52 N/s en test inicial y 33.84 ± 10.17 N/s al test final (Tabla 5.33. y la Gráfica 5.26).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPOexperimental	91,42 \pm 44,59	88,14 \pm 29,06
Grupo clásico	54,87 \pm 26,58	56,22 \pm 20,89
GRUPOcontrol	57,22 \pm 24,52	33,84 \pm 10,17

Tabla 5.33. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza máxima de los extensores de piernas



Gráfica 5.26. Resultados del gradiente de la fuerza de los extensores de piernas de tres grupos de sujetos

5.3.1.3. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos

En cuanto al análisis estadístico del gradiente de fuerza explosiva de extensores de tobillos, se han observado cambios importantes entre el test inicial ($F= 26.890$ y $p= 0.000$) y el test final ($F= 11.270$ y $p= 0.000$) (Tabla 5.34).

Test	VARIABLES Dependientes	F	p
Test Inicial	$RFD_{FmaxTOBEXTISO}$	26.890	.000*
TestFinal	$RFD_{FmaxTOBEXTISO}$	11.270	.000*

5.34. Resultados de MANOVA de gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de tobillos

Estos cambios de forma más concreta se observaron entre el Grupo específico con el Grupo clásico ($p= 0.000$) al inicio, y entre el Grupo específico con el Grupo clásico ($p= 0.000$) y con el GC ($p= 0.036$) al test final. (Tabla 5.35).

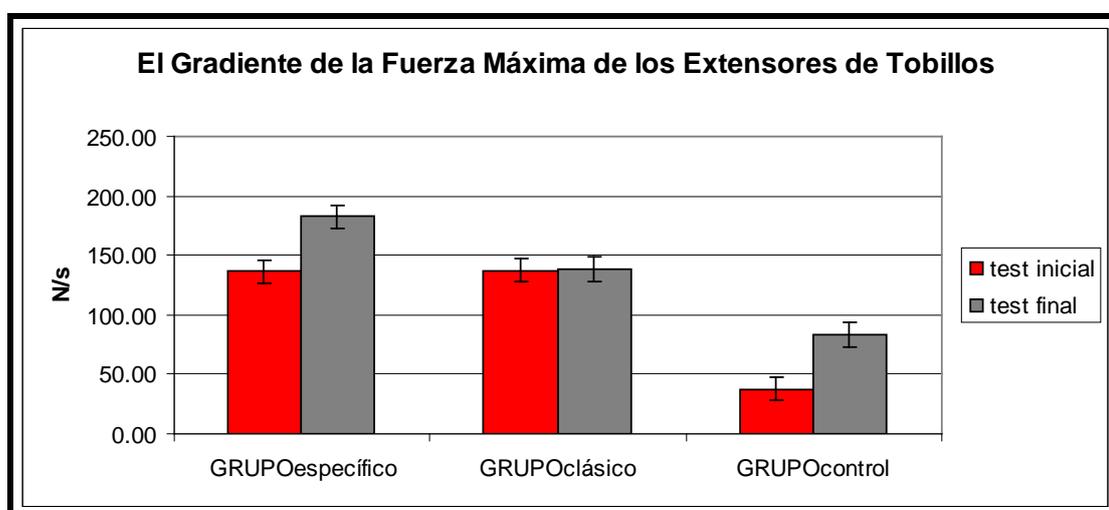
	Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	p
Test inicial	RFD _{FmaxTOBEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	967.28 [†]	.000*
			Grupo _{CONTROL}	12.24	1
Test Final	RFD _{FmaxTOBEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	974.90 [†]	.000*
			Grupo _{CONTROL}	434.47 [†]	.036*
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	540.42 [†]	.020*

Tabla 5.35. Diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de tobillos

En cuanto al análisis descriptivo de los tres grupos de sujetos, el Grupo específico pasó de 136.34 ± 53.10 N/s en el test inicial a 182.39 ± 75.1 N/s en el test final. El Grupo clásico pasó de 137.58 ± 24.77 N/s en el test inicial a 138.1 ± 23.87 N/s en el test final, mientras que el GC pasó de 37.73 ± 10.83 N/s en el test inicial a 83.01 ± 27.49 N/s en el test final (Tabla 5.36 y Gráfica 5.27).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPOexperimental	136,34 \pm 53,10	182,39 \pm 75,10
Grupo clásico	137,58 \pm 24,77	138,10 \pm 23,87
GRUPOcontrol	37,73 \pm 10,83	83,01 \pm 27,49

Tabla 5.36. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos



Gráfica 5.27. El gradiente de la fuerza máxima de los extensores de tobillos

5.3.2. Evaluación estadística de los parámetros explosivos específicos absolutos

5.3.2.1. Análisis estadístico del gradiente de fuerza explosiva de extensores de espalda a los 250 milisegundos

En cuanto al análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda, los tres grupos experimentaron cambios importantes ($F=7.098$ y $p=0.002$) en el test Inicial y en el test final ($F= 11.643$ y $p= 0.000$) a nivel general (Tabla 5.37).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	RFD _{250ms} ESPEXTISO	7.098	.002
TestFinal	RFD _{250ms} ESPEXTISO	11.643	.000

Tabla 5.37. Resultados de MANOVA del gradiente de fuerza explosiva realizada a los 250 milisegundos de extensores de espalda

A nivel parcial se detectaron cambios entre el Grupo específico y el Grupo clásico en el test inicial ($p=0.002$). A nivel parcial se detectaron cambios entre el Grupo específico y el Grupo clásico en el test final ($p=0.000$), al igual que entre el Grupo específico y el GC ($p=0.024$) (Tabla 5.38).

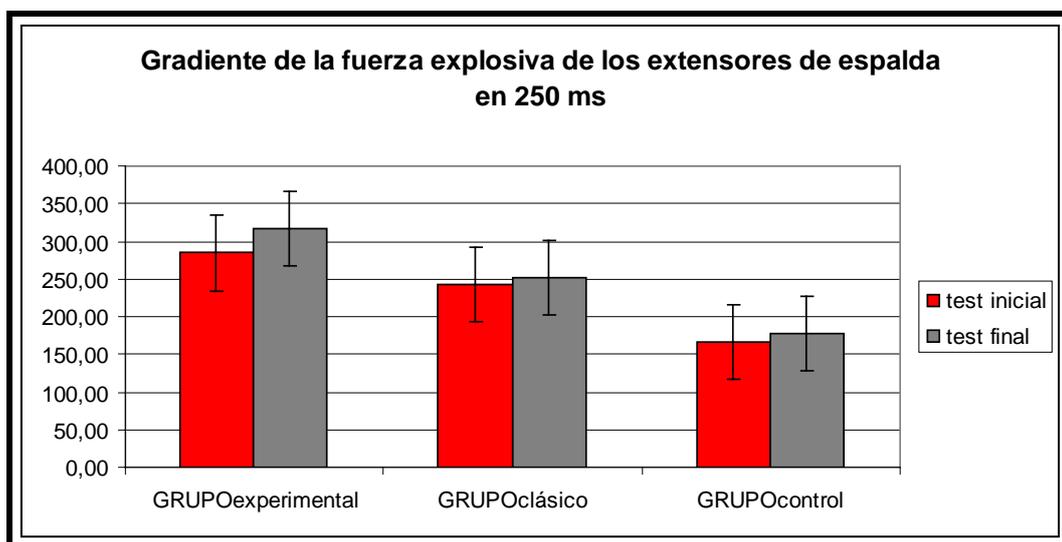
	Variable Dependientes	Grupos (I)	Grupos (J)	Diferencia de Media (I-J)	Error Estandard	p
Test inicial	RFD _{250ms} ESPEXTISO	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	117.96[*]	31.36	.002*
			Grupo _{CONTROL}	42.48	25.09	0.296
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	75.48	28.74	.037*
Test Final	RFD _{250ms} ESPEXTISO	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	139.25[*]	28.99	.000*
			Grupo _{CONTROL}	64.87[*]	23.19	.024*
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	74.38	26.57	.024*

Tabla 5.38. Diferencias entre grupos del gradiente de la fuerza explosiva de extensores de espalda desarrollada a los 250 ms

Se puede observar, como en todos se elevan los datos del test final con respecto al test inicial, siendo mayor en el Grupo específico con respecto a los otros dos grupos (Tabla 5.39 y la Gráfica 5.28).

	Test Inicial	Test Final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	284,73 ± 59,80	316,73 ± 59,93
GRUPO CLÁSICO	242,24 ± 76,28	251,86 ± 69,90
GRUPO _{CONTROL}	166,76 ± 59,52	177,48 ± 49,13

Tabla 5.39. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza de los extensores de espalda a los 250ms



Gráfica 5.28. Gradiente de la fuerza explosiva a los 250 ms de los extensores de espalda

5.3.2.2. Análisis estadístico del gradiente de fuerza explosiva de extensores de piernas a los 250 milisegundos

En cuanto al análisis de MANOVA se han observado cambios importantes en el gradiente de fuerza explosiva de extensores de piernas a los 250 ms en el test final ($F= 5.695$ y $p= 0.007$)(Tabla 5.40.)

Test	Variabes Dependientes	F	p
Test Inicial	$RFD_{250msPIEREXTISO}$	2.411	.104
TestFinal	$RFD_{250msPIEREXTISO}$	5.695	.007*

5.40. MANOVA de fuerza explosiva a los 250 milisegundos de los extensores de piernas

Mientras que en el análisis más detallado, se detectaron los cambios más significativos entre los dos grupos experimentales, es decir, entre el Grupo específico y el Grupo clásico; $p= 0.006$ en el test final (Tabla 5.41).

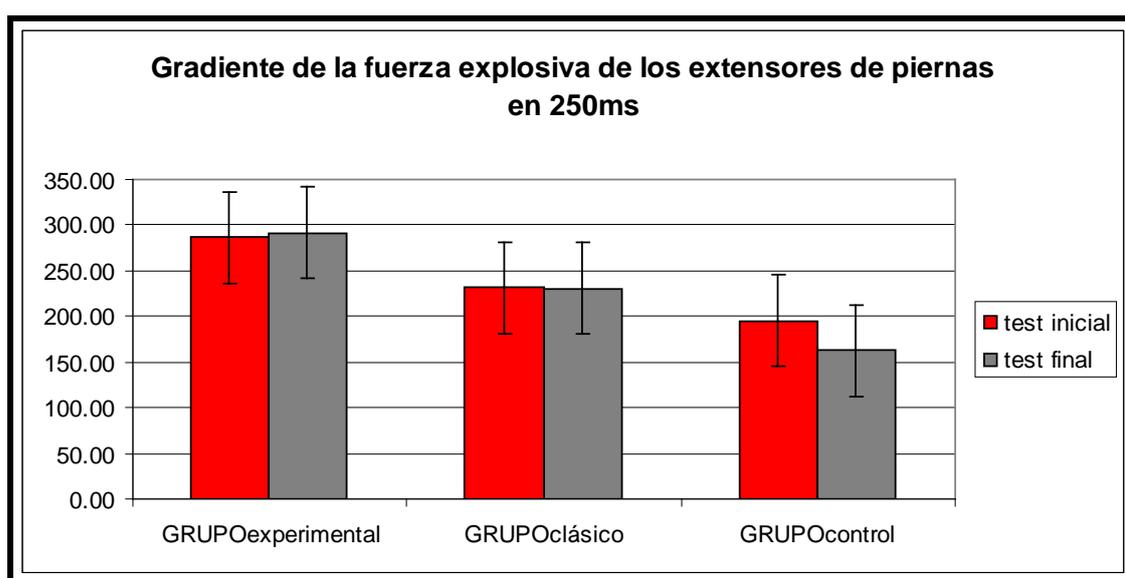
Test	Variable Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media	Error Estandard	p
Test Initial	$RFD_{250msPIEREXTISO}$	GrupoESPECÍFICO	GrupoCLÁSICO	91.6667	43.5089	0.126
			GrupoCONTROL	55.341	34.80712	0.361
		GrupoCONTROL	GrupoCLÁSICO	36.3257	39.87657	1
Test Final	$RFD_{250msPIEREXTISO}$	GrupoESPECÍFICO	GrupoCLÁSICO	128.6930*	38.34336	.006*
			GrupoCONTROL	60.8481	30.67469	0.164
		GrupoCONTROL	GrupoCLÁSICO	67.8449	35.14227	0.184

5.41. Diferencias entre grupos del gradiente de la fuerza explosiva desarrolla a los 250 milisegundos

En un análisis más detallado, se observan más diferencias entre el test inicial y el final de este gradiente, en el grupo específico, que ha aumentado de 286.88 ± 92.28 N/s a 291.34 ± 70.58 N/s. Mientras que el grupo clásico disminuye un poquito, de 231.54 ± 100.98 N/s a 230.49 ± 95.37 N/s y el GC bastante, de 195.21 ± 83.5 N/s a 162.65 ± 69.18 N/s (Tabla 5.42 y Gráfica 5.29).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPOexperimental	$286,88 \pm 92.28$	291.34 ± 70.58
Grupo clásico	231.54 ± 100.98	230.49 ± 95.37
GRUPOcontrol	195.21 ± 83.5	162.65 ± 69.18

Tabla 5.42. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms



Gráfica 5.29. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de pierna a los 250ms

5.3.2.3. Análisis estadístico del gradiente de fuerza explosiva de extensores de tobillos a los 250 milisegundos

Se observan diferencias intergrupos, tanto en test inicial ($F= 14.732$ y $p=0.000$) y final ($F= 11.298$ y $p=0.000$) en el gradiente de la fuerza explosiva (Tabla 5.43).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	RFD250msTOBEXTISO	14.732	.000*
TestFinal	RFD250msTOBEXTISO	11.298	.000*

Tabla 5.43. Manova de gradiente de fuerza explosiva a los 250 ms de extensores de tobillos

Los cambios a nivel parcial se detectaron en el test inicial entre el grupo clásico con el específico, $P=0.005$ y en test final entre el grupo clásico con el específico, $P=0.000$ (Tabla 5.44).

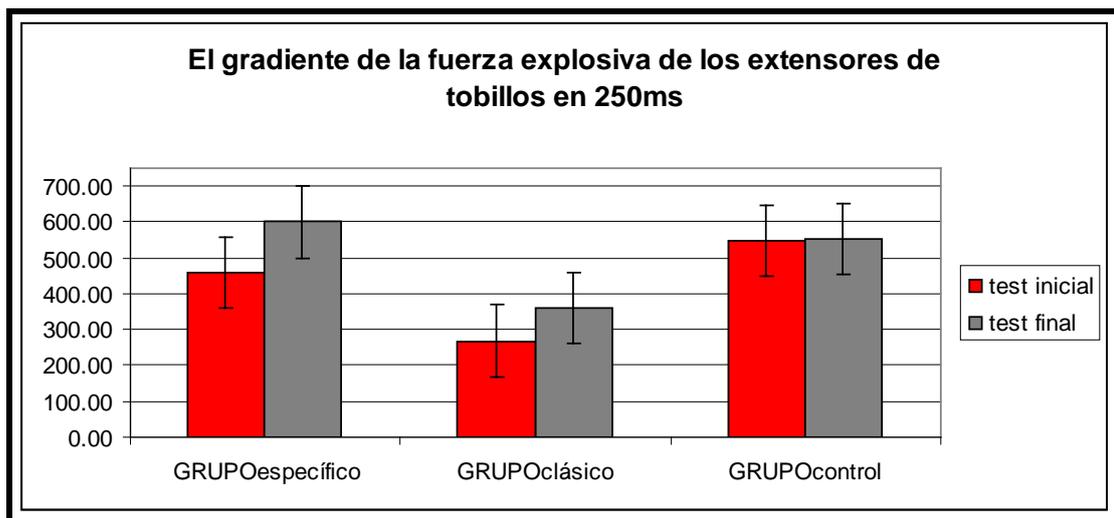
	VARIABLES DEPENDIENTES	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	DIFERENCIA DE MEDIA	p
Test inicial	RFD _{250ms} TOBEXTISO	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	191.1333*	.005*
			GRUPO _{CONTROL}	87.9937	0.173
Test Final	RFD _{250ms} TOBEXTISO	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	240.2958*	.000*
			GRUPO _{CONTROL}	46.1413	0.845
		GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	194.1545*	.001*

Tabla 5.44. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 250 milisegundos de los extensores de tobillos

A nivel descriptivo, subieron todos, pero con especial aumento en el específico y en el clásico, del test inicial al final (Tabla 5.45 y Gráfica 5.30).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	459,06 ± 176.65	599,74 ± 172.98
GRUPO _{CLÁSICO}	267,93 ± 84.33	359,45 ± 84.33
GRUPO _{CONTROL}	547,05 ± 90.71	553,60 ± 78.08

Tabla 5.45. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos



Gráfica 5.30. Resultados del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 250ms

5.3.2.4. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima

El análisis de MANOVA del gradiente de fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la F_{máx}, señala cambios en test inicial (F=4.802 y p=0.014) y en test final (F=13.508 y p= 0.000)(Tabla 5.46).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	RFD ₅₀ ESPEXTISO	4.802	.014
Test Final	RFD ₅₀ ESPEXTISO	13.508	.000

Tabla 5.46. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda

Dichos cambios a nivel parcial se detectaron entre el Grupo específico con el Grupo clásico (p=0.046) al inicio y al final (p= 0.001), y con el GC(p=0.024) al inicio y al final (p= 0.000)(tabla 5.47).

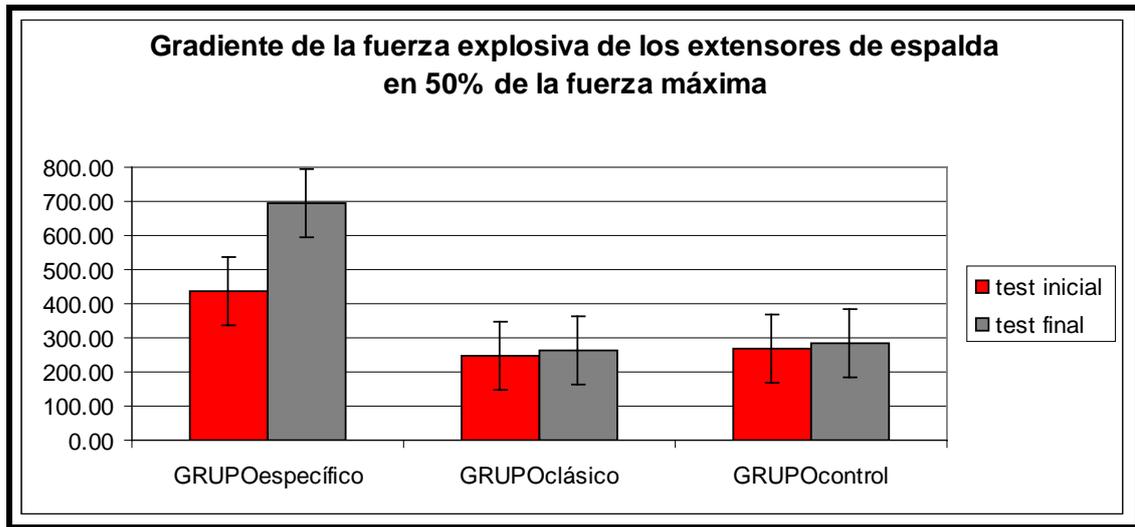
	Variable Dependientes	Grupos (I)	Grupos (J)	Diferencia de Media (I-J)	Error Estandard	p
Test inicial	RFD ₅₀ ESPEXTISO	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	189.5122*	74.57	.046*
			Grupo _{CONTROL}	167.4080*	59.65	.024*
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	22.10	68.34	1
Test Final	RFD ₅₀ ESPEXTISO	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	429.5451*	105.26	.001*
			Grupo _{CONTROL}	406.5639*	84.21	.000*
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	22.98	96.47	1

Tabla 5.47. El análisis del gradiente de la fuerza explosiva de 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda

A nivel descriptivo, entre pre y post, se observan grandes crecimientos en el grupo específico y moderados en los grupos clásico y control (Tabla 5.48 y Gráfica 5.31).

	test inicial	test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
Grupo _{específico}	434.36 ± 231.37	692.62 ± 380.19
Grupo _{clásico}	244.84 ± 165.99	263.08 ± 172.14
GRUPO _{control}	266.95 ± 104.07	286.06 ± 94.65

Tabla 5.48. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima



Gráfica 5.31. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima

5.3.2.5. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima

El análisis de MANOVA del gradiente de fuerza explosiva de los extensores de piernas, solo detectó cambios entre grupos en el test final ($F= 4.608$ y $p= 0.016$) (Tabla 5.49).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	RFD _{50PIEREXTISO}	1.520	.232
TestFinal	RFD _{50PIEREXTISO}	4.608	.016*

Tabla 5.49. MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas

Los cambios a nivel parcial solo se detectaron entre el Grupo específico y el Grupo clásico ($p= 0.016$) al test final (Tabla 5.50).

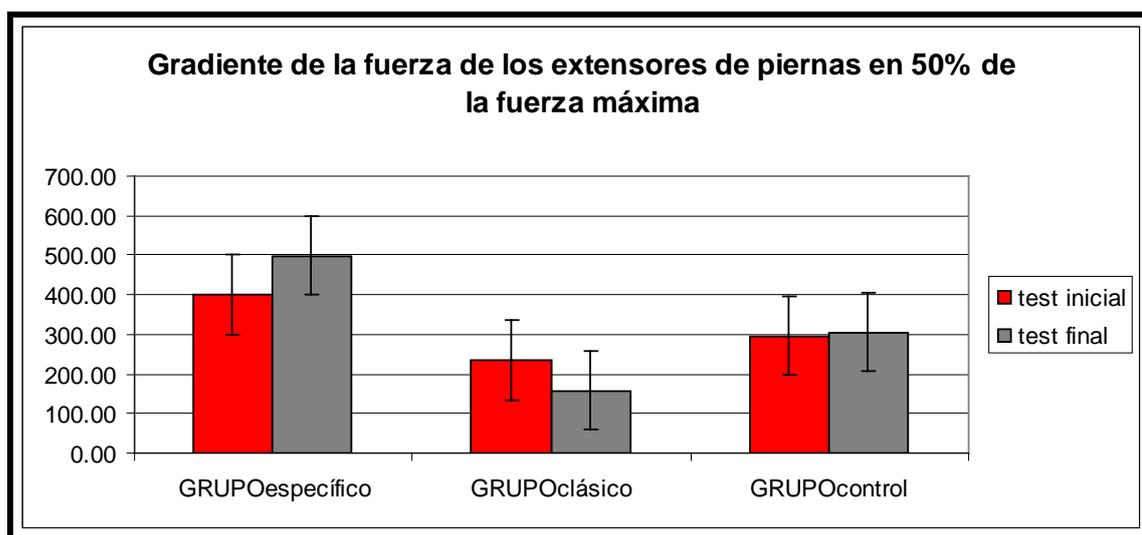
	Variable Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	Error Estandard	p
Test Inicial	RFD _{50%PIEREXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	166.6989	100.5888	0.318
			Grupo _{CONTROL}	104.4762	80.47103	0.607
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	62.2227	92.19114	1
Test Final	RFD _{50%PIEREXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	340.7487*	115.3615	.016*
			Grupo _{CONTROL}	192.3493	92.28916	0.132
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	148.3994	105.7305	0.506

Tabla 5.50. Diferencias del gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas

A nivel descriptivo, mientras el Grupo específico creció bastante, de 400.96 ± 254.70 N/s a 498.59 ± 352.25 N/s, el Grupo clásico disminuyó de 234.26 ± 159.78 N/s a 157.84 ± 100.90 N/s y el GC aumentó un poco, de 296.49 ± 218.21 N/s a 306.24 ± 220.93 N/s (Tabla 5.51 y Gráfica 5.32).

	Test inicial	test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
Grupo específico	400.96 \pm 254.70	498.59 \pm 352.25
Grupo clásico	234.26 \pm 159.78	157.84 \pm 100.90
GRUPOcontrol	296.49 \pm 218.21	306.24 \pm 220.93

Tabla 5.51. El gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas



Gráfica 5.32. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima

5.3.2.6. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima

En cuanto al análisis de MANOVA entre los grupos, con respecto al gradiente de fuerza explosiva de extensores de tobillos al 50% de la $F_{\text{máx}}$, se detectó cambio significativo en el test final ($F= 11.551$ y $p= 0.000$)(Tabla 5.52).

Test	VARIABLES Dependientes	F	p
Test Inicial	$RFD_{50\%TOBEXTISO}$	2.99	.063
TestFinal	$RFD_{50\%TOBEXTISO}$	11.55	.000*

Tabla 5.52. MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos

Los cambios se detectaron entre el grupo clásico y los otros dos (el específico; $p= 0.000$; y el GC $p= 0.001$) (Tabla 5.53).

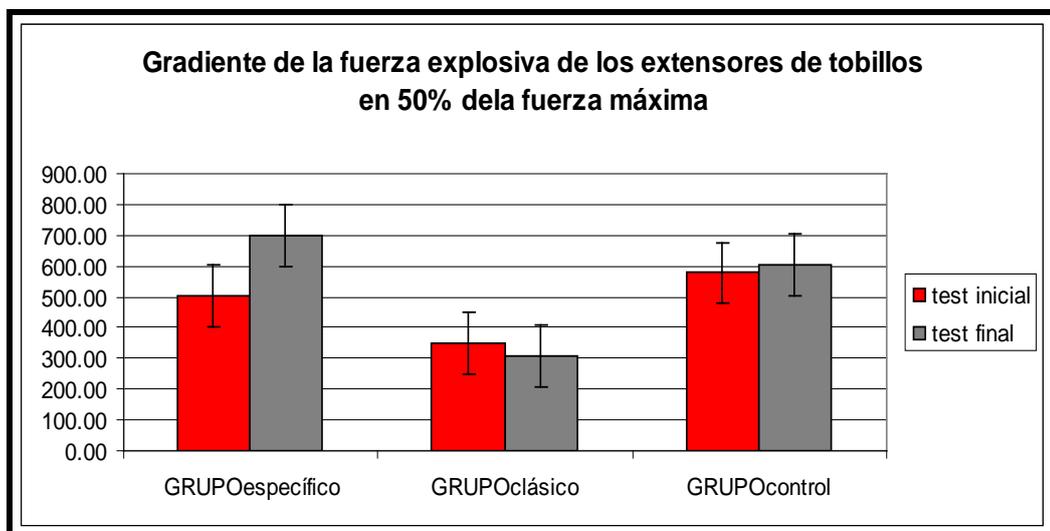
	Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	p
Test inicial	RFD _{50%} TOBEXTISO	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	153.2236	0.418
			Grupo _{CONTROL}	73.8704	1
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	227.094	0.058
Test Final	RFD _{50%} TOBEXTISO	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	388.2588*	.000*
			Grupo _{CONTROL}	94.401	0.488
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	293.8578*	.001*

Tabla 5.53. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva desarrollada al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos

En cuanto al análisis descriptivo, El Grupo específico incrementó entre el pre y post test de 503.80 ± 214.29 N/s a 698.05 ± 257.18 N/s, mientras que el GC incrementó mucho menos, de 577.67 ± 153.77 N/s a 603.65 ± 148.78 N/s y el Grupo clásico disminuyó de 350.57 ± 353.20 N/s a 309.79 ± 111.47 N/s (Tabla 5.54 y Gráfica 5.33).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
Grupo específico	503.80 \pm 214.29	698.05 \pm 257.18
Grupo clásico	350.57 \pm 353.20	309.79 \pm 111.47
GRUPOcontrol	577.67 \pm 153.77	603.65 \pm 145.78

Tabla 5.54. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima



Gráfica 5.33. Gradiente de fuerza explosiva de extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima

5.3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS EXPLOSIVOS ESPECIALES ABSOLUTOS

5.3.3.1. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100 milisegundos- RFD_{F100msESPEXTISO}

En cuanto al análisis estadístico de los parámetros explosivos especiales absolutos de los extensores de espalda a los 100 ms, se detectaron diferencias importantes entre los grupos, tanto al inicio (F= 3.837; p= 0.031) como al final (11.278; p= 0.000) (Tabla 5.55).

Test	Variabes Dependientes	F	p
Test Inicial	RFD _{100msESPEXTISO}	3.837	.031
TestFinal	RFD _{100msESPEXTISO}	11.278	.000

Tabla 5.55. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva realizada a los 100 milisegundos de los extensores de espalda

Estas diferencias en la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100 ms, se observaron principalmente entre el Grupo específico con el Grupo clásico (p= 0.031) al inicio, y entre Grupo específico con el grupo clásico (p= 0.000) y con el GC (p= 0.001) al final (tabla 5.56).

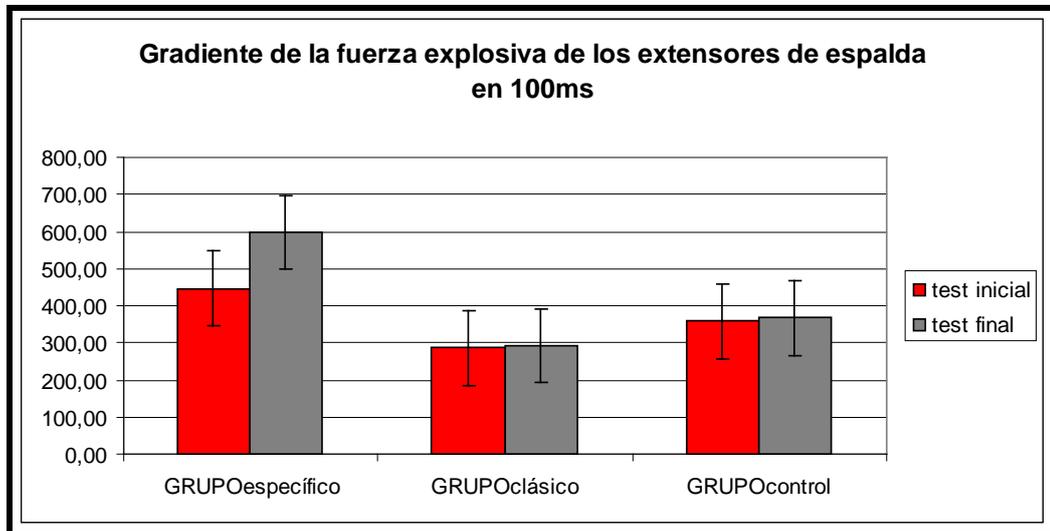
Test	Variable Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	Error Estandard	P
Test inicial	RFD _{100msESPEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	160.6694[*]	59.42	.031*
			Grupo _{CONTROL}	89.03	47.54	0.207
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	71.64	54.46	0.589
Test Final	RFD _{100msESPEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	307.1238[*]	72.67	.000*
			Grupo _{CONTROL}	231.9402[*]	58.14	.001*
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	75.18	66.61	0.799

Tabla 5.56. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 100 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de espalda

A nivel descriptivo, se observa como el Grupo específico aumentó de 446.41 ± 150.33 N/s al inicio, hasta 598.80 ± 233.45 N/s al final. El GC solo incremento desde 357.39 ± 131.16 N/s al inicio hasta 366.86 ± 120.50 N/s al final. Y el Grupo clásico aumentó otro poco desde el principio 285.74 ± 85.83 N/s hasta el final 291.67 ± 94.55 N/s al final (Tabla 5.57. y la Gráfica 5.34).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO ESPECÍFICO	446.41 ± 150.33	598.80 ± 233.45
GRUPO CLÁSICO	285.74 ± 85.83	291.67 ± 94.55
GRUPO CONTROL	357.39 ± 131.16	366.86 ± 120.50

Tabla 5.57. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms



Gráfica 5.34. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms

5.3.3.2. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 100 milisegundos- RFD_{F100msPIEREXTISO}

En cuanto al análisis estadístico de los parámetros explosivos especiales absolutos de los extensores de piernas a los 100 ms se detectaron modificaciones importantes entre grupos en el test final ($F= 3.382$; $p= 0.045$) (Tabla 5.58).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	RFD _{100msPIEREXTISO}	1.200	.313
Test Final	RFD _{100msPIEREXTISO}	3.382	.045*

Tabla 5.58. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva realizada a los 100 milisegundos de extensores de piernas

Estos cambios entre grupos en el test final se observaron solo entre el Grupo específico y el Grupo clásico ($p= 0.042$) al test final (Tabla 5.59).

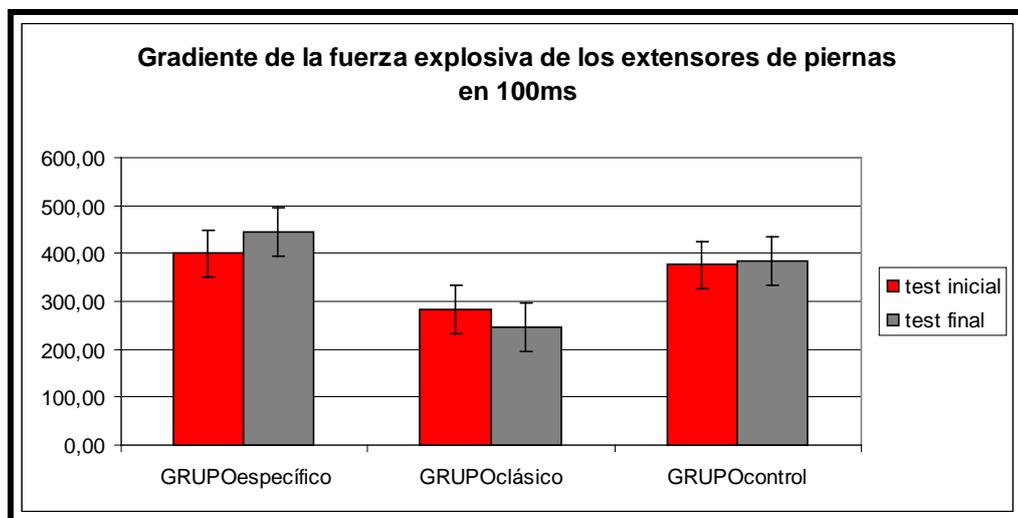
Test	Variable Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	Error Estandard	p
Test Inicial	RFD _{100ms} PIEREXTISO	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	116.48	78.11	0.433
			Grupo _{CONTROL}	23.81	62.49	1
Grupo _{CONTROL}		Grupo _{CLÁSICO}	92.679	71.59	0.611	
Test Final		Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	199.26*	77.31	.042*
			Grupo _{CONTROL}	61.13	61.84	0.988
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	138.13	70.85	0.177

Tabla 5.59. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 100 milisegundos de los extensores de piernas

A nivel descriptivo, EL Grupo específico incrementó de 399.83 ± 171.41 N/s al inicio hasta 444.87 ± 166.57 N/s al final, mientras que el GC solo incrementó desde 376.02 ± 191.99 N/s al inicio hasta 383.73 ± 192.48 N/s al final y el Grupo clásico disminuyó desde 283.34 ± 92.81 N/s al inicio hasta 245.60 ± 86.54 N/s al final (Tabla 5.60 y Gráfica 5.35).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	399.83 ± 171.41	444.87 ± 166.57
GRUPO _{CLÁSICO}	283.34 ± 92.81	245.60 ± 86.54
GRUPO _{CONTROL}	376.02 ± 191.99	383.73 ± 192.48

Tabla 5.60. El gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 100ms



Gráfica 5.35. El gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 100ms

**5.3.3.3. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 100 milisegundos-
RFD_{F100msTOBEXTISO}**

En cuanto al análisis estadístico de los parámetros explosivos especiales absolutos de los extensores de tobillos a los 100 ms se detectaron modificaciones importantes en ambos momentos: inicio (F= 8.779; p= 0.001) y final (F= 4.463; p= 0.016) (tabla 5.61).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	RFD _{100msTOBEXTISO}	8.779	.001*
TestFinal	RFD _{100msTOBEXTISO}	4.643	.016*

Tabla 5.61. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva a los 100 milisegundos de los extensores de tobillos

Estos cambios se dieron en el test inicial entre el grupo control con el grupo específico (p=0.045) (Tabla 5.62).

