



apunts
EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTES

87

1.º trimestre 2007 · 6 € (IVA incluido)

F. Gali

CAMPIONATS D'EUROPA DE REM

INEFC

BARCELONA, 9 i 10 SETEMBRE 1922

Apuntes para el siglo XXI

La Sociedad de la Información.

Análisis y retos actuales

Inmersos en una época reciente dominada por el hedonismo personalizado, la comunicación, la inmediatez y la globalización que denominamos Sociedad de la Información, el ciudadano digital, prototipo del individuo de este período, destaca por su aislamiento social, su alto conocimiento y participación de las tecnologías de la información, un inquietante nivel de sedentarismo y una sustitución creciente del mundo natural por el universo virtual.

Actualmente estamos en el inicio de una era impredecible que algunos llaman Sociedad de la Información. Este modelo sociocultural se caracteriza por compartir la información que otros generan. La famosa predicción de los años sesenta, en la que se denominó al mundo como una aldea global, es hoy una realidad gracias a los medios de comunicación social que hacen posible la gigantesca eliminación de distancias y tiempo, haciendo la comunicación inmediata y convirtiendo al planeta en una inmensa red de comunicaciones inmediatas. El ciudadano de hoy, a tenor de los recursos y medios tecnológicos de que dispone para obtener y utilizar la información de los demás, se le denomina ciudadano digital y parece ser que será el modelo del primer tercio de esta centuria. Sin embargo, no todos los ciudadanos de este mundo son ciudadanos digitales. A pesar de la globalización, actualmente siguen existiendo grandes desigualdades sociales, educativas y económicas, por lo que no existen las mismas oportunidades ni mentalidades en el acceso a la información que la popularización y masificación de la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) proporcionan. En cualquier caso, según un estudio sobre La Sociedad de la Información en España 2004, elaborado por la empresa multinacional Telefónica, un ciudadano digital forma parte de la Sociedad de la Información si es capaz de realizar las siguientes funciones:

- Establecer una comunicación electrónica.
- Buscar información en Internet.
- Visitar una página web.
- Descargar un programa.
- Dialogar y discutir a través de Internet.
- Comprar en línea ("on line").
- Acceder a medios de comunicación.
- Pagar con el móvil.
- Disponer de firma electrónica.
- Gestionar ante las administraciones públicas.

I

La época contemporánea nace a mediados del siglo XVIII con la creación de la sociedad industrial, fundamentada en el sector secundario a través del cual se tiene acceso a los bienes producidos por otros; se inaugura la Modernidad que llega hasta el segundo tercio del siglo pasado. La postmodernidad, cimentada en el sector servicios que promueve el acceso a los servicios prestados por otros, surge en la década de los años sesenta con el fin de coexistir y relevar a la modernidad con la creación de un modelo de sociedad postmoderna con paradigmas, valores y actitudes claramente dispares. En los albores del presente siglo, y ya inmersos en esta nueva Era, surge con fuerza el modelo de la Sociedad de la Información, por la que se tiene acceso a la información generada por otros. Es un modelo que no sabemos qué nos va a deparar, aunque, de una manera silenciosa, una parte importante de la humanidad ya estamos inmersos en ella, sin saber exactamente en qué consiste esta pertenencia activa. Existe una denominada "brecha digital", que insospechadamente puede servir para ahondar el abismo existente entre los grupos socioculturales existentes o, por el contrario, se puede presentar como una ocasión (históricamente imprevista) para acortar distancias sociales, culturales e incluso económicas, entre grupos humanos y países. Nos enfrentamos a un proceso de transformación personal, colectivo e institucional, inimaginable en cualquier otra etapa de nuestra historia (por su inmediatez y profundidad) que en principio debe derivar -si somos bienintencionados y redentores del género humano- hacia la transformación en una nueva Era: la Sociedad del Saber. Como meta de una sociedad más igualitaria, solidaria, libre y equitativa, cuyo progreso se fundamente en una ética global común, en un diálogo y comprensión entre civilizaciones, en la igualdad de oportunidades para todos, en una mejor distribución de la riqueza y en la sensibilidad medioambiental con un desarrollo sostenible globalizado que aborde los problemas, desafíos y realidades humanas desde una perspectiva transnacional e intercontinental, es decir, planetaria.

En la Sociedad de la Información podemos distinguir los factores externos y contextuales que la envuelven y la hacen posible, y los factores internos que constituyen su proceso de interrelación y funcionamiento intrínseco mediante una compleja estructura que teje una enorme telaraña global. Los elementos externos conforman el entorno, que está integrado por la economía, la legislación, la cultura, la formación, la promoción o las actitudes. En los elementos internos observamos tres áreas: la de los usuarios, la de las infraestructuras y la de los contenidos; en la primera de ellas distinguimos a los ciudadanos, las empresas y asociaciones y las administraciones públicas; en la segunda, los servidores, las redes y los terminales; y en la tercera, los servicios y la infomediación con contenidos tangibles e intangibles.

Ante este panorama, ¿cómo afectan estos cambios a las distintas Instituciones que conforman nuestro entramado socio-cultural, al denominado ciudadano digital y al conjunto de valores, saberes y gustos que afectan y determinan su comportamiento cotidiano?. Una de las consecuencias más relevantes de este modelo social y virtual es que los actuales terminales soportan servicios complejos por el que distribuyen contenidos multimedia y combinan el acceso a esa información con la movilidad cotidiana. Son los contenidos los que se acercan al ciudadano mediante múltiples accesos al usuario por lo que condicionan e inciden de manera notable en sus conductas y hábitos personales. Es difícil que el ciudadano pueda resistirse ante esta invasión porque viene de la mano de una tecnología amigable que influye y se cuela de manera imperceptible en el mundo del niño, del adulto y del adulto mayor.

Independientemente de los cambios que la sociedad sufra, por encima de todo está la persona. Siempre hemos defendido un entorno social y cultural que considere y valore al individuo crítico, por encima de valores abstractos, gregarios y excluyentes; pero integrado en una sociedad progresista, respetuosa con el entorno medioambiental y equitativa entre sus miembros, que promueve políticas de desarrollo personal y facilita la igualdad de oportunidades. El individuo de la Sociedad de la Información está mediatizado por toda la avalancha de contenidos de información que le llegan constantemente por múltiples vías investidas de modernidad y que debe transformar en conocimiento para poder decidir con criterio y conquistar la persona que lleva dentro. Se advierte en este proceso de enorme individualización, la necesidad de humanizar el entorno “info” y rehumanizar a la persona. Es preciso humanizar la infofamilia, la infoescuela, la infoeducación (mediante la reconsideración del e-learning, o sea, la capacidad y autonomía para acceder eficazmente a los aprendizajes electrónicos) y, en general, la infosociedad; pero también rehumanizar al individuo para ayudarlo a ser una persona autónoma, con capacidad para desarrollar libremente un proyecto vital en armonía con el entorno y capacidad crítica para defender su individualidad y transformar en lo posible su entorno más inmediato. Éstos son algunos retos pendientes de solución que es necesario abordar para reconvertir también la actual Sociedad de la Información en una sociedad humanizada y con mejores condiciones de vida personal y colectiva que las etapas anteriores.

II

Algunos aspectos que podemos advertir de esta nueva época de la Sociedad de la Información son los siguientes:

Desde el punto de vista general

- En esta Era, la información es una vía preeminente de relación individual, social e institucional.
- La tecnología es un elemento consustancial en nuestras vidas, que nos facilita nuestra existencia pero que nos aleja de la naturaleza.
 - La revolución informática y las tecnologías de la información y comunicación están transformando la familia, la escuela, el sector laboral, el mundo empresarial, el ocio, los espectáculos y el deporte, entre otras cosas.
 - Estamos inmersos en una época de enorme individualización que nos lleva a un proceso de personalización que provoca un cierto autismo social y una creciente dependencia de las tecnologías de la comunicación. La dependencia del individuo de la tecnología genera entre los más jóvenes nuevas adicciones que se manifiestan cada vez en edades más tempranas.
 - En un mundo que goza de grandes recursos económicos y tecnológicos (a pesar de las guerras, miserias y desigualdades existentes, nunca antes había existido un período tan próspero en la historia de la humanidad) el consumismo se ha convertido en la religión laica de nuestros días y en el eje económico fundamental de la sociedad actual.
 - En una sociedad cimentada en el individualismo hedonista, el tiempo de ocio y el consumismo como fuente de placer inmediato; el sector del ocio y el turismo es el más emergente y la primera fuente económica del mercado en el que se fundamenta la economía global.
 - La Sociedad de la información ha roto con la rigidez del punto de trabajo, ya que el potencial de los ordenadores, la versatilidad del móvil y los accesos a las conexiones permiten que el trabajador pueda desarrollar perfectamente su trabajo desde su casa u otros lugares distintos (En EE.UU. hay 30 millones de ciudadanos que trabajan desde su casa)
 - Debido a la importancia y omnipresencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, los estados de ánimo, opinión y audiencias masivas son de una inmediatez decisiva, lo que determina, de hecho, la toma de decisiones de los entes dirigentes, priorizando políticas de presente más que de futuro.
 - Gracias a las tecnologías de la comunicación se acortan las distancias entre personas, territorios e instituciones; se

tiende a una fuerte urbanización de las urbes y a una concentración de la población en núcleos urbanos bien dotados de servicios, pero cada vez más alejados del entorno natural. Se construye y se vive lo local en un mundo globalizado, telecableado e interconectado

- Las nuevas tecnologías al servicio de los menores pueden provocar un uso desmesurado de los videojuegos, Internet o la utilización del móvil, que repercuten en menos horas de sueño, una reducción de la concentración escolar, mayor sedentarismo y obesidad y aislamiento social.

- Por el contrario, el buen uso de las nuevas tecnologías de la información permite vivenciar lúdicamente realidades virtuales, proporciona un acceso directo a las fuentes de información, promueve una capacidad de interconexión y de interactividad de carácter planetario, facilita un proceso de formación autodidacta, se constituye en una herramienta eficaz para mejorar el rendimiento académico, se postula como un excelente medio para lograr el autoempleo y contribuye en la creación de una nueva generación de ciudadanos con conciencia universal.

Desde el punto de vista educativo

- La Escuela ya no tiene la exclusiva del conocimiento. La mayor parte del conocimiento se adquiere a través de los distintos medios de comunicación e información a los que tiene acceso el ciudadano en su vida diaria.

- El ordenador es uno de los símbolos referentes de nuestra época. Al principio de su existencia era un símbolo de poder; después, el signo diferencial de un experto; hoy, gracias a la cultura digital y a las características de fácil comprensión y utilización de los sistemas operativos y del software, se ha convertido en una herramienta de uso general y quasi obligatoria en el medio escolar.

- El estudiante digital es una realidad en el entorno escolar. Ante este hecho, el sistema educativo vigente, la escuela y el colectivo docente no tienen procesos pedagógicos previstos, ni recursos didácticos adecuados, ni procedimientos satisfactorios para abordar este reto académico de nuestros días.

- El proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional está cuestionado y en vías de sustitución por otros modelos, influidos sin duda por e-learning.

- La formación "on line" no presencial se ha potenciado extraordinariamente generando todo un mercado de cursos que obliga a un modelo pedagógico diferente y a una orientación y exigencia completamente distintas.

- Se ha abandonado la pedagogía del esfuerzo fundamentada en un corpus unitario de conocimiento objetivo y racional y orientada hacia la colectividad, que fue básica en el período de la Modernidad, y ha sido sustituida por una pedagogía constructivista cimentada en el relativismo cultural y construida desde la información hacia los sentimientos y orientada hacia un individualismo hedonista en un entorno globalizado.

- La Escuela de hoy está determinada y acuciada por el incremento del fenómeno de la inmigración, la multiculturalidad y las diferencias étnicas y religiosas que plantean realidades escolares distintas para las que no tenemos respuestas.

- La asignatura de Educación Física sigue siendo, en la mayoría de centros docentes, una materia maría, menospreciada por los demás colegas docentes, relegada por las direcciones de los centros, poco vivenciada por nuestros alumnos e incomprensida por los padres, ante la indiferencia social e institucional.

- Sin embargo, cada vez se ve más a la Educación Física en los foros intelectuales sobre educación general y en las recomendaciones de las instituciones internacionales, como una materia imprescindible, e incluso nuclear, para contribuir eficazmente en el abordaje de los grandes desafíos que tiene planteados la educación en la escuela de esta Era.

- En el tiempo de ocio en el seno de la escuela, las prácticas motrices espontáneas de carácter lúdico, expresivo y/o competitivo han quedado relegadas y en parte sustituidas, por iniciativa de los propios alumnos, por otros hábitos sedentarios relacionados con la tecnología que agradan más e invisten de postmodernidad.

Desde el punto de vista de la motricidad

- El dominio y el acceso de la Tecnología de la Información y la Comunicación en el entorno sociocultural facilita, directamente, el sedentarismo, e indirectamente, la obesidad entre la población infantil.

- El niño ha sustituido en gran medida el juego motriz popular y las prácticas motoras tradicionales en su tiempo libre y de ocio (patios, tiempo libre, fines de semana y vacaciones) por juegos y actividades con móviles, consolas de video, ordenador, televisión, plataformas lúdicas de carácter tecnológico (Play Station) y otros artilugios electrónicos que le atraen más y le otorgan un halo de postmodernidad y prestigio.

- Asistimos a una reducción sustancial de la motricidad cotidiana del individuo. El niño, atezado por múltiples actividades voluntarias extraescolares de carácter sedentario, no dispone del tiempo motriz diario suficiente para su desarrollo armónico físico y psíquico.

- La calle como espacio lúdico y motriz ha desaparecido prácticamente y sus horas y actividades no han sido sustituidas por otras actividades de su mismo sesgo, sino que han sido ocupadas por actividades relacionadas con las Tecnologías de la Información.

- En el ciclo vital de un individuo, el adulto dispone de mucho tiempo para ser adulto y el niño dispone de poco tiempo para ser niño. Sin embargo, en nuestra época, a menudo el niño actúa, juega y se manifiesta más como un pequeño adulto que como un niño; lo que comporta una formación infantil desnaturalizada, que conlleva ciertos desequilibrios para su formación.

- La motricidad es un medio de desarrollo fundamental para el niño. Durante los primeros doce años de vida el niño, mediante las conductas motrices, desarrolla su cuerpo, conoce el mundo que le rodea, se relaciona con los demás, descubre el mundo físico, reconoce y controla sus emociones y sentimientos, convive con sus fantasmas, mejora su autoestima y construye su identidad personal y colectiva. Cualquier alteración, insuficiencia o carencia en este sentido comporta graves problemas para su formación.

- La clase de Educación Física, dos horas a la semana, es totalmente insuficiente para proporcionar las experiencias motrices que el niño necesita para un desarrollo armónico y completo, por lo que proponemos una entusiasta labor de concienciación y mentalización en alumnos, profesores de otras materias, dirección del centro y padres, de la importancia y necesidad de la práctica motriz sistemática y diaria de nuestros niños y niñas.

- Se aprecian procesos de especialización motriz temprana del niño en detrimento de la motricidad básica y espontánea en el período de cero a doce años, que hurtan al menor de la posibilidad de un desarrollo integral y armónico de su motricidad.

- El niño participa frecuentemente en actividades extraescolares de carácter deportivo y de otras manifestaciones motrices obligado por los padres con el fin de “compensar” la falta de actividad motriz, pero asiste a esas actividades como si fueran una clase más, sin demasiado entusiasmo, lo que contrasta con la naturaleza propia del niño que, por naturaleza propia, debería anhelar la práctica motora de carácter lúdico.

- El sedentarismo rampante, la sobrealimentación y la falta de entusiasmo motriz por parte del niño y de la niña favorecen la obesidad, las enfermedades degenerativas, los desequilibrios corporales, el retraso motriz y la torpeza motora.

- En una sociedad multiétnica y multicultural, el juego, las actividades de expresión y el deporte escolar pueden constituirse en actividades muy recomendables para lograr la cohesión social y la integración cultural.

- Las prácticas en el medio natural pueden contribuir a la formación de una conciencia de conocimiento y respeto del medio ambiente y a una educación medioambiental.

- Las prácticas introyectivas contribuyen de manera eficaz al conocimiento de sí, a la aceptación de uno mismo y a la superación personal. Son fundamentales para la construcción de la personalidad desde la realidad propia aceptada.

- En cualquier caso, es preciso desarrollar, desde el principio del ciclo vital, una motricidad congruente con nuestras capacidades filogenéticas como especie, acorde a nuestras expectativas y necesidades personales y que constituye nuestra herencia más preciada y la base fundamental de nuestra existencia.

III (Epílogo)

Inmersos en la Sociedad de la Información, hemos analizado algunas de sus características más notorias y hemos anotado aquellos elementos que la caracterizan desde el punto de vista general, educativo y motriz. Coincidimos en que estamos hablando de un período de gran cambio, por la inmediatez y profundidad de sus transformaciones, plenamente tangibles en el ciudadano y en la sociedad de hoy. Las estructuras e instituciones actuales se debaten entre la adaptación al cambio, la transformación o la desaparición. Por otra parte, podemos presentar al ciudadano digital, que posee un nivel de información y de recursos tecnológicos únicos en la historia de la humanidad, que le permite pertenecer a la generación mejor preparada de nuestra trayectoria, pero también al hombre más alejado de su propia naturaleza corporal y motriz en un contexto cada vez más virtual y menos natural.

El homo digitalis se caracteriza por su sedentarismo, promovido en parte por la revolución informática de carácter audiovisual que facilita esta conducta; muestra poco entusiasmo por la práctica motriz ya que le agradan más otras opciones lúdicas más ligadas a los nuevos entretenimientos propios de esta Era; considera el deporte praxis y otras manifestaciones motrices como simples opciones del espectro de posibilidades extraescolares; tiende a la elección de opciones motrices no deportivas en su tiempo libre, eligiendo otros modelos corporales menos exigentes y normativos pero más divertidos o personalizados; posee niveles de autoestima motriz bajos o indiferentes y presenta niveles de capacitación motriz inferiores a los de generaciones anteriores.

La motricidad, elemento común y consustancial de todos los seres humanos que componen nuestra especie, instrumento vital para el desarrollo total del niño, laboratorio de experiencias personales, medio de integración social, proceso necesario para la construcción de la identidad individual y vía de recuperación de nuestra naturaleza corporal y humana; se debe constituir como un nuevo e imprescindible humanismo pedagógico de los niños y niñas de nuestra época, que puede y debe contribuir al proceso de rehumanización del ciudadano digital.

JAVIER OLIVERA BETRÁN

jolivera@gencat.net

Repercusiones de la teoría de los sistemas dinámicos en el estudio de la motricidad humana

CARLOTA TORRENTS*

Profesora de Expresión Dinámica.
INEFC- Lleida

NATÀLIA BALAGUÉ**

Profesora de Fisiología.
INEFC Barcelona

Correspondencia con autoras

* carlotat@inefc.es

** nbalague@gencat.net

Resumen

A partir de 1980, la teoría de los sistemas dinámicos empezó a aplicarse al estudio de la motricidad humana, concretamente a la comprensión de la coordinación de movimientos cíclicos, que difícilmente podían ser explicados bajo el marco de la existencia de programas motores. Los resultados de los primeros estudios mostraron cómo el organismo humano es un sistema dinámico complejo que presenta principios de organización similares a cualquier otro sistema dinámico. Posee estados que le atraen, y se producen transiciones de un estado a otro en función de cómo dicho sistema interactúa y se autoorganiza con el entorno. En las transiciones se producirá una pérdida de estabilidad y aparecerán las denominadas fluctuaciones críticas. Estos fenómenos se estudiaron durante la ejecución de todo tipo de tareas cíclicas y posteriormente de tareas acíclicas y de cooperación-oposición entre personas. Estas investigaciones influyeron en las teorías de aprendizaje y control motor y en las ciencias de la actividad física y el deporte.

Palabras clave

Sistema dinámico, Autoorganización, Coordinación.

Abstract

Effects of the Dynamic Systems Theory on the study of human motricity

Since 1980, Dynamic Systems Theory has been applied to the study of human motricity, specially to the understanding of cyclic movements coordination. These kind of movements couldn't be just explained with the theories based on motor programs. Results showed how the human organism is a dynamic complex system that presents typical organizing principles of complex systems. They have attractor states, and transitions between states are produced when interact and self-organize with the environment. During transitions, stability will decrease and critical fluctuations will appear. These phenomena have been studied during the execution of cyclic tasks and also to non-cyclic and cooperation-opposition between persons tasks. These investigations will affect motor control and learning and Sport Sciences.

Key words

Dynamical systems, Self-organisation, Coordination.

Introducción

Durante el siglo xx surgieron diversas teorías que provocaron un cambio sustancial en multitud de ramas de la ciencia. La concepción de los organismos vivos como un todo que interactúa con el entorno y el desarrollo de ecuaciones que pueden describir el comportamiento de los seres vivos han afectado el conocimiento de áreas tan distintas como las matemáticas, la física, la psicología, o la economía. Estas teorías ya no se centrarán en la reducción de los sistemas en componentes más pequeños, sino que los interpretarán de forma integral centrándose en los principios básicos de su organización. Estos principios son a menudo comunes para todo tipo de sistemas, y concretamente en los sistemas

dinámicos complejos, entre los que se encuentran todos los sistemas vivos, se dará el fenómeno de la autoorganización, que los caracterizará con formas de comportamiento semejantes.

Una de las teorías surgidas es la denominada teoría de los sistemas dinámicos (TSD) y, a pesar de que se considera matemática, sus conceptos y técnicas se aplican a un amplio espectro de fenómenos (Abraham y Shaw, 1992; Capra, 1996). La TSD aplicada a los sistemas vivos se puede definir como una teoría del cambio, que pretende capturar, estudiar y entender las transiciones estructurales y de comportamiento que ocurren en dichos sistemas con su entorno y ha sido rápidamente adoptada para describir los mecanismos de progresión y



Figura 1

La figura de la izquierda muestra la posición inicial de la tarea sobre la cual se confeccionó el modelo HKB. La central muestra el movimiento antifase, y la de la derecha el movimiento en fase.

desarrollo humanos, así como para estudiar el fenómeno de la coordinación motriz (Corbetta y Vereijken, 1999; Newell y Molenaar, 1998).

Una de las figuras más representativas de esta línea de investigación ha sido J.A. Scott Kelso, y su obra aparece referenciada en prácticamente todos los estudios posteriores de control motor que aplican la TSD. En 1980, Kugler, Kelso y Turvey iniciaron esta nueva línea (Kugler, Kelso y Turvey, 1980) explicando la fenomenología de los sistemas biológicos en términos de regularidades de los sistemas dinámicos no lineales, y no sólo por la acción del control intencional. Hasta entonces, predominaba la hipótesis de la existencia de programas motores o de generadores centrales de patrones almacenados en el sistema nervioso para explicar la coordinación del movimiento en los seres humanos y en animales. Pero las teorías sobre control motor que se basaban en el concepto del programa motor empezaron a ser criticadas debido a diferentes causas. En primer lugar, no se explican con un lenguaje común a otras ciencias, como la biología o la física, lo que dificulta la búsqueda de relación entre todos los elementos que componen el sistema. En segundo lugar, la naturaleza compleja del ser humano requiere mayor flexibilidad y adaptabilidad que lo que permite un programa motor y éste además requiere el conocimiento previo del resultado pretendido (Beek, Peper y Stegeman, 1995; Schmidt y Fitzpatrick, 1996; Schöner y Kelso, 1988). Por ello Kugler y sus colaboradores se plantearon el estudio de los patrones de coordinación que emergerán en los sistemas biológicos. Bajo este marco teórico se realizaron experimentos sobre la coordinación entre diferentes miembros del ser humano (Kelso, 1984), y

en 1985 se publicó el trabajo experimental de Haken, Kelso y Bunz (1985) con la confección de un modelo teórico no lineal (modelo HKB) que explicaba el comportamiento coordinativo. La tarea utilizada para este fin, ideada por Kelso, consistía en mover rítmicamente los dedos índices de cada mano al ritmo de un metrónomo. Se iniciaba el movimiento de forma paralela, activando los músculos homólogos alternativamente, es decir, con una relación entre los dos miembros denominada antifase. Se pidió a los sujetos que no modificaran el movimiento de forma consciente si notaban que el patrón iba a cambiar, sino que dejaran que los dedos se movieran de la forma más confortable. A cada pulsación del metrónomo, los sujetos debían finalizar un ciclo completo, y la frecuencia se fue incrementando progresivamente. Se observó que a partir de un valor crítico de frecuencia, el movimiento cambiaba espontáneamente y los dedos empezaban a moverse en fase, activándose los músculos homólogos de forma simultánea (véase *fig. 1*). Este cambio de patrón no sucedía cuando se realizaba el experimento en sentido inverso, es decir, empezando con una relación entre los dedos en fase. Así, se mostró una transición involuntaria en la coordinación rítmica de dos miembros, demostrando que existen dos patrones estables (o atractores) a frecuencias bajas y sólo uno a partir de un valor crítico de la frecuencia. El cambio de patrón no será instantáneo, sino que en la zona previa se producirán fluctuaciones en el movimiento, las denominadas fluctuaciones críticas. Previamente a la transición, se puede volver al atractor después de una perturbación externa a pesar de la pérdida de estabilidad, y las fluctuaciones se convertirán en una variable predictora de la proximidad

del punto de transición y de la estabilidad del atractor (Court y cols., 2002).

A partir de este experimento, los resultados de la investigación se extendieron a toda el área del aprendizaje y control motor. Inicialmente se siguió estudiando la organización de los patrones coordinativos cíclicos, ya sea de forma individual o en tareas de colaboración u oposición, pero rápidamente se aplicaron los mismos principios de organización al estudio de movimientos acíclicos y también al aprendizaje de multitud de tareas.

Aplicación de la TSD al estudio de la coordinación de movimientos cíclicos

Kelso continuó experimentando sobre este concepto, y lo quiso ampliar con el estudio de la coordinación entre más de dos miembros, como es el caso de una pierna y un brazo (Kelso y Jeka, 1992). Se observó la misma dinámica, basada en estados estables de coordinación con transiciones espontáneas. Otros autores también lo aplicaron a la coordinación entre diferentes miembros (Baldiessa, Cavallari y Civashi, 1982; Fitzpatrick, Schmidt y Lockman, 1996) o entre diferentes partes del mismo miembro (Carson y cols., 1995). También se aplicó a la coordinación entre un brazo y un estímulo visual (Byblow y cols., 1995; Wimmers Beek y Wieringen, 1992) o sonoro (Calvin y Tempardo, 2003).

La tarea propuesta por Kelso de la cual se realizó el modelo HKB, a pesar de su relativa simplicidad, presenta muchas similitudes con los patrones rítmicos de locomoción, que también son estudiados bajo esta perspectiva. El patrón de caminar y de correr es distinto en todos los animales, y uno u otro surgirá en función de múltiples condicionantes y sus relaciones. Son conocidos los experimentos con gatos y caballos que modifican el patrón de locomoción a partir de un valor crítico de velocidad adoptando el más “económico” energéticamente no sin antes haber pasado por una transición caracterizada por la presencia de fluctuaciones críticas del patrón (Kelso, 1999). Se han realizado también estudios con seres humanos, que analizan la influencia de la dinámica del sistema y de la dinámica del medio, y Diedrich y Warren (1995) han observado un incremento de variabilidad en la transición.

Años atrás, el estudio de la locomoción estaba do-

minado por el concepto del programa motor, creado por el sistema nervioso y ejecutado por el sistema músculo-esquelético. La neurociencia se centró en explicar cómo la actividad del sistema nervioso causa el movimiento en el cuerpo, y la biomecánica en cómo la dinámica del sistema músculo-esquelético responde a los estímulos neuronales. ¿Pero cuál era la causa y cuál era el efecto? El movimiento es fruto de la interacción entre el sistema músculo-esquelético, el sistema nervioso y el entorno, y los estados de atracción surgirán de la interacción de todo el sistema.

La principal repercusión del estudio de este tipo de fenómenos desde esta perspectiva es seguramente que los investigadores empiezan a interesarse por cómo se organiza el organismo en movimiento y por la búsqueda de principios comunes de organización para todo tipo de sistemas. Se descarta el concepto de programa motor para explicar la ejecución de movimientos cíclicos y se plantea la aparición de fluctuaciones en las zonas de transición como una posible señal de la no linealidad del sistema, así como una muestra de que los comúnmente denominados errores de ejecución pueden ser necesarios e imprescindibles para producir un cambio en el comportamiento del sistema.

De forma paralela a los estudios sobre coordinación entre miembros de una misma persona, aparecen muchas investigaciones en las que se analiza la coordinación entre miembros de personas distintas. Consideramos este tipo de tareas de gran importancia a la hora de explicar las aplicaciones de la TSD, puesto que representan un ejemplo de tareas en las que no hay una estructura cognitiva común que pueda producir la coordinación motriz. El hecho de que aparezcan fenómenos similares a los vistos durante el movimiento de una persona, como las transiciones entre fases o las fluctuaciones críticas, pone si cabe más de manifiesto que estos fenómenos no son fruto de la existencia de un programa motor. Al igual que en los sistemas físicos, no puede haber un programa común entre dos personas. Un ejemplo de acoplamiento entre dos sistemas físicos es el de dos relojes de pared colocados próximos uno del otro y con sus péndulos oscilando en fases distintas. La vibración de la pared provocará una interacción entre ambos relojes hasta que oscilen en modo en fase o antifase, llegando así a un estado de equilibrio o atractor. Estudios con personas muestran un comportamiento similar cuando se pide a los sujetos que hagan oscilar un miembro o un péndulo a la vez que otra persona mientras puedan verse mutuamente. Schmidt, Carello y

Turvey (1990) demostraron una transición de un estado de coordinación antifase a uno en fase en una tarea en la que los sujetos debían mover su pierna u oscilar un péndulo con la muñeca coordinadamente y en modo antifase con la del compañero y a una frecuencia determinada por un metrónomo. El aumento de la frecuencia de forma progresiva provocó el mismo efecto que el famoso estudio de Kelso, la imposibilidad de mantener la coordinación antifase y la transición a una coordinación en fase, pero no viceversa, así como la aparición de fluctuaciones críticas.

El estudio de la interacción entre personas tiene claras aplicaciones en la investigación deportiva. Todos los deportes en los que se realizan movimientos con música y en grupo pueden ser objeto de este tipo de estudios, como es el caso de la gimnasia rítmica o aeróbica o la natación sincronizada. Estos deportes estarán constituidos por tareas en las que el objetivo es la coordinación interpersonal en sí misma, además de acoplarse a una frecuencia externa marcada por el ritmo de la música. No obstante, la mayoría de deportes de equipo estarán constituidos por tareas en las que la coordinación entre los jugadores no será el objetivo, como sucedía en la tarea de la oscilación del péndulo a la frecuencia más confortable. El estudio de la interacción entre los sujetos puede explicar comportamientos que se dan en el juego, tanto en tareas de cooperación como de oposición. En esta línea, McGarry y cols. (2002) estudiaron diversos deportes de cooperación-oposición, como el squash o el fútbol, para demostrar que éstos pueden analizarse concibiéndolos como sistemas dinámicos complejos, ya que presentan el comportamiento dinámico característico de éstos.

Aplicaciones de la TSD al estudio de movimientos acíclicos

Los estudios que se han citado anteriormente se centran eminentemente en tareas cíclicas. Probablemente esto sea consecuencia de la mayor dificultad que presentan las tareas no cíclicas para identificar los estados de atracción debido a la corta duración de las mismas y a las variables que caracterizan el estado del sistema. No obstante, Schöner estudió una tarea acíclica desde esta perspectiva ya en 1990 (Schöner, 1990), y se han seguido estudiando y observado señales de no linealidad en este tipo de tareas, como durante la ejecución de saltos verticales (Torrents, 2005).

En todos los movimientos acíclicos la intención será un factor influyente, puesto que el movimiento debe iniciarse en un momento concreto. La intención se tratará como una información del comportamiento, y la dinámica intrínseca vendrá determinada por la postura inicial y por el objetivo del movimiento. Desde esta perspectiva se han estudiado diferentes tareas, especialmente de intercepción de objetos o de acoplamiento de la percepción con la acción (McLeod y Dienes, 1993; Peper y cols., 1994; McBeath Shaffer y Kaiser, 1995; Montagne y cols., 2000). También se han estudiado algunas tareas deportivas, como la carrera previa al salto de longitud (Buekers, Montagne y Laurent, 1999), caracterizada por una reducción de la variabilidad de la distancia media de cada paso, o el saque de voleibol. Davids y cols. (1999) lo utilizaron como tarea que requiere un alto grado de coordinación entre muchas partes relevantes del sistema de movimiento y necesita que la acción se coordine espacio-temporalmente con la información de los condicionantes impuestos por la pelota. Analizaron el desplazamiento y las series temporales de la coordinación entre los miembros durante el saque en jugadores expertos. Observaron una fuerte relación en fase entre los pares de articulaciones adyacentes (cadera-hombro, hombro-codo y codo-muñeca), mostrando estructuras organizadas sinérgicamente moviéndose en la misma dirección en el mismo momento de la transición y con perfiles de velocidad similares. Temprado (2000) comparó este patrón con el que tienen aprendices noveles y observó que, con relación a la posición de la pelota, los mejores sacadores mantenían una consistencia espacial y temporal en la colocación vertical de la pelota. El análisis de la relación entre la información de la pelota en el punto más alto y el inicio del movimiento de la cadera hacia delante revelaron que estaban muy acoplados y eran muy poco variables. La acción del inicio del golpeo y la bola en el punto más alto constituirá un estado atractor, un “sistema de saque”, y la práctica de las diferentes fases sin dividir las permitiría al aprendiz explorar las relaciones emergentes entre los condicionantes físicos e informacionales de la tarea y encontrar relaciones individuales. Si se practica de forma descompuesta, como suele hacerse en muchos ejercicios enfocados a la optimización de la técnica deportiva, el aprendiz explorará la región incorrecta del espacio.

En resumen, el estudio de las tareas acíclicas mostró que los principios surgidos de la TSD pueden aplicarse a un gran abanico de tareas. Entre estos principios se destaca la autoorganización del sistema con su entorno,

es decir, la organización sinérgica de todo el organismo condicionado por todos los elementos del entorno con el que interactúa. A partir de estas conclusiones, se ha propuesto variar las condiciones del entorno durante el aprendizaje para favorecer la autoorganización del sistema en la dirección del aprendizaje. Un ejemplo de esta variación podría ser la utilización de marcas en el suelo que resaltarán puntos importantes de la tarea. Los inexpertos serán incapaces de detectar la información relevante y útil del medio, y tendrán problemas para producir el patrón de movimiento. Con las marcas, en cambio, los aprendices serán más susceptibles a la información que les proporciona el entorno (Buekers y cols., 1999).

El aprendizaje de acciones motrices desde la perspectiva de la TSD

En el modelo HKB se pedía a los sujetos participantes que no intervinieran voluntariamente en el cambio de patrón motor, evitando por tanto la participación de la intención, condicionante imprescindible en los procesos de aprendizaje. De hecho, ésta será la principal característica que distinguirá a la coordinación biológica de la de los sistemas inanimados, la presencia de la intención, de la consecución de un objetivo. Scholz y Kelso (1990) demostraron que la manipulación de la intención podía modificar la dinámica de la coordinación, e incluso evitar una transición bajo determinadas condiciones. Zanone y Kelso (1992) estudiaron a diferentes sujetos que debían practicar el movimiento oscilatorio de los dedos con una relación fase de 90° , y, después de cinco días de práctica, este patrón coordinativo presentó las características de un atractor. Se había modificado así la distribución de los atractores. Se ve de esta forma un cambio en el concepto tradicional del aprendizaje, que pasará a ser una modificación específica de algo que ya existe en los modelos de comportamiento en la dirección de la tarea a aprender. Toda la distribución de los atractores se modifica y se reconstruye (se pasa de un estado organizado de un sistema a otro) y la dificultad del proceso variará en función de si la tarea a aprender coopera o compete con los estados que atraían al sistema previamente.

También se analizaron las fluctuaciones que se producen durante el aprendizaje. Schmidt y cols. (1992) estudiaron el aprendizaje de la oscilación de dos péndulos

(uno en cada mano) con una frecuencia de 2:1 durante 12 sesiones, y encontraron una reducción de las fluctuaciones y de la desviación de la frecuencia escogida a lo largo del periodo de práctica. Teniendo en cuenta estos resultados, podemos suponer que la medida de las fluctuaciones puede ser una medida de la estabilidad de un aprendizaje o de la dificultad que presenta la tarea para el sujeto.

Se ha valorado también en este tipo de experimentos la contribución que tiene en el aprendizaje los condicionantes propios del sistema (correspondientes al sistema neuromuscular-esquelético) y los propios de la tarea o del entorno, observando que ambos condicionantes influyen en el aprendizaje (Carson y cols., 1996).

Walter y Swinnen (1992) estudiaron el aprendizaje de una tarea coordinativa asimétrica realizando la estrategia inversa a la propuesta por la tarea del modelo HKB. En dicha tarea, el aumento de la frecuencia producía una transición del movimiento en modo antifase al modo en fase, de lo que se deduce que bajar la frecuencia facilitará el aprendizaje de la transición inversa. Walter y Swinnen observaron como a medida que se va progresando, se puede aumentar la frecuencia de los movimientos y aprender así tareas que en un principio no atraen al sistema. El parámetro no tiene por qué ser la frecuencia, pero es ésta una estrategia muy utilizada para aprender movimientos deportivos. Se realiza primero a menor velocidad y se va incrementando a medida que progresa el aprendizaje.

Esta concepción del aprendizaje y del control motor representa una clara evolución con relación a la perspectiva del programa motor, y llevó a diferenciar claramente los conceptos de estabilidad y variabilidad. La experimentación surgida a raíz de la perspectiva dinámica muestra la estabilidad de los patrones coordinativos a la vez que su flexibilidad en función de los componentes que actúan y sus propiedades biomecánicas. Los patrones coordinativos serán estables pero variables a su vez (Kelso, 1997). La perspectiva dinámica enriquece la anterior al incluir propiedades que no pueden explicarse con la teoría de la programación motriz, como son la presencia de fluctuaciones, que predicen el cambio entre estados de coordinación, o las bifurcaciones o el aprendizaje “a saltos”. También esta perspectiva nos ayuda a comprender el aprendizaje de cualquier habilidad, en cualquier etapa del aprendizaje o de la evolución del ser humano, integrando el entorno en el proceso, la individualidad de las relaciones que se dan entre el aprendiz y el entorno, y la influencia de las condiciones iniciales,

es decir, las habilidades y competencias que ya dispone el sujeto en el momento de someterse al aprendizaje (Riera, 2005).

Conclusiones

Los conceptos que surgen de la TSD pueden aplicarse al estudio del ser humano en movimiento. El organismo es un sistema dinámico complejo que se autoorganiza para moverse, y presenta las propiedades de todo sistema de estas características. Posee estados que le atraen y se producen transiciones de un estado a otro en función de cómo se interactúa con el medio. En las transiciones se produce una pérdida de estabilidad y aparecen fluctuaciones críticas que anticipan el cambio. Estos principios se han mostrado durante la ejecución de tareas de todo tipo, y su aprendizaje estará condicionado por la presencia de dichos atractores y por la necesaria desestabilización de éstos para poder aprender y crear de nuevos. La nueva teoría supone un cambio en la comprensión de los mecanismos relacionados con el movimiento humano, y cuestiona definitivamente la validez del extendido concepto del programa motor. A su vez, supone un reto a la hora de optimizar los procesos de adaptación y aprendizaje.

Agradecimientos

Las autoras agradecen la colaboración en la revisión de este artículo del Dr. Joan Riera.

Bibliografía

- Abraham, R. H. y Shaw, C. S. (1992). *Dynamics- The geometry of behaviour*. California: Addison-Wesley publishing company.
- Baldissera, F.; Cavallari, P. y Civashi, P. (1982). Preferential coupling between voluntary movements of ipsilateral limbs. *Neuroscience Letters*, 34, 95-100.
- Beek, P. J.; Peper, C. E. y Stegeman, D. F. (1995). Dynamical models of movement coordination. *Human Movement Science*, 14, 573-608.
- Byblow, W. D.; Chua, R.; Bysouth-Young, D. F. y Summers, J. J. (1999). Stabilisation of bimanual coordination through visual coupling. *Human Movement Science*, 18, 281-305.
- Buekers, M. J.; Montagne, G. y Laurent, M. (1999). Is the player in control, or is the control somewhere out of the player? *International Journal of Sport Psychology*, 30, 490-506.
- Calvin, S. y Temprado, J. J. (2003). Coalition of informational and neuromuscular constraints in a synchronization task. Schöllhorn, W. I., Bohn, C., Jäger, J. M., Schaper, H., & Alichmann, M.. *European Workshop on Movement Science. Mechanics, Physiology, Psychology*. Köln: Sport Buch Strauss.
- Capra, F. (1996). *La trama de la vida*. Barcelona: Anagrama.
- Carson, R. G.; Goodman, D.; Kelso, J. A. S. y Elliot, D. (1995). Phase transitions and critical fluctuations in rhythmic coordination of ipsilateral hand and foot. *Journal of Motor Behavior*, 27, 211-224.
- Carson, R. G.; Byblow, W. D.; Abernethy, B. y Summers, J. J. (1996). The contribution of inherent and incidental constraints to intentional switching between patterns of bimanual coordination. *Human Movement Science*, 15, 565-589.
- Corbetta, D. y Verijken, B. (1999). Understanding development and learning of motor coordination in sport: the contribution of dynamic systems theory. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 507-530.
- Court, M. L. J.; Bennett, S. J.; Williams, A. M. y Davids, K. (2002). Local stability in coordinated rhythmic movements: fluctuations and relaxation times. *Human Movement Science*, 21, 39-60.
- Davids, K.; Bennett, S.; Handford, C. y Jones, B. (1999). Acquiring coordination in self-paced, extrinsic timing tasks: a constraints-led perspective. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 437-461.
- Diedrich, F. J. y Warren, W. H. (1995). Why change gaits? Dynamics of the walk-run transition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(1), 183-202.
- Fitzpatrick, P.; Schmidt, R. C. y Lockman, J. J. (1996). Dynamical patterns in the development of clapping. *Child Development*, 67(6), 2691-2708.
- Haken, H.; Kelso, J. A. S. y Bunz, H. (1985). A theoretical model of phase transitions in human hand movements. *Biological Cybernetics*, 51, 347-356.
- Kelso, J. A. S. (1984). Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. *American Journal of Physiology: Reg. Integ. Comp.* 15, R1000-R1004.
- (1997). Relative timing in brain and behavior: some observations about the generalized motor program and self-organized coordination dynamics. *Human Movement Science*, 16, 453-460.
- (1999). *Dynamic Patterns*. USA: Massachusetts Institute of Technology.
- Kelso, J. A. S. y Jeka, J. J. (1992). Symmetry breaking dynamics of human interlimb coordination. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 645-668.
- Kugler, P. N.; Kelso, J. A. S. y Turvey, M. T. (1980). On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. Theoretical lines of convergence. G. E. Stelmach, & J. Requin *Tutorials in Motor Behavior*. Amsterdam.
- McBeath, M. K.; Shaffer, D. M., y Kaiser, M. K. (1995). How baseball outfielders determine where to run to catch fly balls. *Science*, 268, 569-573.
- McGarry, T.; Anderson, D. I.; Wallace, A.; Hughes, M. D. y Franks, I. M. (2002). Sport competition as a dynamical self-organizing system. *Journal of Sports Sciences*, 20, 771-781.

- McLeod, P. y Dienes, Z. (1993). Running to catch the ball. *Nature*, 362, 23.
- Montagne, G.; Fraisse, F.; Ripoll, H. y Laurent, M. (2000). Perception-action coupling in an interceptive task: First-order time-to-contact as an input variable. *Human Movement Science*, 19, 59-72.
- Newell, K. M. y Molenaar, P. C. (1998). *Applications of nonlinear dynamics to developmental process modeling*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Peper, L.; Bootsma, R. J.; Mestre, D. R. y Bakker, F. C. (1994). Catching balls: how to get the hand to the right place at the right time. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(3), 591-612.
- Riera, J. (2005). *Habilidades en el deporte*. Barcelona: Inde publicaciones.
- Schmidt, R. C.; Carello, C. y Turvey, M. T. (1990). Phase transitions and critical fluctuations in the visual coordination of rhythmic movements between people. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(2), 227-247.
- Schmidt, R. C. y Fitzpatrick, P. (1996). Dynamical perspective on motor learning. H. N. Zelaznik *Advances in motor learning and control*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R. C.; Treffner, P. J.; Shaw, B. K. y Turvey, M. T. (1992). Dynamical aspects of learning an interlimb rhythmic movement pattern. *Journal of Motor Behavior*, 24(1), 67-83.
- Scholz, J. P. y Kelso, J. A. S. (1990). Intentional switching between patterns of bimanual coordination depends on the intrinsic dynamics of the patterns. *Journal of Motor Behavior*, 22, 98-124.
- Schöner, G. (1990). A dynamic theory of coordination of discrete movement. *Biological Cybernetics*, 63, 257-270.
- Schöner, G. y Kelso, J. A. S. (1988). Dynamic patterns generation in behavioral and neural systems. *Science*, 239, 1513-1519.
- Temprado, J. J. (2000). Inter-joint coordination subserving the volley-ball serve: a dynamical approach to expertise. *Congres International de la SFPS- Paris INSEP 2000- Symposia*.
- Torrents, C. (2005). *La teoría de los sistemas dinámicos y el entrenamiento deportivo*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- Wimmers, R. H.; Beek, P. J. y van Wieringen, P. C. W. (1992). Phase transitions in rhythmic tracking movements: A case of unilateral coupling. *Human Movement Science*, 11, 217-226.
- Walter, C. B. y Swinnen, S. P. (1992). Adaptive tuning of interlimb attraction to facilitate bimanual decoupling. *Journal of Motor Behavior*, 24(1), 95-104.
- Zanone, P. G. y Kelso, J. A. S. s. (1992). Evolution of behavioural attractors with learning: nonequilibrium phase transitions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(2), 403-421.

Activación de los músculos del tronco durante situaciones que requieren de la estabilización del raquis. Estudio de caso único

FRANCISCO J. VERA-GARCÍA*

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Área de Educación Física y Deportiva.

Universidad Miguel Hernández de Elche

JANICE M. MORESIDE

PhD Candidate, Registered Physiotherapist.

Spine Biomechanics Laboratory, Department of Kinesiology.

University of Waterloo. Waterloo, Ontario (Canadá)

BELÉN FLORES-PARODI

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Universidad Católica San Antonio de Murcia

STUART M. MCGILL

PhD, Director of the Spine Biomechanics Laboratory and Chair of the Department of Kinesiology.

University of Waterloo. Waterloo, Ontario (Canadá)

Correspondencia con autores/as

* fvera@umh.es

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar la intensidad de la contracción y la coordinación de 14 músculos del tronco y del hombro de un sujeto durante la recepción y el lanzamiento de un balón medicinal (acción pliométrica), una acción de empuje en bipedestación (press de pecho horizontal con polea) y el uso del Bodyblade® (barra flexible cuya oscilación somete al cuerpo a vibraciones y desequilibrios continuos). Asimismo, con el objeto de facilitar la discusión en relación con la estabilización activa del raquis, se registró la respuesta de los músculos referidos durante la aplicación controlada sobre el tronco de cargas y descargas desequilibrantes. Nuestros resultados indican que la activación de los músculos del tronco es importante tanto para estabilizar el raquis ante perturbaciones y desequilibrios bruscos, como para la ejecución de acciones donde los miembros superiores manejan objetos. En este sentido, la coactivación de los músculos del tronco fue necesaria para estabilizar el raquis ante las oscilaciones del Bodyblade® y ante las fuerzas de reacción producidas al empujar una carga pesada en postura erecta. Asimismo, la recepción y lanzamiento inmediato del balón medicinal es una actividad relativamente compleja que requiere de la acción coordinada de los músculos del tronco y de las extremidades.

Palabras clave

Músculos del tronco, Ejercicios, Acondicionamiento muscular, Estabilidad del raquis, Electromiografía.

Abstract

Trunk muscular activity during situations requiring stabilization of the spine. A case study

The aim of this study was to analyze the intensity of contraction and the muscular coordination of one subject's 14 trunk and shoulder muscles during the reception and throwing of a medicine ball (plyometric task), the standing cable chest press and the use of the Bodyblade® (flexible foil whose oscillation generates body vibrations and continuous unbalances). Muscular responses to controlled trunk loading and unloading were recorded, enabling a discussion about active spine stabilization. Our results indicate that trunk muscular activation is important to both stabilize the spine under sudden perturbations and to perform activities where the upper limbs handle and use objects. Coactivation of the trunk muscles was necessary to stabilize the spine against both the oscillations of the Bodyblade® and the reaction moment produced when pushing a heavy load in standing. In addition, the catch and throw of the medicine ball is a relatively complex activity that requires coordinated activation of muscles of the trunk and the limbs.

Key words

Trunk muscles, Exercises, Muscular conditioning, Spine stability, Electromyography.

Introducción

La estabilidad del raquis, es decir, la habilidad de sus estructuras para permanecer en un estado de equilibrio estable ante perturbaciones y desequilibrios (Bergmark, 1989), depende de sus elementos osteoarticulares y ligamentosos, de los músculos y tendones y de su adecuado funcionamiento bajo la coordinación del sistema nervioso (Panjabi, 1992). En este sentido, aunque durante el levantamiento de pesos el raquis puede soportar cargas muy superiores a los 10000 N (Cholewicki, McGill y Norman, 1991), estudios *in vitro* han demostrado que las estructuras osteoligamentosas del raquis, por sí solas, no son capaces de soportar fuerzas compresivas superiores a 90 N (Crisco y Panjabi, 1992; Lucas y Bresler, 1961). Este hecho, revela la importancia del sistema neuromuscular en el control de la estabilidad de la columna vertebral.

En la actualidad, uno de los métodos más utilizados para estudiar la función estabilizadora de los músculos del tronco es la aplicación controlada de fuerzas desequilibrantes en bipedestación o en posición sedente. Los desequilibrios se suelen aplicar de dos formas diferentes, mediante cargas o descargas rápidas. Para aplicar una carga rápida (*sudden load*) se ejerce sobre el tronco una fuerza súbita, de magnitud, dirección, sentido y tiempo de aplicación conocidos. Por el contrario, en las descargas rápidas (*sudden unloading* o *quick release*), el sujeto sostiene una carga durante un tiempo indefinido y, de repente, ésta es liberada para producir el desequilibrio. Los datos aportados por los trabajos realizados bajo este paradigma demuestran que la activación coordinada de la musculatura del tronco antes de un desequilibrio incrementa la rigidez y la estabilidad del raquis (Andersen, Essendrop y Schibye, 2004; Brown, Vera-García y McGill, 2006; Cholewicki, Juluru y McGill, 1999; Cholewicki, McGill y 2000; Essendrop, Andersen y Schibye, 2002; Gardner-Morse y Stokes, 1998 y 2001; Thomas, Lavender, Corcos y Andersson, 1998; van Dieën, Kingma y van der Bug, 2003; Vera-García, Brown, Gray y McGill, 2006; Vera-García, Elvira, Brown y McGill, en prensa) y reduce el desplazamiento del tronco (Essendrop y cols., 2002; Krajcarski, Potvin y Chiang, 1999; Stokes, Gardner-Morse, Henry y Badger, 2000) y la respuesta muscular tras la perturbación (Andersen y cols., 2004; Granata, Slota y Bennet, 2004; Krajcarski y cols., 1999; Stokes y cols., 2000; Vera-García y cols., 2006).

El movimiento de los miembros superiores o inferiores también es un modo de aplicar perturbaciones al tronco. Los trabajos de Hodges, Cresswell y Thorstensson (1999) y Hodges y Richardson (1997) han demostrado que los músculos referidos se activan para estabilizar el raquis en previsión del movimiento de las extremidades. Lógicamente, cuando empujamos, lanzamos, golpeamos o manipulamos objetos la acción de los miembros superiores es determinante. No obstante, si éstos no están articulados en una base rígida y estable, la tarea no se puede realizar de forma eficaz. Asimismo, el éxito de muchas de estas acciones depende también de la fuerza creada por los miembros inferiores en su interacción con el suelo y de su correcta transmisión hacia las extremidades superiores a través del tronco (McGill, 2006). En este sentido, se considera que en muchas de las acciones realizadas en las artes marciales se debe partir de un adecuado equilibrio corporal y una correcta activación de la musculatura del tronco.