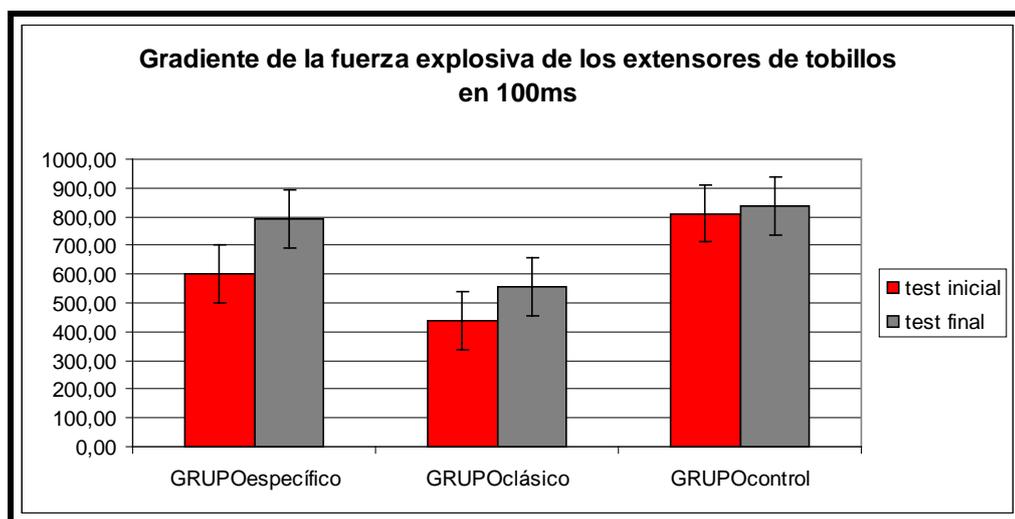
Test	Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	P
Test inicial	RFD _{100msTOBEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	164.4035	0.352
			Grupo _{CONTROL}	209.2831[†]	.045*
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	373.6866 [†]	.001*
Test Final	RFD _{100msTOBEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	236.6319	0.075
			Grupo _{CONTROL}	43.0332	1
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	279.6651 [†]	.014*

Tabla 5.62. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 100 milisegundos de los extensores de tobillos

A nivel descriptivo se observaron incrementos en todos los grupos entre el test inicial y el final: el grupo experimental pliométrico pasó de 601.82 ± 259.90 N/s a 793.35 ± 274.63 N/s , el GC pasó de 811.11 ± 209.85 N/s a 836.38 ± 193.64 N/s y el grupo clásico de 437.42 ± 202.76 N/s a 556.72 ± 201.47 N/s (Tabla 5.63 y Gráfica 5.36).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	601.82 ± 259.90	793.35 ± 274.63
GRUPO _{CLÁSICO}	437.42 ± 202.76	556.72 ± 201.47
GRUPO _{CONTROL}	811.11 ± 209.85	836.38 ± 193.64

Tabla 5.63. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 100ms



Gráfica 5.36. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 100ms

5.3.3.4. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180 milisegundos- RFD_{F180msESPEXTISO}

En cuanto al análisis estadístico de los parámetros explosivos especiales absolutos de los extensores de espalda a los 180 ms, se detectaron diferencias importantes entre los grupos en el test inicial ($F= 4.853$; $p= 0.013$) y en el test final ($F= 12.288$; $p= 0.000$) (Tabla 5.64).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	RFD _{180msBASICESPEXTISO}	4.853	.013
TestFinal	RFD _{180msBASICESPEXTISO}	12.288	.000

Tabla 5.64. Resultados de MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva realizada a los 180 milisegundos de los extensores de espalda

Los cambios a nivel parcial se detectaron entre el Grupo específico con el Grupo clásico ($p=0.013$) al inicio, y entre Grupo específico con el Grupo clásico ($p= 0.000$) y con el Grupo control ($p=0.001$) al final (Tabla 5.65).

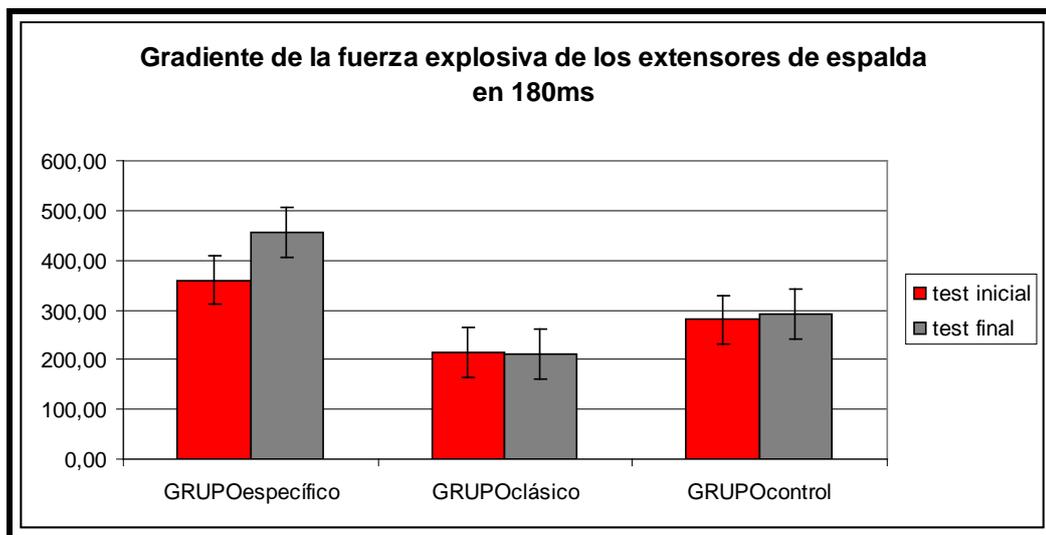
	Variable Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	Error Estandard	p
Test Inicial	RFD _{180msESPEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	145.3495*	47.77	.013*
			Grupo _{CONTROL}	80.28	38.22	0.128
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	65.07	43.78	0.437
Test Final	RFD _{180msESPEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	243.2990*	52.70	.000*
			Grupo _{CONTROL}	163.2540*	42.16	.001*
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	80.05	48.30	0.318

Tabla 5.65. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms

A nivel descriptivo comparativo entre antes y después, se produjo un incremento grande en el Grupo específico de 360.23 ± 135.20 N/s a 455.07 ± 172.11 N/s, un poco menor en el GC que pasó de 279.95 ± 92.82 N/s a 291.82 ± 85.47 N/s y una ligera disminución en el Grupo clásico que pasó de 214.88 ± 76.07 N/s a 211.77 ± 63.91 N/s (Tabla 5.66 y gráfica 5.37).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO ESPECÍFICO	360.23 ± 135.20	455.07 ± 172.11
GRUPO CLÁSICO	214.88 ± 76.07	211.77 ± 63.91
GRUPO CONTROL	279.95 ± 92.82	291.82 ± 85.47

Tabla 5.66. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms



Gráfica 5.37. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms

5.3.3.5. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 180 milisegundos-

RFD_{F180msPIEREXTISO}

En cuanto al análisis estadístico de los parámetros explosivos especiales absolutos de los extensores de piernas a los 180 ms, no hubo cambios significativos entre los grupos a nivel general, pero sí a nivel parcial entre el Grupo específico y el Grupo clásico ($p=0.049$) al test final (Tabla 5.67).

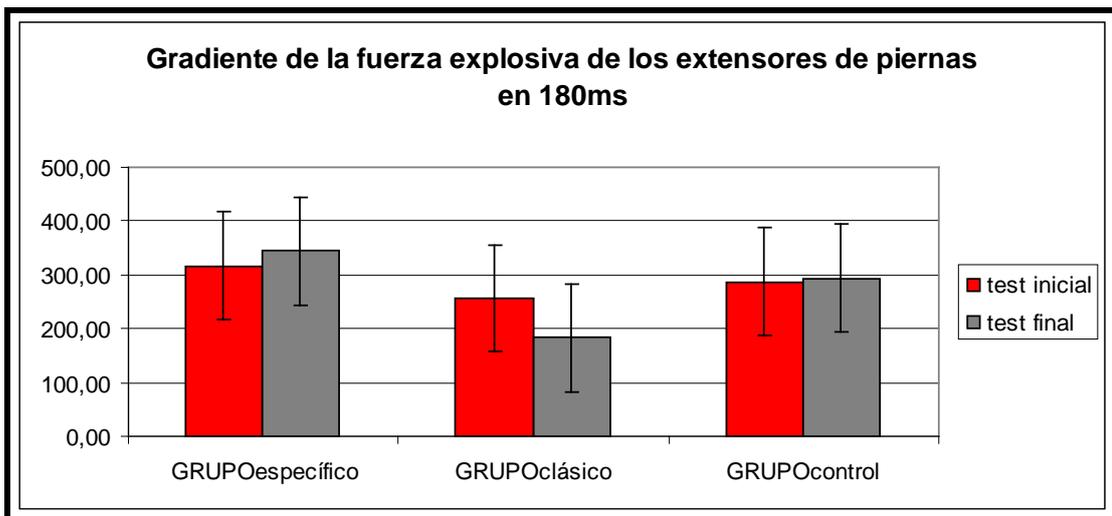
	Variable Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	Error Estandard	p
Test Inicial	RFD _{180ms} PIEREXTISO	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	59.5522	65.573	1
			Grupo _{CONTROL}	29.5037	52.4584	1
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	30.0485	60.09865	1
Test Final	RFD _{180ms} PIEREXTISO	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	160.3843*	63.77863	.049*
			Grupo _{CONTROL}	50.787	51.0229	0.978
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	109.5973	58.45408	0.206

Tabla 5.67. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 180 milisegundos de los extensores de piernas

A nivel descriptivo entre antes y después, se produjo un aumento en el grupo específico de 316.37 ± 109.47 N/s a 343.89 ± 106.01 N/s, mientras que este aumento fue menor en el GC que pasó de 286.87 ± 167.63 N/s a 293.10 ± 170.95 N/s y el Grupo clásico disminuyó de 256.82 ± 118.29 N/s al inicio a 183.50 ± 78.85 N/s al final (Tabla 5.68 y Gráfica 5.38).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	316.37 \pm 109.47	343.89 \pm 106.01
GRUPO _{CLÁSICO}	256.82 \pm 118.29	183.50 \pm 78.85
GRUPO _{CONTROL}	286.87 \pm 167.63	293.10 \pm 170.95

5.68. Descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de extensores de espalda a los 180ms



Gráfica 5.38. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms

**5.3.3.6. Análisis estadístico del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 180 milisegundos-
RFD_{F180msTOBEXTISO}**

En cuanto al análisis estadístico de los parámetros explosivos especiales absolutos de los extensores de tobillos a los 180 ms, se detectaron diferencias importantes entre los grupos, tanto a principio (F= 5.043; p= 0.012) como al final (F= 9.004; p= 0.001) (Tabla 5.69).

Test	Variables Dependientes	F	p
Test Inicial	RFD _{180msTOBEXTISO}	5.043	.012*
TestFinal	RFD _{180msTOBEXTISO}	9.004	.001*

Tabla 5.69. MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva a los 180 ms de extensores de tobillos

A nivel parcial se detectaron cambios entre el Grupo clásico con el Grupo específico (p= 0.001) al test final (tabla 5.70).

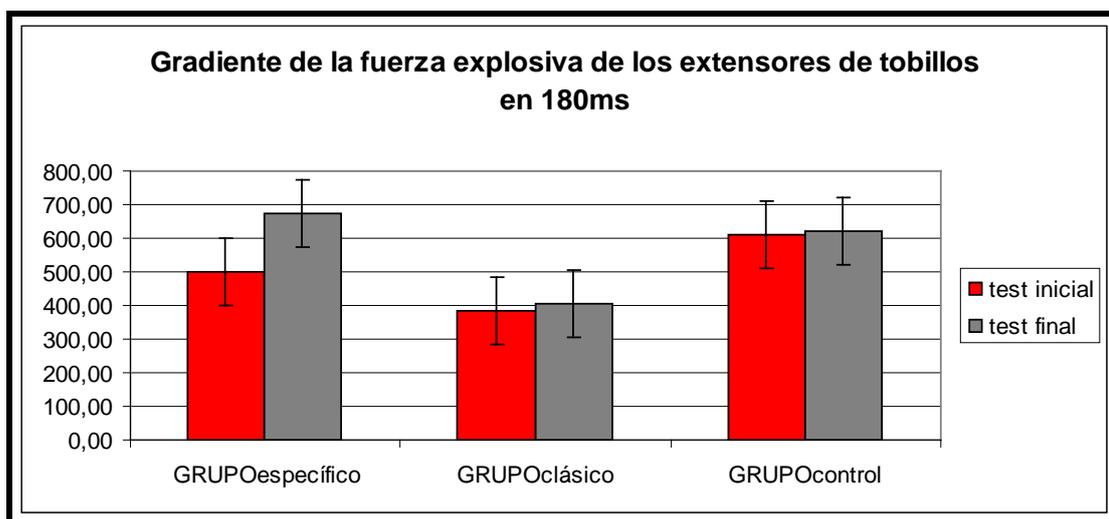
	Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de Media (I-J)	p
Test inicial	RFD _{180msTOBEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	115.3906	0.479
			Grupo _{CONTROL}	111.7306	0.272
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	227.1212*	.012*
Test Final	RFD _{180msTOBEXTISO}	Grupo _{ESPECÍFICO}	Grupo _{CLÁSICO}	269.8830*	.001*
			Grupo _{CONTROL}	51.9129	1
		Grupo _{CONTROL}	Grupo _{CLÁSICO}	217.9701*	.003*

Tabla 5.70. Las diferencias entre los grupos del gradiente de la fuerza explosiva a los 180 milisegundos de los extensores de piernas

En cuanto al estadístico descriptivo, incrementaron todos, siendo más pronunciada esta subida en el grupo específico pliométrico (de 500.71 ± 209.67 N/s a 673.43 ± 224.77 N/s) y menos en el Grupo clásico de 385.32 ± 258.67 N/s a 403.55 ± 107.73 N/s y en el GC de 612.44 ± 101.80 N/s a 621.52 ± 87.61 N/s (Tabla 5.71 y gráfica 5.39).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	500.71 ± 209.67	673.43 ± 224.77
GRUPO _{CLÁSICO}	385.32 ± 258.67	403.55 ± 107.73
GRUPO _{CONTROL}	612.44 ± 101.80	621.52 ± 87.61

Tabla 5.71. Descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de extensores de tobillos a los 180ms



Gráfica 5.39. Gradiente de la fuerza explosiva de extensores de tobillos a los 180ms

5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS EXPLOSIVOS BÁSICOS RELATIVOS

En cuanto al análisis de los parámetros explosivos básicos relativos, se verificaron cambios importantes de todos resultados entre los grupos al inicio (Wilk's Lambda = 0.036; F= 6.500) y al final (Wilk's Lambda = 0.019; F= 9.53) (Tabla 5.72).

Efectos		Value	F
Test inicial	Wilks' Lambda	.036	6.500 ^a
Test Final	Wilks' Lambda	.019	9.530 ^a

Tabla 5.72. Gradiente de la fuerza muscular explosiva relativa de los tres grupos de sujetos

5.4.1. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de espalda- $RFD_{F_{max}AllomESPEXTISO}$

A nivel del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de espalda entre grupos, se detectaron cambios importantes tanto al inicio (F= 7.487 y p= 0.002) como al final (F= 4.539 y p= 0.017) (Tabla 5.73).

Efectos		p	F
Test inicial	Wilks' Lambda	.002*	7.487
Test Final	Wilks' Lambda	.017*	4.539

Tabla 5.73. Resultados de MANOVA del gradiente relativo de la fuerza explosiva máxima

Los cambios importantes a nivel parcial se detectaron entre el GRUPO_{ESPECÍFICO} y GRUPO_{CLÁSICO} (p=0.002) al inicio y al final (p= 0.032), igual que entre el GRUPO_{ESPECÍFICO} y GC(p= 0.039) al inicio y al final del entrenamiento (p= 0.049) (Tabla 5.74).

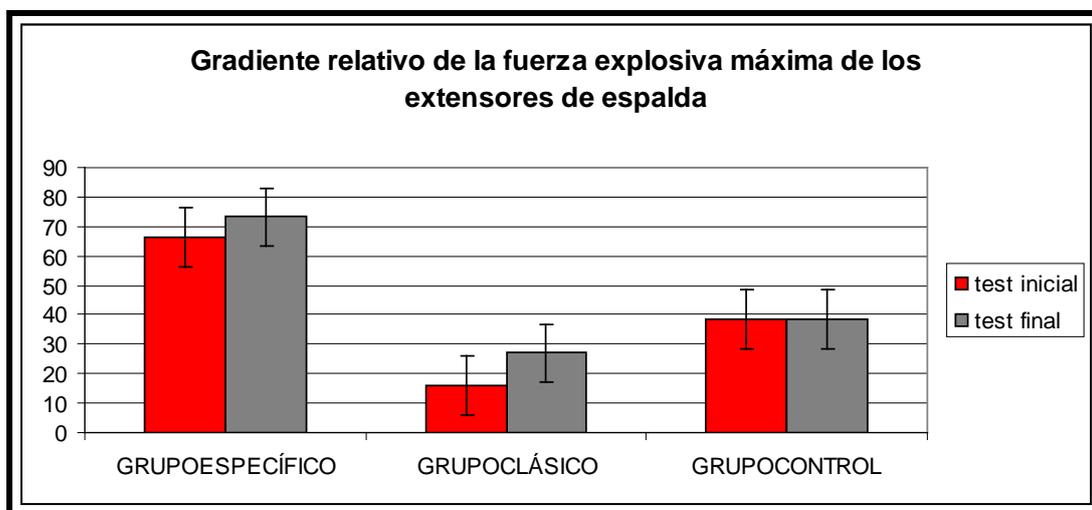
		test inicial		test final	
RFD _{100msAllomESPEX} TISO		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	50.3476*	0.002	46.1773*	0.032
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	27.8672*	0.039	34.5276*	0.049
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	22.4804	0.221	11.6497	1

Tabla 5.74. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de los extensores de espalda de la fuerza máxima

A nivel descriptivo se producen aumentos entre los dos grupos experimentales: El grupo específico pasó de $66.19 \pm 62.82 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $73.18 \pm 49.53 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ y el Grupo clásico de $15.84 \pm 26.70 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $27.00 \pm 5.55 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$. Mientras que el GC se mantuvo $38.32 \pm 14.18 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ pre y $38.65 \pm 15.11 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ post (Tabla 5.75 y Gráfica 5.40).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	66.19 \pm 62.82	73.18 \pm 49.53
GRUPO _{CLÁSICO}	15.84 \pm 26.70	27.00 \pm 5.55
GRUPO _{CONTROL}	38.32 \pm 14.18	38.65 \pm 15.11

Tabla 5.75. Gradiente relativo de la fuerza explosiva máxima de los extensores de espalda



Gráfica 5.40. Gradiente relativo de la fuerza explosiva máxima de los extensores de espalda

5.4.2. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de piernas- $RFD_{F_{max}AllomPIEREXTISO}$

A nivel del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de piernas entre grupos, se detectaron cambios importantes tanto al inicio ($F= 3.688$; $p= 0.035$) como al final ($F= 13.155$; $p= 0.000$) (Tabla 5.76).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	3.688	.035*
Test Final	Wilks' Lambda	13.155	.000*

Tabla 5.76. Gradiente relativo de los extensores de piernas de la fuerza máxima

Los cambios importantes a nivel parcial se detectaron entre el grupo experimental pliométrico con el grupo control al inicio ($p= 0.047$), y entre el grupo experimental pliométrico con el grupo clásico ($p= 0.000$) y con el GC ($p= 0.010$) al final (Tabla 5.77).

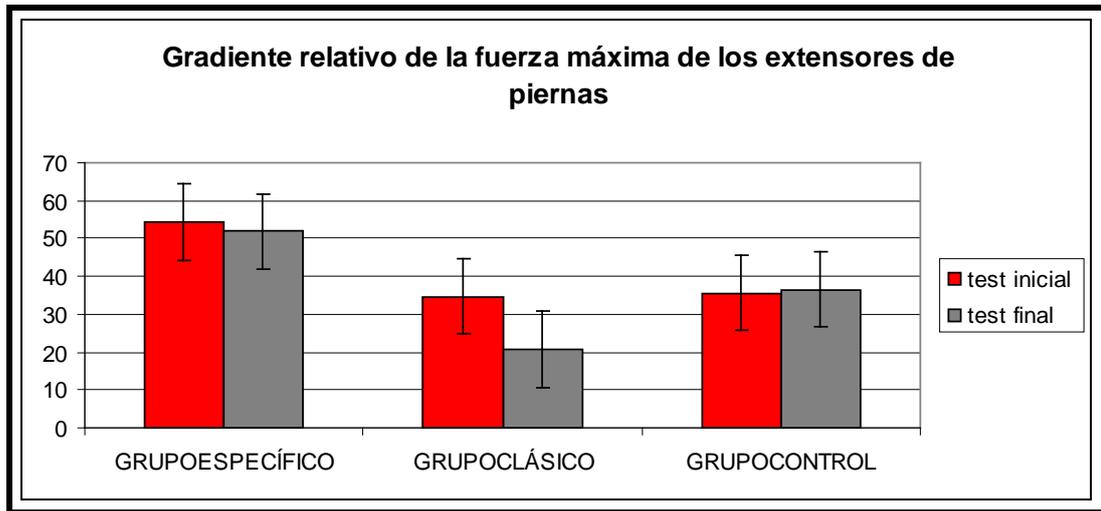
$RFD_{100msAllomESPEXTISO}$		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	19.7161	0.122	31.0604*	0.000
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	18.8059*	0.047	15.3402*	0.01
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.9102	1	15.7202*	0.024

Tabla 5.77. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de piernas

A nivel descriptivo, se produjo una disminución más pequeña en el Grupo específico (de $54.38 \pm 15.55 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $51.85 \pm 27.36 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) y mayor en el Grupo clásico (de $34.66 \pm 7.28 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $20.79 \pm 14.65 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) y un ligero aumento en GC (de $35.57 \pm 13.76 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $36.51 \pm 17.17 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) (Tabla 5.78 y Gráfica 5.41).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	54.38 \pm 15.55	51.85 \pm 27.36
GRUPO _{CLÁSICO}	34.66 \pm 7.28	20.79 \pm 14.65
GRUPO _{CONTROL}	35.57 \pm 13.76	36.51 \pm 17.17

Tabla 5.78. Descriptiva del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de piernas



Gráfica 5.41. Gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de piernas

5.4.3. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de tobillos- $RFD_{FmaxAllomTOBEXTISO}$

A nivel del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de tobillos entre grupos, se detectaron cambios importantes tanto al inicio ($F= 23.197$; $p= 0.00$) como al final ($F= 8.152$; $p= 0.001$) (Tabla 5.79).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	23.197	.000*
Test Final	Wilks' Lambda	8.152	.001*

Tabla 5.79. Gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de tobillos

Los cambios a nivel parcial se detectaron al final entre el Grupo clásico con el Grupo específico al inicio ($p= 0.000$) y y al final ($p= 0.001$) (Tabla 5.80).

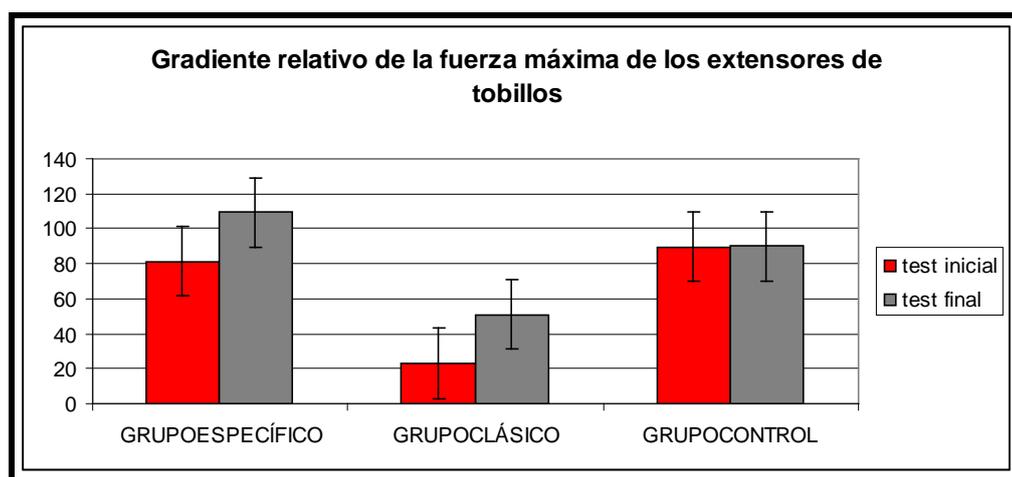
$RFD_{FmaxAllomTOBEXTISO}$		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	P	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	58.1624*	0.000	58.4746*	0.001
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	8.3503	1	19.3588	0.314
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	66.5128*	0.000	39.1158*	0.017

Tabla 5.80. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de tobillos

A nivel descriptivo, se produce aumento en ambos grupos experimentales. Grupo específico va de $81.34 \pm 51.43 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al inicio, hasta $109.40 \pm 35.55 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al final. El Grupo clásico va de $23.17 \pm 17.09 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al inicio a $50.92 \pm 7.53 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al final, mientras que el GC se mantuvo ($89.69 \pm 18.24 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al inicio y $90.04 \pm 18.65 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al final) (Tabla 5.81 y Gráfica 5.42).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	81.34 \pm 51.43	109.40 \pm 35.55
GRUPO _{CLÁSICO}	23.17 \pm 17.70	50.92 \pm 7.53
GRUPO _{CONTROL}	89.69 \pm 18.24	90.04 \pm 18.65

Tabla 5.81. Estadística descriptiva del gradiente de la fuerza máxima de los extensores de tobillos



Gráfica 5.42. Gradiente relativo de la fuerza máxima de los extensores de tobillos

5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS EXPLOSIVOS RELATIVOS ESPECÍFICOS

5.5.1. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 250ms- $RFD_{250AllomESPEXTISO}$

El gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 250 ms experimentó diferencias entre grupos al inicio del estudio ($F=5.548$; $p=0.08$) y al final ($F=6.368$; $p=0.004$) (Tabla 5.82).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	5.548	.008*
Test Final	Wilks' Lambda	6.368	.004*

Tabla 5.82. MANOVA del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda en 250ms

Los cambios a nivel parcial se detectaron entre el Grupo clásico con el específico al inicio ($p= 0.008$) y al final ($p= 0.004$) (Tabla 5.83).

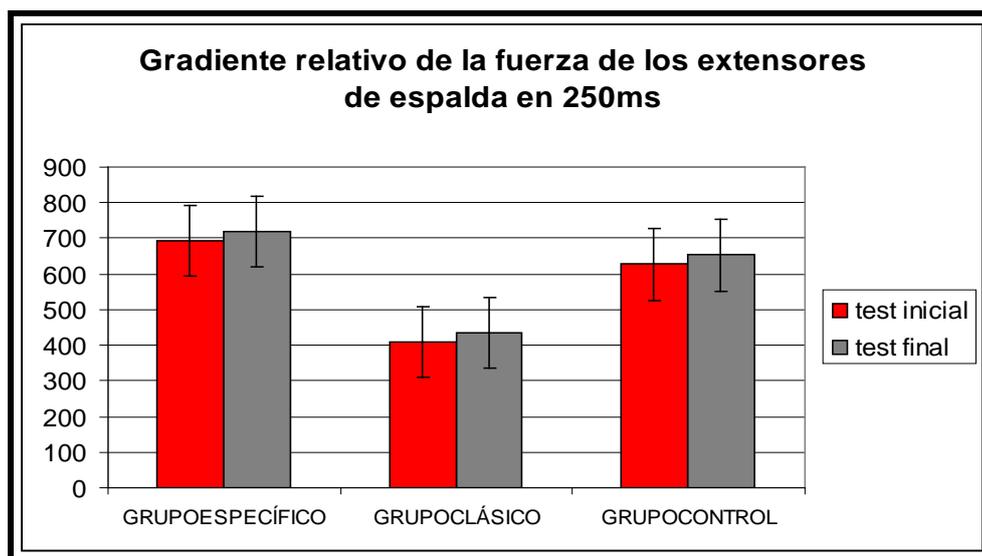
RFD250msAllomESPEXTISO		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	285.6960*	0.008	284.1791*	0.004
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	67.1064	1	67.1644	0.935
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	218.5895*	0.031	217.0146*	0.019

Tabla 5.83. Diferencias entre los grupos del gradiente relativo de extensores de espalda a los 250ms

A nivel descriptivo se observan incrementos en el Grupo específico de $693.93 \pm 205.69 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $720.19 \pm 204.78 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$, en el Grupo clásico de $408.23 \pm 138.75 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $436.01 \pm 171.27 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ y en el GC de $626.82 \pm 176.05 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $653.03 \pm 171.27 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al final (Tabla 5.84 y Gráfica 5.43).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO ESPECÍFICO	693.93 \pm 20.569	720.19 \pm 204.78
GRUPO CLÁSICO	408.23 \pm 138.75	436.01 \pm 171.27
GRUPO _{CONTROL}	626.82 \pm 176.05	653.03 \pm 171.27

Tabla 5.84. Descriptiva del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 250ms



Gráfica 5.43. Gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 250ms

**5.5.2. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms-
RFD_{250ms}AllomPIEREXTISO**

El gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250 ms experimentó diferencias entre grupos al inicio del estudio (F= 36.498; p= 0.000) y al final (F= 63.77; p= 0.000) (Tabla 5.85).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	36.498	.000*
Test Final	Wilks' Lambda	63.744	.000*

Tabla 5.85. MANOVA del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas a los 250ms

A nivel parcial se detectaron cambios entre el Grupo experimental pliométrico con el Grupo clásico (p= 0.05) y con el Grupo control (p=0.000) al inicio, y al final entre todos los grupos (p= 0.000) (Tabla 5.86).

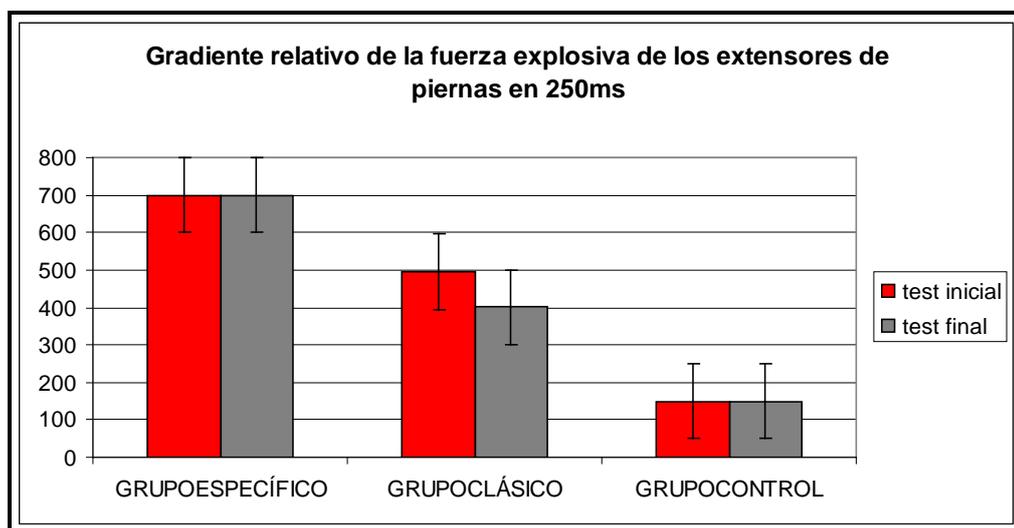
RFD _{250ms} AllomPIEREXTISO		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	204.058	0.05	298.7763*	0.00
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	549.3286*	0.00	550.6032*	0.00
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	345.2707*	0.00	251.8269*	0.00

Tabla 5.86. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms

A nivel descriptivo, parece que se mantuvo en todos los grupos: Grupo específico (699.22 ± 180.22 N·s⁻¹/kg^{-0.667} al inicio y 700.14 ± 239.35 N·s⁻¹/kg^{-0.667} al final) y en el GC (149.90 ± 61.29 N·s⁻¹/kg^{-0.667} al inicio y 149.54 ± 65.23 N·s⁻¹/kg^{-0.667} al final) y el Grupo clásico (495.17 ± 267.00 N·s⁻¹/kg^{-0.667} al inicio y 401.37 ± 183.24 N·s⁻¹/kg^{-0.667} al final) (Tabla 5.87 y Gráfica 5.44).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	699.22 ± 180.22	700.14 ± 239.35
GRUPO _{CLÁSICO}	495.17 ± 267.00	401.37 ± 183.24
GRUPO _{CONTROL}	149.90 ± 61.29	149.54 ± 65.23

Tabla 5.87. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms



Gráfica 5.44. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 250ms

5.5.3. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 250ms- RFD₂₅₀AllomTOBEXTISO

El gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 250 ms experimentó diferencias entre grupos al inicio del estudio ($F= 14.707$; $p= 0.000$) y al final ($F= 10.800$; $p= 0.000$) (Tabla 5.88).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	14.707	.000*
Test Final	Wilks' Lambda	10.800	.000*

Tabla 5.88. Gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos a los 250ms

En cuanto a nivel parcial, hay cambios del Grupo clásico con respecto al Grupo específico, tanto al inicio ($p=0.018$) como al final ($p=0.001$). Así mismo, hay cambios entre el Grupo específico con el Grupo control al inicio ($p=0.051$) (Tabla 5.89).

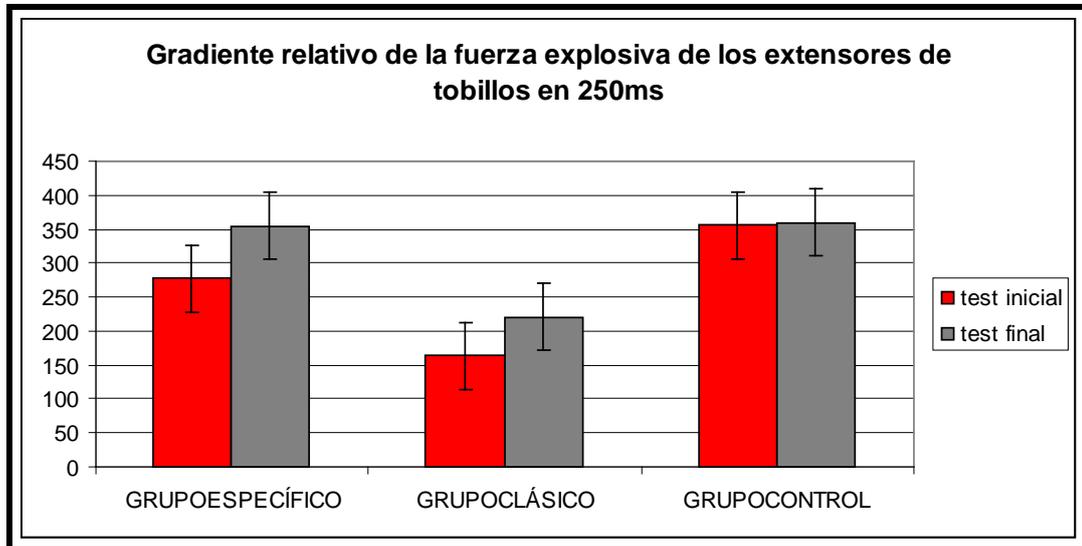
RFD ₂₅₀ msAllomTOBEXTISO		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	114.2242*	0.018	133.9038*	0.001
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	78.4208	0.051	5.291	1
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	192.6450*	0.000	139.1948*	0.000

Tabla 5.89. Diferencias entre grupos del gradiente relativo de la fuerza de extensores de tobillos a los 250ms

A nivel descriptivo, hay incrementos en el grupo experimental (de $277.28 \pm 103.48 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $354.65 \pm 124.13 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) y en el Grupo clásico (de $163.02 \pm 57.75 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $220.75 \pm 54.43 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$), mientras que en el GC no hay cambios (de $355.7 \pm 58.76 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $359.94 \pm 65.8 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) (Tabla 5.90 y Gráfica 5.45).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	277.28 ± 103.48	354.65 ± 124.13
GRUPO _{CLÁSICO}	163.02 ± 57.75	220.75 ± 54.43
GRUPO _{CONTROL}	355.7 ± 58.76	359.94 ± 65.8

Tabla 5.90. Descriptiva del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 250ms



Gráfica 5.45. Gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 250ms

5.5.4. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima- RFD_{50%AllomESPEXTISO}

El análisis del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima (F_{máx}) se observan diferencias entre grupos, tanto al inicio (F=3.579; p= 0.038) como al final (F= 10.228; p= 0.000) (Tabla 5.91).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	3.579	.038*
Test Final	Wilks' Lambda	10.228	.000*

Tabla 5.91. MANOVA del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la F_{max}.

A nivel parcial se detectaron diferencias entre el Grupo específico con el Grupo clásico (p=0.003) y con el GC (p=0.001) al final del entrenamiento realizado (Tabla 5.92).

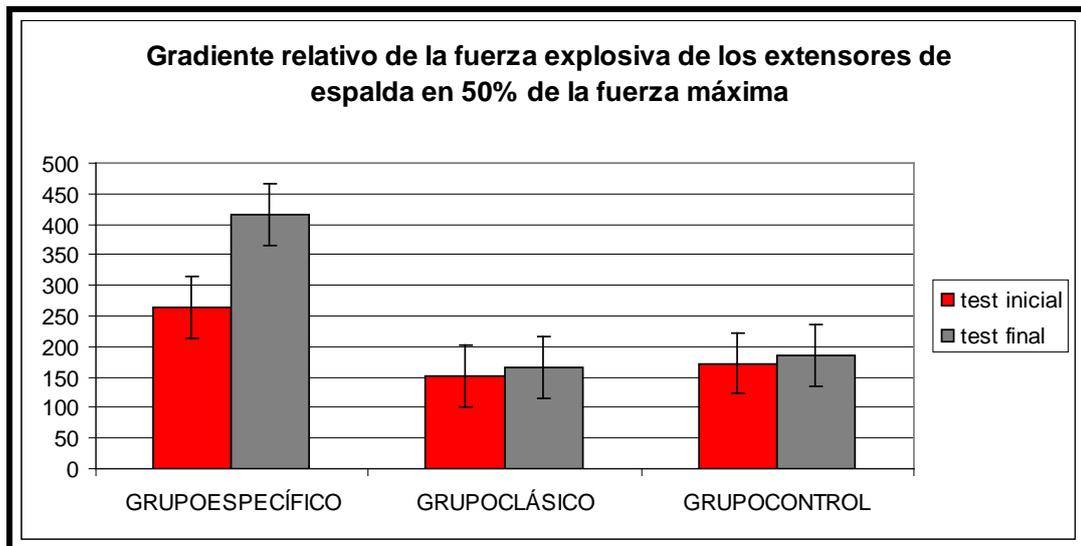
RFD _{50%} AllomESPEXTISO		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	P	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	112.0604	0.082	249.3110*	0.003
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	91.0662	0.075	229.8536*	0.001
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	20.9942	1	19.4574	1

Tabla 5.92. Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda al 50% de la F_{máx}.

En cuanto al análisis descriptivo, se observan aumentos en todos los grupos entre antes y después, aunque de manera más pronunciada en el grupo específico (de $263.63 \pm 250.3 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $414.91 \pm 155.56 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$). En el Grupo clásico pasó de $151.57 \pm 113.56 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al inicio a $165.59 \pm 102.5 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al final y el GC pasó de $172.57 \pm 59.15 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $185.05 \pm 65.82 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ (Tabla 5.93 y Gráfica 5.46).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	263.63 \pm 250.3	414.91 \pm 155.56
GRUPO _{CLÁSICO}	151.57 \pm 113.56	165.59 \pm 102.5
GRUPO _{CONTROL}	172.57 \pm 59.15	185.05 \pm 65.82

Tabla 5.93. Estadística descriptiva del gradiente de fuerza explosiva de extensores de espalda al 50% de F_{máx}.



Gráfica 5.46. Gradiente de fuerza explosiva de los extensores de espalda al 50% de la F_{máx}.

5.5.5. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima- RFD_{50%AllomPIEREXTISO}

El análisis del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima (F_{máx}) se observan diferencias entre grupos en el test final (F= 3.669; p= 0.035) (Tabla 5.94).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	1.142	.330
Test Final	Wilks' Lambda	3.669	.035*

Tabla 5.94. MANOVA del gradiente de F explosiva de extensores de piernas al 50% de la F_{máx}.

Los cambios entre los grupos a nivel parcial se detectaron entre GRUPO_{ESPECÍFICO} y GRUPO_{CLÁSICO} (p= 0.034) al final (Tabla 5.95).

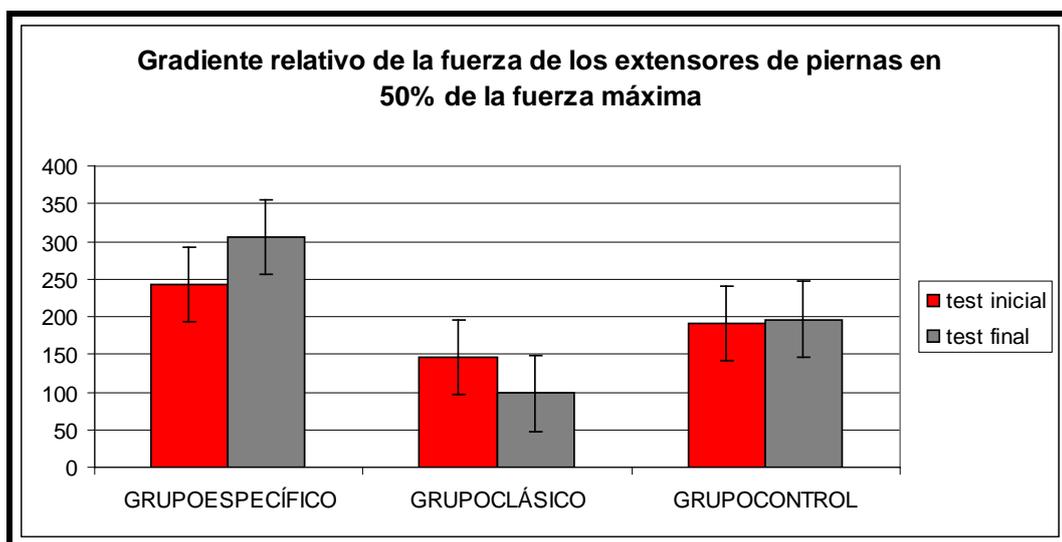
RFD _{50%AllomPIEREXTISO}		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	96.6962	0.44	207.4495*	0.034
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	51.9601	0.978	109.1685	0.264
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	44.7361	1	98.281	0.53

Tabla 5.95 Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas al 50% de la F_{máx}.

En cuanto a la estadística descriptiva, solo el grupo experimental experimentó un incremento marcado (de $242.78 \pm 249.8 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $305.69 \pm 173.19 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$), mientras que el Grupo clásico disminuyó (de $146.09 \pm 65.65 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $102.87 \pm 98.24 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$), mientras que el GC apenas aumentó (de $190.82 \pm 137.50 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $196.52 \pm 136.04 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) (Tabla 5.96 y Gráfica 5.47).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	242.78 ± 249.8	305.69 ± 173.19
GRUPO _{CLÁSICO}	146.09 ± 65.65	102.87 ± 98.24
GRUPO _{CONTROL}	190.82 ± 137.50	196.52 ± 136.04

Tabla 5.96. Descriptiva del gradiente relativo de los extensores de piernas al 50% de F_{máx}



Gráfica 5.47. Gradiente relativo de los extensores de piernas al 50% de la Fmáx

5.5.6. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima- RFD_{50%AllomTOBEXTISO}

En el análisis del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima (Fmáx) se observan diferencias entre grupos, tanto al inicio (F= 4.764; p= 0.014) como al final (F= 11.840; p= 0.000) (Tabla 5.97).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	4.764	.014*
Test Final	Wilks' Lambda	11.840	.000*

Tabla 5.97. MANOVA del gradiente relativo de fuerza de extensores de tobillos al 50% de Fmáx

Con respecto a los resultados al nivel parcial, se detectaron cambios entre el Grupo específico con el Grupo clásico al final del proceso de entrenamiento (p= 0.000) (Tabla 5.98).

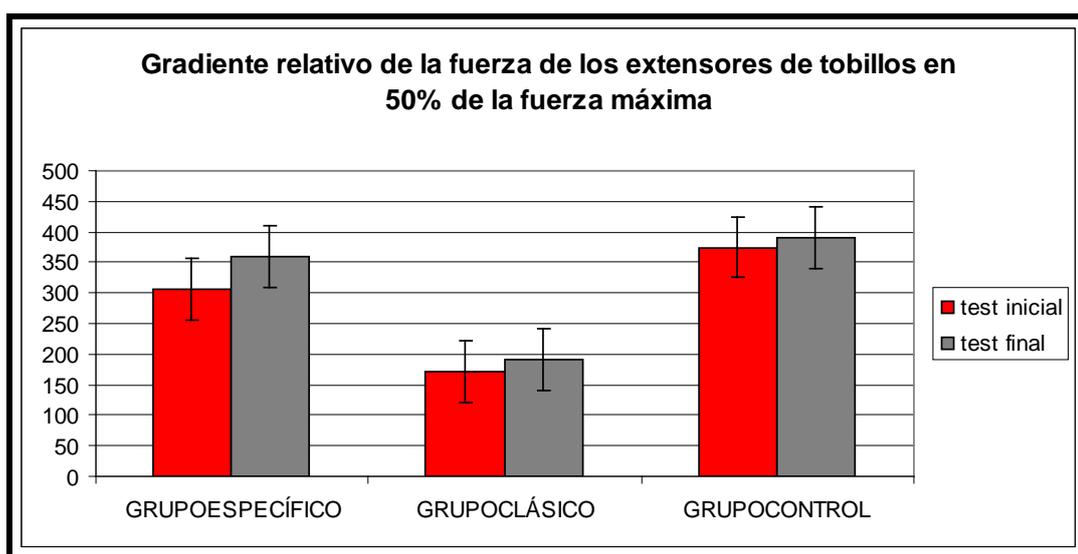
RFD _{50%AllomTOBEXTISO}		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	133.617	0.213	220.7649*	0.000
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	69.1991	0.709	21.046	1
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	202.8161*	0.012	199.7189*	0.000

Tabla 5.98 Las diferencias entre los grupos del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos al 50% de la Fmáx.

A nivel descriptivo, se observan incrementos en todos, aunque de manera más pronunciada en el Grupo experimental (de $305.40 \pm 58.76 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $359.94 \pm 65.8 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$), mientras que el Grupo clásico solo incrementó de $171.78 \pm 69.87 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al inicio a $191.39 \pm 262.52 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al final y el GC de $374.6 \pm 92.22 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $391.11 \pm 98.32 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ (Tabla 5.99 y Gráfica 5.48).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	305.40 \pm 58.76	359.94 \pm 65.8
GRUPO _{CLÁSICO}	171.78 \pm 69.87	191.39 \pm 262.52
GRUPO _{CONTROL}	374.6 \pm 92.22	391.11 \pm 98.32

Tabla 5.99 Descriptiva del gradiente relativo de la F de extensores de tobillos al 50% de la Fmáx.



Gráfica 5.48. Gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos al 50% de Fmáx.

5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS EXPLOSIVOS ESPECIALES RELATIVOS

5.6.1. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 100ms- $RFD_{100msAllomESPEXTISO}$

En el análisis del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 100 ms, se observaron diferencias entre grupos en el test final ($F= 7.816$; $p= 0.001$) (Tabla 5.100).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	2.677	.082
Test Final	Wilks' Lambda	7.816	.001*

Tabla 5.100. Resultados de MANOVA del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 100ms

A nivel parcial se detectaron diferencias entre grupos solo en el test final entre el Grupo específico con respecto al Grupo clásico ($p= 0.002$) y con el GC ($p= 0.011$)(Tabla 5.101).

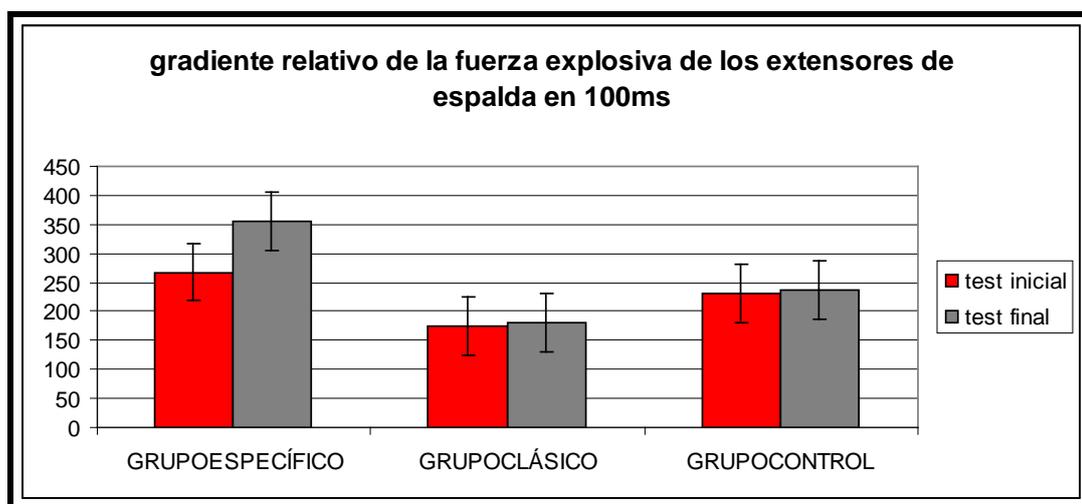
RFD _{100msAllomESPEXTISO}		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	92.3938	0.079	174.0995*	0.002
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	36.5495	0.78	117.4627*	0.011
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	55.8443	0.407	56.6368	0.6

Tabla 5.101. Diferencias entre grupos del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms

A nivel descriptivo, se observan incrementos intragrupos principalmente en el Grupo específico (de $267.91 \pm 151.98 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $355.33 \pm 107.41 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$). En el Grupo clásico hubo poco incremento (de $175.52 \pm 67.93 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $181.23 \pm 54.48 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$), al igual que en el GC (de $231.36 \pm 76.8 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $237.86 \pm 84.41 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) (Tabla 5.102 y Gráfica 5.49).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	267.91 \pm 151.98	355.33 \pm 107.41
GRUPO _{CLÁSICO}	175.52 \pm 67.93	181.23 \pm 54.48
GRUPO _{CONTROL}	231.36 \pm 76.8	237.86 \pm 84.41

Tabla 5.102. Estadística descriptiva del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms



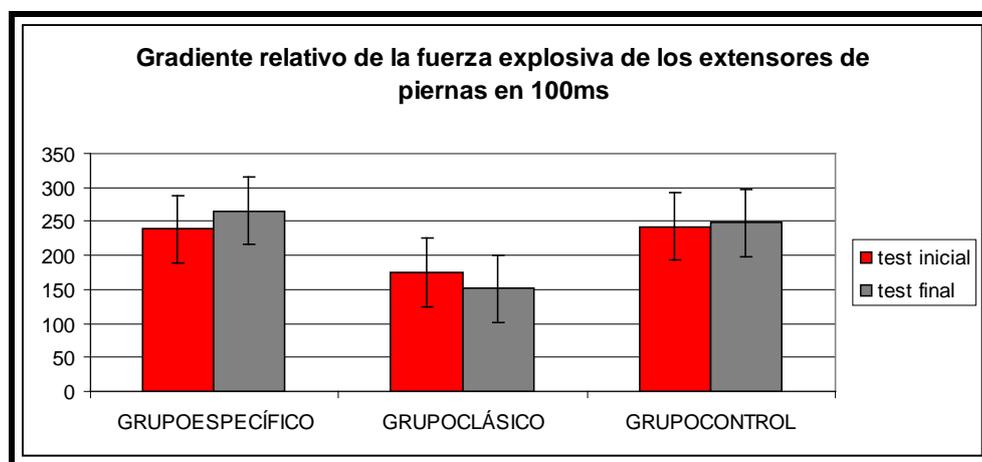
Gráfica 5.49. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 100ms

5.6.2. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms- RFD_{100msAllomPIEREXTISO}

En el análisis descriptivo del gradiente relativo de fuerza de extensores de piernas a los 100 ms, se observa un incremento más pronunciado en el grupo específico (de $238.6 \pm 107.93 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $265.8 \pm 111.22 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$). El Grupo clásico disminuyó de $175.19 \pm 59.03 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $151.43 \pm 65.49 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ y el GC solo incrementó de $242.34 \pm 119.57 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $247.64 \pm 119.82 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ (Tabla 5.103 y Gráfica 5.50).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO ESPECÍFICO	238.6 \pm 107.93	265.8 \pm 111.22
GRUPO CLÁSICO	175.19 \pm 59.03	151.43 \pm 65.49
GRUPO CONTROL	242.34 \pm 119.57	247.64 \pm 119.82

5.103. Descriptiva del gradiente relativo de la F explosiva de los extensores de piernas a los 100ms



Gráfica 5.50. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 100ms

5.6.3. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 100ms- RFD_{100msAllomTOBEXTISO}

En el análisis del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos a los 100 ms, se observaron diferencias entre grupos en el inicio ($F= 12.946$; $p= 0.000$) y al final ($F= 6.097$; $p= 0.05$) (Tabla 5.104).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	12.946	.000*
Test Final	Wilks' Lambda	6.097	.005*

Tabla 5.104. Resultados de MANOVA del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos a los

100ms

A nivel parcial se observaron diferencias entre el Grupo específico y el GC en el test inicial ($p= 0.023$) (Tabla 5.105).

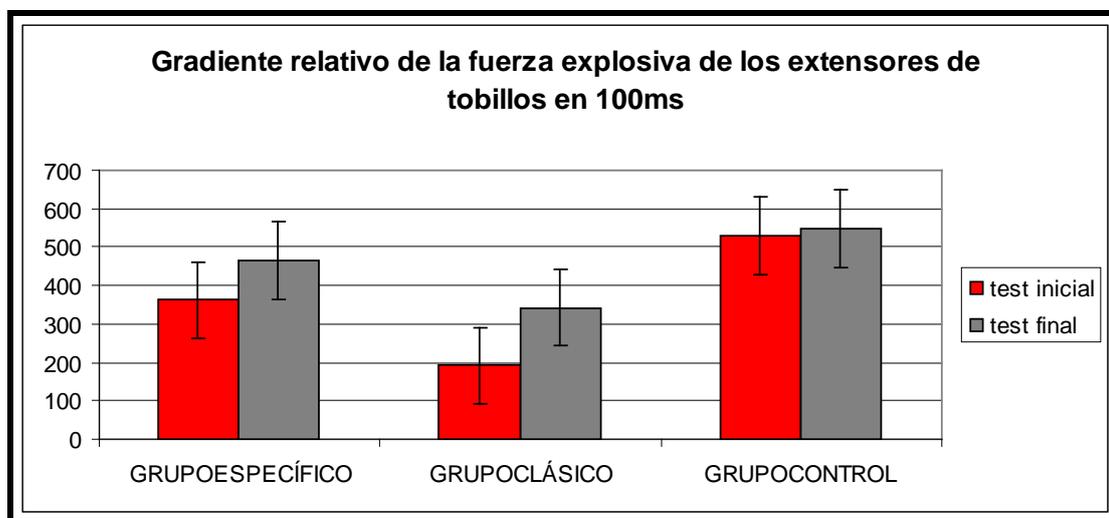
RFD100msAllomTOBEXTISO		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	169.5897	0.088	122.3224	0.197
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	168.3905*	0.023	82.0735	0.361
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	337.9802*	0	204.3959*	0.004

Tabla 5.105. Diferencias entre los grupos en nivel parcial del gradiente relativo de los extensores de tobillos a los 100ms

En cuanto al análisis descriptivo, el grupo específico realizó $361.69 \pm 152.69 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al inicio y $465.08 \pm 176.93 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al final. El grupo clásico realizó $192.1 \pm 124.88 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al inicio y $342.76 \pm 172.75 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al final. El GC realizó $530.08 \pm 140.23 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al inicio y $547.15 \pm 152.41 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ al final (Tabla 5.106 y Gráfica 5.51).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	361.69 \pm 152.69	465.08 \pm 176.93
GRUPO _{CLÁSICO}	192.1 \pm 124.88	342.76 \pm 172.75
GRUPO _{CONTROL}	530.08 \pm 140.23	547.15 \pm 152.41

Tabla 5.106. Estadística descriptiva del gradiente relativo de la Fuerza explosiva de extensores de tobillos a los 100ms



Gráfica 5.51. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 100ms

5.6.4. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms- RFD_{180msAllomESPEXTISO}

En el análisis del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 180 ms, se observaron diferencias entre grupos en el inicio (F=3.675; p= 0.035) y al final (F= 9.651; p= 0.000) (Tabla 5.107).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	3.675	.035*
Test Final	Wilks' Lambda	9.651	.000*

Tabla 5.107. Resultados de MANOVA del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms

A nivel parcial, se detectaron diferencias del Grupo específico con el Grupo clásico al inicio (p=0.030) y al final (p=0.000) y con el GC al final (p=0.012)(Tabla 5.108).

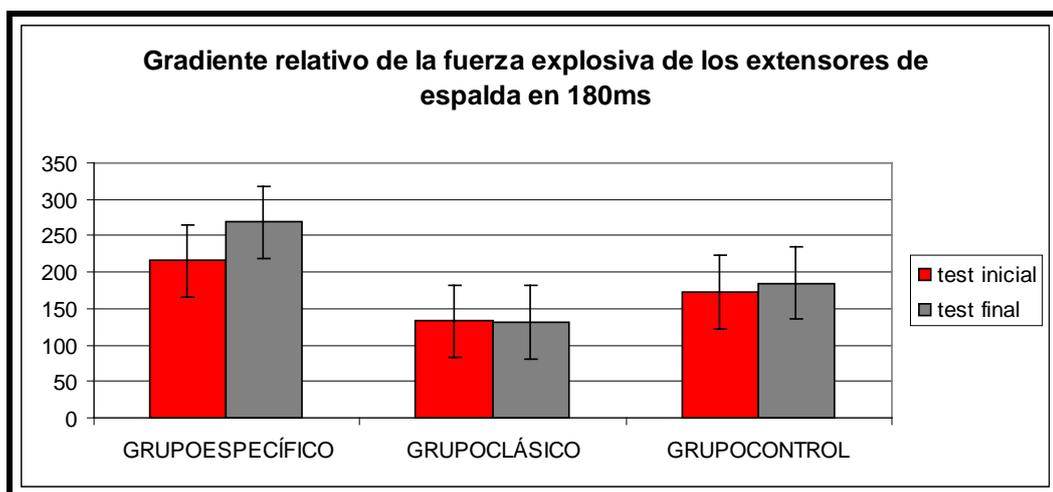
RFD _{180msAllomESPEXTISO}		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	82.9841*	0.03	136.8996*	0.000
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	34.3776	0.506	79.3473*	0.012
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	48.6066	0.275	57.5523	0.176

Tabla 5.108. Diferencias entre grupos del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda a los 180ms

En el análisis descriptivo se observa incremento fuerte en el Grupo específico de $215.38 \pm 101.92 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $268.33 \pm 87.36 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$, mientras que el Grupo clásico disminuyó un poco (de $132.4 \pm 46.39 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $131.43 \pm 48.65 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) y el GC incrementó un poco (de $172.57 \pm 59.15 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $185.05 \pm 65.82 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) (Tabla 5.109 y Gráfica 5.52).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	215.38 ± 101.92	268.33 ± 87.36
GRUPO _{CLÁSICO}	132.4 ± 46.39	131.43 ± 48.65
GRUPO _{CONTROL}	172.57 ± 59.15	185.05 ± 65.82

Tabla 5.109. Descriptiva del gradiente relativo de F explosiva de los extensores de espalda a los 180ms



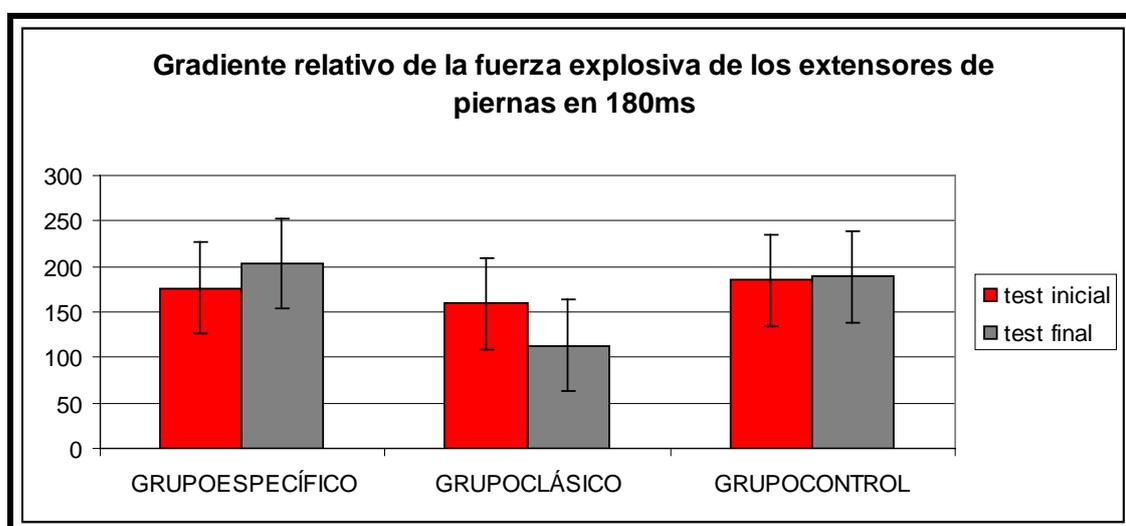
Gráfica 5.52. Gradiente relativo de la fuerza eplosiva de los extensores de espalda a los 180ms

5.6.5. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 180ms- RFD_{180msAllomPIEREXTISO}

Este gradiente a nivel descriptivo, incrementó en el Grupo específico de $176.63 \pm 60.44 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $203.46 \pm 80.76 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ mientras que el Grupo clásico bajó de $158.90 \pm 52.34 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $113.31 \pm 78.33 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ y el GC solo subió de $184.83 \pm 105.61 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $189.03 \pm 103.88 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ (Tabla 5.110 y Gráfica 5.53).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	176.63 ± 60.44	203.46 ± 80.76
GRUPO _{CLÁSICO}	158.90 ± 52.34	113.31 ± 78.33
GRUPO _{CONTROL}	184.83 ± 105.61	189.03 ± 103.88

Tabla 5.110. Descriptiva del gradiente relativo de la F explosiva de extensores de piernas a los 180ms



Gráfica 5.53. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas en 180ms

5.6.6. Análisis estadístico del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 180ms- RFD_{180msAllomTOBEXTISO}

En el análisis del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos a los 180 ms, se observaron diferencias entre grupos en el inicio (F= 8.337; p= 0.001) y al final (F= 8.882; p= 0.001) (Tabla 5.111).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	8.337	.001*
Test Final	Wilks' Lambda	8.882	.001*

Tabla 5.111. MANOVA del gradiente relativo de la F explosiva de extensores de tobillos a los 180ms

Los cambios a nivel parcial se detectaron entre el Grupo específico y el clásico al final (p= 0.003) (Tabla 5.112).

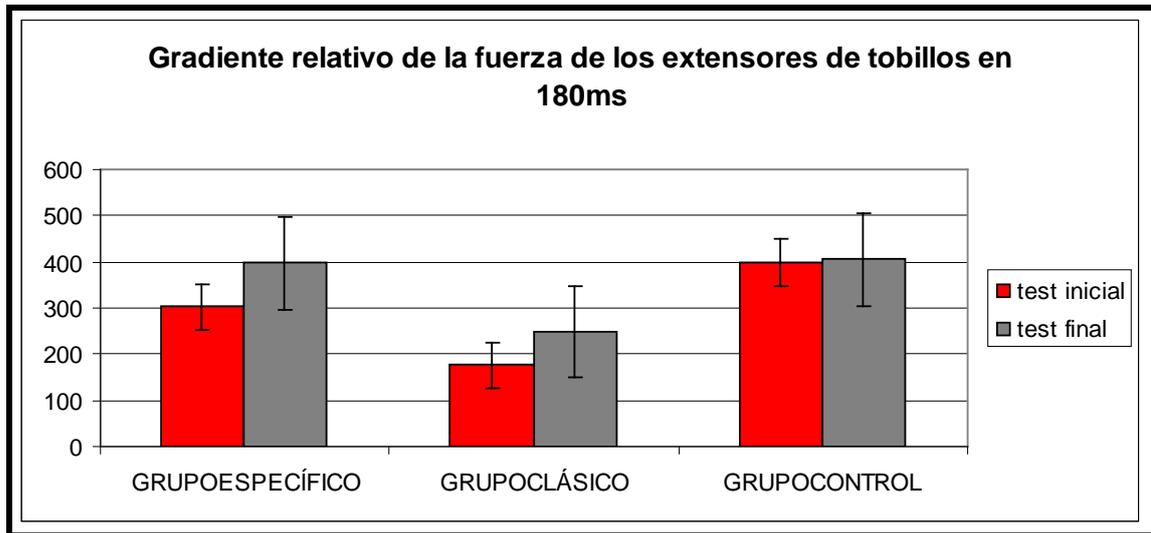
RFD _{180msAllomTOBEXTISO}		test inicial		test final	
		Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	125.9962	0.13	147.7880*	0.003
GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	96.0279	0.161	8.0365	1
GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	222.0241*	0.001	155.8245*	0.001

Tabla 5.112. Diferencias a nivel parcial entre grupos del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 180ms

A nivel descriptivo, se observan incrementos en los dos grupos experimentales: el específico que pasa de $302.76 \pm 130.5 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $396.95 \pm 145.33 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ y el clásico de $176.77 \pm 70.95 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $249.16 \pm 206.61 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$, mientras que el GC apenas incrementó (de $398.79 \pm 68.70 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$ a $404.98 \pm 77.36 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}/\text{kg}^{-0.667}$) (Tabla 5.113 y Gráfica 5.54).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	302.76 \pm 130.50	396.95 \pm 145.33
GRUPO _{CLÁSICO}	176.77 \pm 70.95	249.16 \pm 206.61
GRUPO _{CONTROL}	398.79 \pm 68.70	404.98 \pm 77.36

Tabla 5.113. Estadística descriptiva del gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 180ms



Gráfica 5.54. Gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos a los 180ms

5.7. EVALUACIÓN DE LOS INDICES DE LOS PARÁMETROS ESPECÍFICOS

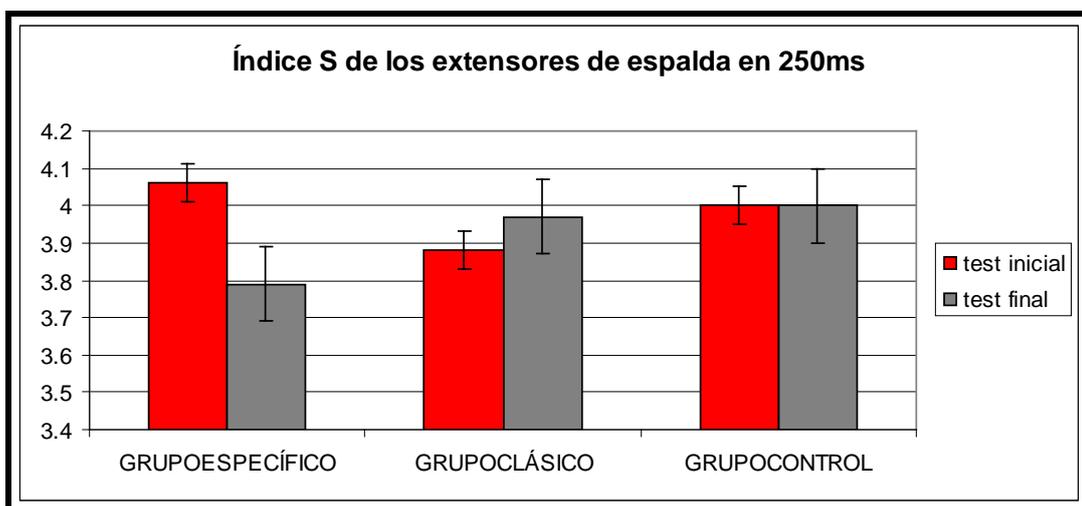
5.7.1. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de espalda a los 250ms- INDEX_S_{250ms}ESPEXTISO

Analizando los índices específicos de los extensores de espalda, hay diferencias entre grupos al principio ($F= 3.750$; $p= 0.033$).