La mayoría de los estudios electromiográficos de la musculatura del tronco analizan la activación muscular durante la ejecución de ejercicios en decúbito supino, decúbito prono o cuadrupedia (Axler y McGill, 1997; Juker, McGill, Kropf y Steffen, 1998; Kavcic, Grenier y McGill, 2004b; Vera-García, Grenier y McGill, 2000). Sin embargo, los estudios electromiográficos que analizan la activación muscular durante la ejecución de acciones motrices en posición erecta, durante la marcha o durante la carrera (saltos, lanzamientos, golpes, etc.) suelen centrar su atención en la musculatura de las extremidades. Con el propósito de mejorar el conocimiento sobre la participación de los músculos del tronco en este tipo de acciones, se registró la electromiografía (EMG) de varios músculos del abdomen, de la espalda y del hombro de un sujeto durante tres tareas diferentes: la recepción y el lanzamiento de un balón medicinal, una acción de empuje y la utilización del Bodyblade®. El Bodyblade® es un aparato utilizado para la rehabilitación y el acondicionamiento físico, cuyo manejo somete al cuerpo a vibraciones y desequilibrios continuos. El objetivo fue analizar la intensidad de la contracción y la coordinación de los músculos del tronco y el hombro durante la realización de los ejercicios referidos. Asimismo, con el objeto de facilitar la discusión en relación con la estabilización activa del raquis, se registró la respuesta de los músculos referidos durante la aplicación controlada de desequilibrios en el tronco (cargas y descargas rápidas).

Material y métodos

Sujeto experimental

En el estudio participó voluntariamente un varón diestro de 32 años de edad, 1,76 m de altura y 78 kg de masa. El registro de los datos electromiográficos y mecánicos se llevó a cabo en el Laboratorio de Biomecánica del Raquis del Departamento de Kinesiología de la Universidad de Waterloo (Ontario, Canadá). El sujeto firmó un documento de consentimiento informado aprobado por la Oficina para la Ética en la Investigación de la universidad referida. El participante realiza y ha realizado ejercicio físico de forma regular (entre 3 y 4 días a la semana, 1-2 horas al día) durante los últimos 15 años. Entre las actividades que realiza podemos destacar: carrera continua, ejercicios de fortalecimiento muscular y fútbol. Asimismo, es una persona a la que no se le han diagnosticado alteraciones musculoesqueléticas, cardiovasculares o metabólicas, aunque en ocasiones ha padecido de dolor lumbar agudo con incapacidad funcional durante periodos de 1 a 4 días.

Instrumentos y registros

Registro de la electromiografía (EMG) de superficie

La señal EMG fue registrada bilateralmente (D = derecha; I = izquierda) de los siguientes músculos y localizaciones: *rectus abdominis* (RA), 3 cm a los lados del proceso umbilical; *obliquus externus abdominis* (OE), 15 cm lateral al ombligo; *obliquus internus abdominis* (OI), en la distancia media entre la espina iliaca anterosuperior y la línea alba; *latissimus dorsi* (LD), sobre el vientre muscular y a nivel de la apófisis espinosa T9; y *erector spinae* a nivel torácico T9 (ET9) y lumbar L3 (EL3), localizados a 5 y 3 cm, respectivamente, a los lados de cada apófisis espinosa. Asimismo, se colocaron electrodos de superficie sobre el *pectoralis major pars esternocostalis* (PM) y el *deltoides pars clavicularis* (DE), ambos en el lado derecho del cuerpo.

Las zonas de la piel elegidas para la colocación de los electrodos se rasuraron y se limpiaron con alcohol. Se colocó un par de electrodos de superficie (Ag-AgCl) en configuración bipolar, sobre el vientre muscular y en sentido longitudinal de las fibras de los músculos referidos. La distancia entre el centro del par de electrodos fue de 3 cm. La señal EMG fue amplificada ($\pm 2,5$ V) y

convertida de analógica a digital (resolución de 12 bits) a una frecuencia de 1,024 Hz.

Registro cinemático del raquis lumbar

El 3Space ISOTRAK (Polhemus Inc., Colchester, VT, USA) se utilizó para medir el movimiento del raquis lumbar en 3D (flexo-extensión, flexión lateral y rotación) a una frecuencia de muestreo de 32 Hz. Este instrumento dispone de un transmisor electromagnético y dos receptores. El transmisor y uno de los receptores fueron colocados sobre el sacro y la apófisis espinosa T12, respectivamente. De este modo, el 3Space ISOTRAK registró el desplazamiento angular de la caja torácica en relación al sacro durante cada una de las tareas.

Descripción de los ejercicios

Hacer oscilar el Bodyblade® (BB)

El BB es una barra flexible de 1,22 m de longitud y 0,68 kg de masa, con una zona central cilíndrica y unos pesos en los extremos (*figs. 1 y 2*). Al moverlo por su parte central, los pesos oscilan a una frecuencia natural de 4,5 Hz. Para que el aparato oscile correctamente, el movimiento de las manos debe producirse en dirección perpendicular a la longitud del aparato. Asimismo, el movimiento del tronco debe ser mínimo para no interferir negativamente en la ejecución de la tarea.

En este estudio, se analizaron cuatro situaciones diferentes (*figs. 1 y 2*): de pie con el BB en posición vertical (BB-V); de pie con el BB en posición horizontal (BB-H); semi-sentado, en equilibrio inestable sobre los glúteos, con el BB en posición vertical (BBS-V); y semi-sentado con el BB en posición horizontal (BBS-H).

Lanzamiento lateral de balón medicinal (BM)

Se realizaron lanzamientos de máxima intensidad previa recepción del balón medicinal (4 kg) lanzado por un experimentador situado lateralmente a 5 m del sujeto (*fig. 3*). Ésta es una acción pliométrica caracterizada por la existencia de dos fases consecutivas, excéntrica y concéntrica. En la fase excéntrica, el sujeto recibe el balón y amortigua la intensidad del impacto con el movimiento de su cuerpo y en la concéntrica, el sujeto realiza un lanzamiento de máxima intensidad hacia el investigador. Los dos pies estuvieron en contacto con el suelo durante la realización de ambas fases.

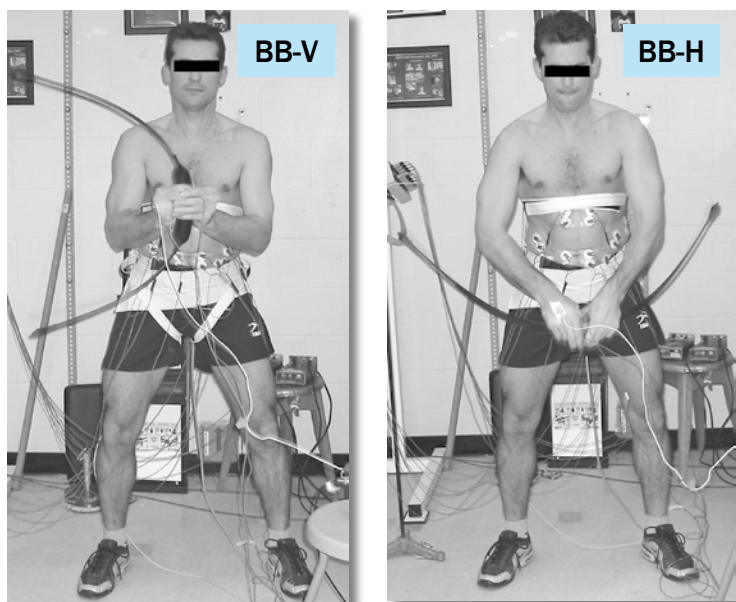


Figura 1

Sujeto en bipedestación haciendo oscilar el Bodyblade®. Cuando el implemento se colocó en disposición vertical (BB-V), la dirección de las oscilaciones fue transversal. Por otro lado, cuando el Bodyblade® se colocó en posición horizontal (BB-H), las oscilaciones se produjeron en dirección vertical.

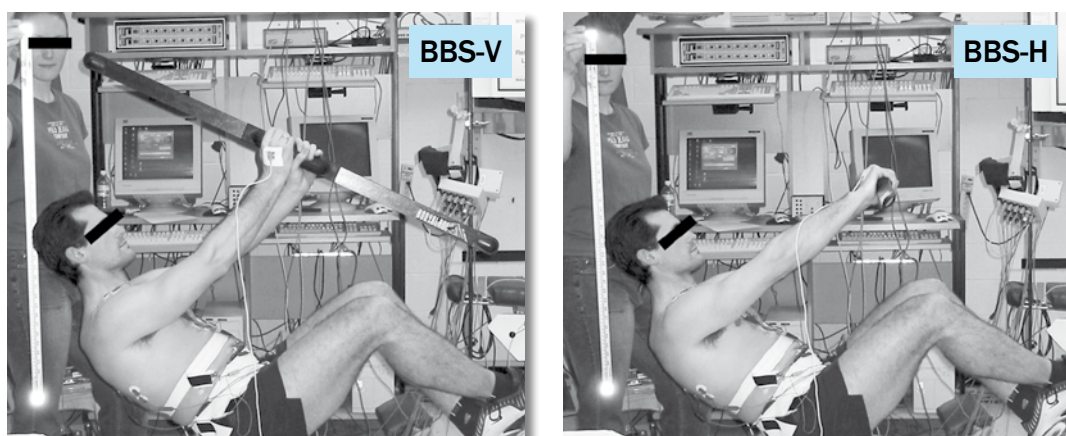


Figura 2

Sujeto sentado en equilibrio inestable haciendo oscilar el Bodyblade®. El Bodyblade® se colocó en posición vertical (BBS-V) y en posición horizontal (BBS-H).

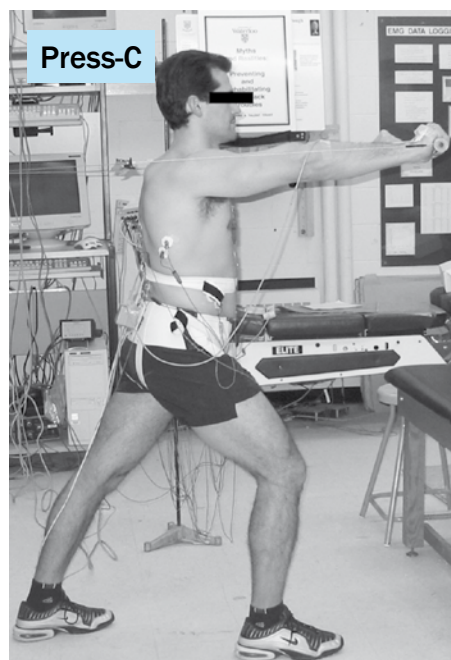


Figura 3

Recepción y lanzamiento lateral de balón medicinal. En las imágenes se muestra la posición del sujeto al final de las fases excéntrica (BM-E) y concéntrica (BM-C).

Figura 4

Press de pecho horizontal con polea. En las imágenes se muestra la posición del sujeto al final de las fases concéntrica (Press-C) y excéntrica (Press-E).



Press de pecho horizontal con polea (Press)

Nuestro participante se colocó de pie, con la pierna derecha adelantada y las rodillas ligeramente flexionadas, sujetando a la altura del pecho una barra rígida, unida a través de un cable de acero a un sistema de poleas y pesas (fig. 4). En la posición referida, el sujeto realizó una acción de empuje mediante la flexión y aducción de los hombros y la extensión de los codos (fase concéntrica). Posteriormente, el sujeto volvió a la posición inicial (fase excéntrica). En todo momento, el ejercicio se realizó de forma controlada y a velocidad moderada. La tensión del cable fue medida mediante una célula de carga (Transducer Techniques Inc., Temecula, CA, USA) situada en serie entre el cable y las pesas. La señal obtenida fue amplificada y convertida de analógica a digital a una frecuencia de 1024 Hz (resolución de 12 bits en un rango de ± 10 V). Las señales de la célula de carga, del electromiográfico y del ISOTRAK fueron sincronizadas mediante un “trigger” común.

Aplicación de los desequilibrios

Cargas súbitas

El sujeto se colocó en una posición semi-sentada sobre un aparato de madera que facilita la colocación del raquis en una posición neutral (Sutarno y McGill,

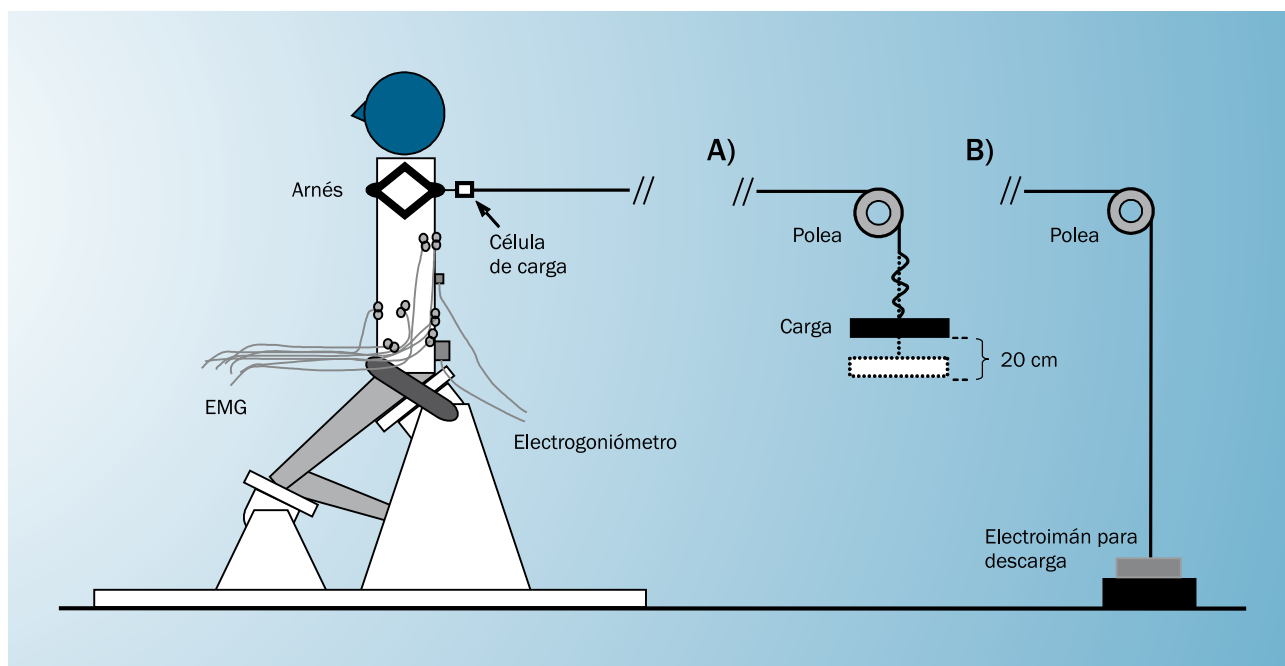
1995) (fig. 5). Este aparato limita el movimiento de la pelvis, al mismo tiempo que permite el movimiento del tronco en todas las direcciones. En esta situación, se aplicaron cargas súbitas al sujeto (dirección sagital y sentido posterior) mediante un cable de acero anclado a un arnés. El cable se colocó en posición horizontal y alineado con la apófisis espinosa T7. Para aplicar los desequilibrios, un investigador dejó caer una pesa de 9,07 kg de masa unida al cable de acero (fig. 5A). Con objeto de medir la magnitud de la carga aplicada y determinar con exactitud el momento de inicio de la perturbación, el transductor de fuerza se colocó en serie entre el cable y el arnés.

Descargas súbitas

Colocado en la posición anterior (fig. 5), el sujeto fue inicialmente cargado de forma estática, en dirección sagital y sentido posterior. Para ello se utilizó una pesa de 6,8 kg unida al cable de acero a través de un electroimán (fig. 5B). A continuación, la carga fue liberada rápidamente mediante la desactivación del electroimán, provocando el desequilibrio anterior del tronco.

Procedimiento

Antes de la realización de los ejercicios, el deportista dispuso de un periodo de práctica y familiarización con

**Figura 5**

Vista lateral de la posición del sujeto y de los sistemas para aplicar desequilibrios al tronco: A) cargas súbitas; B) descargas rápidas.

los mismos. En este periodo, uno de los experimentadores explicó la forma, el ritmo de ejecución y las características de cada uno de ellos. A continuación, el sujeto ejecutó los ejercicios bajo la observación de los experimentadores, que controlaron la correcta ejecución de los mismos.

Durante el registro de los datos, primero se realizaron los ejercicios con el BB (figs. 1 y 2). El sujeto hizo oscilar el BB a la mayor amplitud posible sujetándolo con las dos manos. Cuando el BB se situó en posición vertical, sus láminas oscilaron lateralmente, es decir, en dirección transversal. Por el contrario, cuando el BB se situó en posición horizontal, sus láminas oscilaron verticalmente. El sujeto intentó mantener el tronco en equilibrio estable ante las perturbaciones ocasionadas por las oscilaciones del BB. Cada uno de los ejercicios duró 10 s. Posteriormente, se realizaron 5 lanzamientos de máxima intensidad con el balón medicinal (fig. 3). La acción fue rápida y explosiva, reduciendo al máximo el tiempo de transición entre las fases excéntrica y concéntrica. Tras los lanzamientos de balón medicinal, el deportista realizó varias repeticiones del press de pecho horizontal con polea. La magnitud de la carga movilizada durante el ejercicio fue incrementándose progresivamente hasta

que el sujeto no pudo realizar la acción de empuje correctamente (fig. 4). Para evitar la aparición de la fatiga muscular durante la sesión de registro, se estableció un periodo de 2-5 min de descanso entre cada una de las tareas.

Tras la ejecución de los ejercicios, el sujeto se colocó en el aparato diseñado para la aplicación de los desequilibrios. Se aplicaron 3 cargas y 3 descargas rápidas en situación de *incertidumbre*, es decir, el sujeto no conocía el momento en el que los investigadores iban a aplicar los desequilibrios, ya que esto hubiera motivado el desarrollo de estrategias y ajustes posturales para reducir los efectos de la perturbación (Brown y cols., 2003; Thomas y cols., 1998).

Tratamiento de los datos

La señales EMG fueron rectificadas ("full wave rectified"), filtradas a 2,5 Hz ("low pass filtered, second order single pass Butterworth") y normalizadas respecto a valores EMG máximos obtenidos durante la realización de varias maniobras voluntarias isométricas máximas (MVIC). El protocolo para la realización de las MVIC ha sido descrito en estudios anteriores (Kavcic, Grenier y McGill, 2004a, 2004b; Vera-García y cols., 2006).

	Lado derecho								Lado izquierdo					
	RA	OE	OI	LD	ET9	EL3	DE	PM	RA	OE	OI	LD	ET9	EL3
BB-V	43,0	78,9	54,4	48,2	52,2	56,9	81,7	51,1	40,4	44,2	84,2	51,8	57,1	35,5
BB-H	48,8	19,1	8,5	43,9	57,7	50,1	20,0	61,2	74,0	20,4	14,2	58,4	67,5	33,3
BBS-V	70,6	56,3	62,8	21,7	38,7	30,3	58,8	52,5	54,7	56,1	77,9	30,2	48,5	25,3
BBS-H	103,8	36,7	27,6	23,3	52,3	44,7	48,1	87,0	119,6	33,9	36,4	32,6	55,4	43,0
Press-C	17,0	42,6	57,2	12,0	61,2	39,1	22,0	70,0	*	31,6	51,6	55,9	56,1	29,3
Press-E	16,4	21,9	20,8	7,9	39,7	17,6	6,4	31,3	*	22,6	34,8	25,6	51,5	20,3
BM-E	6,3	31,7	11,1	25,5	50,8	35,6	56,2	85,2	4,0	55,7	27,1	41,2	44,3	44,7
BM-C	17,1	43,6	22,7	14,0	60,1	70,8	90,5	86,3	14,6	60,2	83,4	57,1	65,5	108,2

* Datos eliminados por existir artefactos en la señal EMG.

Tabla 1

Máximo valor de la EMG normalizada (% MVIC) durante la realización de los siguientes ejercicios: utilización del Bodyblade® en posición vertical y horizontal (de pie: BB-V y BB-H; semi-sentado: BBS-V y BBS-H); fases concéntrica y excéntrica del press de pecho horizontal con polea (Press-C y Press-E); fases excéntrica y concéntrica del lanzamiento lateral de balón medicinal (BM-E y BM-C). Las abreviaturas de los músculos han sido explicadas en el texto.

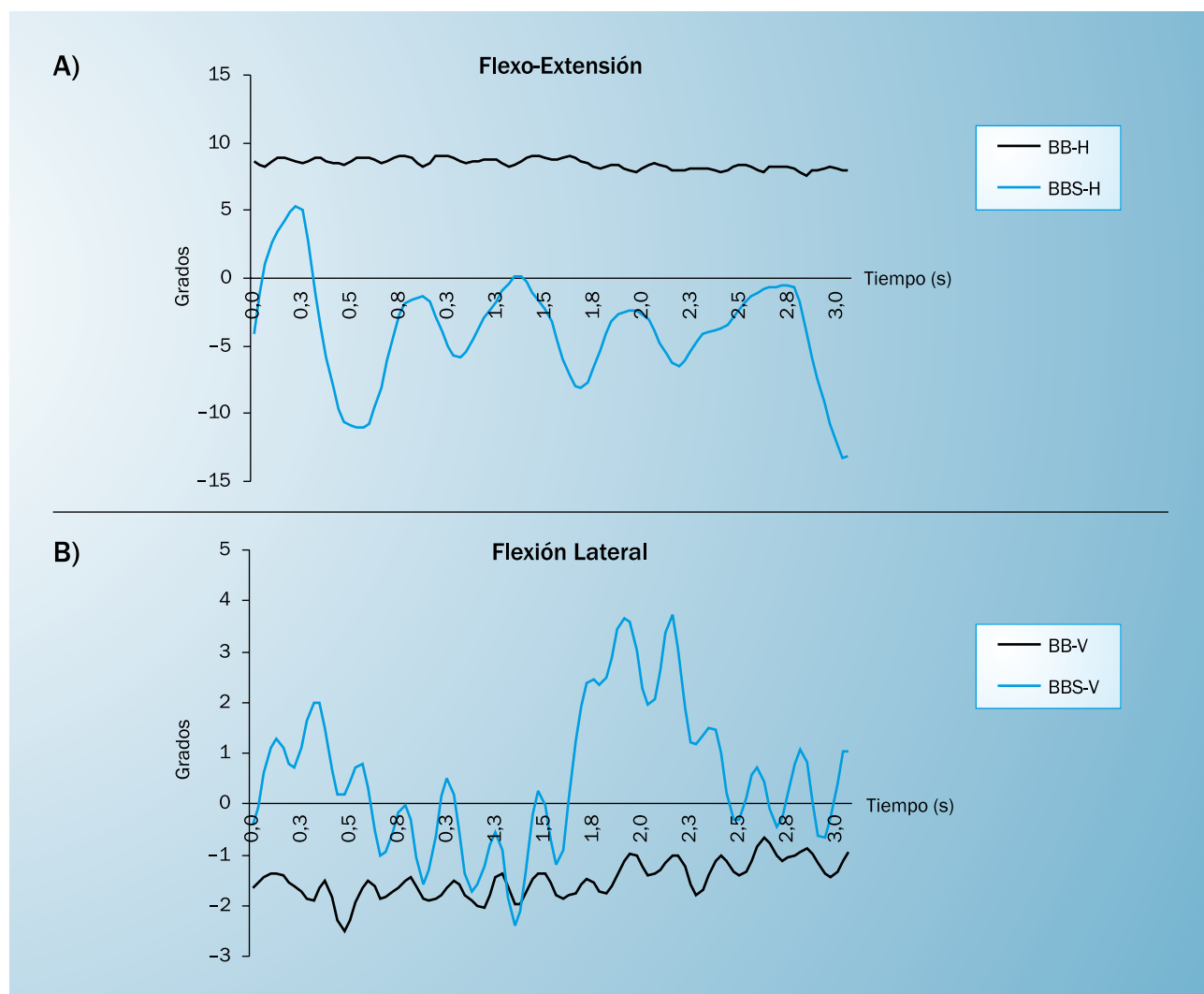
Para el análisis de los ejercicios, se seleccionó el pico o valor EMG máximo de cada músculo y la amplitud del movimiento del raquis lumbar durante: *a)* la fase de máxima amplitud de las oscilaciones del BB en las 4 condiciones analizadas (BB-V, BB-H, BBS-V y BBS-H); *b)* las fases concéntrica y excéntrica de aquella repetición del press de pecho horizontal con polea donde el sujeto fue capaz de movilizar la mayor carga (320 N); *c)* las fases excéntrica (recepción) y concéntrica (lanzamiento) de la repetición del ejercicio de lanzamiento de balón medicinal donde el tiempo de transición entre ambas fases fue menor. Asimismo, se representó gráficamente el movimiento del tronco durante las oscilaciones del BB y las señales EMG normalizadas de las repeticiones seleccionadas en el press de pecho horizontal con polea y en el lanzamiento de balón medicinal.

Para el análisis de los desequilibrios, la señal procedente del transductor de fuerza fue utilizada para establecer el instante de aplicación de la carga o de la descarga rápida. Para ello, se examinó visualmente la señal y se localizó el punto en el que la pendiente de la curva fuerza-tiempo cambió significativamente tras la aplicación de la perturbación. Las señales electromiográficas,

cinemáticas y dinámicas del periodo comprendido entre los 200 ms anteriores y los 250 ms posteriores a la perturbación fueron seleccionadas y examinadas visualmente (Vera-García y cols., 2006). Se determinó el pico de máxima amplitud del movimiento del raquis lumbar en el plano sagital (amplitud del desequilibrio) y la diferencia de amplitud de la EMG normalizada entre la obtenida antes y después de cada una de las perturbaciones (intensidad de la respuesta muscular) (Vera-García y cols., en prensa). Posteriormente, para cada una de las condiciones, los valores obtenidos en las 3 repeticiones fueron promediados.

Resultados

La utilización del BB produjo un elevado nivel de coactivación de la musculatura del tronco (*tabla 1*). En este sentido, en todas las condiciones analizadas, alguno de los músculos del abdomen se activó con mayor intensidad que el pectoralis mayor y/o el deltoideus, especialmente, en la posición de equilibrio sobre los glúteos (BBS). En esta posición, el sujeto tuvo problemas para permanecer en equilibrio estable, como reflejan las am-

**Figura 6**

Comparación de los movimientos de flexo-extensión (A) y de flexión lateral (B) del raquis lumbar durante la utilización del Bodyblade® entre las posiciones "de pie" (BB) y "semi-sentado" (BBS). Asimismo, el Bodyblade® se colocó en posición horizontal (-H) y vertical (-V).

plias oscilaciones observadas en el raquis lumbar (fig. 6). En relación con los músculos del abdomen (tabla 1), el obliquus externus y el obliquus internus abdominis se activaron con mayor intensidad cuando las oscilaciones del BB fueron laterales (BB-V). Por otro lado, el rectus abdominis se activó más intensamente cuando las oscilaciones fueron verticales (BB-H), alcanzando niveles superiores a la MVIC en el ejercicio realizado en posición de semi-sentado (BBS-H).

Durante determinadas fases del press de pecho horizontal con polea (fig. 7), la actividad eléctrica de los músculos obliquus externus abdominis, obliquus internus abdominis y erector spinae fue más intensa que la regis-

trada en los músculos deltoideus y pectoralis mayor. Al inicio de la fase concéntrica, es decir, cuando el sujeto comenzó la acción de empuje, se produjo una importante coactivación de la musculatura del tronco, en especial de la musculatura del abdomen. Durante la ejecución del ejercicio, fue difícil para el sujeto iniciar la fase concéntrica sin perder el equilibrio. Posteriormente, se redujo el nivel de activación muscular, para aumentar de nuevo en la parte final de la fase concéntrica. En este instante, se registraron los mayores niveles de activación en la musculatura del hombro y de la espalda. En la fase excéntrica, se redujo la intensidad de la activación en la mayoría de los músculos del tronco, aunque se obser-

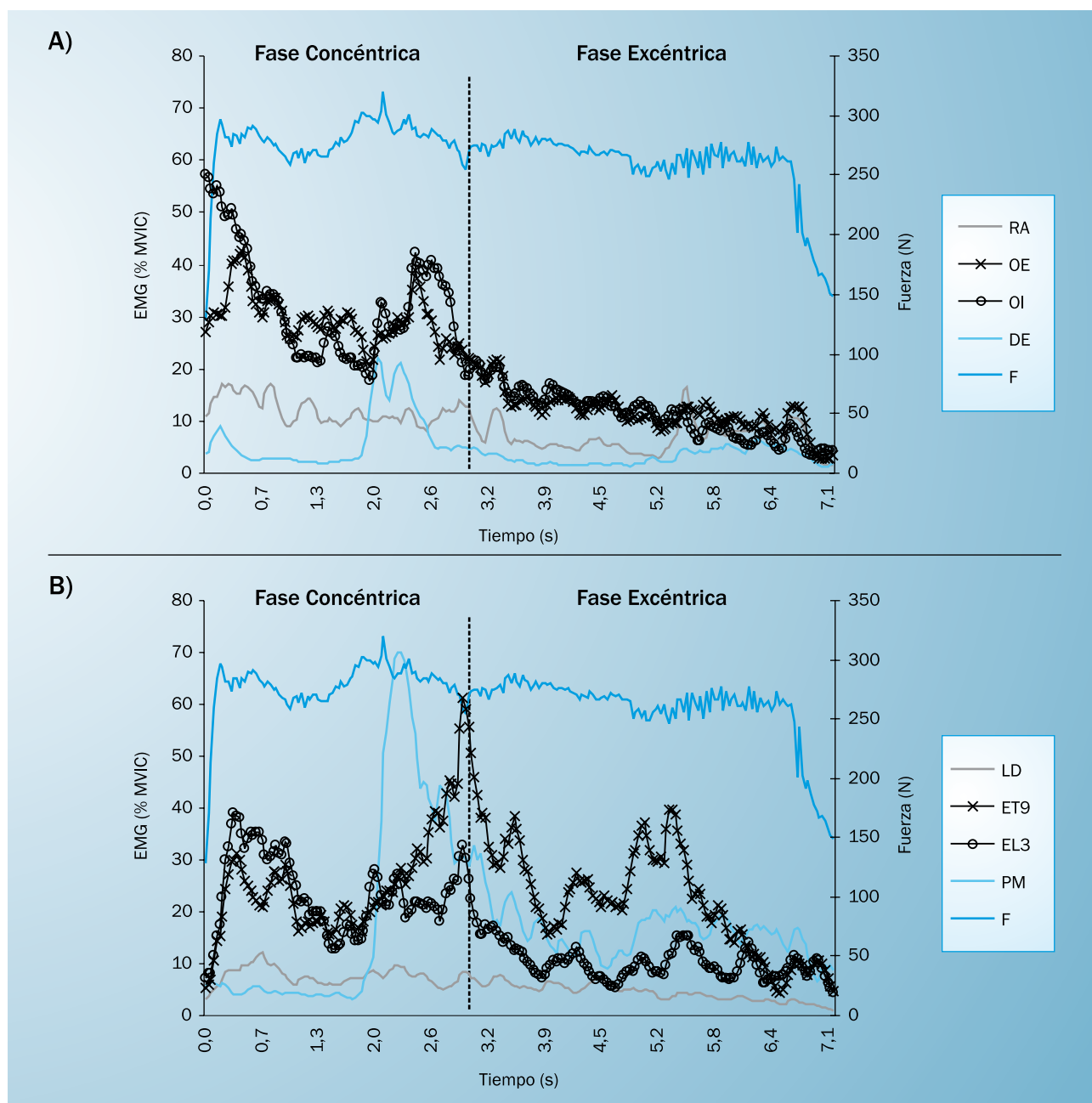


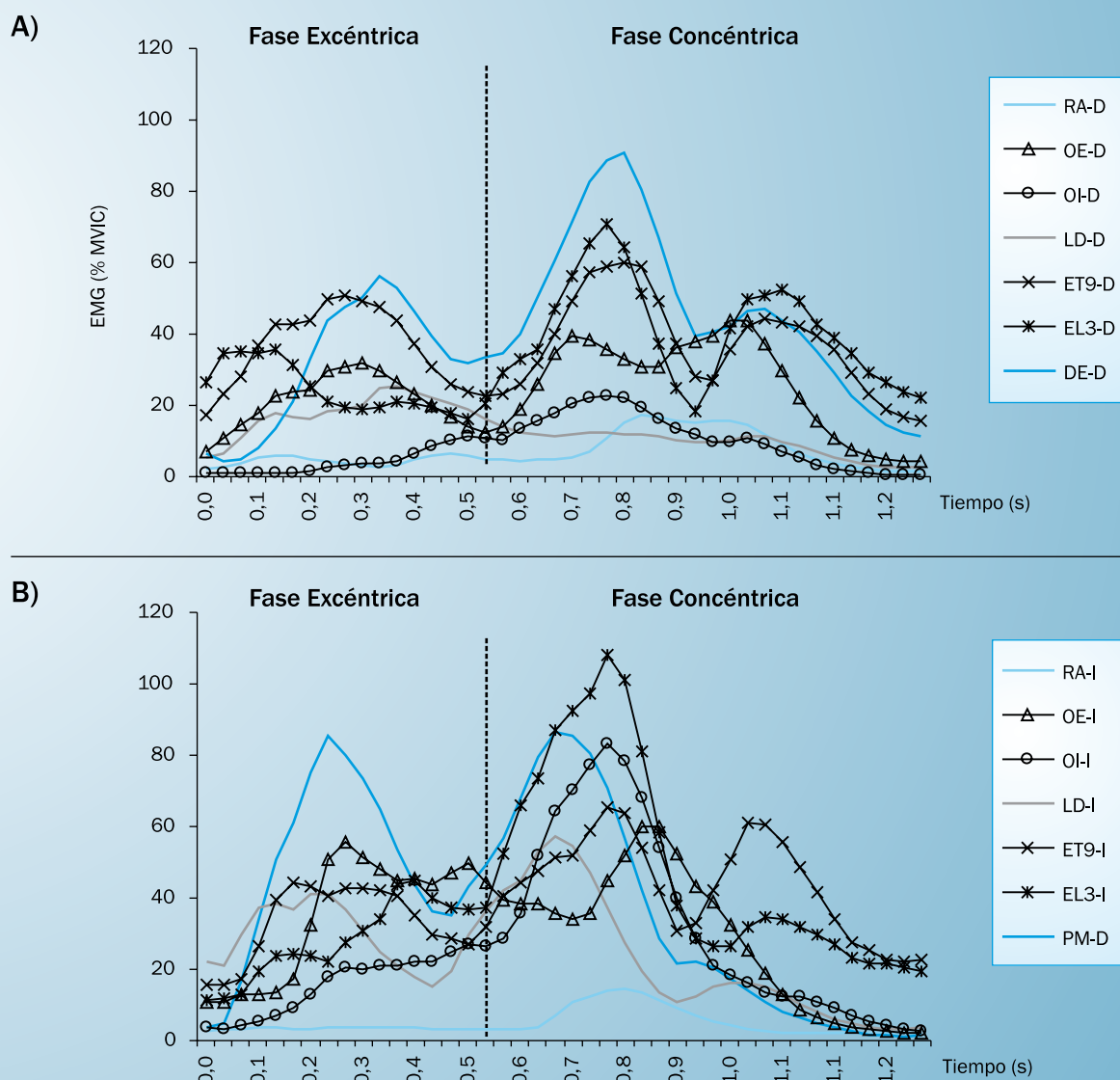
Figura 7

Señal EMG normalizada y fuerza desarrollada (F) durante las fases concéntrica y excéntrica del press de pecho horizontal con polea. Músculos del lado derecho: rectus abdominis (RA), obliquus externus abdominis (OE), obliquus internus abdominis (OI), deltoideus pars clavicularis (DE), latissimus dorsi (LD), erector spinae a niveles T9 y L3 (ET9 y EL3) y pectoralis major pars esternocostalis (PM).

vó un elevado nivel de coactivación muscular cuando el sujeto redujo la velocidad del movimiento, para evitar que las pesas movilizadas chocaran violentamente con el resto de pesas de la máquina.

Como muestra la *figura 8*, en el lanzamiento lateral

de balón medicinal se observaron 3 picos de activación muscular. El primero corresponde a la activación muscular para frenar el balón lanzado por el investigador (fase excéntrica) y el segundo, el de mayor intensidad, al lanzamiento del balón (fase concéntrica). La activi-

**Figura 8**

Señal EMG normalizada durante las fases excéntrica (recepción) y concéntrica (lanzamiento) del lanzamiento lateral de balón medicinal. Músculos del lado derecho (-D) e izquierdo (-I): rectus abdominis (RA), obliquus externus abdominis (OE), obliquus internus abdominis (OI), deltoideus pars clavicularis (DE), latissimus dorsi (LD), erector spinae a niveles T9 y L3 (ET9 y EL3) y pectoralis major pars esternocostalis (PM).

dad EMG posterior a este segundo pico corresponde a los instantes posteriores al lanzamiento, por lo que, posiblemente, el tercer pico muestre la activación muscular necesaria para poder frenar y estabilizar el tronco tras dicha acción. El tiempo de transición entre el pico de activación de la fase excéntrica (trabajo negativo) y el primer pico de la fase concéntrica (trabajo positivo) osciló entre 0,372 y 0,589 s en función del músculo analizado

(tiempo medio: 0,444 s). Con relación al movimiento angular del raquis, durante la fase excéntrica se produjo una flexión sagital, una rotación hacia la derecha y una flexión lateral hacia el mismo lado. En la fase de lanzamiento, se registró el movimiento contrario, es decir, extensión sagital y rotación y flexión lateral hacia la izquierda. Es por ello que, durante el ejercicio, se activaron principalmente los músculos erectores del raquis y

	RA	OE	OI	LD	ET9	EL3
Cargas	30,4	18,9	11,0	2,2	5,8	9,0
Descargas	8,5	1,3	3,0	5,7	18,6	11,7

◀

Tabla 2

Respuesta de la musculatura del tronco (% MVIC) tras la aplicación rápida de cargas (intensidad media: +212,8 N) y descargas (intensidad media: -70,7 N) mediante un arnés torácico y un sistema de pesas y poleas. Las abreviaturas de los músculos han sido explicadas en el texto.

los músculos oblicuos, con una participación mínima del rectus abdominis (*tabla 1* y *fig. 8*). Al igual que en ejercicios anteriores, en algunos de los músculos del tronco se registraron niveles de activación eléctrica similares o superiores a los obtenidos por los músculos del hombro (deltoideus y pectoralis mayor).

Las perturbaciones aplicadas sobre el tronco produjeron resultados diferentes en función del sentido del desequilibrio. Cuando las cargas fueron aplicadas súbitamente (en dirección posterior), se observó una extensión del raquis lumbar (11,4°) y la activación refleja de los músculos del abdomen (*tabla 2*), principalmente del rectus abdominis (30,4 % MVIC). Debemos resaltar que, aun siendo un músculo extensor, el erector spinae se activó (EL3: 9,0 % MVIC) durante los desequilibrios posteriores. Por otro lado, cuando se produjo la descarga del tronco mediante la desactivación del electroimán, se observó una ligera flexión del raquis lumbar (4,1°) y la activación de los músculos erectores de la espalda (*tabla 2*). Al igual que en el caso anterior, a pesar de que el rectus abdominis es un músculo flexor, se activó ligeramente (8,5 % MVIC) durante el movimiento de flexión producido por la liberación de la carga.

Discusión

En las últimas décadas, ha existido un gran interés por conocer la participación de la musculatura del tronco durante la ejecución de ejercicios diseñados para aislar la activación de determinados grupos musculares del tronco como, por ejemplo, los músculos abdominales o los músculos lumbares. Sin embargo, en la mayor parte de las acciones realizadas en la vida cotidiana (empujar, traccionar, manipular objetos, etc.) se activa la musculatura del tronco y la de las extremidades conjuntamente. En este estudio, se ha registrado la actividad electromiográfica de 6 músculos del tronco (bilateralmente) y 2 músculos del hombro derecho durante la ejecución de ejercicios de acondicionamiento físico, caracterizados por el manejo de implementos (empujar, coger, lanzar y hacer oscilar). De los resultados obtenidos, destaca la

elevada activación de los músculos del abdomen y de la espalda (*tabla 1*), superando en ocasiones el nivel de activación alcanzado por los músculos deltoideus y pectoralis mayor. Este hecho revela la importancia del rol que desempeñan los músculos referidos durante acciones realizadas por las extremidades.

Según nuestros datos, para la correcta utilización del BB es necesaria una notable coactivación de los músculos del tronco (*tabla 1*). Estudios previos han demostrado que la coactivación muscular incrementa la rigidez del tronco y la estabilidad de las estructuras raquídeas (Brown y cols., 2006; Cholewicki y McGill, 1996; Cholewicki y cols., 1999; Gardner-Morse y Stokes, 1998 y 2001; van Dieën y cols., 2003; Vera-García y cols., 2006 y en prensa). Posiblemente, la coactivación registrada durante la ejecución de estos ejercicios contrarrestó las perturbaciones constantes ejercidas por las oscilaciones de los extremos del BB, garantizando la estabilidad del sujeto. Del mismo modo, durante la fase inicial del press de pecho horizontal con polea (*fig. 7*), fue necesario un elevado nivel de activación en los músculos del tronco para transmitir las fuerzas generadas por los miembros inferiores y garantizar la estabilidad del individuo. Como muestran nuestros resultados, la capacidad para empujar objetos desde una posición erguida no sólo depende de la fuerza producida por los miembros superiores, sino que en nuestra opinión, también depende de la habilidad del sujeto para mantener el equilibrio corporal, para generar fuerza con los miembros inferiores y para transmitirla eficazmente hacia los miembros superiores.

Los lanzamientos son acciones que precisan de la acción coordinada de impulsos generados por los músculos de los miembros inferiores, del tronco y de los miembros superiores (Kreighbaum y Barthels, 1996). Como indica la elevada activación muscular observada durante diferentes fases del lanzamiento de balón medicinal (*fig. 8*), la participación de los músculos del tronco es decisiva para el éxito de la tarea. Durante la ejecución del lanzamiento lateral, el sujeto recibió el balón enviado por un investigador y lo lanzó lo más rápidamente

posible con la intención de alcanzar la máxima distancia. Es, por tanto, una acción pliométrica donde juega un papel muy importante el ciclo estiramiento-acortamiento (Komi, 1992). La coactivación de los músculos del tronco en la fase de frenado (trabajo negativo) incrementó la rigidez muscular y, de este modo, la energía elástica, que fue utilizada durante la fase de aceleración (trabajo positivo). Según Henchoz, Malatesta, Gremion y Belli (2006), cuanto menor es el tiempo de transición entre la fase de frenado y de aceleración, mayor es la eficacia mecánica de las acciones pliométricas. En nuestro estudio, considerando los datos aportados por Henchoz y cols. (2006), creemos que la eficacia mecánica no fue muy alta, ya que los tiempos de transición entre los picos de máxima activación de ambas fases fueron elevados (oscilaron entre 0,372 y 0,589 s). Nuestro sujeto experimental no tenía experiencia en este tipo de lanzamientos, por lo que tuvo muchas dificultades para frenar el balón medicinal de 4 kg, enviado por el investigador a gran velocidad. Según los datos de un estudio reciente (Freeman, Karpowicz, Gray y McGill, 2006), durante la ejecución de acciones pliométricas, personas muy entrenadas pueden generar un pico de activación muscular con una gran sincronización de la actividad de los músculos del tronco.

Los desequilibrios aplicados al raquis (cargas y descargas súbitas) desencadenaron respuestas musculares rápidas y de intensidad baja o moderada (tabla 2). Estudios previos han demostrado que la activación rápida de los músculos del tronco incrementa la rigidez y la estabilidad de las estructuras raquídeas ante desequilibrios de diferente magnitud, dirección y sentido (Andersen y cols., 2004; Brown y cols., 2006; Cholewicki y cols., 1999 y 2000; Essendrop y cols., 2002; Gardner-Morse y Stokes, 1998 y 2001; Thomas y cols., 1998; van Dieën y cols., 2003; Vera-García y cols., 2006 y en prensa). Como muestran nuestros datos, los desequilibrios que producen una flexión del tronco activan principalmente los músculos extensores, mientras que los que producen una extensión del tronco activan, sobre todo, los músculos flexores (Cholewicki y cols., 2000; Radebold, Cholewicki, Panjabi y Patel, 2000; Vera-García y cols., 2006 y en prensa). No obstante, todos los músculos respondieron en ambos desequilibrios. Aunque algunos autores han sugerido que el rectus abdominis no es un músculo importante para la estabilización activa del raquis, éste fue el músculo abdominal que produjo los mayores niveles de activación (desequilibrio posterior: 30,4 % MVIC; desequilibrio anterior: 8,5 % MVIC). En línea

con nuestros resultados, estudios mecánicos han demostrado que todos los músculos del tronco son importantes para garantizar la estabilidad de la columna vertebral (Cholewicki y vanVliet, 2002; Kavcic y cols., 2004a). La mayor importancia relativa de uno u otro músculo depende de la tarea analizada. Así, cuando el BB se utilizó en posición vertical (BB-V y BBS-V), las oscilaciones de sus láminas aplicaron perturbaciones de dirección transversal y estimularon principalmente la activación de la musculatura oblicua. Por otro lado, cuando se utilizó en posición horizontal (BB-H y BBS-H), las oscilaciones fueron verticales y estimularon preferentemente la activación del rectus abdominis y del erector spinae.

La amplitud electromiográfica de la musculatura del tronco durante los desequilibrios fue baja o moderada e inferior a la observada en el resto de tareas analizadas. Los resultados de éste y otros trabajos, indican que no es necesario generar picos de activación elevados para garantizar la estabilidad del raquis durante la mayoría de las acciones de la vida cotidiana (Cholewicki y McGill, 1996; Vera-García y cols., 2006 y en prensa). Por el contrario, es importante activar la musculatura en el momento oportuno, de forma coordinada (Brown y cols., 2006; McGill, Grenier, Kavcic y Cholewicki, 2003) y en ausencia de fatiga muscular (Sparto, Parnianpour, Reinsel y Simon, 1997; Wilder, Assen, Magnusson, Pope, Spratt y Goel, 1996). En este sentido, actualmente se recomienda que los programas de ejercicios para el desarrollo de la estabilización activa del tronco se dirijan a la creación de patrones de coactivación adecuados y al desarrollo de la resistencia muscular.

En conclusión, nuestros resultados indican que la activación de los músculos del tronco es necesaria tanto para estabilizar el raquis ante perturbaciones y desequilibrios bruscos, como para la ejecución de acciones donde los miembros superiores manejan objetos, por ejemplo, empujar una carga, recibir y lanzar un balón de 4 kg y hacer oscilar el BB. A pesar de que el trabajo nos aporta información valiosa para entender la función de los músculos del tronco y su participación en la estabilización activa del raquis, éste es un estudio de caso único, por lo que los resultados deben ser corroborados en trabajos futuros.

Agradecimientos

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la Generalitat Valenciana y a la Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada.

Referencias

- Andersen, T. B.; Essendrop, M. y Schibye, B. (2004). Movement of the upper body and muscle activity patterns following a rapidly applied load: the influence of pre-load alterations. *European journal of applied physiology*, 91, 488-92.
- Axler, C. T. y McGill, S. M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Medicine and science in sports and exercise*, 29, 804-11.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta orthopaedica Scandinavica Supplementum*, 230, 1-54.
- Brown, S. H. M.; Vera-García, F. J. y McGill, S. M. (2006). Effects of abdominal muscle coactivation on the externally pre-loaded trunk: variations in motor control and its effect on spine stability. *Spine*, 31 (13), E387-93.
- Cholewicki, J.; Juluru, K. y McGill, S. M. (1999). Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of biomechanics*, 32, 13-17.
- Cholewicki, J. y McGill, S. M. (1996). Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clinical biomechanics*, 11, 1-15.
- Cholewicki, J.; McGill, S. M. y Norman, R. W. (1991). Lumbar spine loads during the lifting of extremely heavy weights. *Medicine and science in sports and exercise*, 23 (10), 1179-86.
- Cholewicki, J.; Simons, A. P. y Radebold, A. (2000). Effects of external trunk loads on lumbar spine stability. *Journal of biomechanics*, 33, 1377-85.
- Cholewicki, J. y VanVliet, J. J. (2002). Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. *Clinical biomechanics*, 17 (2), 99-105.
- Crisco, J. J. y Panjabi, M. M. (1992). Euler stability of the human ligamentous lumbar spine: Part I Theory. *Clinical biomechanics*, 7, 19-26.
- Essendrop, M.; Andersen, T. B. y Schibye, B. (2002). Increase in spinal stability obtained at levels of intra-abdominal pressure and back muscle activity realistic to work situations. *Applied ergonomics*, 33, 471-76.
- Freeman, S.; Karpowicz, A.; Gray, J. y McGill, S. M. (2006). Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up. *Medicine and science in sports and exercise*, 38 (3), 570-77.
- Gardner-Morse, M. G. y Stokes, I. A. (1998). The effects of abdominal muscle coactivation on lumbar spine stability. *Spine*, 23, 86-91.
- Gardner-Morse, M. G. y Stokes, I. A. (2001). Trunk stiffness increases with steady-state effort. *Journal of biomechanics*, 34, 457-63.
- Granata, K. P. y Marras, W. S. (2000). Cost-Benefit of muscle co-contraction in protecting against spinal instability. *Spine*, 25 (11), 1398-1404.
- Granata, K. P.; Slota, G. P. y Bennett, B. C. (2004). Paraspinal muscle reflex dynamics. *Journal of biomechanics*, 37, 241-47.
- Henchoz, Y.; Malatesta, D.; Gremion, G. y Belli, A. (2006). Effects of the transition time between muscle-tendon stretch and shortening on mechanical efficiency. *European journal of applied physiology*, 96 (6), 665-71.
- Hodges, P. W.; Cresswell, A. G. y Thorstensson, A. (1999). Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. *Experimental Brain Research*, 124, 69-79.
- Hodges, P. W. y Richardson, C. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical Therapy*, 77, 132-44.
- Juker, D.; McGill, S. M.; Kropf, P. y Steffen, T. (1998). Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. *Medicine and science in sports and exercise*, 30, 301-10.
- Kavicic, N.; Grenier, S. y McGill, S. M. (2004a). Determining the stabilizing role of individual torso muscles during rehabilitation exercises. *Spine*, 29, 1254-65.
- (2004b). Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. *Spine*, 29, 2319-29.
- Komi, P. V. (1992). Stretch-shortening cycle. En P.V. Komi (ed.), *Strength and power in sport* (pp. 169-79). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Krajcarski, S. R.; Potvin, J. R. y Chiang, J. (1999). The in vivo dynamic response of the spine to perturbations causing rapid flexion: effects of pre-load and step input magnitude. *Clinical biomechanics*, 14, 54-62.
- Kreighbaum, E. y Barthels, K. M. (1996). *Biomechanics. A qualitative approach for studying human movement*. Boston, USA: Allyn & Bacon.
- Lucas, D. B. y Bresler, B. (1961). *Stability of the ligamentous spine. Technical Report n.º 40*. San Francisco, USA: Biomechanics Laboratory, University of California.
- McGill, S. M. (2006). *Ultimate back fitness and performance*. 2.ª ed. Waterloo, Canada: Wabuno Publishers.
- McGill, S. M., Grenier, S.; Kavcic, N. y Cholewicki, J. (2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of electromyography and kinesiology*, 13, 353-59.
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*, 5, 383-89.
- Radebold, A.; Cholewicki, J.; Panjabi, M. M. y Patel, T. C. (2000). Muscle response pattern to sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. *Spine*, 25, 947-54.
- Sparto, P. J.; Parnianpour, M.; Reinsel, T. E. y Simon, S. (1997). The effect of fatigue on multijoint kinematics, coordination, and postural stability during a repetitive lifting test. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 25 (1), 3-12.
- Stokes, I. A. F. y Gardner-Morse, M. (2003). Spinal stiffness increases with axial load: another stabilizing consequence of muscle action. *Journal of electromyography and kinesiology*, 13, 397-402.
- Stokes, I. A.; Gardner-Morse, M.; Henry, S. M. y Badger, G. J. (2000). Decrease in trunk muscular response to perturbation with preactivation of lumbar spinal musculature. *Spine*, 25, 1957-64.
- Sutarno, C. G. y McGill, S. M. (1995). Isovelocity investigation of the lengthening behaviour of the erector spinae muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 70, 146-53.
- Thomas, J. S.; Lavender, S. A.; Corcos, D. M. y Andersson, G. B. (1998). Trunk kinematics and trunk muscle activity during a rapidly applied load. *Journal of electromyography and kinesiology*, 8, 215-25.
- Van Dieën, J. H.; Kingma, I. y Van der Bug, P. (2003). Evidence for a role of antagonistic cocontraction in controlling trunk stiffness during lifting. *Journal of biomechanics*, 36 (12), 1829-36.
- Vera-García, F. J.; Brown, S. H. M.; Gray, J. R. y McGill, S. M. (2006). Effects of different levels of torso coactivation on trunk muscular and kinematic responses to posteriorly applied sudden loads. *Clinical biomechanics*, 21 (5), 443-55.
- Vera-García, F. J.; Elvira, J. L. L.; Brown, S. H. M. y McGill, S. M. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [aceptado en julio 2006].
- Vera-García, F. J.; Grenier, S. G. y McGill, S. M. (2000). Abdominal response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*, 80, 564-69.
- Wilder, D. G.; Assen, R. A.; Magnusson, M. L.; Pope, M. H.; Spratt, K. F. y Goel, V. K. (1996). Muscular response to sudden load. A Tool to evaluate fatigue and rehabilitation. *Spine*, 21 (22), 2628-39.

Análisis de las contribuciones a los congresos del área de Didáctica de la Expresión Corporal (1990-2000)

VÍCTOR PÉREZ SAMANIEGO*

Departamento de Didáctica. Área de Didáctica de la Expresión Corporal.
Universidad de Alcalá de Henares (Madrid)

Correspondencia con autor

* victorperez@uah.es

Resumen

El incremento en la importancia de las áreas de conocimiento para la regulación administrativo-académica del conocimiento contrasta con la falta de definición de su producción científica, especialmente en aquellas áreas con menor tradición investigadora. En este trabajo se plantea un acercamiento a la evolución reciente de la investigación del área de Didáctica de la Expresión Corporal a través del análisis de 650 comunicaciones presentadas al Congreso del Área de Didáctica de la Expresión Corporal en el periodo 1990-2000. El análisis categorial de contenido se centró en identificar los trabajos de investigación y clasificarlos en función de sus estrategias de investigación, así como los procedimientos de obtención y análisis de datos. En este periodo, el incremento progresivo en el número de aportaciones contrasta con el estancamiento de los trabajos que pueden considerarse investigaciones. Predominan los trabajos sobre la formación de profesorado y la intervención didáctica realizados a partir de un modelo de investigación técnico-eficiencista, si bien en las últimas ediciones emergen trabajos basados en modelos mediacionales y socioculturales. Estos resultados reflejan que la producción investigadora del área de Didáctica de la Expresión Corporal está en un periodo crítico o de transición, caracterizado por un aumento cuantitativo en la producción, así como la convivencia de temáticas y enfoques de investigación muy diversos.

Palabras clave

Área de conocimiento, Didáctica de la Expresión Corporal, Investigación.

Abstract

Analysis of contributions to congresses of the knowledge area of 'Didactics of Body Expression' (1990-2000)

Areas of Knowledge play an important role in the administrative regulation of knowledge. Nevertheless, they are not always clearly defined in terms of scientific outcomes. The aim of this work is to analyse characteristics of research within the Area of Didactics of Body Expression. For that purpose, the content of 650 papers presented to the Congress of Teaching Training Schools and Faculties of Education within the period 1990-2000 is analysed. Categorical content analysis takes into account research strategies as well as procedures of collecting and analysing data. The increasing of the production contrasts with the stagnation of research works. Based in techno-efficient model, research works are referred mainly to Teacher Training and Curriculum Interaction. Nevertheless, emergence of mediational and socio-cultural models is observed in last editions. These results show that the Area of Didactics of Body Expression is in a transitional or critical period, characterized by an increasing number of works and coexisting subjects, models and strategies of research.

Key words

Knowledge area, Didactics of Body Expression, Research.

Introducción

Las Áreas de Conocimiento fueron creadas en los años ochenta con el fin de mediar en diversas cuestiones académico-administrativas como la ordenación de las materias a impartir, la configuración de los estudios en escuelas universitarias y facultades o la asignación de fondos para ayudas a la investigación, entre otros.¹ Su importancia ha ido en aumento hasta la actualidad en que son las áreas de conocimiento las que, a través de las habilitaciones, determinan qué personas están capacitadas para formar parte de los cuerpos docentes.²

nación de fondos para ayudas a la investigación, entre otros.¹ Su importancia ha ido en aumento hasta la actualidad en que son las áreas de conocimiento las que, a través de las habilitaciones, determinan qué personas están capacitadas para formar parte de los cuerpos docentes.²

¹ El Real Decreto 1888/1984, de 26 de septiembre, por el que se regulan los concursos para la provisión de plazas de los Cuerpos Docentes Universitarios, estableció, en su anexo, el catálogo de áreas de conocimiento.

² El catálogo de áreas de conocimiento del Real Decreto 1888/1984 fue derogado por el Real Decreto 774/2002, de 26 de julio, por el que se regula el sistema de habilitación nacional para el acceso a los Cuerpos de Funcionarios Docentes Universitarios. Su disposición transitoria primera establece que, en tanto no se apruebe el catálogo de áreas de conocimiento conforme a las previsiones del apartado 2 del artículo 71 de la Ley Orgánica de Universidades, continuará en vigor el actualmente vigente que figura en su anexo II.

Las áreas actuales se crearon en función de campos de conocimiento supuestamente diferenciados y consolidados. No obstante, esta situación es desigual. Áreas con una larga tradición científica, aportaciones significativas en distintos campos de investigación y un número muy amplio de docentes e investigadores coexisten con otras emergentes que nacieron prácticamente con el Real Decreto que promulgaba el Catálogo de Áreas de Conocimiento. En estas áreas, como es el caso de la Didáctica de la Expresión Corporal, resulta especialmente importante –y complejo– establecer pautas que permitan dilucidar las características del conocimiento que se genera y se transmite.³

Además de un ente administrativo, un área de conocimiento es también una comunidad de docentes e investigadores que intercambian experiencias, intereses y que, en el transcurso del tiempo, consolidan visiones compartidas del conocimiento. En el flujo de estas visiones compartidas se van asentando determinadas concepciones de la tarea investigadora y temáticas de estudio. Las concepciones de la investigación en un área de conocimiento no se generan y consolidan aisladamente o por sí solas, sino que se enmarcan en tradiciones, intereses y contextos de intervención concretos que quedan reflejadas en las publicaciones de sus miembros.

Analizar la producción investigadora en el Área resulta complejo por varios motivos. En primer lugar, existe el problema de definir con claridad qué es un trabajo de investigación. Aunque no existe un consenso a este respecto (ver Ríos Hilario, 2000), con el fin de centrar el tema, se ha optado por seguir la definición del Library and Information Service (1998), según la cual se consideran investigaciones aquellos trabajos escritos y publicados en fuentes científicas (revistas científicas, libros, actas de congresos) que, *a)* bien llevaron a cabo una recolección de datos tanto cuantitativos como cualitativos; *b)* bien presentaban o redefinían un nuevo modelo; o *c)* aportaban un avance en la definición de conceptos.

El segundo problema reside en identificar y organizar la producción científica de los miembros del Área con el fin de realizar el muestreo de sus publicaciones. Podían plantearse dos acercamientos para determinar dicho muestreo. *a)* Identificarse la producción científica de los miembros del área en las diversas fuentes en las que pueden publicar sus trabajos.

Esta alternativa permitiría sistematizar el estado de la cuestión en un momento dado, pero al mismo tiempo limitaría la posibilidad de analizar su evolución histórica. *b)* El segundo acercamiento implicaría centrar el análisis en fuentes que se consideren representativas de la producción investigadora, lo que permite identificar el carácter y la evolución de los trabajos de investigación en un periodo determinado. En este sentido, el área de Didáctica de la Expresión Corporal dispone de una fuente singularmente interesante en la que centrar este análisis, como son las Actas de los Congresos de Escuelas de Magisterio y Facultades de Educación. Con distintas denominaciones (ver *tabla 1*), este congreso se ha venido organizando desde hace veinte años por miembros del Área en distintas universidades, con lo que se trata del foro más veterano para el encuentro de docentes e investigadores en el ámbito de la educación física y, en concreto, para el encuentro de los miembros del Área de Didáctica de la Expresión Corporal.

En este trabajo se ha adoptado esta segunda perspectiva. El análisis de las aportaciones a los congresos permite comprender la evolución de las concepciones de la investigación que comparten sus miembros. Es necesario aclarar que, si bien no en su totalidad, una gran parte de los comunicantes a dichos congresos son miembros del área de Didáctica de la Expresión Corporal o personas que realizan trabajos de investigación en colaboración con ellos. De ahí que el análisis de las comunicaciones sea de singular interés para ofrecer una perspectiva de la investigación en el Área.

Por tanto, el objetivo de este trabajo es describir la evolución reciente de la investigación en el área de Didáctica de la Expresión Corporal a partir del análisis de los trabajos de investigación publicados en las ediciones de su Congreso Nacional.

Método

La muestra de este estudio la componen las comunicaciones publicadas en las actas de los Congresos de Escuelas de Magisterio y Facultades de Educación entre 1990-2000, lo que se considera un periodo suficientemente significativo para comprobar su evolución. Se analizaron un total de 650 aportaciones presentadas en las 11 ediciones (ver *tabla 1*).

³ A partir, la utilización de la mayúscula en el Área hace referencia al área de Didáctica de la Expresión Corporal.

Año	Nombre del Congreso	Lugar de celebración	Número de aportaciones
1990	VII Congreso de Escuelas de Magisterio	Santiago de Compostela	14
1991	VIII Congreso de Escuelas Universitarias de Profesorado de E.G.B.	Cuenca	28
1992	IX Congreso de Escuelas de Magisterio	Tarragona	48
1993	X Congreso de Escuelas de Magisterio	Segovia	23
1994	I Congreso de Facultades de Educación y XII Congreso de Escuelas de Magisterio	Sevilla	66
1995	II Congreso de Facultades de Educación y XIII Congreso de Escuelas de Magisterio	Jaca	71
1996	III Congreso de Facultades de Educación y XIV Congreso de Escuelas de Magisterio	Guadalajara	100
1997	VI Congreso de Facultades de Educación y XV Congreso de Escuelas de Magisterio	Melilla	64
1998	XVI Congreso de Escuelas de Magisterio	Badajoz	44
1999	XVII Congreso Nacional de Educación Física	Huelva	116
2000	XVIII Congreso Nacional de Educación Física	Ciudad Real	76

Tabla 1

Congresos del Área de Didáctica de la Expresión Corporal (1990-2000).

Dado el volumen de aportaciones, en primer lugar se optó por identificar las aportaciones consideradas investigaciones de acuerdo con los criterios propuestos por el Library and Information Service (1998). Posteriormente se procedió al análisis categorial del contenido de los trabajos de investigación, etiquetándolos de acuerdo con la categorización propuesta por Ríos Hilario (2000) para la evaluación de la producción científica en el ámbito de las revistas especializadas en investigación. Dicha categorización se define como sigue:

Estrategia de investigación

- *Fuentes documentales y estadísticas* (Revisión bibliográfica sobre un tema concreto).
- *Estudio de casos* (Trabajo sobre una unidad de análisis o un reducido número de ellas).
- *Experimental* (Actuar de forma activa e intencionada sobre una variable dependiente para conocer sus efectos sobre una o más variables dependientes).
- *Cuasiexperimental*: (Carece por lo menos de una de las tres propiedades que caracteriza a un experimento: manipulación, control y distribución aleatoria de los sujetos).

Obtención de datos

- *Documentación* (Revisión bibliográfica de investigaciones teóricas y empíricas sobre un tema concreto).
- *Encuesta* (Aplicación de un procedimiento estandarizado para recabar información oral o escrita de una muestra amplia de sujetos).
- *Entrevista* (un entrevistador realiza preguntas y anota respuestas de los sujetos que componen la muestra).
- *Cuestionario* (Información obtenida mediante la cumplimentación de una plantilla estructurada de preguntas con posibles respuestas).
- *Observación* (Datos obtenidos por el investigador a través del análisis del comportamiento del objeto o sujeto a investigar).

Análisis de datos

- *Estadístico* (univariado, bivariado, multivariado, factorial).
- *Estructural* (análisis de discurso, etnografía)
- *Interpretacional* (Construcción de teorías, descriptivo-interpretativo).
- *Contenido* (Cuantitativo y cualitativo).

Por tanto, y en síntesis, las variables observadas en este estudio fueron:

- Identificación de los trabajos de investigación.
- Estrategia de investigación utilizada.
- Procedimiento de obtención de datos empleado.
- Procedimiento de análisis de datos.

Para facilitar la gestión y análisis de las categorías se utilizó el programa informático *Nudist Vivo 1.3*.

Resultados

El análisis de las comunicaciones conduce, en primer lugar, a distinguir aquellos trabajos de investigación del resto. Siguiendo los criterios del Library and Information Service (1998), 173 de las 650 aportaciones (26,6 %) han sido consideradas trabajos de investigación.

En la *figura 1* puede comprobarse una evolución caracterizada por el fuerte incremento en el número total de comunicaciones presentadas, que pasa de 14 en el año 1990 a 76 en 2000, alcanzando un tope de 116 en el año 1999. Paralelamente se produce un incremento de los trabajos de investigación, que pasan de 3 en 1990 a 27 en 2000, llegando a 40 en 1999.

No obstante, si se analiza el porcentaje de trabajos de investigación frente al total en cada edición (*fig. 2*) se aprecia que la evolución de dicho porcentaje permanece entre un 20 % y un 38 %. El mayor incremento porcentual de los trabajos de investigación se experimenta en los últimos años, de 1998 a 2000.

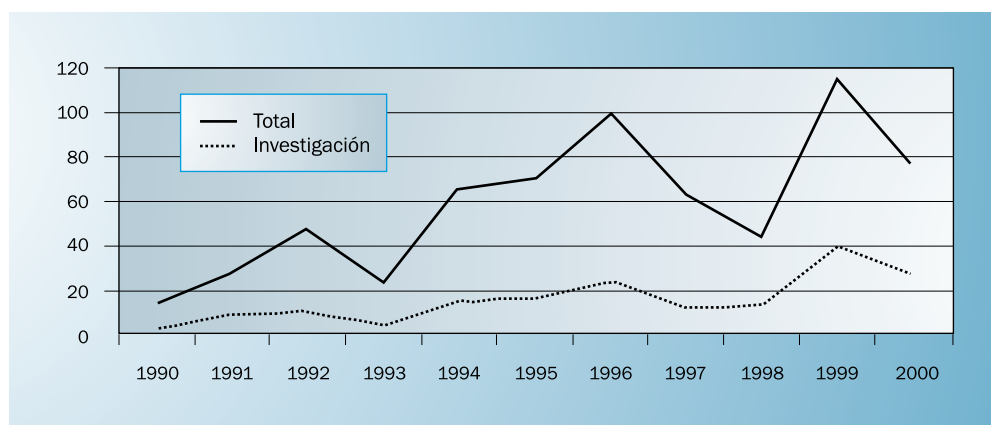
En cuanto a la estrategia de investigación, en la *figura 3* puede comprobarse que en los cuatro primeros años

(1990-1993) priman las estrategias de tipo documental cuyo número, con ligeras oscilaciones, se mantiene a lo largo del decenio en torno a cinco comunicaciones por congreso. No obstante, el incremento más significativo se produce en los trabajos de corte cuasiexperimental los cuáles pasan de ser muy escasos o nulos en el periodo 1990-1995 a protagonizar prácticamente el periodo 1996-2000, excepción hecha del congreso de 1998, en el que se aprecia un considerable descenso. Asimismo es reseñable la aparición en el año 1994 por primera vez de trabajos que adoptan el estudio de casos como perspectiva de investigación, incrementándose progresivamente hasta llegar a 7 en 1999. En términos generales, los trabajos experimentales son escasos o nulos en el periodo analizado.

En la *figura 4* puede apreciarse que esta misma tendencia se mantiene en lo referido a los procedimientos de obtención de datos, pasándose del predominio de los procedimientos documentales (periodo 1990-1994) al auge de los cuestionarios y encuestas (periodo 1996-2000) y el incremento a partir de 1995 de los trabajos que obtienen sus datos mediante la observación. También es destacable a partir de 1994 la aparición y consolidación de la entrevista, presentándose a partir de entonces en torno a cinco comunicaciones por congreso que utilizan dicho procedimiento para la obtención de datos.

En cuanto a los procedimientos de análisis (*fig. 5*), en el primer quinquenio predominan los de tipo interpretacional y documental. No obstante, a partir de 1995 se aprecia un fuerte incremento de los procedimientos estadísticos, que pasan de cinco comunicaciones en ese año a veinticinco en 1999. Las investigaciones que utilizan análisis de contenido surgen en 1994. Su número se sitúa en torno a las cinco comunicaciones por año.

Figura 1
Actas de los Congresos
(1990-2000). Producción
investigadora y total.



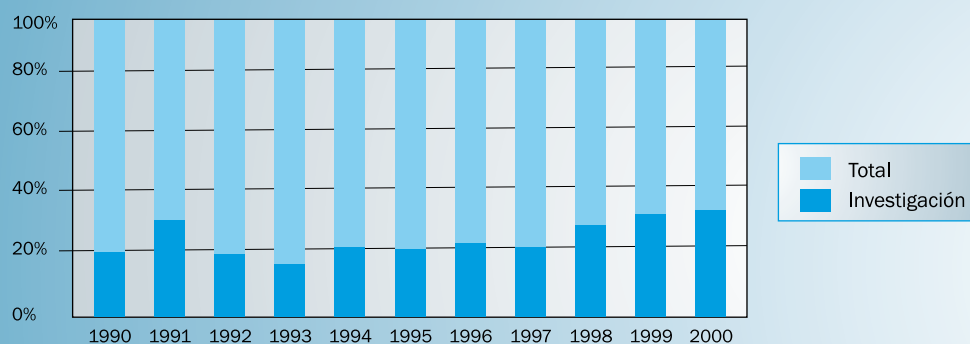


Figura 2
Actas de los
Congresos (1990-
2000). Porcentaje
de la producción
investigadora.

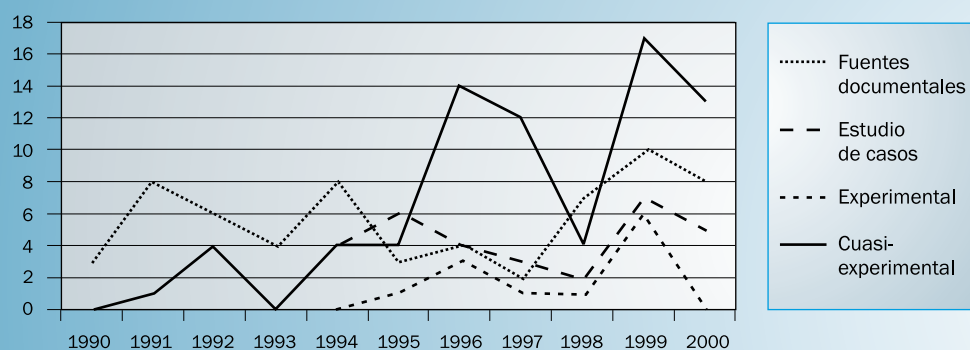


Figura 3
Actas de los
Congresos (1990-
2000). Estrategias de
investigación.

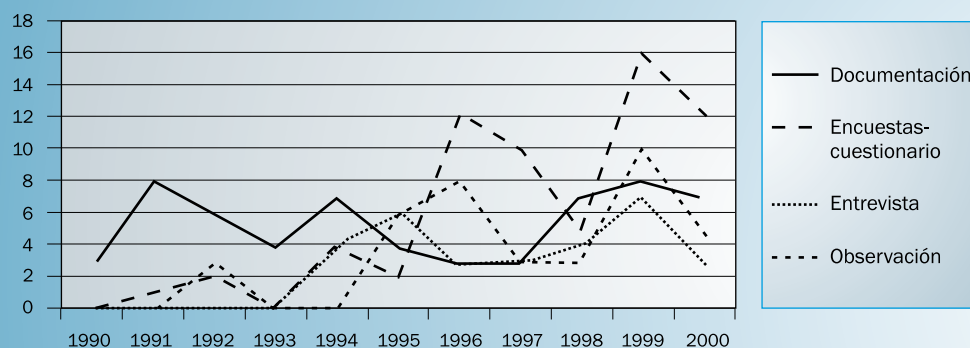


Figura 4
Actas de los
Congresos
(1990-2000).
Procedimientos de
obtención de datos.

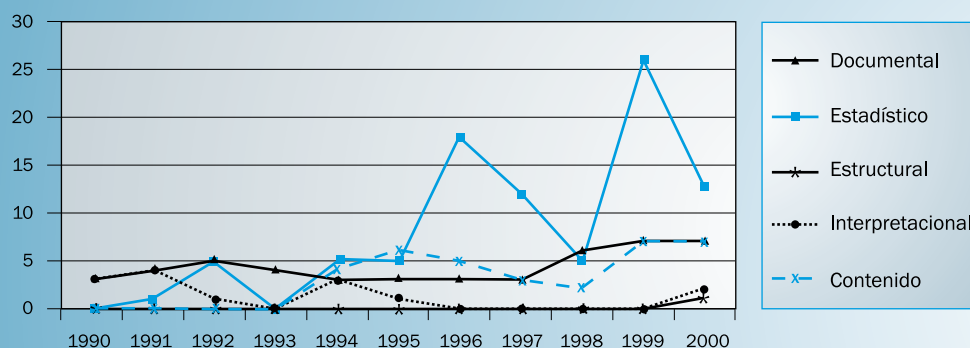


Figura 5
Actas de los
Congresos (1990-
2000). Procedimientos
de análisis de datos.

Discusión y conclusiones

Los resultados reflejan, en primer lugar, un aumento considerable en el volumen total de las aportaciones a los Congresos de Escuelas de Magisterio y Facultades de Educación, que prácticamente se septuplican en el periodo estudiado. Este incremento global concuerda con la evolución de las tesis doctorales –pasándose de 5 tesis en la década de los setenta a 51 en la de los noventa (Cepero, Zagalaz y Arteaga, 1999)– así como con la emergencia y progresiva consolidación de revistas relacionadas con el campo de la Actividad Física y el Deporte (Devís-Devís, Antolín Jimeno, Villamón Herrera, Moreno Doña, Valenciano Valcárcel, 2003). En cambio, en cada edición el porcentaje de los trabajos considerados de investigación se mantiene estable en torno a un 28 % a lo largo del decenio. Es decir, el aumento total de aportaciones no se corresponde con el incremento relativo en los trabajos de investigación. Además, debe tenerse en cuenta que de haberse aplicado criterios de calidad para filtrar las investigaciones probablemente este porcentaje hubiera sido considerablemente menor.

Esta evolución corresponde a la de un *periodo adolescente*, metáfora con la que Lawson (1990) retrató los importantes cambios, discusiones y enfrentamientos que se dan en un momento crítico o de transición. Según este autor, la investigación en educación física llegará a su madurez cuando la cantidad o el énfasis exagerado en la productividad científica dé paso a la calidad de las investigaciones. El énfasis productivo ha generado un gran volumen de información que no siempre ha conseguido convertirse en conocimiento sustantivo, es decir, trasladarse a las situaciones investigadas para mejorarlas. Será necesario que la información posea la suficiente calidad como para poder integrarse en aquellas estructuras que permitan dar un significado individual y colectivo, personal y profesional a las situaciones investigadas. Según este autor, para alcanzar el estatus de conocimiento, la información debe pasar al menos tres tipos de pruebas: a) una prueba de veracidad; b) otra de relevancia o aplicabilidad a situaciones o personas específicas, y c) otra de utilidad para las prácticas reales. Por otra parte, resulta presumible que en la comunidad académica del Área empiece primar la calidad frente a la cantidad de trabajos y, por consiguiente, sus publicaciones se orienten hacia medios de difusión que cuenten con procesos de selección y revisión por pares más rigurosos que los de las actas de congresos, así como mayor visibilidad e índice de impacto (Devís-Devís y cols, 2003; Villamón Herrera, Devís Devís y Valenciano Valcárcel, 2005).

En segundo lugar, la evolución de las estrategias de investigación y los procedimientos metodológicos muestran que el predominio de trabajos documentales en el periodo 1990-1994 deja paso en el periodo 1995-2000 a la obtención de datos principalmente mediante encuestas, cuestionarios y observación, así como a su análisis estadístico. Es decir, se observa una evolución hacia procedimientos metodológicos cuantitativos propios de un paradigma de investigación positivista. El punto de inflexión en esta evolución se produce en el congreso de 1996, al que se presentan 16 trabajos de corte cuasiexperimental, cuadruplicándose los del congreso anterior. De nuevo se observa una correspondencia con la evolución de las tesis doctorales en el campo de las ciencias de la actividad física y del deporte, en las hay un predominio de trabajos basados en el paradigma positivista ($n = 51$) frente a los que responden a un paradigma interpretativo ($n = 9$), crítico ($n = 8$) o emergente ($n = 4$), si bien estos tres últimos tipos de trabajos son más recientes en el tiempo (Cepero, Zagalaz y Arteaga, 1999).

Al igual que en otros medios de difusión del conocimiento (ver Calatayud Miquel y Balaguer Solá, 2000), es posible que en las aportaciones a los congresos puedan dibujarse una serie de *colegios invisibles*, es decir, grupos de autores que producen una colaboración relevante en torno a determinadas temáticas y las formas de investigar. Según Pavesio Estero (2003) la Formación del Profesorado, en concreto los aspectos teóricos sobre los planes de estudio en la formación inicial, es el tema que aparece referido con más frecuencia en las actas de los Congresos de Escuelas de Magisterio y Facultades de Educación del periodo 1991-2000. Le sigue la Didáctica y, más concretamente, la investigación técnica sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje y la metodología referida a las tareas. Esta autora concluye que a lo largo de este periodo se mantiene la preeminencia de las temáticas, si bien se observa un aumento en la diversidad de los objetos de estudio.

La preeminencia de los trabajos positivistas y de las temáticas referidas a la Formación del Profesorado y la Didáctica sugieren el importante, aunque relativamente tardío, impacto en el Área de la investigación basada en modelos técnico-eficientistas que enfatizan la importancia del rendimiento, la objetivación y la búsqueda de leyes generales aplicables a contextos diversos de enseñanza. De acuerdo con Shulman (1989), estos modelos de investigación tratan fundamentalmente de encontrar el mejor método o el profesorado más eficaz partiendo de una definición

precisa de comportamientos observables que responden a variables de enseñanza predeterminados. Como señalan Dodds y Placek (1991), en este tipo de investigaciones la noción de eficacia viene definida casi unilateralmente por los investigadores. En el caso del alumnado, los indicadores de eficacia suelen vincularse al rendimiento motor, mientras que para el profesorado y el método de enseñanza giran en torno al *feedback* y el tiempo de compromiso motor. Estos modelos entienden la enseñanza como algo reducible a hechos y comportamientos que pueden observarse, cuantificarse y acumularse con el fin de llegar a una generalización a otros entornos e individuos. Es decir, ponen el énfasis en el rendimiento, la objetivación y la búsqueda de leyes generales, tal y como corresponde a la investigación típicamente positivista en la enseñanza. Sería necesario analizar la temática de las comunicaciones que utilizan estos procedimientos de obtención y análisis de datos para comprobar en qué medida giran en torno a dichos indicadores.

Finalmente resulta destacable la aparición e incremento a partir del año 1994 de estudios de casos, así como de la utilización de entrevistas y el análisis de contenido como métodos de recogida y análisis de datos. Del mismo modo, según Pavesio Estero (2003), en este mismo periodo puede apreciarse un desarrollo cuantitativo y cualitativo de los trabajos basados en la investigación-acción y el estudio de casos en las aportaciones a los congresos del Área. Estos datos revelan la emergencia de modelos de investigación mediacional y sociocultural en la investigación sobre la enseñanza de la educación física (Hanke, 1987; Shulman, 1989).

En el modelo mediacional el profesorado y el alumnado no son investigados como objetos naturales y pasivos, sino como individuos activos que captan y procesan información, y que actúan tomando decisiones conscientes dentro de una estructura significativa de interacción. Tal y como apunta Hanke (1987), se trata de cambiar la visión conductista por una visión cognitivista que considere al profesor y a los estudiantes como individuos activos que captan y procesan información y que no sólo reaccionan de forma rutinaria, sino que también actúan tomando decisiones conscientes y viendo su acción como parte de una estructura significativa de interacción. De esta manera se trata de arrojar algo de luz a la interacción entre los principales actores de la enseñanza.

Desde presupuestos similares, el modelo de investigación sociocultural pone el énfasis en los aspectos sociales y culturales de dentro y/o fuera del contexto de enseñanza, y afrontan las investigaciones desde perspec-

tivas situacionales y holísticas. Este modelo de investigación recoge un conjunto muy variado de métodos de recogida, análisis y representación de los datos (Sparkes, 2002). La enseñanza es considerada una realidad multidimensional, flexible y cambiante en la que influyen tal número de variables que se aconseja afrontar las investigaciones desde perspectivas situacionales y holísticas. Tienen en cuenta el punto de vista de los participantes en las situaciones investigadas y, algunos de ellos, adoptan también una visión externa. En la mayoría de los casos, estos modelos utilizan metodologías cualitativas en su estudio, aunque en algunos casos la metodología es cuantitativa, o se combinan las dos.

Este trabajo es un primer acercamiento a la evolución de la tarea investigadora en el Área. En futuros estudios, la categorización propuesta para analizar el contenido de las aportaciones podría completarse de manera inductiva, enriqueciéndose con nuevas perspectivas y metodologías de investigación. Asimismo, sería necesaria la aplicación de criterios que permitieran valorar la calidad de los trabajos analizados y la ampliación del análisis de la producción de los miembros del área a otros medios de divulgación del conocimiento científico.

No obstante, y a pesar de sus limitaciones, este estudio da idea del creciente interés existente en el Área por la tarea investigadora. En términos generales, el periodo analizado se caracteriza por un incremento en el número, aunque no en el porcentaje, de los trabajos de investigación, así como por una evolución dinámica en las formas de entender y llevar a cabo la investigación. Al término del periodo estudiado, el escenario de la investigación estaría caracterizado por *a)* el predominio de trabajos basados en modelos técnico-eficientistas de investigación y *b)* la emergencia de trabajos relacionados con modelos mediacionales o socioculturales. Esta coexistencia de enfoques de investigación puede resultar muy fructífera si se materializa desde el respeto a lo que las distintas formas de entender y llevar a cabo la investigación pueden aportar para ampliar la comprensión de las temáticas abordadas.

Agradecimientos

El autor agradece a los revisores anónimos sus críticas y aportaciones, así como al profesor José Luis Pastor Pradillo su ayuda para localizar las fuentes documentales y a los profesores Miguel Villamón Herrera y José Devís Devís sus comentarios a las primeras versiones de este artículo.

Bibliografía

- Calatayud Miquel, F. y Balaguer Solá, I. (2000). Estudio de los colegios invisibles en la revista *Apunts* (1964-1993). *Apunts. Educación Física y Deportes* (61), 6-23.
- Cepero, M.; Zagalaz, M. L. y Arteaga, M. (1999). Avance en la investigación de la educación física y ciencias de la actividad física y el deporte, *Actas del XVII congreso nacional de educación física*, (pp. 1148-1155). Huelva: Universidad de Huelva.
- Devís-Devís, J.; Antolín Jimeno L.; Villamón Berrera, M.; Moreno Doña, A. y Valenciano Valcárcel, J. (2003). Las revistas científico-técnicas españolas de las ciencias de la Actividad Física y el Deporte: inventario y análisis de la calidad de contenido y difusión. *Revista Española de Documentación Científica*, 26(2), 177-190.
- Dodds, P.; Placek, J. H. y Silverman's R. T. (1991). PE review: too simple a summary of a complex field. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62, 365-368.
- Hanke, U. (1987). Cognitive aspects of interaction in physical education. En G. Barrette; R. Feindgold, C. Rees y M. Piéron (eds.). *Myths, Models and Methods* (pp. 135-141). Champaign: Human Kinetics.
- Lawson, H. A. (1990). Sport Pedagogy research: from information-gathering to useful knowledge. *Journal of Teaching in Physical Education*, 10, 1-20.
- Library Information Service (1998). Making the journal's 20th anniversary, 20(4), 309-320.
- Pavesio Estero, M. (2003). *La investigación interpretativa y crítica como espacios discursivos en las actas de los congresos nacionales de educación física de facultades de educación y escuelas de magisterio 1991/2000*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- Ríos Hilario, A. B. (2000). Diez años de investigación en la revista española de documentación científica. *Revista Española de Documentación Científica*, 24(4), 433-449.
- Shulman, L. S. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En M. C. Wittrock (ed.), *La Investigación de la Enseñanza*, I (pp. 9-91). Barcelona: Paidós.
- Sparkes, A. C. (2002). *Telling stories in sport and physical activity*, Champaign: Human Kinetics.
- Villamón Herrera, M.; Devís Devís, J. y Valenciano Valcárcel, J. (2005). Análisis de la visibilidad de las revistas científico-técnicas españolas de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. *Revista de Psicología del Deporte*, 14 (2), 253-267.

Valores en guardia

XAVIER IGLESIAS I REIG*

Doctor por la Universitat de Barcelona

Maestro de esgrima.

Profesor del INEFC-Barcelona

BLANCA ANGUERA BLANCH

Licenciada en Educación Física.

Maestro de esgrima.

Profesora de Educación Física

CARLES GONZÁLEZ ARÉVALO

Doctor por la Universitat de Barcelona.

Profesor del INEFC-Barcelona

Correspondencia con autores/as

* *xiglesias@gencat.net*

Resumen

“Valores en guardia” es una unidad didáctica de diez sesiones de duración que utiliza un deporte de adversario, la esgrima, como medio para educar en valores al alumnado de 1.º de ESO. Las características intrínsecas de este deporte y, sobre todo, los valores que se desprenden de su práctica justifican la presencia de esta propuesta didáctica en la programación del área de educación física en los centros educativos. Para llevarla a cabo sólo será necesario adquirir un *sable espuma* para cada alumno (un material sencillo, económico y seguro) y adaptar la progresión metodológica de la esgrima que presentamos a continuación a las características del alumnado.

La programación en educación física en unidades didácticas facilita la distribución de los contenidos del área a lo largo de la etapa. En este sentido, esta unidad de esgrima puede servir de orientación para elaborar otras, sobre todo por el papel relevante de los objetivos planteados, realistas y cuantificables, y su evaluación a partir de criterios observables.

Palabras clave

Esgrima, Educación Física, Unidad Didáctica, Sable espuma, Valores, Combate.

Abstract

Values on guard

“Values on guard” it’s a didactic unit of ten sessions of duration that uses a sport of opponent, the fencing, as a means to educate on values the students of first course of secondary education. The intrinsic characteristics of this sport and, especially, the values that transpire from its practice justify the presence of this didactic proposal in the programming of the physical education area in the educational centers. Just to carry it out it will be necessary to acquire a foam sabre for each pupil (a simple, economical and sure material) and to adapt the methodological progression of the fencing that we present next to the characteristics of the students. The programming in physical education in didactic units facilitates the distribution of the contents of the area along the stage. In this sense, this unit of fencing can serve as orientation to elaborate some of other especially for the relevant role of the goals brought up, realistic and measurable, and their evaluation from observable criteria.

Key words

Fencing, Physical Education, Didactic Unit, Combat, Values, Foam Sabre.

Introducción

La esgrima es una de las actividades donde, desde la iniciación a la alta competición, desde la escuela hasta los centros de alto rendimiento, y desde el aficionado al profesional mantiene como elemento intrínseco a su práctica el respeto a uno mismo, a los rivales, a los compañeros, al maestro y a los materiales utilizados.

Según Zatzorski (1989), la esgrima es un deporte de carácter compensable entre las diferentes variables que condicionan el rendimiento. Esto la convierte en un de-

porte abierto a diferentes perfiles biotipológicos; una actividad de lucha en la que no existen diferenciaciones o clasificaciones en función del peso corporal y, por tanto, exenta de los condicionantes de otros deportes de combate.

Las principales aportaciones de la esgrima a la escuela las encontramos en diferentes ámbitos:

En el ámbito psicológico, la práctica de un deporte individual permite reforzar la confianza en uno mismo, y su carácter de lucha, con oposición directa, permite

desarrollar el autocontrol ante situaciones diversas. El elevado número de estímulos (ataques directos, fintas, paradas...) y la constante interacción con el rival hacen necesario un elevado componente de atención-concentración.

En el ámbito psicomotor hay que destacar que la asimetría de la esgrima ayuda a la afirmación de la lateralidad y la estructuración del esquema corporal. Además, es un deporte donde existe un gran control del equilibrio dinámico y una organización espacial diferenciada, condicionada por el uso de un objeto-implemento que provoca la variación en la percepción habitual de la distancia por parte del alumno; implica también una gran coordinación específica mano-piernas, el desarrollo de la precisión (coordinación oculomanual) y un elevado tratamiento de la información ante las múltiples situaciones de combate que se suceden: “...*(las acciones de esgrima)... afectan, a la vez, la vertiente perceptiva y la vertiente motora en cada una de las acciones de los dos oponentes...*” (Popelin, 2002). ”

En el ámbito actitudinal la principal característica es el trabajo permanente sobre los valores intrínsecos de la esgrima. Basándonos en Touchard (1990), podemos destacar los siguientes:

- Respeto al rival.
- Consideración hacia el árbitro y a sus decisiones.
- Deferencia al maestro.
- Respeto a los compañeros en los ejercicios de aprendizaje y sinceridad en la ejecución del rol de árbitro.
- Valoración y cuidado del material.
- Reconocimiento y aceptación de la derrota y de los tocados recibidos.
- Correcta actitud ante la victoria (respeto al rival, saludo...).

Además, la esgrima de alta competición es uno de los pocos deportes donde aún hay deportistas que ayudan al árbitro en situaciones que le son desfavorables, como por ejemplo rechazar un tocado que se da ganador por un error de observación arbitral.

En el ámbito de la condición física, la esgrima permite trabajar las diferentes cualidades: la fuerza explosiva, gracias a la potencia de los desplazamientos; la velocidad gestual de las acciones con el arma; la resistencia se desarrolla con la intermitencia de las acciones y, finalmente, la flexibilidad, necesaria para conseguir la amplitud de movimiento en la técnica del fondo.

Pero pese a que una buena condición física favorece el rendimiento en los asaltos, este deporte individual de oposición permite un combate controlado, interviniendo por la existencia de un arma que ayuda a equilibrar las diferencias de fuerza entre alumnado diferente. De hecho, el importante componente técnico-táctico de la esgrima hace que la condición física sea un instrumento más en la consecución del rendimiento y no un objetivo en sí mismo.

Finalmente, si valoramos estrictamente el ámbito cognitivo, la necesidad de tomar decisiones de forma rápida y acertada hace de la esgrima una partida de ajedrez de alta velocidad mental. En la esgrima hay mucha estrategia, pero, a diferencia del ajedrez, no se puede detener el reloj para pensar; las acciones se precipitan en milésimas de segundo y es imprescindible estar preparado. El desarrollo del pensamiento táctico es una de las principales cualidades de este deporte.

La importancia de trabajar de forma conjunta las capacidades físicas con las cognitivas hace que unas sin otras no resulten efectivas, trabajando con el alumnado de una manera integral. Las niñas y los niños necesitarán diferenciar, reconocer y utilizar diferentes ritmos de actuación, y tendrán que responder de manera adecuada, con parámetros mentales similares, a las diversas situaciones de combate que se les presenten.

El hecho de ser un “deporte de situación” implica una gran variabilidad de acciones. Por tanto, será necesario adaptar los aprendizajes técnicos a las diferentes situaciones de juego que genera la interacción con el rival.

Así pues, la propuesta de unidad didáctica que presentamos a continuación permitirá al profesorado de educación física incluir la esgrima en las programaciones con un material alternativo asequible y muy seguro.

Contextualización

Características del alumnado

Se propone una unidad didáctica de esgrima de 10 sesiones para un grupo-clase de aproximadamente 30 alumnos de 1.º de ESO, de una edad comprendida entre 12 y 13 años, y con un grado de conocimiento y práctica de la esgrima prácticamente nulo.

El material alternativo propuesto, los sables espuma, es más adecuado, por dimensiones y tipología, a las edades de 1.º de ESO que en edades posteriores.

El alumnado de 12 años se incorpora a una nueva etapa, la educación secundaria obligatoria, y la esgrima

es un deporte de adversario que colaborará en la consolidación de muchos valores trabajados en la etapa de primaria que tienen que ver con el respeto hacia otro compañero. Además, el hecho de manipular un arma inofensiva hará posible el trabajo de la responsabilidad hacia el adversario con el cual se está enfrentando.

Justificación curricular

Los objetivos generales de la etapa de ESO se adecúan perfectamente a esta actividad cuando describen que *“al acabar la etapa, el alumnado debe ser capaz de: ...participar en las diferentes actividades físicas y deportivas y valorar los aspectos que fomentan el respeto y la cooperación entre los participantes... como también el conocimiento y respecto del material y las instalaciones...”*.

El currículum de educación física del Departamento de Enseñanza de la Generalitat de Catalunya (2002), define que en la formación del alumnado de ESO *“...se prioricen los contenidos de decisión y de ejecución”* con *“... el objetivo de ampliar las habilidades adquiridas y adaptarlas a situaciones motrices más complejas”*.

En los objetivos terminales del primer ciclo de la ESO se describe la necesidad de *“... aceptar las diferencias de habilidad entre las personas, sin discriminación por razones de sexo o capacidad física.”* En este aspecto, la esgrima se constituye como un deporte ideal, dado que, casi de forma segura, se trata de un reto nuevo para todo el alumnado y puede ser practicado sin distinción de sexo o condición biotipológica.

Como en 1.º de ESO es prescriptiva la realización de deportes de oposición, estos elementos pueden ser logrados mediante la esgrima, un deporte en el que los mecanismos de observación, análisis y decisión son fundamentales en la expresión final del proceso, y donde la ejecución siempre está condicionada por el factor situacional que genera el compañero-rival. El aprendizaje técnico y toda la dinámica de desplazamientos y trabajo sobre equilibrio dinámico específico se adapta perfectamente a la selección de procedimientos orientados al trabajo de las cualidades físicas como *“... la ejercitación de cualidades físicas básicas como fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad”*.

En la enseñanza de la esgrima se da gran importancia a la educación en valores mediante el respeto a los compañeros, a los rivales, al profesorado y al material; el reconocimiento de ser tocado por el rival; la canalización de

la agresividad; el respeto y seguimiento de las normas; el saludo antes y después los asaltos y de los diferentes trabajos con compañeros, etc., hacen del todo compatible el desarrollo de los valores, normas y actitudes descritos en esta etapa, como son la *“... tolerancia hacia los comportamientos de los otros; aceptación de los resultados en los juegos y los deportes y aceptación de las reglas y normas de la actividad física.”*

Recursos materiales e instalaciones

Como material específico se requieren 30 sables espuma. El sable espuma es un material alternativo de la esgrima que permite la realización de una práctica segura de los fundamentos básicos de este deporte sin la necesidad de otras protecciones complementarias. Se trata de un arma de espuma blanda, ligera y resistente, que imita la forma de un sable (sable espuma). Su bajo coste lo hace asequible, teniendo en cuenta los reducidos presupuestos de los departamentos de educación física de los centros escolares; incluso pueden ser fabricados por el mismo alumnado, aunque las dimensiones son variables, dependiendo del fabricante. En la *figura 1* se muestran las medidas de uno de los modelos más utilizados.

L. Alarcia y cols. (2000) exponen las limitaciones técnicas que supone la práctica de la esgrima con el sable espuma teniendo en cuenta su excesiva laxitud, pero recomiendan su uso haciendo incidencia en el pensamiento táctico y el desarrollo del sentido del tiempo y la distancia.

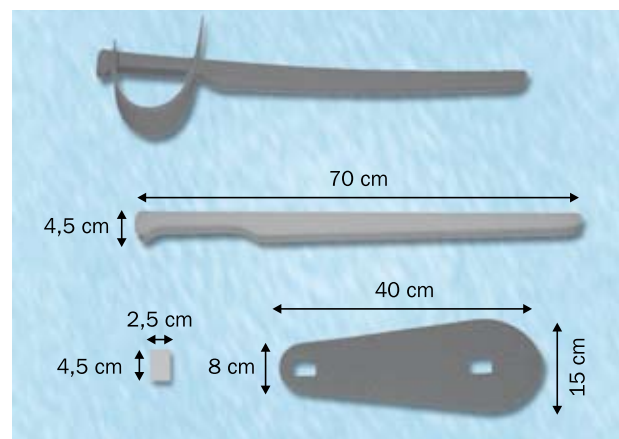


Figura 1
Dimensiones del sable espuma.

Como material complementario de apoyo es aconsejable disponer de petos de diferentes colores, conos para delimitar el terreno y globos. Los conos permiten acotar el espacio y adaptarlo a las necesidades sin tener que marcar el suelo. Con los globos se pueden realizar actividades de control gestual (desplazarse dirigiendo el globo con la punta del arma) y de la distancia (desplazarse manteniendo un globo en contacto entre los sables espuma de dos alumnos –en paralelo o enfrentados–).

La instalación ideal para la práctica de la esgrima es un gimnasio o pista polideportiva de suelo sintético de unas medidas aproximadas de 40 x 20 m. Esta actividad posibilita su aplicación en otras superficies como el parque o pistas exteriores.

Objetivos didácticos

En la unidad didáctica de iniciación a la esgrima se pretende que el alumnado adquiera los conocimientos y los patrones básicos de este deporte con el propósito de practicarlo de manera autónoma y eficaz, y disfrutar de una actividad que integra plenamente su desarrollo físico, mental y actitudinal.

Al acabar esta unidad didáctica, el alumnado será capaz de:

- Reconocer la distancia individual con la utilización del sable espuma.
- Ejecutar los desplazamientos específicos de la esgrima: marchar, romper y fondo.
- Adquirir un dominio básico de las principales técnicas: ataques, paradas y respuestas.
- Diferenciar las acciones de la esgrima: ofensiva, defensiva y contraofensiva.
- Reconocer los elementos fundamentales del arbitraje: la aplicación del reglamento, la dirección del combate mediante las voces del árbitro y la frase de armas.
- Respetar la aplicación del reglamento por parte de los compañeros.
- Saludar a los compañeros antes y después de cada tarea y al árbitro, si lo hubiera.

Contenidos

Es imprescindible trabajar los tres tipos de contenidos de manera conjunta, incorporándolos al aprendizaje de manera progresiva. Dada la especificidad de los mismos, en la *tabla 1* se presenta una breve descripción de los elementos básicos de la esgrima que componen esta unidad didáctica.

A. Técnica de piernas

					
A3	A2	A1	B3	B2	B1
Guardia: posición básica de la esgrima (A1). De perfil, y con las piernas semiflexionadas. Pies en ángulo recto y separados a la altura de las caderas.		Marchar: paso adelante que se inicia con la pierna adelantada (A1→A2) y finaliza en la posición de guardia (A3). Romper: Paso atrás que se inicia con la pierna atrasada (A3→A2) y acaba en la posición de guardia (A1).		Fondo: movimiento de ataque en que primero se estira el brazo armado (B1), y después, de forma simultánea, la pierna delantera se proyecta adelante, impulsada por una extensión de la pierna posterior (B2), con la extensión del brazo no armado atrás, hasta bloquear el movimiento con extensión del brazo armado, flexión a 90° de la pierna adelantada y extensión de la pierna y brazo posteriores (B3). Se trata de un movimiento explosivo pero controlado.	

Tabla 1
Contenidos teóricos adaptados de la esgrima.

B. Técnica de mano

			
C1	D1	D2	E1
Toma del arma: el dedo pulgar presiona ligeramente el puño y el resto de dedos hacen la toma. La cazoleta protege la mano (C1).	El saludo previo: se realiza mirando al rival, con el arma delante de la cara (D1), adelantándola hacia el rival (D2) y recuperando la posición inicial (D1).		El saludo final: se realiza con un apretón de manos con la mano no armada (E1).

			
F1	G1	H1	I1
Tocado de corte a la cabeza: extensión del brazo y fondo (F1) con un golpe de dedos a la cabeza. Los dedos –pulgar e índice– marcan, con un golpe de muñeca, el tocado.	Parada de 5.ª: su objetivo es bloquear los tocados del rival a la cabeza (G1).	Parada de 4.ª: tiene por objetivo bloquear los tocados del rival al interior (H1).	Parada de 3.ª: tiene por objetivo bloquear los tocados del rival al exterior (I1).

C. Acciones de esgrima

Ofensivas	Acciones con el objetivo de tocar al rival y en las cuales el tirador tiene la iniciativa. La realiza el primero que intenta tocar el brazo armado y haciendo un fondo. Hay dos tipos: los ataques (primera acción ofensiva) y las respuestas , que se ejecutan inmediatamente tras haber realizado una acción defensiva.
Defensivas	Acciones con el objetivo de evitar el tocado del rival. Hay dos tipos: las paradas (con el arma: 5.ª, 4.ª, 3.ª...) y la defensa con la distancia , dejando corto al ataque del rival con los desplazamientos (romper, normalmente).
Contraofensivas	Acciones con el objetivo de tocar el rival pero sin la iniciativa. Los contraataques son acciones –contraofensivas– de tocar sobre un ataque o una respuesta del rival. Las continuaciones de un ataque que ha sido bien defendido por el rival también serán considerados contraataques.
Preparaciones	Cualquier otra acción realizada para favorecer las ofensivas, defensivas o contraofensivas. Entre otras, tenemos las fantas (engaños) y los batimientos (golpeo al arma del rival previo a hacer un ataque o para provocarlo).

Tabla 1 (continuación)
Contenidos teóricos adaptados de la esgrima.

Contenidos conceptuales

- Las técnicas de mano y piernas:
 - La guardia y los desplazamientos.
 - La toma del arma, los tocados y las paradas.
- Las acciones de esgrima: ofensivas, defensivas y contraofensivas.
- El saludo:
 - El saludo inicial y final.
- La reglamentación (adaptada al sable espuma):
 - La pista (zona de combate).
 - El sistema de competición.
 - La “poule” (liguilla).
 - Los asaltos y su duración.
 - La forma de tocar y ganar los puntos.
- El arbitraje:
 - Las voces del árbitro.
 - Los roles de árbitro, de asesor y de anotador.

Contenidos procedimentales

- Ejecución de la técnica de piernas en la esgrima:
 - Posición de guardia.
 - Marchar.
 - Romper.
 - Fondo.
- Realización de la técnica de mano del sable:
 - Toma del arma.
 - Golpe de dedos.
 - Tocados de corte a diferentes blancos.
 - Paradas.
 - Respuestas.
- Gestión de la distancia individual de tocado.
- Aplicación de las acciones de esgrima en situaciones de juego:
 - Ofensivas.
 - Defensivas.
 - Contraofensivas.
 - Preparaciones.
- Ejecución del saludo:
 - Inicial, con el arma.
 - Final, con la mano no armada.
- Aplicación del arbitraje:
 - Dirección del asalto con las voces del árbitro
 - Realización de los roles de árbitro, de asesor y de anotador.

Contenidos actitudinales

- Saludo al inicio y al final de cada actividad.
- Participación activa en las sesiones.

- Aceptación del propio nivel de ejecución.
- Respeto por los compañeros, las reglas y los materiales.
- Control de la agresividad en las acciones.
- Aceptación de los diferentes roles (tirador, árbitro, asesor...).
- Reconocimiento de los tocados recibidos o no ejecutados correctamente.
- Aplicación de los valores en la práctica de la esgrima.

Actividades de enseñanza-aprendizaje

Las actividades que se presentan a continuación y que desarrollamos en esta unidad didáctica son globales, significativas para el alumnado, potencian la participación, variadas y producen un buen efecto fisiológico.

Cada actividad de enseñanza-aprendizaje se ha ubicado dentro del objetivo que persigue su ejecución y van acompañadas, además, de consejos metodológicos que ayudarán a su puesta en práctica.

OBJETIVO 1

Reconocer la distancia individual con la utilización del sable espuma como implemento en la actividad

- Práctica de juegos de persecución con condicionantes sobre la forma de tocar

Consejo metodológico

Conducir al alumnado, mediante el descubrimiento guiado, desde ejercicios de todos contra todos, a actividades de grupos reducidos (asociación de colores, números...) con selección del blanco donde tocar, hasta llegar a tareas de máximo control, en parejas y espacio limitado.

OBJETIVO 2

Ejecutar los desplazamientos específicos: marchar, romper y fondo

- Ejecución de ejercicios de aprendizaje de las técnicas de piernas dirigidos por el profesorado
- Práctica de juegos de imitación y seguimiento (el espejo, el rey, etc.)
- Práctica de juegos tradicionales adaptados a los desplazamientos de la esgrima (el pañuelo, 1-2-3 “florete”, -pica pared-, etc.).

- Aplicación de los desplazamientos de esgrima en ejercicios de control de la distancia de tocado con el rival.
- Realización de formas jugadas donde se trabajen los cambios de ritmo, modificando la distancia entre compañeros y con diferentes niveles de oposición.
- Práctica de ejercicios de habilidad con el sable espuma con elementos externos (globos, picas...).

Consejo metodológico

Integrar el logro de los objetivos 1 y 2 mediante el trabajo en parejas donde cada alumno realiza con su compañero el ejercicio propuesto por el profesorado. En los primeros ejercicios recomendamos mantener fijas las parejas para ayudar a estabilizar la técnica.

OBJETIVO 3

Adquirir un dominio básico de las principales

técnicas: ataques, paradas y respuestas

- Ejecución de ejercicios de desplazamientos con sable espuma con golpe de dedos, seleccionando diferentes blancos de tocado y variando los ritmos de ejecución.
- Práctica de ejercicios en los que el alumnado desarrolle el concepto de “defensa con la distancia”, dejando corto el ataque de los rivales.
- Práctica de juegos, con acotación de la distancia y de los desplazamientos, sobre acciones de ataque con dos marchar y fondo, y defensa con la distancia.