A nivel descriptivo, se observa una disminución del grupo específico (de $4.06 \pm .019$ a $3.79 \pm .046$), un incremento en el Grupo clásico (de 3.88 ± 0.18 a 3.97 ± 0.45) y un mantenimiento en el GC (4.00 ± 0.048 al inicio y 4.00 ± 0.044 al final) (Tabla 5.114 y Gráfica 5.55).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO ESPECÍFICO	4.06 ± 0.019	$3.79 \pm .0461$
GRUPO CLÁSICO	3.88 ± 0.18	3.97 ± 0.45
GRUPO CONTROL	4.00 ± 0.048	4.00 ± 0.044

Tabla 5.114. Estadística descriptiva del Índice S de los extensores de espalda a los 250ms



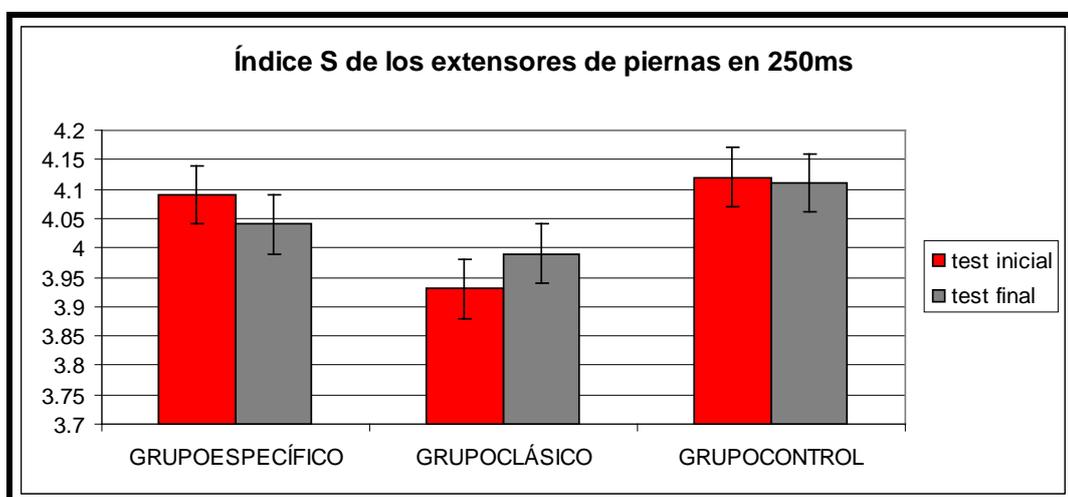
Gráfica 5.55. Índice S de los extensores de espalda a los 250ms

5.7.2. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de piernas a los 250ms- INDEX_S_{250msPIEREXTISO}

Analizando los índices específicos de los extensores de piernas a nivel descriptivo a los 250 ms, vemos como el Grupo específico disminuye ligeramente (de 4.09 ± 0.328 a 4.04 ± 0.124) mientras que el Grupo clásico aumentó un poco (de 3.93 ± 0.435 a 3.99 ± 0.097) y el GC prácticamente se mantiene (de 4.12 ± 0.253 a 4.11 ± 0.216) (Tabla 5.115 y Gráfica 5.56).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO ESPECÍFICO	4.09 ± 0.328	4.04 ± 0.124
GRUPO CLÁSICO	3.93 ± 0.435	3.99 ± 0.097
GRUPO CONTROL	4.12 ± 0.253	4.11 ± 0.216

Tabla 5.115. Estadística descriptiva del Índice S de los extensores de piernas a los 250ms



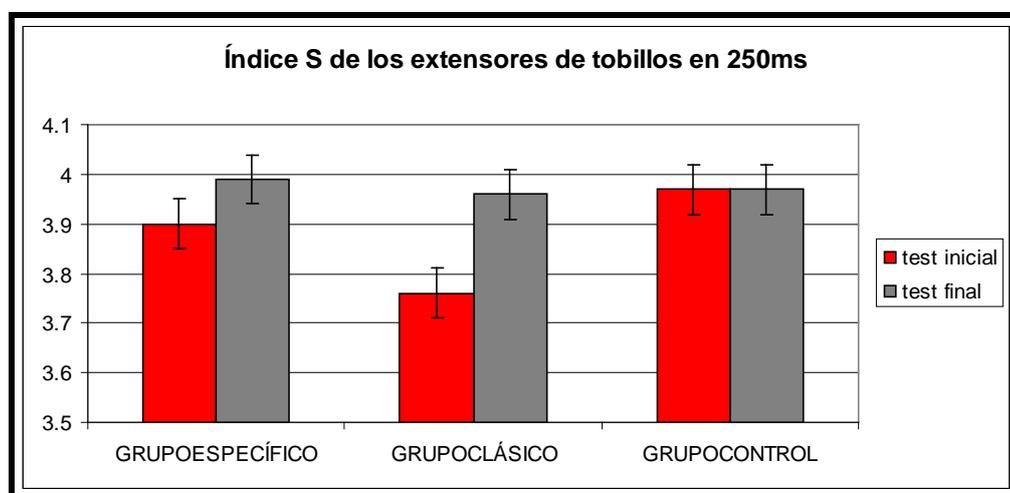
Gráfica 5.56. Índice S de los extensores de piernas en 250ms

5.7.3. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de tobillos a los 250ms- INDEXS_{250ms}TOBEXTISO

Analizando los índices específicos de los extensores de tobillos a nivel descriptivo a los 250 ms, vemos como el Grupo específico incrementó ligeramente de 3.90 ± 0.387 a 3.99 ± 0.039 , mientras que el Grupo clásico incrementó un poco más (de 3.76 ± 0.690 a 3.96 ± 0.020) y el GC se mantiene (de 3.97 ± 0.073 a 3.97 ± 0.068) (Tabla 5.116 y Gráfica 5.57).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO ESPECÍFICO	3.90 ± 0.387	3.99 ± 0.039
GRUPO CLÁSICO	3.76 ± 0.690	3.96 ± 0.020
GRUPO CONTROL	3.97 ± 0.073	3.97 ± 0.068

Tabla 5.116. Estadística descriptiva del Índice S de los extensores de tobillos a los 250ms



Gráfica 5.57. Índice S de los extensores de tobillos a los 250ms

5.7.4. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de espalda al 50% de su Fmáx- INDEXS_{50%ESPEXTISO}

Analizando los índices específicos de los extensores de espalda al 50% de su Fmáx vemos como hay diferencias entre grupos al inicio ($F= 3.392$ y $p= 0.044$) y al final ($F=10.050$ y $p= 0.000$) (Tabla 5.117).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	3.392	.044
Test Final	Wilks' Lambda	10.050	.000

Tabla 5.117. MANOVA del Índice S de los extensores de espalda al 50% de la Fmáx

A nivel parcial se detectaron cambios entre el Grupo específico con el clásico ($p=0.027$) y con el GC al inicio ($p=0.000$) y al final ($p= 0.040$) (Tabla 118).

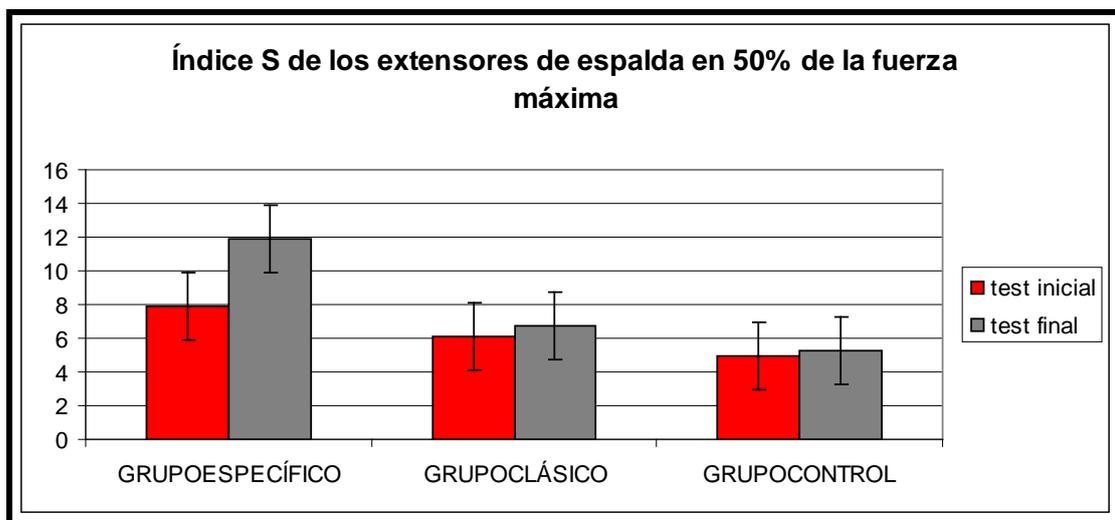
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	P
INDEXS _{50%ESPEXTISC}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	1.7956	0.027	5.1117*	0.659
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	2.9951*	0.000	6.5689*	0.04
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	1.1995	1	-1.4571	1

Tabla 5.118 Las diferencias entre los grupos del Índice específico de los extensores de espalda al 50% de Fmáx

A nivel descriptivo, el Grupo específico incrementó bastante (de 7.92 ± 4.263 a $11.86 \pm .6.33$), mientras que el Grupo clásico incrementó un poco (de 6.12 ± 4.398 a 6.74 ± 4.512) y el GC incrementó un poco (de 4.92 ± 1.293 a 5.29 ± 1.114) (Tabla 5.119 y Gráfica 5.58).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	7.92 ± 4.263	$11.86 \pm .6.33$
GRUPO _{CLÁSICO}	6.12 ± 4.398	6.74 ± 4.512
GRUPO _{CONTROL}	4.92 ± 1.293	5.29 ± 1.114

Tabla 5.119. Descriptiva del Índice S de los extensores de espalda al 50% de la Fmáx



Gráfica 5.58. Índice S de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima

5.7.5. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de piernas a los 50% de la fuerza máxima- INDEXS_{50%PIEREXTISO}

Analizando los índices específicos de los extensores de piernas al 50% de su F_{máx} se ven diferencias entre grupos al final (F= 4.094 y p= 0.025) (Tabla 5.120).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	1.263	.295
Test Final	Wilks' Lambda	4.094	.025

5.120. Resultados de MANOVA del Índice S de los extensores de espalda al 50% de la F_{máx}

A nivel parcial hay diferencias entre los dos grupos experimentales (Específico y clásico)(p= 0.03) al final del entrenamiento (Tabla 5.121).

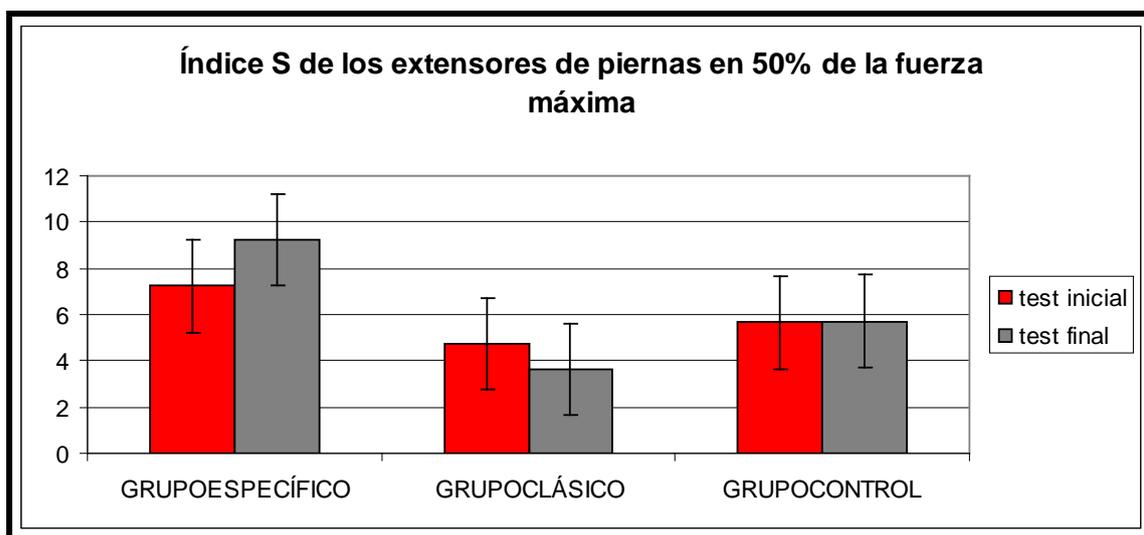
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
INDEXS _{50%PIEREXTIS}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	2.4972	0.42	5.5993*	0.03
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	1.5732	3.5339	0.117	0.727
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.924	2.0654	0.845	1

Tabla 5.121 Las diferencias entre los grupos del Índice específico de los extensores de piernas al 50% de F_{máx}

A nivel descriptivo, se observa un incremento en el Grupo específico de 7.23 ± 4.48 a 9.24 ± 6.823 , mientras que el grupo clásico disminuyó de 4.73 ± 2.694 a 3.64 ± 1.936 y el GC, prácticamente se mantuvo (de 5.65 ± 3.360 a 5.71 ± 3.381) (Tabla 5.122 y Gráfica 5.59).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	7.23 ± 4.48	9.24 ± 6.82
GRUPO _{CLÁSICO}	4.73 ± 2.69	3.64 ± 1.93
GRUPO _{CONTROL}	5.65 ± 3.36	5.71 ± 3.38

Tabla 5.122. Descriptiva del Índice S de los extensores de piernas al 50% de la F_{máx}



Gráfica 5.59. Índice S de los extensores de piernas al 50% de la Fmáx.

5.7.6. Análisis estadístico del Índice específico de los extensores de tobillos al 50% de la fuerza máxima- $INDEXS_{50\%TOBEXTISO}$

Analizando los índices específicos de los extensores de tobillos al 50% de su Fmáx vemos como hay diferencias entregrupos al final ($F= 9.623$ y $p= 0.000$)(Tabla 5.123). A nivel parcial se detectaron cambios entre ambos grupos experimentales al final ($p= 0.018$) (Tabla 5.124).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	1.920	.161
Test Final	Wilks' Lambda	9.623	.000

Tabla 5.123. Resultados de MANOVA del Índice S de los extensores de tobillos al 50% de la Fmáx

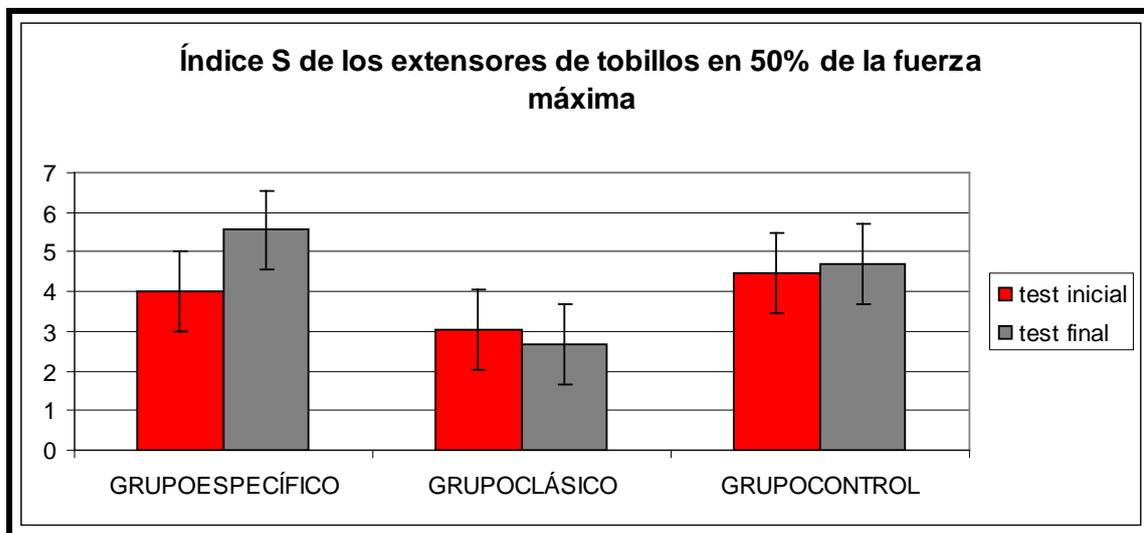
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de Media (I-J)	p	Diferencia de Media (I-J)	p
$INDEXS_{50\%TOBEXTISO}$	GRUPOESPECÍFICO	GRUPOCLÁSICO	0.9785	0.692	2.8845*	0.018
	GRUPOESPECÍFICO	GRUPOCONTROL	0.4622	1	0.8575	0.346
	GRUPOCONTROL	GRUPOCLÁSICO	1.4408	0.173	2.0270*	0.006

Tabla 5.124 Las diferencias entre los grupos del Índice específico de los extensores de tobillos al 50% de Fmáx

A nivel descriptivo, el Grupo específico aumentó de 4.01 ± 1.80 a 5.56 ± 1.969 , mientras que el Grupo clásico disminuyó de 3.03 ± 2.59 a 2.67 ± 0.891 y el GC prácticamente se mantuvo (de 4.47 ± 1.28 a 4.70 ± 1.261)(Tabla 5.125 y Gráfica 5.60).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO ESPECÍFICO	4.01 ± 1.80	5.56 ± 1.969
GRUPO CLÁSICO	3.03 ± 2.59	2.67 ± 0.891
GRUPO CONTROL	4.47 ± 1.28	4.70 ± 1.261

Tabla 5.125. Descriptiva del Índice S de los extensores de tobillos al 50% de la Fmáx



Gráfica 5.60. Índice S de los extensores de tobillos al 50% de la Fmáx.

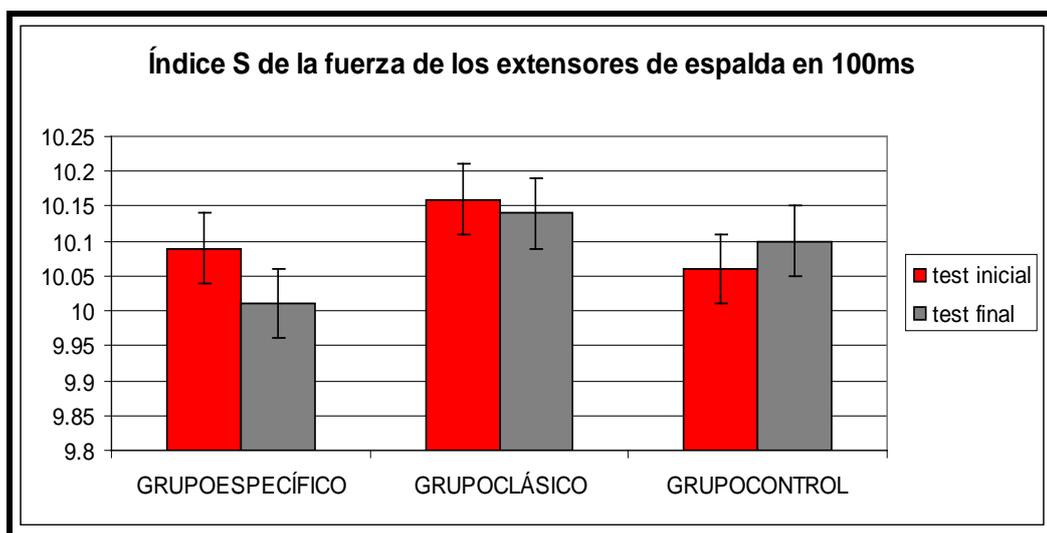
5.8. EVALUACIÓN DE LOS INDICES DE LOS PARÁMETROS ESPECIALES

5.8.1. Análisis del Índice S de los extensores de espalda a los 100ms- INDEXS_{100ms}ESPEXTISO

El análisis del Índice S de los extensores de espalda a los 100 ms, indica una pequeña disminución en el grupo específico (de 10.09 ± 0.72 a 10.01 ± .0.98), siendo aun menor en el Grupo clásico (de 10.16 ± 0.466 a 10.14 ± 0.281) y produciéndose un pequeño incremento en el GC (de 10.06 ± 0.313 a 10.10 ± 0.300) (Tabla 5.126 y Gráfica 5.61).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO ESPECÍFICO	10.09 ± 0.72	10.01 ± .0.98
GRUPO CLÁSICO	10.16 ± 0.466	10.14 ± 0.281
GRUPO CONTROL	10.06 ± 0.313	10.10 ± 0.300

Tabla 5.126. Descriptiva del Índice S de los extensores de espalda a los 100ms



Gráfica 5.61. Índice S de los extensores de espalda a los 100ms

5.8.2. Análisis del Índice S de los extensores de piernas a los 100ms- INDEXS_{100msPIEREXTISO}

El análisis del Índice S de los extensores de piernas a los 100 ms, indica cambios en el test inicial entre grupos ($F = 6.106$; $p = 0.005$) (Tabla 5.127).

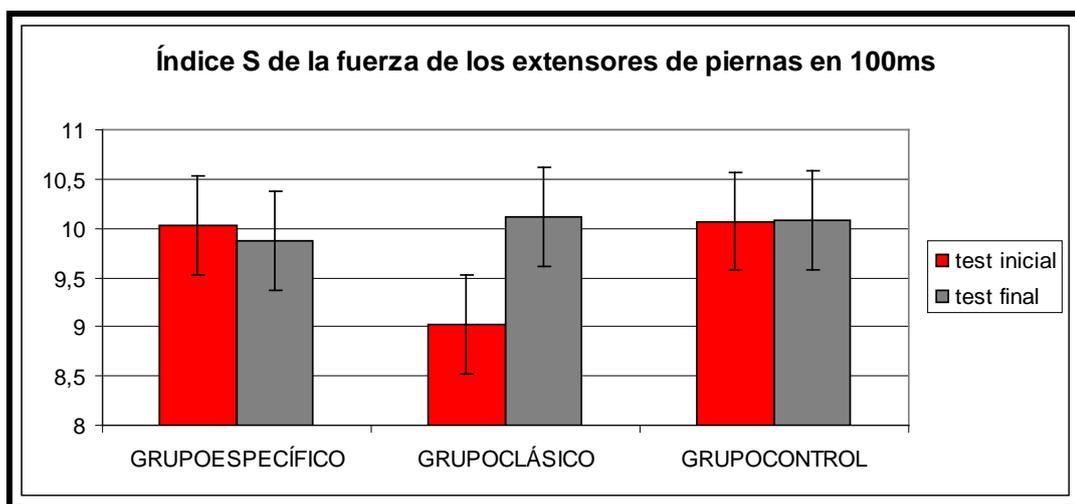
Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	6.106	.005
Test Final	Wilks' Lambda	.915	.409

Tabla 5.127. MANOVA del Índice S de la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms

En el análisis a nivel descriptivo se observa que el Grupo específico disminuye un poco (de 10.03 ± 0.229 a 9.87 ± 0.461), mientras que el Grupo clásico aumentó bastante (de 9.02 ± 1.488 a 10.11 ± 0.527) y el GC parece que permanece similar (de 10.07 ± 0.507 a 10.08 ± 0.477) (Tabla 5.128 y Gráfica 5.62).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	10.03 ± 0.229	9.87 ± 0.461
GRUPO _{CLÁSICO}	9.02 ± 1.488	10.11 ± 0.527
GRUPO _{CONTROL}	10.07 ± 0.507	10.08 ± 0.477

Tabla 5.128. Descriptiva del Índice S de la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms



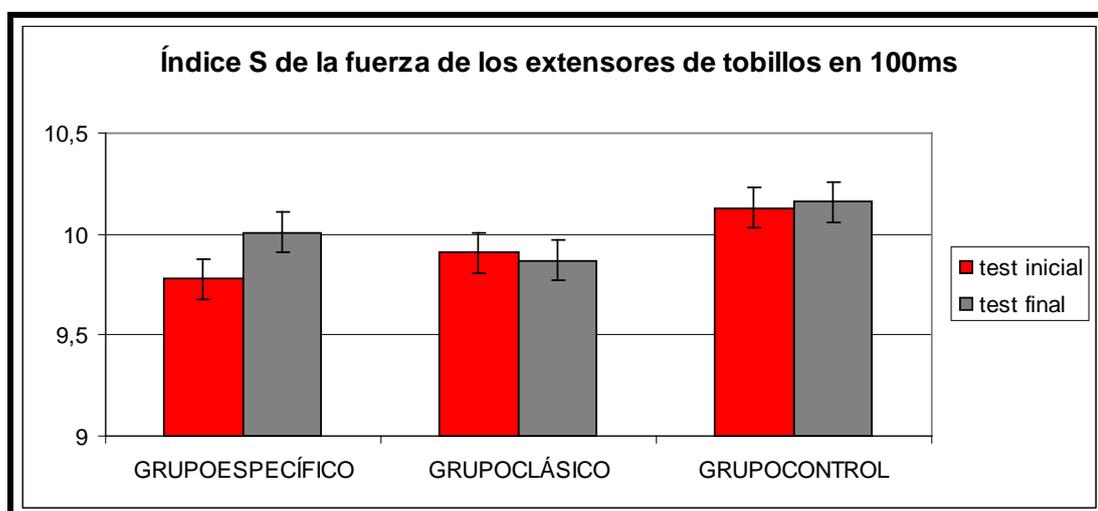
Gráfica 5.62. Índice S de la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms

5.8.3. Análisis del Índice S de los extensores de tobillos a los 100ms- $INDEXS_{100msTOBEXTISO}$

Con respecto al índice S de los extensores de tobillos a los 100 ms, la estadística descriptiva concreta incrementos más elevados en el Grupo específico (de 9.78 ± 0.967 a 10.01 ± 0.325) una ligera bajada en el Grupo clásico (de 9.91 ± 0.284 a 9.87 ± 0.688) y un mantenimiento del GC (de 10.13 ± 0.357 a 10.16 ± 0.292)(Tabla 5.129 y Gráfica 5.63).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	9.78 ± 0.967	10.01 ± 0.325
GRUPO _{CLÁSICO}	9.91 ± 0.284	9.87 ± 0.688
GRUPO _{CONTROL}	10.13 ± 0.357	10.16 ± 0.292

Tabla 5.129. Estadística descriptiva del Índice S de los extensores de tobillos a los 100ms



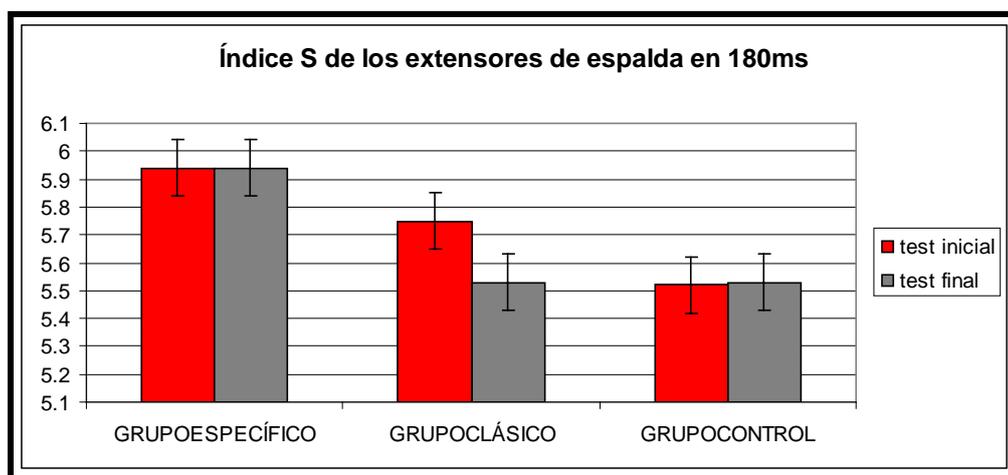
Gráfica 5.63. Índice S de los extensores de tobillos a los 100ms

5.8.4. Análisis del Índice S de los extensores de espalda a los 180ms- INDEXS_{180ms}ESPEXTISO

El análisis del Índice S de los extensores de espalda a los 180 ms, indica un equilibrio en el grupo específico (de 5.94 ± 1.315 a 5.94 ± 1.115) y en el GC (de 5.52 ± 0.81 a 5.53 ± 0.63) y un descenso en el Grupo clásico (de 5.75 ± 0.230 a 5.53 ± 0.112)(Tabla 5.130 y Gráfica 5.64).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	5.94 ± 1.315	5.94 ± 1.115
GRUPO _{CLÁSICO}	5.75 ± 0.230	5.53 ± 0.112
GRUPO _{CONTROL}	5.52 ± 0.81	5.53 ± 0.63

Tabla 5.130. Descriptiva del Índice S de los extensores de espalda a los 180ms



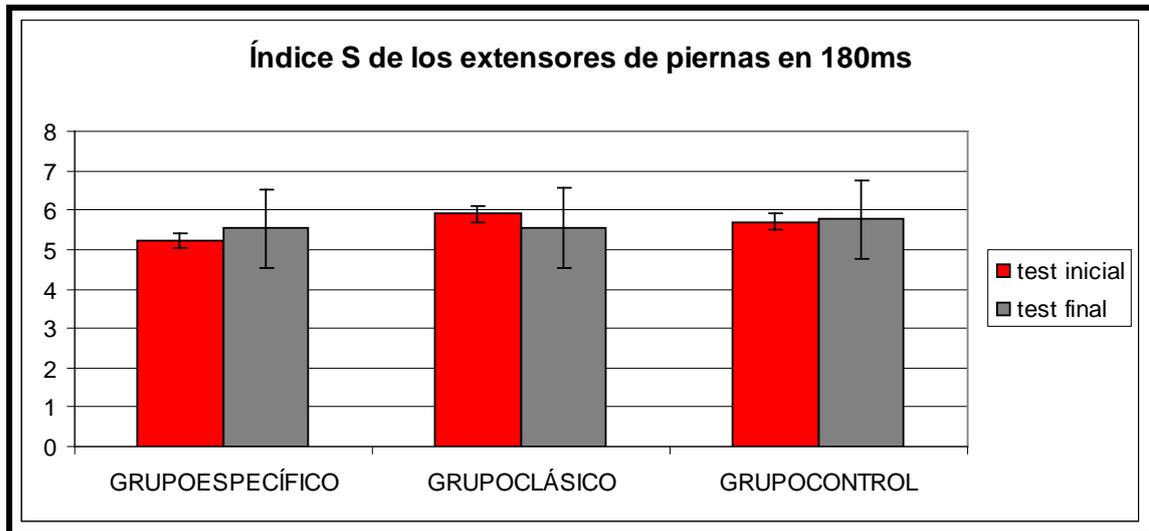
Gráfica 5.64. Índice S de los extensores de espalda a los 180ms

5.8.5. Análisis del Índice S de los extensores de piernas a los 180ms- INDEXS_{180ms}PIEREXTISO

El análisis del Índice S de los extensores de piernas a los 180 ms, indica una ligera elevación en el grupo específico (de 5.22 ± 1.058 a 5.53 ± 0.402), una pequeña disminución en el Grupo clásico (de 5.90 ± 0.790 a 5.55 ± 0.181) y un mantenimiento en el GC (5.71 ± 0.705 a 5.77 ± 0.731)(Tabla 5.131 y Gráfica 5.65).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	5.22 ± 1.058	5.53 ± 0.402
GRUPO _{CLÁSICO}	5.90 ± 0.790	5.55 ± 0.181
GRUPO _{CONTROL}	5.71 ± 0.705	5.77 ± 0.731

Tabla 5.131. Descriptiva del Índice S de los extensores de piernas a los 180ms



Gráfica 5.65. Índice S de los extensores de piernas a los 180ms

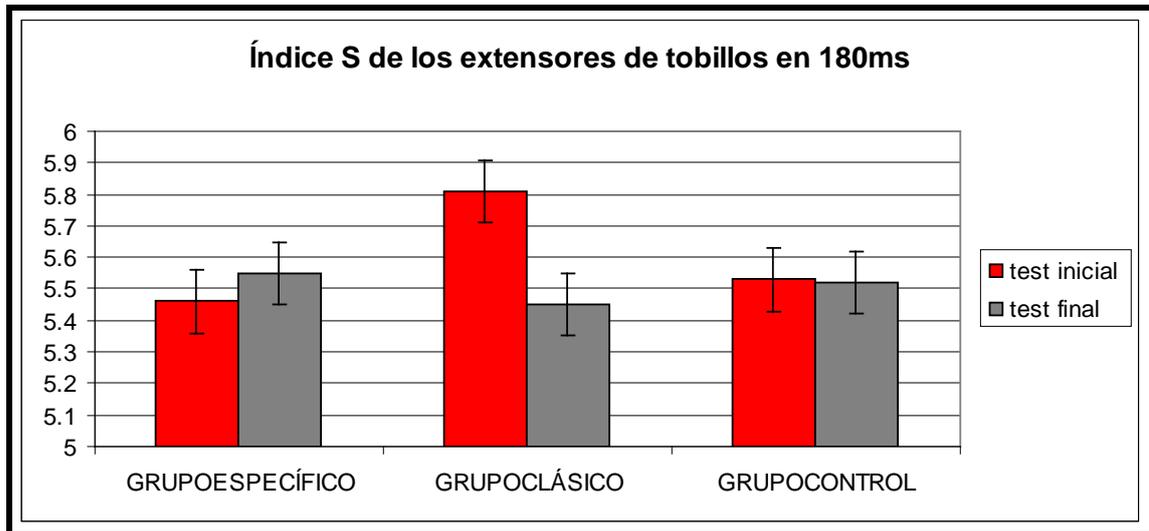
5.8.6. Análisis del Índice S de los extensores de tobillos a los 180ms- INDEXS_{180ms}TOBEXTISO

En cuanto al análisis de los grupos con MANOVA, las diferencias importantes a nivel general se detectaron al inicio ($F=4.657$ y $p= 0.016$).

El análisis del Índice S de los extensores de tobillos a los 180 ms, indica un ligero incremento en el Grupo específico (de 5.46 ± 0.347 a 5.55 ± 0.351), una fuerte disminución en el Grupo clásico (de 5.81 ± 0.403 a 5.45 ± 0.489) y un equilibrio en el GC (de 5.53 ± 0.095 a 5.52 ± 0.096) (Tabla 5.132 y Gráfica 5.66).

	Test inicial	Test final
	MEDIA ± DE	MEDIA ± DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	5.46 ± 0.347	5.55 ± 0.351
GRUPO _{CLÁSICO}	5.81 ± 0.4	5.45 ± 0.489
GRUPO _{CONTROL}	5.53 ± 0.095	5.52 ± 0.096

Tabla 5.132. Descriptiva del Índice S de los extensores de tobillos a los 180ms



Gráfica 5.66. Índice S de los extensores de tobillos a los 180ms

5.9. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SINERÍA BÁSICO, ESPECÍFICO Y ESPECIAL

5.9.1. Análisis del índice de sinergia de los extensores de espalda de la fuerza máxima- $Index_{SNGBASICFmaxESPEXTISO}$

El índice de sinergia de los extensores de espalda de la $F_{máx}$, demostró diferencias entre grupos tanto al principio ($F= 8.928$ y $p= 0.001$) como al final ($F= 4.9996$ y $p= 0.012$)(Tabla 5.133).

Efectos		F	p
Test inicial	Wilks' Lambda	8.928	.001
Test Final	Wilks' Lambda	4.996	.012

Tabla 5.133. MANOVA del Índice de sinergia de los extensores de espalda de la F_{max}

A nivel parcial se detectaron cambios entre el Grupo específico y el Grupo clásico al inicio ($p= 0.001$) y al final ($p= 0.05$), así como entre el Grupo específico y el GC al inicio ($p= 0.007$) y al final ($p= 0.018$) (Tabla 5.134).

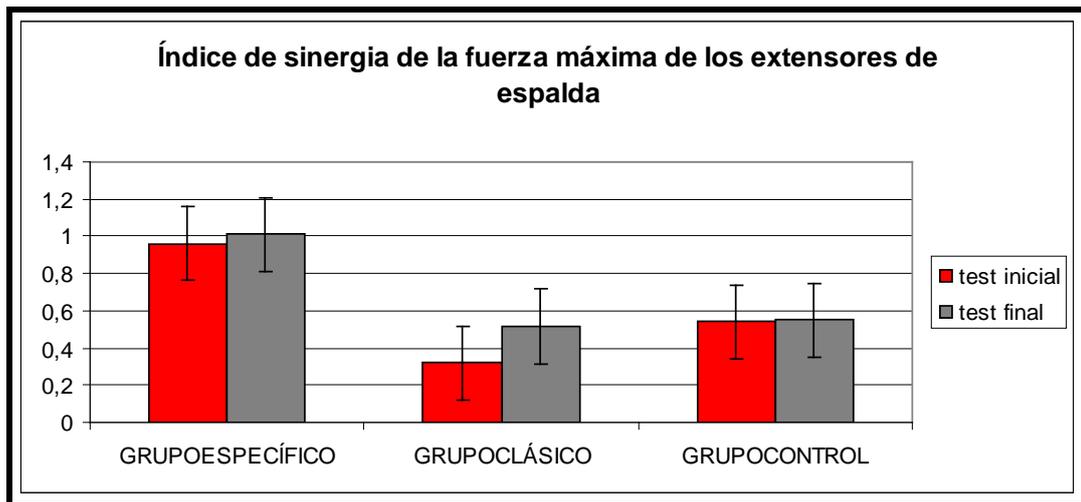
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media	p
$Index_{SNGBASICFmaxESPEXTISO}$	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	.6479*	0.001	0.4958	0.05
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	.4249*	0.007	.4623*	0.018
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.2229	0.436	0.0335	1

Tabla 5.134 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de espalda de la fuerza máxima

A nivel descriptivo, el Grupo específico incrementó ligeramente (de 0.96 ± 0.635 a 1.01 ± 0.693) un poco más el Grupo clásico (de 0.32 ± 0.067 a 0.516 ± 0.446) y casi estabilizado el GC (de 0.54 ± 0.119 a 0.549 ± 0.117)(Tabla 5.135 y gráfica 5.67).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	0.96 ± 0.635	1.01 ± 0.693
GRUPO _{CLÁSICO}	0.32 ± 0.067	0.516 ± 0.446
GRUPO _{CONTROL}	0.54 ± 0.119	0.549 ± 0.117

Tabla 5.135. Descriptiva del Índice de sinergia de los extensores de espalda de la fuerza máxima



Gráfica 67. Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de espalda

5.9.2. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de piernas- $Index_{SNGBASICFmaxPIEREXTISO}$

El índice de sinergia de la $F_{máx}$ de extensores de piernas fue significativo entre grupos al final ($F= 18.488$ y $p= 0.000$), mientras que a nivel parcial se notó las diferencias entre el Grupo específico con el clásico ($p=0.001$) y con el GC($p= 0.001$) (Tabla 5.136).