Consejo metodológico

Las acciones defensivas se deben basar en dejar cortos los ataques con la distancia (defensa con la distancia). La progresión debe realizarse limitando los ciclos de defensa-respuesta: primero “A” ataca y “B” se defiende; después “B” tendrá opción de realizar una respuesta a “A” una vez se ha defendido. Más adelante “A” podrá hacer una nueva ofensiva si se ha defendido correctamente de “B”, y así sucesivamente. Es importante limitar a 2 marchar y un fondo las acciones ofensivas; las de defensa vendrán condicionadas por la gestión de la distancia.

- Realización de ejercicios de aprendizaje de las paradas de 5.^a 4.^a y 3.^a según los ataques recibidos en las líneas alta (cabeza), interior (abdomen) y exterior (espalda) respectivamente.

- Ejecución de series de combinación de ejercicios de parada y respuesta

Consejo metodológico

Con el sable espuma se pueden realizar muchos juegos en los que se desarrolla la velocidad de reacción simple y electiva, así como combinaciones de acciones motrices de elevada complejidad (ataques, paradas, respuestas, etc.) si se tiene suficiente cuidado del control de los movimientos.

El sable espuma está fabricado con un material muy blando y cuando se hacen paradas, en una situación de juego, no tiene suficiente consistencia y se dobla. El profesorado puede diseñar actividades muy controladas en las cuales el alumnado bloquea los movimientos de las paradas (como si se tratara de una “kata” de otros deportes de combate).

- Ejercitación de formas jugadas donde el alumnado realice acciones de ataque a diferentes blancos y diferentes combinaciones de defensa (con la distancia y el arma).

OBJETIVO 4

Diferenciar las acciones de la esgrima:

ofensiva, defensiva y contraofensiva

- Práctica de juegos, con acotación de la distancia y de los desplazamientos, sobre acciones de ataque con dos marchar y fondo, incorporando el contraataque a la defensa con la distancia.

Consejo metodológico

Se puede realizar como estrategia metodológica que un grupo de alumnos prepare un conjunto de acciones técnico-tácticas y que posteriormente realicen una enseñanza recíproca de los aprendizajes logrados, o bien que propongan diferentes soluciones tácticas a las situaciones que se generen.

- Realización de asaltos libres.

Consejo metodológico

El asalto es un combate entre dos esgrimistas o tiradores, como se denominan en el argot de la esgrima. Hay 3 tipos de asaltos en competición: el de las eliminatorias previas (poule), que lo gana quien llega primero a 5 tocados en un tiempo máximo de 3 minutos, deteniendo el reloj en las paradas. Las eliminatorias directas (cuartos de final, semifina-

les, etc.) se disputan a 15 tocos, con 9 minutos de tiempo. Finalmente, también hay enfrentamientos entre equipos de 3 tiradores, donde el marcador es a 45 tocos, y en los que se compite por relevos, de forma que cada tirador de un equipo debe competir con los tres del equipo contrario a 5 tocos (9 asaltos, en los que el marcador es acumulativo: 5, 10, 15... 45 tocos).

El profesorado deberá adaptar el reglamento según convenga; por ejemplo, proponer asaltos a 3 tocos favorecerá un mayor número de cambios de rival, o lo que es lo mismo, una finalización más rápida de los asaltos.

- Práctica de asaltos en diferentes entornos y situaciones (en un banco sueco para los dos rivales, en un banco sueco para cada rival, un banco para cada equipo de rivales, con una red entre rivales, 2x2, etc.).

OBJETIVO 5

Reconocer los elementos fundamentales del arbitraje: la aplicación del reglamento y la dirección del combate mediante las voces del árbitro y la frase de armas

- Arbitraje de los asaltos con aplicación de la normativa adaptada al sable espuma.
- Práctica de tareas de asesoramiento al arbitraje donde se realiza la observación de los asaltos y se colabora con la determinación de la validez del toco.

Consejo metodológico

A medida que adelantan las sesiones, el profesorado propone la realización de asaltos, incorporando de forma progresiva el reglamento adaptado (tabla 2) hasta la aplicación de la normativa sencilla de asaltos. La propuesta de reglamento adaptado puede modificarse en función de los objetivos perseguidos.

- Aplicación de la convención de combate en los asaltos.

Consejo metodológico

La esgrima tiene 3 modalidades: espada, florete y sable. En la espada, el primero que toca gana el punto; si se tocan los dos, un punto para cada uno. En florete y sable se aplica la convención o re-

glamentación interna, aquí no puede haber tocos dobles; cuando los dos tiradores se tocan a la vez, el árbitro otorga el punto a quien ha tenido la iniciativa (ofensiva).

La convención (normativa compleja de los asaltos), adaptada al sable espuma, representa un salto cualitativo en la integración de los elementos técnicos, tácticos, cognitivos y actitudinales, pero también un importante nivel de comprensión e implicación en la actividad por parte del profesorado y del alumnado.

Una unidad didáctica de 10 sesiones es demasiado corta para aplicar la convención; se recomienda aplicar la normativa compleja en unidades de programación superiores a las 15 horas, si las características del grupo lo aconsejan. (Tabla 2)

OBJETIVO 6

Respetar la aplicación del reglamento por parte de los compañeros

OBJETIVO 7

Saludar a los compañeros antes y después de cada tarea

- Práctica de juegos: asaltos de poule (minicompetición).

Consejo metodológico

La "poule" o minicompetición es una fórmula de competición de la esgrima oficial que, autogestionada por el propio alumnado, facilita la organización de la sesión.

Esta fórmula permite al alumnado entrar en contacto con los diferentes roles de la competición.

- En el rol de tirador: poner en práctica todos los elementos aprendidos con el máximo nivel de dificultad (oposición competitiva)
- En el rol de árbitro: poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos, la responsabilidad de "decidir" sobre los compañeros y la necesidad de "dirigir" su práctica.
- En el rol de asesor: observar, analizar las acciones y colaborar con la tarea del árbitro
- En todos los roles: necesidad de tomar decisiones de forma rápida y acertada; respeto hacia el compañero en las decisiones tomadas.

Como fórmula organizativa se puede usar en los asaltos, o bien, con otras formas jugadas ideadas para lograr los objetivos de la unidad didáctica.

A. Reglamento

1. Es obligatorio saludar al rival (y al árbitro si lo hay) antes de comenzar el asalto y al finalizarlo. (*Tabla 1: D1, D2 y E1*).
2. Tan sólo son válidos los tocados hechos al tronco (por encima de la cadera), cabeza y brazos. El tocado se debe hacer con la hoja del sable, no con la cazoleta (parte del sable que protege la mano).
3. La pista será un rectángulo de 10x1m (el profesorado podrá sugerir otras dimensiones o formas: circular, cuadrada...).
4. Las irregularidades leves se sancionan con una tarjeta amarilla. La segunda tarjeta amarilla y sucesivas se sancionan con una tarjeta roja.
5. Se sanciona con tarjeta amarilla en los siguientes casos:
 - a) El tirador que provoca el contacto físico con el rival o un tocado con la cazoleta
 - b) La protesta a cualquier decisión del árbitro o de sus asesores, o desconsideraciones leves (gestos, etc.)
 - c) Dar la espalda al rival, salir por el lateral de la pista u otras situaciones que el profesorado considere pertinente añadir.
6. Se sanciona con tarjeta roja (tocado en contra) en los siguientes casos:
 - a) Por cada tarjeta amarilla que reciba tras la primera, en cada asalto (en cada asalto el “marcador” de tarjetas se pone a cero)
 - b) El tirador que provoca un contacto físico o con la cazoleta, violento (choques, empujones, etc.).
 - c) La desconsideración grave a cualquier compañero (tirador, árbitro, asesor, observador, etc.) o al profesorado.
 - d) No saludar (antes o después) al rival o al árbitro.
7. Normativa simplificada, sin convención:
 - a) Los tocados dobles, simultáneos, no son considerados. Sólo un tirador puede ganar el punto en cada acción.
 - b) Sólo es válido aquel tocado que toca claramente antes que el tocado rival.
 - c) Si hay duda, el árbitro decide; si no hay árbitro, por acuerdo de los tiradores; si no hay acuerdo, no hay punto para nadie.
8. Normativa compleja, con convención (es opcional)
 - a) Se aplican los puntos “a” y “c” de la normativa simplificada (el “b” no).
 - b) Si los dos tiradores se tocan gana aquel que hace la acción ofensiva (*Tabla 1*). Si los dos atacan a la vez se anula la acción.
 - c) Si un alumno inicia la acción de tocado con posterioridad al atacante (contraataque), y tocan los dos, el contraataque pierde el punto.
 - d) Si sobre una acción de ataque se produce una parada (acción defensiva) con éxito (el ataque inicial no toca), el atacante pierde la iniciativa, que pasa al defensor si éste hace una nueva acción ofensiva (respuesta) de forma inmediata (ver definiciones de la *tabla 1*). Si el atacante continúa su acción tocando al tirador (continuación) que hace correctamente la parada y respuesta, su acción será considerada contraataque y perderá el punto.

B. Arbitraje

1. Hay un árbitro que dirige el combate. Para empezar el asalto ordena al alumnado que se pongan “*¡En guardia!*”, les pregunta si están “*¿Preparados?*” y si lo están, inicia el asalto diciendo “*¡Adelante!*”. Cuando hay un tocado o alguna acción que requiere parar el asalto (sanciones...) dice “*¡Alto!*”, y posteriormente explica su decisión (tocado a la derecha, tocado a la izquierda, tarjeta amarilla por protestar, etc.).
2. El árbitro define lo sucedido tras cada acción (frase de armas) y expone el resultado.
3. Si se aplica la convención (normativa compleja) se debe definir la frase de armas en cada acción de tocado (es decir, explicar todo el proceso; por ejemplo: “A” ataca, “B” hace una parada correcta y una respuesta que toca, mientras “A” hace una continuación, por lo tanto, “B” gana el tocado).

Consejo metodológico:

El arbitraje de los asaltos puede ser un excelente medio de evaluación formativa, donde el profesorado observará si el alumno que hace este rol reconoce bien las acciones (ofensiva, defensiva, contraofensiva...), el reglamento y, sobre todo, los valores requeridos en su aplicación (respeto, sinceridad, etc.).

4. Si el profesorado lo considera oportuno se pueden añadir más roles:
 - a) Un árbitro, que dirige el asalto (si no hay anotador, también anota los resultados de la poule) (*Figura 2*).
 - b) Dos asesores, con la función de ayudar al árbitro a observar si ha habido tocado válido. Si sólo hay un asesor, se situará en la banda contraria a la zona de combate, desde donde observará los tocados que no son accesibles al campo visual del árbitro.
 - c) Un anotador, que se responsabiliza de anotar los resultados en la correspondiente hoja (*poule*) y establecer el orden de participación.
5. El árbitro sanciona con tarjeta amarilla o roja las infracciones de los tiradores.

Tabla 2

Elementos de reglamento y arbitraje adaptados al sable espuma.

N.º	Nombre/Número	1	2	3	4	5	6	V	Vic/As	Td	Tr	Td - Tr	Clas.
1	Laura		V	V	V	V	V	5	1	25	7	18	1
2	Tomás	1		V	V	V	4	3	0,6	20	19	1	3
3	Andrea	2	4		V	V	V	3	0,6	21	17	4	2
4	Álex	2	4	0		2	V	1	0,2	13	24	-11	5
5	Mónica	0	1	4	V		1	1	0,2	11	22	-11	6
6	Rafa	2	V	3	4	V		2	0,4	19	20	-1	4

v = Victorias en los asaltos. Vic/As = Victorias por número de asaltos. Td = Tocados dados. Tr = Tocados recibidos. Td - Tr = Tocados dados menos tocados recibidos.
Clas. = Clasificación.

Figura 2

Ejemplo de una poule entre 6 participantes. En horizontal el resultado conseguido y en vertical el del rival. Las victorias se anotan con una "V" y las derrotas con los tocados recibidos. En el recuento, cada "V" equivale al número de tocados del asalto (5, o los que el profesor decida).

Actividades de evaluación y criterios

Evaluación inicial

Como evaluación inicial proponemos que el alumnado conteste un breve cuestionario para valorar sus conocimientos previos, con preguntas como:

- ¿Conoces el deporte de la esgrima?
- ¿Lo has visto alguna vez en la televisión o has asistido a alguna competición?
- ¿Cuál crees que es el objetivo para conseguir ganar un punto?
- ¿Cómo se gana un asalto?

Consejo metodológico

También podemos hacer una valoración procedimental inicial al observar los primeros juegos. En éstos veremos si el alumnado gestiona la distancia para procurar tocar y no ser tocado, si perfila el cuerpo y flexiona las piernas, si adelanta la mano armada amenazando al rival y protegiendo su cuerpo y, también, si cuida el material y respeta a los compañeros en estas fases de juego menos acotadas.

Evaluación formativa

Según los diferentes objetivos de la unidad didáctica, la evaluación se distribuirá de la siguiente manera:

- Contenidos procedimentales: objetivos 1, 2 y 3.
Fichas de evaluación 1, 2, 3 y 4.
- Contenidos conceptuales: objetivos 4 y 5.
Fichas de evaluación 5 y 6.
- Contenidos actitudinales: objetivos 6 y 7.
Ficha de evaluación 7.

Presentación de las fichas

Para cada objetivo se ha diseñado una ficha de evaluación (figs. 3 a 9) que nos será muy útil para la elaboración de los instrumentos de evaluación de la unidad didáctica. En esta ficha se encuentra en primer lugar la actividad que servirá para evaluar el objetivo que se pretende, y en segundo lugar, los criterios para evaluarlo.

Consejo metodológico

Se puede aprovechar la fase de análisis de resultados (la parte final) de las últimas dos sesiones de la unidad didáctica para evaluar los dos últimos objetivos.

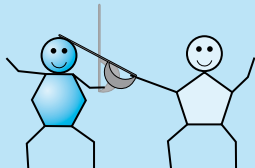
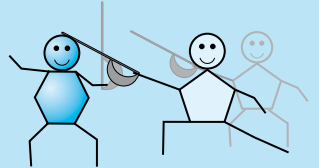
Evaluación sumativa

Con las 7 fichas de evaluación, el profesorado obtendrá una puntuación de cada alumno entre 0 y 20 puntos. Dividiendo por dos la suma de puntos conseguidos obtendremos la evaluación final de cada alumno.

UD Esgrima:

FICHA DE EVALUACIÓN 1

OBJETIVO 1 Reconocer la distancia individual con la utilización del sable espuma

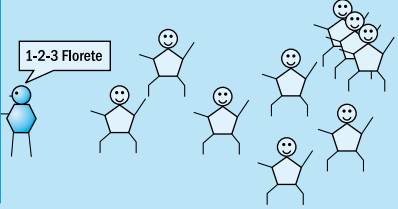
Actividad de evaluación	Criterios de evaluación: Bien = 1 Regular = 0,5 Mal = 0					
Práctica de los ataques y las paradas de 3.ª, 4.ª y 5.ª Valoramos la acción de ataque El alumno evaluado realiza una primera acción de ataque (elemento evaluado). Posteriormente la repite, pero el compañero hace la parada correspondiente	Sin desplazamiento 			Con un fondo 		
	• Cuerpo equilibrado en el tocado • Toca con golpe de dedos			• Cuerpo equilibrado en el tocado • Toca con golpe de dedos • Sale antes el brazo que las piernas		
Alumno	Bien	Regular	Mal	Bien	Regular	Mal

▲
Figura 3

UD Esgrima:

FICHA DE EVALUACIÓN 2

OBJETIVO 2 Ejecutar de manera correcta los desplazamientos: el marchar

Actividad de evaluación	Criterios de evaluación: Bien = 1 Regular = 0,5 Mal = 0					
Juego: "1-2-3 florete" a) Evaluamos la marcha del alumno b) Evaluamos la estabilidad de la guardia después de un desplazamiento						
	Marchar • Inicio con la pierna de delante • Se desplaza sin hacer saltos • Tiene las piernas semiflexionadas			Estabilidad de la guardia después de un desplazamiento • Recupera el equilibrio en la guardia • Tiene las piernas semiflexionadas • Mantiene los pies separados		
Alumno	Bien	Regular	Mal	Bien	Regular	Mal

▲
Figura 4

UD Esgrima:

FICHA DE EVALUACIÓN 3

OBJETIVO 2 Ejecutar de manera correcta los desplazamientos: romper y fondo

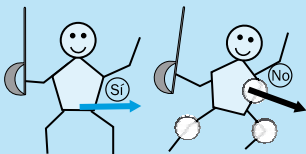
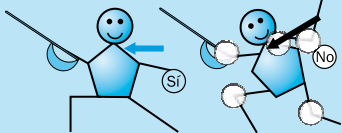
Actividad de evaluación	Criterios de evaluación: Bien = 1 Regular = 0,5 Mal = 0					
Juego: “ataque con 2 marchar y fondo” y defensa con la distancia a) Evaluamos la fase final del fondo del alumno que realiza el ataque b) Evaluamos la fase final del romper del alumno que realiza la acción defensiva	Romper (fase final) 			Fondo (fase final) 		
	• Mantiene el cuerpo equilibrado • Pierna anterior semiflexionada • Pierna posterior semiflexionada			• Mantiene el cuerpo equilibrado y estira el brazo • Pierna anterior en flexión (bloqueo) • Pierna posterior en extensión		
Alumno	Bien	Regular	Mal	Bien	Regular	Mal

Figura 5

UD Esgrima:

FICHA DE EVALUACIÓN 4

OBJETIVO 3 Adquirir un dominio básico de las técnicas básicas: ataques, paradas y respuestas

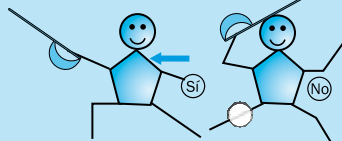
Actividad de evaluación	Criterios de evaluación: Bien = 1 Regular = 0,5 Mal = 0					
Serie de combinación de ejercicios de parada y respuesta “A” ataca con fondo a la cabeza. “B” para 5. ^a y “A” vuelve a la guardia. “B” responde (fondo) a) Evaluamos la parada de “B” b) Evaluamos la respuesta de “B” con fondo	Parada de 5.^a 			Respuesta con fondo 		
	• Mantiene el equilibrio en la parada • Bloqueo de la parada (no extensión) • Piernas semiflexionadas			• Inicio con el brazo (no con las piernas) • Extensión hacia delante del brazo (no armarlo detrás o arriba)		
Alumno	Bien	Regular	Mal	Bien	Regular	Mal

Figura 6

UD Esgrima:**FICHA DE EVALUACIÓN 5****OBJETIVO 4** Diferenciar las acciones de la esgrima: ofensiva, defensiva y contraofensiva**Actividad de evaluación:** Cuestionario**Criterios de evaluación:** 4 preguntas; 0,5 puntos por pregunta correcta (Escoje una única opción de respuesta)**Alumno****1. ¿Qué diferencia hay entre una respuesta y un contraataque?**

- a) Ninguna, son iguales.
- b) La respuesta es una acción defensiva y el contraataque ofensiva.
- c) El contraataque se realiza después de una parada y la respuesta no.
- d) La respuesta es una acción ofensiva y el contraataque no.

2. Si un tirador hace dos romper con el objetivo de hacer fracasar el ataque del rival, ¿qué está haciendo?

- a) Una acción contraofensiva.
- b) Una acción defensiva.
- c) Una acción ofensiva.
- d) Una acción de preparación para hacer un tocado.

3. ¿Cuál es la característica de una acción contraofensiva?

- a) Que siempre gana el tocado.
- b) Que tiene la iniciativa en la acción.
- c) Que no tiene la iniciativa de la acción.
- d) Que se anticipa, y eso siempre es bueno.

4. ¿Qué diferencia hay entre un ataque y un contraataque?

- a) Ninguna, son iguales.
- b) El ataque es una acción ofensiva y el contraataque una acción defensiva.
- c) Con el ataque se busca el tocado, mientras que en el contraataque no.
- d) El ataque es una acción ofensiva y el contraataque no.

Respuestas correctas:

- Pregunta 1: d)
- Pregunta 2: b)
- Pregunta 3: c)
- Pregunta 4: d)

▲
Figura 7

UD Esgrima:

FICHA DE EVALUACIÓN 6

OBJETIVO 5 Reconocer los principales elementos del arbitraje: la aplicación del reglamento y la dirección del combate mediante las voces del árbitro y la frase de armas

Actividad de evaluación: Cuestionario

Criterios de evaluación: 4 preguntas; 0,5 puntos por pregunta correcta (Escoje una única opción de respuesta)

Alumno

1. ¿Qué dice el árbitro al comenzar cada tocado?

- a) ¿Preparados? ¿Listos? ¡Ya!
- b) ¿Preparados? ¿En guardia? ¡Adelante!
- c) ¿En guardia? ¡Adelante!
- d) ¡En guardia! ¿Preparados? ¡Adelante!

2. ¿Qué hará el árbitro cuando un tirador sale con los dos pies por el límite posterior de la pista?

- a) Dirá: "¡Alto!" y le pedirá que vuelva a entrar en la pista.
- b) Dirá: "¡Alto!" y le sancionará con un tocado en contra.
- c) Le sancionará con un tocado en contra.
- d) Le pedirá que vuelva a entrar en la pista.

3. ¿Cuál es la función del asesor?

- a) Observar el asalto y decidir en caso que el árbitro se despiste.
- b) Asesorar al árbitro dando su opinión de cómo ha visto las acciones.
- c) Observar los tocados que recibe uno de los dos tiradores y comunicarlo al árbitro.
- d) Observar el asalto y asesorar tácticamente a los tiradores.

4. ¿Qué hará el árbitro si un tirador le protesta una decisión?

- a) Discutirá con él.
- b) Lo expulsará del combate.
- c) Le sancionará con una tarjeta amarilla y le invitará a ponerse en guardia.
- d) Le estrechará la mano, le dará la razón y seguirá el combate sin problemas.

Respuestas correctas:

- Pregunta 1: d)
- Pregunta 2: b)
- Pregunta 3: c)
- Pregunta 4: c)

Figura 8

UD Esgrima:**FICHA DE EVALUACIÓN 7**

OBJETIVOS 6 y 7 Respetar la aplicación del reglamento por parte de los compañeros.
Saludar a los compañeros antes y después de cada tarea.

Criterios de evaluación: Se parte de 8 puntos positivos. Para cada conducta no correcta durante el desarrollo de la unidad didáctica hay una penalización de 0,25 puntos

Penalizaciones/Alumno:	1	2	3	4	5	Total
Tajetas amarillas						
Tarjetas rojas (doble penalización)						
No saludar al inicio o final de un asalto o actividad						
Faltar al respeto a un compañero o profesor						
...						

Figura 9

La distribución por contenidos será la siguiente:

- Contenidos procedimentales: 0 a 8 puntos: 40 % de la nota.
 - En cada ficha se valoran dos actividades (0, 0,5 o 1 punto por actividad).
- Contenidos conceptuales: 0 a 4 puntos: 20 % de la nota.
 - Cada ficha equivale a un cuestionario (0 a 2 puntos por ficha).
- Contenidos actitudinales: 0 a 8 puntos: 40 % de la nota.
 - Hoja de registro actitudinal. El alumnado tiene una posición de salida con 8 puntos positivos, de los cuales el profesorado restará las diferentes penalizaciones siguiendo los criterios establecidos en la ficha. Se utiliza durante toda la unidad didáctica y los ítems a valorar son activados por el profesorado a medida que los explica.

Temporalización

Véase *tabla 3* (página siguiente).

Estrategias didácticas

Estilos de enseñanza

El profesorado puede utilizar estrategias diferenciadas con el fin de presentar los contenidos de esgrima al alumnado. Los estilos de enseñanza reproductivos, sobre todo mando directo y asignación de tareas, ayudarán al alumnado a fijar elementos técnicos en base a la imitación y repetición de técnicas, mientras que los estilos de enseñanza productivos, sobre todo descubrimiento guiado y resolución de problemas, desarrollarán el pensamiento táctico de este deporte de oposición.

Del mismo modo, el orden de aparición de estos contenidos también puede ser gestionado diferencialmente por los docentes. Por ejemplo, hay quien prefiere fijar los diferentes elementos técnicos antes de iniciar situaciones de juego, mientras que hay quienes prefieren que sea el alumnado quien los vaya descubriendo de manera paulatina presentándole los diferentes elementos tácticos y reglamentarios a medida que se conocen las técnicas específicas.

Sesión	Objetivos	Contenidos	Actividades de enseñanza-aprendizaje	Evaluación
1		• Presentación de la UD y evaluación inicial	Presentación de la UD y cumplimentación de un cuestionario sobre la esgrima	Inicial
	1 (Distancia)	• Participación activa en las sesiones • Respeto por los compañeros, reglas y materiales • Control de la agresividad en las acciones	Montaje del sable espuma. Juegos de persecución (se añaden variantes): • Todos contra todos: tocar las piernas; cambios de mano; cogerse la parte del cuerpo tocada... • Grupos reducidos: agrupación por colores del sable espuma o numérica (lucha de colores...) • Por parejas: libre, con acotación del espacio de combate	
	2 (Desplazamientos)	• Posición de guardia, marchar y romper	• Ejercicios de aprendizaje dirigidos por el profesor • Tareas de imitación y seguimiento (el espejo, el rey...) y ejercicios de control de la distancia	
2	2	• Combinación de desplazamientos	• Juegos con desplazamientos de esgrima (el pañuelo, relevos, velocidad reacción...) • Control de la distancia de tocado con el rival mediante los desplazamientos	
	1	• Gestión de la distancia individual de tocado • Control de la agresividad en las acciones	• Control de la distancia de tocado con el rival mediante los desplazamientos • Juegos: cambios de ritmo, modificaciones de distancia, diferentes niveles de oposición...	
	3 (Técnicas)	• La toma del arma y el golpe de dedos	• Aprendizaje de la toma del arma y ejercicios de golpe de dedos	
	7 (Saludo)	• El saludo final (apretón de manos)	• Asaltos libres a 3 tocados, con incorporación del saludo antes de cambiar de rival	
3	1 y 2	• Los desplazamientos y el fondo	• Práctica de ejercicios de habilidad con el sable espuma con elementos externos (globos, picas...) • Ejercicios de aprendizaje dirigidos por el profesor y tareas de imitación y seguimiento	
	3	• Los tocados de corte a diferentes blancos	• Selección de diferentes blancos de tocado y diferentes ritmos de ejecución • Ejercicios de “defensa con la distancia”, dejando corto el ataque de los rivales	
	4 (Acciones)	• Acciones ofensivas y defensivas	• Juego: “ataque con 2 marchar y fondo”: y defensa con la distancia (y variantes)	
	7	• El saludo previo (con el arma)	• Incorporamos el saludo previo en cada cambio de pareja (... y también la final)	
4	1, 2 y 4	• La guardia, marchar y romper	• Juegos tradicionales: 1-2-3 “florete” (pica pared)	Objetivo 2; ficha evaluación 2.
	4	• Acciones ofensivas y defensivas	• Juego: “ataque con 2 marchar y fondo”: y defensa con la distancia (y variantes)	
	7	• Aceptación del propio nivel de ejecución		
	1 y 3	• Las paradas		• Aprendizaje de las paradas de 3.ª, 4.ª y 5.ª
	5 (Arbitraje)	• Las voces del árbitro	• Asaltos libres a 3 tocados, con incorporación de la figura del árbitro	

Tabla 3
Temporalización.

Sesión	Objetivos	Contenidos	Actividades de enseñanza-aprendizaje	Evaluación
5	3	• Las respuestas	• Ejercicios de aprendizaje y práctica de las respuestas tras cada parada.	Objetivo 2; ficha evaluación 3.
	2	• Desplazamientos de esgrima y distancia	• Juego: “ataque con 2 marchar y fondo” y defensa con la distancia	
	5	• La reglamentación adaptada al sable espuma	• Explicación de la pista, la duración del asalto y la forma de tocar y ganar los puntos	
6	1 y 3	• Las paradas y respuestas	• Práctica de las paradas de 3.ª, 4.ª y 5.ª y aprendizaje de las respuestas	
	4	• Acciones contraofensivas	• Forma jugada: “ataque 2 marchar y fondo” y defensa con distancia, introduciendo el contraataque	
	5	• La reglamentación adaptada al sable espuma	• Asaltos con arbitraje aplicando la normativa sencilla	
7	4	• Las acciones de esgrima	• Explicación teórica de las acciones de esgrima: aplicaciones tácticas y reglamentarias	
	5	• Los roles de árbitro, de asesor y de anotador	• Asaltos con arbitraje y asesores aplicando la normativa sencilla	
	3	• Realización de la técnica de mano del sable	• Series de combinación de ejercicios de parada y respuesta	
8	5	• Los roles de árbitro, de asesor y de anotador • La reglamentación adaptada al sable espuma	• Explicación del funcionamiento de una poule y del sistema de anotación	Objetivo 3; ficha evaluación 4.
	2 y 7	• Control de la agresividad en las acciones	• Progresiones de ejercicios sobre ataques, paradas de 3.ª, 4.ª y 5.ª y las respuestas	
	5	• La reglamentación adaptada al sable espuma	• Explicación del funcionamiento de una poule y del sistema de anotación	
9	6 y 7 (Respeto)	• Aceptación de los diferentes roles • Reconocimiento de tocados recibidos o no dados • Aplicación de los valores en la esgrima	• Realización de diferentes “poules” (liguillas). Cada “poule” se autogestiona con la asignación de los diferentes roles: tirador, árbitro, asesor, anotador	Objetivos 6 y 7; ficha evaluación 7.
	4	Diferenciar las acciones de la esgrima	• Cuestionario	
	6 y 7	• Aceptación de los diferentes roles • Reconocimiento de tocados recibidos o no dados • Aplicación de los valores en la esgrima	• Realización de diferentes “poules” (liguillas). Cada “poule” se autogestiona con la asignación de los diferentes roles: tirador, árbitro, asesor, anotador. • Continuar la competición en un sistema de eliminación directa	
10	5	Reconocer los rasgos básicos del arbitraje	• La reglamentación y el arbitraje (cuestionario)	Objetivo 5; Ficha evaluación 6.

Tabla 3 (Continuación)
Temporalización.

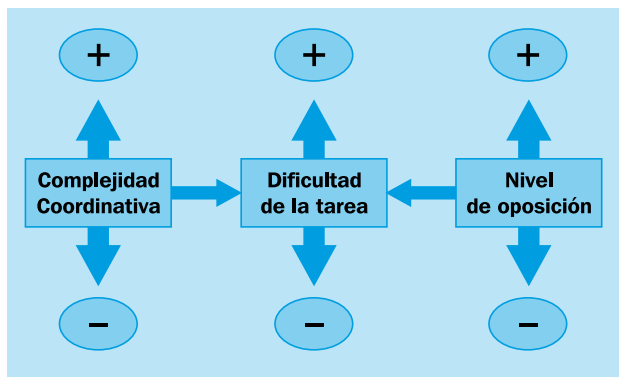


Figura 10

Condicionantes metodológicos en la graduación de la dificultad de la tarea en la propuesta de progresión de ejercicios en la esgrima (Iglesias, 2004).

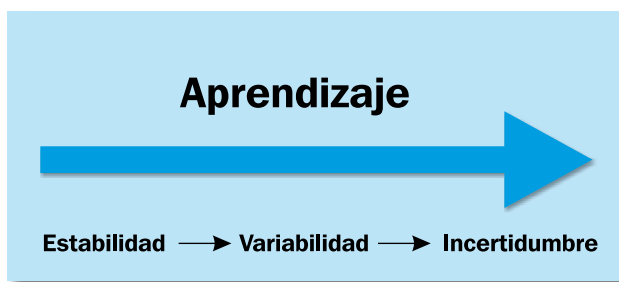


Figura 11

Progresión del aprendizaje en la esgrima.

Independientemente de la estrategia utilizada, el docente debe proponer situaciones técnico-tácticas asumibles para el alumnado según su nivel de asimilación motriz y cognitivo. Por ello resulta conveniente que la **dificultad de las tareas** propuestas por el profesorado se articule en base a dos grandes condicionantes: en primer lugar, la **complejidad coordinativa** que supone para el alumnado la realización de un determinado ejercicio a un ritmo concreto; en segundo lugar, el **nivel de oposición** (colaboración-oposición) que pone el compañero-rival en función del ejercicio (fig. 10).

De este modo, el profesorado incrementará la dificultad de los ejercicios a medida que comprueba el nivel de logro de los objetivos de cada uno de ellos por parte del alumnado (por ejemplo, realizar correctamente 2 de cada 3 acciones). Para aumentar la dificultad puede proponer nuevos elementos técnicos, solicitar al alumnado la ejecución de técnicas a una velocidad de ejecución más elevada, pedir una combinación de desplazamientos

más compleja, o, finalmente, proponer al compañero-rival que deje de colaborar en el ejercicio para convertirse en un rival y realizar oposición.

Para profundizar en la enseñanza de la esgrima

En unidades didácticas de pocas sesiones no disponemos de demasiado tiempo para detenernos en la corrección técnica, cuando menos en su detalle, pero si el planteamiento es de unidades de programación de mayor volumen horario, debemos considerar que en la progresión de los contenidos técnicos se debería mantener la coherencia del proceso de aprendizaje de un deporte individual, de oposición e interacción como es la esgrima. La progresión de los elementos técnicos se debe hacer según los siguientes criterios progresivos (fig. 11):

- Estabilidad del aprendizaje técnico: el alumnado debe ser capaz de reproducir el gesto aprendido en iguales condiciones (el compañero colabora).
- Variabilidad en la aplicación técnica: el alumnado adapta los elementos aprendidos a diferentes situaciones como el ritmo de ejecución o la distancia del compañero (el compañero dificulta).
- Incertidumbre en la situación: el alumnado debe ser capaz de tomar la decisión correcta, utilizando la técnica como instrumento, en las diferentes situaciones que se producen (el compañero se opone).

Referencias bibliográficas

Lecturas básicas

Alarcía, L.; Alonso C. J. y Saucedo, F. (2000). *Esgrima con sables de espuma*. Madrid: Esteban Sanz.

En este libro encontraréis información ampliada sobre los contenidos de la esgrima trabajados en este artículo, así como de otras propuestas y un interesante desarrollo metodológico basado en el pensamiento táctico.

Iglesias, X. (1991). *Esgrima. Colección "Seréis campeones"*, núm.7: Barcelona: La Vanguardia.

En este librito encontraréis información básica sobre los fundamentos técnicos, didácticos y reglamentarios de la esgrima.

Alarcía, L.; Alonso, C. y Saucedo, F. (1999). La esgrima: relación con el currículum de E.F. y adaptaciones para su implantación. *Revista Española de Educación Física y Deportes* (6), 2:5-10.

Alonso, C. J.; Saucedo, F. y Alarcía, L. (1998). La esgrima como contenido educativo en la Educación Física. *Revista de Educación Física* (72), 33-37.

Barceló, G.; Palmero, A. y Herrera, V. (2003). *Capbussa't a la pisci-*

- na. Unitat de programació per al cicle superior de primària. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.
- Bastianini, L.; Di Cio, A. y Gori, M. (1996). *La scherma come gioco e sport*. Roma: Società stampa Sportiva.
- Daza, G. y González Arévalo, C. (1996). *Llança't al Mini-Handbol!* Unitat de programació. Barcelona: Federació Catalana d'Handbol.
- (1997). *Handbol?... Quina passada!* Crèdit comú per secundària. Barcelona: Federació Catalana d'Handbol.
- Departament d'Ensenyament (2002). *Curriculum d'Educació Física*. Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya.
- FFE - Fédération Française d'Escrime. *Manuel de l'escrime scolaire*. París: Fédération Française d'Escrime.
- Fullana, T.; Hernando, A. y Cardona, M. (2003). *Llança't a l'aigua*. Crèdit variable per a primer cicle de secundària. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.
- González Arévalo, C. (2005). El proceso de programación en la enseñanza de la actividad física y el deporte. *Apunts. Educación Física y Deportes* (80), 20-28.
- Iglesias, X. (2004). *Iniciació a l'esgrima en l'àmbit escolar mitjançant materials alternatius*. Institut Nacional de Educació Física de Catalunya. XII Cursos de verano de la educación física y el deporte. Barcelona, 28 de junio al 2 de julio de 2004.
- Popelin, D. (2002). *Escrime. Enseignement et entraînement*. París: Amphora.
- Revenu D. (1985). *Initiation à l'escrime, une démarche pour l'école*. París: Vigot.
- Touchard, Y. (ed.). (1990). *Les sports de combat, les jeux d'opposition à l'école élémentaire*. Octubre de 1990. París: Revue EPS.
- Zatsiorski, V. M. (1989). *Metrología deportiva*. La Habana: Pueblo y Educación.

Valoración de la influencia de la práctica del fútbol en la evolución de la fuerza, la flexibilidad y la velocidad en población infantil

SILVIA SEDANO CAMPO*

*Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
Becaria del Ministerio de Educación y Ciencia.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
Universidad de León*

GONZALO CUADRADO SÁENZ**

*Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
Profesor de Teoría y Práctica del Entrenamiento Deportivo
en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
Universidad de León*

JUAN CARLOS REDONDO CASTÁN***

*Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales.
Profesor de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
Universidad de León*

Correspondencia con autores/as

* ssedc@unileon.es

** gcuas@unileon.es

*** jc.castan@unileon.es

Resumen

El objetivo del estudio es valorar la influencia que la práctica regular del fútbol tiene sobre algunos aspectos de la condición física (fuerza explosiva del tren inferior, flexibilidad y velocidad) en niños de entre 7 y 14 años. Por otro lado también pretendemos determinar la correlación existente entre las tres capacidades evaluadas, comparar los resultados con población infantil general y analizar las posibles influencias que la práctica de este deporte puede tener en el desarrollo evolutivo.

La muestra se compone de 106 niños que practican fútbol federado en clubes de la comunidad de Castilla y León.

En primer lugar determinamos el peso y la talla de cada participante en el estudio y posteriormente pasamos tres pruebas de valoración de la condición física que forman parte de la batería EUROFIT: Flexión de tronco desde posición de sentados, salto horizontal y carrera de 10 x 5 m ida y vuelta.

Se observa la importante influencia que la práctica del fútbol tiene en la flexibilidad y la velocidad cuando comparamos los datos con los obtenidos en escolares de la misma comunidad autónoma. Se observa también la correlación fuerte y positiva existente entre la fuerza y la velocidad.

Palabras clave

Fútbol, Escolares, Fuerza explosiva, Flexibilidad, Velocidad, EUROFIT.

Abstract

The influence of the practice of football in the evolution of the strenght, the flexibility and the speed in schoolboys

The aim of this research is to assess the influence of the usual practice of football on some factors of psyshical condition, (explosive strength of legs, flexibility and speed) in boys from 7 to 14 years old. On the other hand we want to assess the correlation among this factors, to compare the results with children who don't play football and to analize the influence of this sport in the growth.

The sample (n) is formed by 106 boys who practice federate football in the autonomous community of Castilla and León.

In first place we assessed the weight and the height of participants and then, we made three tests of assessment of psyshical condition that are integrated in EUROFIT: flexion of the trunk from seated position, horizontal jump and run 10 x 5 m.

The data show the influence of the practice of football in the flexibility and speed when we compared the data with schoolboys of the same autonomous comunnity. They also show the correlation between strength and speed.

Key words

Football, Schoolboys, Explosive strength, Flexibility, Speed, EUROFIT.

Introducción

El fútbol es uno de los deportes con mayor expansión en la segunda mitad del siglo xx, que ha incrementado notablemente el número de jugadores con licencia federativa, no sólo en categorías absolutas, sino en todos los grupos de edad. Esto ha supuesto un crecimiento del número de escuelas y clubes deportivos en los que los practicantes más jóvenes comienzan su formación deportiva desde la categoría prebenjamín (7 años) hasta cadete (16 años).

En 1988, Eck, Roach, Rosato y Fox (citados por Pablos Abella y Huertas Olmedo, 2000) afirman que el fútbol puede considerarse un “deporte mixto” donde se unen una duración larga del esfuerzo moderado, en el que el sistema aeróbico suministra constante energía, y gran número de acciones explosivas de intensidad máxima o submáxima donde cobra notable importancia el sistema anaeróbico. Aunque esas acciones a la máxima intensidad son minoritarias, su papel es importante para el desarrollo del juego. El número de sprints realizados por los jugadores en un partido es elevado, sin embargo la duración de los mismos es reducida. Vittori, Really, Winkler y D’Ottavio (citados por este último, 1998) afirman que la duración de los desplazamientos a la máxima intensidad casi nunca es superior a los 3-4 segundos. Este tipo de acciones se repiten hasta 60-70 veces a lo largo de un partido.

Dentro del esfuerzo propio del fútbol no podemos olvidarnos de todas las acciones acíclicas a alta intensidad que se realizan a lo largo de un partido o un entrenamiento (saltos, golpeos, entradas, arrancadas, frenadas, etc.).

Todos estos datos hacen referencia exclusivamente al fútbol de alto nivel. A pesar de que esta estructura del deporte no sea idéntica a la estructura del fútbol infantil, la esencia de las características del esfuerzo sí puede ser extrapolable de un ámbito a otro, aunque con las consiguientes matizaciones.

En el caso que nos ocupa, se puede decir que la fuerza del miembro inferior (extensores de rodilla, flexores de cadera y extensores de tobillo) es una de las capacidades físicas más importantes para la práctica. Además una capacidad como la fuerza influye de manera importante en otras como la capacidad de aceleración, que es básica en este deporte, o en las acciones técnicas, (por ejemplo el golpeo), y además ayuda en la prevención de lesiones. La fuerza explosiva es fundamental, sin olvidarnos de que detrás existe una base de fuerza máxima.

Por su parte la flexibilidad es importante en todos los deportes porque cualquier gesto deportivo tiene una amplitud y hay que tratar de que ésta no se vea reducida

por la falta de desarrollo de dicha capacidad. Este factor es relevante tanto en su vertiente articular (movilidad) como en la muscular (elasticidad y extensibilidad). En nuestro caso la movilidad de la articulación de la cadera es fundamental para el desarrollo del juego, ésta debería permitir evitar descompensaciones y lesiones y realizar los gestos técnicos (sobre todo golpeos) con la amplitud adecuada.

La velocidad es en realidad una capacidad gregaria que depende en gran medida del trabajo de fuerza. Las acciones que determinan el devenir del partido se efectúan a intensidades altas donde la velocidad de realización de gestos y de desplazamientos es decisiva.

A la hora de seleccionar las pruebas a utilizar en este estudio, tuvimos en cuenta las características propias del esfuerzo de los futbolistas y lo que nosotros consideramos factores de rendimiento de esta modalidad deportiva. Contrastando las pruebas de EUROFIT con esos factores consideramos fundamental valorar la fuerza explosiva del tren inferior a través del salto horizontal desde parado, la velocidad con la prueba de carrera de 10 × 5 m ida y vuelta y la flexibilidad mediante la prueba de flexión de tronco desde sentado.

Metodología

Muestra

Para la realización de este estudio se empleó una muestra de 106 niños varones que practicaban fútbol de forma federada en clubes de las nueve provincias de la comunidad autónoma de Castilla y León, en categorías que van desde prebenjamín hasta infantil (7-14 años) con una frecuencia de práctica de 4 horas/semana además de 0,7 partidos/semana. Dicha muestra se extrajo del grupo de participantes en un campus de verano dedicado exclusivamente al fútbol, se dividió en 8 grupos de edad con una distribución homogénea. (Tabla 1).

Edad	Muestra (n)
7	12
8	12
9	14
10	14
11	13
12	15
13	14
14	12

Tabla 1
Distribución de la muestra por edades.

Material

A la hora de determinar el peso y la altura de los sujetos se empleó una balanza Filizola modelo 31, con una capacidad de medición de 0-150 Kg, una precisión de 100 g y una escala antropométrica de 95 hasta 190 cm, con divisiones de 0,5 cm.

Para la tres pruebas de valoración de la condición física fue necesario el siguiente material: Cinta métrica fiberglass, tiza, dos colchonetas, cronómetro marca CASIO, modelo STR 111, cuatro conos pequeños, cinta adhesiva, regla de 30 cm de longitud y 4 de anchura y un cajón de madera de 35 cm de longitud, 45 cm de anchura y 32 cm de altura sobre el cual se colocó una placa de 55 cm de largo y 45 cm de ancho, sobresaliendo 15 cm en la zona donde se apoyan los pies. Esta placa estaba graduada de -15 a 50 cm, situándose el punto 0 a la altura de la punta de los pies.

Para el análisis de datos se utilizó un ordenador portátil Pentium IV con el sistema operativo Windows XP (Home edition), una impresora Deskjet 710 C – Hewlett Packard (HP), el editor de texto WinWord 2000, la hoja de cálculo Excel 2000 y el paquete SPSS 13.0 para Windows.

Procedimiento

Tras concretar el protocolo de realización de las pruebas se solicitó el permiso previo a los responsables del campus y se explicó a todos los monitores y participantes los objetivos del estudio, solicitando su colaboración voluntaria.

El primer día del campus, por la mañana se tomaron las medidas de peso y talla de los participantes y durante el segundo, tercer y cuarto días se llevaron a cabo las pruebas específicas tomadas de la batería EUROFIT. El orden de las pruebas fue siempre el mismo (flexibilidad, fuerza explosiva y velocidad-coordinación) tal y como se indica en la batería EUROFIT. A continuación se exponen los protocolos de actuación seguidos en cada caso:

Flexión de tronco (valoración de la flexibilidad)

El individuo evaluado se sienta frente al cajón apoyando la planta de los pies en la parte frontal del mismo y la punta de los dedos en el borde de la placa superior del cajón. Desde esa posición y sin doblar las rodillas tiene que flexionar el tronco hacia delante empujando la regla lo más lejos posible. La prueba se repite dos veces y se registra el punto de flexión máxima en el que el individuo es capaz de mantenerse inmóvil.

Salto horizontal (valoración de la fuerza explosiva)

El sujeto se sitúa parado tras una línea con los pies paralelos y separados. A partir de ahí tiene que realizar un salto hacia delante cayendo al suelo con los pies juntos. El test se realiza dos veces registrándose la mejor marca, tomando como referencia el centímetro inferior obtenido por la línea de contacto de los talones con el suelo.

Carrera de ida y vuelta 10 x 5 m (valoración de la velocidad-coordinación)

Se marcan dos líneas con cinta adhesiva sobre el suelo, paralelas entre sí, con una anchura de 1,20 m y separadas por 5 m. A ambos lados de las líneas se colocan dos conos para señalar mejor su situación. Para iniciar el test, el ejecutante tiene que colocarse detrás de una de las dos líneas y, a la señal, correr a la máxima velocidad hasta superar con ambos pies la otra línea, girarse y volver al máximo al punto de partida. El ciclo se repite cinco veces, siempre a la máxima velocidad. Sólo se ejecuta una vez, registrándose el tiempo en décimas de segundo.

Tras haber efectuado todas las pruebas, se procedió a ordenar los datos y a tratarlos estadística y gráficamente para compararlos con otros estudios encontrados en la bibliografía revisada.

Resultados

Estadística descriptiva

Flexión de tronco (Tabla 2, Figura 1)

Se obtienen resultados muy bajos en todos los grupos de edad. Mención especial merece el grupo de 11 y el de 14 años en los que el resultado es negativo y donde se observó durante la realización de las pruebas una dificultad generalizada para alcanzar el punto 0 de la escala métrica del cajón.

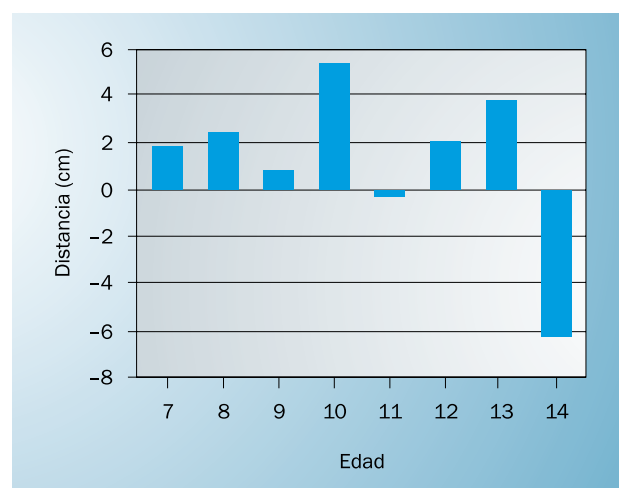
La flexibilidad es una capacidad que involuciona a partir de los 3 años. En los resultados de esta prueba no se observa de manera clara esa involución, sin embargo sí se aprecia que el punto más bajo de flexibilidad se corresponde con la fase de la pubertad, donde se aceleran las pérdidas, especialmente si ésta no se trabaja.

Sorprenden los bajos resultados obtenidos por los niños de 7, 8 y 9 años, en los que en teoría todavía no se han debido producir pérdidas importantes de esta capacidad.

Edad	Flex. Tronco (Media $\pm$ SD)
7	1,75 $\pm$ 3,5
8	2,33 $\pm$ 2,73
9	0,7 $\pm$ 6,66
10	5,30 $\pm$ 4,02
11	-0,19 $\pm$ 4,46
12	1,91 $\pm$ 5,38
13	3,75 $\pm$ 8,27
14	-6,16 $\pm$ 9,49

Tabla 2

Resultados flexión de tronco (cm).

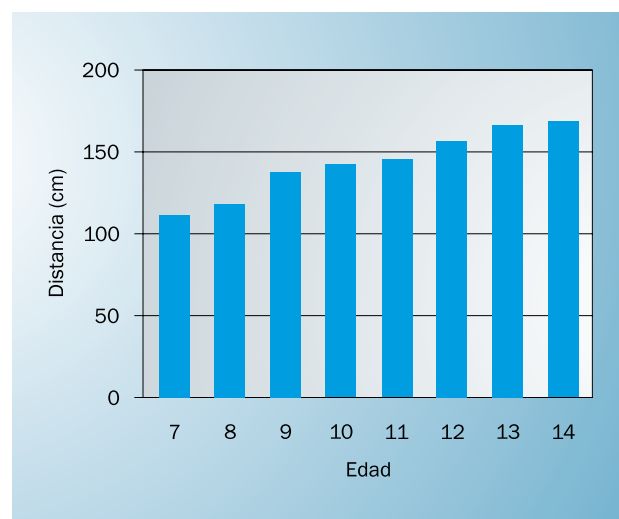
**Figura 1**

Resultados en la prueba de flexión de tronco.

Edad	Salto horizontal (Media $\pm$ SD)
7	110,25 $\pm$ 15,17
8	117,66 $\pm$ 21,22
9	137,2 $\pm$ 17,82
10	142,84 $\pm$ 16,06
11	144,04 $\pm$ 13,01
12	155,76 $\pm$ 18,35
13	166 $\pm$ 32,84
14	168,33 $\pm$ 14,06

Tabla 3

Resultados salto horizontal (cm).

**Figura 2**

Resultados en la prueba de salto horizontal.

Salto horizontal (Tabla 3, Figura 2)

Se observa una evolución lógica en la que a medida que los individuos son mayores obtienen mejores resultados. En los datos se observa un salto cuantitativo relativamente importante entre los 7 y los 9 años. Esta mejora en la fuerza explosiva puede relacionarse con la mejora en la coordinación que se produce aproximadamente a esas edades. La mejora en la fuerza que se da entre los 12 y los 14 años no se debe tanto a la mejora de la coordinación como al mayor desarrollo muscular.

Carrera 10 X 5 m ida y vuelta (Tabla 4, Figura 3)

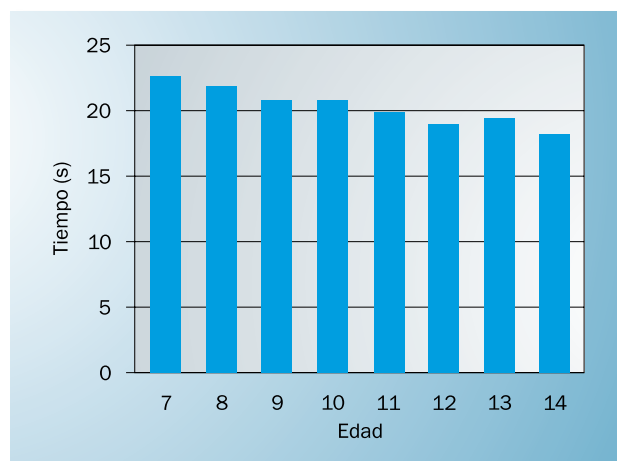
En el caso de la carrera 10 $\times$ 5 m ida y vuelta, en la que valoramos la velocidad, los resultados obtenidos muestran una evolución normal en la que a medida que los individuos van siendo mayores también son más rápidos.

La velocidad depende en gran medida del desarrollo de la fuerza. Si analizamos los datos obtenidos podemos ver que precisamente en las fases en las que más se mejora la fuerza es en las que también disminuye el tiempo empleado en recorrer la distancia. Entre los 7 y los 9 años

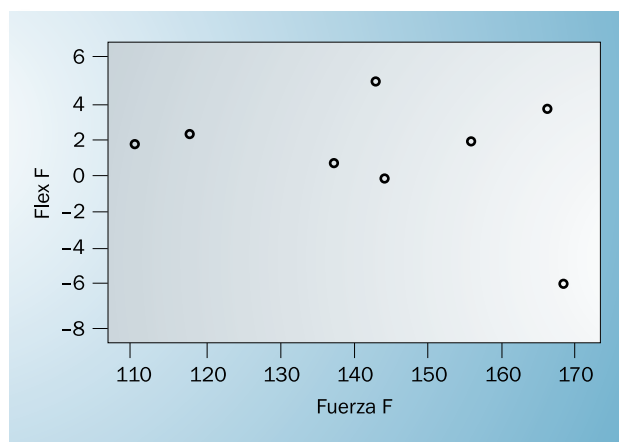
Edad	Carrera 10 x 5 ida y vuelta (Media $\pm$ SD)
7	22,52 $\pm$ 1,59
8	21,73 $\pm$ 1,24
9	20,58 $\pm$ 1,13
10	20,54 $\pm$ 1,25
11	19,90 $\pm$ 1,49
12	18,77 $\pm$ 0,94
13	19,19 $\pm$ 1,73
14	17,91 $\pm$ 0,52

Tabla 4

Resultados carrera 10 x 5 m ida y vuelta (s).

**Figura 3**

Resultados en la prueba de carrera 10 x 5 m ida y vuelta.

**Figura 4**

Correlación flexibilidad-fuerza.

se observa una mejora que de nuevo podemos vincular al desarrollo de la coordinación. Posteriormente, la mejora que se produce a los 13-14 años debemos atribuirla a ese incremento en la fuerza.

Estadística inferencial

Para conocer la relación existente entre las tres variables de condición física evaluadas (flexibilidad, fuerza y velocidad) utilizamos el coeficiente de correlación de Pearson (r).

Flexibilidad-Fuerza

El coeficiente de correlación de Pearson calculado para este caso resulta ser negativo ($r = -0,328$). No

existe una correlación significativa entre ambas variables apareciendo una dispersión importante, tal y como se muestra en la *figura 4*.

Podemos afirmar que, contra lo que se suele pensar, no existe una relación aparente entre las variables de flexibilidad y fuerza.

Flexibilidad-velocidad

En la relación existente entre estas dos variables ocurre algo parecido al caso anterior y es que la correlación, aunque positiva, es baja, con un nivel de significación estadística reducido. ($r = 0,489$).

De nuevo podemos afirmar que en la población de futbolistas analizada no existen relaciones que puedan considerarse importantes entre las variables de flexibilidad y de velocidad. Esto se observa claramente en la *figura 5* donde la dispersión de los puntos, aunque en menor medida que en el caso anterior, es clara.

Fuerza-velocidad

A la hora de hablar de la relación existente entre las variables de condición física analizadas, éste es el único caso en el que aparece una correlación realmente elevada ($r = -0,966$) (*figura 6*)

La correlación es fuerte y negativa porque a mayor fuerza menos tiempo tarda el sujeto en recorrer la distancia estipulada. Los sujetos que han obtenido valores superiores en fuerza obtienen valores inferiores en el tiempo. En realidad la correlación entre fuerza y velocidad es fuerte y positiva, aunque en los resultados esta-

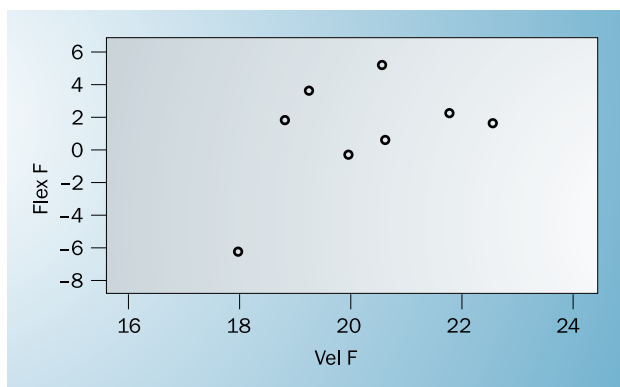


Figura 5
Correlación flexibilidad-velocidad.

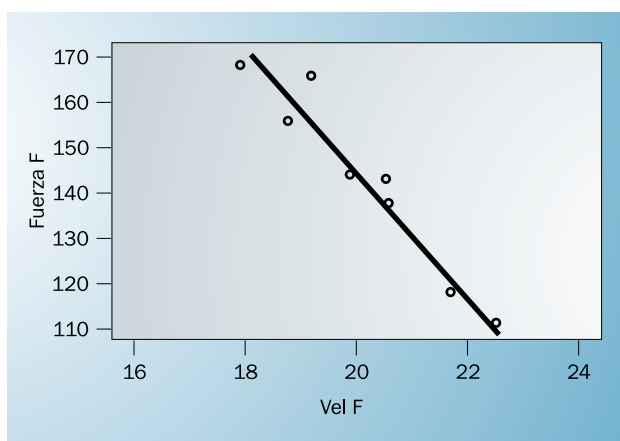


Figura 6
Correlación fuerza-velocidad.

Edad	Media escolares CyL (cm)	Media futbolistas (cm)
7	17,05	1,75
8	17,83	2,33
9	16,82	0,7
10	15,83	5,30
11	15,54	-0,19
12	13,72	1,91
13	14,73	3,75
14	15,75	-6,16

Tabla 5
Medias de flexión tronco escolares vs. futbolistas.

Edad	Media escolares CyL (cm)	Media futbolistas (cm)
7	110,21	110,25
8	119,3	117,66
9	120,96	137,2
10	138,89	142,84
11	143,78	144,04
12	148,79	155,76
13	147,86	166
14	168,33	168,33

Tabla 6
Medias de salto horizontal escolares vs. futbolistas.

Edad	Media escolares CyL (cm)	Media futbolistas (cm)
7	24,61	22,52
8	23,44	21,73
9	23,01	20,58
10	21,96	20,54
11	21,42	19,90
12	21,45	18,77
13	20,74	19,19
14	20,6	17,91

Tabla 7
Medias de carrera 10 x 5 ida y vuelta escolares vs. futbolistas.

dísticos aparece como fuerte y negativa, con motivo de los parámetros utilizados para evaluar la capacidad de velocidad.

Dentro de la estadística inferencial hay que hacer mención al estudio comparativo que realizamos entre nuestros datos y los que Cuadrado y cols. (2005) obtienen en un estudio realizado con la población escolar de Castilla y León (*tablas 5, 6 y 7*). Para realizar ese análisis comparativo lo que hemos utilizado es un análisis de la varianza de un solo factor (ANOVA) con un intervalo

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Flexión de tronco	Inter-grupos	868,481	1	868,481	129,467	0,000
	Intra-grupos	93,914	4.914	6,708		
	Total	962,395	4.915			
Salto horizontal	Inter-grupos	120,780	1	120,780	0,299	0,593
	Intra-grupos	5.658,158	4.914	404,154		
	Total	5.778,938	4.915			
Carrera 10 x 5 m	Inter-grupos	16,181	1	16,181	7,486	0,016
	Intra-grupos	30,261	4.913	2,161		
	Total	46,441	4.914			

Tabla 8

Comparación de medias entre escolares y futbolistas (ANOVA).

de confianza del 95% (tabla 8). En ese estudio se valoró la condición física de la población escolar de esa comunidad autónoma con una muestra de 4.808 alumnos, dividiéndolos en 11 grupos de edad de los que únicamente hemos seleccionado para la comparación a los 8 grupos que van de los 7 a los 14 años. Las pruebas utilizadas en ese estudio para valorar la flexibilidad, la fuerza del tren inferior y la velocidad son las mismas que utilizamos nosotros y que pertenecen a los protocolos de la ya mencionada batería EUROFIT.

Asimismo destacar que del estudio de Cuadrado y cols. (2005) se desconoce el número de escolares que practican fútbol pero se conoce que existe un muestreo aleatorio y que la muestra es lo suficientemente extensa (4.808) como para que la comparación que posteriormente realicemos en el apartado de discusión no desmerezca metodológicamente.

Discusión

Después de observar una evolución más o menos normal de la talla y el peso, lo que más llamó nuestra atención fue la dificultad que los futbolistas encontraban a la hora de efectuar la prueba de flexión de tronco ya que, como hemos podido observar, los resultados obtenidos son en general, bajos.

La articulación de la cadera es fundamental en el rendimiento del futbolista, debe tener una movilidad adecuada y los músculos implicados han de ser suficientemente flexibles para evitar desajustes musculares y le-

siones típicas del futbolista. (Álvarez y cols., 2003). Según Weineck, (1994), los grupos musculares de la zona anterior y posterior del muslo se tipifican como problemáticos, por ser muy potentes, estar muy desarrollados y generalmente acortados por falta de un trabajo específico de flexibilidad.

Observando los resultados obtenidos por Álvarez y cols. (2003) en un estudio similar al nuestro, realizado también en un campus de fútbol de verano, vemos que en su caso los resultados de la prueba de flexibilidad también sorprenden por lo bajos que son. Aunque la prueba utilizada no es la misma, puesto que ellos emplean la flexión profunda de tronco desde la posición de pie, los resultados pueden compararse en términos absolutos. En su muestra, los valores más bajos se observan en los grupos de edad de entre 11 y 14 años, donde, al igual que ocurría en nuestra prueba, los niños tienen verdaderas dificultades para alcanzar la punta de los pies. En el caso de nuestros grupos, los peores resultados también se observan en ese rango de edad, en concreto en los subgrupos de 11 y de 14 años donde la media es negativa. Según estos autores, es en esta etapa de crecimiento donde más se están modificando las proporciones tronco-pierna.

Cuando contraponemos nuestros resultados con los obtenidos por Cuadrado y cols. (2005) en la población escolar de Castilla y León las diferencias encontradas son estadísticamente significativas ($p < 0,05$), obteniendo los escolares valores muy superiores en todos los grupos de edad. El punto álgido de flexibilidad también se produce entre los 7 y los 8 años y existe un descenso

notable, aunque no tan brusco como el que hemos obtenido nosotros, entre los 11 y los 13 años.

Por otro lado, en los resultados aportados por Latorre y Herrador (2003) referentes a población escolar, se observa un lógico descenso de la flexibilidad a partir de los 6 años de edad así como una disminución más brusca al inicio de la pubertad.

Una vez analizados los resultados, sólo cabe preguntarnos por qué se dan estos resultados tan bajos en las pruebas de flexibilidad cuando estudiamos a futbolistas. Ferrer y cols. (1996) (citados por Latorre y Herrador), indican que el trabajo de la fuerza, junto con deportes como el fútbol pueden favorecer la disminución de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial. Durante la práctica de este deporte continuamente se requieren acciones de fuerza que afectan fundamentalmente a la musculatura extensora de la rodilla (cuádriceps) y flexora de la cadera. Como ya dijimos, el esfuerzo propio de esta modalidad se compone de acciones como los saltos o los golpeos, donde se requiere un trabajo fundamentalmente de tipo concéntrico de este grupo muscular y frenadas con cambios de dirección y caídas de los saltos donde el requerimiento es de tipo excéntrico e incluso isométrico. Mientras tanto la musculatura de la parte posterior del muslo se limita a ejercer su acción antagonista ante esos esfuerzos explosivos, y no se trabaja suficientemente de manera específica. Tampoco se realizan estiramientos con la insistencia adecuada, por lo que ese grupo muscular aparece habitualmente acortado, limitando la amplitud de los movimientos y siendo la causa de una de las lesiones más frecuentes en el mundo del fútbol, la distensión y/o rotura de fibras en la parte posterior del muslo.

Aunque según muchos autores el trabajo específico de flexibilidad no es tan necesario con niños como con adultos, los resultados obtenidos en este estudio y los aportados por otros autores como Álvarez y cols. (2003) demuestran que ese tipo de trabajo es tan necesario como cualquier otro, especialmente cuando se practica de manera casi exclusiva una modalidad deportiva como el fútbol.

A pesar de que la fuerza explosiva es uno de los factores de rendimiento más importantes en fútbol, cuando se analizan los resultados obtenidos en el caso de la prueba de salto horizontal, resulta sorprendente el hecho de que las marcas obtenidas por nuestros deportistas sólo son ligeramente superiores a las de otros grupos como el de escolares de Castilla y León. Aunque existe una pequeña diferencia a favor de nues-

tro grupo, especialmente en los rangos de edad de 8, 9 y 13 años, ésta no es estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Este hecho sorprende por lo que explicamos anteriormente al hablar de la flexibilidad; y es que la práctica de este deporte continuamente requiere esfuerzos explosivos de la musculatura anterior del muslo, que precisamente es la principal responsable de la ejecución de los saltos.

La evolución de la fuerza explosiva en relación con la edad resulta ser lógica ya que los individuos obtienen mejores resultados a medida que van siendo más mayores, existiendo un salto cuantitativo importante entre los 7 y los 9 años y otro entre los 12 y 14 años, debidos a una mejora en la coordinación y a un mayor desarrollo muscular, respectivamente.

Una posible explicación de esa diferencia de resultados tan pequeña podría radicar en el hecho de que por las características de la propia prueba, la ejecución del salto se efectúa desde parado, siendo determinante la fuerza máxima para poder poner en movimiento la masa corporal. En las edades a las que hemos evaluado, el desarrollo de la fuerza máxima quizá no sea el adecuado y, además, en fútbol la mayor parte de las acciones se realizan partiendo en movimiento reduciéndose por lo tanto la influencia de la fuerza máxima y aumentando la de la fuerza explosiva.

Otra posible explicación a este fenómeno la podemos encontrar analizando la actividad habitual de los escolares no futbolistas puesto que el hecho de no practicar fútbol no quiere decir que no realicen otro tipo de deporte o de actividad física. Esas actividades pueden provocar beneficios evidentes en la fuerza explosiva del tren inferior que hagan que las diferencias entre futbolistas y no futbolistas no sean tan evidentes como se pudiera pensar. Además de eso, quizá esas actividades no provoquen un acortamiento tan acusado en la musculatura posterior del muslo, de ahí que las diferencias en el caso de la flexibilidad sean tan importantes.

Una vez analizados los resultados obtenidos tanto en fuerza como en flexibilidad es necesario destacar que la correlación existente entre ambas variables es nula, tal y como se muestra en el gráfico de dispersión correspondiente. Que un individuo sea más fuerte no quiere decir que necesariamente tenga que ser ni más ni menos flexible. De esta manera podemos desterrar el extendido tópico, frecuentemente utilizado por la prensa deportiva, de que los jugadores de fútbol tienen frecuentes lesiones de tipo muscular (especialmente en la zona posterior del muslo), porque *“tienen mucha masa muscular”*. La po-

sible causa de esas lesiones no radica en una mayor masa muscular sino en un mayor acortamiento, provocado por un trabajo de fuerza continuo que no se ve acompañado del correspondiente y necesario trabajo de flexibilidad. Lo que determina el nivel de flexibilidad es el trabajo de esa capacidad, tradicionalmente relegada a un segundo plano en el mundo del fútbol

En lo que a la prueba de velocidad se refiere, si se obtienen unos resultados claramente superiores a los descritos por otros autores en otro tipo de poblaciones. Se observa una evolución lógica de esta capacidad física, de manera que, a medida que los individuos son mayores, también son más rápidos. Como venimos señalando, la velocidad depende en gran medida del desarrollo de otras capacidades como la fuerza. Si estudiamos detenidamente los resultados obtenidos nos daremos cuenta de que es precisamente en las fases en las que más se mejora la fuerza, donde también se produce un aumento de la velocidad. Los incrementos más acentuados se dan entre los 7 y los 9 años y entre los 13 y los 14 años, debidos respectivamente a una mejora en la coordinación y a un aumento de la masa muscular.

En el estudio realizado por Álvarez y cols. (2003) en otro grupo de futbolistas, los resultados también son mejores que los obtenidos en otras poblaciones de edades similares. Si comparamos los resultados de nuestro grupo con los que obtuvieron estos autores con su grupo de futbolistas podemos comprobar como nuestra muestra, a pesar de registrar unas marcas que pudieran considerarse buenas si atendemos al baremo establecido para la batería EUROFIT, consigue unos resultados claramente peores a los de estos autores en todos los grupos de edad.

Respecto a la población escolar de Castilla y León (Cuadrado y cols., 2005), en todos los grupos de edad evaluados, los futbolistas demuestran ser más rápidos, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), especialmente en algunos grupos como el de 14 años.

Tal y como afirman Álvarez y cols. (2003), esto demuestra que los sujetos estudiados tienen un buen desarrollo de la capacidad de velocidad de desplazamiento con cambio de dirección en distancias muy cortas, con un control y ajuste corporal altos evidenciando, una agilidad y coordinación elevadas.

Si acudimos a la estructura del esfuerzo en el fútbol nos daremos cuenta de que al jugador se le están requiriendo continuamente este tipo de acciones, con acelera-

ciones rápidas en distancias muy cortas y con continuos cambios de dirección, de ahí que las marcas realizadas por estos sujetos sean mejores que las de la población no futbolista.

Por otro lado, cabe destacar la correlación directamente proporcional, fuerte y positiva existente entre la fuerza y la velocidad. A medida que el sujeto tiene más fuerza, obtiene mejores resultados en la prueba de velocidad. Álvarez y cols. (2003) también encontraron una correlación directamente proporcional entre la fuerza y la velocidad en la misma prueba.

En lo que respecta a la correlación existente entre la flexibilidad y la velocidad nuestros resultados indican que ésta no es significativa pudiéndolo comprobar si acudimos a la figura 5 donde la dispersión de puntos, aunque no tan grande como en el caso de la flexibilidad-fuerza, resulta evidente. Volvemos a insistir en que el nivel de velocidad está estrechamente relacionado con el de fuerza y el nivel de flexibilidad depende en gran medida del trabajo específico efectuado.

Conclusiones

La evolución de las tres capacidades evaluadas se corresponde con lo que podría considerarse una evolución lógica según la edad y las diferentes fases de crecimiento.

Existe una influencia importante de la práctica del fútbol en la evolución de la velocidad y especialmente de la flexibilidad respecto a poblaciones de no futbolistas. Los futbolistas son, por regla general, más rápidos y menos flexibles.

No ocurre lo mismo en el caso de la fuerza explosiva, existiendo diferencias ligeras y estadísticamente no significativas entre la población de futbolistas y la de escolares.

No existen correlaciones significativas entre la flexibilidad y la fuerza y entre la flexibilidad y la velocidad.

Se pone de manifiesto la gran dependencia que la velocidad tiene respecto de la fuerza, apareciendo una correlación fuerte y positiva entre estas capacidades, de manera que a mayor fuerza, también mayor velocidad.

Según los resultados obtenidos se hace necesario inculcar desde edades tempranas la necesidad de trabajar de manera específica la flexibilidad, para evitar acortamientos musculares que tengan influencia negativa en el rendimiento deportivo.

Bibliografía

- AA.VV. (1992). *EUROFIT para adultos. Test Europeo de aptitud física*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. Consejo Superior de Deportes.
- Álvarez Medina, J.; Casajús Maillén, J. A. y Coron Virón, P. (2003). Práctica del fútbol, evolución de parámetros cineantropométricos y diferentes aspectos de la condición física en edades escolares. *Apunts. Educación Física y Deportes* (72), 28-34.
- Castellano Paulis, J.; Masach Urrestilla, J. y Zubillaga Zubiaga, A. (1996). Cuantificación del esfuerzo físico del jugador de fútbol en competición. *El Entrenador Español de Fútbol* (71), 32-60.
- Cuadrado Sáenz, G.; Redondo Castán, J. C.; Morante Rábago, J. C. y Zarzuela Martín, R. (2005). *Valoración de la Condición Física de la Población Escolar mediante la Batería EUROFIT*. Castilla y León. Sevilla: Wanceulen.
- Cuadrado Sáenz, G. y Zarzuela Martín, R. (2003). La fuerza en el fútbol en las diferentes etapas de formación. *En equipo* (21) y (22), 30-32, 42-43.
- Domínguez Lago, E.; Patiño Calviño, D.; Ramallo Peña, R.; Riveiro Rodríguez, J. E.; Rodríguez Gómez, A. y Valverde Rodríguez, A. (1997). La estructura energética del fútbol. *El Entrenador Español de Fútbol* (74), 12-33.
- Latorre Román, P. A. y Herrador Sánchez, J. A. (2003). Valoración de la condición física para la salud. *Apunts. Educación Física y Deportes*, (73), 32-41.
- Pablos Abellá, C. y Huertas Olmedo, F. (2000). Entrenamiento integrado: justificación de las propuestas de entrenamiento y evaluación del rendimiento aero-anaeróbico en el fútbol. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. Tomo XIV (3), 5-16.
- Portolés Montañés, J. V. (1996). El trabajo de fuerza en el futbolista de élite. *Training fútbol* (6), 13-26.
- Ruiz Alonso, J. G. (2001). *El entrenamiento de la fuerza en el fútbol*. Lérida: Agonos.
- Weineck, J. (1994). *Fútbol total* (vol. I y II). Barcelona: Paidotribo.

Análisis de las adaptaciones agudas al entrenamiento de fuerza máxima mediante el estudio de las modificaciones del rendimiento mecánico del tren superior

ELISEO IGLESIAS SOLER*

Doctor en Educación Física. Profesor Titular INEF Galicia-Universidade da Coruña

IVÁN CLAVEL SAN EMETERIO

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Diploma de Estudios Avanzados

ÓSCAR CARBALLO IGLESIAS

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Diploma de Estudios Avanzados

JORGE DOPICO CALVO

Doctor en Educación Física. Profesor Titular INEF Galicia-Universidade da Coruña

JOSÉ LUIS TUIMIL LÓPEZ

Doctor en Educación Física. Profesor Titular INEF Galicia-Universidade da Coruña

Correspondencia con autores

* eliseo@udc.es

Resumen

El propósito del presente trabajo fue valorar el efecto agudo de dos sesiones de fuerza máxima sobre el rendimiento mecánico inmediatamente posterior. En 10 sujetos varones se obtuvieron las cargas correspondientes a una repetición máxima (1RM) y a la máxima potencia en la ejecución concéntrica de press banca. Cinco días más tarde se realizaron dos sesiones de entrenamiento. En cada una se llevaron a cabo 6 series de 2 repeticiones de *press banca* concéntrico, al 90 % de 1RM, con pausas mínimas de 3'. Antes e inmediatamente después de cada sesión se midió la potencia desarrollada, tanto con la carga de máxima potencia como con el 90 % de 1RM. El análisis de los resultados no reflejó diferencias significativas en el rendimiento con cargas de máxima potencia. Con el 90 % disminuyó de forma significativa ($p < 0,05$) al final de la segunda sesión. No se halló correlación significativa entre 1RM y las diferencias entre los valores finales e iniciales con las cargas de máxima potencia individual. La correlación fue significativa entre 1RM y las diferencias entre la potencia final e inicial al 90 % de 1RM en la primera sesión, tanto en valores reales como porcentuales ($r = -0,631$ y $r = -0,678$ respectivamente).

Palabras clave

Fuerza, Cargas de contraste, *Press banca*, Potencia.

Abstract

Analysis of maximum strength training acute adaptations through the study of upper body mechanical performance changes

The purpose of this study was to measure the acute effect of two maximum strength sessions on immediately subsequent mechanical performance. In order to do that, 1 repetition maximum (1RM) and maximum power load of concentric bench press exercise were obtained in 10 men. The experimental procedure begun five days after and it involved two training sessions. 6 bouts of 2 repetitions at 90% 1RM of concentric bench press were developed in every session with a minimum rest period of three minutes. Power developed with maximum power load and with 90% 1RM were measured before and immediately after every training day. The dates did not show significant differences between measurements with maximum power load. Performance with 90% 1RM was significantly lower ($p < 0.05$) in second session. 1RM did not correlate with performance differences after-before session with maximum power load. Correlation was statistically significant between 1RM and both real and percentage values of differences after-before session with 90% 1RM load in the first training day ($r = -0.631$ y $r = -0.678$ respectively).

Key words

Strength, Contrast load, Bench press, Power.

Introducción

El análisis de las adaptaciones derivadas del entrenamiento de la fuerza se ha abordado, con frecuencia, respecto a ciclos medios de intervención, habiéndose comprobado que la combinación de cargas de diferente orientación constituye una estrategia más eficaz, para el desarrollo multilateral de esta capacidad, que el uso exclusivo de un solo tipo de ejercitación (Adams, O'Shea, O'Shea y Climstein 1992; Fatouros y cols., 2000; Harris, Stone, O'Bryant, Proulx y Jonson 2000).

En cuanto a las adaptaciones agudas o inmediatas, éstas han sido analizadas, por un lado, a través de parámetros electromiográficos y hormonales (Bosco, Colli, Bonomi, Von Duvillard, y Viru, 2000; Häkkinen, Pakarinen, Alén, Kauhanen y Komi, 1988, 1990; Häkkinen y Pakarinen, 1993; Häkkinen, 1993; Linnamo, Häkkinen y Komi, 1998, Kraemer y cols., 1990, 1991, 1992, 1993, 1995, 1998) y por otro mediante el análisis del rendimiento mecánico inmediatamente posterior a la realización de una actividad previa (Hitchcock, 1989; Beelen y Sargeant, 1991; Leveritt y Abernethy, 1999; Vuorimaa, Vasankari y Rusko, 2000; Hoffman y cols., 2002; Hoffman, Nussle y Kang, 2003; Iglesias, Clavel, Dopico y Tuimil, 2003).

En este último tipo de estudios es frecuente hallar importantes diferencias entre ellos en cuanto al trabajo previo demandado o a la manifestación de fuerza considerada. En este sentido, en algunos diseños la actividad previa la constituyen ejercicios dinámicos y de baja resistencia, como el cicloergómetro o la carrera mientras que otros trabajos incluyen la ejercitación previa mediante alguna actividad deportiva compleja.

Por otro lado, en algunos estudios, el análisis del rendimiento se efectúa de forma inmediatamente posterior a un trabajo previo de fuerza con cargas de diferente magnitud (Gullich y Smidtbleicher, 1996; Young, Jenner y Griffiths, 1998; Radcliffe y Radcliffe, 1996; Siff y Verkhoshanski, 2000; Duthie, Young y Aitken 2002; Gorgoulis, Aggelousis, Kasimatis, Mavromatis, Garas, 2003; Smilios 1998; Jensen y Ebben, 2003; Baker, 2003a, 2003b; Bazett-Jones, 2004; Ebben, Jensen y Blackard, 2000; Hrysomallis y Kidgell, 2001; Masamoto, Larson, Gates y Faigenbaum, 2003; Iglesias, Clavel, Dopico, Tuimil y Carballo, 2004; Iglesias y Clavel, 2005; Mathews, Mathews y Snook, 2004). El objeto primordial de este tipo de trabajos ha sido la evaluación del efecto teóricamente potenciador del trabajo previo con cargas pesadas sobre el rendimiento explosivo inmediatamente posterior, lo que constituye

el fundamento del llamado *entrenamiento de contrastes*. Existen divergencias en los resultados de estos estudios, en gran parte debido a las diferencias entre diseños en lo referido a los componentes de la carga. Factores como la magnitud de las resistencias movilizadas o mantenidas, el tipo de activación requerido, el volumen total de trabajo desarrollado, el intervalo de recuperación entre ejercicios, la experiencia de los sujetos en el trabajo con sobrecargas y el nivel de fuerza de éstos, han sido señalados como factores que condicionan la fatiga aguda derivada del trabajo de fuerza, y que podrían interferir en el trabajo inmediatamente posterior (Linnamo y cols., 1998; Young y cols., 1998; Bosco y cols., 2000; Duthie y cols., 2002; Jensen y Ebben, 2003; Baker, 2003b).

Finalmente, el análisis de la preactivación con cargas pesadas del tren superior ha sido abordado con menos frecuencia que en lo referido a la ejercitación del tren inferior (Gullich y Schmidtbleicher, 1996; Baker, 2003a, 2003b; Ebben y cols., 2000) y, asimismo, existen pocos estudios relativos al fenómeno de preactivación mediante más de una única serie de trabajo (Bosco y cols., 2000; Duthie y cols., 2002; Iglesias y cols., 2005; Iglesias y Clavel, 2005).

Por todo ello, ha sido el propósito de este trabajo valorar el efecto de la ejercitación previa del tren superior mediante varias series del ejercicio *press banca* con cargas pesadas, sobre el rendimiento mecánico inmediatamente posterior, tanto de tipo explosivo con el nivel de carga individual de máxima potencia, como ante cargas similares a las empleadas en las propias sesiones de entrenamiento. Asimismo se ha intentado comprobar la posible asociación entre las modificaciones del rendimiento como consecuencia del trabajo desarrollado, y los valores individuales del 1RM, o entre éste y el % de 1RM representado por la carga de máxima potencia individual.

Material y método

La muestra la constituyeron 10 varones, todos ellos estudiantes de la licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidade da Coruña, y con experiencia previa en la realización del ejercicio objeto de estudio. Todos los componentes de la muestra expresaron por escrito su voluntad de participar en el estudio.

En una primera sesión se obtuvo el 1RM de cada

Tabla 1

Características físicas de la muestra ($n = 10$). Se incluyen valores del test de 1 repetición máxima (1RM) y del % del mismo con el que se alcanzaba la repetición de potencia media máxima (dt. = desviación típica).

	Mínimo	Máximo	Media	dt.
Edad (años)	24,00	29,00	25,40	1,78
Peso sujeto (kg)	56,50	90,50	70,21	11,60
Estatura (cm)	157,00	186,50	172,26	10,24
1RM (kg)	57,50	100,00	75,00	13,39
Potencia media máxima (%1RM)	30,00	60,00	47,00	8,23

Pretest	E1/E2
Evaluación • 1RM • 1x2x90%1RM • % 1RM de máxima potencia	Calentamiento Evaluación inicial: • 1x2x %1RM de máxima potencia • 1x2x90%1RM Intervención • 6x2x90%1RM Evaluación final • 1x2x%1RM de máxima potencia • 1x2x90%1RM

Tabla 2

Estructura esquemática del diseño.

sujeto en el ejercicio de *press banca*. La acción era realizada en contracción exclusivamente concéntrica, para lo cual la barra debía mantenerse estática dos segundos sobre el pecho del ejecutante. En la determinación del 1RM se siguieron las pautas establecidas por Kraemer y Fry (1995), así como el criterio propuesto por González Badillo (en González Badillo y Ribas 2002) según el cual, para que el valor obtenido fuese el correcto, la velocidad media del test debería ser igual o inferior a $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Hallado el valor 1RM y con una pausa mínima de 3 minutos, se procedió a la medición de potencia desarrollada a lo largo de 2 repeticiones con una carga que representaba el 90 % de dicho parámetro, si bien dicho valor no fue finalmente considerado a la hora de realizar los correspondientes contrastes. Posteriormente, los sujetos efectuaban 2 repeticiones con cargas progresivas, con el objeto de de-

terminar la resistencia con la que se efectuaba la repetición de máxima potencia media. Dicha valoración se iniciaba con un valor del 30 % de 1RM, y se procedía a incrementos de peso del 10 % con una recuperación mínima entre series de 3', hasta no superar o mantener el rendimiento de la serie anterior. Para familiarizar a los sujetos con el trabajo concéntrico puro, en la semana previa a la valoración inicial se desarrollaron dos sesiones consistentes en 4 series de 5 repeticiones con el 65 %-70 % del 1RM estimado por cada componente de la muestra. Las principales características de los sujetos, así como los resultados de la valoración inicial, son recogidos en la *tabla 1*.

Con un intervalo de 5 días con respecto a la valoración inicial, se procedió a desarrollar 2 sesiones de entrenamiento con una separación entre ellas de 48 horas. El contenido de la primera (E1) y segunda (E2) sesiones de entrenamiento fue el mismo, y consistió en una fase de calentamiento con cargas de entre el 50 % y el 70 %, seguida de una evaluación inicial del rendimiento mediante 2 repeticiones ejecutadas, tanto con un peso correspondiente al máximo nivel de potencia como, tras una pausa mínima de 3', con una carga correspondiente al 90 % 1RM. Tras una recuperación mínima de 3' se iniciaba la fase de entrenamiento consistente en la ejecución de 6 series de 2 repeticiones al 90 % 1RM con pausas de, al menos, 3'. Finalizado el entrenamiento se repetían las condiciones de evaluación iniciales. Durante el periodo de recogida de datos, los sujetos de la muestra fueron instados a evitar cualquier trabajo de fuerza que implicase la intervención del tren superior. La *tabla 2* recoge esquemáticamente la estructura de la recogida de datos.

Para la obtención de los valores de potencia desarrollados con cada uno de los niveles de carga se empleó el sistema *Isocontrol Dinámico versión 3.1* conec-

tado a un ordenador portátil *Acer Travel Mate 290 LCI* dotado del software necesario. En la obtención de los resultados se consideraron como variables, tanto la media de potencia desarrollada en la serie (PM = potencia total/número de repeticiones) como el parámetro correspondiente a la repetición de la serie con una mayor potencia media (PMX). Cada una de ellas fue diferenciada en función de su correspondencia con la evaluación al comienzo de la sesión 1 (*PME1-I*; *PMXE1-I*) y 2 (*PME2-I*; *PMXE2-I*), o con la medición al final de las mismas (*PME1-F*; *PMXE1-F*; *PME2-F*; *PMXE2-F*). Asimismo se cuantificó la diferencia entre el valor final e inicial de cada uno de estos parámetros, tanto en valores reales como porcentuales de la valoración inicial (*Dif. PME*; *Dif. PMX*).

El tratamiento de los datos se realizó mediante el paquete estadístico *SPSS 12.0*. Además de estadística descriptiva (media y desviación típica muestral), se emplearon diferentes pruebas inferenciales. La normalidad de la muestra fue confirmada mediante la prueba de *Kolmogorov-Smirnov-Lillefors*. Para la comparación de medias entre cada uno de los momentos de medición se empleó *análisis de la varianza (ANOVA) para medidas repetidas con factor intrasujeto de cuatro niveles* (Momento: Inicial E1; Final E1, Inicial E2; Final E2). En aquellos

casos en que resultase necesario se contempló el uso de la comparación de medias mediante la prueba *t de Student para muestras relacionadas*. Finalmente, la asociación entre variables se analizó mediante *correlación de Pearson*. En todos los casos la significación estadística se estableció en $p \leq 0,05$.

Resultados

Los resultados más destacables aparecen recogidos en las *tablas 3, 4 y 5*.

El análisis de los resultados correspondientes al rendimiento con cargas de máxima potencia no reflejó diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos en cada una de las mediciones, tanto en lo referido a PMED como a PMX.

Por su parte, los valores correspondientes al rendimiento con cargas del 90 % 1RM difirieron entre ellos de forma más marcada, aunque sin alcanzar el límite de significación estadística ($p = 0,07$). No obstante, los contrastes apareados entre los rendimientos previos y posteriores a cada una de las sesiones mostraron diferencias estadísticamente significativas en E2 tanto para PMED como para PMX.

	Mínimo	Máximo	Media	dt.
PME1-I (W)	258,11	430,66	344,57	56,40
PME1-F (W)	211,08	414,37	316,08	64,51
PME2-I (W)	127,38	420,76	319,09	85,65
PME2-F (W)	176,55	513,92	336,80	96,14
PMXE1-I (W)	299,33	534,95	378,05	71,94
PMXE1-F (W)	272,89	418,21	338,36	51,62
PMXE2-I (W)	152,48	507,97	350,67	92,18
PMXE2-F (W)	235,26	524,80	356,58	81,86

Tabla 3

Valores de potencia media y máxima con cargas asociadas a la máxima potencia individual.

	Mínimo	Máximo	Media	dt.
PME1-I (W)	120,99	285,31	205,57	58,19
PME1-F (W)	110,96	242,85	192,81	42,98
PME2-I (W)	121,77	330,95	223,22	60,46
PME2-F (W)	110,53	279,46	195,07*	47,84
PMXE1-I (W)	131,34	299,76	215,46	62,92
PMXE1-F (W)	127,63	268,74	213,80	45,04
PMXE2-I (W)	130,35	359,42	237,13	64,22
PMXE2-F (W)	127,22	290,69	217,29*	49,61

Diferencias significativas ($p \leq 0,05$): respecto a la medición inicial.

Tabla 4

Valores de potencia media y máxima con cargas del 90 % de 1RM.

	E1				E2			
	Máxima potencia		90 % 1RM		Máxima potencia		90 % 1RM	
	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX
Mínimo (W)	-132,29	-243,36	-81,29	-78,47	-38,49	-34,31	-65,36	-68,73
Máximo (W)	22,97	20,07	68,83	88,28	106,09	82,78	2,87	8,50
Media (W)	-28,49	-39,70	-12,75	-1,66	17,71	5,91	-28,14	-19,83
dt.	47,73	73,40	41,60	49,00	41,91	35,755	22,94	22,90

Tabla 5

Diferencias entre los valores finales e iniciales (valor final-valor inicial).

La *tabla 6* recoge el análisis de la correlación entre el 1RM y el valor porcentual del mismo con el que era alcanzado el mayor nivel de potencia, así como entre el 1RM y las diferencias de los rendimientos finales e iniciales. Respecto a la primera, no se halló asociación significativa, aunque sí existió una lógica asociación positiva entre el nivel de fuerza de los sujetos y el valor en kilogramos de la carga individual de máxima potencia.

En cuanto al análisis de la correlación entre las diferencias de los rendimientos finales e iniciales y el valor del 1RM individual, no se halló asociaciones significa-

tivas entre estas dos variables, salvo en el caso de los valores medios de la primera de las sesiones con cargas del 90 %. Dicha correlación es negativa, lo que, considerando el valor menor que cero de la media de dicha variable, señalaría una mayor tendencia a la pérdida de rendimiento por parte de los sujetos con mayores niveles de fuerza.

Esta tendencia se vio confirmado al analizar las diferencias entre valores finales e iniciales, en porcentajes de los segundos (*tabla 7*), de tal manera que la correlación con el 1RM era estadísticamente significativa en la primera sesión (*tabla 8*).

		E1				E2				Potencia máx. (%1RM)	Potencia máx. (kg)
		Máxima potencia		90 % 1RM		Máxima potencia		90 % 1RM			
		Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX		
1 RM	Corr.	-,488	-,486	-,631*	-,415	,435	,239	-,051	-,271	-,202	,635*
	p	,152	,154	,050	,233	,209	,506	,888	,449	,576	,048*
Corr. = coeficiente de correlación de Pearson; p = significación bilateral; * p ≤ 0,05.											

Tabla 6

Correlaciones de 1RM con las diferencias entre los valores finales e iniciales y con los valores porcentuales y absolutos de las cargas de máxima potencia individual.

		E1				E2			
		Máxima potencia		90 % 1RM		Máxima potencia		90 % 1RM	
		Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX
Media (%)		-7,97	-8,88	-2,61	3,54	7,02	4,57	-11,56	-7,21
	dt.	13,24	13,61	24,83	26,78	15,50	18,70	8,91	7,41

Tabla 7

Diferencias entre los valores finales e iniciales, en valores porcentuales de la medición inicial.

		E1				E2			
		Máxima potencia		90 % 1RM		Máxima potencia		90 % 1RM	
		Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX
1 RM	Corr.	-,442	-,480	-,678*	-,501	,237	,058	-,017	-,185
	p	,201	,161	,031	,140	,509	,874	,964	,609

Corr. = coeficiente de correlación de Pearson; p = significación bilateral; * $p \leq 0,05$.

Tabla 8

Correlaciones de 1RM con las diferencias entre los valores finales e iniciales, expresados en porcentajes de la medición inicial.

Discusión

Los resultados del presente trabajo no han reflejado cambios significativos en el rendimiento explosivo inmediatamente posterior a la ejercitación con cargas del 90 % de 1RM, al mismo tiempo que sólo se pudo contemplar en la segunda de las sesiones un descenso significativo de la manifestación de fuerza directamente entrenada.

El conjunto de resultados indica que la actividad desarrollada no fue suficiente para potenciar o comprometer la capacidad de rendimiento explosivo de los sujetos, lo que resulta inconsistente con las conclusiones de un trabajo previo (Iglesias y cols., 2005) en el se detectaron mejoras estadísticamente significativas en la potencia media desarrollada con cargas del 30 % de 1RM al finalizar sesiones de entrenamiento con el 90 % de 1RM. No obstante, en este caso la referencia la constituían los valores obtenidos en un sesión independiente de evaluación inicial (pretest) lo que unido a las diferencias respecto a las cargas de evaluación explosiva (30 % de 1RM frente a la de máxima potencia individual empleada en el presente estudio) marcan diferencias en el diseño que podrían ser las responsables de dichas discrepancias. Aunque los datos obtenidos en el presente trabajo puede en principio rebatir el efecto facilitador del trabajo pesado sobre las expresiones explosivas de la fuerza, es necesario considerar que la mayoría de los estudios que confirman este proceso se basan en una preactivación mediante una única serie de trabajo (Gullich y Smidtbleicher, 1996; Young y cols., 1998; Radcliffe y Radcliffe, 1996; Baker, 2003a; Mathews y cols., 2004).

Por otro lado, diversos estudios no han hallado cambios significativos en el rendimiento explosivo inmediatamente posterior al trabajo de cargas elevadas, coincidiendo por lo tanto con nuestros datos (Duthie y cols., 2002; Hrysomallis y Kidgell, 2001; Mathews y cols., 2004). Esta divergencia en los resultados posiblemente viene motivada por lo heterogéneo de los di-

seños respecto a factores que podrían afectar a la dirección y magnitud de los efectos, tales como la duración de los intervalos de recuperación (Linnamo y cols., 1998; Bosco y cols., 2000; Jensen y Ebben, 2003; Bazzett-Jones, 2004), las magnitudes relativas de cargas, la cantidad de masa muscular implicada en el ejercicio o el número de series previo al trabajo explosivo (Baker, 2003a; Baker 2003b; Duthie y cols., 2002).

Partiendo de estas cuestiones, es posible considerar que el efecto global de la ejercitación previa sobre el rendimiento explosivo posterior pueda ser consecuencia de la interacción entre procesos potenciadores neurales y hormonales, y fenómenos de fatiga inhibidores, con lo que la predominancia de unos sobre otros marcará la magnitud y dirección de la adaptación aguda.

En lo referido a las evaluaciones de la potencia desarrollada con la carga de entrenamiento (90 % de 1RM) los resultados reflejaron un descenso del rendimiento tras la realización de las sesiones, si bien esta modificación sólo fue estadísticamente significativa en el segundo de los entrenamientos. Estos datos difieren en parte de lo hallado en un estudio previo (Iglesias y cols., 2005) en el que se encontraron incrementos en la potencia desarrollada al finalizar sesiones de entrenamiento con respecto al valor obtenido en una sesión pretest, mientras que este aumento no se apreciaba en referencia a la valoración en una sesión posterior o posttest. Estos resultados se justificaron en parte por la existencia de un proceso de aprendizaje del movimiento, ya que aunque la muestra la constituían sujetos expertos en el ejercicio de *press banca*, la ejercitación habitual no tenía lugar en condiciones concéntricas puras. No obstante, en el actual trabajo se incluyó una fase de familiarización de la muestra con la activación exclusivamente concéntrica por lo que el factor aprendizaje no habría podido solapar los efectos de la fatiga específica, tal y como pudo haber sucedido en el estudio precedente.

Como se ha descrito, la evaluación explosiva se realizó respecto a la carga de máxima potencia individual, cuyo valor se situó en el 47 % de 1RM, próximo a los valores de entre el 40 y el 55 % que otros autores han establecido para el ejercicio de *press banca* (Baker, Nance y Moore, 2001; González Badillo y Ribas, 2002). Cabe la posibilidad de que dicha magnitud haya condicionado nuestros resultados, por lo que resultaría interesante abordar en futuros trabajos la identificación de aquellos niveles relativos de explosividad que pudiesen resultar más susceptibles de ser afectados por la preactivación con cargas pesadas.

Por otro lado, el aprovechamiento del contraste entre cargas de diferente orientación ha sido señalado por diversos autores como un factor dependiente de la experiencia y niveles de fuerza máxima de los sujetos examinados (Duthie y cols., 2002; Gorgoulis y cols., 2003). Este fenómeno no ha sido verificado en nuestro estudio al no haberse hallado correlaciones estadísticamente significativas entre el 1 RM individual y las diferencias entre la evaluación final e inicial con las cargas de máxima potencia individual.

Sin embargo, esta asociación, fue negativa y estadísticamente significativa en el caso de los valores medios de potencia con cargas del 90 % de la primera sesión, tanto cuando las diferencias eran expresadas en valores reales como porcentuales respecto a la valoración inicial. En este sentido, Häkkinen (1993) encontró que 20 series de 1RM de squat provocaban una mayor disminución de la fuerza máxima en los hombres con respecto a las mujeres, si bien estas diferencias eran en parte explicadas por las diferencias hormonales y de composición muscular entre sexos. Por el contrario, otros autores (García Manso, 1999; Smilos, 1998) muestran que el trabajo muscular fatigante conlleva una mayor disminución de fuerza máxima entre los sujetos con un menor desarrollo de esta capacidad.

No obstante, la asociación hallada en la primera sesión no se ratificó en la segunda, y asimismo tampoco se comprobó para las manifestaciones explosivas en ninguna de sus mediciones. En este sentido sería interesante profundizar en la relación entre el nivel de desarrollo de la fuerza de los sujetos y su capacidad para repetir esfuerzos con tensiones musculares de diferente magnitud.

Finalmente, no se halló correlación significativa entre el nivel de fuerza de los sujetos, valorada a través del 1 RM, y el porcentaje de éste con el que se desarrollaba la máxima potencia media. No obstante surge la interrogante de si el efecto del entrenamiento a medio plazo,

así como la naturaleza del mismo, podrían afectar a la asociación entre estas variables.

Conclusiones

El presente trabajo ha pretendido realizar una aproximación al nivel de preactivación obtenida mediante el entrenamiento con cargas pesadas, así como al grado de especificidad de la fatiga generada. Para ello se valoraron las modificaciones, tanto de la expresión de fuerza directamente entrenada, como de aquella manifestada con las cargas asociadas a la máxima potencia individual. El conjunto de los resultados pueden ser resumidos en las siguientes conclusiones:

- La ejercitación del tren superior con cargas del 90 % de 1 RM no potenció ni interfirió en el rendimiento inmediatamente posterior con la carga de máxima potencia individual, lo que apoya el entrenamiento concurrente de diferentes manifestaciones de la fuerza dentro de la misma sesión.
- El volumen de trabajo propuesto provocó que la potencia desarrollada con las cargas manejadas a lo largo de las sesiones de entrenamiento disminuyera en ambas sesiones, si bien sólo alcanzó significación en la segunda de ellas.
- Los niveles de carga de máxima potencia individual en el ejercicio de *press banca* ($47 \pm 8,23$ % de 1RM), fueron consistentes con datos recogidos en la bibliografía, donde se señalan valores medios de entre el $40 \pm 5,5$ % (González Badillo y Ribas, 2002) y el $55 \pm 5,3$ % de 1RM (Baker, Nance y Moore, 2001).
- No se halló asociación significativa entre el nivel de fuerza de los sujetos y el porcentaje con el que se obtenían los máximos valores de potencia, lo que resulta indicativo de la estabilidad de este último factor con independencia del nivel 1RM individual.
- No se halló asociación significativa entre el valor de 1RM y las variaciones observadas en el rendimiento con cargas de naturaleza explosiva.
- El análisis de correlación permitió observar una tendencia significativa, por parte de los sujetos con mayores niveles de fuerza, a la disminución del rendimiento con cargas de 90 % de 1RM en la primera de las sesiones, ($r = -0,631$), si bien esta asociación no alcanzó significación estadística en la segunda de las sesiones.

Bibliografía

- Adams, K.; O'Shea, J. P.; O'Shea, K. L. y Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal Applied Sport Science Research*, 6(1), 36-41.
- Baker, D. (2003a). Acute effect of alternating heavy and light resistances and power output during upper-body complex power training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 493-497.
- Baker, D. (2003b). Acute effect of a hypertrophy-oriented training bout on subsequent upper-body power output. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 527-530.
- Baker, D.; Nance, S.; Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during explosive bench press throws in highly trained athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 20-24.
- Bazett-Jones, D. (2004). Neither stretching nor postactivation potentiation affect maximal force and rate of force production during seven one-minute trials. *Journal of Undergraduate Research*, VII, 1-5.
- Beelen, A. y Sargeant, A. (1991). Effect of fatigue on maximal power output at different contraction velocities in humans. *Journal Applied Physiology*, 71(6), 2332-2337.
- Bosco, C.; Colli, R.; Bonomi, R.; Von Duvillard, S. P. y Viru, A. (2000). Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(5), 202-208.
- Duthie, G. M.; Young, W. B. y Aitken, D. A. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrasts methods of power development. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 530-538.
- Ebben, W.; Jensen, R. y Blackard, D. (2000). Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 451-456.
- Fatouros, I. G.; Jamurtas, A. Z.; Leontini, D.; Taxildaris, K.; Aggelousis, N.; Kostopoulos, N. y Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 470-476.
- García Manso (1999). *La fuerza*. Madrid: Gymnos.
- González Badillo J. J. y Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: INDE.
- Gorgoulis, V.; Aggelousis, N.; Kasimatis, P.; Mavromatis, G. y Garas, A. (2003). Effect of submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 342-344.
- Gullich, A. y Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies of Athletics*, 11, 67-81.
- Häkkinen, K. (1993). Neuromuscular fatigue and recovery in male and female athletes during heavy resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 14, 53-59.
- Häkkinen, K.; Pakarinen, A.; Alén, M.; Kauhanen, H. y Komi, P. V. (1988). Neuromuscular and hormonal responses in elite athletes to two successive strength training sessions in one day. *European Journal of Applied Physiology*, 57(2), 133-139.
- Häkkinen, K.; Pakarinen, A.; Kyröläinen, H.; Cheng, S.; Kim, D. H. y Komi, P. V. (1990). Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged power training. *International Journal of Sports Medicine*, 11(2), 91-98.
- Häkkinen, K. y Pakarinen, A. (1993). Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes. *Journal Applied Physiology*, 74(2), 882-887.
- Harris, G.; Stone, M.; O'Bryen, H.; Proulx, C. y Jonson, R. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1), 14-20.
- Hitchcock, H. (1989). Recovery of short-term power after dynamic exercise. *Journal Applied Physiology*, 67(2), 677-681.
- Hoffman, J. R.; Maresh, C.; Newton, R. U.; Rubin, M. R.; Frech, D. N.; Volek, J. S.; Sutherland, J.; Robertson, M.; Gómea, A. L.; Ratamess, N. A.; Kang, J. y Kraemer, W. J. (2002). Performance, biochemical and endocrine changes during a competitive football game. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(11), 1845-1853.
- Hoffman, J.; Nussle, V. y Kang, J. (2003). The effect of an intercollegiate soccer game on maximal power performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(6), 807-817.
- Hrysomallis, C. y Kidgell, D. (2001). Effect of heavy dynamic resistive exercise on acute upper-body power. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4), 426-430.
- Iglesias, E.; Clavel, I.; Dopico, J. y Tuimil, J. L. (2003). Efecto agudo del esfuerzo específico de judo sobre diferentes manifestaciones de la fuerza y su relación con la frecuencia cardíaca alcanzada durante el enfrentamiento. *Rendimiento Deportivo.com. Revista digital*, n.º 6.
- Iglesias, E.; Clavel, I.; Dopico, J.; Tuimil, J. L. y Carballo, O. (2005). Análisis comparativo de los efectos agudos de sesiones de entrenamiento de fuerza con el 90 % y el 30 % de la máxima carga movilizable (1RM). *Revista de Entrenamiento Deportivo (RED)*, 19(4), 5-10.
- Iglesias, E. y Clavel, I. (2005). El entrenamiento de fuerza del tren superior con cargas asociadas a la máxima potencia individual: análisis de los efectos agudos sobre la potencia mecánica. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 14, 23-36.
- Jenssen, R. y Beben, W. P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 345-349.
- Kraemer, W. J.; Marchitelli, L. J.; Gordon, S. E.; Harman, E.; Dziados, J. E.; Mello, R.; Frykman, P.; McCurry y Fleck, S. J. (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal Applied Physiology*, 69, 1442-1450.
- Kraemer, W. J.; Gordon, S. E.; Fleck, S. J.; Marchitelli, L. J.; Mello, R.; Dziados, J. E.; Friedl, K.; Harman, E.; Maresh, C. y Fry, A. C. (1991). Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *International Journal of Sports Medicine*, 12(2), 228-235.
- Kraemer, W. J.; Fry, A. C.; Warren, B. J.; Stone, M. H.; Fleck, S. J.; Kearny, J. T.; Conroy, B. P.; Maresh, C. M.; Waseman, C. A.; Triplett, N. T. y Gordon, S. E. (1992). Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. *International Journal of Sports Medicine*, 13(20), 103-109.
- Kraemer, W. J.; Fleck, S. J.; Dziados, J. E.; Harman, E. A.; Marchitelli, L. J.; Gordon, S. E.; Mello, R.; Frykman, P. N.; Koziris, L. P. y Triplett, N. T. (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal Applied Physiology*, 75(2), 594-604.
- Kraemer, W. J.; Aguilera, B. A.; Terada, M.; Newton, R. U.; Linch, J. M.; Rosendaal, G.; McBride, J. M.; Gordon, S. E. y Häkkinen,

- K. (1995). Responses of IGH-I to endogenous increases in growth hormone after heavy-resistance exercise. *Journal Applied Physiology*, 79(4), 1310-1315.
- Kraemer, W. J y Fry, A. C. (1995). Strength testing: development and evaluation of methodology. En P.J. Maud, C. Foster. *Physiological assessment of human fitness*. (257-326). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kraemer, W. J.; Häkkinen, K.; Newton, R.U.; McCormick, M.; Nindl, B. C.; Volek, J. S.; Gotshalk, L. A.; Fleck, S. J.; Campbell, W. W.; Gordon, S. E.; Farrel, P. A. y Evans, W. J. (1998). Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in younger and older men. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 206-211.
- Leveritt, M. y Abernethy, P. (1999). Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 47-51.
- Linnamo, V.; Häkkinen, K. y Komi, P. (1998). Neuromuscular Fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 176-181.
- Masamoto, N.; Larson, R.; Gates, T. y Faigenbaum, A. (2003). Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 68-71.
- Matthews, M.; Matthews, H. y Snook, B. (2004). The acute effects of a resistance training warmup on sprint performance. *Research in Sports Medicine*, 12(2), 151-159.
- Radcliff, J. C. y Radcliff, L. (1996). Effects of diferente warm-up protocols on peak power output during a single response jump task (Abstract). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(5), S189.
- Siff, M. y Verkhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Smilios, I. (1998). Effects of varying levels of muscular fatigue on vertical jump performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(3), 204-208.
- Vuorimaa, T.; Vasankari, T. y Rusko, H. (2000). Comparison of physiological strain and muscular performance of athletes during two intermittent running exercises at the velocity associated with $\dot{V}O_{2max}$. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 96-101.
- Young, W.; Jenner, A. y Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(2), 82-84.