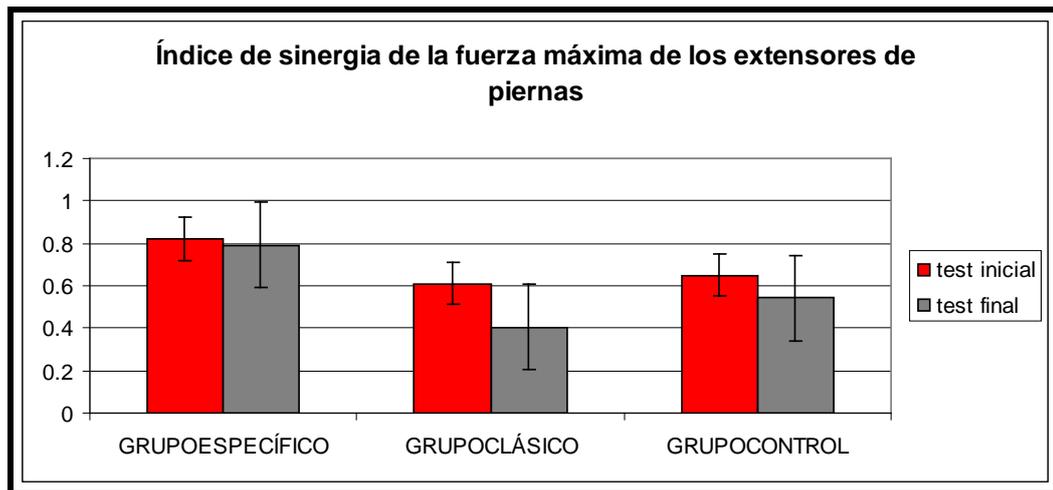
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
$Index_{SNGBASICFmaxPIEREXTISO}$	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.2036	0.284	.3865*	0.001
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	0.1662	0.265	.2496*	0.001
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.0374	1	0.137	0.099

Tabla 5.136 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de piernas de la fuerza máxima

A nivel descriptivo, el Grupo específico permaneció similar (de 0.82 ± 0.371 a 0.792 ± 0.204) mientras que el clásico disminuyó (de 0.61 ± 0.182 a 0.405 ± 0.116) y en menor medida el GC (de 0.65 ± 0.198 a 0.542 ± 0.115) (Tabla 5.137 y Gráfica 5.68).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	0.82 ± 0.371	0.792 ± 0.204
GRUPO _{CLÁSICO}	0.61 ± 0.182	0.405 ± 0.116
GRUPO _{CONTROL}	0.65 ± 0.198	0.542 ± 0.115

Tabla 5.137. Descriptiva del Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de piernas



Gráfica 5.68. Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de piernas

5.9.3. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de tobillos- $Index_{SNGBASIC_{FmaxTOBEXTISO}}$

El índice de sinergia de la $F_{máx}$ de extensores de tobillos fue significativo entre grupos al inicio ($F= 23.358$ y $p= 0.000$) y al final ($F= 5.486$ y $p= 0.008$), mientras que a nivel parcial los cambios se observaron entre el Grupo específico y el clásico tanto al inicio ($p= 0.001$) como al final ($p=0.007$) (Tabla 5.138).

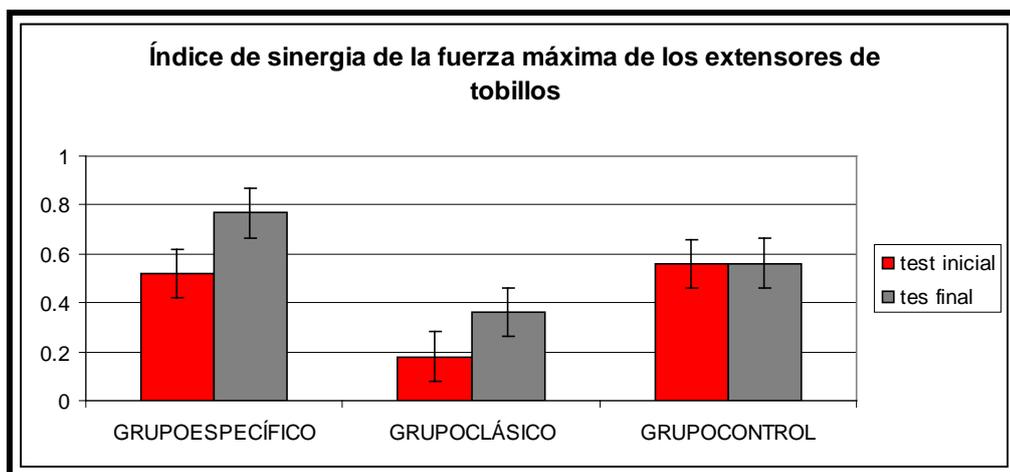
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
$Index_{SNGBASIC_{FmaxTOBEXTISO}}$	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	.3439*	0.001	.4064*	0.007
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	-0.0315	1	0.2056	0.136
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	.3754*	0.000	0.2008	0.257

Tabla 5.138 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos de la fuerza máxima

A nivel descriptivo, el Grupo específico aumentó (de 0.52 ± 0.206 a 0.76 ± 0.476) al igual que el Grupo clásico (de 0.18 ± 0.029 a 0.36 ± 0.11) mientras que el GC permaneció similar (de 0.56 ± 0.102 a 0.56 ± 0.089) (Tabla 5.139 y Gráfica 5.69).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	0.52 ± 0.206	0.76 ± 0.476
GRUPO _{CLÁSICO}	0.18 ± 0.029	0.36 ± 0.11
GRUPO _{CONTROL}	0.56 ± 0.102	0.56 ± 0.089

Tabla 5.139. Descriptiva del Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de tobillos



Gráfica 5.69. Índice de sinergia de la fuerza máxima de los extensores de tobillos

5.9.4. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza al 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda- Index_{SNGESPEC50%ESPEXTISO}

El índice de sinergia de la fuerza al 50% de la F_{máx} de los extensores de espalda experimentó cambios entre grupos al principio ($F= 3.353$ y $p= 0.46$) y final ($F= 9.993$ y $p= 0.000$).

A nivel parcial se detectaron cambios entre el Grupo específico con el Grupo clásico al inicio ($p= 0.041$) y al final ($p= 0.026$) y con el GC al final ($p= 0.001$) (Tabla 140).

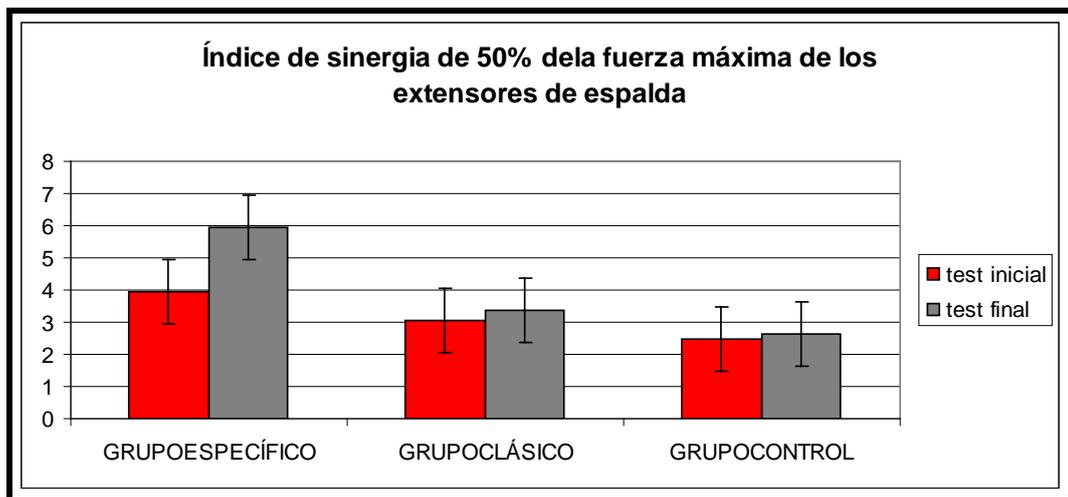
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
Index _{SNGBASIC50%ESPEXTISO}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.8956	0.664	2.5616*	0.026
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	1.4908*	0.041	3.2793*	0.001
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	-0.5952	1	-0.7177	1

Tabla 5.140 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de espalda al 50% de F_{máx}

A nivel descriptivo, el Grupo específico aumentó de 3.96 ± 2.136 a 5.93 ± 3.172 , mientras que el clásico solo aumentó de $3.07 \pm 2,193$ a 3.37 ± 2.259 y el GC apenas incrementó un poco (de 2.47 ± 0.652 a 2.65 ± 0.562)(Tabla 5.141 y Gráfica 5.70).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	3.96 ± 2.136	5.93 ± 3.172
GRUPO _{CLÁSICO}	$3.07 \pm 2,193$	3.37 ± 2.259
GRUPO _{CONTROL}	2.47 ± 0.652	2.65 ± 0.562

Tabla 5.141. Descriptiva del Índice de sinergia de 50% de la F_{máx} de los extensores de espalda



Gráfica 5.70. Índice de sinergia de 50% de la fuerza maxima de los extensores de espalda

5.9.5. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas- Index_{SNGESPEC50%PIEREXTISO}

El índice de sinergia de la fuerza al 50% de la F_{máx} de los extensores de piernas experimentó cambios entre grupos al final ($F= 4.082$ y $p= 0.025$).

A nivel parcial se detectaron entre el Grupo específico con el Grupo clásico ($p= 0.03$) (Tabla 5.142).

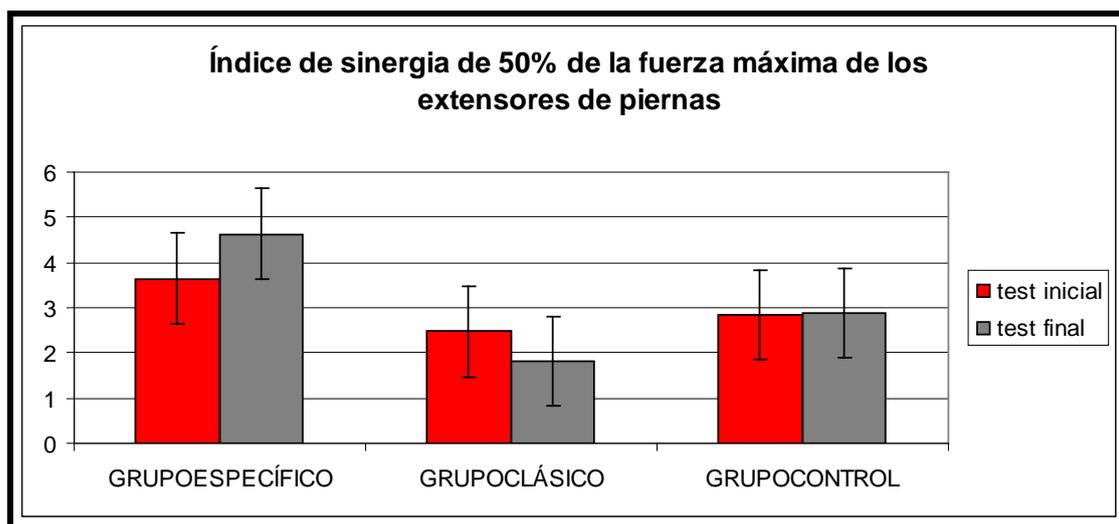
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
Index _{SNGBASIC50%PIEREXTISO}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	1.1693	0.501	2.8098*	0.03
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	0.8013	0.705	1.7515	0.123
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.368	1	1.0583	0.813

Tabla 5.142 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de piernas al 50% de F_{máx}

A nivel descriptivo, el Grupo específico incrementó de 3.65 ± 2.22 a 4.63 ± 3.42 mientras que el Grupo clásico disminuyó de 2.48 ± 1.40 a 1.82 ± 0.970 y el GC parece que se estabilizó de 2.84 ± 1.68 a 2.88 ± 1.68 (Tabla 5.143 y Gráfica 5.71).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	3.65 ± 2.22	4.63 ± 3.42
GRUPO _{CLÁSICO}	2.48 ± 1.40	1.82 ± 0.970
GC	2.84 ± 1.68	2.88 ± 1.68

Tabla 5.143. Descriptiva del Índice de sinergia al 50% de la F_{máx} de los extensores de piernas



Gráfica 5.71. Índice de sinergia de 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas

5.9.6. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos- Index_{SNGESPEC50%TOBEXTISO}

El índice de sinergia de la fuerza al 50% de la F_{máx} de los extensores de tobillos experimentó cambios entre grupos al final ($F= 9.304$ y $p= 0.001$). A nivel parcial se detectaron entre el Grupo específico y el clásico ($p=0.001$) al final (Tabla 5.144).

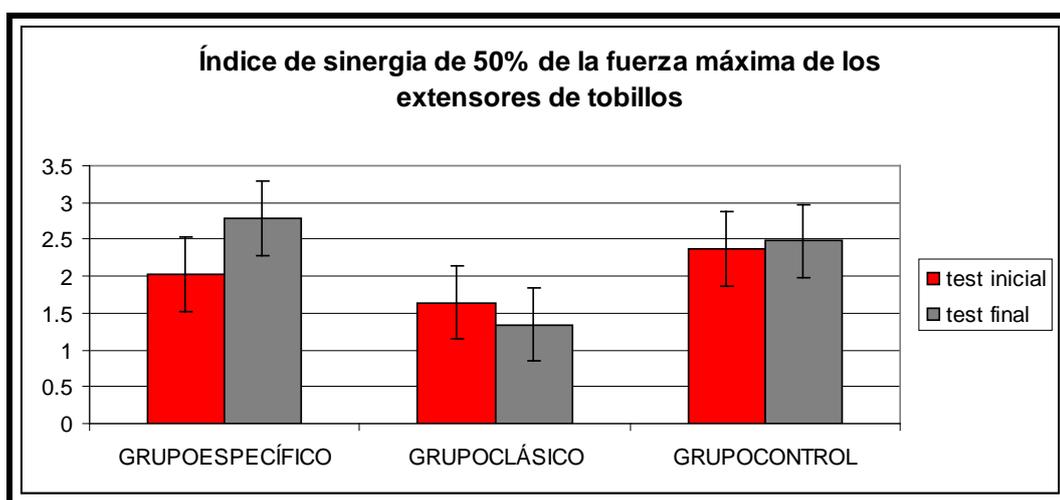
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
Index _{SNGBASIC50%TOBEXTISO}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.3906	1	1.4410*	0.001
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	-0.3403	0.98	0.3083	0.817
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.731	0.211	1.1326*	0.003

Tabla 5.144 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos al 50% de F_{máx}

A nivel descriptivo, el grupo específico incrementó de 2.03 ± 0.904 a 2.78 ± 0.985 , mientras que el Grupo clásico disminuyó de 1.64 ± 1.40 a 1.34 ± 0.433 y el GC apenas subió de 2.37 ± 0.712 a 2.47 ± 0.695 (Tabla 5.145 y Gráfica 5.72).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	2.03 ± 0.904	2.78 ± 0.985
GRUPO _{CLÁSICO}	1.64 ± 1.40	1.34 ± 0.433
GRUPO _{CONTROL}	2.37 ± 0.712	2.47 ± 0.695

Tabla 5.145. Descriptiva del Índice de sinergia de 50% de la F_{máx} de los extensores de tobillos



Gráfica 5.72. Índice de sinergia de 50% de la fuerza maxima de los extensores de tobillos

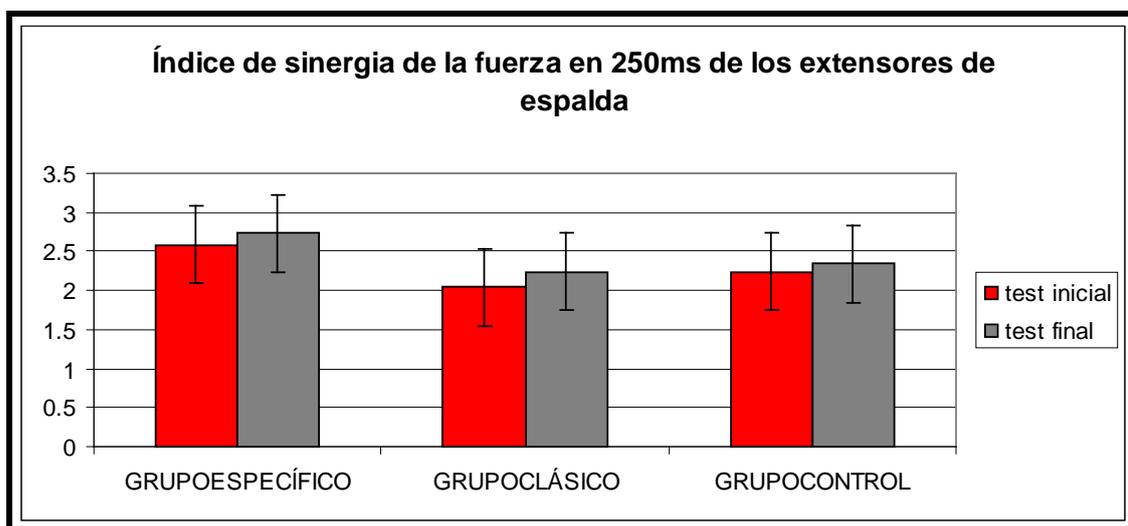
5.9.7. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 250 milisegundos de los extensores de espalda- Index_{SNGESPEC250msESPEXTISO}

En cuanto al análisis estadístico de los grupos con MANOVA, se detectaron cambios al final ($F= 3.815$ y $p= 0.031$).

A nivel descriptivo subieron todos un poco, siendo mayor en el Grupo específico (de 2.59 ± 0.559 a 2.73 ± 0.487), luego en el clásico (de 2.04 ± 0.683 a 2.24 ± 0.635) y finalmente al GC (de 2.24 ± 0.371 a 2.34 ± 0.332)(Tabla 5.146 y Gráfica 5.73).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	2.59 ± 0.559	2.73 ± 0.487
GRUPO _{CLÁSICO}	2.04 ± 0.683	2.24 ± 0.635
GRUPO _{CONTROL}	2.24 ± 0.371	2.34 ± 0.332

Tabla 5.146. Descriptiva del Índice de sinergia fuerza a los 250 ms de los extensores de espalda



Gráfica 5.73. Índice de sinergia fuerza a los 250 ms de los extensores de espalda

5.9.8. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 250 milisegundos de los extensores de piernas- Index_{SNGESPEC250msPIEREXTISO}

En cuanto al análisis de los grupos con MANOVA a nivel general, se detectaron cambios al final ($F= 5.554$ y $p= 0.008$), que a nivel parcial se detectaron entre el Grupo específico y el clásico al final ($p= 0.041$) (Tabla 5.147).

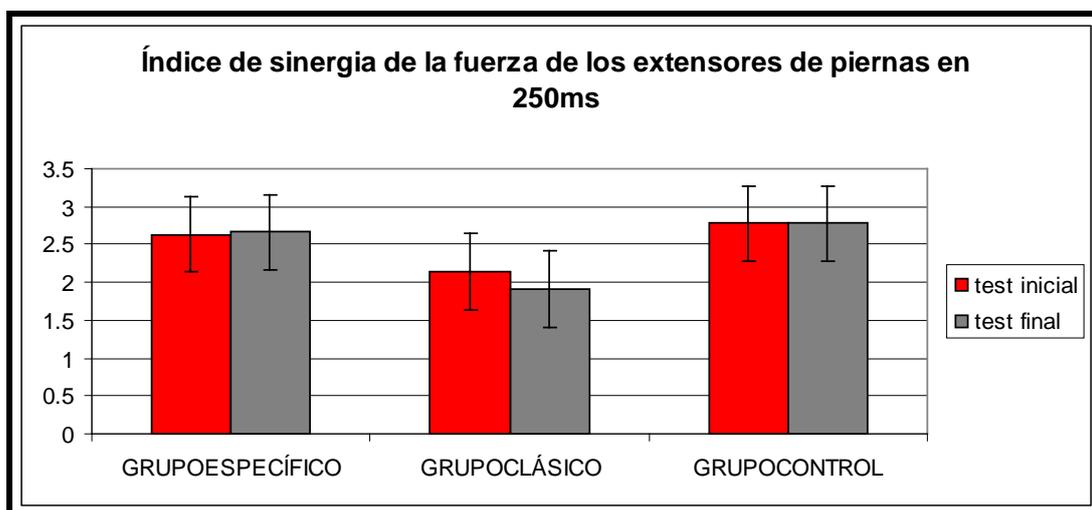
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
Index _{SNGESPEC250msPIEREXTISO}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.4837	0.522	.7529*	0.041
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	-0.1518	1	-0.1176	1
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.6355	0.163	.8705*	0.007

Tabla 5.147 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de piernas a los 250ms

A nivel descriptivo, el Grupo específico aumentó ligeramente de 2.63 ± 0.767 a 2.66 ± 0.584 , mientras que el grupo clásico disminuyó un poco (de 2.14 ± 0.82 a 1.91 ± 0.649) y el GC permaneció casi estable (de 2.78 ± 0.741 a 2.78 ± 0.656) (Tabla 5.148 y Gráfica 5.74).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	2.63 ± 0.767	2.66 ± 0.584
GRUPO _{CLÁSICO}	2.14 ± 0.82	1.91 ± 0.649
GRUPO _{CONTROL}	2.78 ± 0.741	2.78 ± 0.656

Tabla 5.148. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 250 ms de los extensores de piernas



Gráfica 5.74. Índice de sinergia de fuerza a los 250 ms de los extensores de piernas

5.9.9. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 250 milisegundos de los extensores de tobillos- Index_{SNGESPEC250msTOBEXTISO}

El índice de sinergia de la fuerza a los 250 ms en los extensores de tobillos mostró diferencias significativas entre grupos al inicio ($F= 8.331$ y $p= 0.001$) y al final ($F= 9.246$ y $p= 0.001$). Los cambios a nivel parcial se detectaron entre el Grupo específico y el clásico al final ($p=0.001$) (Tabla 5.149).

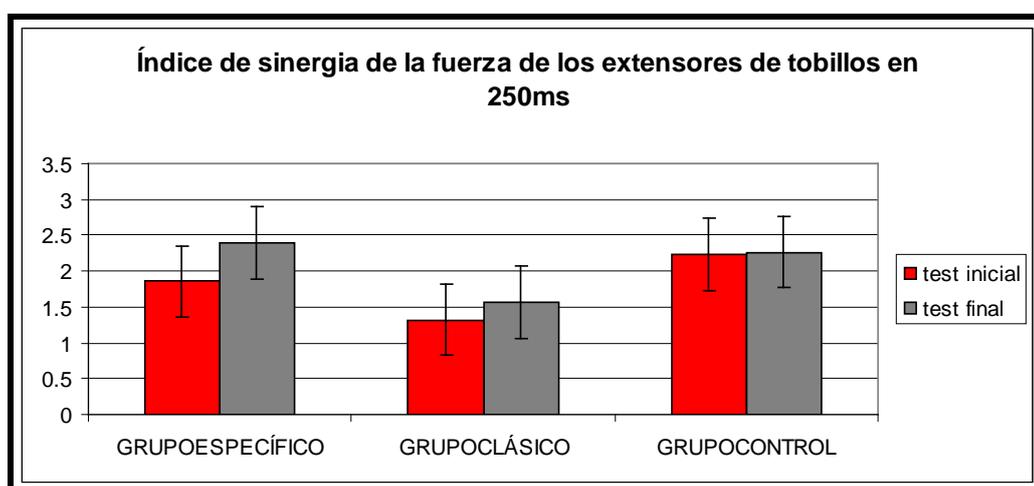
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
Index _{SNGESPEC250msTOBEXTISO}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.5336	0.109	.8254*	0.001
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	-0.3746	0.193	0.1272	1
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	.9082*	0.001	.6983*	0.002

Tabla 5.149 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos a los 250ms

A nivel descriptivo, incrementaron el grupo específico de 1.86 ± 0.773 a 2.39 ± 0.632 y el grupo clásico de 1.32 ± 0.397 a 1.56 ± 0.318 , mientras que el GC permaneció prácticamente igual (de 2.23 ± 0.399 a 2.26 ± 0.344) (Tabla 5.150 y Gráfica 5.75).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	1.86 ± 0.773	2.39 ± 0.632
GRUPO _{CLÁSICO}	1.32 ± 0.397	1.56 ± 0.318
GRUPO _{CONTROL}	2.23 ± 0.399	2.26 ± 0.344

Tabla 5.150. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 250 ms de los extensores de tobillos



Gráfica 5.75. Índice de sinergia de fuerza a los 250 ms de los extensores de tobillos

5.9.10. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 100 milisegundos de los extensores de espalda- Index_{SNGESPEC100msESPEXTISO}

En cuanto al índice de sinergia de la fuerza a los 100 ms de los extensores de espalda intergrupos, se detectaron cambios importantes ($F= 7.743$ y $p= 0.002$).

Los cambios al nivel parcial entre los grupos fueron principalmente entre el Grupo específico con el Clásico al final ($p= 0.045$) y también con el GC ($p= 0.001$) (Tabla 5.151).

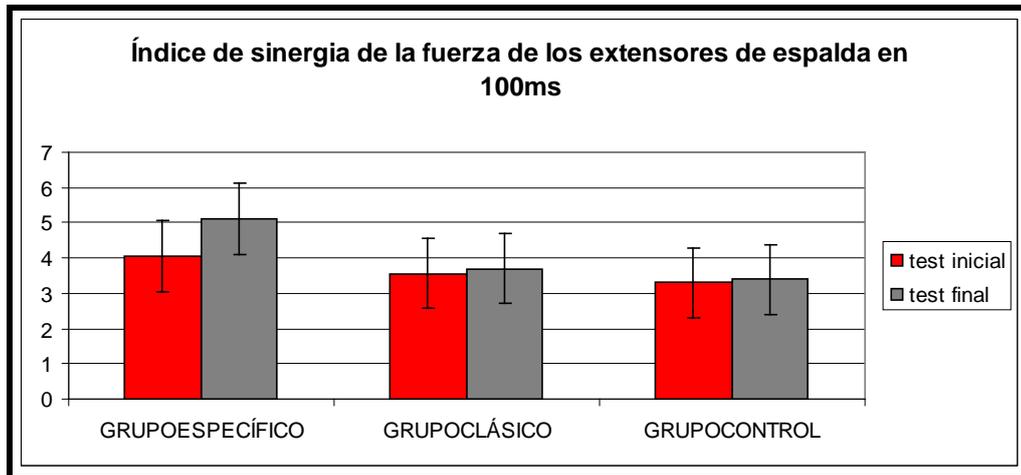
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
Index _{SNGESPECESPEXTISO}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.4998	0.896	1.4278*	0.045
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	0.765	0.153	1.7339*	0.001
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.2652	1	-0.3061	1

Tabla 5.151 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de espalda a los 100ms

A nivel descriptivo, servó un incremento en el Grupo específico de 4.06 ± 1.40 a 5.12 ± 1.83 y un estancamiento en el grupo clásico (de 3.56 ± 1.14 a 3.70 ± 1.24) y en el GC (de 3.30 ± 0.688 a 3.39 ± 0.648) (Tabla 5.152 y Gráfica 5.76).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	4.06 ± 1.40	5.12 ± 1.83
GRUPO _{CLÁSICO}	3.56 ± 1.14	3.70 ± 1.24
GRUPO _{CONTROL}	3.30 ± 0.688	3.39 ± 0.648

Tabla 5.152. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza en 100 ms de los extensores de espalda



Gráfica 5.76. Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de espalda

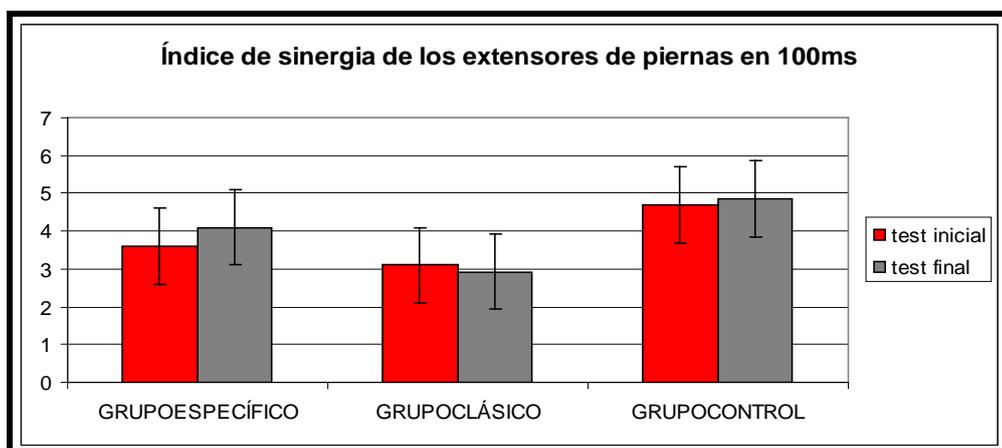
5.9.11. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 100 milisegundos de los extensores de piernas- Index_{SNGESPEC100msPIEREXTISO}

En cuanto al índice de sinergia de la fuerza a los 100 ms de los extensores de piernas se detectaron cambios intergrupos al final ($F= 3.716$ y $p= 0.034$).

A nivel descriptivo, el Grupo específico subió de 3.6 ± 1.385 a 4.10 ± 1.53 , mientras que el clásico disminuyó ligeramente de 3.1 ± 0.834 a 2.93 ± 0.804 y el GC, prácticamente permaneció igual (de 4.7 ± 2.2 a 4.85 ± 1.99) (Tabla 5.153 y Gráfica 5.77).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	3.6 ± 1.385	4.10 ± 1.53
GRUPO _{CLÁSICO}	3.1 ± 0.834	2.93 ± 0.804
GRUPO _{CONTROL}	4.7 ± 2.2	4.85 ± 1.99

Tabla 5.153. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de piernas



Gráfica 5.77. Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de piernas

5.9.12. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 100 milisegundos de los extensores de tobillos- Index_{SNGESPEC100msTOBEXTISO}

En cuanto al índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de tobillos hay cambios intergrupos tanto al inicio (F= 6.956 y p= 0.003) como al final (F= 4.013 y p= 0.026), que a nivel parcial se detectaron entre el Grupo específico y el GC al inicio (p=0.025) (Tabla 5.154).

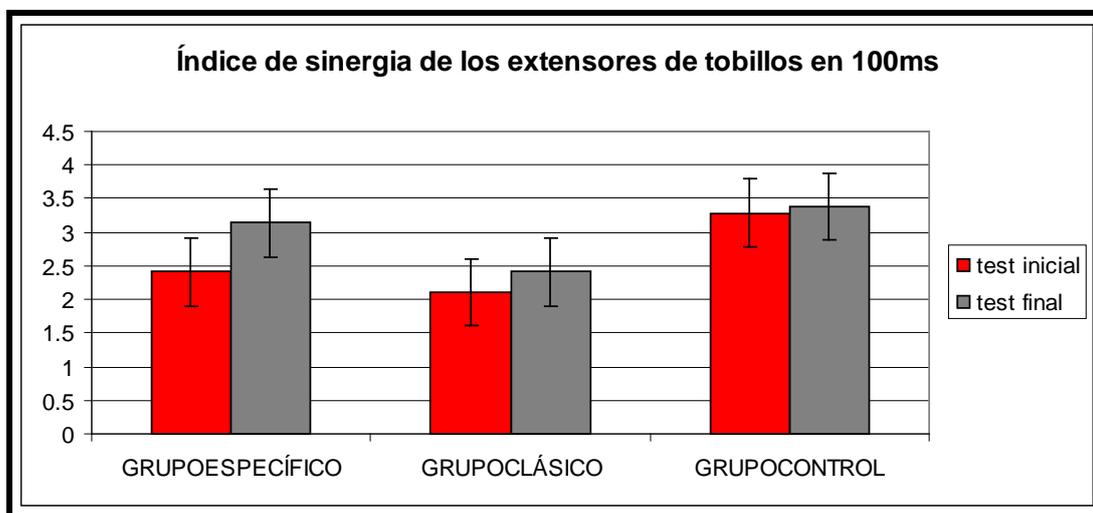
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
Index _{SNGESPEC100msTOBEXTISO}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.2941	1	0.7313	0.173
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	0.8773*	0.025	0.237	1
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	1.1715*	0.007	.9683*	0.022

Tabla 5.154 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos a los 100ms

A nivel descriptivo, el Grupo experimental fue el que más incrementó (de 2.41 ± 1.054 a 3.14 ± 1.004), mientras que el clásico incrementó menos (de 2.11 ± 0.759 a 2.41 ± 0.86) y el GC apenas incrementó (de 3.29 ± 0.766 a 3.38 ± 0.667)(Tabla 5.155 y Gráfica 5.78).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	2.41 ± 1.054	3.14 ± 1.004
GRUPO _{CLÁSICO}	2.11 ± 0.759	2.41 ± 0.86
GRUPO _{CONTROL}	3.29 ± 0.766	3.38 ± 0.667

Tabla 5.155. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de tobillos



Gráfica 5.78. Índice de sinergia de fuerza a los 100 ms de los extensores de tobillos

5.9.13. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 180 milisegundos de los extensores de espalda- Index_{SNGESPEC180msESPEXTISO}

El índice de sinergia de la fuerza a los 180 ms de los extensores de espalda indicó diferencias intergrupos al inicio (F= 8.153 y p= 0.001) y al final (F= 4.259 y p= 0.022). Estos cambios fueron entre el Grupo específico con el clásico al final (p= 0.011), y con el GC(p= 0.002) (Tabla 5.156).