Efecto de las vibraciones mecánicas en el entrenamiento de fuerza

PEDRO MANONELLES MARQUETA*

Licenciado en Medicina y Cirugía. Especialista en Medicina del Deporte

LUIS GIMÉNEZ SALILLAS

Doctor en Medicina y Cirugía. Profesor Titular E.U. Ciencias de la Salud.

Universidad de Zaragoza.

E.U. de Ciencias de la Salud. Departamento de Fisiatría y Enfermería

JAVIER ÁLVAREZ MEDINA

Doctor en Ciencias de la Actividad física y el deporte.

Profesor Asociado Facultad Ciencias de la Salud y del Deporte.

Universidad de Zaragoza

E.U. de Ciencias de la Salud. Departamento de Fisiatría y Enfermería

BLAS GARCÍA RIVAS

Fisioterapeuta Hospital Universitario Lozano Blesa.

E.U. de Ciencias de la Salud

Correspondencia con autores

* *manonelles@telefonica.net*

Resumen

El trabajo tiene como objetivo el estudio del comportamiento del salto en mujeres no entrenadas ante un entrenamiento en plataforma de vibración mecánica con fines de propiocepción inicial y de fuerza posteriormente.

Se estudiaron 14 mujeres no entrenadas. Se utilizó una plataforma vibratoria Zeptor® con dos plataformas oscilatorias. El entrenamiento se realizó en 2 fases durante 4 semanas (5 días/sem): Fase 1: Entreno de propiocepción (frec. theta: 3,5-7,5 Hz). Fase 2: Entreno de fuerza (frec. alfa: 7,5-12,5 Hz).

Se utilizó el test de salto vertical de Lewis que evalúa la potencia anaeróbica aláctica. El test se realizó los días 1, 14 y 28 del periodo de estudio.

Se utilizó programa SPSS 11.5 con estadística descriptiva y analítica, con prueba *t* de Student entre variables de datos pareados. Diferencias estadísticamente significativas para $p \leq 0,05$.

Se ha observado un aumento significativo ($p = 0,049$) del salto de la primera ($31,52 \pm 5,38$) a la segunda determinación ($33,33 \pm 5,47$) y un aumento significativo ($p = 0,022$) del salto de la primera ($31,52 \pm 5,38$) a la tercera determinación ($33,59 \pm 5,36$).

El entrenamiento mediante ejercicio en la plataforma de vibración mecánica provoca un aumento del salto por el incremento de la fuerza de los músculos extensores de la rodilla.

Palabras clave

Entrenamiento, Plataforma de vibración, Fuerza.

Abstract

Effect of mechanical vibrations on strength training

The work wants to study the performance of a jump on non-trained women with a training on a mechanical vibration plate and their performance related with self-perception and strength.

14 non-trained women were studied. A Zeptor® vibration plate with two oscillatory plates was used. The training program was realized in 2 periods for 4 weeks (5 days a week): Period 1: Self-perception training (frec. theta: 3,5-7,5 Hz). Period 2: Strength training (frec. alfa: 7,5-12,5 Hz).

Lewis vertical jump test was used due to its evaluation of alactic anaerobic power. The subjects were tested on the 1st, 14th, and 28th days during the study period.

*The SPSS 11.5 program with descriptive and analytic statistics was used, with *t* test of Student among paired data. Statistically significant differences for $p \leq 0,05$.*

A significant increase has been detected ($p=0,049$) from the first jump test ($31,52 \pm 5,38$) to the second one ($33,33 \pm 5,47$) and a significant increase ($p=0,022$) from the first test ($31,52 \pm 5,38$) to the third jump test. ($33,59 \pm 5,36$).

The training with a mechanical vibration plate makes an improvement on jumps due to an strength increase on extension knee muscles.

Key words

Training, Vibration plate, Strength.

Introducción

Vibración mecánica

“La vibración es un movimiento rápido oscilatorio de vaivén” (*Diccionario terminológico de ciencias médicas*). Las vibraciones mecánicas (VM), dependiendo de su frecuencia y amplitud, de la duración de las sesiones y del tiempo durante el cual se mantiene su aplicación, tienen diversos efectos en diferentes niveles del organismo como estimulación de numerosos receptores cutáneos y husos musculares (Cordo y cols., 1995), generación de reflejos como el reflejo tónico vibratorio o de ciclo corto de estiramiento, cambios en las concentraciones de neurotransmisores como la dopamina o la serotonina, cambios en la concentración de hormonas como la cortisona, que descende su concentración mediante la vibración (Bosco y cols., 2000), la hormona del crecimiento, que aumenta su concentración (Bosco y cols., 2000; Cardinale y Pope, 2003) y la testosterona (Bosco y cols., 2000; Cardinale y Pope, 2003) y prevención de la sarcopenia y posiblemente de la osteoporosis (Cardinale y Pope, 2003).

Como consecuencia de los variados efectos de las VM sobre el cuerpo, se han encontrado diversas aplicaciones tanto en el tratamiento de diversos procesos patológicos como en múltiples aspectos de la preparación física y del entrenamiento deportivo.

No hay una relación lineal entre la generación del estímulo vibratorio y los efectos fisiológicos conseguidos y como consecuencia de ello los programas terapéuticos y de entrenamiento físico deben ser estructurados sobre las necesidades de adaptación individual.

Hay varias investigaciones que demuestran modificaciones de diversos aspectos de las cualidades físicas mediante la aplicación de VM. Se ha observado mejora de la fuerza de los brazos en boxeadores (Bosco, Cardinale y Tsarpela), mejora de la excitabilidad neuromuscular (NM) a través de una alteración en los patrones de reclutamiento NM conseguidos con un entrenamiento de extensores de rodilla con vibración corporal (Rittweger, Mutschelknauss y Felsenberg, 2003), mejora de la potencia aeróbica y posibilidad de control paramétrico del entrenamiento con el ejercicio de vibración corporal total dependiendo de la frecuencia y amplitud de la VM y por la aplicación de cargas adicionales (Rittweger y cols., 2002). También se ha encontrado un aumento remarcable y estadísticamente significativo en la velocidad, fuerza y potencia músculo-esquelética, mediante la exposición a VM y que se ha atribuido a factores neurológicos (Bosco y cols., 1999). Se ha establecido la utilidad de la vibración corporal total como entrenamiento (Rittweger, Beller

y Felsenberg, 2000) y un aumento de la fuerza en mujeres no entrenadas (Roelants y cols., 2004) y ganancia de fuerza en extensores de la rodilla, en mujeres no entrenadas, de la misma magnitud que el entrenamiento de resistencia de intensidad moderada (Delecluse, Roelants y Verschueren, 2003). Se ha encontrado aumento de la altura vertical del salto, pero sin efecto sobre el hueso en jóvenes (Torvinen y cols., 2003). Se ha visto mejora transitoria en la altura del salto, en la fuerza de extensión isométrica de las extremidades inferiores y en el equilibrio corporal (Torvinen y cols., 2002) y se ha encontrado incremento de la potencia metabólica debida a actividad muscular (Rittweger, Schiessl y Felsenberg, 2001).

Las plataformas que producen vibración mecánica (PVM) sobre grandes grupos musculares han demostrado interesantes efectos sobre diferentes aparatos y sistemas del organismo que, como es lógico, pueden ser de utilidad en determinados campos del entrenamiento deportivo. Se han empleado diferentes sistemas que usan el efecto vibratorio en función de la altura de la vibración, la frecuencia utilizada y la posibilidad de ser empleadas en extremidades inferiores y superiores o solamente en inferiores. En la mayor parte de los casos se trata de superficies únicas con frecuencias altas fijas y con alturas de desplazamiento pequeñas. La plataforma Zeptor presenta como principales características: la variación estocástica de la vibración y el empleo de dos superficies de apoyo independientes, una para cada extremidad; además el movimiento es activo en los ejes craneo-caudal y latero-lateral, mientras se añade un elemento pasivo de prono-supinación del pie.

Este trabajo tiene como objetivo determinar si existe mejora de la fuerza de la extremidad inferior con el trabajo continuado en plataforma vibratoria en mujeres no entrenadas.

Material y métodos

El grupo de estudio ha estado formado por 14 voluntarias, no practicantes habituales de deporte, alumnas de la Escuela de Ciencias de la Salud de Zaragoza que aceptaron su participación en el estudio una vez informadas de su metodología y objetivos.

Los criterios de inclusión fueron:

- Sexo femenino.
- Edad: 20-25 años.
- No ser deportista habitual ni de competición.
- No realizar ningún tipo de entrenamiento estructurado.

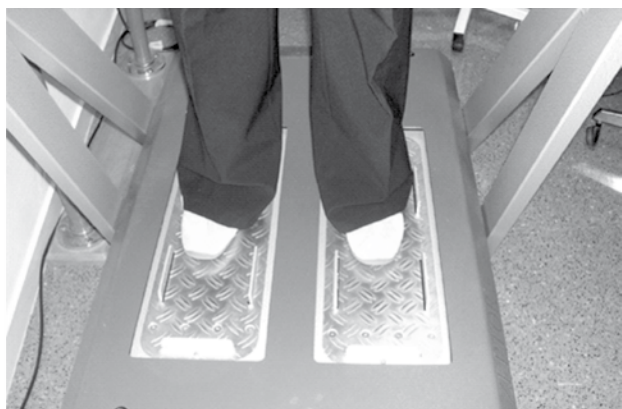
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
Edad	14	20,00	24,00	20,9286	1,32806
Peso	14	48,00	72,00	61,5000	7,18706
Talla	14	157,00	179,00	166,5000	6,06059

Tabla 1

Características de las participantes.

**Figura 1**

Plataforma de vibración. Vista lateral.

**Figura 2**

Plataforma de vibración. Vista posterior.

Las características de las participantes en el trabajo se muestran en la *tabla 1*.

Entrenamiento en plataforma de vibración mecánica

El estudio, de tipo prospectivo-descriptivo, consistió en la realización de entrenamiento en PVM Zeptor (Scisens GMBH. Frankfurt. Germany) que dispone de dos plataformas oscilatorias, con una amplitud de oscilación de 3 mm y un tercer grado de libertad pasivo. Tiene una función de interacción con serie de oscilaciones aleatorizadas y una regulación de frecuencia de 0,5 Hz a 12,5 Hz. (*figs. 1 y 2*).

El entrenamiento se realizó durante cuatro semanas divididas en dos fases:

- Fase 1: Entrenamiento de propiocepción mediante la utilización de frecuencias theta (3,5-7,5 Hz) que generan fuerzas de nivel bajo y que tienen acción y efectos altos sobre la propiocepción, pero que tienen acción y efectos bajos sobre la actividad muscular, la fatiga, la fuerza y la potencia.
- Fase 2: Entrenamiento de fuerza mediante la utilización de frecuencias alfa (7,5-12,5 Hz) que generan fuerzas de nivel alto y que tienen acción y efectos altos sobre la actividad muscular, la fatiga, la fuerza y la potencia, pero que tienen acción y efectos bajos sobre la propiocepción.

El entrenamiento en la plataforma de vibración se realizó durante cinco sesiones diarias cada una de las cuatro semanas que duró el estudio con las características que se exponen en la *tabla 2*. La posición de trabajo correspondió a la de mini-squat con flexión discretamente más acentuada en la vibración de máxima intensidad (*fig 3*).

La *tabla 3* resume la acción y los efectos de la plataforma de vibración mecánica Zeptor sobre aspectos fisiológicos y mecánicos según la frecuencia de vibración utilizada.

Tabla 2
Características del entrenamiento en la plataforma de vibración.

Semana	1	2	3	4
Repeticiones (nº)	4	4	4	4
Tiempo de estímulo (segundos)	90	90	120	120
Tiempo de reposo (segundos)	30	30	60	60
Frecuencia (Herzios)	6	7	10	12
Posición (grados flexión rodillas)	110	110	110	110



Figura 3
Ejecución de una sesión de entrenamiento mediante vibración mecánica.

Efectos fisiológicos y mecánicos	Frecuencia	
	theta (3,5-7,5 Hz)	alfa (7,5-12,5 Hz)
Fuerzas generadas	*	**
Actividad muscular	*	**
Fatiga	*	**
Efectos sobre fuerza y potencia	*	**
Efectos en propiocepción	**	*
Efecto: * moderado ** alto		

Tabla 3
Acción y efectos de la plataforma de vibración mecánica Zeptor según la frecuencia utilizada.

Test de salto de vertical de Lewis

Para la valoración del comportamiento de la fuerza de salto de las extremidades inferiores, que son las que experimentaron el entrenamiento mediante plataforma de vibración mecánica, se utilizó el test de salto vertical o test de Lewis (Wilmore y Costill, 1999) que evalúa la potencia anaeróbica aláctica de las extremidades inferiores.

Se utilizó el test de salto vertical porque se consideró la prueba más adecuada para el tipo de población estudiada y el protocolo elegido.

Este test, que requiere una escasa implementación (una pared, un metro y tiza para marcar), es de considerable fiabilidad y es de fácil realización por su simplicidad de ejecución, puesto que requiere un patrón básico de movimiento ejecutable por cualquier persona sin discapacidad ni lesión.

El test permite determinar niveles de fuerza y más concretamente de fuerza elástico-explosiva, para la cual es necesaria una buena coordinación intra e intermuscular y una adecuada respuesta neural.

El test de salto se realizó los días 1, 14 y 28 del periodo de estudio. En el día 1 se establecieron los valores de salto de cada sujeto sin que existiera ningún tipo de adaptación al entrenamiento.

En el día 14, a mitad del estudio, se determinó el valor del salto vertical para evaluar si existía mejora de la fuerza después de realizar un periodo de trabajo de propiocepción.

El día 28, último día del estudio, se determinó el valor del salto vertical para comprobar si existía mejora de la fuerza después de realizar un periodo de trabajo de fuerza.

El protocolo del test de salto vertical consistió en un calentamiento realizado subiendo y bajando dos veces las escaleras de dos plantas (total 80 escaleras). Después se realizaron 10 repeticiones del ejercicio básico de



Figura 4
Test de salto vertical de Lewis.

	N	Mínimo	Máximo	Media $\pm$ D.S.
TEST1	14	21,00	41,30	31,52 $\pm$ 5,38
TEST2	14	21,00	39,30	33,33 $\pm$ 5,47
TEST3	14	22,00	42,30	33,59 $\pm$ 5,36

TEST1: Test de salto vertical (1.^a determinación).
TEST2: Test de salto vertical (2.^a determinación).
TEST3: Test de salto vertical (3.^a determinación).

Tabla 4
Valores medios de los tests de Lewis.

“sentadillas” con el propio peso y dejando dos minutos para estirar.

Se realizaron tres intentos. Se tomó como resultado la media de los tres.

La técnica del test de salto vertical de Lewis con movimiento de brazos consiste en una posición de partida con el lateral del cuerpo apoyado en una pared y con un brazo extendido hacia arriba realizando una marca en el punto más alto posible con el dedo más largo de la mano en posición extendida. (Fig. 4)

Tras esta marca se separa unos diez centímetros de la pared y tras una semiflexión de rodillas se realiza el salto lo más alto posible volviendo a realizar una marca con tiza en el punto más alto posible. La ejecución del salto es libre. La diferencia entre los puntos marcados corresponde a los centímetros de salto realizados.

Análisis estadístico

Estudio prospectivo, descriptivo y transversal. Para el análisis de los datos se utilizó una hoja Excel y el programa informático SPSS 11.5 para Windows realizando una estadística descriptiva y analítica, utilizando

la prueba *t* de Student entre variables de datos pareados para establecer si existían diferencias estadísticamente significativas cuando $p \leq 0,05$.

Resultados

En la *tabla 4* se pueden ver los valores medios y la desviación estándar de los parámetros y en la *tabla 5* se muestran las variaciones estadísticamente significativas.

	Desviación típica	Sig. (bilateral)
TEST1-TEST2	3,13120	,049*
TEST1-TEST3	2,98623	,022*
TEST2-TEST3	1,23083	,448

TEST1: Test de salto vertical (1.^a determinación).
TEST2: Test de salto vertical (2.^a determinación).
TEST3: Test de salto vertical (3.^a determinación).
* $p < 0,05$.

Tabla 5
Desviación típica y significatividad de los tests de Lewis.

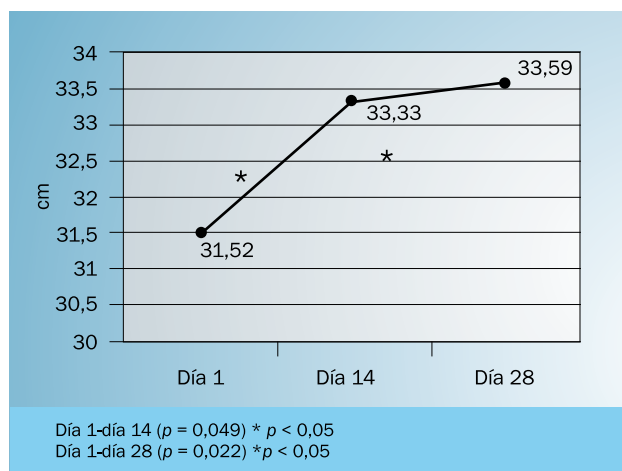


Figura 5

Variación del test de salto a lo largo del periodo de estudio.

Test de salto

En el test de Lewis se han observado las siguientes variaciones estadísticamente significativas:

- Aumento significativo ($p = 0,049$) del salto de la primera ($31,52 \pm 5,38$) a la segunda determinación ($33,33 \pm 5,47$). (Fig. 5)
- Aumento significativo ($p = 0,022$) del salto de la primera ($31,52 \pm 5,38$) a la tercera determinación ($33,59 \pm 5,36$). (Fig. 5)

Discusión

Por lo que respecta a la determinación de la fuerza de la musculatura de la extremidad inferior efectuada mediante el test de salto vertical de Lewis se ha encontrado un aumento estadísticamente significativo ($p = 0,049$) del primer test ($31,52 \pm 5,38$) al segundo ($33,33 \pm 5,47$) y también de la primera determinación ($31,52 \pm 5,38$) a la tercera ($33,59 \pm 5,36$), con una significación $p = 0,022$.

El aumento de la determinación del segundo test ($33,33 \pm 5,47$) a la del tercer test ($33,59 \pm 5,36$) no fue estadísticamente significativo.

Los efectos del entrenamiento en plataforma de vibración mecánica, como forma de entrenamiento NM, sobre la respuesta motora del tren inferior, han generado diversos trabajos que han demostrado mejoras de la condición física en diferentes circunstancias.

Se han estudiado los efectos agudos de la exposición a PVM en periodos cortos de tiempo observándose que una exposición de cuatro minutos en PVM

en sujetos jóvenes y sanos provocaba una mejora transitoria del rendimiento muscular y en el equilibrio comprobado mediante tests motores (estabilidad en plataforma, fuerza de agarre, fuerza isométrica de extensión de las extremidades inferiores, marcha “en tándem”, salto vertical y lanzamiento) y electromiografía (Torvinen y cols., 2002).

La investigación de los cambios agudos en la excitabilidad NM mediante ejercicio en plataforma de vibración mecánica, en comparación con el trabajo convencional de los extensores de la rodilla, encuentra efectos sobre el nivel de lactato sanguíneo y sobre la percepción subjetiva de esfuerzo que sugieren niveles comparables de fatiga en ambos tipos de ejercicio. Únicamente se aprecia una reducción significativa del tiempo hasta el agotamiento en el ejercicio en plataforma de vibración mecánica. Tras el esfuerzo, se observaron efectos comparables sobre la altura del salto vertical, al igual que se ha observado en el trabajo que se presenta, sobre el tiempo de contacto en el suelo y sobre el “torque” isométrico. Los autores concluyeron que este tipo de entrenamiento tenía efecto sobre los patrones de reclutamiento NM y que aparentemente mejoraba la excitabilidad NM, por lo que este tipo de ejercicio podía ser utilizado para diseñar nuevos programas de entrenamiento (Rittweger y cols., 2002).

En un trabajo realizado en ciclistas, saltadores y practicantes de *fitness* a los que se aplicó una sesión de vibroestimulación, se observó un incremento de la fuerza explosiva y un aumento de la capacidad de salto, por lo que los autores se plantearon la utilización de este método como técnica de calentamiento para pruebas rápidas (Fetz y Kornexl, 1976).

Otros trabajos demuestran que una única sesión de ejercicio de VM provoca un incremento significativo, aunque temporal, en la fuerza de las extremidades inferiores (Roelants y cols., 2004) y en los flexores de brazos (Rittweger, Mutschelknauss y Felsenberg, 2003).

El entrenamiento en plataforma de vibración mecánica es tan efectivo como el trabajo de musculación de los extensores de la rodilla mediante ejercicios dinámicos de extensión de la rodilla, para mejora de la fuerza de extensión de la rodilla y velocidad de movimiento y contra-movimiento en el rendimiento de salto, en mujeres post-menopáusicas en un periodo de entrenamiento de 24 semanas (Kouzaki, Shinohara y Fukunaga, 2000).

El entrenamiento en plataforma de VM, en mujeres jóvenes no entrenadas (media de edad 21,3 años, similar al grupo empleado en este estudio de 20,9 años),

realizado durante 24 semanas indujo un aumento significativo de la fuerza de los músculos extensores de la rodilla similar al conseguido mediante un programa de entrenamiento de *fitness* consistente en entrenamiento aeróbico o cardiovascular y de fuerza (Roelants y cols., 2004). Un resultado similar con aumento significativo de la fuerza extensora dinámica e isométrica de la rodilla también fue conseguido en otro grupo de mujeres no entrenadas, en una forma similar al entrenamiento convencional de resistencia (Delecluse, Roelants y Verschueren, 2003).

El entrenamiento de corta duración, dos semanas, no produce mejora de la activación muscular en la producción de fuerza extensora de la rodilla isométrica máxima ni aumento de la cantidad total de fuerza máxima, lo que sugiere que es necesario un entrenamiento de mayor duración en el tiempo para conseguir resultados en la mejora del rendimiento muscular (Roelants, Delecluse y Verschueren, 2004). En este trabajo sí que se produjeron los efectos agudos del ejercicio, reducción de la fuerza máxima voluntaria de la flexión de la rodilla tras vibración, tal como se ha comunicado en otros trabajos (Rittweger, Beller y Felsenberg, 2000).

En otro trabajo de mayor duración, 11 semanas, realizado en sujetos no entrenados no se observaron mejoras de la fuerza de los extensores de la rodilla, pero los sujetos sólo entrenaron tres días por semana, en sesiones de 5 a 8 periodos de un minuto de duración con un minuto de reposo entre ellos (De Ruiter y cols., 2003). Este trabajo sugiere que la consecución de resultados en la mejora de la fuerza precisa un mayor número de sesiones de entrenamiento semanal con exposiciones de mayor tiempo.

En trabajos donde se analizan los efectos del entrenamiento de vibración mecánica a largo plazo se ha encontrado una mejora de la potencia de salto en jóvenes sanos tras un programa de cuatro meses de entrenamiento, sugiriendo una adaptación NM al estímulo de vibración (Torvinen y cols., 2002). En otro estudio del mismo grupo observaron una mejora de un 7,8 % neto en la altura de salto vertical en jóvenes sanos tras un programa de entrenamiento con vibración mecánica de ocho meses de duración (Torvinen y cols., 2003).

En otro trabajo, éste realizado en mujeres post-menopáusicas, en que se realizó un entrenamiento de vibración mecánica de seis meses de duración, se observaron mejoras de la fuerza muscular isométrica y dinámica de un 15 % y 16 %, respectivamente (De Ruiter y cols., 2003).

Se ha visto que, aunque la mayoría de trabajos refieren mejorías en la función muscular relacionados con el entrenamiento de plataforma de vibración mecánica, algunos otros no muestran tal mejoría (Verschueren y cols., 2004), lo que es atribuible por una parte a los múltiples niveles fisiológicos que se afectan por la vibración mecánica y por otra parte a que no existe una relación lineal entre el estímulo de vibración y la reacción biológica que produce (Humphries y cols., 2004). Además hay que considerar la intensidad y la duración de los programas empleados, porque con bajos niveles de estimulación y cortos periodos de aplicación no parece que se produzcan mejoras importantes del rendimiento muscular.

Conclusiones

- El entrenamiento propioceptivo y de fuerza mediante plataforma vibratoria es tolerado perfectamente por sujetos no entrenados, en este caso mujeres jóvenes.
- El entrenamiento mediante ejercicio en la PVM mejora la respuesta del test de Lewis.
- Es razonable pensar que la conclusión anterior confirma un incremento de la fuerza de los músculos extensores de la rodilla utilizando el estímulo vibratorio en mujeres no entrenadas previamente.
- El entrenamiento en PVM abre las posibilidades de estudiar una mejora del aumento del rendimiento muscular partiendo de principios de adecuación propioceptiva con solicitaciones musculares intensas en cortos periodos de tiempo de estímulo por sesión.

Bibliografía

- Bosco, C.; Colli, R.; Introini, E.; Cardinale, M. y Tsarpela, O. (1999). Madella A, Tihanyi J, Viru A. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol*; 19:183-187.
- Bosco, C.; Iacovelli, M.; Tsarpela, O.; Cardinale, M.; Bonifazi, J.; Tihanyi, J.; Viru, M.; De Lorenzo, A. y Viru, A. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol*; 81:449-454.
- Bosco, C.; Cardinale, M. y Tsarpela, O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol G*.
- Cardinale, M. y Pope, M. H. (2003). The effects of whole body vibration on humans: dangerous or advantageous? *Acta Physiol Hung*; 90:195-206.
- Cordo, P.; Gurfinkel, V. S.; Bevan, L. y Kerr, G. K. (1995). Proprioceptive consequences of tendon vibration during movement. *J Neurophysiol*; 74:1675-1688.
- Delecluse, C.; Roelants, M. y Verschueren, S. (2003). Strength in-

- crease after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc*; 35:1033-1041.
- De Ruiter, C. J.; Van Der Linden, R.; Van der Zijden, M.; Hollander, A. y De Haan, A. (2003). Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *Eur J Appl Physiol*; 88:472-475.
- De Ruiter, C. J.; Van Raak, S. M.; Schilperoort, J. V.; Hollander, A. P. y De Haan, A. (2003). The effects of 11 weeks whole body vibration on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *Eur J Appl Physiol*; 90:595-600.
- Diccionario terminológico de ciencias médicas* (1974). Barcelona: Salvat editores.
- Fetz F. y Kornexl, E. (1976). *Tests deportivo motores*. Buenos Aires: Ed. Kapelusz.
- Humphries, B.; Warman, G.; Purton, J.; Doyle, T. L. A. y Dugan, E. (2004). The influence of vibration on muscle activation and rate of force development during maximal isometric contractions. *J Sports Sci Med*; 3:16-22.
- Kouzaki, M.; Shinohara, M. y Fukunaga, T. (2000). Decrease in maximal voluntary contraction by tonic vibration applied to a single synergist muscle in humans. *J Appl Physiol*; 89:1420-1424.
- Rittweger, J.; Mutschelknauss, M. y Felsenberg, D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*; 23:81-86.
- Rittweger, J.; Ehrig, J.; Just, K.; Mutschelknauss, M.; Kirsch, K. A. y Felsenberg, D. (2002). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int J Sports Med*; 23:428-432.
- Rittweger, J.; Beller, G. y Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol*; 20:134-142.
- Rittweger, J.; Schiessl, H. y Felsenberg, D. (2001). Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *Eur J Appl Physiol*; 86:169-173.
- Roelants, M.; Delecluse, C.; Goris, M. y Verschueren, S. (2004). Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *Int J Sports Med*; 25:1-5.
- Roelants, M.; Delecluse, C. y Verschueren, S. M. (2004). Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc*; 52:901-908.
- Torvinen, S.; Kannus, P.; Sievänen, H.; Järvinen, T. A. H.; Pasanen, M.; Kontulainen, S.; Nenonen, A.; Järvinen, T. L. N.; Paakkala, T.; Järvinen, M. y Vuori, I. (2003). Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance and body balance: A randomized controlled study. *J Bone Miner Res*; 18:876-884.
- Torvinen, S.; Kannus, P.; Sievänen, H.; Jarvinen, T. A.; Pasanen, M.; Kontulainen, S.; Jarvinen, T. L.; Jarvinen, M.; Oja, P. y Vuori, I. (2002). Effect of a vibration exposure on muscular and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Funct Imaging*; 22:145-152.
- Verschueren, S. M. P.; Roelants, M.; Delecluse, C.; Swinnen, S.; Vanderschueren, D. y Boonen, S. (2004). Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res*; 19:352-359.
- Wilmore, J. H. y Costill, D. L. (1999). *Physiology of sport and exercise*. 2.^a Ed. Champaign: Human Kinetics.

Efectos agudos de las vibraciones mecánicas sobre el salto vertical

ESMERALDO MARTÍNEZ PARDO*

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Licenciado en Psicopedagogía.

Maestro Especialista en Educación Física.

I.E.S. Cabo de la Huerta (Alicante)

LUIS CARRASCO PÁEZ

Doctor en Educación Física.

Departamento de Expresión Musical, Plástica y Corporal.

Universidad de Zaragoza

PEDRO EMILIO ALCARAZ RAMÓN

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Universidad Católica de Murcia

ANTONIO BRUNET GÓMEZ

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Asesoría Técnico-Deportiva A. Brunet

CAROLINA NADAL SOLER

Diplomada en Fisioterapia.

Universidad Católica San Antonio de Murcia

Correspondencia con autores/as

* aldogori@hotmail.com

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto agudo de una exposición a vibraciones mecánicas sobre la fuerza desarrollada en un salto vertical. Un total de 15 sujetos sanos y activos (11 hombres y 4 mujeres) se sometieron a 60 s de estimulación sobre una plataforma vibratoria que indujo oscilaciones verticales (frecuencia: 50 Hz; amplitud: 2 mm). Antes del periodo de estimulación vibratoria así como 30 s y 2 min después del mismo, los sujetos realizaron un salto vertical (*squat jump*) sobre una plataforma de contactos, a partir de la cual se registró el tiempo de vuelo (t_v) y la altura (h) de cada salto. Los resultados obtenidos muestran un efecto positivo del estímulo vibratorio sobre la fuerza desarrollada en el salto vertical realizado 2 min después de la vibración, ya que tanto t_v como h aumentaron significativamente respecto a los valores obtenidos en el primer salto. Se puede concluir, por tanto, que una estimulación de 60 s sobre plataforma vibratoria combinando altas frecuencias y bajas amplitudes en su oscilación, genera un efecto residual positivo en la capacidad de salto vertical.

Palabras clave

Plataforma vibratoria, Salto vertical, Potencia muscular.

Abstract

Acute residual effects of mechanic vibrations on vertical jump

The aim of this study was to determine the acute effect of a mechanical vibrations exposure on power during vertical jump. A total of 15 active and healthy subjects (11 males and 4 females) were exposed to a 60 s period of stimulation on a vibratory platform that induced vertical oscillations (frequency: 50 Hz; amplitude: 2 mm). Subjects were asked to perform three vertical jumps (before vibratory stimulation and 30 s and 2 min. after this period) on a resistive platform where the flight time (t_v) and height (h) of each single jump were recorded. The results show a positive effect of vibratory stimulus on power during vertical jump performed 2 min. after vibratory stimulation period, since t_v and h were significantly higher than those registered in the first jump. It can be concluded that 60 s of whole body stimulation on a vibratory platform based on high-frequency and low-amplitude oscillations generate a positive residual effect on vertical jump.

Key words

Vibratory platform, Vertical jump, Muscular power.

Introducción

La realización de ejercicios bajo la acción de estimulaciones vibratorias, son un nuevo método de entrenamiento neuromuscular que se aplica tanto en atletas como en terapias para prevenir la osteoporosis (Rittweger, Beller, Felsenberg, 2000; Verschueren y cols., 2004). Los impactos mecánicos a los que se somete al sistema esquelético, los cambios de presión a nivel de los vasos sanguíneos que irrigan el propio hueso y las fuerzas axiales que, sobre el hueso, ejerce la musculatura cuando ésta se activa, parecen ser factores clave en los procesos de adaptación ósea (Martínez, Carrasco, Alacid, 2005). En este sentido, recientes estudios han sugerido que, estímulos mecánicos (vibraciones) de alta frecuencia y baja magnitud pueden ejercer un efecto positivo sobre la morfología ósea, beneficiando su cantidad y calidad (Rubin, Xu, Judex, 2001; Rubin, Sommerfeldt, Judex, Qin, 2001). De igual forma, el gran interés por realizar investigaciones que prevengan las fracturas a causa de la osteoporosis, lo encontramos en el campo del deporte a través de la mejora muscular a partir de estímulos vibratorios (Cardinale, Lim, 2003; Torvinen y cols., 2002b). Ya desde hace algún tiempo, se viene observando que las vibraciones que inciden en músculos y tendones provocan una mejora en sus funciones (Torvinen, 2003). Éstas, pueden aplicarse de forma directa sobre la musculatura implicada, o indirectamente sobre el músculo que se pretende entrenar, produciendo en ambos casos una estimulación muscular (Luo, McNamara, Moran, 2005). Dichos efectos, vendrán determinados por la oscilación mecánica de la vibración, que queda definida por la frecuencia (ciclos por unidad de tiempo, medida en Hz), la amplitud (mitad de la diferencia entre el máximo y el mínimo valor de la oscilación periódica, medida en mm), la magnitud o aceleración (parámetro derivado de la frecuencia y amplitud, expresada en múltiplos de la fuerza g o fuerza gravitatoria) y la duración de la exposición a la misma (Luo y cols., 2005). La combinación de estas variables en su aplicación sobre la musculatura ha provocado diferentes efectos. Así, se ha observado que, tras un período de 6 meses entrenando con vibraciones sinusoidales (35-40 Hz, 2,28-5,09 g), un grupo de mujeres mejoró significativamente la fuerza muscular isométrica y dinámica (Verschueren y cols., 2004). Así mismo, tras 12 semanas, al comparar el entrenamiento desarrollado por tres grupos; uno de ellos que utilizaba resistencias, otro que se entrenaba con plataforma vibratoria (35 Hz a 40 Hz) y, por último, un

grupo control, se pudo observar un aumento significativo de la fuerza desarrollada en el salto con contramovimiento (CMJ) en el grupo que entrenó con vibración (Delecluse, Roelants, Verschueren, 2003). Resultados parecidos encontramos en otro estudio, donde se muestra un aumento significativo (8,5 %) en la altura del salto en adultos sanos tras cuatro meses expuestos a estimulaciones mecánicas. Este aumento, que apareció a los dos meses de entrenamiento, no se vio reflejado al final de los cuatro meses de intervención, ya que la altura del salto se mostró sensiblemente afectada (Torvinen y cols., 2002a). Los efectos positivos se repiten, aun cuando el estudio viene a realizarse en un período de 10 días, en los que un grupo de sujetos sometido a vibraciones de 26 Hz (amplitud: 10 mm; aceleración: 5,4 g), consiguió una mejora significativa ($p < 0,05$) en la altura alcanzada al efectuar el CMJ y en la fuerza máxima mecánica en una serie de saltos continuos (CJ) durante 5 s ($p < 0,01$) (Bosco y cols., 1998).

Algunos autores han llegado a establecer equivalencias entre el entrenamiento de vibración y el entrenamiento con sobrecargas. De esta forma, se ha postulado que un entrenamiento de vibración de 100 min, viene a ser sinónimo de realizar 200 drop jumps (DJ) con un altura de caída de 60 cm, dos veces por semana durante 12 meses (Bosco y cols., 1998). Todos estos efectos positivos se repiten si la finalidad del entrenamiento es valorar los efectos agudos de las vibraciones en una única sesión de 5 series ya que, aplicadas a baja frecuencia (20 Hz), muestran un aumento significativo en la flexibilidad del tendón de la corva (+13,5 %) y en el SJ (+3,9 %) (Cardinale y cols., 2003). Incluso, ante valoraciones de los miembros superiores, como fue el caso de 12 boxeadores que sometieron uno de sus brazos a vibraciones mecánicas (frecuencia: 30 Hz; amplitud: 6 mm; aceleración: $34 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$), a lo largo de cinco series de 60 s, apareció una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,001$) en la fuerza mecánica de dicho brazo, no mostrando cambios en la fuerza medida el brazo que sirvió de control (Bosco, Cardinale, Tarpela, 1999). Aspecto que vuelve a aparecer al medir la fuerza explosiva en un curl de bíceps realizado en posición de sentado, donde se administró una vibración de 44 Hz y una aceleración de $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ transmitido a través del cable de unas agarraderas, atribuyéndose a la estimulación vibratoria un aumento de la fuerza explosiva de 30,1 y 29,8 W (10,4 % y 10,2 %, respectivamente) para la potencia máxima y potencia media, respectivamente,

en un grupo de élite, y de 20,0 y 25,9 W (7,9 % y 10,7 %, respectivamente) en un grupo amateur (Issurin, Tenenbaum, 1999).

De esta forma, diferentes estudios que valoran la influencia de las vibraciones, exponen resultados óptimos tanto en las ganancias de masa ósea como una mejora en la potencia máxima y en la potencia media de los miembros superiores; incrementando, por otro lado, la altura de vuelo en el squat jump (SJ), DJ y CMJ en lo que respecta a sus efectos agudos sobre los miembros inferiores. Sin embargo, existen datos contradictorios, ya que, en el estudio de Cardinale y Lim (2003), tras someter a los sujetos participantes a cinco series de 60 s de duración con una frecuencia de 40 Hz, se observó una disminución del 4 % en la altura del SJ efectuado tras el estímulo vibratorio.

Ante la necesidad de definir un estímulo vibratorio capaz de optimizar diferentes acciones musculares, este estudio tiene como principal objetivo determinar los efectos que, a nivel muscular, ejerce una serie única de estimulación mecánica sinusoidal en la ejecución del SJ realizado tras su aplicación.

Material y métodos

Un total de 15 sujetos sanos y activos, de los cuales 11 fueron hombres (edad: $28,6 \pm 2,9$ años; peso: $81,1 \pm 6,6$ kg; altura: $178,9 \pm 5,7$ cm; índice de masa corporal: $25,3 \pm 2,3$ kg/m²; porcentaje de grasa corporal: $16,9 \pm 5,5$ %) y 4 mujeres (edad: $24,0 \pm 1,8$ años; peso: $58,0 \pm 8,3$ kg; altura: $169,2 \pm 6,4$; índice de masa corporal: $20,2 \pm 2,7$ kg/m²; porcentaje de grasa corporal: $22,1 \pm 4,4$ %), participaron, de forma voluntaria, en este estudio.

Antes de realizar cada salto, los sujetos llevaron a cabo un calentamiento que consistió, básicamente, en la realización de ejercicios de movilidad articular de los miembros inferiores. Posteriormente, los sujetos efectuaron el la prueba de salto SJ, utilizando para ello, la plataforma de contactos Ergojump (Psionm XP, MA.GI. CA. Rome. Italy), a partir de la cual se registró el tiempo de vuelo (t_v) y la altura de cada salto (h).

Una vez realizado el primer salto, cada sujeto, debía colocarse sobre la plataforma vibratoria (Power Plate, The Netherlands), situando los pies sobre unas zonas marcadas 19 centímetros a cada lado del punto central de su base, flexionando las piernas hasta 110°, manteniendo a su vez una flexión de cadera y una ligera inclinación del tronco

hacia delante, quedando sujeto por las manos al soporte vertical de la plataforma. En esta posición, los sujetos se sometieron a una serie única de 60 s de vibraciones mecánicas de todo el cuerpo a una frecuencia de 50 Hz y con una amplitud de 2 mm. Una vez finalizado este tiempo, cada sujeto volvió a realizar dos saltos verticales de las mismas características, uno, a los 30 s y otro a los 2 min. de haber finalizado el estímulo vibratorio.

En cuanto al análisis estadístico de los datos, hay que decir que todos ellos se expresan como media $\pm$ desviación estándar (SD). Asimismo, se han utilizado análisis de la varianza (ANOVA de un factor y de medidas repetidas) para el contraste de las variables consideradas (t_v y h) según el género y de cara a establecer la comparativa entre las pruebas realizadas antes y después de la intervención vibratoria. En cualquier caso, el intervalo de confianza se situó en un 95 %.

Resultados

Todos los sujetos completaron el estudio sin que apareciera ningún efecto colateral. Asimismo, ninguno de los sujetos experimentó reacciones adversas o fatiga exhaustiva después de los 60 s de estimulación vibratoria.

En la *tabla 1* se muestran los resultados obtenidos en el estudio. En dicha tabla, y teniendo en cuenta el factor género, se puede apreciar la presencia de indicios de significación estadística en las variables t_v y h correspondientes al SJ efectuado 2 min. después de la estimulación vibratoria, siendo ambos registros claramente superiores en los hombres. Asimismo, se puede comprobar cómo los efectos producidos por la exposición aguda a un ejercicio vibratorio ofrecieron resultados diferentes según el género de los sujetos participantes. En este sentido, se encontraron, en el caso de los hombres, diferencias significativas ($F = 7,953$; $p = 0,018$) en t_v entre el SJ previo y el SJ efectuado en los 2 min. posteriores. Resultados similares fueron encontrados en lo que a h se refiere ($F = 8,090$; $p = 0,017$), ya que ésta se vio incrementada en un 12,15 % a los 2 min. tras el estímulo vibratorio respecto al SJ previo (*fig. 1*). Sin embargo, no se apreciaron diferencias significativas entre el SJ realizado 30 s después del estímulo vibratorio y los otros dos saltos (SJ previo y SJ post 2 min). En lo que respecta al género femenino no se hallaron diferencias significativas entre

	SJ previo		SJ post 30 s		SJ post 2 min	
	t_v (ms)	h (m)	t_v (ms)	h (m)	t_v (ms)	h (m)
Hombres	0,480 ± 0,069	0,288 ± 0,083	0,485 ± 0,060	0,293 ± 0,073	0,507 ± 0,077 ^{a,b}	0,323 ± 0,097 ^{c,d}
Mujeres	0,407 ± 0,031	0,204 ± 0,031	0,438 ± 0,020	0,236 ± 0,021	0,424 ± 0,024	0,216 ± 0,021
TOTAL	0,461 ± 0,069	0,266 ± 0,081	0,473 ± 0,056	0,278 ± 0,068	0,485 ± 0,076 ^e	0,294 ± 0,096 ^f

Los datos se expresan como media ± SD.

^a indicios de significación estadística atendiendo al factor género ($F = 4,355$; $p = 0,057$).

^b diferencia entre SJ post 2 min. y SJ previo en el género masculino ($F = 7,953$; $p = 0,018$).

^c indicios de significación estadística atendiendo al factor género ($F = 4,491$; $p = 0,054$).

^d diferencia significativa entre SJ post 2 min. y SJ previo en el género masculino ($F = 8,090$; $p = 0,017$).

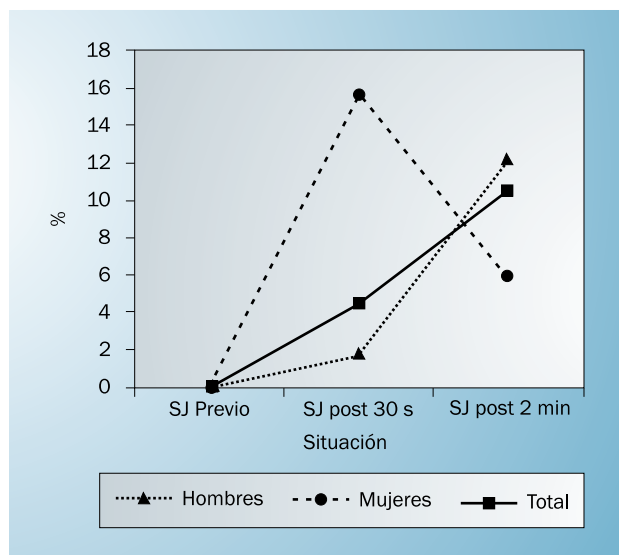
^e diferencia significativa entre SJ post 2 min. y SJ previo ($F = 6,497$; $p = 0,024$).

^f diferencia significativa entre SJ post 2 min. y SJ previo ($F = 4,931$; $p = 0,045$).

Tabla 1

Registros del tiempo de vuelo (t_v) y de la altura (h) del salto vertical (SJ) en las diferentes situaciones.

los saltos efectuados, a pesar de la considerable mejora que, a nivel porcentual (15,68 %), se registró en h en el salto efectuado 2 min tras el estímulo vibratorio (fig. 1). Por otra parte, e independientemente del factor género, se observó una diferencia significativa tanto en t_v ($F = 6,497$; $p = 0,024$) como en h ($F = 4,931$; $p = 0,045$) al comparar el SJ previo y el SJ efectuado 2 min después de la exposición vibratoria.

**Figura 1**

Mejora porcentual de la altura de salto (h) en los diferentes saltos efectuados.

Discusión

Con este estudio de carácter transversal queda patente que, 60 s de estimulación vibratoria en personas adultas sanas, induce una mejora en h y t_v del salto vertical, siendo este efecto positivo diferente según el género y el tiempo transcurrido tras dicha estimulación. *A priori*, este efecto podría parecer mucho más evidente en los hombres, posiblemente por su mayor proporción de fibras musculares Tipo II (MCH II) en comparación con el género femenino. En nuestro estudio, estos efectos sobre el género masculino aparecen claramente en los 2 min posteriores a la exposición vibratoria, pero no hay que olvidar que, en términos porcentuales (15,68 %), la mejora obtenida en h fue mayor en el género femenino en el salto realizado 30 s después del estímulo vibratorio (fig. 1). No obstante, cabe destacar que dichos valores hallados en el género femenino se obtuvieron a partir de una muestra de 4 personas. Lo que viene a ser un grupo reducido para poder generalizar conclusiones.

Teniendo en cuenta la frecuencia, amplitud y duración del estímulo utilizadas en este estudio (50 Hz, 2 mm y 60 s, respectivamente), los resultados encontrados difieren de los hallados por Cardinale y Lim (2003), quienes no determinaron mejoras significativas en el SJ (-4 %) tras realizar 5 series de 60 s con una frecuencia de 40 Hz. Sin embargo, Torvinen et al (2002b), tras 4 min de estimulación vibratoria registraron un incremento significativo en h ($p = 0,019$) 2 min después de dicha exposición, resultados que coinciden con los hallados en el presente estudio. Este efecto se debe, según

Nishihira y cols., (2002), a que la amplitud del reflejo-H (H-reflex) aumenta temporalmente después del estímulo vibratorio cuando se aplica con grandes frecuencias sobre el tríceps sural. Parece ser que el movimiento vibratorio provoca una hiperactivación del reflejo miotático, y con ello, un aumento de las contracciones reflejas, y también voluntarias, por la mayor implicación de algunas áreas motoras cerebrales que comporta una mayor estimulación de las motoneuronas eferentes gamma. De esta forma, la vibración aplicada al músculo o al tendón, provoca un aumento significativo de los potenciales motores evocados, un razonamiento compartido por autores como Tous y Moras (2004), quienes sugieren que la vibración afecta a la modulación de la excitabilidad de la corteza motora, pudiendo incidir a su vez, sobre los impulsos voluntarios.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que el entrenamiento por vibración puede ser un buen ejercicio de intervención para la mejora neuromuscular en deportistas, ya que puede incidir sobre su rendimiento en momentos determinados, teniendo siempre en cuenta el objetivo buscado con dichas estimulaciones vibratorias. A su vez, es necesario considerar este tipo de aplicaciones sobre la población en general, ya que diferentes estudios ponen de manifiesto cambios hormonales con aumentos significativos en la concentración plasmática de testosterona y hormona de crecimiento, así como descensos de los niveles de cortisol, con las repercusiones positivas que ello conlleva (Bosco y cols., 2000; Cardinale, 2002). Además, las vibraciones corporales acompañadas de ejercicios específicos pueden remediar el dolor y mejorar el dolor relativo en pacientes con dolencias crónicas en la zona lumbar (Rittweger, Just, Kautzsch, Reeg, Felsenberg, 2002). Incluso, tras periodos de entrenamiento por vibración, aparecen aumentos significativos en la densidad mineral ósea de la cadera (+0,93 %, $p < 0,05$) (Verschuere y cols., 2004).

Con todo ello, y tras los halagüeños resultados hallados en la literatura científica en lo que respecta al entrenamiento con vibraciones sinusoidales y la combinación de éstas con diferentes ejercicios, parece evidente la necesidad de realizar nuevos estudios que permitan dilucidar los efectos que, a largo plazo, pueden tener diferentes programas de ejercicios vibratorios, así como su incidencia sobre parámetros endocrinos, óseos y musculares.

Bibliografía

- Bosco, C.; Cardinale, M. y Tsarpela, O. (1999). Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol* 79, 306-11.
- Bosco, C.; Jcovelli, M.; Tsarpela, O.; Cardinale, M.; Bonifazi, M. y Tihanyi, J. y cols. (2000). Hormonal response to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 81, 449-54.
- Bosco, C.; Cardinale, M.; Tsarpela, O.; Colli, R.; Tihanyi, J. y Von Dullivard, S. P. y cols. (1998). The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biology of Sport* 15(3), 157-64.
- Cardinale, M. (2002). Abstract of the Ph.D. Thesis: The effects of vibration on human performance and hormonal profile. Budapest.
- Cardinale, M. y Lim, J. (2003). The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med Sport* 56, 287-92.
- Delecluse, Ch.; Roelants, M. y Verschuere, S. (2003). Strength Increased after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training. *Med Sci Sports Exerc* 35(6), 1033-41.
- Issurin, V. B. y Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *Journal of Sports Sciences* 17, 177-82.
- Luo, J.; McNamara, B. y Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med* 35(1), 23-41.
- Martínez, E.; Carrasco, L. y Alacid, F. (2005). Efectos de los impactos mecánicos implicados en la práctica de diferentes deportes sobre las características óseas en deportistas. *Selección* 14(3), en prensa.
- Nishihira, Y.; Iwasaki, T.; Hatta, A.; Wasaka, T.; Kaneda, T. y Kuroiwa, K. y cols. (2002). Effect of whole body vibration stimulus and voluntary contraction on motoneuron pool. *Adv Exerc Sports Physiol* 8(4), 83-6.
- Rittweger, J.; Beller, G. y Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clinical Physiology* 20(2), 134-42.
- Rittweger, J.; Just, K.; Kautzsch, K.; Reeg, P. y Felsenberg, D. (2002). Treatment of Chronic Lower Back Pain with Lumbar Extension and Whole-Body Vibration Exercise. *SPINE* 27(17), 1829-34.
- Rubin, C.; Sommerfeldt, D. W.; Judex, S. y Qin, Y. (2001). Inhibition of osteopenia by low magnitude, high-frequency mechanical stimuli. *Drug Discov Today* 6(16), 848-58.
- Rubin, C.; Xu, G. y Judex, S. (2001). The anabolic activity of bone tissue, suppressed by disuse, is normalized by brief exposure to extremely low-magnitude mechanical stimuli. *Faseb J.* 2225-9.
- Torvinen, S. (2003). Effect of whole body vibration on muscular performance, balance, and bone. Acta Universitatis Tampereensis 908. University of Tampere.
- Torvinen, S.; Kannus, P.; Siëvanen, H.; Järvinen, T. A. H.; Pasanen, M. y Kontulainen, S. y cols. (2002a). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc* 34(9), 1523-8.
- (2002b). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol & Func Im* 22, 145-52.
- Tous, J. y Mora, G. Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura. *Lecturas: EF y Deportes. Revista Digital*, 79 (en línea) <http://www.efdeportes.com/efd79/vibrac.htm> (consulta: 25 agosto 2005)
- Verschuere, S. M. P.; Roelants, M.; Delecluse, Ch.; Swinnen, S.; Vanderschuere, D. y Boonen, S. (2004). Effects of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *Journal of bone and mineral research* 19, 352-9.

Análisis discriminante de las estadísticas de juego entre bases, aleros y pivots en baloncesto masculino

MIGUEL ÁNGEL GÓMEZ RUANO*

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (INEF Madrid)

Funcionario de Carrera enseñanzas medias (IES Salvador Allende)

ALBERTO LORENZO CALVO

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (INEF Madrid)

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (INEF Madrid)

Profesor Titular Facultad Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (UPM. INEF Madrid)

Correspondencia con autores

* *magor_2@yahoo.es*

Resumen

El objetivo del presente estudio ha sido analizar las diferencias existentes en las estadísticas de juego entre los puestos específicos (bases, aleros y pivots) de los jugadores de la máxima competición europea (Euroleague). La muestra se ha obtenido de las estadísticas oficiales de la Euroleague de la temporada 2004-2005, recogiendo un total de 60 jugadores (24 bases, 24 aleros y 12 pivots); seleccionando exclusivamente los jugadores con un mínimo de 20 minutos jugados por partido. Las estadísticas de juego analizadas fueron: minutos de juego, puntos anotados, lanzamientos de 2 y 3 puntos (anotados y fallados), tiros libres (anotados y fallados), rebotes ofensivos, rebotes defensivos, asistencias, robos de balón, pérdidas de balón, tapones, faltas cometidas y faltas sufridas. Todos los valores obtenidos han sido divididos por los minutos de juego de cada jugador, obteniendo valores relativos en función de su participación en el partido. Se ha utilizado el análisis discriminante para tratar de identificar las estadísticas de juego que mejor diferencian a los puestos específicos de los jugadores ($p \leq .05$), utilizando para su interpretación un valor de los coeficientes estandarizados $\geq |0.30|$. Los resultados muestran que los bases y los pivots se diferencian entre ellos por las variables asistencias ($CE = .35$), lanzamientos de 3 puntos, anotados ($CE = .46$) y fallados ($CE = .44$), y también por las variables rebotes ofensivos ($CE = -.46$), rebotes defensivos ($CE = -.42$), tapones ($CE = -.36$), lanzamientos de 2 puntos anotados ($CE = -.35$), tiros libres anotados ($CE = -.45$) y las faltas recibidas ($CE = -.33$). Estos resultados parecen señalar la importancia que tienen los bases en los aspectos ofensivos, mientras que los pivots destacan tanto en los aspectos defensivos como ofensivos. Por último, se observa que los aleros presentan valores intermedios en las distintas variables registradas. Todo ello debe ser tenido en cuenta por los entrenadores a la hora de seleccionar y mejorar el proceso de entrenamiento de los jugadores.

Palabras clave

Estadísticas de juego, Puestos específicos, Baloncesto.

Abstract

Discriminant analysis of game-related statistics between guards, forwards and centres in men basketball

The aim of the present study was to analyze the differences in game-related statistics between basketball guards, forwards and centres from the European basketball League (Euroleague). The sample was gathered from the Euroleague boxscores from the 2004-2005 season, selecting an amount of 60 players (24 guards, 24 forwards and 12 centres). Furthermore, all the players have played a minimum of 20 minutes per game. The game-related statistics analyzed were: minutes played, points scored, free-throws (both successful and unsuccessful), 2 and 3 points field-goals (both successful and unsuccessful), offensive and defensive rebounds, blocks, assists, fouls (committed and received), turnovers and steals. Each player's results in every game-related statistics were divided by player's minutes on court, resulting in derived rate variables. Discriminant analysis was used when trying to identify the game-related statistics that better discriminate between player positions ($p \leq .05$), using as interpretation a structure coefficient greater than $|0.30|$. The results showed the differences between guards and centres with emphasis in assists ($CE = .35$), successful 3 points field-goals ($CE = .46$); and with a de-emphasis in unsuccessful 3 points field-goals ($CE = .44$), and the offensive rebounds ($CE = -.46$), defensive rebounds ($CE = -.42$), blocks ($CE = -.36$), successful 2 points field-goals ($CE = -.35$), successful free-throws ($CE = -.45$) and received fouls ($CE = -.33$). The results enhance the importance of guards in attack phases; and centres in defensive and offensive actions. Conversely, the forwards showed mean values in all the game-related statistics. With an overview of these results, these profiles help the coach in player recruitment and allow them to prepare practices according to the player position.

Key words

Game statistics, Player position, Basketball.

Introducción

El baloncesto es uno de los deportes en los que el análisis de la competición y las estadísticas de juego han sido muy utilizadas por entrenadores e investigadores para mejorar el rendimiento de sus equipos. De este modo, dichos análisis permiten corregir y mejorar los errores y fallos del equipo, además de conocer los porcentajes y estadísticas que caracterizan a los equipos rivales, pudiendo, mediante el entrenamiento, minimizar los fallos en situaciones de partido y conseguir la victoria (Mikes, 1987; Hughes y Franks, 2004).

En éste sentido, dentro de los estudios que analizan las estadísticas de juego, Sampaio (2001), establece tres dimensiones de estudio claramente diferenciadas: *a)* aquellas que tratan de diferenciar el rendimiento de los equipos en la fase regular y en el play off de sus respectivas ligas; *b)* los estudios que tratan de abordar la importancia del local de juego en el resultado final de los partidos, y *c)* los estudios que analizan el resultado final de los partidos en función de la diferencia final de puntos en el marcador, no siendo iguales los partidos con diferencias reducidas en el marcado (por ejemplo, 2 puntos), que los que presentan unas diferencias amplias en el marcador (por ejemplo, 20 puntos). A esta clasificación, se le puede añadir una cuarta categoría que trata de contemplar la importancia de las estadísticas de juego en el análisis individual, ya que la valoración individual de los jugadores es importante contemplarla como aportación al colectivo, siendo un aspecto que despierta mucho la atención de entrenadores e investigadores en baloncesto, permitiendo comprender el proceso de formación de los jugadores de alto rendimiento (Lorenzo y Sampaio, 2005; Sánchez y cols., 2006).

Aunque bien es cierto que en la actualidad se pueden diferenciar distintos puestos y funciones dentro de un equipo de baloncesto, se puede considerar que fundamentalmente en el baloncesto se pueden establecer tres puestos específicos de juego, como son los bases, los aleros y los pivots (Alderete y Osma, 1998a; 1998b).

Analizando los estudios que abarcan las estadísticas de juego en función del puesto específico, los bases se han caracterizado por el dominio de las asistencias (Dias, 1999; Trninic, Dizdar y Jacklinovic, 1999; Janeira, Dias, Maia, Sampaio y Brandao, 2000; Tavares, De Rose y Gitti, 2004), las pérdidas de balón (Dias, 1999; Janeira y cols., 2000; Taxildaris y cols., 2001), las recuperaciones de balón (De Rose, Tavares y Gitti, 2004; Okazaki, Rodacki, Sarraf, Dezan y Okazaki, 2004), así como los lanzamientos de 3 puntos y los tiros libres (Correia, 1998; Trninic y cols., 1999; Tsiskaris, Theoharo-

poulos, Galanis y Nikopoulou, 2002; De Rose y cols., 2004). Por su parte, los aleros presentan valores medios en los tiros de campo, lanzamientos de 2 y 3 puntos, así como en los tiros libres (Correia, 1998; Dias, 1999; Trninic y cols., 1999; Tsiskaris y cols., 2002; Okazaki y cols., 2004; De Rose y cols., 2004). En el caso de los pivots, destacan en los rebotes, tanto defensivos como ofensivos, así como en tapones (Dias, 1999; Trninic y cols., 1999; Janeira y cols., 2000; Okazaki y cols., 2004). Además, también se caracterizan por el alto porcentaje de aciertos en los lanzamientos de 2 puntos (Correia, 1998; Papadimitrou, Taxildaris, Derri y Mantis, 1999; Tsiskaris y cols., 2002; De Rose y cols., 2004; Tavares y cols., 2004).

Debido a la especificidad de los indicadores de juego según cada puesto específico, parece evidente la importancia de poder optimizar mejor su rendimiento mediante un entrenamiento más específico y dirigido hacia las técnicas más demandadas en su juego. Por lo tanto, el presente estudio trata de analizar en jugadores de máximo nivel competitivo (Euroleague), los indicadores estadísticos de juego más utilizados en función del puesto específico, así como cuáles les diferencian, de modo que se pueda mejorar el proceso de entrenamiento.

Método

Muestra

En el presente estudio se han analizado un total de 60 jugadores de la Euroleague masculina de baloncesto, pertenecientes todos ellos a equipos clasificados para el Top-16 de la misma competición en la temporada 2004-2005, distribuidos por puestos específicos en bases ($n = 24$), aleros ($n = 24$) y pivots ($n = 12$), tal y como aconseja la literatura especializada (De Rose y cols., 2004; Okazaki y cols., 2004). De este modo, se analizaron sus acciones durante 21 partidos, completando un total de 1260 observaciones. Los jugadores seleccionados para el análisis han cumplido además las siguientes condiciones: *a)* que cada jugador jugase un mínimo de 20 minutos por partido, y *b)* que cada jugador hubiese disputado un mínimo del 75 % de los partidos de la competición.

Procedimiento

Para tratar de comparar los puestos específicos de juego en baloncesto, se recogieron las siguientes variables estadísticas de juego de las estadísticas oficiales de la propia liga (www.euroleague.net): minutos de juego,

puntos anotados, lanzamientos de 2 y 3 puntos (anotados y fallados), tiros libres (anotados y fallados), rebotes ofensivos y defensivos, asistencias, robos de balón, pérdidas de balón, tapones, faltas cometidas y faltas sufridas. Además, para tratar de comparar las estadísticas de juego por puestos específicos, los datos de cada una de las variables han sido divididos por los minutos jugados por cada jugador, obteniéndose de este modo valores relativos al tiempo de juego.

Análisis estadístico

Para el registro y tratamiento de los datos se ha utilizado el paquete estadístico SPSS 12. 0. En primer lugar, se han obtenido los valores medios de las estadísticas de

juego para cada uno de los puestos específicos (bases, aleros y pivots). Con posterioridad, se ha realizado un análisis discriminante para tratar de determinar que variables caracterizan los puestos específicos, además de poder establecer mejor las diferencias entre los mismos. Para la interpretación de las funciones discriminante obtenidas, se ha tenido en cuenta el valor de los Coeficientes Estandarizados (CE), considerando relevantes aquellos cuyo valor fuese mayor o igual a $|0,30|$ (Tabachnick y Fidell, 2001). Para analizar la validez del análisis discriminante, se utilizó el análisis de reclasificación de los grupos, de modo que se pueda observar el valor de reclasificación para cada puesto específico. Todos los análisis estadísticos se han realizado con un nivel de significación de $p \leq ,05$.

	Bases	Aleros	Pivots
Minutos jugados	29,8 $\pm$ 6,1	26,6 $\pm$ 6,8	24,3 $\pm$ 6,6
Puntos por minuto	0,44 $\pm$ 0,21	0,42 $\pm$ 0,21	0,43 $\pm$ 0,21
Lanzamientos 2 puntos anotados	0,08 $\pm$ 0,05	0,12 $\pm$ 0,08	0,15 $\pm$ 0,08
Lanzamientos de 2 puntos fallados	0,08 $\pm$ 0,05	0,11 $\pm$ 0,07	0,11 $\pm$ 0,07
Lanzamientos 3 puntos anotados	0,05 $\pm$ 0,04	0,02 $\pm$ 0,02	0,01 $\pm$ 0,01
Lanzamientos 3 puntos fallados	0,10 $\pm$ 0,06	0,04 $\pm$ 0,05	0,01 $\pm$ 0,02
Tiros libres anotados	0,10 $\pm$ 0,09	0,08 $\pm$ 0,07	0,11 $\pm$ 0,09
Tiros libres fallados	0,02 $\pm$ 0,03	0,03 $\pm$ 0,05	0,04 $\pm$ 0,05
Rebotes ofensivos	0,01 $\pm$ 0,02	0,06 $\pm$ 0,05	0,07 $\pm$ 0,06
Rebotes defensivos	0,07 $\pm$ 0,05	0,12 $\pm$ 0,07	0,15 $\pm$ 0,08
Asistencias	0,09 $\pm$ 0,07	0,05 $\pm$ 0,05	0,05 $\pm$ 0,06
Robos de balón	0,04 $\pm$ 0,04	0,04 $\pm$ 0,04	0,04 $\pm$ 0,05
Pérdidas de balón	0,06 $\pm$ 0,04	0,06 $\pm$ 0,05	0,07 $\pm$ 0,06
Tapones	0,01 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,04
Faltas cometidas	0,08 $\pm$ 0,05	0,11 $\pm$ 0,07	0,03 $\pm$ 0,04
Faltas recibidas	0,12 $\pm$ 0,07	0,12 $\pm$ 0,07	0,14 $\pm$ 0,08

Tabla 1

Estadísticos descriptivos de cada uno de los puestos específicos de juego (valores expresados en $x \pm ds$).

	<i>Función 1</i>	<i>Función 2</i>
Lanz. de 2 puntos anotados	-,35*	-0,7
Lanz. de 2 puntos fallados	-,22	,14
Lanz. 3 puntos anotados	,46*	,18
Lanz. 3 puntos fallados	,44*	,13
Tiros libres anotados	-,02	-,45*
Tiros libres fallados	-,18	,17
Rebotes ofensivos	-,46*	,20
Rebotes defensivos	-,42*	-,03
Asistencias	,35*	-,41*
Robos de balón	,09	,11
Pérdidas de balón	-,01	-,15
Tapones	-,36*	-,49*
Faltas cometidas	-,29	-,06
Faltas recibidas	-,01	-,33*
Lambda de Wilks	,48	,95
Chi-cuadrado	899,03	62,77
Eigenvalue	,96	,04
Correlación Canónica	,70	,22
Significación	<,001	<,001
Porcentaje varianza	94,9	5,1

* CE discriminante valor $\geq 0,30$.

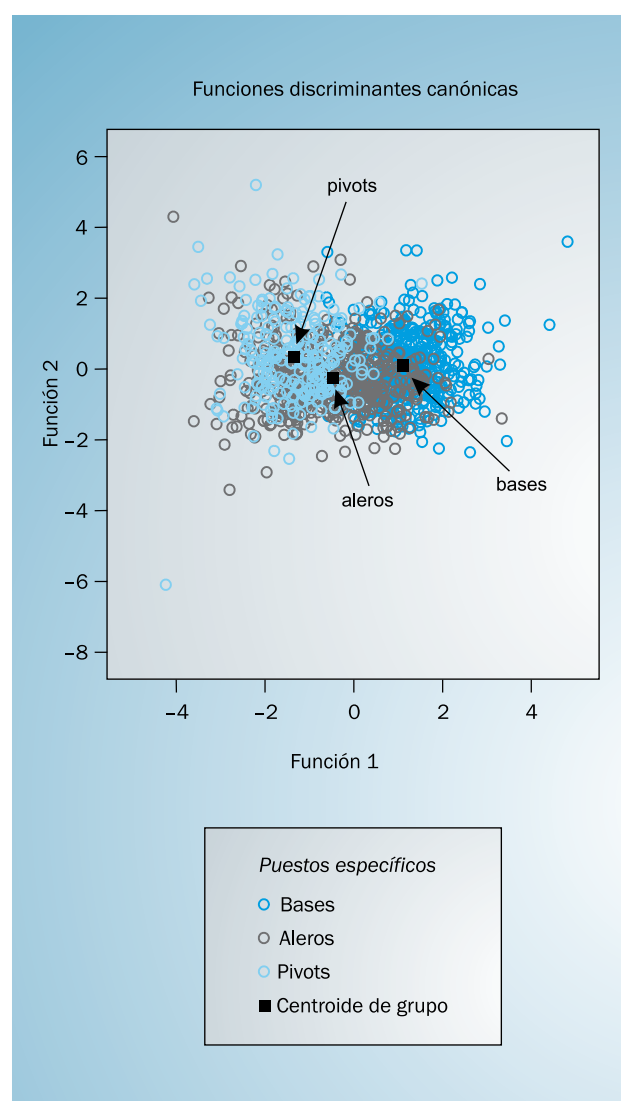
Tabla 2

Coeficientes estandarizados (CE) de las funciones discriminantes y tests estadísticos de significación de cada variable estadística de juego.

Resultados

Los valores de medias y desviación estándar de los indicadores estadísticos de juego en función de los minutos jugados de cada uno de los puestos específicos de juego aparecen reflejados en la *tabla 1*.

El análisis multivariante se aprecia en la *tabla 2*, donde se obtienen dos funciones discriminantes que son significativas ($p \leq ,05$). La Función n.º 1 presenta un 94,9 % de la varianza, mientras que la Función n.º 2 presenta un 5,1 % de la varianza. En este sentido, la Función n.º 1 refleja la importancia de los rebotes ofensivos (CE = -,46),

**Figura 1**

Mapa territorial de los jugadores de acuerdo con el puesto específico de juego y la dispersión de los centroides de uno y otro grupo de acuerdo a los valores de las funciones discriminantes canónicas.

los lanzamientos de 3 puntos anotados (CE = ,46) y fallados (CE = ,44), los rebotes defensivos (CE = -,42), los tapones (CE = -,36) y los lanzamientos de 2 puntos anotados (CE = -,35). Mientras que la Función n.º 2 refleja la importancia de las variables de tapones (CE = -,49), tiros libres anotados (CE = -,45), asistencias (CE = -,41) y faltas recibidas (CE = -,33).

Para comparar mejor los grupos, en la *figura 1*, aparecen reflejados los valores de los centroides de los grupos de acuerdo a los coeficientes de las funciones discriminantes.

Grupo Actual	Grupo de pertenencia pronosticado		
	Base	Alero	Pívot
Base	82,9%	15,3%	1,8%
Alero	24,7%	47,4%	27,9%
Pívot	3,3%	31,1%	65,6%

Tabla 3

Matriz de clasificación de los jugadores por puestos específicos y reclasificación de los mismos de acuerdo a las estadísticas de juego establecidas por las funciones discriminantes.

Las funciones discriminantes del análisis multivariante permite clasificar un 65,4 % de los casos. Si se analizan los valores en función de las respectivas posiciones, en la *tabla 3* aparecen los porcentajes de reclasificación de los grupos, clasificando correctamente un 82,9 % de los bases, un 47,4 % de los aleros y un 65,6 % de los casos en los pivots. De forma clara, los bases son los jugadores que han sido clasificados de forma correcta en función de sus estadísticas de juego.

Discusión

El objetivo del presente estudio consiste en analizar las diferencias presentadas en los indicadores estadísticos de juego por los jugadores de la máxima competición europea (Euroleague), según los distintos puestos de juego (bases, aleros y pivots). Se puede considerar que la especificidad del puesto específico en el que se juega condicione los resultados y las diferencias entre los jugadores, de modo que se pueda mejorar en el propio deporte según la posición en la que se juegue durante los partidos.

En un primer momento tras el análisis de los estadísticos descriptivos, se pueden apreciar valores superiores en minutos de juego y puntos anotados en los bases sobre los aleros y pivots, lo cual puede influir en el perfil antropométrico de cada jugador, así como en su perfil fisiológico que le condiciona a lo largo del partido (Hoffman, 2003), siendo los bases los encargados de dirigir a sus equipos durante la mayor parte del partido, con acciones más rápidas e intensas (Alderete y Osma, 1998a; 1998b).

Por otro lado, tras el análisis de las funciones discri-

minantes, se pueden diferenciar los puestos de juego a través de las estadísticas. De modo que la función discriminante n.º 1 (explicando el 94,9 % de la varianza total), señala que los pivots realizan un mayor número de lanzamientos de 2 puntos anotados, capturan más rebotes defensivos y ofensivos; mientras que los bases destacan en los lanzamientos de 3 puntos anotados y fallados, así como en las asistencias. Se observa también que los aleros se encuentran en una posición intermedia entre ambos puestos específicos. La función discriminante n.º 2 (que explica el 5,1 % de la varianza total) diferencia a los pivots en las variables tiros libres anotados, tapones y faltas recibidas, y a los bases en las asistencias.

En este sentido, los resultados muestran que los pivots mantienen su predominio en las estadísticas tradicionales, como son los rebotes (defensivos y ofensivos), los tapones, las faltas recibidas, así como realizan un mayor número de lanzamientos de 1 y 2 puntos anotados (Dias, 1999; Trninic y cols., 1999; Janeira y cols., 2000; Trninic y Dizdar, 2000; Tsiskaris y cols., 2002; De Rose y cols., 2004; Okazaki y cols., 2004; Tavares y cols., 2004). Todo ello se asocia con su mayor corpulencia y envergadura (Gerodimos, Manou, Kellis y Kellis, 2005), lo que provoca que su juego se realice cerca de la canasta con la captura de más rebotes, consecución de tiros cercanos a aro con altos porcentajes de lanzamientos de 2 puntos, así como faltas recibidas de tiros libres. Además, se observan otras variables que se asocian con estos jugadores, como son la aportación de las asistencias por encima de los aleros. Todo ello parece indicar una evolución en este tipo de jugadores, observándose mayores niveles de coordinación y agilidad, lo que les permite realizar acciones de forma más fluida y coordinada con el equipo (Papadimitriou y cols., 1999).

Por otro lado, el menor número de minutos jugados por los pivots, explica la mayor exigencia del baloncesto moderno hacia dichos jugadores, lo que les obliga a necesitar más descanso a lo largo del partido para poder realizar en mejor medida sus aportaciones al equipo tras acciones intensas cerca de canasta (De Rose y cols., 2004; Okazaki y cols., 2004). Otra posible explicación a dicha circunstancia es la evolución que se observa en el juego, donde son cada vez menos los equipos que juegan con dos pivots, utilizándose en la actualidad una forma de juego más relacionada con 4 jugadores abiertos y un solo jugador interior.

Del mismo modo, se observa que la aportación de los bases al equipo se ha especializado, manteniendo su faceta como creador y organizador del juego del equipo

(Taxildaris y cols., 2001), lo que se refleja en el mayor número de asistencias con respecto a aleros y pivots (Dias, 1999; Trninic y cols., 1999; Janeira y cols., 2000; Trninic y Dizdar, 2000). Asimismo, los bases se encargan de estructurar el juego ante diferentes planteamientos defensivos de los equipos rivales, tratando de no precipitar sus acciones buscando situaciones de entradas a canasta o tiros libres tras faltas recibidas, lo cual refleja menos fallos en los lanzamientos de 1 y 2 puntos (Okazaki y cols., 2004). Sin embargo, se observa que los bases destacan en los lanzamientos de 3 puntos (anotados y fallados), de modo que son los encargados de aprovechar situaciones en la línea exterior del ataque, así como situaciones finales de posesión donde se necesita el lanzamiento a canasta (Miller y Barlett, 1996). De todo ello, parece lógico que los bases sean los jugadores que presentan el mayor valor de puntos anotados. Este último aspecto no coincide con los estudios especializados, donde los aleros son los jugadores que más puntos anotan (De Rose, y cols., 2004), debido en parte a que las muestras analizadas corresponden a competiciones nacionales, tal y como plantean Taxildaris y cols. (2001), quienes señalan que el perfil de juego de los bases viene determinado de forma específica por el nivel de la competición en el cual se juega, de modo que la muestra del presente estudio supone un nivel superior de juego que el de los estudios precedentes.

Según los resultados, los aleros son los jugadores que presentan valores intermedios en la mayoría de los indicadores estadísticos de juego, cambiando la función de máximo anotador del equipo (Dias, 1999; De Rose y cols., 2004; Okazaki y cols., 2004) por ayudar en otras facetas del juego como los lanzamientos de 1, 2 y 3 puntos, además de realizar buenas aportaciones en los rebotes ofensivos y defensivos, los tapones y las faltas recibidas. De todo ello, se puede pensar que los aleros han cambiado sus funciones, antes más individuales, por facetas más colectivas, lo cual queda reflejado por las faltas cometidas, debido tal vez al mayor trabajo en equipo en las ayudas defensivas a bases y pivots (Alderete y Osmá, 1998b); así como la realización de inversiones de balón o jugando balones dentro de la zona que permite al resto de jugadores disponer de situaciones de ventaja (Alderete y Osmá, 1998a; Mavridis, Laios, Taxildaris y Tsiskaris, 2003). Además, se observa una mayor similitud entre los valores de los aleros y los pivots (ver *fig. 1*), probablemente debido a que en algunas situaciones estos jugadores pueden jugar en posiciones cercanas al aro.

Del análisis de los resultados encontrados, se puede pensar en una mayor especialización de los puestos específicos de juego. Los bases son más seguros en sus pases y acciones de dribbling y presentan un menor número de pérdidas de balón; los aleros parecen ser más completos en todas sus facetas de juego, no destacando solamente el alero anotador; así como los pivots son más dinámicos y versátiles, presentando mayores niveles de coordinación y visión de juego, lo cual se refleja en la importancia que tienen tanto en los aspectos ofensivos como defensivos. Estos resultados se pueden relacionar con la importante contribución que hoy en día tiene en los jugadores de baloncesto el perfil antropométrico y físico, permitiendo a ciertos jugadores ocupar diferentes posiciones a lo largo del partido, siendo más versátiles y útiles para el equipo (Dezman, Trninic y Dizdar, 2001).

Por último, se debe destacar que el baloncesto moderno tiende hacia una mayor diversidad de funciones de los jugadores, siendo un factor esencial, ya que jugadores con características diferenciadas deben predominar sobre aquellos que ejercen solamente una función en el partido.

Conclusiones

Los indicadores estadísticos de juego que se emplean en baloncesto, presentan una gran importancia a la hora de diferenciar los puestos específicos de juego (bases, aleros y pivots), de manera que su estudio permite establecer pautas de entrenamiento específicas de acuerdo a las demandas exigidas en baloncesto a cada jugador.

En este sentido, los bases son los jugadores con mayor aportación de puntos al equipo (principalmente lanzamientos de 1 y 3 puntos), así como la dirección de equipo y creación de juego con sus asistencias. Mientras los pivots realizan las aportaciones más importantes en defensa (rebotes y tapones), así como en ataque (lanzamientos de 2 puntos anotados, tiros libres anotados y faltas recibidas). Por su parte, los aleros son jugadores más completos, aunque según los resultados se acercan más a los valores medios de los pivots, destacando por encima de bases y pivots en la variable de faltas cometidas.

Por todo ello, los resultados deben ser contemplados por el entrenador durante la selección de jugadores, así como en los partidos y entrenamientos, tratando de mejorar y ajustar sus parámetros de juego a cada jugador de forma específica.

Bibliografía

- Alderete, J. L. y Osma, J. J. (1998a). *Baloncesto. Técnica individual de ataque*. Madrid: Ed. Gymnos.
- Alderete, J. L. y Osma, J. J. (1998b). *Baloncesto. Técnica individual defensiva*. Madrid: Ed. Gymnos.
- Correia, J. M. (1998). Análise quantitativa em Basquetebol: estudo descritivo das acções de lançamento em competição. En E. Brandao y M. A. Janeira, *Guia do basquetebol em portugal*, (pp.82-84). Oporto: FCDEF-UP.
- De Rose, D.; Tavares, A. y Gitti, V. (2004). Perfil técnico de jogadores brasileiros de basquetebol: relação entre os indicadores de jogo e posições específicas. *Revista Brasileira de Educação Física y Esporte*, 18(4), 377-384.
- Dezman, B.; Trninic, S. y Dizdar, D. (2001). Expert model of decision-making system for efficient orientation of basketball players to positions and roles in the game-empirical verification. *II Collegium Antropologicum*, 25 (1), 141-152.
- Dias, N. M. (1999). O poder dos indicadores técnico - táticos na discriminação de atletas por postos específicos no jogo : um estudo com basquetbolistas de alto nível. En E. Brandao y M. A. Janeira, *Guia do basquetebol em portugal*, (pp.88-89). Oporto: FCDEF-UP.
- Gerodimos, V.; Manou, V.; Kellis, E. y Kellis, S. (2005). Body composition characteristics of elite male basketball players. *Journal of Human Movement Studies*, (49), 115-126.
- Hoffman, J. R. (2003). Physiology of basketball. En D. B. McKeag, *Handbook of Sports Medicine and Science: BASKETBALL*, (pp. 12-24). Massachusetts: Blackwell publishing.
- Hughes, M. y Franks, I. M. (2004). *Notational Analysis of Sport. Systems for better coaching and performance in sport*. London: Ed. Routledge.
- Janeira, M. A.; Dias, N.; Maia, J.; Sampaio, J. y Brandao, E. (2000). *Discriminant analysis of game indicators: A study in elite basketball players*. Poster presentado en el 2000 Pre-Olympic Congress Sports Medicine and Physical Education International Congress on Sport Sciences. Brisbane: Australia.
- Lorenzo, A. y Sampaio, J. (2005). Reflexiones sobre los factores que pueden condicionar el desarrollo de los deportistas de alto nivel. *Apunts. Educación Física y Deportes* (80), 63-70.
- Okazaki, V.; Rodacki, A.; Sarraf, T.; Dezan, V. y Oka-zaki, F. (2004). Diagnóstico da especificidade técnica dos jogadores de basquetebol. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 12(4), 19-24.
- Mavridis, G.; Laios, A.; Taxildaris, K. y Tsiskaris, G. (2003). Developing offense in basketball after a return pass outside as crucial factor of winning. *Inquiries in Sport & Physical Education*, 2(1), 81-86.
- Mikes, J. (1987). Computer Breakdown of percentage Basketball. *Scholastic Coach*, 57(11), 52-54.
- Miller, S. y Bartlett, R. (1996). The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *Journal of Sports Sciences*, 14(3), 243-253.
- Papadimitrou, K.; Taxildaris, K.; Derri, V. y Mantis, K. (1999). Profile of Different Level Basketball Centers. *Journal of Human Movement Studies*, (37), 87-105.
- Sampaio, J. (2001). Análise do jogo em basquetebol - estudos e perspectivas. En F. Tavares, M. A. Janeira, A. Graça, D. Pinto, y E. Brandao, *Tendências actuais da investigação em basquetebol*, (pp.16-31). Oporto: FCDEF-UP.
- Sampaio, J.; Janeira, M.; Ibáñez, S. J. y Lorenzo, A. (2006). Discriminant analysis of game-related statistics between basketball guards, forwards and centres in three professional leagues, *European Journal of Sport Sciences*, 6(3), 173-178.
- Sánchez, M.; Sáenz-López, P.; Giménez, F. J.; Sierra, A.; Ibáñez, S. y Pérez, R. (2006). El desarrollo de la pericia en el baloncesto: claves para la formación del jugador de alto rendimiento. *Apunts. Educación Física y Deportes* (83), 52-60.
- Tavares, A. C.; De Rose, D y Gitti, V. (2004). Desempenho Técnico Individual no Basquetebol: Relação entre Indicadores de Jogo e Posições Específicas. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4 (2), 205.
- Taxildaris, K.; Papadimitriou, K.; Alexopoulos, P.; Fatouros, I. G.; Kambas, A.; Karipidis, A.; Aggelousis, N. y Barbas, I. (2001). Factors characterizing the offensive game of the playmaker position in basketball. *Journal of Human Movement Studies*, (40), 405-421.
- Trninic, S. y Dizdar, D. (2000). System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *II Collegium Antropologicum*, 24(1), 217-234.
- Trninic, S.; Dizdar, D. y Jaklinovic, Z. (1999). Analysis of differences between guards, forwards and centres based on some anthropometrics characteristics and indicators of playing performance in basketball. *Kinesiology*, 31(1), 28-34.
- Tsiskaris, G.; Theoharopoulos, A.; Galanis, D. y Nikopoulou, M. (2002). Types of shots used at the Greek National Basketball Championship according to the division and position of players. *Journal of Human Movement Studies*, (42), 43-52.

Expectativas de los usuarios directos e indirectos de los servicios deportivos en edad escolar en una comarca aragonesa

ALBERTO NUVIALA NUVIALA

Doctor en Humanidades. Licenciado en Educación Física.
Facultad del Deporte. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla

FRANCISCO RUIZ JUAN

Doctor en Humanidades. Licenciado en Psicopedagogía.
Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia

M.ª ELENA GARCÍA MONTES

Doctora en Ciencias de la Actividad Física.
Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia

Correspondencia con autores/as

* anuvnuv@upo.es

** fruijz@um.es

*** garciamo@um.es

Resumen

El objeto de este trabajo es conocer las expectativas que los usuarios directos e indirectos tienen de la utilización de estos servicios públicos en la Comarca aragonesa Ribera Baja del Ebro. La población objeto de estudio está formada por el total de alumnos inscritos en estos servicios y los padres y madres de asistentes a escuelas deportivas. El número total de padres encuestados es de 146, lo que supone un 45 % de respuesta, un error de $\pm 6,14$ y un nivel de confianza del 95,5 %. El análisis de los datos lo realizamos con el paquete estadístico SPSS 12.0, que posibilitó la puesta en práctica de las técnicas estadísticas precisas para esta investigación. En relación a los resultados principales concluimos que las expectativas de los usuarios directos de estos servicios son divertirse, mejorar la salud y la condición física e incrementar la capacidad de rendimiento. Por su parte, los padres y madres tienen como expectativas que se diviertan sus hijos e hijas, mejoren su salud y su condición física e incrementen sus relaciones sociales.

Palabras clave

Servicio deportivo escolar, Expectativas, Usuarios directos e indirectos.

Abstract

Expectations of the direct and indirect users of the sport services, in school age, in an Aragonese region

The object of this work is to know the expectations that the direct and indirect users have of utilization of these public services in the Aragonese district Ribera Baja del Ebro. The population of study is composed of the total of pupils enrolled in these services and spectators' parents to sports schools. Parents' polled total number comes from 146, that supposes a 45 % of answer, an error of 6.14 and a confidence level of the 95.5 %. The analysis of data accomplished it with the statistical parcel SPSS 12.0, that he made the implementation of necessary statistical techniques for this investigation possible. In relation to the principal aftermath we conclude that the expectations of the direct users of these services are to have fun, improving the health and the physical condition and incrementing the capability of performance. For his part, the parents they have like expectations that his children and daughters have fun, improve his health and his physical condition and increment his social connections.

Key words

Sports service student, Expectations, Direct and indirect users.

Introducción

El origen de los servicios deportivos en España, sean del tipo que sean, podemos situarlo en el final de los años setenta, con el inicio de la democracia. Uno de los elementos claves en el desarrollo de la actividad física y deportiva en nuestro país fue el nacimiento del deporte municipal, gracias a la autonomía y poder de actuación que en este ámbito tuvieron los entes locales (Delgado, 1994). La sensibilización hacia la educación deportiva en la juventud, especialmente en las primeras edades, fue uno de los obje-

tivos de estos primeros servicios deportivos, con una finalidad esencialmente formativa y complementaria a la Educación Física escolar (Albet, Torralba y Rovira, 1989).

El deporte escolar, el servicio deportivo dirigido a los niños en pleno proceso de formación física, social y emocional, debe estar más cerca de la educación, de la satisfacción de las necesidades de segundo orden, que de la obtención de un rendimiento deportivo, de la consecución de unos resultados o unas victorias (Chillón, Delgado, Tercedor y González-Gross, 2002). Es un he-

cho, mayoritariamente aceptado, que la actividad física y el deporte contribuyen a la mejora física (Sallis y Patrick, 1994; Biddle, Sallis y Cavill, 1998; Cantera, y Devís, 2002) y a la socialización (Bracht, 1996; Puig, 1996; Asenjo y Maiztegui, 2000) de los niños, razones por las que han sido incluidos en los currículos escolares y además son defendidos como actividades extraescolares (Nuviala, Ruiz y García, 2003).

Durante los primeros años de prestación de los servicios deportivos, los responsables centraron su atención en la construcción de las instalaciones, en el diseño de programas y en atraer a los clientes, ciudadanos hacia las prácticas físico deportivas. El objetivo era la participación del mayor número posible de ciudadanos, sin importar el concepto de rentabilidad económica y mucho menos, el concepto de calidad del servicio.

Con el transcurrir del tiempo, los responsables deportivos han cambiando la forma de pensar, puesto que los ciudadanos, los clientes, se han concienciado sobre los beneficios de una práctica física regular y se han enganchado a unos “hábitos” deportivos saludables. Los responsables en la gestión del deporte han centrado sus esfuerzos en buscar un equilibrio entre la rentabilidad (ya sea social o económica) y en la mejora de la calidad de los servicios prestados.

Los ciudadanos que al principio quedaban satisfechos con la sola disposición de un espacio donde practicar su deporte favorito, hoy exigen: espacios que reúnan toda una serie de requisitos de higiénicos; técnicos que sean unos auténticos profesionales; programas y actividades adecuadas a los objetivos de los usuarios; en definitiva, exigen unos determinados estándares de calidad.

Para poder definir o entender qué es la calidad debemos entender dos conceptos como son el de percepción y el de expectativas que tienen los clientes-usuarios respecto al servicio recibido. El juicio de calidad que hace un usuario, resulta de la diferencia entre las expectativas que tenía y las experiencias que le ha aportado el servicio (Horovitz, 1992).

Hemos de entender la calidad como el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades de los clientes o usuarios. Mundina y Calabuig (1999, p. 80) *definen la calidad como la satisfacción de los requerimientos, deseos y expectativas de los clientes usuarios.*

La idea de calidad es diferente según la persona, es un concepto muy dinámico, ya que está sometido a los cambios de necesidades, pareceres, preferencias y gustos de

los usuarios. Un servicio alcanza el nivel de calidad deseado cuando responde a las demandas y requerimientos de los clientes a los que va dirigido. La calidad no la define la organización, la definen los clientes (Grönroos, 1994).

El factor clave para lograr un alto nivel de calidad en el servicio es igualar o sobrepasar las expectativas que los clientes tienen con respecto al servicio (Gitlow, 1991; Eiglier y Langeard, 1996). Por ello, entendemos por calidad del servicio deportivo en edad escolar el grado de satisfacción de las necesidades y expectativas de los usuarios y/o clientes de la actividad deportiva dirigida a los niños y jóvenes en proceso formativo.

Metodología

El objeto este trabajo es conocer las expectativas que los usuarios directos, alumnado, e indirectos, padres y madres, tienen de la utilización de estos servicios públicos en la Comarca aragonesa Ribera Baja del Ebro, en función del sexo, nivel de estudios, práctica físico deportiva y organización a la que pertenecen.

Población

La población objeto de estudio está formada por dos grupos diferentes. Por un lado el total de los estudiantes de tercer ciclo de la Educación Primaria y de Educación Secundaria Obligatoria que viven en la comarca Ribera Baja del Ebro que asisten a las actividades físicas organizadas. El número total de alumnos practicantes es de 324 (50,4 % de la población). El porcentaje de niños que afirman asistir es superior al de niñas (62,3 % por un 39,1 % respectivamente). A menor edad mayor tasa de participación en las actividades organizadas por las administraciones locales (58,7 % en Primaria, 52,7 % en primer ciclo de Secundaria y 42,6 % en segundo ciclo de Secundaria).

El segundo grupo de población objeto de estudio es el de padres de asistentes a escuelas deportivas. El número total de encuestas recogidas después del trabajo de campo fue de 146, lo que supone un 45 % de respuesta. Por lo que podemos afirmar que trabajamos con un error de $\pm 6,14$ y un nivel de confianza del 95,5 %.

El cuestionario como instrumento de investigación

Los ítems utilizados en este trabajo, cuyo objeto es averiguar las expectativas de los usuarios directos e indirectos de estos servicios deportivos, forman parte de una

investigación más extensa que tiene como fin el análisis de la práctica físico deportiva que realizan los escolares de 10 a 16 años. Para ello elaboramos dos cuestionarios diferentes: uno para el alumnado y otro para los padres y madres de practicantes de actividad física organizada.

Recogida y análisis de datos

Una vez confeccionado los cuestionarios definitivos procedimos a efectuar el trabajo de campo, el procesamiento de los datos y el análisis de los resultados. La interpretación de los datos la hemos realizado mediante la aplicación de técnicas de análisis cuantitativo. Se analizaron los datos, tras ser tabulados y mecanizados informáticamente, mediante el paquete informático SPSS 12.0, que posibilitó la puesta en práctica de las técnicas estadísticas precisas para esta investigación.

Hemos recurrido al análisis de tipo descriptivo, es decir, a un análisis que permite analizar y describir el conjunto de datos o valores de una población. Tras el análisis descriptivo, hemos continuado con el análisis inferencial que tiene por objeto constatar el grado de asociación/re-

lación entre las diversas variables controladas. Así, cuando el objetivo de la investigación se centra en constatar el grado de asociación/relación entre variables nominales y/o ordinales (como es nuestro caso), se realizarán tablas de contingencia y la prueba de contraste χ^2 . En los resultados utilizamos el grado de significación del contraste de la prueba del χ^2 . Cuando éste es mayor que 0,05 significa que existe una independencia entre las variables, es decir, no hay asociación entre ambas. Por el contrario, si es menor, entonces se puede afirmar que existe asociación.

Resultados

Las expectativas que mayor frecuencia de respuesta han alcanzado entre los usuarios directos de estos servicios deportivos, el alumnado, son divertirse (67,7 %), mejorar y mantener la salud (61,3 %) e incrementar la capacidad de rendimiento para poder competir en el futuro (44,7 %). A continuación encontramos hacer o mantener los amigos (40,5 %). Las menos importantes son ganar las competiciones deportivas (23 %) y satisfacer la demanda de los padres (13,2 %) (fig. 1).

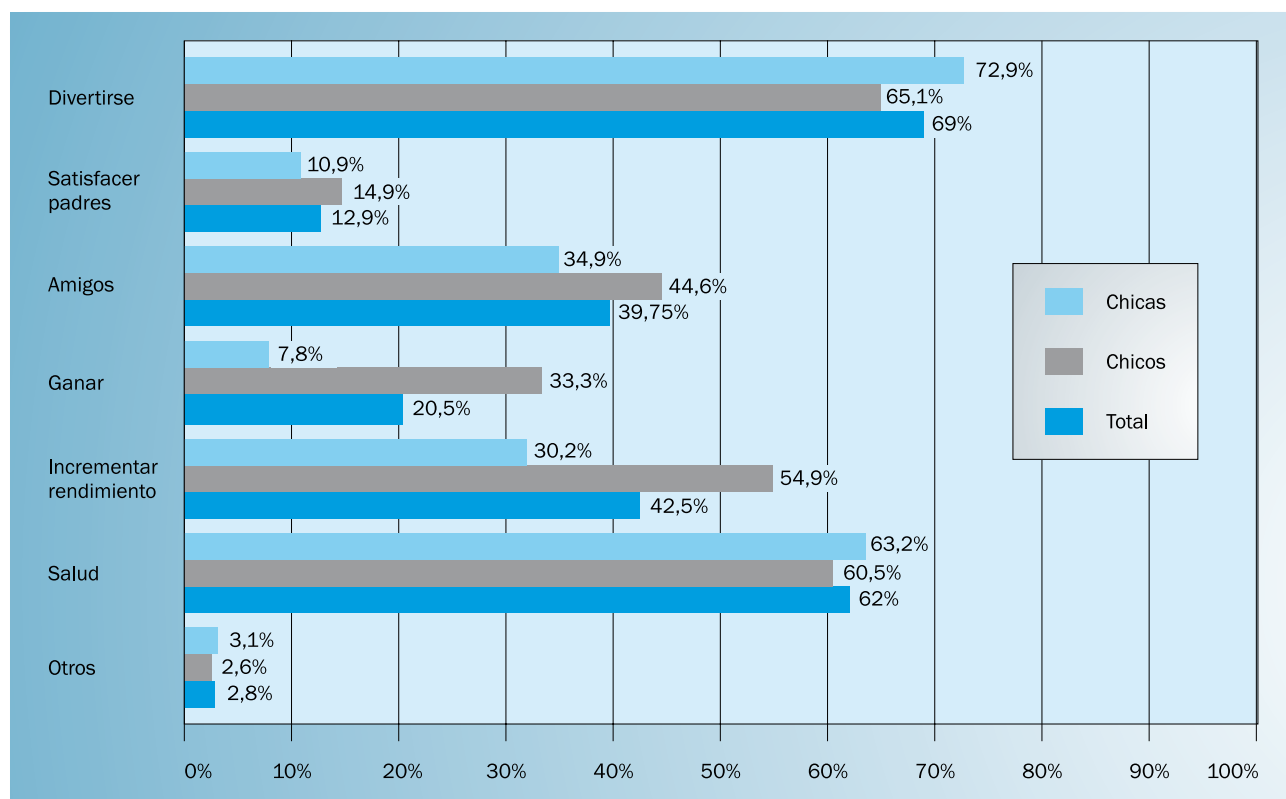


Figura 1

Expectativas del alumnado en función del sexo.

En el análisis inferencial sexo y expectativas hemos encontrado relación entre el sexo y las expectativas ganar e incrementar el rendimiento, siendo éstas más manifiestas entre los niños que las niñas. Así para los niños ganar es una posibilidad más valorada que para la niñas (33,3 % y 7,8 % respectivamente), al igual que ocurre con incrementar el rendimiento (54,9 % para niños y 30,2 % para niñas).

En los diferentes ciclos educativos apreciamos que no existen diferencias estadísticas en relación a la expectativa divertirse, que es la que ha alcanzado una frecuencia de respuesta más alta en todos ellos. La salud se convierte en el segundo objetivo en orden importancia en valores absolutos. Debemos mencionar que para el alumnado de 2.º ciclo de Secundaria, divertirse y mejorar la salud han obtenido ambos un 69,6 % de respuesta. La expectativa ganar se mantiene, en todos los ciclos educativos alrededor del veinte por ciento.

El propósito incrementar el rendimiento, con porcentajes superiores a los de ganar en todos los ciclos, desciende con la edad, pasando de un 53,9 % en tercer ciclo de Primaria, un 43,3 % en el primer ciclo de Secundaria, a un 37,5 % en segundo ciclo de Secundaria.

Satisfacer a los padres es una ambición más importante para el alumnado de tercer ciclo de Primaria (20,9 %) que para el resto de ciclos objeto de estudio (10,3 % primer ciclo de Secundaria y 8 % segundo ciclo de Secundaria).

Finalmente observamos que hacer amigos es también más importante cuanto menor es la edad, oscilando de un 47,8 % en tercer ciclo de Primaria, un 45,4 % en el primer ciclo de Secundaria, a un 29,5 % en segundo ciclo de Secundaria.

Indagando los intereses de los usuarios directos en cada una de las organizaciones, vemos que en la organización A la salud es el objetivo principal, seguido en orden de importancia divertirse y en tercer lugar incrementar la capacidad de rendimiento. Los menos importantes son satisfacer a los padres, hacer amigos y ganar.

Para los usuarios directos de B, el principal fin es divertirse, seguido por la mejora de la salud y el incremento en la capacidad de rendimiento. Los menos importantes son satisfacer a los padres, hacer amigos y ganar.

Entre los niños y jóvenes que disfrutan de los servicios de la organización C, la expectativa que ha alcanzado un índice de respuesta más alto es la salud, a continuación divertirse y en tercer lugar incrementar la capacidad de rendimiento. Los menos importantes son hacer amigos, ganar y satisfacer a los padres, que ha obtenido un 0 % de respuesta.

En D, la perspectiva de mayor consistencia es divertirse, escoltada por la mejora de la salud y el incremento en la capacidad de rendimiento. Entre los que han obtenido menores frecuencias de respuesta están hacer amigos, ganar y satisfacer a los padres.

Los clientes de E, como casi en todas las organizaciones, desean ante todo divertirse, mejorar la salud e incrementar su capacidad de rendimiento. Hacer amigos, ganar y satisfacer a los padres son las cuestiones menos importantes menos importantes de su práctica.

Finalmente en la organización F, se han dado los resultados tipo, es decir, la expectativa más importante es divertirse, seguida por la mejora de la salud y el incremento en la capacidad de rendimiento. Entre los que han obtenido menores frecuencias de respuesta están hacer amigos, ganar y satisfacer a los padres (*fig. 2*).

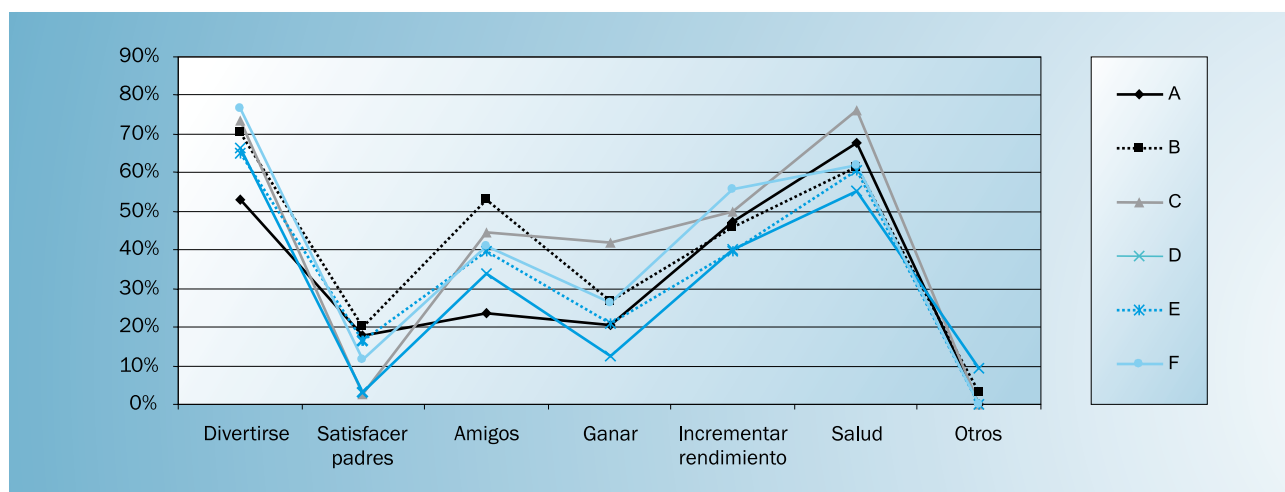
En el análisis inferencial, solamente hemos encontrado relación entre la variable satisfacer a los padres y las diferentes organizaciones, resultado que es en la organización B donde se ha dado un índice de respuesta mayor, mientras que en C y D se han dado los menores.

Estudiando las expectativas en función de las diferentes modalidades hemos observado que no aparecen diferencias estadísticamente significativas entre éstas y la posibilidad de divertirse. Sí que existe relación entre la modalidad baloncesto y la expectativa satisfacer a los padres, siendo este alumnado el que en mayor porcentaje tiene este objetivo. Hacer amigos, presenta diferencias estadísticas en baloncesto y polideporte.

En relación a la expectativa ganar, aparecen diferencias significativas en tres modalidades deportivas: fútbol, atletismo y patinaje. Son los practicantes de aeróbic los que presentan diferencias en relación a la expectativa mejorar la capacidad de rendimiento.

Finalmente, para acabar con el análisis de los usuarios directos, afirmamos que existen diferencias entre los practicantes de bádminton y el resto de modalidades en el deseo de mejorar la salud.

Con respecto a las expectativas de los padres y madres con hijos participantes en este tipo de programas, usuarios indirectos, éstos desean que sus hijos e hijas consigan en las escuelas o equipos deportivos divertirse (91,2 %), seguido por mejorar su salud y condición física (65,5 %), en tercer lugar se encuentra el hacer más amigos (27,7 %). Solamente un 18,2 % de los progenitores manifiestan tener como expectativa que su hijo reciba una formación diferente a la que obtiene en los centros docentes. Resaltaremos, para finalizar este análisis descriptivo, que entre los padres, tan sólo un

**Figura 2**

Expectativas del alumnado en función de la organización.

4,2%, dicen tener como objetivo que su hijo sea un campeón (fig. 3).

Entre los padres con la titulación de E.G.B. la expectativa principal es que sus hijos se diviertan (88,1 %) y a continuación mejoren la salud (56,7 %). Debemos destacar que es en este grupo donde encontramos más padres que desean que sus hijos sean campeones (7,5 %). Para aquellos que poseen un título de F.P. el fin principal es que sus hijos se diviertan (95,1 %) y a continuación mejoren la salud (68,3 %). Entre los bachilleres, los dos principales intereses son, al igual que en los grupos precedentes, que sus hijos se diviertan (100 %) y que mejoren la salud (78,3 %).

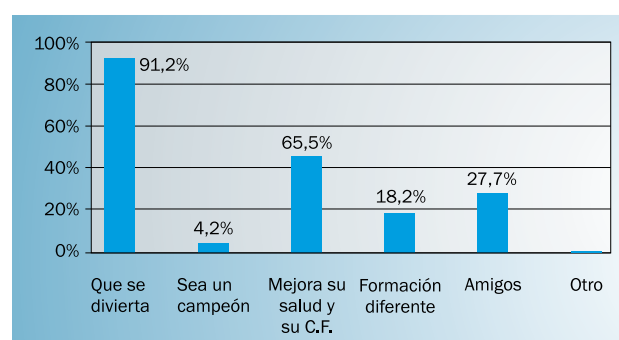
Para los padres con título de Diplomado el interés principal es que sus hijos mejoren la salud (90,9 %), encontrándose en segundo lugar que se diviertan (81,8 %). Finalmente para los padres con una titulación universitaria de segundo grado la expectativa más habitual es que se diviertan (100 %), para a continuación encontrar la mejora de la salud y la adquisición de una formación diferentes (ambas con un 50 %).