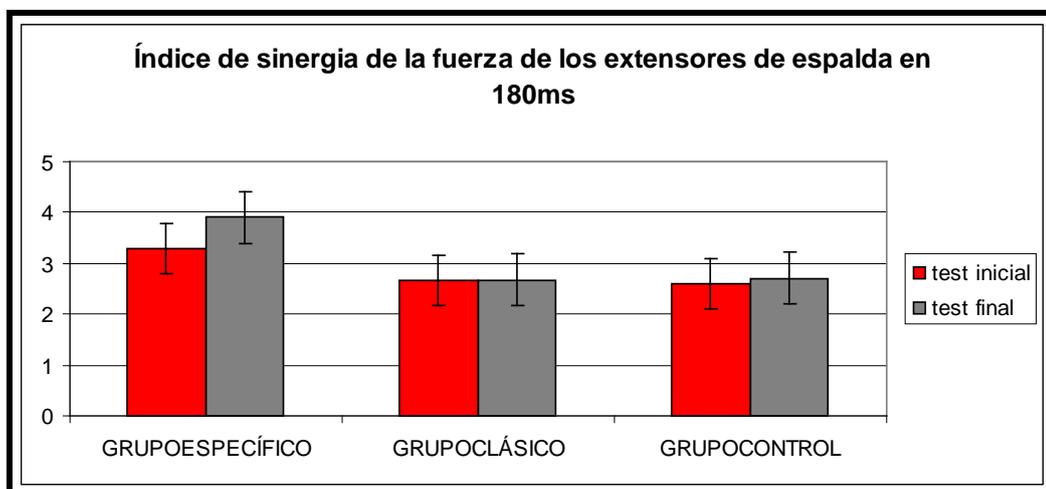
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media (I-J)	p
Index _{SNGESPEC180msESPEXTISO}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.6229	0.397	1.2234*	0.011
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	0.6866	0.122	1.1863*	0.002
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.0637	1	0.0371	1

Tabla 5.156 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia de los extensores de tobillos a los 100ms

A nivel descriptivo, se produjo una mejoría en el grupo específico (de 3.28 ± 1.285 a 3.90 ± 1.312) mientras que en los otros dos grupos apenas hubo diferencias (el Clásico de 2.66 ± 0.95 a 2.68 ± 0.81 y el GC de 2.59 ± 0.599 a 2.71 ± 0.445)(Tabla 5.157 y Gráfica 5.79).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	3.28 ± 1.285	3.90 ± 1.312
GRUPO _{CLÁSICO}	2.66 ± 0.95	2.68 ± 0.81
GRUPO _{CONTROL}	2.59 ± 0.599	2.71 ± 0.445

Tabla 5.157. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de espalda



Gráfica 5.79. Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de espalda

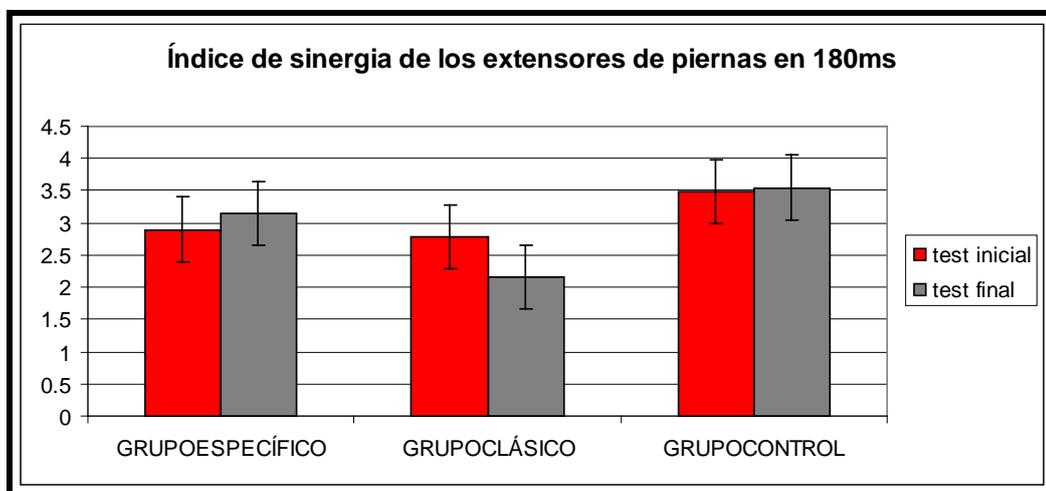
**5.9.14. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 180 milisegundos de los extensores de piernas-
Index_{SNGESPEC180msPIEREXTISO}**

El índice de sinergia de la fuerza a los 180 ms de los extensores de piernas indicó diferencias intergrupos al final ($F= 4.259$ y $p= 0.002$).

A nivel descriptivo, el grupo específico incrementó ligeramente de 2.9 ± 0.834 a 3.15 ± 0.901 mientras que el grupo clásico disminuyó de 2.78 ± 0.936 a 2.16 ± 0.722 y el GC prácticamente quedó como estaba (de 3.48 ± 1.44 a 3.55 ± 1.35)(Tabla 5.158 y Gráfica 5.80).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	2.9 ± 0.834	3.15 ± 0.901
GRUPO _{CLÁSICO}	2.78 ± 0.936	2.16 ± 0.722
GRUPO _{CONTROL}	3.48 ± 1.44	3.55 ± 1.35

Tabla 5.158. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de piernas



Gráfica 5.80. Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de piernas

**5.9.15. Análisis estadístico del Índice de sinergia de la fuerza a los 180 milisegundos de los extensores de tobillos-
Index_{SNGESPEC180msTOBEXTISO}**

El índice de sinergia de la fuerza a los 180 ms de los extensores de tobillos indicó diferencias intergrupos al final ($F= 4.259$ y $p= 0.002$). A nivel parcial fueron entre el Específico y el Clásico ($p=0.003$) al final de proceso de entrenamiento (Tabla 5.159).

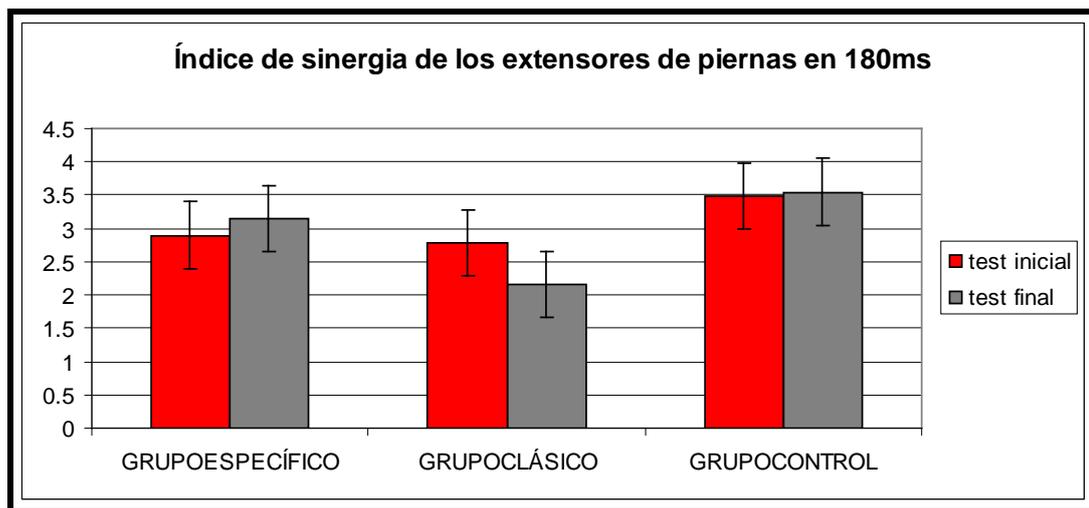
Variables Dependientes	(I) Grupos	(J) Grupos	test inicial		test final	
			Diferencia de media	p	Diferencia de Media	p
Index _{SNGESPEC180msTOBEXTISO}	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.1872	1	.9285*	0.003
	GRUPO _{ESPECÍFICO}	GRUPO _{CONTROL}	-0.4773	0.235	0.1378	1
	GRUPO _{CONTROL}	GRUPO _{CLÁSICO}	0.6646	0.103	.7907*	0.005

Tabla 5.159 Las diferencias entre los grupos del Índice de sinergia especial de los extensores de tobillos a los 180ms

A nivel descriptivo incrementa ligeramente en el grupo específico de 2.9 ± 0.834 a 3.15 ± 0.901 , mientras que el grupo clásico disminuye de 2.78 ± 0.936 a 2.16 ± 0.722 y el GC permanece similar (de 3.48 ± 1.44 a 3.55 ± 1.35) (Tabla 5.160 y Gráfica 5.81).

	Test inicial	Test final
	MEDIA \pm DE	MEDIA \pm DE
GRUPO _{ESPECÍFICO}	2.9 ± 0.834	3.15 ± 0.901
GRUPO _{CLÁSICO}	2.78 ± 0.936	2.16 ± 0.722
GRUPO _{CONTROL}	3.48 ± 1.44	3.55 ± 1.35

Tabla 5.160. Descriptiva del Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de piernas



Gráfica 5.81. Índice de sinergia de fuerza a los 180 ms de los extensores de piernas

DISCUSIÓN

6. DISCUSIÓN

Para desarrollar la fuerza explosiva, se utilizan métodos de trabajo con cargas de intensidades variadas y también saltos que favorecen también la fuerza máxima de los grupos musculares intervinientes en la acción deportiva (Bedi y al., 1987; Zatsiorsky, 1995; Hewet y al., 1996; Gehri y al., 1998; Verkhoshansky, 1999; Pablos y al., 1999; Scott, 2000; Rimmer y Silvester, 2000, Hadzic y al., 2010).

Con método de entrenamiento deportivo utilizado en esta investigación, se ha comprobado que la fuerza muscular de los extensores de espalda, los extensores de piernas y los extensores de tobillos han mejorado a nivel general de su manifestación (Tabla 5.1). Los parámetros de la fuerza muscular demostraron cambios significativos en cuanto a la fuerza de los extensores de tobillos y el porcentaje de la fuerza máxima cuando se realizó la fuerza muscular a los 100, 180 y 250 milisegundos desde la activación muscular (Tabla 5.2).

La mayoría de las investigaciones realizadas sobre la evaluación de los métodos combinados de trabajo con cargas y saltos desde alturas con el objetivo de mejorar la fuerza máxima y/o la fuerza explosiva de distintos grupos musculares, han sido de carácter longitudinal y transversal. Se han analizado grupos que han practicado distintos modelos de entrenamiento por un periodo de uno, dos e incluso más mesociclos (Fry y Kraemer, 1991; Abella, 1999; Aagaard y al., 2002; Gruber y al., 2004; Rajic y al., 2004; Rajic y al., 2008; Haff y al., 2008; Ivanovic, 2010;) y luego se evalúan la calidad y cantidad de entrenamiento en función de sus efectos.

Los resultados presentados, coinciden con las conclusiones del trabajo de Rajic (Rajic, 2003), aplicado a once jugadoras de voleibol de elite, tras un mesociclo de entrenamiento específico. Dicho entrenamiento de fuerza explosiva, produjo cambios a nivel parcial en la fuerza de impulso de los extensores de tobillos ($p= 0.045$), en el tiempo necesario para la realización de la fuerza máxima ($p= 0.004$) y en el coeficiente de la velocidad de la activación muscular ($p= 0.031$).

Pablos et al, (1999) realizaron una investigación para demostrar la adaptación del organismo ante dos sistemas de entrenamiento en deportes de equipo (baloncesto y voleibol) durante la fase competitiva para mejorar la fuerza explosiva de salto, sin perjuicio de disminuir su rendimiento deportivo. Se ha utilizado el sistema de entrenamiento de contraste con carga submáxima combinado con el trabajo pliométrico y entrenamiento de contraste con carga ligera y muy ligera entre jugadores de voleibol y baloncesto.

Las investigaciones hechas anteriormente han comprobado que las características mecánicas de los músculos dependen de las características individuales de los sujetos, de la temporalización, de las características del deporte y del aspecto biomecánico. La actividad deportiva y el rendimiento en aquellos deportes donde se requiere la capacidad de salto, como por ejemplo el atletismo y el voleibol, se utilizan diferentes métodos de adaptación muscular (Rousanoglou y al., 2008; Ivanovic, 2010).

Al analizar los resultados de entrenamientos dirigidos a la mejora de fuerza explosiva, pero realizados con distintos grupos de deportistas de diferentes ramas deportivas, suelen observarse variaciones, como consecuencia de las modificaciones en las dimensiones básicas y específicas de la fuerza muscular de la propia actividad (Lee, 1989; Pablos et al. 1999; Kroon, 2000; Rajic, 2008; Rousanoglou, 2008; Dopsaj et al. 2010).

Tal como se puede observar en la tabla 5.3 del apartado de resultados, se observan diferencias importantes a nivel general entre los tres grupos de jugadoras sometidas a la investigación. A nivel parcial se detectaron cambios en la fuerza de los extensores de espalda realizada a los 100 milisegundos, en el porcentaje de la fuerza máxima cuando la fuerza fue realizada a los 100 milisegundos, en la fuerza a los 180ms y los 250 milisegundos desde la activación muscular, en la fuerza de los extensores de espalda realizada al 50% de la fuerza máxima y en la fuerza máxima de los extensores de espalda.

Cada proceso de entrenamiento para el desarrollo de la capacidad de salto, tiene su impacto sobre los extensores de piernas (Bosco, 1978; Jaric, 1987; Pablos et al., 1999; Rajic, 2003; Aagaard y al., 2002; Da silva Grigoletto y al., 2008; Dopsaj y al., 2010). Las diferencias importantes entre los tres grupos de sujetos además de ser detectadas a nivel general, se han verificado parcialmente en el caso de los extensores de piernas en los siguientes parámetros:

- ✓ nivel de la fuerza realizada a los 180 milisegundos,
- ✓ el porcentaje de la fuerza máxima a los 180 milisegundos,
- ✓ la fuerza realizada a los 250 milisegundos,
- ✓ el porcentaje de fuerza máxima a los 250 milisegundos,
- ✓ la fuerza máxima,
- ✓ la fuerza al 50% de la fuerza máxima.

Salci, (2008) en una investigación que duró 10 semanas y en la que sometió a 27 deportistas al entrenamiento para el desarrollo de la fuerza muscular de los miembros inferiores, observaron que el método aplicado para el desarrollo de la fuerza muscular aumentó la fuerza excéntrica de los extensores de tobillos entre la primera (233.6 ± 27.5 Nm/kgbw) y décima semana (253.8 ± 28.4 Nm/kgbw; $p < .05$), al igual que se mejoró la capacidad de salto (0.25 ± 0.0 cm en el test inicial y 0.27 ± 0.0 cm en el test final; $p < .01$) y también se mejoró la capacidad de protección de las extremidades inferiores para evitar lesiones deportivas típicas en los deportes en los que los saltos juegan un papel importante.

En esta investigación, en cuanto a los extensores de tobillos a nivel general se detectaron cambios en todos los niveles de manifestación de la fuerza muscular y también en el porcentaje de la fuerza máxima en todos los niveles analizados.

6.1. Discusión de los parámetros de fuerza realizada a los 100 milisegundos

Los músculos extensores de espalda juegan un papel importante en el salto vertical (Jaric y al, 1987; Laffaye y al, 2006) Esa conclusión coincide con los resultados obtenidos en este trabajo, en que la fuerza muscular realizada en 100 milisegundos mejoró un 35.41%.

El entrenamiento para el desarrollo de la capacidad de salto, aumenta el nivel de la fuerza máxima, al igual que reduce el tiempo necesario para realizarla, lo que se produce con la ejecución de movimientos rápidos (Kraemer y al, 1994; Bompa, 2000; Aagaard y al, 2002; Rajic, 2003; Rajic y al, 2004; Kawamori y al, 2006; Rajic y al, 2008). Con esta investigación, se han producido cambios significativos con el grupo experimental pliométrico que aumentó la fuerza muscular realizada en 100 milisegundos.

La fuerza muscular de los extensores de piernas realizada en 100 milisegundos del grupo experimental pliométrico mejoró un 14.26%, dato estadísticamente significativo en comparación con los otros dos grupos de sujetos, comprobando que la adaptación de los extensores de piernas al método de entrenamiento para el desarrollo de la capacidad de salto debe producirse con la reducción del tiempo necesario para realizar la fuerza muscular, así que los saltos se ejecutan de una manera rápida (Bedi y al, 1987; Bobbert, 1990; Zatsiorsky, 1995; Bompa, 2000; Rajic, 2003; Rajic y al, 2004; Cuncha, 2005; Zatsiorsky y Kraemer, 2006). Así mismo, este método de entrenamiento ha causado el reclutamiento muscular en nivel de 100 milisegundos de la fuerza muscular de extensores de piernas, como la primera fase de la adaptación del sistema neuromuscular al entrenamiento específico. Se supone que el resultado del entrenamiento se ha orientado inicialmente hacia la hipertrofia muscular y posteriormente ser sustituido por el aumento del componente explosivo. Así mismo, es evidente que el método de desarrollo de la fuerza explosiva consistente en trabajar con cargas de máxima y submáxima intensidad junto con saltos en profundidad no es eficaz en los 100 milisegundos de la activación muscular.

Los músculos extensores de tobillos responden al entrenamiento específico con una mejora de salto (Rajic, 2003, Cuncha, 2005; Hadzic et al, 2010) ya que los extensores de piernas participan en la eficacia del salto vertical con un 22% (Jaric, 1987). En cuanto a los resultados de la fuerza muscular de los extensores de tobillos producida a los 100 milisegundos, se produjo una mejoría de un 31.6%, aunque aumentó el tiempo necesario para realizarla, desplazando la curva fuerza- tiempo hacia derecha, pero sin importancia estadística. Esto se puede explicar porque el período de cuatro semanas de entrenamiento específico no genera la fuerza explosiva en la primera fase de contracción muscular, es decir, en los primeros 100 milisegundos de la contracción. Las fibras musculares de extensores de tobillos parece que no se han adaptado al entrenamiento realizado, ya que la fase de super-compensación llega más tarde, entre las 6 u 8 semanas del entrenamiento deportivo (Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Andersen et al, 2006).

6.2. Discusión sobre los parámetros de la fuerza realizada a los 180 milisegundos

Los músculos extensores de la espalda juegan un importante papel en el salto vertical participando con un 10% (Jaric, 1987). Se ha comprobado que la activación del cuerpo superior puede mejorar la altura alcanzada en saltos vertical un 15% en el caso de jugadores de voleibol de elite, igual que el pico de la fuerza reactiva del suelo con un 7% y la fuerza muscular realizada con un 10.6% (Laffaye et al, 2006).

En nuestro caso, la fuerza de los extensores de la espalda realizada a los 180 milisegundos mejoró un 25.6%. Las investigaciones hechas anteriormente han comprobado que la fuerza muscular de extensores de espalda aumenta con distintos métodos de entrenamiento para el salto vertical (Rajic, 2003; Coh 2010). El modelo de entrenamiento pliométrico, ha producido que la fuerza de extensores de espalda realizada en 180 milisegundos evolucione rápido, reduciendo el tiempo necesario para su ejecución. Por ello, la curva fuerza- tiempo se desplaza hacia la izquierda, aumentando la importancia de los extensores de espalda en el salto vertical (Bompa, 2000; Andersen y Aaggard, 2006; Andesen y al, 2007).

Teniendo en cuenta que los extensores de piernas participan en el salto vertical con un 56% (Jaric, 1987) y que se han planteado muchas investigaciones con objetivo de mejorar la capacidad de salto, vemos como los extensores de piernas en 180 milisegundos producen cambios significativos entre el grupo específico y el grupo clásico aumentándola un 9.17%. En el caso de saltos verticales y saltos de altura, el tiempo que se necesita para realizar la fuerza máxima esta entre 140 y 180 milisegundos (Bompa, 2000; Komi, 2003; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Coh, 2010).

La fuerza muscular de los extensores de tobillos realizada en nivel de 180 milisegundos mejoró con el entrenamiento pliométrico un 33,6%. Este hecho coincide con conclusiones de otras investigaciones en las que se ha detectado que los métodos que consisten en trabajo con cargas de varias intensidades y saltos desde alturas producen cambios específicos en la fuerza muscular de varios grupos de músculos afectados por el entrenamiento (Jaric, 1987, Maffiuletti et al, 2002; Rajic, 2003; Rajic et al, 2004; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010; Coh, 2010, Hadzic et al, 2010).

Aagaard y otros (2006) han demostrado que el método específico de entrenamiento para mejorar la capacidad de salto vertical, debe durar, al menos, diez semanas, teniendo en cuenta que la fase de supercompensación debe durar el mismo tiempo. Puesto que la respuesta al entrenamiento específico llega más tarde, se debe esperar de cuatro a seis semanas desde la finalización del entrenamiento específico (Rajic, 2003, Rajic et al, 2008; Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

6.3. Discusión sobre la fuerza realizada a los 250 milisegundos

La fuerza muscular máxima no se puede realizar al instante, pues normalmente se necesitan entre 300 y 400 milisegundos para generarla. En la mayoría de los movimientos deportivos de alto rendimiento, la duración del periodo necesario para realizar la fuerza máxima no supera 300 milisegundos. En el caso de los saltos verticales y saltos de altura, por ejemplo, el tiempo que se necesita para realizar la fuerza máxima está entre los 140 y 180 milisegundos (Komi, 2003; Coh, 2010; Andersen et al, 2006).

Analizando la curva fuerza-tiempo al aplicar el método pliométrico, se puede concluir que la curva fuerza- tiempo se desplaza hacia izquierda, es decir, se reduce el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima entre 200 y 250 milisegundos (Bompa, 1999). Asimismo, dicho modelo de entrenamiento de la fuerza mejora el momento de SSC²⁷, es decir, reduce el tiempo de transición del trabajo excéntrico al trabajo concéntrico de la sincronización de las unidades motoras (Verkhoshansky, 1999; Zatsiorsky, 1995; Zatsiorsky y Kraemer, 2006).

Teniendo en cuenta que los extensores de espalda participan en los saltos verticales y que es importante entrenarlos para mejorar la adaptación de este grupo muscular y ajustarlo con otros grupos musculares al entrenamiento específico (Jaric, 2987; Dopsaj et al, 2000; Rajic, 2003; Dopsaj, 2005; Laffaye et al, 2006), se puede decir que el entrenamiento específico realizado en este estudio, mejoró la fuerza de extensores de espalda un 19.38%.

En la investigación realizada por nosotros la fuerza muscular de los extensores de piernas realizada en nivel de 250 milisegundos ha mejorado ligeramente (2.66%), destacando las diferencias entre el grupo específico y los otros dos grupos (el clásico y el control).

En los deportes que requieren varios aspectos de fuerza explosiva (sprint, kárate, saltos, etc), el tiempo disponible para realizar dicha fuerza está limitado entre los 50 y los 250 milisegundos, mientras que el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima, normalmente supera los 300 milisegundos (Andersen y Aagard, 2006, Ivanovic, 2010).

Analizando el porcentaje de la fuerza máxima cuando se realizó la fuerza de los extensores de piernas en 250 milisegundos entre los tres grupos observados, en el caso de los extensores de piernas, se han producido cambios estadísticamente importantes entre ambos grupos experimentales (el pliométrico y el clásico).

Aunque los métodos de entrenamiento específico que consisten en trabajos con cargas de intensidades variables y con saltos desde alturas aumentan la fuerza muscular, el componente explosivo no suele cambiar o si cambia es muy poco (Rajic, 2003). Es importante tener en cuenta que se necesita un tiempo para la adaptación muscular, al igual que se necesita un tiempo para que se recluten las unidades motoras (Rajic et al, 2004; Andersen et al, 2006; Zatsiorsky, 2006; Yamauchi, 2007)

²⁷ SSC- strech- shortening cycle(El ciclo estiramiento- acortamiento)

En nuestro estudio, el grupo de entrenamiento pliométrico ha mejorado la fuerza de extensores de tobillos en los 250 milisegundos, un 29%. Al igual que el momento de la fuerza máxima en 250 milisegundos cambió con arreglo al grupo de entrenamiento clásico.

Los datos explicados anteriormente sobre los extensores de tobillos coinciden con los de otros autores (Zatsiorsky, 1995; Hewet et al, 1996; Gehri et al, 1998; Verkhoshansky, 1999; Pablos et al, 1999; Scott, 1999; Rimmer y Slievert, 2000; Maffiuletti et al, 2002), determinando la importancia del método pliométrico realizado con saltos de diferentes alturas seguidos con trabajo con pesas. Como resultado de dicho método, el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima de los grupos musculares observados se ha reducido.

6.4. Discusión sobre la fuerza realizada al 50% de la fuerza máxima

El gradiente “S” de la fuerza muscular se define como la relación entre el 50% de la fuerza muscular realizada y el 50% del tiempo necesario para ello (Komi, 2003). Un entrenamiento complejo y específico con el objetivo de mejorar la fuerza muscular en su componente explosivo, influye sobre varios grupos musculares que participen en el salto vertical, o en cualquier otro tipo de movimiento deportivo (Pablos et al, 1999; Rajic et al, 2008, Zatsiorky y Kraemer, 2006; Ivanovic, 2010).

El método para desarrollar la fuerza muscular y la fuerza explosiva utilizado en esta investigación, ha producido varios cambios de la fuerza desarrollada al 50% de la fuerza máxima en:

- ✓ La fuerza muscular de los extensores de espalda que mejoró un 4.5%, y produjo cambios estadísticamente importantes entre el ambos grupos experimentales (pliométrico y clásico),
- ✓ La fuerza muscular de los extensores de piernas realizada que ha producido cambios estadísticamente significativos entre ambos grupos experimentales (pliométrico y clásico),
- ✓ La fuerza de los extensores de tobillos que ha producido cambios entre ambos grupos experimentales (pliométrico y clásico).

6.5. Discusión sobre los parámetros de fuerza máxima

Muchas investigaciones relacionadas con la preparación física (Zatsiorsky, 1995; Hewet et al, 1996; Gehri et al, 1998; Verkhoshansky, 1999; Pablos et al, 1999; Scott, 1999; Rimmer y Slievert, 2000), han planteado que el método pliométrico realizado mediante los saltos en profundidad desde diferentes alturas y saltos con contramovimiento, combinados con trabajo con cargas máximas y sub máximas, han mejorado las características de los músculos de piernas en cuanto a la fuerza máxima y el tiempo necesario para realizarla.

Según el trabajo de Potteiger (Potteiger et al, 1999), la mejora de la fuerza máxima de los músculos del tren inferior al realizar el método pliométrico se produce como consecuencia de la sincronización intermuscular y el aumento de la sección transversal muscular de los músculos de tren inferior.

En esta investigación se ha detectado una mejora de la fuerza máxima de los extensores de espalda un 4.5% a nivel general y entre ambos grupos experimentales (pliométrico y clásico).

El estudio que se hizo con la intención de ver como resulta el entrenamiento de la fuerza específica de los miembros inferiores en jugadoras de voleibol sobre los parámetros máximos de diferentes grupos musculares (Rajic, 2003.) se ha realizado la investigación con once jugadoras entrenadas sometidas durante un mezo ciclo de cuatro semanas (sesiones de entrenamiento tres veces por semana) a un entrenamiento específico de fuerza explosiva. La medición inicial y final de las variables fue realizada mediante isometría sobre tres grupos musculares: extensores de espalda, extensores de piernas y extensores de tobillos. De los resultados de la MANOVA, se concluyó que había diferencias estadísticamente significativas en el nivel de Wilk's lambda 0.000358 y el $p=0.015$. Los cambios importantes estadísticamente se produjeron en la fuerza máxima (F_{max}) y en el coeficiente de la velocidad de la activación muscular (C_{max}).

Esas conclusiones coinciden con trabajos de otros autores (Pablos et al, 1999; Dopsaj et al, 2000; Rajic et al, 2004; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Andersen y Aagard, 2006; Dopsaj, 2010) en donde concluyeron que el entrenamiento específico de desarrollo de la capacidad de salto, influye significante sobre las dimensiones máximas de la fuerza de los grupos musculares que participan en la acción deportiva.

En este estudio se han observado cambios estadísticamente significativos en la fuerza máxima de extensores de piernas y de tobillos entre ambos grupos experimentales (pliométrico y clásico).

Analizando los resultados de la investigación de Rajic (2003), mostró que el modelo aplicado del entrenamiento de la fuerza explosiva produjo cambios a nivel parcial en los extensores de tobillos (TOB_{sent}). Las mismas conclusiones han sido hechas en otras investigaciones (Rajic et al, 2004; Rajic et al, 2008; Ivanovic, 2010).

6.6. Discusión de los parámetros explosivos básicos, específicos y especiales absolutos de la fuerza explosiva

El tipo de entrenamiento combinando por un lado el trabajo con cargas, y por otro los saltos en profundidad para desarrollar el componente muscular explosivo durante la fase de adaptación anatómica, ejerce un escaso efecto sobre la curva fuerza- tiempo, ya que se desplaza solo ligeramente hacia la derecha. Sin embargo, los típicos métodos de entrenamiento de la hipertrofia, aumentan el volumen total de la fuerza realizada, la cual viene definida por la altura de la curva fuerza- tiempo (Bompa, 2000). Varios trabajos han demostrado que además de la mejora de la fuerza máxima, se mejora el tiempo de ejecución de los grupos musculares que participan en los movimientos deportivos de

distintos deportes (Pablos et al 1999; Bompa, 2000; Andersen et al, 2006; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Rajic et al, 2008).

Analizando los parámetros explosivos a nivel general, el entrenamiento pliométrico ha respondido al proceso de entrenamiento con diferencias significativas en el gradiente de la fuerza muscular de los extensores de espalda, de los extensores de piernas y de los extensores de tobillos.

6.7. Discusión de los parámetros explosivos básicos absolutos

Muchas investigaciones realizadas han verificado que el método de entrenamiento pliométrico consistente en saltos de diferentes alturas seguidos de trabajo con cargas de intensidad máxima y sub- máxima, mejora las características explosivas de los extensores de piernas en función de la fuerza máxima realizada y su manifestación en cuanto al tiempo necesario para realizarla (Zatsiorsky, 1995; Hewett et al, 1996; Gehri et al, 1998; Verkhoshansky, 1999; Pablos et al, 1999; Scott, 1999; Rimmer y Slievert, 2000; Rajic 2003, Rajic et al, 2004, Rajic et al, 2008; Ivanovic, 2010; Coh, 2010).

Sobre la base de la contracción muscular excéntrica o pliométrica en el rendimiento deportivo, el gradiente de fuerza realizada puede superar fácilmente la fuerza máxima isométrica de cada deportista entre un 50-100% (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, Rajic et al, 2008).

El proceso de entrenamiento realizado, mejoró el gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de espalda. Los cambios a nivel parcial se detectaron entre el grupo experimental pliométrico con respecto a los otros dos grupos (experimental clásico y el GC).

En el estudio de Haff et al. (1997) en donde se ha analizado la curva fuerza-tiempo con el test "peso muerto" a unas intensidades de 80-90 y 100% de 1RM²⁸: se ha demostrado que, tanto en condiciones dinámicas como en isométricas, la fuerza muscular se comporta de la misma forma con el gradiente de la fuerza muscular, siendo el mejor criterio de fuerza explosiva.

Según Kraemer (1994), el entrenamiento consistente en sentadillas con cargas al 70% y 120% de 1 RM, mejora la fuerza máxima isométrica, pero no el gradiente de la fuerza muscular (Hakkinen et al, 1981), es decir, ese tipo de entrenamiento quizás pueda reducir la capacidad de desarrollar la fuerza rápidamente (Hakkinen, 1989). Por contra, el entrenamiento para el desarrollo del salto vertical con cargas ligeras aumenta la capacidad de desarrollar una fuerza en poco tiempo (Hakkinen et al, 1981, Pablos, 1999, Rajic, 2003). Aunque el entrenamiento con cargas pesadas aumenta la fuerza máxima, igual que el pico de la curva fuerza- tiempo, ese tipo de entrenamiento no mejora la capacidad de salto vertical, especialmente entre deportistas que ya han sido sometidos a entrenamientos para el desarrollo de fuerza durante seis meses consecutivos. Este hecho se puede explicar a través del tiempo de contacto de los pies con el suelo, ya que en cuanto al salto vertical no supera los 350 milisegundos, mientras que en varios tipos de entrenamientos, la producción de fuerza, necesita períodos más largos de contacto.

²⁸ 1RM- Repetición Máxima

En este estudio se observaron mejorías del gradiente de fuerza explosiva máxima de extensores de piernas entre el GE pliométrico y los otros dos grupos (GE clásico y GC). El entrenamiento de Rajic (2003) que consistió en trabajos con cargas de intensidad máxima y submáxima y saltos desde varias alturas, mejoró la capacidad explosiva de los extensores de tobillos durante un mesociclo de cuatro semanas, produciéndose cambios a nivel parcial en los extensores de tobillos en cuanto al impulso de la fuerza realizada ($p= 0.045$), el tiempo necesario para realizar la fuerza máxima ($p= 0.004$) y el coeficiente de velocidad de la activación muscular ($p= 0.031$).

El gradiente de la fuerza de los extensores de tobillos mejoró a nivel general. Existían diferencias entre ambos grupos experimentales al inicio del trabajo y al final de este se observaron diferencias significativas entre el GE pliométrico y los otros dos grupos (GE clásico y GC).

6.8. Discusión de los parámetros explosivos específicos absolutos

El proceso de entrenamiento aplicado ha mejorado el gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda a nivel general, siendo estos más significativos entre el GE pliométrico y los otros dos grupos (GE clásico y el GC). Aunque había diferencias estadísticas antes de la realización del proceso de entrenamiento entre los tres grupos, las mismas diferencias estadísticas aumentaron significativo después del proceso. Teniendo en cuenta el hecho de que la fuerza del grupo específico no cambió, la mejora del gradiente de la fuerza depende principalmente de la reducción del tiempo necesario para realizar la fuerza.

Una de las características más importantes que define la calidad de la locomoción humana es la capacidad contráctil de los músculos que desarrollan la fuerza muscular en cortos períodos de tiempo. La investigación de Rajic et al (2008) con 18 jugadoras de voleibol de elite ha explicado las características isométricas de la curva fuerza- tiempo y parámetros básicos y específicos de los extensores de piernas. En ella indica que el gradiente de la fuerza de extensores de piernas es el parámetro específico. El gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas realizado al 50% de la fuerza máxima ha superado en 4.11 veces el gradiente de la fuerza máxima. Se supone, ya que la fuerza muscular no cambió, que la mejora es el resultado de la reducción del tiempo necesario para su realización.

En nuestro estudio se han observado cambios en el gradiente de fuerza al 50% en los extensores de piernas en caso del gradiente de la fuerza explosiva realizada en 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas y de los extensores de tobillos entre los dos grupos experimentales (pliométrico y clásico) al final del proceso de entrenamiento, tomando en cuenta que no había diferencias significativas al test inicial.

Muchos autores (Komi, 2000; Bompa, 2000; Aagaard et al, 2002; Verhoshansky y Kraemer, 2006) han considerado el gradiente como el principal responsable del aumento de la fuerza contráctil al principio de la contracción muscular. Jensen y su grupo de investigadores (2008) según Schmidtbleicher (1992) han definido que el gradiente de la fuerza muscular tiene dos componentes: el componente breve y el componente largo. El

componente breve evoluciona desde 100 hasta 250 milisegundos desde la activación muscular y afecta a desplazamientos breves y cortos o cambios de ángulos en partes de cuerpo, mientras el componente largo ocurre después de los 250 milisegundos de activar los músculos y afecta al desplazamiento de extremidades inferiores y saltos verticales.

En nuestro estudio relacionado con el gradiente de la fuerza explosiva desarrollada en 250 milisegundos de los extensores de espalda se observaron diferencias entre el principio y final del entrenamiento, concretándose y aumentándose las diferencias entre el GE pliométrico y los otros dos grupos (GE clásico y GC). Dichos cambios pueden ser debidos a la mejora de la fuerza muscular que dominó sobre el tiempo necesario para realizarla.

En el estudio de Jensen et al (2008) con 23 deportistas de primera división, se ha concluido que los ejercicios pliométricos en forma de saltos rápidos producen mayores valores del gradiente de la fuerza explosiva. El gradiente de la fuerza realizada en 250 milisegundos desde la activación muscular se define como el parámetro específico de la capacidad explosiva (Rajic y al, 2008).

En nuestro estudio, el entrenamiento específico ha mejorado el gradiente de la fuerza explosiva desarrollada en 250 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de piernas y de extensores de tobillos entre ambos grupos experimentales (GE pliométrico y GE clásico) al final del entrenamiento.

Puesto que la fuerza muscular del grupo específico no cambió y el tiempo necesario para realizarla se aumentó, podemos decir que el resultado del grupo específico se quedó al mismo nivel mientras los parámetros explosivos del grupo clásico y del grupo control empeoraron.

6.9. Evaluación estadística de los parámetros explosivos especiales absolutos

El gradiente de la fuerza muscular realizada en 100 milisegundos, definido como dimensión de la fuerza explosiva, juega un papel importante en la contracción muscular (Aagaard, 2002; Cuncha, 2005, Dopsaj et al, 2010), es decir, es muy importante en la primera fase del movimiento.

Aagard y compañeros (2002) en su trabajo con objetivo de evaluar los efectos de entrenamiento de fuerza sobre el gradiente de fuerza muscular con 15 varones de elite sometidos a 14 semanas de entrenamiento dirigido a la fuerza muscular máxima con isometría, se produjo una mejora de la fuerza explosiva como consecuencia de la mejora del funcionamiento del sistema neuromuscular, observado con EMG en las primeras fases de la contracción.

La dinamometría en condiciones isométricas representa uno de los métodos más aceptados para evaluar la función neuromuscular en las ciencias del deporte. Se considera que el gradiente de la fuerza muscular realizada a los 100 milisegundos desde la activación muscular es importante para movimientos rápidos como sprint, ya que

corresponde a la producción de fuerza en un tiempo limitado por el contacto del pie en el suelo (Cuncha, 2005; Čoh, 2010).

Con el método específico (pliométrico) de entrenamiento realizado, se mejoraron los parámetros especiales de la fuerza explosiva realizada en 100 milisegundos desde la activación muscular de extensores de espalda a nivel general, aumentándola casi 4 veces. Los extensores de espalda en 100ms a nivel parcial fueron eficaces para el GE pliométrico en comparación con los otros dos grupos (GE clásico y GC) ya que las diferencias estadísticas entre los tres grupos aumentaron del inicio al final del proceso. Los cambios importantes del gradiente del grupo específico se explican por la mejora de la fuerza muscular del mismo grupo, ya que el tiempo necesario para realizar la fuerza se redujo, pero sin importancia estadística.

Algunos autores concluyen que el entrenamiento específico sensomotor no influye sobre el gradiente de la fuerza muscular de las extremidades inferiores en los 100 milisegundos desde la activación muscular (Gruber et al, 2004). En caso de entrenamiento específico con objetivo de desarrollar la fuerza explosiva y sus parámetros específicos y especiales con 18 jugadoras sometidas a un proceso específico de cuatro semanas, se ha demostrado que el gradiente de la fuerza realizada en 100 milisegundos desde la activación de los extensores de piernas ($RFD_{IZO100ms}$) ha conseguido $3403,82 \pm 1595,96$ N/s, y el gradiente de la fuerza de los extensores de piernas en 100 milisegundos ha superado el gradiente de la fuerza máxima por 4,35 veces (Rajic et al, 2008).

En este trabajo, el gradiente de la fuerza explosiva realizada en 100 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de piernas ha mejorado a nivel general entre los dos grupos experimentales (pliométrico y clásico). Aunque el gradiente de la fuerza del grupo específico domina sobre los otros dos (GE clásico y GC), se puede decir que la mejora del resultado se debe al aumento de la fuerza muscular.

Las sesiones de entrenamiento específico realizado han mejorado los parámetros especiales de la fuerza explosiva de extensores de tobillos desarrollados en 100 milisegundos al final de proceso. Observando la mejoría de la fuerza, se debe a la reducción del tiempo necesario para realizar la fuerza en el caso del GE pliométrico.

Sobre la base de las conclusiones de investigaciones realizadas en cuanto al gradiente de la fuerza muscular de distintos grupos musculares (Pablos et al, 1999; Bompa, 2000; Aagaard et al, 2002; Rajic, 2003; Rajic et al, 2004; Zatsiorky y Kraemer, 2006; Ivanovic, 2010) y los resultados obtenidos en un trabajo de cuatro semanas con 18 jugadoras de elite, Rajic y compañeros (2008), han definido el gradiente de la fuerza muscular realizada en 180 milisegundos desde la activación muscular como la característica específica para el voleibol moderno. El gradiente de la fuerza de extensores de piernas ($RFD_{IZO180ms} = 2751,31$ N/s \pm 1137,88) ha superado al gradiente de la fuerza muscular máxima por 3.52 veces.

En esta investigación, el gradiente de la fuerza muscular desarrollada en 180 milisegundos en los extensores de espalda, mejoró por el sistema de entrenamiento. En concreto en el sistema aplicado al GE pliométrico con respecto a los otros dos grupos (GE clásico y GC), las diferencias estadísticas detectadas al test inicial aumentaron

significativo al test final. Se supone que los resultados obtenidos representan el inicio de proceso de reclutamiento neuromuscular.

En cuanto al gradiente de la fuerza muscular realizada en 180 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de piernas se detectaron cambios significativos entre ambos grupos experimentales al final del proceso de entrenamiento (GE pliométrico y GE clásico). Es importante destacar que no había esas diferencias antes de la realización de entrenamiento.

Como se ha demostrado que los músculos extensores de tobillos participan en el salto vertical realizando la fuerza explosiva en voleibol (Jaric, 1987), al igual que su componente explosivo aumenta después del entrenamiento específico explosivo con cargas de trabajo y saltos desde varias alturas (Rajic, 2003), en nuestro caso con el entrenamiento pliométrico se observan diferencias con respecto a los que entrenan con el modelo clásico.

6.10. Evaluación de los parámetros explosivos básicos relativos

Varios tipos de entrenamientos mejoran la capacidad de la fuerza explosiva apoyándose en parámetros absolutos (Pablos et al, 1999; Rajic, 2003; Rajic et al, 2004; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Rajic et al, 2008; Jensen et al, 2008; Dopsaj, 2010), pero además conviene tener en cuenta también los parámetros relativos que juegan un importante papel en los movimientos deportivos de carácter explosivo balístico (Jaric et al, 2004; Jaric et al, 2005; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Yamauchi et al, 2007; Dopsaj et al, 2010).

En nuestro estudio, se ha observado que con el método de entrenamiento específico de pliometría, ha mejorado la capacidad explosiva y teniendo en cuenta que la masa corporal no ha variado, se puede concluir que se ha mejorado la capacidad explosiva muscular de la fuerza máxima y se ha reducido el tiempo necesario para su realización en los tres grupos musculares (extensores de espalda, de piernas y de tobillos) como la respuesta del entrenamiento realizado, ya que había diferencias estadísticas entre los grupos al inicio del proceso, pero mismas diferencias estadísticas aumentaron significativo al final del proceso.

6.11. Evaluación de los parámetros explosivos específicos relativos

Los parámetros explosivos específicos relativos se representan por los gradientes de la fuerza explosiva realizada al 50% de la fuerza máxima, igual que la fuerza realizada en 250 milisegundos desde la activación muscular (Bompa, 2000; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Rajic et al, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010). En la fuerza explosiva relativa, además de la fuerza muscular, la masa corporal juega el papel importante en el rendimiento deportivo (Mirkov y Jaric, 2004; Jaric, 2005).

En el gradiente relativo explosivo de la fuerza de los extensores de espalda en 250 milisegundos, el proceso de entrenamiento realizado produjo cambios positivos mejorándolo a nivel general y habiendo diferencias entre los dos grupos experimentales

(GE pliométrico y GE clásico), y con respecto al gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda se es más eficaz con el método pliométrico que con el método clásico en una cantidad del 61.5%, y con respecto al GC con un 10.2%.

El gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas realizada en 250ms respondió al entrenamiento realizado de forma significativa desde de punto de vista estadístico. Se han detectado diferencias significativas entre los grupos, favorable al GE pliométrico con respecto al GE clásico con un 74.5% y con respecto al GC con un 41.4%.

Analizando el gradiente relativo de la fuerza explosiva de extensores de tobillo a los 250 ms, se observa una mejoría general, concretándose principalmente entre el GE pliométrico y el GE clásico con una superación del pliométrico de un 60%.

Tomando en cuenta que según BMI²⁹ no había diferencias significativas entre los tres grupos de sujetos y que la masa corporal de cada sujeto no se ha cambiado durante el proceso de entrenamiento, se puede concluir que el proceso de entrenamiento ha mejorado el gradiente relativo de la fuerza explosiva al nivel de 250 milisegundos desde la contracción muscular.

El gradiente relativo de 50% de la fuerza máxima de los extensores de espalda fue mejorado a nivel general con el entrenamiento, observándose las diferencias entre el GE pliométrico y los otros dos (GE clásico- una superación de un 150% y GC una superación del 123%).

El gradiente relativo de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de piernas, mejoró durante el proceso de entrenamiento realizado a nivel general, principalmente en el GE pliométrico que supera al GE clásico en un 54.4% y al GC en un 55.6%.

El parámetro explosivo específico relativo de la fuerza muscular realizada al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos mejoró a nivel general, igual que entre los dos grupos experimentales (pliométrico y clásico). La superación fue de un 87% a favor del GE pliométrico.

Se ha comprobado (Rajic et al, 2008) que el entrenamiento específico desarrolla la capacidad explosiva relativa de los extensores de piernas, al igual que el gradiente de la fuerza explosiva relativa desarrollado al 50% de la fuerza máxima, el cual ha superado el gradiente de la fuerza explosiva relativa máxima un 4.18 veces, igual que el gradiente de la fuerza explosiva relativa desarrollada en 250 milisegundos desde la activación muscular que ha superado el gradiente de la fuerza explosiva máxima un 3.01 veces.

²⁹ BMI- Body Mass Index- el Índice de la masa corporal

6.12. Evaluación de los parámetros explosivos especiales relativos

Los parámetros explosivos especiales relativos son representados por los gradientes de la fuerza explosiva realizada a los 100 y 180 milisegundos desde la activación muscular (Zatsiorsky, 2006; Rajic y al, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2011). En el estudio de Rajic y al (2008), aplicando un mesociclo de entrenamiento específico para desarrollar la fuerza explosiva absoluta y relativa de los extensores de piernas, se ha comprobado que los gradientes de la fuerza explosiva relativa a los 100 milisegundos ha superado el gradiente de la fuerza explosiva relativa máxima en 4.39 veces, y que el gradiente de la fuerza explosiva relativa realizada en 180 milisegundos ha superado el gradiente de la fuerza explosiva relativa máxima 3.53 veces.

En cuanto a los parámetros explosivos especiales relativos obtenidos en esta investigación, se verifican que el gradiente de la fuerza explosiva relativa realizada en 100 milisegundos de los extensores de espalda mejoró durante el proceso de entrenamiento a nivel general. Los cambios a nivel parcial se detectaron entre el GE pliométrico y los otros dos grupos (GE clásico y GC) al final del proceso de entrenamiento. El gradiente relativo de la fuerza explosiva de los extensores de espalda en 100ms del grupo específico ha superado en un 96% al del GE clásico y en un 49.7% al del GC.

En la investigación de Rajic et al (2008) realizada con 18 jugadoras de voleibol de elite durante cuatro semanas de realización del sistema específico para el desarrollo de la fuerza explosiva de los extensores de piernas, se ha demostrado que el gradiente especial de la fuerza explosiva relativa desarrollada en 100 milisegundos desde la activación muscular ha superado el gradiente básico de la fuerza explosiva relativa máxima por 4.86 veces.

El gradiente de la fuerza explosiva relativa realizada a los 100 milisegundos desde la activación muscular de los extensores de piernas en condiciones isométricas verificado en esta investigación, el GE pliométrico ha superado el mismo parámetro del GE clásico en un 75% y al GC en un 7.2%.

En el estudio de Rajic et al (2008), el gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms ha superado el gradiente básico de la fuerza explosiva relativa de los extensores de piernas por 5.19 veces, comprobando que la fuerza explosiva relativa de los extensores de piernas desarrollada a los 100 milisegundos produce mejores efectos en función del tiempo necesario para su realización según los parámetros relativos que la fuerza explosiva relativa máxima.

En lo que se refiere a este estudio, el gradiente relativo de la fuerza de los extensores de tobillos realizada a los 100ms cambiaron a nivel general con especial atención a la diferencia entre el GE pliométrico y el GC.

Sobre la base de las investigaciones hechas anteriormente en cuanto al gradiente de la fuerza explosiva absoluta y relativa desarrollada a los 180 ms desde la activación muscular (Rajic et al, 2008; Dopsaj, 2010), se ha comprobado que en los deportistas de elite, el parámetro explosivo más importante es el gradiente de la fuerza explosiva desarrollada en los 180 ms de la activación muscular.

El gradiente relativo de la fuerza de los extensores de espalda a los 180 ms ha ido mejorando por el sistema de entrenamiento realizado a nivel general, pero los cambios a nivel parcial se detectaron entre el GE pliométrico y los otros dos grupos antes y después del entrenamiento, con aumento significativo desde de punto de vista estadístico del inicio al final. Así mismo, se ha comprobado que el gradiente relativo de fuerza explosiva del GE pliométrico mejoró un 44.8% con respecto al GC.

En la investigación de Rajic et al (2008), el entrenamiento especial en condiciones isométricas, el gradiente de fuerza explosiva de los extensores de piernas en 180 ms ha superado el gradiente de la fuerza explosiva máxima unas 4.39 veces.

En este estudio, se produjo una mejoría del gradiente relativo de la fuerza de los extensores de piernas en 180ms de unas 15%. La capacidad relativa explosiva de este grupo muscular en nivel de 180 ms del GE pliométrico ha superado en un 79% al gradiente del grupo GE clásico y en un 7% al gradiente del GC. Así mismo, se ha demostrado que el gradiente explosivo relativo a lo 180ms ha superado el gradiente explosivo relativo máximo unas 3.98 veces.

Como no se puede evitar la influencia de los músculos extensores de los tobillos en los saltos explosivos, sin tener en cuenta si se trata de fuerza explosiva absoluta o relativa (Jaric, 1996; Jaric, 2005; Rajic, 2003; Rajic et al, 2004; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Rajic et al, 2008), se ha comprobado en esta investigación que el gradiente explosivo relativo desarrollado a los 180 ms de los extensores de tobillos del GE pliométrico, ha superado en un 59% el mismo gradiente del GE clásico y también unas 3.6 veces el gradiente relativo explosivo de la fuerza máxima. El entrenamiento realizado ha causado una respuesta fisiológica que produjo cambios estadísticamente importantes entre los GE (pliométrico y clásico).

6.13. Evaluación de los índices específicos

La relación entre el gradiente de la fuerza explosiva realizada y la fuerza máxima ha sido investigada por muchos autores a lo largo de los años (Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Dopsaj et al, 2010) y se han planteado distintas conclusiones en función del tipo de entrenamiento aplicado a los deportistas de alto nivel (Rajic et al, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj et al, 2010).

Con objeto de mejorar el rendimiento deportivo y concretar distintos métodos de entrenamiento de la fuerza muscular y explosiva, se ha planteado la relación entre fuerza muscular realizada al 50% de la fuerza máxima y el tiempo necesario para realizarla, definido como el Gradiente de la Fuerza (*S gradiente*) (Zatsiorsky y Kraemer, 2006), o Gradiente A, definido como el gradiente de la fuerza realizada al 50% de la fuerza máxima y diferencia del tiempo necesario para realizar la fuerza máxima y la fuerza realizada al 50% de la fuerza máxima.

Analizando las características de la curva fuerza- tiempo de los extensores de piernas de las jugadoras de voleibol de elite, Rajic et al (2008) ha comprobado que los gradientes de la fuerza explosiva realizada en los niveles de 100, 180, 250 ms, igual que el gradiente de la fuerza explosiva realizada al 50% de la fuerza máxima ha superado el

gradiente de la fuerza máxima por 4.35, 3.52, 3.01 y 4.11 veces en condiciones isométricas.

El proceso de entrenamiento realizado en este estudio, ha mejorado la capacidad explosiva de los grupos musculares según los parámetros estadísticos entre los grupos a nivel general.

El índice específico de la fuerza realizada a los 250 ms produjo cambios entre los dos GE (pliométrico y clásico) a nivel parcial. Así mismo, el gradiente de la fuerza muscular de los extensores de espalda realizada a los 250 ms superó la fuerza muscular máxima unas 3.79 veces. El gradiente de la fuerza muscular de los extensores de piernas superó la fuerza máxima del mismo grupo muscular unas 4 veces. En caso del gradiente de la fuerza explosiva desarrollada en 250 ms de los extensores de tobillos, la superación con respecto a la fuerza máxima fue de unas 3.99 veces.

El gradiente explosivo de la fuerza de los extensores de espalda desarrollada al 50% de la fuerza máxima superó la fuerza máxima unas 11.86 veces. El gradiente de la fuerza de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima, superó la fuerza máxima del mismo grupo muscular unas 9.24 veces, y el gradiente de la fuerza explosiva al 50% de la fuerza máxima de los extensores de tobillos superó la fuerza máxima del mismo grupo unas 5.56 veces. Además, se verificaron cambios en los extensores de espalda y los extensores de piernas tanto a nivel general, como a nivel parcial entre el GE pliométrico y los otros dos grupos al final, pero con un aumento significativo desde de punto de vista estadístico. Los cambios a nivel parcial en caso de extensores de tobillos se detectaron al final del proceso.

Es evidente que la fuerza explosiva muscular específica representada por su gradiente significativo supera la fuerza máxima realizada en caso de ciertos grupos musculares. Es muy importante tener ese hecho en cuenta para dosificar el entrenamiento, planear la tabla de cargas y la intensidad, con objeto de evitar lesiones de los grupos musculares que realizan el movimiento.

6.14. Evaluación de los índices especiales

Los parámetros de la fuerza explosiva realizada en 100 y 180 ms desde la activación muscular, se han definido como parámetros especiales (Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Rajic et al, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010), igual que las relaciones de estos mismos parámetros y la fuerza máxima, reconocidos como los Índices especiales.

El gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de espalda en 100 ms superó la fuerza máxima unas 10 veces, igual que a nivel de 180 ms, en donde el gradiente explosivo superó la fuerza máxima unas 5.9 veces.

El gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas realizada en 100 ms superó la fuerza máxima unas 9.87 veces.

La fuerza máxima de los extensores de piernas fue superada por el gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas en 180 ms en casi 5 veces y el gradiente

de la fuerza de los extensores de tobillos en 100 ms superó la fuerza máxima del mismo grupo muscular unas 10 veces.

El gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos en 180 ms superó la fuerza máxima del mismo grupo muscular unas 5 veces, con diferencias importantes a nivel general.

El grupo que ha realizado el entrenamiento específico respondió mejor desde de punto de vista estadístico sobre el proceso de entrenamiento en el Índice específico.

6.15. Evaluación de índice de sinergia básico, específico y especial

6.15.1. Índice de sinergia básico

Los trabajos relevantes para el desarrollo de la fuerza máxima (Potteiger et al, 1999; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Komi e Ishikawa, 2009) y la fuerza explosiva determinada por el gradiente de la fuerza explosiva (Wilson et al, 1995; Pablos et al, 1999; Sahali et al, 2001; Yamauchi et al, 2007) han demostrado que los procesos utilizados en la fase de preparación influyen sobre la adaptación neuromuscular en el entrenamiento de alto rendimiento, mejorando tanto la fuerza muscular máxima, como su componente explosiva.

La relación entre el gradiente de la fuerza explosiva y la fuerza máxima ha sido estudiado por varios autores (Aagaard, 2002; Andersen y Aagaard, 2006; Rajic et al, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010) y en general se ha demostrado que el gradiente de la fuerza explosiva supera la fuerza máxima, con respecto al grupo muscular implicado y a nivel de rendimiento deportivo.

El gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de espalda ha demostrado que está casi al mismo nivel que la fuerza máxima en el caso del grupo específico, mientras que en el grupo clásico y el grupo control está en su 50% de la fuerza máxima. El Índice de sinergia de este grupo muscular produjo cambios importantes a nivel general, igual que a nivel parcial entre el GE pliométrico y los otros dos grupos.

La relación del gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de piernas y la fuerza realizada en el mismo nivel, resultó ser un 21% menor. A nivel parcial se detectaron los cambios entre el GE pliométrico y los otros dos grupos al final de entrenamiento.

El gradiente de la fuerza explosiva máxima suele estar por debajo de la fuerza máxima al inicio de un proceso de entrenamiento, superándola al final de este (Dopsaj et al, 2010). Se ha comprobado que el gradiente de la fuerza máxima de los extensores de piernas suele estar entre 0.83 y 1.19 de la fuerza máxima en caso de levantadores de peso de elite; entre 0.66 y 1.09 en caso de karatecas; entre 0.58 y 1.00 en caso de judocas y entre 0.45 y 0.65 en caso de personas recreativas entrenadas.

El gradiente de la fuerza explosiva máxima de los extensores de tobillos quedó un 24% por debajo de la fuerza máxima del mismo grupo muscular. Los cambios en nivel parcial se detectaron entre los dos grupos experimentales.

Sobre la base de lo destacado, es lógico que el gradiente de la fuerza esté a nivel de la fuerza máxima por la estructura anatómica de tejido muscular para evitar lesiones deportivas y ajustar el sistema neuromuscular a esfuerzos y cargas externas. La fuerza máxima se alcanza en periodos de tiempo entre 400 y 700 ms, especialmente en deportes en que se exigen movimientos rápidos y dinámicos, con objeto de producir el mayor número de veces, la fuerza muscular en breves periodos de tiempo (Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Zatsiorsky y Kreamer, 2006). En muchas especialidades deportivas, el gradiente de la fuerza explosiva es importante (Pablos et al, 1999; Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Zatsiorsky y Kramer, 2006; Andersen y Aagaard, 2006; Dopsaj, 2010).

La razón por la cual se produce un aumento de la fuerza máxima y fuerza explosiva máxima sin hipertrofia muscular es la adaptación neuronal, representada por el aumento de la coordinación nerviosa y el reclutamiento de las fibras implicadas. Como resultado del entrenamiento, los deportistas de elite aprenden a usar los músculos con eficacia y economía. El entrenamiento de la potencia y la fuerza explosiva para conseguir movimientos musculares explosivos e instantáneos aumenta la contribución neuronal del sistema nervioso, o la sincronización de los patrones de activación de las unidades motoras (Bompa, 2000).

6.15.2. Índice de sinergia específico

El periodo del tiempo de 250 ms es muy importante en cuanto a realización de la fuerza explosiva y por eso es específico en muchos deportes (Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Andersen y Aagaard, 2006).

Se ha definido a la contracción muscular a los 250 ms, como el parámetro específico de la fuerza explosiva realizada en condiciones isométricas (Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Rajic et al, 2008; Ivanovic, 2010; Dopsaj, 2010), por lo que las relaciones entre el gradiente de la fuerza explosiva realizada a los 250 ms y la fuerza de 250 ms se ha definido como Índice de sinergia específico.

En cuanto al Índice de sinergia de los extensores de espalda a los 250 ms se detectaron cambios al final del proceso de entrenamiento, destacando un incremento del grupo experimental de un 22%. Los cambios en cuanto al Índice de sinergia se explican por la mejora de la fuerza muscular producida y el gradiente de la fuerza muscular mejorado por la misma fuerza, y no por el desplazamiento de la curva fuerza- tiempo hacia izquierda.

La relación del gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas en 250ms y la fuerza realizada en dicho nivel produjo cambios al final de proceso entre los dos grupos experimentales (GE pliométrico y GE clásico).

El Índice de sinergia de los extensores de tobillos a los 250 ms aumentó un 28% al final del proceso de entrenamiento. Los cambios parciales se detectaron entre los dos grupos experimentales (pliométrico y clásico). Esa mejora se explica por el aumento de la fuerza muscular y la mejora del gradiente explosivo seguido de la reducción del tiempo necesario para realizar la fuerza.

El 50% de la fuerza máxima se ha definido como una de las características importantes de la fuerza explosiva muscular (Zatsiorsky y Kraemer, 2006). El gradiente de la fuerza explosiva realizada al 50% de la fuerza máxima, es conocido como el Índice S o sea el Gradiente de Start (Verkhoshansky, 1999; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Jensen et al, 2008).

En nuestro estudio, el gradiente de la fuerza de los extensores de espalda al 50% de la fuerza máxima, superó la fuerza realizada al mismo nivel unas 6 veces al final de proceso de entrenamiento. Igualmente se produjeron los cambios entre el GE pliométrico y los otros dos grupos (GE clásico y GC). La mejoría se debió a la mejora de la fuerza de los extensores de espalda del grupo específico.

En caso del gradiente de la fuerza de los extensores de piernas al 50% de la fuerza máxima, superó la fuerza máxima 4.6 veces, igual se produjeron cambios significativos al nivel parcial entre el Grupo experimental y GC al final del entrenamiento.

El gradiente de la fuerza muscular de los extensores de tobillos superó la fuerza máxima 2.7 veces. El Índice de sinergia de este grupo muscular respondió al entrenamiento con cambios al nivel parcial entre GE con GC.

6.15.3. Evaluación del índice especial

En base a las investigaciones anteriores, en cuanto a los parámetros de la fuerza muscular máxima (Pablos et al, 1999; Verkhoshansky, 1999; Bompa, 2000; Bedi et al, 1987; Zatsiorsky y Kramer, 2006) y de los parámetros explosivos (Aagaard, 2002; Rajic, 2003; Andersen y Aagaard, 2006; Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Dopsaj, 2011), se han desarrollado varios índices como representantes de la relación entre la capacidad explosiva definida por el gradiente de la fuerza muscular, y la fuerza muscular realizada en el mismo nivel.

Además, se da el hecho de que el gradiente de la fuerza explosiva de grupo muscular particular supera la fuerza máxima (Rajic y al., 2008; Ivanovic, 2010), así como el gradiente de la fuerza explosiva realizada a los 100, 180 y 250 milisegundos y al 50% y 100% de la fuerza máxima, suelen superar la fuerza muscular producida al mismo nivel en varios grupos musculares (Zatsiorsky y Kraemer, 2006; Dopsaj, 2011).

En esta investigación, el gradiente de la fuerza de los extensores de espalda desarrollada a los 100 milisegundos del grupo específico, superó la fuerza realizada al mismo nivel en 5.12 veces. El proceso de entrenamiento produjo cambios importantes a nivel general entre el GE pliométrico y los otros dos grupos (GE clásico y GC).

Andersen y Aagaard (2006) han concluido en su estudio, que el gradiente de la fuerza muscular voluntaria va dependiendo más de la máxima contracción voluntaria y menos de las características contráctiles. A los 90 milisegundos desde la activación muscular se produce entre el 52% y 81% de la varianza del gradiente de la fuerza muscular voluntaria. En períodos breves, como puede ser antes de los 40 milisegundos de la iniciación, el gradiente de la fuerza muscular va correlacionando más con las características contráctiles del músculo y menos con la contracción máxima voluntaria.

Igualmente, la fuerza de los extensores de piernas a los 100ms aumentó un 14% y también aumentó el tiempo necesario para realizarla. El gradiente de fuerza de los extensores de piernas a los 100 ms, superó la fuerza realizada al mismo nivel, unas 4 veces, produciendo cambios en nivel general.

El Índice de sinergia de los extensores de tobillos tenía variaciones entre el GE pliométrico y el GC al inicio del proceso. La fuerza de los extensores aumentó un 31%, a la vez que aumentó el tiempo necesario para realizarla, produciéndose un aumento de la fuerza explosiva con respecto a la fuerza muscular del grupo específico un 3.14 más.

Se observa que los parámetros especiales del rendimiento de las jugadoras de voleibol son bastante homogéneos en cuanto a la capacidad explosiva en los períodos de tiempo conocidos como típicos para el voleibol contemporáneo. En un estudio con 18 jugadoras de voleibol de la Segunda división que han sido sometidas al entrenamiento específico de cuatro semanas (Rajic y al, 2008) se ha comprobado que el entrenamiento realizado ha mejorado la capacidad explosiva de los parámetros realizados en 180 milisegundos desde la activación muscular.

Aunque el gradiente de la fuerza de los extensores de espalda superó la fuerza realizada en 180 milisegundos del grupo específico 3.9 veces, la mejora se produjo debido a la fuerza en 180ms (mejoró casi un 25%) y gracias a la reducción del tiempo necesario para realizar dicha fuerza. Los cambios del Índice de sinergia de la fuerza realizada a los 180 ms se detectaron entre el GE pliométrico y los otros dos grupos (GE clásico y GC).

En condiciones isométricas, el gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de piernas a los 180 ms, suele superar la fuerza realizada en las mismas condiciones (Rajic y al, 2008). En este estudio, el gradiente de la fuerza de los extensores de piernas del grupo específico superó la fuerza realizada en el mismo nivel 3.15 veces, verificando que la fuerza explosiva predomina sobre la fuerza muscular.

El gradiente de la fuerza explosiva de los extensores de tobillos superó la fuerza muscular desarrollada al mismo nivel unas 3.1 veces, verificando cambios importantes tanto a nivel general, como a nivel parcial entre GE con GC.

CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación ha sido comprobar los efectos de un método de entrenamiento específicamente explosivo y un método más clásico sobre la fuerza explosiva de deportistas de voleibol, utilizando la curva fuerza-tiempo para obtener datos básicos sobre la capacidad contráctil del músculo y el rendimiento personal de cada jugadora, para ver cual de ambos métodos puede ser más eficaz.

A nivel más concreto, el objetivo ha sido determinar cuales son las características básicas, específicas y especiales de la fuerza muscular explosiva realizada en condiciones isométricas de los extensores de espalda, los extensores de piernas y los extensores de tobillos de las jugadoras entrenadas según el modelo específico basándose en los datos obtenidos de la relación fuerza- tiempo, para poder determinar los parámetros explosivos y compararlos con los resultados de otros dos grupos de sujetos (los que entrenaron con el método clásico y el control).

Con respecto a la hipótesis general se obtiene la siguiente conclusión:

*H0 Los parámetros básicos, específicos y especiales de capacidad contráctil muscular de la fuerza explosiva de distintos grupos musculares como respuesta al entrenamiento específico realizado, responden de manera más eficaz sobre la relación fuerza-tiempo desarrollada en condiciones isométricas, que ante un entrenamiento clásico de voleibol: **se confirma dicha hipótesis.***

Sobre la base de la primera hipótesis específica:

*H1 Con un entrenamiento de tipo pliométrico, muy específico para voleibol, se producen mejores resultados en los parámetros básicos, específicos y especiales de la fuerza muscular realizada, en los grupos musculares observados en condiciones isométricas que con un método de entrenamiento de fuerza clásico, **se confirma dicha hipótesis:***

- ✓ Con el método de entrenamiento específico utilizado en esta investigación, se ha comprobado una mejoría a nivel general de la fuerza manifestada en los tres grupos musculares estudiados.
- ✓ Al nivel parcial se detectaron cambios estadísticamente significativos en caso de la fuerza de los extensores de espalda en todos los niveles de su manifestación.
- ✓ En cuanto a los resultados de los extensores de piernas de los tres grupos estudiados, las diferencias estadísticamente significativas se produjeron en la de fuerza realizada a los 180ms y 250ms, al igual que al 50% de la fuerza máxima.
- ✓ En caso de los extensores de tobillos, se han verificado cambios estadísticamente significativos en la fuerza realizada a los 100ms, 180ms, 250ms, en la fuerza máxima y al 50%. Los cambios a nivel parcial se detectaron entre el Grupo Especial con respecto al Grupo Clásico
- ✓ Los cambios al nivel parcial se detectaron entre el Grupo Especial con el Grupo clásico, y con el Grupo Control en los tres grupos musculares en niveles de la realización de fuerza a 100ms, 180ms, 250ms, en la fuerza máxima y al 50% de esta.

Sobre la base de la segunda hipótesis específica:

H2 Un entrenamiento de tipo pliométrico específico de voleibol, produce mayores mejoras sobre la fuerza isométrica realizada en ciertos niveles, que cuando se utiliza un método de entrenamiento clásico de voleibol, se confirma dicha hipótesis ya que se ha verificado que, aunque la curva fuerza- tiempo se ha desplazado hacia la derecha en los tres grupos musculares a los 100ms, 180ms 250ms, al 50% de la fuerza máxima y en la fuerza máxima, se detectaron cambios importantes en todos los niveles parciales del Grupo específico con los otros dos grupos (Grupo clásico y GC).

Sobre la base de la tercera hipótesis:

H3 El gradiente de la fuerza muscular absoluta básica, específica y especial, realizado en condiciones isométricas evoluciona más favorablemente con un método pliométrico específico de voleibol, que con un método clásico de entrenamiento, se hace constar que la hipótesis está aceptada por los siguientes hechos:

- ✓ Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos musculares observados con respecto al gradiente de la fuerza explosiva máxima, siendo estas entre el grupo específico con los otros dos grupos.
- ✓ Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos musculares observados con respecto al gradiente de la fuerza explosiva realizada a 250 milisegundos, siendo estas entre el grupo específico con los otros dos grupos. Se destacaron los cambios al nivel más concreto entre el GE con el grupo clásico, igual que entre Ge con GC, aumentándose de inicio al final.
- ✓ Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos musculares observados con respecto al gradiente de la fuerza explosiva realizada al 50% de la fuerza máxima entre el grupo específico con los otros dos grupos. Los cambios verificados al nivel más concreto aumentaron del inicio al final entre GE con el grupo clásico, igual que entre GE con GC.
- ✓ Se verificaron cambios estadísticamente importantes al nivel general en caso del gradiente de la fuerza muscular realizada al 100 milisegundos desde la activación muscular de tres grupos musculares; también, se detectaron cambios al nivel más concreto entre dos grupos experimentales, y con GC.

Sobre la base de cuarta hipótesis puesta:

H4 El gradiente de la fuerza muscular relativa básica, específica y especial, realizado en condiciones isométricas evoluciona más favorablemente con un método pliométrico específico de voleibol, que con un método clásico de entrenamiento, se acepta dicha hipótesis por los siguientes resultados:

- ✓ Se han confirmado cambios importantes en caso del gradiente relativo de la fuerza muscular entre los tres grupos de sujetos al nivel general. Se detectaron cambios estadísticamente importantes de los tres grupos musculares en todos los niveles de la fuerza observada. Al nivel más concreto, las diferencias verificadas se detectaron entre dos grupos experimentales, y entre GE con el GC.
- ✓ En caso de los gradientes específicos relativos de los extensores de piernas, se aumentaron cambios del inicio al final a los niveles de 250ms, 50% de la fuerza máxima, y la fuerza máxima. Dichos cambios al nivel parcial se detectaron entre dos grupos experimentales y entre GE con el GC.
- ✓ Se detectaron cambios en caso de los gradientes relativos especiales en todos los niveles de la fuerza observada al nivel general. Así mismo, se detectaron cambios parciales entre GE con el grupo clásico, igual que entre GE con GC.

Sobre la base de la quinta hipótesis específica puesta

H5 Con un entrenamiento pliométrico específico de voleibol, se consiguen mejores resultados en cuanto al Índice S que representa la relación del gradiente de la fuerza explosiva realizada en cierto nivel y la fuerza máxima realizada en condiciones isométricas, que con un entrenamiento de fuerza clásico de voleibol, **se hace constar que la hipótesis no está aceptada** ya que no se observan diferencias estadísticamente significativas en el índice S entre el grupo de entrenamiento específico y el de entrenamiento clásico, aunque si se detectaron cambios en los extensores de espalda a los 250 ms y al 50% de la fuerza máxima

Sobre la base de la sexta hipótesis

H6 Un entrenamiento específico para el desarrollo de la fuerza explosiva en voleibol, consigue mejores resultados en cuanto al Índice de sinergia que representa la relación del gradiente de la fuerza explosiva realizada en cierto nivel y la fuerza muscular realizada en el mismo nivel en condiciones isométricas, que con un método de entrenamiento de fuerza clásico, se confirma dicha hipótesis por los siguientes resultados:

- ✓ No se han detectado cambios al nivel general de los Índices de sinergia de tres grupos musculares durante el proceso.
- ✓ Se verificaron cambios parciales en caso de los índices de sinergia de los extensores de espalda, los extensores de piernas y los extensores de tobillos en todos los niveles de la fuerza observada. Dichos cambios se detectaron entre los GE con grupo clásico y con GC.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Aagard, P., Simonsen, B., Andersen, J.L., Magnusson P., y Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1318-1326.

Aagaard, P., Thorstensson, A. (2003). Neuromuscular aspects of exercise- adaptive responses evoked by strength training. *Textbook of sport medicine*: Blackwell, London.

Andersen, L.L., Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 46-52.

Andersen, L.L., Larsson, B., Overgaard, H., Aagaard, P. (2007). Torque-velocity characteristics and contractile rate of force development in elite badminton players. *European Journal of Sport Science*, (Vol. 7), No. 3 pp. 127-134.

Амановић, Ђ., Милошевић, М., Мудрић, М. (2004). Методе и средства за процену, праћење и развој мишићне силе у специјалном физичком образовању. *ВШУП*, Земун.

Амановић, Ђ., Допсај, М. (2005). Поузданост процене мишића силе применом теста бенџ-прес код жена полицајаца. *Безбедност*, 48(1), 118–131.

Barnes, J.L., Schilling, B., Falvo, M.J., Weis, L.W., Creasy, A.,K., Fry, A.C. (2007). Relation of Jumping and Agility Performance in Elite Female Volleyball Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1192-1196.

Bartlett, R. (2002). *Introduction to Sport Biomechanics*: Spon Press: Taylor and Francis Group.

Bedi, M., Cresswell, A.G., Engel, T., Nicol, S.M. (1987). Increase in jumping associated with maximal effort vertical depth jumps. *Research quarterly for exercise and sport* 58(1), 11-15.

Bobbert, M.F. (1990). Drop jumping as training method for jumping ability. *Sport medicine* 9(1), 7-22.

Bompa, T (2000). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Editorial paidotribo

Bosco, C., Magnoni, P., Luhtanen, P. (1983). Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 51(3), 357-364.

Bosco, C. (2002). Methods of functional testing during rehabilitation exercises. *Department of Exercise Physiology and Sport Biomechanics*. University of Budapest, Hungary.

Brzycki, M (1993). Strength testing: Predicting a one-rep. Max. from reps to fatigue, *JOHPERD*, 64, 88-90.

Bubanj, S., Stanković, R., Bubanj, R., Dimić, A., Bednarik, J., Kolar, E. (2010). One leg VS two legs vertical jumping performance. *Facta Universitatis: series Physical Education and Sport* (Vol. 8), No. 1, 89-95.

Cuncha, L. (2005). *The Relation Between Different of Sprint Run and Specific Strength Parameters of Lower Limbs*. Beijing, China: ISBS

Čoh, M. (2010). Biomechanical and neuro- muscular aspects of maximum speed development. *Zbornik radova FIS komunikacije 2010*, 26-35.

Čoh, M. (2010). Biomechanical characteristics of take off action in high jump study- a case study. *Serbian Journal of Sport Science, 2010 (4) 4*, 127- 135.

Da Silva-Grigoletto, M E; Gómez-Puerto, J R; Viana-Montaner, B H; Beas-Jiménez, J B; Centeno-Prada, R; Melero, C; Vaamonde, D; Ugrinowitsch, C; García-Manso, J M (2008). Efecto de un mesociclo de fuerza máxima sobre la fuerza, potencia y capacidad de salto en un equipo de voleibol de superliga. *Revista Andaluza de Medicina en Deporte (Vol.1), 2*, 51-56.

Desrosiers, J., Prince F., Rochette, A., Raiche, M. (1998). Reliability of lower extremity strength measurements using the Belt-resisted method. *Journal of Aging and Physical Activity*, 6, 317-326.

Dopsaj, M., Milošević, M., Blagojević M. (2000). An analysis of the reliability and factorial validity of selected muscle force mechanical characteristics during isometric multi-joint test. *Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sport, Volume I, Edited by Y. Hong & D. P. Johns*, Hong Kong, The Chinese University of Hong Kong, June 25-30, 2000, 146-149.

Dopsaj, M., Milošević, M., Vučković, G., Blagojević, M. (2001). Metrological values of the test to assess mechanical characteristics of maximal isometric voluntary knee extensors muscle force from standing position. *NBP-Journal of Police Academy, Belgrade, 6(2)*,119-132.

Dopsaj, M., Milošević, M., Blagojević, M., Mudrić, R. (2002). A new approach to discriminating athletes according to their specific fitness status when considering isometric force. *Abstract book, 3rd International Conference on Strength Training- „Strenght training in Sport and Rehabilitation“*, Budapest, Hungary, November 13-17, 2002, 16.

Dopsaj, M., Rajic, B., Korpanovski, N, Milosevic, M. (2004). The structure of different indicators of leg extensor explosiveness in the top level female athletes in selected sports. In Kellis, E, Amiridis, I., Vrabas, I. (Eds.) *4th International Conference on Strength Training: Book of Abstracts, (263-264)*. Serres, Greece: Aristotle University of Thessaloniki, Department of Physical Education and Sport Science, Serres.

Допсај, М. (2005). Конституисање дијагностичко-прогностичког система за праћење и процену карактеристика изометријске силе различитих мишићних група спортиста СЦГ у функцији узраста, пола и такмичарске успешности, научно-истраживачки пројекат. *Републички завод за спорт, Београд, Србија*.

Допсај, М. (2005а). Извештај о релаизацији 1. фазе Научно- истраживачког пројекта Конституисање дијагностичко- прогностичког система за процену и праћење карактеристика изометријске мишићне силе различитих мишићних група спортиста СЦГ у функцији узраста, пола, и такмичарске успешности. *Републички завод за спорт*, Београд, Србија

Dopsaj, M. (2010). Karakteristike F-t krive:vanalitički i dijagnostički značaj u sportu, *Zbornik radova FIS komunikacije 2010*, 36- 51.

Eston, R., Reilly, T. (2009). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual (Third Edition)*. Routledge, Taylor and Francis Group

Ercolessi, D. (1999). La caduta dal salto. *Super Volley*, 1, 79-82.

Faccioni, A. (2000). The role of mid- torso in speed development. Artículo del Internet, 14.8.2002.

Fry, A.C., Kraemer, W., Weseman, C.E., Conroy, B.P., Gordon, S.E., Hofman, J.R., Maresh, C.M. (1991). The Effects of an Non Season Strenght and Conditioning Program on Starters and Non Starters inWomen´s Intercollegiate Volleyball. *Journal of Applied Sport Research*, 4, 174- 181.

García, J., Olivera, J., Acosta, G., Arreguez, C., Aparicio, F., Brizuela del Moral, F., Carrizo, E., Managua, J., Cappa, D., Sarmiento, S. (2005). Efecto retardado de un entrenamiento de pliometría en jugadoras de voleibol. <http://www.efdeportes.com/Revista Digital - Buenos Aires - Año 10 - N° 81>

Gehri, D., Ricard, M., Kleiner, D., Kirkendall, D. (1998). A comparison of plyometric training techniques for improving vertical jump ability and energy production. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(2),85-89.

Gruber, M., Gollhofer, A. (2004). Impact of sensor motor training on the rate of force development and neural activation. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 98-105.

Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., Black, W. (1998). *Multivariate data analysis with readings (Fifth Ed.)*. New Jersey: Prentince-Hall Internacional, Inc.

Haff, G.G., Stone, M., O'Bryant, H.S., Harman, E., Dinan, C., Johnson, R., Ki-Hoon Han (1997). Force-Time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(4), 269-272.

Harman A.E., Rosenstein, M.T., Frykman, P.N., Rosenstein, R.M. (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Medicine and Science in Spotsrs and Exercise*, 22(6), 825-833.

Harridge, SDR., (1996). The muscle contractile system and its adaptation to training. In: *Human muscular function during dynamic exercise*. Marconett, P., Saltin, B., Komi, P., Poortmans, J., (EDS), Basel: Karger, 82- 94.

Hadzic, V. Sattler, T., Markovic G., Veselko M. Dervisevic E. (2010). The isokinetic strength profile of quadriceps and hamstrings en elite volleyball players. *Isokinetic and*

Exercise Science: 18, 1-2010, 31-37.

Herzog, W. (2001). The nature of force depression and force enhancement in skeletal muscle contraction. *European Journal of Sport Science*, 1, (3), 1-15

Hewett, T., Stroupe, A., Nance, T., Noyes, F. (1996). Plyometric training in female athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 765-775.

Holtermann, A., Roeleveld, K., Vereijken, B., Ettema, G. (2007). The Effect of Rate of Force Development on Maximal Force Production: acute and training related aspects. *European Journal of Applied Physiology*, 99, 605- 613.

Izquierdo, M., Aguado, X., Gonzalés, J.L., Ribas, T., Vila, L., Voces, J.A., Álvarez, A.I., Prieto, J.G. (1997). Características musculares y producción de fuerza máxima-explosiva durante acciones explosivas- isométricas de los músculos extensores de los miembros inferiores en jóvenes no entrenados. *Biomecánica V*, 8, 25-31.

Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Editorial Médica Panamericana.

Ивановић, Ј. (2010). Изометријске F-t карактеристике екстензора ногу врхунских одбојкаша оба пола у односу на друге нетрениране особе. Магистарска теза. Београд, Србија. Факултет спорта и физичког васпитања

Јарић, С. (1987). Биомеханичка исраживања максималног суножног одскока и њихове импликације у пракси. *Физичка култура*, 41(1), 30-37.

Jaric, S., Markovic, S. (2004). Movement performance and body size: relation for different groups of tests. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 139- 149.

Jaric, S., Mirkov, D., Markovic, G. (2005). Normalizing physical performance tests for body size: a proposal for standardization. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 467-474.

Jensen, P.L., Flanagan, E.P., Eben, W.P. (2008). Rate of Force Development and Peak Force during Plyometric Exercise. Seoul, Korea: ISBS Conference, July 14-18, 2008.

Kaneko, M., Fuchimoto, T., Toji, J. & Suei, K. (1983). Training effects of different loads on the force velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scandinavian Journal of Sports Science* 5(2), 50-55

Kawamori, N., Rossi, S., Justice, B., Haff, E., Pistilli, E., O'Bryant, H., Stone, M., Haff, G. (2006). Peak Force and Rate of Force Development During Isometric and Dynamic Mid Thigh Clean Pulls Performed at Various Intensities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 483-491

Khamoui, A.V., Brown, L.E., Nguyen, D., Uribe, B.P., Coburn, J.W., Noffal, G.J., Tran, T. (2011). Relationship Between Force-Time and Velocity-Time Characteristics of Dynamic and Isometric Muscle Actions. *Journal of Strength & Conditioning Research* 25 (1): 198-204

Khayambashi,K.(1986). Effects of approaches and take-offs on the vertical jump in volleyball. *Snipes journal* 9(1), 1-7

Knowles, D.(1999). Training for Speed Strength. *Modern Athlete and Coach*, 37(2), 35-38

Komi, P.V., Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensors muscles by man and women. *Medicine and Science in Sport*, (Vol. 10) 4, 261- 265

Komi, P.V. (2003). *Strength and Power in Sport, Volume III of the Encyclopedia of Sports Medicine and IOC Medical Commission Publication, Second Edition.*

Komi, P., Ishikawa, M. (2009). Muscle producing force and movement. *Olympic Textbook of Science in Sport*. International Olympic Committee: 1-23

Kraemer,W.J., Newton, R.U.(1994). Training for Improved Vertical Jump. *SSE* 53,6(7)

Kroon, S. (2000). Vertical jump ability of elite voleyball players compared to elite atheltes in other team sports. 20 de Marzo de 2002, desde www.Faccioni.com/ reviews

Кукољ, М. (1996). Општа антропомоторика. Београд, Србија: Финеграф

Laffaye, G., Bardy, B., Taiar, R. (2006). Upper limb motion and drop jump: effect of expertise. *Journal of Sports, Medicine, Physiology and Fitness* 46, 238- 247.

Lee, E.J., Etyre, B.R., Poindexter,H.B.W., Sokol,D., Toon,T. (1989). Flexibility characteristics of elite female and male volleball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 29, 49- 51.

Maffiulletti, N., Dugnani, S., Folz, M., Di Pierno, E., Mauro, F. (2002). Effect of Combined Electrostimulation and Plyometric Training on Vertical Jump Height. *Med. Science Sport Exercise*, (Vol.34),10, 1638- 1644.

Marques, M.C., van den Tillaar, R., Vescovi, J.D., González-Badillo, J.J. (2008). Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: a case study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22: 1147-1155

Martínez N., Abreu PP. (2003). Influencias del rally point en la preparación de los voleibolistas. Lecturas: Educación Física y Deporte. Revista digital, 62. <http://www.efdeporte.com> Revista digital, Buenos Aires, Año 9, número 62, Julio 2003.

Milicic, B.(2002). *Efficiency in Sport*. Belgrade, Yugoslavia: Republican Department of Sport,1-5

Milic, V., Nejjic, D., Kostic, R.(2008). The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two foot takeoff jumps. *Facta Universitatis, series: Physical Education and Sport*, (Vol. 6), 2, 169- 179.

Милошевић, М., Гавриловић, П., Иванчевић, В.(1988). *Моделирање и управљање системом самоодбране*. Београд, Србија: Научна Књига

Milosevic,M., Lapidis,C.,Dopsaj,M., Arlov,D., Blagojevic,M., Cickovic,Z(1997). The

Analisis of Changes of Muscle Involvent Velocity Characteristics of Leg Extensors by Linear and Nonlinear Methods. *Exercise & Society Journal of Sport Science* 17, 165

Milošević, M (2002). Osnovni problem u programiranju treninga sile. *SQ- sport koeficijent*, 18: 70-71

Milošević, M., Dopsaj, M., Blagojević, M. (1998). Comparative analysis of force generation velocity and its dimensions in leg extensors in top judoists. *Exercise & Society Journal of sports science*, 20, 221

Milosevic, M., Mudric, R., Dopsaj, M., Blagojevic, M. (2004). The control of force creating in function of the muscle contraction intensity. *4th International Conference on Strength Training: Book of Abstract, Serres, Greece: Aristotel University of Thessaloniki, Department of Physical Education and Sport Science at Serres*, 320- 321.

Mirkov, D.M. (2003). *Uloga mišićne jačine u kinematičkoj šemi pokreta*. Doktorska disertacija. Beograd, Srbija: Faultet Sporta i Fizičkog vaspitanja

Mirkov, D.M., Nedeljkovic, A., Milanovic, S., Jaric, S. (2004). Muscle strength testing: evaluation of the tests of explosive force production. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 147- 154.

Noyes, F.R., Barber-Westin, S.D., Smith, S.T., Campbell, T. (2011). A training program to improve neuromuscular indices in female high school volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8): 2151-2160.

Paasuke, M., Erelina, H., Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 354–361.

Pablos Abella, C.M., Navarro Cabello, E., Salvador Fernández- Montejó, S., Benavent Mahiques, J., González Bono, E., Chillarón García, E., Cervera Torres, L., Giner Garrido, A., Martí Calatayud, M.T. (1999). Efectos sobre la mejoría de la fuerza y el ratio testosterona/cortisol de dos métodos de entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior en el periodo competitivo de deportes de equipo. *Efectos e implicaciones de variables fisiológicas sobre el entrenamiento*, ICD, 3, 95-132.

Peréz Cavallero, C., (2009). Metodología y valoración de entrenamiento de la fuerza. Universidad de Murcia, España: *Gabinete de Planificación y Control de Entrenamiento del Servicio de Actividades Deportivas*

Перић, Д. (1996). *Статистичке апликације у истраживањима физичке културе*. Београд, Србија: FINE-Graf.

Potteiger, J., Lockwood, R., Haub, M., Dolezal, A., Almuzaini, S., Schroeder, M., Zebas, J. (1999). Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 275-279.

Puhl, J., Case, S., Fleck, S., Van Handel, P.(1982). Physical and Physiological Characteristics of Elite Volleyball Players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53(3), 257-262.

Rajic, B. (2003). *Efectos Del Entrenamiento Específico De Fuerza Explosiva De Miembros Inferiores Sobre Las Dimensiones Máximas de la Fuerza Explosiva de los Distintos Grupos Musculares en Jugadoras de Voleibol*. Trabajo de Investigación. Valencia, España: Facultad de Ciéncias de l' Activitat Física I l' Esport.

Rajic, B., Dopsaj, M., Pablos Abella, C.(2004). The influence of the combined method on the development of the explosive strength in female volleyball players and on the isometric muscle strength of different muscle groups. *Facta Universitatis, series: Physical Education and Sport (Vol. 2), 1, 1-12*

Rajic, B., Dopsaj, M., Pablos Abella, C. (2008). Basic and specific parameters of the explosive strength of leg extensors in high trained Serbian female volleyball players: Characteristics of the isometric force- time curve model. *Serbian Journal of Sport Science, 2 (1-4), 131-139*.

Rimmer, E., Slievert, G. (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research, 14(3),295-301*.

Robberts, C. (2000). Power Development. 20 de marzo de 2002, desde <http://www.faccioni.com/reviews>

Rosanoglou, E., Georgiadis, G., Boudolos, D.K. (2008). Muscular Strength and Jumping Performance in Young Women Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 22,4, 1375*.

Sahaly R, Vandewalle H, Driss T, Monod H (2001). Maximal voluntary force and rate of force development in humans—importance of instruction. *European Journal of Applied Physiology, 85, 345–350*.

Santos-García, D.J.; Navarro Valdivielso, F. (2008). El entrenamiento de la fuerza explosiva para el salto, la aceleración, el lanzamiento y el golpeo. Universidad de Castilla-La Mancha, España: Publicado por el Laboratorio de entrenamiento Deportivo, Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo.

Salci, Y. (2008). *Effects of Eccentric Hamstring Training on Lower Extremity Strength and Landing Kinetic in Female Recreational Athletes*. Thesis to the Graduate School. Ankara, Turkey: Middle East Technical University, Department of Physical Education and Sport.

Scott, G. (1999). Off-season strength, power, and plyometric training for Kansas State volleyball. *National Strength and Conditioning Association, 21(5), 49-55*.

Schmidtbleicher, D. (1992). *Training for power events*. In: Komi PV (eds) *Strength and power in sport*. Blackwell, London.

Stone, M.(2000). *How is strength tested*. Edinburgh, Scotland: The University of Edinburgh

Shan, X. (2010). *Biomechanical analysis of vertical jump performance of volleyball players*. Beijing, People's Republic of China: Beijing University of Physical Education

Uloa, C. (2011). Relación entre la fuerza isométrica y la saltabilidad. Bajádo de Internet

al 30 de Junio 2011, de [Www. kinesiologyaula.wordpress.com/2011/01/16/saltabilidad/](http://Www.kinesiologiaula.wordpress.com/2011/01/16/saltabilidad/)

Van- Soest, A.J., Roebroek, M.E., Bobbert, M.F., Huijing, P.A., Van-Ingen-Schenau, G.J. (1986). A Comparison of one-legged and two-legged countermovement jumps. *Medicine and Science in Sport Exercise* 17(6), 635-639.

Verkhoshansky, Y. (1999). *Todo sobre el método pliométrico*. Barcelona, España. Editorial Paidotribo.

Verkhoshansky, J.I. (1979). *Razvoj Snage u Sportu*. Beograd, Srbija: Partizan

Villarreal, E.S.S, González-Badillo, J.J., Izquierdo, M. (2008). Low and Moderate Plyometric Training Frequency Produces Greater Jumping and Sprinting Gains Compared with High Frequency. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Volume 22 (3):715-725

Wilson, G.J., Lyttle, A.O., Murphy, A.J. (1995). Assessing dynamic performance: a comparison of rate of force development test. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 9(1), 76-81.

Yamauchi, J., Ishii, N. (2007). Relations between force-velocity characteristics of the knee-hip extension movement and vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (3), 703-709.

Young, W., McLean, B., Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(1), 13-19.

Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. Human Kinetics, Champaign, IL.

Zatsiorsky, V.M., Kraemer, W.J. (2006). *Science and Practice of Strength Training* (second edition). Champaign: Human Kinetics

ANEXOS

ANEXO 1.

PROTOCOLO DE LA REALIZACIÓN DEL TEST “SQUAT PARALELO CON LA HALTERA SOBRE LA ESPALDA”

Antes de empezar a aplicar el modelo de entrenamiento de la fuerza explosiva de miembros inferiores, se establecieron los niveles de carga correspondientes a cada sujeto en función de sus resultados en el test Squat Paralelo con la haltera sobre la espalda. La medición fue realizada el 9 de Enero de 2009 en el gimnasio de la Academia Nacional de Policía. La fase de preparación básica (dos semanas) se realizó previamente a la medición de la fuerza máxima con el Squat paralelo con la haltera sobre la espalda. La última sesión de entrenamiento, tiene que ser realizada, al menos dos días antes de la realización de Test “Squat Paralelo con la haltera sobre la espalda”. El test empezó a realizarse a las diez de la mañana y previamente se hizo el calentamiento general, seguido del específico con la barra olímpica de pesos (20kg) sobre la espalda, bajando hasta que el muslo queda paralelo al suelo y con la espalda recta y la mirada fija al frente. Así mismo, se aplicó como calentamiento específico una serie de squats de 12 repeticiones con 40kg, y otra de 10 repeticiones con 60kg. Según los resultados máximos tomados al principio de la temporada (Octubre 2008), se tomó el valor de aproximadamente un 80% del resultado máximo de cada sujeto para realizar una serie con el máximo número de flexiones con carga elevada. Para facilitar dicho Test, se aplicó la fórmula que permitió deducir la carga máxima de un sujeto para el Squat con los datos de número de repeticiones que se realizaron con una determinada carga y los kilos que levanta (Brzycki, 1993).

ANEXO 2.

PROTOCOLO DE LA MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA FUERZA MÁXIMA

MEDICIÓN INICIAL

La medición inicial fue realizada el 11 de Enero de 2009 en el laboratorio en la Academia Nacional de Policía. La medición inicial fue organizada dos días después de la última sesión de entrenamiento y empezó realizarse a las diez y media de la mañana. Una vez seleccionados los sujetos para el estudio, se les explicó detalladamente a los responsables de la preparación física de los equipos participantes, los ejercicios que componen el sistema de entrenamiento de la fuerza explosiva para que exista la máxima unificación en su ejecución. Antes de empezar a realizar los Test, se hizo el calentamiento general, seguido del específico. Todos los sujetos hicieron una primera medición, y después de una pausa de 30 minutos, volvieron a hacer una segunda medición. Se aceptó el mejor resultado de cada Test.

MEDICIÓN FINAL

La medición final fue realizada el 27 de Febrero de 2009 en el laboratorio en la Academia Nacional de Policía. La medición final fue organizada de la misma manera que la medición inicial, es decir, dos días después de la última sesión de entrenamiento y empezó realizarse a las diez y media de la mañana. Antes de empezar a realizar los Test, se hizo el calentamiento general, seguido del específico. Todos los sujetos hicieron una primera medición, y después de una pausa de 30 minutos, volvieron a hacer una segunda medición. Se aceptó el mejor resultado de cada Test.

ANEXO 3.

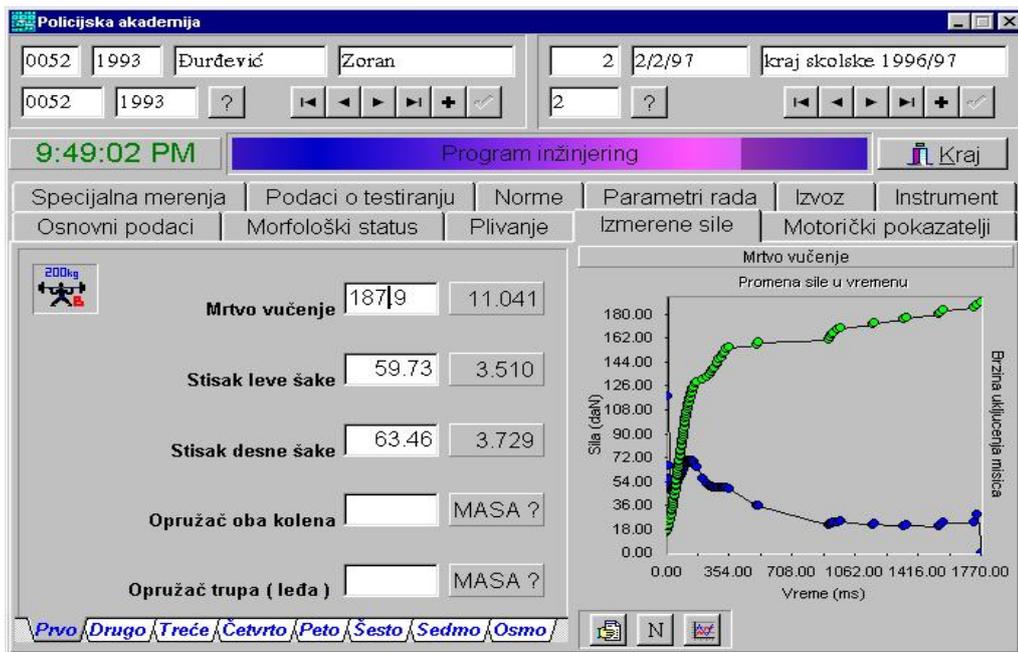
Software utilizado: Datos personales

The screenshot shows the 'Policijska akademija' software interface. At the top, there are input fields for identification numbers (0052, 1993), name (Đurđević, Zoran), and date (2/2/97). Below this, a status bar shows the time '9:54:56 PM' and the program name 'Program inženjering'. The main area is divided into several sections: 'Specijalna merenja', 'Podaci o testiranju', 'Norme', 'Parametri rada', 'Izvoz', and 'Instrument'. Under 'Podaci o testiranju', there are sub-sections for 'Morfološki status', 'Plivanje', and 'Izmerene sile'. The 'O studentu ...' section contains fields for 'Ime' (Zoran), 'Sr. ime' (Tomislav), 'Prezime' (Đurđević), 'Datum rođenja' (6/9/72), and 'Mesto rođenja' (D. Crniljevo, Koce). There are also radio buttons for 'Pol studenta' (Muško, Žensko). The 'Adresa' section includes fields for 'Ulica', 'Poštanski broj' (15227), 'Grad' (D. Crniljevo), 'Telefon', 'Republika' (Srbija), and 'SUP'. At the bottom, there are sections for 'Prethodna škola' (Kurs, Viša škola, Srednja škola, Gradjanstvo) and 'Napomena'.

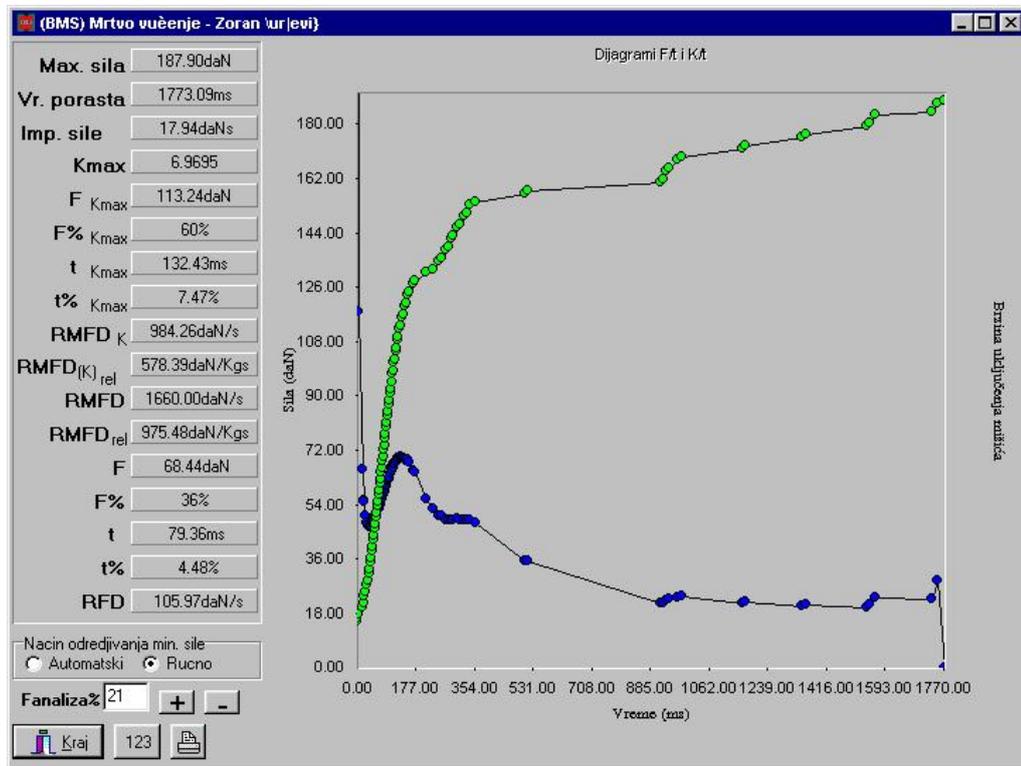
Software utilizado: Parámetros antropométricos

The screenshot shows the 'Policijska akademija' software interface, specifically the anthropometric data entry section. The top part of the interface is identical to the previous screenshot. The main area is divided into 'Specijalna merenja', 'Podaci o testiranju', 'Norme', 'Parametri rada', 'Izvoz', and 'Instrument'. Under 'Podaci o testiranju', there are sub-sections for 'Morfološki status', 'Plivanje', and 'Izmerene sile'. The 'Izmerene sile' section contains a list of anthropometric measurements with input fields: 'Visina tela' (1745 mm), 'Masa tela' (70.2 Kg), 'Dužina ruke', 'Dužina noge', 'Raspon ruku', 'Širina ramena', 'Širina karlice', and 'Širina sake'. To the right of these fields, there is a section titled 'Program inženjering' with a text box containing the following text: 'Prvi program racjen za istrazi- var je u fizickom razvcju sportista . Program je racjen u saradrji sa Policjjskom akademjom Beograd.' At the bottom, there are buttons for 'Prvo', 'Drugo', and 'Treće'.

Software utilizado: Fuerza muscular, primera medición



Software utilizado: Fuerza muscular, medición segunda



ANEXO 4.

Tabla personal de sujeto del GRUPO experimental

Nombre y apellido	Valentina Vasiljevic
Fecha y lugar de nacimiento	14 de Septiembre de 1974
talla	1760 mm
peso	67.75 kg
Mejor marca del test "Semi-sentadilla con el peso sobre la espalda"	176 kg

Observación: Buen estado físico, líder del grupo, motivada y está dispuesta de motiva a los demás.

Entrenamiento realizado de fuerza explosiva	
1 ^{ra} sesión	<ol style="list-style-type: none"> Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 150kg). Tres series de 6 repeticiones, con una pausa entre las series de 4 minutos Flexiones del tronco, 3 series de 15 repeticiones extensiones de la espalda al nivel lumbar, 3 series de 15 repeticiones
2 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none"> Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será 140kg). Tres series de 10 repeticiones, con una pausa entre las series entre 4 y 6 minutos extensiones de la espalda a nivel lumbar, 5 series de 20 repeticiones flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
3 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none"> Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 160kg). Dos series de 3 repeticiones y una pausa entre las series de 4 minutos. Saltos hacia abajo con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será 70kg), tres series de 8 repeticiones con una pausa de 3 minutos. Lat- máquina (por delante de la cabeza), tres series de 10 repeticiones con 30kg
4 ^a sesión	<ol style="list-style-type: none"> Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será 160kg). Dos series de 3 repeticiones y una pausa entre las series de 4 minutos. Saltos hacia abajo con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será 70kg), tres series de 6 repeticiones; pausa 3 minutos, entre los ejercicios 8 minutos.
5a sesión	<ol style="list-style-type: none"> Saltos hacia abajo con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será 105kg), dos series de 8 repeticiones, pausa 3 minutos. 2- 3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba. Dos series de 8 saltos con una pausa de 3 minutos. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.

6ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 3. Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (el peso de la haltera será 160kg). Dos series de 3 repeticiones y una pausa entre las series de 4 minutos. 4. 2- 3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba, dos series de 8 repeticiones y una pausa de 3 minutos. 5. Extensiones de la espalda lumbar, 5 series de 20 repeticiones. 4. Flexiones del tronco, 5 series de 20 repeticiones.
7ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 3. Saltos hacia abajo desde una altura de 50cm, dos series de 8 saltos con una pausa de 4 minutos. 4. 2- 3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba, dos series de 8 saltos con una pausa de 3 minutos. 3. Press banca con la barra de 20 kg, 3 series de 10 repeticiones. 4. pull- over, 3 series de 10 repeticiones y con 4 minutos de pausa entre los ejercicios con 15kg
8ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saltos hacia abajo desde una altura de 70cm, dos series de 8 saltos y una pausa de 4 minutos entre serie. 2. 2- 3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba, dos series de 8 repeticiones con una pausa de 3 minutos entre serie. 3. Lat- máquina (por delante de la cabeza), tres series de 12 repeticiones con 30kg 5. Extensiones de la espalda lumbar, 4 series de 25 repeticiones
9ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 4. Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (peso será 165 kg). 5. Saltos hacia abajo desde una altura de 75cm, dos series de 10 repeticiones 6. flexiones del tronco, 4 series de 20 de los dos grupos, superior y inferior
10ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saltos desde una altura de 75cm, dos series de 10 repeticiones. 2. Saltos desde una altura de 110cm, dos series de 10 repeticiones, pausa 4 minutos entre las series, 8 minutos entre los ejercicios. 3. Lat- máquina (por delante de la cabeza), tres series de 10 repeticiones con 30kg. 4. Extensiones de la espalda lumbar, cuatro series de 25 repeticiones.
11ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexiones de las extremidades inferiores con la barra sobre la espalda (peso de la haltera será 165 kg), pausa de 4 minutos. 2. Saltos hacia abajo desde una altura de 75cm, dos series de 10 repeticiones.
12ª sesión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saltos hacia abajo desde una altura de 75cm, dos series de 10 repeticiones. 2. Saltos hacia abajo desde una altura de 110 cm, dos series de 10 repeticiones, pausa entre las series de 4 minutos y entre los ejercicios de 8 minutos.

ANEXO 5

Hoja de registro de datos personales y deportivos

NOMBRE Y APELLIDOS: _____

FECHA DE NACIMIENTO: _____

CLUB DEPORTIVO AL QUE PERTENECE: _____

AÑOS DE EXPERIENCIA EN VOLEIBOL: _____

POSICIÓN HABITUAL EN EL TERRENO DE JUEGO: _____

OBSERVACIONES; _____

ANEXO 6.

Potvrda o dobrovoljnom učešću u istraživanju

Nakon dobijanja informacije u pismenom obliku u vezi ciljeva istraživanja pod nazivom „EFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXPLOSIVA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y ESPECÍFICAS DE LA FUERZA EN JUGADORAS DE VOLEIBOL“ prihvatam na dobrovoljnoj bazi učešće u projektu.

Svoj pristanak potvrđujem potpisom.

Ime i prezime _____

POTPIS _____

DATUM _____

Documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio

Tras haber sido correctamente informado/a por escrito de los objetivos del estudio titulado "EFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXPLOSIVA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y ESPECÍFICAS DE LA FUERZA EN JUGADORAS DE VOLEIBOL" acepto de forma voluntaria la participación en el mismo.

Y para que así conste firmo el presente documento en

_____ a _____ de _____ de 20__

Firma