Con relación a las madres con la titulación de E.G.B. la expectativa principal es que sus hijos se diviertan (86,6 %) y a continuación mejoren la salud (53,7 %). Debemos destacar, al igual que ocurre con los padres, que es en este grupo donde encontramos más madres que desean que sus hijos sean campeones (6,1 %). Para aquellas que poseen un título de F.P. el fin principal es que sus hijos se diviertan (96,3 %) y a continuación mejoren la salud (81,5 %). Entre las bachilleres los dos

principales intereses son, al igual que en los grupos precedentes y con los hombres, que sus hijos se diviertan (100 %) y que mejoren la salud (82,4 %).

Para las madres con título de Diplomado el interés principal es que sus hijos se diviertan (100 %) y mejoren la salud (85,7 %). Finalmente para las madres con una titulación universitaria de Licenciado la expectativa más frecuente es que se diviertan (100 %), para a continuación encontrar la mejora de la salud (80 %).

Estudiando las expectativas de los progenitores en función de las organizaciones vemos que la que ha alcanzado una frecuencia más alta en todas las organizaciones es que se diviertan, con porcentajes que van desde el 83,3 % de la organización C al 100 % de D. Ser campeón es la posibilidad que ha obtenido la menor frecuencia, oscilando entre un 0 % en F a un 8,3 % en C. D es la organización

**Figura 3**

Expectativas de los padres.

en la que mayor porcentaje de padres desea que su hijo haga amigos (46,1 %), mientras que en F encontramos el menor porcentaje (11,1 %). La mejora en la formación ha alcanzado la frecuencia más alta en F (33,3 %) y C ha obtenido la menor, 0 %. Finalmente nos queda por observar la expectativa mejorar la salud que ha obtenido frecuencias que giran en torno al setenta por ciento, excepto en la organización F donde sólo ha alcanzado un 55,5 %.

Para finalizar creemos que es importante conocer si existen diferencias en las expectativas que tienen los padres en función de las diferentes modalidades en la que participan sus descendientes. Observamos que no aparecen diferencias estadísticamente significativas entre éstas y la posibilidad de divertirse, oscilando las frecuencias entre un 66,7 % en baloncesto a un 100 % en baile, atletismo y bádminton. Sí que existe relación entre las actividades baile y baloncesto y la expectativa satisfacer a los padres, siendo estos padres y madres los que en mayor porcentaje tienen esta expectativa.

Mejorar su salud y la Condición Física ha presentado diferencias estadísticamente significativas en relación a la modalidad deportiva fútbol, si bien, las frecuencias son muy diversas en las diferentes modalidades físico deportivas.

La adquisición de una formación diferente no presenta diferencias estadísticas, aunque podemos observar frecuencias que van de un 11,9 % en polideporte a un 33,3 % en baile, baloncesto y bádminton. Hacer amigos, presenta diferencias estadísticas entre los padres y madres con hijos practicantes de baile y bádminton.

Conclusiones

Las expectativas principales de los usuarios directos de estos servicios deportivos son divertirse, mejorar la salud y la condición física e incrementar la capacidad de rendimiento. A diferencia de las niñas, los niños presentan una tendencia mayor hacia el deseo de incrementar su capacidad de rendimiento y un deseo de ganar, quedando éste relegado a un segundo plano.

Apreciamos un descenso, conforme aumenta el ciclo educativo, en tres expectativas de la práctica físico deportiva que realiza el alumnado: satisfacer a los padres, hacer amigos e incrementar el rendimiento.

El alumnado que juega a baloncesto tiene como expectativas principales la satisfacción de los padres y la mejora de las relaciones sociales. Relaciones que parecen muy importantes también entre aquellos que practican bádminton al igual que ocurre con la salud.

Los más competitivos los encontramos entre los jugadores de fútbol y los atletas. Por el contrario los menos competitivos están en aeróbico y el patinaje.

Los padres y madres tienen como expectativas que se diviertan sus hijos e hijas, mejoren su salud y su condición física e incrementen sus relaciones sociales. Entre los padres hemos encontrado diferencias en relación a su nivel académico, siendo más importante la expectativa ser campeón entre aquellos que tienen un menor. Mientras que mejoren su formación está relacionada con una mayor titulación.

Las madres por su parte muestran diferencias en las expectativas diversión y salud, estando éstas más relacionadas con un mayor nivel académico. Sin embargo, al igual que ocurre con los padres, la expectativa ser un campeón está asociada a un bajo nivel académico.

Bibliografía

- Albet, M.; Torralba, M. A. y Rovira, J. (1989). *Escuelas de iniciación deportiva. Guía práctica*. Barcelona: Caixa de Barcelona.
- Asenjo, F. y Maiztegui, C. (2000). La interrelación entre los distintos agentes implicados en el deporte escolar. Un análisis de sus demandas desde el punto de vista de los educadores deportivos. En C. Maiztegui y V. Pereda (coords.). *Ocio y deporte escolar* (pp. 41-64). Bilbao: Universidad de Deusto.
- Biddle, S.; Sallis, J. F. y Cavill, N. (1998). *Young and active? Young people and health-enhancing physical activity: evidence and implications*. London: Health Education Authority.
- Bracht, V. (1996). *Educación física y aprendizaje social*. Córdoba (Argentina): Vélez Sársfield.
- Cantera, M. A. y Devís, J. (2002). La promoción de la actividad física relacionada con la salud en el ámbito escolar. Implicaciones y propuestas a partir de un estudio realizado con adolescentes. *Apunts. Educación Física y Deportes* (67), 54-62.
- Chillón, P.; Delgado, M.; Tercedor, P. y González-Gross, M. (2002). Actividad físico-deportiva en escolares adolescentes. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 3, 5-12.
- Delgado, M. A. (1994). La actividad física en el ámbito educativo. En J. Gil y M. A. Delgado (1994). *Psicología y Pedagogía de la actividad física y el deporte*. (pp. 115-148). Madrid: Siglo XXI.
- Eiglier, P. y Langeard, E. (1996). *Servucción. El marketing de los servicios*. Madrid: McGraw-Hill.
- Gitlow, H. S. (1991). *Planificando para la calidad, la productividad y una posición competitiva*. México: Ventura.
- Grönroos, C. (1994). *Marketing y gestión de servicios*. Madrid: Díaz de Santos.
- Horovitz, J. (1992). *La calidad del servicio*. Madrid: McGraw-Hill.
- Mundina, J. J. y Calabuig, F. (1999). El marketing social al servicio de la gestión de calidad. *Apunts Educación Física y Deportes*. (57), 77-83.
- Nuviala, A. (2003). *Las escuelas deportivas en el entorno rural del Servicio Comarcal de Deportes "Corredor del Ebro" y el Municipio Fuentes de Ebro*. Zaragoza: Gobierno de Aragón.
- Nuviala, A.; Ruiz, F. y García, M. E. (2003). Tiempo libre, ocio y actividad física en los adolescentes. La influencia de los padres. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 6, 13-20.
- Puig, N. (1996). *Joves i esport*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- Sallis, J. F. y Patrick, K. (1994). Physical activity guidelines for adolescents: consensus statement. *Pediatric Exercise Science*, 6: 302-314.
- Zeithaml, A. (1992). *Calidad total en la gestión de servicios*. Madrid: Díaz de Santos.

Evolución de la condición física en jugadoras de balonmano en las categorías infantil, cadete y juvenil

HELENA VILA SUÁREZ*

Doctora en Educación Física.

Universidad Católica San Antonio de Murcia

JUAN J. FERNÁNDEZ ROMERO

Doctor en Educación Física. Profesor del INEF de Galicia.

Universidade da Coruña

FERRAN A. RODRÍGUEZ GUIADO

Doctor en Medicina y Cirugía. Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Profesor del INEF de Catalunya.

Universitat de Barcelona

Correspondencia con autores/as

* *evila@pdi.ucam*

Resumen

En la presente investigación se analiza la condición física de 91 jugadoras de balonmano, con edades comprendidas entre 13 y 18 años, distribuidas en tres categorías diferentes, infantil ($n = 30$), cadete ($n = 32$) y juvenil ($n = 29$). La investigación tiene carácter descriptivo y transversal. El principal objetivo es analizar la estructura condicional de las jugadoras. Para su valoración se aplicó la batería Eurofit, la batería de Bosco y test de Abalakov. Se encontraron diferencias significativas entre la categoría infantil-cadete en cinco de las 14 variables estudiadas, y ninguna entre la categoría cadete-juvenil. Los mejores resultados se produjeron en la categoría juvenil. En general, las restantes variables siempre alcanzaron mejores valores que la población escolar (en aquellas variables en las que la comparación fue posible), pero peores que los valores presentados por las jugadoras de las selecciones españolas. En las pruebas que valoraron la fuerza de tren inferior, los resultados indican que a mayor categoría las diferencias son menores entre categorías.

Palabras clave

Balonmano, Adolescentes, Condición física, Batería Eurofit, Batería de Bosco y Abalakov.

Abstract

Physical fitness evolution of infantile, cadet and junior female handball players

In the present investigation, the physical fitness in 91 female handball players was analysed, in ages between 13 and 18 years, distributed in three different categories, infantile ($n = 30$), cadet ($n = 32$) and juvenile ($n = 29$). The investigation has descriptive and traverse character. The aim of this study was to evaluate the conditional structure of the female handball players. For his valuation there the Eurofit battery, Bosco's battery and Abalakov's test was applied. There were significant differences between the infantile-cadet categories in five of the 14 studied variables, and none between the cadet-juvenile categories. The best results took place in the juvenile category. In general, the remaining variables always reached better values that the school population (in those variables in which the comparison was possible), but worse that the values presented by the female handball players of the Spanish national team. In the tests that valued the power of lower extremities, the results indicate that in the older category the differences are minor between categories.

Key words

Handball, Adolescent, Physical fitness, Eurofit test battery; Battery of Bosco and Abalakov.

Introducción

Los trabajos publicados sobre jugadoras de balonmano en etapas de formación están basados en conocimiento empírico de años de trabajo de muchos

profesionales y en valoraciones de diversos aspectos llevados a cabo por los cuadros técnicos de las instituciones que dirigen y organizan este deporte en el mundo.

Para la valoración de la condición física, se utilizó la batería Eurofit y varios tests de salto vertical. Se optó por una batería de carácter general en un intento de responder a dos cuestiones

fundamentales: por un lado, comparar nuestra población con la de referencia (población escolar gallega) y con las preseleccionadas españolas de balonmano. Y, por otro lado, comprobar qué variables se distanciaban de la media y que presumiblemente podrían ser determinantes para la selección de jugadoras de balonmano en las distintas categorías.

El objetivo principal del estudio es describir la estructura condicional de las jugadoras preseleccionadas gallegas en balonmano, desde la categoría infantil hasta la juvenil, y situar la población objeto de estudio respecto a la población escolar gallega en aquellas variables en las que la comparación resulte posible, así como con las jugadoras de la selección española en cada una de las categorías estudiadas.

Después de analizar las capacidades físicas y su expresión dentro del juego del balonmano, en especial en las etapas de formación, se observó que en la mayoría de los casos se encuentran recogidas dentro de la batería Eurofit (*tabla 1*), la cual fue diseñada para niños y niñas en edad escolar (entre seis y dieciocho años) (Council of Europe, 1988).

Hasta la actualidad no conocemos ninguna propuesta de valoración de la estructura condicional dentro del deporte de balonmano, que permita comparar y situar la población objeto de estudio respecto a la población de referencia u otras poblaciones de deportistas. Las pruebas de la batería Eurofit tienen, entre otras aplicaciones, una que afecta directamente a los practicantes de cualquier deporte: "los tests pueden destacar los puntos débiles o las carencias generales que pudiera tener la aptitud física y evitar así accidentes deportivos; a la inversa, también pueden revelar *potencialidades* que el niño o niña tal vez quiera explotar en su futuro" (Cardesín, Martín y Romero, 1996). Aunque a menudo se reprocha este carácter de generalidad, creemos que su fiabilidad y su discriminabilidad están por encima de los problemas que ocasiona el uso de tests específicos.

Durand (1992) afirmó que diseñar tests específicos "no resolvía el problema y contribuía a generar una nueva fuente de dificultad: estas pruebas están saturadas por un gran número de factores ... y en la medida en que ellas tienen una cierta similitud con situaciones deportivas, son igualmente sensibles a la habilidad del practicante en esas situaciones". Es decir, estaríamos evaluando también el efecto del entrenamiento específico en la modalidad deportiva elegida por el individuo. Aunque tratamos específicamente con jugadoras de balonmano, no debemos olvidar que nos estamos refiriendo a edades de formación, por lo que estamos en una etapa de "construcción" de la futura jugadora (Antón, 1990; Espart, 1992; García Herrero, 2003), en la que no es recomendable un entrenamiento muy específico y regular antes de alcanzar la madurez (pubertad) (Fujii, Demura y Matsuzawa, 2005).

Otra razón que avaló nuestra elección fue la existencia de estudios precedentes (Mateo, 1990; Solanellas, 1995; Solanellas y Rodríguez, 1996; Morenilla, López y Bernetta, 1996; Fernández, 1999; Fernández, Rodríguez, Vázquez, Vila y López, 2001; Saavedra, 2002; Saavedra, Escalante y Rodríguez, 2003; Silla y Rodríguez, 2005) donde se utilizó la batería Eurofit para la detección y selección de talentos.

Según Seirul-lo (1990, 1993) la fuerza en el balonmano se manifiesta en forma de fuerza de lanzamiento, de lucha y de salto. Es precisamente esta última manifestación de la fuerza, la que justifica la utilización de las pruebas de salto vertical en este estudio. En el balonmano, el salto es una habilidad que está muy presente en las acciones relevantes del juego, tanto en las acciones ofensivas (lanzamientos en fase aérea y fintas) como en las defensivas (blocajes).

La mejora de los niveles de fuerza explosiva y fuerza elástico explosiva del tren inferior redundan en el aumento de la capacidad de salto, mejorándose con ello la prestación del jugador en las acciones técnico-tácticas en

las que el salto está presente (Bosco, 1992; Chiroso, Chiroso y Padial, 2000). La acción de lanzamiento en suspensión, la finta previa caída con dos pies, muchas de las acciones realizadas por el portero, la acción de saltar para bloquear un balón, etc., son algunos de los muchos ejemplos que se pueden encontrar de manifestación pliométrica de la fuerza de salto en el balonmano. Por todo ello, se puede considerar que estos tests pueden utilizarse en el balonmano, primero, como un medio de control del entrenamiento y las cargas (Chiroso, 1997), en cuanto permiten conocer cómo va evolucionando la relación fuerza-velocidad en cada una de las jugadoras y actuar, tomando las decisiones oportunas, en función de los resultados obtenidos en dichos tests (Gorostiaga, Izquierdo, Iturralde, Ruesta e Ibáñez, 1999; Izquierdo, Aguado, González, López y Häkkinen, 1999; Olaso, Martínez y Planas, 2004; Gorostiaga, Granados, Ibáñez e Izquierdo, 2005). Segundo, como tests específicos en la valoración funcional de este deporte, en cuanto evalúan una capacidad relevante en esta modalidad deportiva: la fuerza de salto en sus distintas manifestaciones (Gorostiaga y cols., 1999; Chiroso, y cols., 2000; Izquierdo, Häkkinen, González-Badillo, Ibáñez, Gorostiaga, 2002; Olaso, Martínez y Planas, 2004; Gorostiaga y cols., 2005).

Material y método

Sujetos

La muestra estuvo formada por 91 jugadoras de balonmano gallegas con edades comprendidas entre 13 y 18 años, pertenecientes a las categorías federadas infantil (INF, 13-14 años; $n=30$), cadete (CAD; 15-16 años; $n=32$) y juvenil (JUV; 17-18 años; $n=29$). La toma de datos se realizó en la primera concentración que la Federación Gallega convocó para las categorías infantil, cadete y juvenil, las cuales se hallaban en el tramo final del periodo competitivo. La mayoría de jugadoras no tenían

experiencia en este tipo de valoraciones. Este es un estudio descriptivo y transversal (Anguera, 1993).

Material y método

En la *tabla 1* podemos ver las variables estudiadas en las diferentes pruebas (Eurofit, Bosco y Abalakov) y las pruebas de medida utilizadas en la misma.

Para la realización de los tests de salto, el material utilizado fue el *Ergo Jump Bosco System*, ideado por Bosco en 1980. Para las pruebas de la batería Eurofit se necesitó un material específico para cada una de ellas, según establece el protocolo (Council of Europe 1988). Se realizó un calentamiento dirigido, para a continuación realizar las pruebas de la batería Eurofit y luego las pruebas de saltos.

Se analizó la distribución de probabilidad de las distintas variables de estudio mediante el cálculo de estadísticos descriptivos básicos (media, desviación típica, valores extremos, etc.), y la realización de tests de hipótesis (prueba de Kolgomorov-Smirnov y Lilliefors) y prueba de homogeneidad de Levene. También se realizó un análisis de la varianza multifactorial (Anova) para intentar averiguar las posibles diferencias significativas entre las distintas categorías, y se replicó por edad con el estudio de Martín (1999). Se consideró que existían diferencias probablemente significativas para $p \leq 0,05$, diferencias significativas para $p \leq 0,01$ y diferencias muy significativas para $p \leq 0,001$.

Resultados

En la *tabla 2* podemos observar las variables y resultados (media y desviación típica) de las pruebas realizadas a las jugadoras.

Respecto al análisis de la Anova (ver *tabla 3*), se encontraron diferencias significativas entre la categoría INF-CAD en cinco de las 14 variables estudiadas, y no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la categoría CAD y JUV.

Variable	Prueba
Eurofit	
Peso corporal	Peso
Altura corporal	Altura
Resistencia cardiorespiratoria	Carrera de ida y vuelta
Fuerza estática	Dinamometría manual
Fuerza explosiva	Salto de longitud horizontal sin impulso
Fuerza funcional	Suspensión con flexión de brazos
Fuerza del tronco	Abdominales en 30 s
Velocidad-coordinación	Carrera de ida y vuelta de 10 x 5 m
Velocidad de los miembros superiores	Golpeo de placas
Flexibilidad	Flexión de tronco adelante desde sentado
Equilibrio general	Equilibrio del flamenco
Bosco	
Fuerza explosiva del miembro inferior (M.I.)	Test de salto de media flexión (SJ)
Fuerza elástico-explosiva del M.I.	Test de salto con contramovimiento (CMJ)
Abalakov	
Fuerza elástico-explosiva del M.I.	Test de Abalakov más acción de brazos (CMJB)

Tabla 1

Variables y pruebas de medida de la batería Eurofit, test de Bosco y Abalakov.

Variable	Inf. (n = 30)	Cad. (n = 32)	Juv. (n = 29)
Eurofit			
Peso	52,9(8,5)	61,3 (10,5)	64,8 (10,4)
Altura	160,2(6,6)	164,3 (6,3)	166,1 (5,2)
Equilibrio flamenco	15,0(5,0)	14,0 (5,0)	12,0 (6,0)
Golpeo de placas	119,0 (12,0)	116,0 (10,0)	112,0 (11,0)
Flexión de tronco adelante desde sentado	22,0 (6,0)	25,0 (8,0)	28,0 (6,0)
Salto de longitud horizontal sin impulso	149,1 (17,2)	158,7 (19,2)	162,8 (16,2)
Dinamometría manual	26,2 (4,9)	30,3 (5,0)	32,1 (3,7)
Abdominales en 30 s	22,0 (3,0)	23,0 (3,0)	24,0 (3,0)
Suspensión con flexión de brazos	89,0 (74,0)	120,0 (82,0)	102,0 (97,0)
Carrera de ida y vuelta de 10 x 5 m	230,0 (16,0)	225,0 (14,0)	218,0(11,0)
Carrera de ida y vuelta de resistencia	6,2 (1,2)	6,2 (1,4)	6,5 (1,3)
Bosco			
SJ	21,16 (3,3)	18,91 (3,8)	20,6 (3,1)
CMJ	23,8 (3,6)	23,5 (4,3)	24,8 (3,3)
Abalakov			
CMJB	27,8 (4,2)	28,2 (4,4)	29,4 (3,7)

Tabla 2

Variables y resultados (media y desviación típica) de las pruebas de Eurofit, test de Bosco y test de Abalakov.

Variable	Inf. -Cad.	Cad. -Juv.
Eurofit		
Peso	$p \leq 0,01$	ns
Altura	$p \leq 0,05$	ns
Equilibrio flamenco	ns	ns
Golpeo de placas	$p \leq 0,001$	ns
Flexión de tronco adelante desde sentado	ns	ns
Salto de longitud horizontal sin impulso	ns	ns
Dinamometría manual	$p \leq 0,01$	ns
Abdominales en 30 s	ns	ns
Suspensión con flexión de brazos	ns	ns
Carrera de ida y vuelta de 10 x 5 m	ns	ns
Carrera de ida y vuelta de resistencia	ns	ns
Bosco		
SJ	$p \leq 0,05$	ns
CMJ	ns	ns
Abalakov		
CMJB	ns	ns

ns = diferencias no significativas.

Tabla 3

Índice de significación entre categorías para las pruebas de Eurofit, test de Bosco y test de Abalakov.

A continuación analizamos los resultados (índices de significación) por edad y en relación a las escolares gallegas (Martín, 1999). Los resultados obtenidos por esta población y nuestras jugadoras se muestran en la *tabla 4*.

Discusión

Para la mejor interpretación de los resultados, es importante tener presente como marco de referencia que las jugadoras de balonmano a medida que aumenta de categoría son más altas y

pesadas que la población escolar (Martín, 1999), existiendo en la categoría JUV diferencias significativas ($p \leq 0,01$) a los 17 años para el peso y muy significativas ($p \leq 0,001$) a los 16 años para la altura. Sin embargo, son inferiores a los alcanzados por las jugadoras de las preselecciones españolas (Laguna, 1999; Moreno, 2004).

A mayor categoría mejores son los valores de todas las variables estudiadas (excepto suspensión con flexión de brazos), resultado lógico desde el punto de vista en que no hablamos de una población sedentaria y sí de un grupo que entrena habitualmente.

No obstante, en algunas variables como la flexibilidad y el equilibrio no se corresponden con lo descrito por autores para poblaciones generales como Malina y Bouchard (1991). Para la prueba de equilibrio, comprobamos que las jugadoras en las categorías INF y CAD necesitaron un mayor número de ensayos, para posteriormente producirse un descenso en la categoría JUV, pudiendo considerarse un comportamiento esperado si se tiene en cuenta que el equilibrio es una capacidad psicomotriz en la que el sistema nervioso tiene un papel importante (Ruiz, 1994). Las jugadoras de la categoría JUV poseen un nivel de maduración nerviosa, una capacidad de

Variable	12	13	14	15	16	17
Eurofit						
Peso	ns	ns	$p \leq 0,01$	ns	ns	$p \leq 0,01$
Altura	ns	ns	$p \leq 0,01$	ns	$p \leq 0,001$	ns
Salto de longitud horizontal sin impulso	$p \leq 0,01$	ns	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,001$	$p \leq 0,001$	ns
Carrera de ida y vuelta de 10 x 5 m	$p \leq 0,01$	ns	$p \leq 0,01$	ns	$p \leq 0,01$	ns
Bosco						
SJ	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,01$	ns	ns	$p \leq 0,01$	ns
CMJ	$p \leq 0,05$	ns	ns	$p \leq 0,05$	ns	ns
Abalakov						
CMJB	$p \leq 0,001$	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,01$	ns

ns = diferencias no significativas.

Tabla 4

Diferencias entre las jugadoras de balonmano y la población escolar gallega por edad.

concentración, un bagaje y experiencia en la realización de tests físicos, mayores que en las categorías precedentes. Se recuerda que en estas categorías, los clubes realizan valoraciones de la condición física, lo que permite a éstas controlar mucho más su nivel de ansiedad y/o nerviosismo en la realización de las pruebas. Otra posible causa del aumento del rendimiento en esta variable puede ser el mayor control tónico y dominio corporal en estas edades. Tras el paso de la pubertad reestructuraron su esquema corporal y lo asimilaron perfectamente, adecuándose a sus nuevas dimensiones corporales que ya no sufrirán cambios notables como los que se manifiestan hasta la pubertad (Ruiz, 1994).

Respecto a la flexibilidad, en la que los mejores resultados se producen en la categoría JUV, nos llevaron a cuestionar la validez de esta prueba como medio de valoración de la flexibilidad de tronco (Rodríguez y cols., 1998; Fernández, 1999; Fernández y cols., 2001), o simplemente, a tener en cuenta que es difícil poder medirla con fiabilidad mientras no se haya completado el crecimiento, ya que la asincronía del mismo puede influir mucho en los resultados. Se debe tener en cuenta que esta prueba está influenciada por la longitud del miembro superior, en consecuencia por la envergadura, pudiendo ser este un factor que influye en el resultado, ya que con una mayor longitud del miembro superior se alcanzan unos resultados mejores para una misma amplitud de movimientos (flexión de tronco). Esta fue la razón para modificar dicha prueba partiendo de un ángulo de 90° de flexión de tronco (Rodríguez y cols., 1998). Quizás para las jugadoras de balonmano la valoración de la movilidad escapular sea mucho más importante, ya que la articulación del hombro es determinante (amplitud y fuerza) para ejecutar con potencia los lanzamientos. Esto queda de manifiesto en las pruebas que llevó a cabo la RFEBM (1994) en las concentraciones cadetes en el período 1988/93, en los que utilizaba un test para medir la movilidad en la cintura escapular. En la actualidad la

Real Federación Española de Balonmano (RFEBM) no incluye en la detección y selección de jugadoras ninguna prueba de flexibilidad, aunque ya son muchos los autores que consideran importante esta capacidad (Bayer, 1987; Seirul-lo, 1993; Mikkelsen y Norgaard, 1976, Román, 1994, Ávila, 1996, cit. por Moreno, 2004). Si realizásemos este estudio en relación con los puestos específicos, cabe decir que sería necesario tener en cuenta que la flexibilidad es una capacidad mucho más determinante en la demarcación de portero (Tyrdal y Bahr, 1996; Popovic y Lemaire, 2002; Srhoj, 2002; Rogulj, Srhoj, Nazor, Srhoj y Cavala, 2005).

Con relación a la valoración de la velocidad, las jugadoras presentan una tendencia hacia la mejora progresiva de la velocidad de desplazamiento, comportamiento esperado, debido a que esta prueba precisa de cambios de sentido, orientación, coordinación de movimientos y capacidad de reacción en su ejecución, por lo que se puede considerar que es una prueba en la que la agilidad tiene un importante protagonismo. Siendo ésta una capacidad compleja que requiere de capacidades perceptivo-motrices (equilibrio y coordinación) y también de capacidades físico-motrices (velocidad y flexibilidad) irá evolucionando a medida que estas capacidades también lo hagan. Por lo tanto, es a partir de la pubertad (período sensible para el desarrollo de la mayoría de estas capacidades) cuando se puede observar una mejora más destacable de la agilidad (Fleishman, 1964, cit. por Ruiz, 1994), conclusión que se confirma en nuestro estudio, y se corrobora si comparamos los resultados entre las jugadoras y las escolares, encontrando diferencias significativas ($p < 0,01$) a los 12, 14 y 16 años.

En cuanto a la velocidad segmentaria (golpeo de placas), en los resultados se aprecia un comportamiento irregular de esta variable. Entre las categorías INF y CAD se observaron diferencias muy significativas ($p \leq 0,001$), que señalan un descenso importante del tiempo en la ejecución, lo que indica la importancia de

la velocidad cíclica en este intervalo de edad. Teniendo en cuenta los estudios de Meinel y Schnabel (1987), Wolanski 1979, cit. por Hahn, 1988) y Sobral (1994), donde se estableció que la edad idónea para el aprendizaje y desarrollo de la velocidad de movimiento de la mano se sitúa entre los 10 y los 14 años, se verifica de nuevo con el comportamiento encontrado en nuestro estudio. Una de las causas, para explicar esta diferencia entre las categorías INF y CAD, puede deberse a que la frecuencia de movimientos (velocidad gestual) es una modalidad de la velocidad que madura temprano y se estanca entre los 15-16 años (Meinel y Schnabel, 1987; VV.AA., 1998).

Las cualidades en las que la resistencia tiene una presencia importante (Course Navett, Abdominales 30 s y Flexión mantenida de brazos) se observa que siempre se dieron diferencias positivas, es decir, la variable obtuvo mayor valor a mayor categoría (excepto suspensión con flexión de brazos), pero siendo los valores muy próximos. Puesto que la resistencia es una capacidad física que se caracteriza por su entrenabilidad, a medida que se va ascendiendo de categoría, el tiempo y la carga de entrenamiento (volumen e intensidad) aumentan, lo cual explica en parte este incremento en el rendimiento de la prueba de resistencia, pero los aumentos son poco importantes quizás por que hay que sumar que a mayor edad las jugadoras pesan más y sus aumentos de masa muscular no aumentan acorde a su aumento de peso (Malina y Bouchard, 1991; Vieira y Fragoso, 1999); otro factor a tener presente es la existencia de especialización en puestos específicos, a medida que aumentamos de categoría, hace que jugadoras de esta edad presenten unos valores en el peso elevados (pivotes) (Pires, 1986; Srhoj, Marinovic, y Rogulj, 2002; Rogulj y cols., 2005; Giordani, Cesaró, José y Silva, 2005), por otro lado la capacidad de "sufrimiento" o "motivación" son factores a tener presente en la realización de estos tipos de pruebas, especialmente en la prueba de suspensión con flexión de brazos.

Las variables que miden la cualidad fuerza (dinamometría manual, salto de longitud horizontal sin impulso), su tendencia es un incremento progresivo y más acentuado hasta final de la categoría CAD, a partir de ahí el aumento es menor. Si comparamos a las jugadoras españolas en la prueba de salto (Laguna, 1999), en las categorías INF y CAD, éstas presentan valores mucho más elevados que las jugadoras gallegas (183 y 194 cm respectivamente), pero si las comparamos con las escolares (Martín, 1999) los valores de la nuestra muestra son mejores.

Una vez completado el proceso de crecimiento y maduración biológica (hacia los 14-15 años), el rendimiento tiende a estabilizarse. El aumento del peso corporal y especialmente de su componente graso no activo (que se produce a partir del mayor pico de velocidad de crecimiento (PHV) como resultado de la maduración sexual), aparece como el principal factor limitante de la capacidad de salto en las jugadoras. Esta sobrecarga ponderal parece equilibrar o anular el aumento de la fuerza isométrica de las piernas, que se produce en las jóvenes hasta al menos los 16 años (Heras, 2000). Pero hay que recordar que estas son épocas muy favorables para el entrenamiento de esta capacidad (Hettinger, 1983, cit. por Carvalho, 1996; Fujii y cols., 2005). Todo lo anterior verifica el comportamiento presentado por las jugadoras en los diferentes saltos, puesto que la tendencia es mejorar la capacidad de salto a medida que aumenta la categoría.

Si comparamos nuestras jugadoras con la población de referencia, encontramos diferencias significativas ($p \leq 0,01$) a los 12, 13 y 16 años en el SJ; en CMJ hay diferencias probablemente significativas ($p \leq 0,05$) a los 12 y 15 años; para en el CMJB encontrar diferencias significativas ($p \leq 0,01$) a los 13, 14, 15 y 16 años y muy significativas ($p \leq 0,001$) a los 12 años. Podemos observar que a medida que aumenta la edad las diferencias entre ambas poblaciones se reducen. Por ello, las mayores diferencias

las encontramos a los 12 años en todos los saltos a favor de las jugadoras de balonmano, y las menores entre una población y otra a los 17 años. Una conclusión que podemos extraer de estos datos es que la población escolar gallega a medida que aumenta la edad mejoran los resultados. Esto puede significar que las jugadoras de balonmano no realizaron entrenamientos específicos de salto, por lo que no se produjo mejora en esta capacidad equiparándose al comportamiento presentado por la población general. También podría ser debido a la morfología de las jugadoras, ésta podría presentar una relación negativa (Ara, Vicente-Rodríguez, Jiménez, Arteaga y López, 2003).

Estos resultados parecen indicar que en los clubes de procedencia de nuestras jugadoras no se llevó a cabo un trabajo específico de fuerza de salto. González y Gorostiaga (1995) señalaron que "en aquellas disciplinas en las que juega un papel importante el CEA (ciclo estiramiento-acortamiento), es necesario realizar un entrenamiento específico del CEA". Chiroso y cols. (2001) comenta que "en la actualidad, se ha producido una profunda revisión de la teoría del entrenamiento deportivo, en la que se decantan por conferir al entrenamiento de la fuerza el punto central de la construcción del sistema de entrenamiento". Así mismo, autores como Neri (1997), Seirul-lo (1990) o López León (1997), Chiroso (1997), comparten y defienden la importancia que el desarrollo de la fuerza tiene para la formación del futuro rendimiento en balonmano.

Conclusiones

Con las limitaciones derivadas de un estudio transversal, los cambios observados en el desarrollo de las capacidades físicas concordaron con los datos encontrados en la literatura.

En las variables estudiadas no se puede determinar un punto de inflexión. Los mejores resultados se produjeron en la categoría JUV, por lo que se puede suponer que las jugadoras aún no han

alcanzado sus mejores rendimientos a nivel condicional.

Son las pruebas de salto las que presentan más diferencias entre las jugadoras y las escolares en las categorías infantil y cadete, pero este comportamiento descende en la categoría juvenil, aún siendo éste un factor importante para alcanzar el alto rendimiento. La fuerza explosiva para deportes como el balonmano es muy importante, sin embargo podemos observar que en las jugadoras ésta va descendiendo y no se desarrolla.

Las jugadoras presentaron mejores valores que las escolares de sus mismas edades, en aquellas variables en las que la comparación fue posible. Pero inferiores a las de las seleccionadas españolas, siendo éstas últimas el marco de referencia a seguir.

El presente trabajo puede servir para aportar bases de referencia para nuestro deporte, que posiblemente se modifiquen al estudiar poblaciones más amplias o de otras zonas geográficas.

Bibliografía

- Antón, J. L. (1990). *Balonmano: fundamentos y etapas de aprendizaje*. Madrid: Gymnos.
- Álvaro, J. (1993). Perfil del jugador de balonmano. *Habilidad Motriz* (2), 29-32.
- Anguera, T. (1993). *Metodología observacional en la investigación psicológica*. Barcelona: PPU.
- Ara, I.; Vicente-Rodríguez, G.; Jiménez, R.; Arteaga, R. y López, J. A. (2003). Predicción de la altura de vuelo en el salto vertical a partir de variables antropométricas y de composición corporal en niños púberes. *Selección* 12 (1), 18-27.
- Bosco, C. (1992). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Cardesín, J. M.; Martín, R. y Romero, J. L. (1996). *Eurofit. Test europeo de aptitud física*. A Coruña: INEF Galicia.
- Carvalho, C. (1996). *A força em crianças e jovens. O seu desenvolvimento e treinabilidade*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Council of Europe (1988). *Committee for the Development of Sport: European Test of Physical Fitness*. Handbook for the Eurofit Test of Physical Fitness. Rome: C.O.N.I.
- Chiroso, L. J. (1997). *Variables que determinan la preparación física en balonmano*. Carac-

- terísticas, concepto y aplicación del entrenamiento complejo del juego. En I Jornadas sobre Preparación Física en los Deportes de Equipo (nº 409). Andalucía: Instituto Andaluz del Deporte.
- Chirosa, R. L.; Chirosa, R. I. y Padial, P. P. (2000, septiembre) Efecto del entrenamiento integrado sobre la mejora de la fuerza de impulsión en un lanzamiento en suspensión en balonmano. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 5 Artículo 25. Extraído el 20 Octubre, 2005, de <http://efdeportes.com>.
- Chirosa, L. J.; Padial, P. A.; Chirosa, I. J. y Doblas, J. A. (2001). El efecto de la aplicación de un método de entrenamiento de fuerza submáximo (circuit-training) sobre las diferentes manifestaciones de fuerza, a lo largo de una temporada, en un equipo femenino de balonmano. *Área de balonmano* 17, 17-26.
- Durand, M. (1992). *Desenvolvimento motor e detecção de xoves talentos en deporte*. En el Congreso Galego do Deporte e a Educación Física Galicia: (pp. 63-69). Secretaría Xeral para o Deporte.
- Espart, F. (1992). *El proceso de la formación del jugador de balonmano. Etapa de iniciación global*. Comunicación presentada en una conferencia impartida en INEF-Galicia: A Coruña.
- Fernández, J. J. (1999). *Estructura condicional en los preseleccionados gallegos de diferentes categorías de formación en balonmano*. Tesis doctoral. Universidade da Coruña.
- Fernández, J. J.; Rodríguez, F.; Vázquez, R.; Vila, H. y López, P. (2001a). Multidimensional evaluation of young handball players: discriminant analysis applied to talent selection. En J. Mester, G. King, H. Strüder, E. Tsolakidis, A. Osterburg (eds.), Libro de abstracts del 6º Annual Congress of the European College of Sport Science & 15th Congress of the German Society of Sport Science, p. 1290. Cologne: ECSS, Sport und Buch Strauss.
- Fernández, J. J.; Vila, H.; Rodríguez, F. A.; Vázquez, R. y López, P. (2001b). La condición física en jugadores de balonmano gallegos en categorías de formación. II Congreso de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Valencia: Facultad de Ciencias de l'Activitat Física i l'Esport.
- Fujii, K.; Demura, S. y Matsuzawa, J. (2005). Optimum onset period for training based on maximum peak velocity of height by wavelet interpolation method in Japanese High School athletes. *J. Physiol Anthropol Appl Human Sci* 24, 15-22.
- García, J. A. (2003). *Entrenamiento en balonmano: bases para la construcción de un proyecto de formación defensiva*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Giordani, D.; Cesaro, P.; José, T. y Silva, A. (2005). Morfología de atletas de handebol: comparação por posição ofensiva e defensiva de jogo. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 81 Artículo 10. Extraído el 30 Enero, 2006, de <http://efdeportes.com>.
- Gorostiaga, E. M.; Granados, C.; Ibáñez, J. e Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur handball players. *International Journal of Sports Medicine* (26), 225-232.
- Gorostiaga, E. M.; Izquierdo, M.; Iturralde, P.; Ruesta, M. y Ibáñez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* (80), 485-493.
- González Badillo, J. J. y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: Inde.
- Hahn, E. (1988). *Entrenamiento con niños*. Barcelona: Martínez Roca.
- Heras, P. (2000). Aspectos evolutivos de la capacidad de salto: influencia de la edad cronológica de 6 a 18 años. *Apunts Medicina de L'Esport*. 35 (133), 19-28.
- Izquierdo, M.; Häkkinen, H.; Gonzalez-Badillo, J. J.; Ibáñez, J. y Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur. J. Appl. Physiol.* (87), 264-271.
- Izquierdo, M.; Aguado, X.; Gonzalez, R.; López, J. L. y Häkkinen, K. (1999). Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur. J. Appl. Physiol.* 79, 260-267.
- Laguna, M. (1999). *Programa de detección de talentos deportivos: concentraciones nacionales de verano 1999. Memoria*. R.F.E.BM.
- López, R. (1997). Los déficit de preparación. El sobreentrenamiento y su influencia en la evolución del jugador junior. Ponencia presentada en *Jornadas sobre entrenamiento con jóvenes en balonmano. La transición del jugador Juvenil a la categoría Sénior. Problemática*. Alcobendas: R.F.E.BM.
- Malina, R. M. y Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation and physical activity*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Martín Acero, R. (1999). *Capacidad de salto y de carrera rápida en escolares*. Tesis doctoral. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña.
- Mateo, J. (1990). La batería Eurofit com a mitjà de detecció de talents. *Apunts Educación Física y Deportes* 22, 59-68.
- Morenilla, L.; López, J. y Bernetta, M. (1996). Detección y selección de talentos en gimnasia. En Consejo Superior de Deportes (Eds.), *Indicadores para la detección de talentos deportivos*, vol. 3, pp. 69-104. Madrid: C.S.D.
- Moreno, F. (2004). *Balonmano: detección, selección y rendimiento de talentos*. Madrid: Gymnos.
- Neri, J. (1997). Valoración funcional de las capacidades físicas y las consecuencias para la planificación del entrenamiento. Ponencia presentada en *Jornadas sobre entrenamiento con jóvenes en balonmano. La transición del jugador Juvenil a la categoría Sénior. Problemática*. Alcobendas: R.F.E.BM.
- Olaso, S.; Martínez, J. y Planas, A. (2004). Variación de la potencia del tren inferior en jugadoras de balonmano de alta competición. *Apunts. Educación Física y Deportes* (76), 35-42.
- Pires, C. S. (1986). Comparações antropométricas entre sexos e intraesporte na posição de jogo de jovens handebolistas brasileiros. *Revista Kinesi*. 2 (2), 195-205.
- Popovic, N. y Lemaire, R. (2002). Hyperextension trauma to the elbow: radiological and ultrasonographic evaluation in handball goalkeepers. *Br. J. Sports Med.* (36), 452-456.
- Real Federación Española de Balonmano. (1994). *Criterios de selección de jugadoras y jugadores. Índices antropométricos, tests específicos y valores ideales*. Comunicación Técnica N.º1. Madrid: C.S.D. y R.F.E.BM.
- Rodríguez, F. A.; Gusi, N.; Valenzuela, A.; Nácher, S.; Nogués, J. y Marina, M. (1998). Valoración de la condición física saludable en adultos (I): antecedentes y protocolos de la batería AFISAL-INEFC. *Apunts. Educación Física y Deportes* (52), 54-75.
- Rodríguez, F. A. (1989). Fisiología, valoración funcional y deporte de alto rendimiento. *Apunts. Educación Física y Deportes* (15), 48-56.
- Rogulj, N.; Srhoj, V.; Nazor, M.; Srhoj, L. y Cavala, M. (2005). Some anthropologic characteristics of elite female handball players at different playing positions. *Coll. Antropologic*. 29 (2), 705-709.
- Ruiz, L. M. (1994). *Deporte y aprendizaje. Pro-*

- cesos de adquisición y desarrollo de habilidades. Madrid: Visor Distribuciones.
- Saavedra, J. M. (2002). *Valoración multidimensional y rendimiento en nadadores jóvenes de nivel nacional*. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña.
- Saavedra, J. M.; Escalante, Y. y Rodríguez, F. A. (2003). Multidimensional evaluation of peripuberal swimmers: multiple regression analysis applied to talent selection. En J.C. Chatard (ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming, IX*, pp. 551-556. Saint-Étienne: Publications de l'Université de Saint-Étienne.
- Seirul-lo, F. (1990). Entrenamiento de la fuerza en balonmano. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 4 (6), 30-34.
- Seirul-lo, F. (1993). *Preparación física aplicada a los deportes de equipo: Balonmano*. Cuaderno Técnico Pedagógico nº. 7. A Coruña: Centro Galego de Documentación e Edicións Deportivas.
- Silla, D. y Rodríguez, F. (2005). Valoración de la condición física en jugadores de hockey hierba de alto nivel. *Apunts. Educación Física y Deportes* (80), 37-44.
- Sobral, F. (1986). *Curso de antropometría*. Lisboa: ISEF.
- Sobral, F. (1994). O Andebol à Medida da Criança. *Andebol Revista* (1), 8-11.
- Solanellas, F. (1995). *Valoración funcional de tensitas de diferentes categorías*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- Solanellas, F. y Rodríguez, F. A. (1996). Valoración de la condición física de tensitas de diferentes categorías. *8th FIMS European Sports Medicine Congress*, p. 126. Granada: Universidad de Granada.
- Srhoj, V. (2002). Situational efficacy of anthropomotor types of young female handball players. *Coll Antropol.* 26 (1), 211-218.
- Srhoj, V.; Marinovic, M. y Rogulj, N. (2002). Position specific morphological characteristics of top-level male handball players. *Coll Antropol.* 26 (1), 219-227.
- Tyrdal, S. y Bahr, R. (1996). High prevalence of elbow problems among goalkeepers in European team handball – "handball goalie's elbow". *Scand. J. Med. Sci. Sports* (6), 297-302.
- Vieira F. y Fragoso, I. (1999). *Perfil morfológico de atletas femeninas portuguesas de diferentes modalidades*. Universidade Técnica de Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana.
- Vila, M.^a H. (2002). *Estructura condicional en las preseleccionadas gallegas de diferentes categorías de formación en balonmano*. Tesis doctoral. Universidade da Coruña.
- VV.AA. (1998). *Balonmano: el lanzamiento en suspensión*. A Coruña: INEF Galicia.



Nuestras portadas

RAMON BALIUS I JULI

La revista *Apunts. Educación Física y Deportes*, desde el principio, ha tenido especial interés por el contenido de sus portadas, que han sido diferentes en todos y cada uno de los 86 números publicados. El primer ejemplar, de octubre de 1985, presentaba en la portada la imagen clásica de la escultura de *David* (1504) de Miguel Ángel, mientras que la correspondiente a la última revista publicada, de diciembre de 2006, mostraba la escultura vanguardista de un *Ciclista* (1991) original de Carme Albaigés.

¿Qué nos condiciona en la elección de una portada? Que la obra tenga un especial y relevante carácter artístico y que esté relacionada, total o parcialmente, con el contenido de la revista. Sin embargo, en alguna ocasión, las singulares características de una obra nos llevan a publicarla y posteriormente nos obligamos a escribir un artículo para comentarla y explicar su valor artístico y deportivo. Últimamente hemos querido dedicar las cuatro cubiertas de un año a una misma temática (Gaudí, la

música, o los escultores catalanes y su obra de tema deportivo).

Las cubiertas del 2007 las destinaremos a presentar algunos carteles de la Colección de la Biblioteca del Deporte en Cataluña. El lector que esté interesado en tener información sobre carteles y sobre esta colección, puede consultar el exhaustivo artículo de Maria Lluïsa Berasategui titulado *"La Colección de Carteles de la Biblioteca del Deporte"* publicado en el número 48 de la revista *Apunts. Educación Física y Deportes* del año 1997. Unos párrafos del citado trabajo, reproducidos íntegramente, nos introducirán brevemente en el mundo de los carteles: *"El cartel se define normalmente como una hoja impresa o manuscrita colocada en un lugar visible para dar a conocer un hecho o con fines publicitarios". (...) "Cassandre, pseudónimo de Adolphe Jean Marie Mouron, cartelista ucraniano afincado en París, afirmaba que la pintura era un hecho en sí misma mientras que el cartel era un medio para un fin." (...) "colgado en las paredes o en las vallas y reproducido*

do en las revistas cumplía su finalidad divulgadora y satisfacía la necesidad consumista de la nueva sociedad industrial. (Sagrario Aznar, 1991)" (...) "Mientras según Josep Renau (1976) todas las formas del arte y de la cultura requieren un esfuerzo del usuario, en cambio, el cartel, es el único que no exige este esfuerzo, porque el cartel forma parte de la vida diaria, sale a buscar al público, se lo encuentra en la calle o en el metro. Los críticos se han referido a él como un forma de arte en la calle" (...) "El deporte y el tiempo libre ocupan un abanico muy amplio del cartelismo, sobre todo porque han sido y son un medio natural de expresión." "los carteles son una excelente documentación para conocer las circunstancias concretas del hecho que anuncian".

Nuestra primera cubierta del 2007 está dedicada a un cartel de 1922 y corresponde al anuncio de los **"Campeonatos de Europa de Remo"** celebrados en Barcelona los días 9 y 10 de septiembre de 1922. Lo escogimos por su carácter modernista simbolista, su delicado cromatismo,

Corona
y banderolas



Tinglados, Monumento a Colón y
bóveda y torre de la Basílica de
Nuestra Señora de la Merced



Montaña y Castillo de Montjuïc



Palma del Martirio

Firma



Gaviota

su relativa antigüedad y su significado claramente barcelonés. Tomada la decisión, intentaremos explicar las características de la obra y la personalidad de su autor.

El elemento principal de este cartel es una representación valiente de **Santa Eulàlia**, virgen, mártir y patrona de Barcelona, situada sobre un fondo que parece corresponder al puerto de la Ciudad Condal [imagen central]. La cabeza de la santa está enmarcada por una corona de tonalidad plateada, de la cual sobresalen en todo su diámetro numerosas banderolas multicolores, entre las cuales destaca claramente una “senyera” (bandera catalana) [A]. La mano izquierda mantiene entre los dedos pulgar e índice la Palma del Martirio [B]. En el ángulo superior derecho del cartel, son bien visibles algunos elementos arquitectónicos muy típicos de Barcelona: en primer plano los antiguos tinglados del puerto, la columna del monumento a Cristóbal Colón y la bóveda y la torre de la Basílica de Nuestra Señora de la Merced [C]. En el ángulo superior izquierdo, entre los cabos y las velas del barco situado detrás de la santa, se dibuja el perfil de la montaña y del castillo de Montjuïc [D]. Por detrás de la imagen y a la altura de las rodillas dos embarcaciones de remo, probablemente ocho con timonel, están compitiendo [imagen central]. Por último, los pies de la figura reposan sobre una gaviota que tiene las alas completamente desplegadas [E].

Según el trabajo de Maria Lluïsa Berasategui, los artistas autores de los carteles son (...) “de diversas artes

plásticas y de diversos lugares que han cultivado el género y han dejado su obra deportiva en Cataluña. En general, se ha hablado más de los carteles que de sus artistas y esto es atribuible a diversos motivos”. “En primer lugar, hubo una época en que los dibujantes no se sentían atraídos por una actividad que consideraban menor, o más comercial que artística. Esto hizo que algunos dibujantes se refugiasen en el anonimato y otros firmasen sus carteles con seudónimos...” En el caso que nos ocupa, el autor es **Francesc d’Assís Galí i Fabra** (Barcelona 1880-1963), pintor, dibujante y pedagogo, del cual puede encontrarse una especie de firma “**G Galí**, en el ángulo inferior izquierdo del cartel [F].

Francesc d’Assís Galí i Fabra era una personalidad artística conocida, que había comenzado estudios de arquitectura y que pasó por la “Llotja” (Escuela de Bellas Artes) y por la academia Hoyos de Barcelona. Era sobrino de Pompeu Fabra y muy amigo de Joan Llongueras, con quien compartió un taller al cual se añadió Manuel de Montoliu y esporádicamente Ricard Opisso. Estuvo influenciado por Ramon Casas y Santiago Rusiñol y muy especialmente por Alexandre de Riquer, con quien aprendió la técnica del grabado y cultivó el modernismo más simbolista. Fue socio del Cercle de Sant Lluch (Círculo de Sant Lluch) y en 1906 creó una escuela de arte en la cual impartía enseñanza humanística. Su gran prestigio motivó que fuesen muchos sus discípulos, entre los cuales se encon-

traban Cèsar Martinell, Joan Bergós, Rubió i Tudurí, los Puig i Giralt, Francesc Vayreda, Jaume Mercadé e incluso vanguardistas como Miró y Llorens i Artigas. Fue director de la “Escola Superior de Bells Oficis” (Escuela Superior de Bellos Oficios) hasta la Dictadura de 1924. En 1936 fue nombrado representante de las Bellas Artes en el CENU (Consejo Escuela Nueva Unificada) y más tarde, Director General de Bellas Artes de la República Española. En este cargo tuvo un papel destacado en el salvamento de las obras del Museo del Prado. Exilado desde 1939 en Inglaterra. Presenta varias exposiciones en Barcelona antes y después del exilio, en Inglaterra durante éste y en Madrid en 1966. Practicó la pintura de caballete –mucho figura y poco paisaje– el muralismo, frecuentemente al fresco y el cartelismo. Estas últimas actividades las desarrolló especialmente a finales de los años veinte y en relación con los acontecimientos urbanísticos de Barcelona y con la Exposición Universal de 1929.

Un interesante y bonito cartel, creado por un importante y conocido artista.

Bibliografía

- Berasategui, Maria Lluïsa; Fontbona, Francesc i Santacana, Francesc. “L’Esport s’anuncia”, 1912–2002. Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura. Secretaria General de l’Esport.
- Berasategui, Maria Lluïsa (1997). La colección de carteles de la Biblioteca de l’Esport *Apunts. Educació Física y Deportes* (48), pp. 116-124

El triatlón como modelo de sistema deportivo en el contexto nacional español e internacional. Determinantes para su desarrollo y la consecución del éxito

Autor: **Germán Ruiz Tintero**

Facultad de Ciencias del Deporte.
Universidad de Castilla-La Mancha

Director: **Dr. Fernando Sánchez Bañuelos**

Facultad de Ciencias del Deporte.
Universidad de Castilla-La Mancha

Palabras clave: *Sistema deportivo, Triatlón, Entorno, Alto rendimiento, Determinantes sociológicos.*

Esta tesis doctoral supone la primera en el territorio nacional español que se ocupa de forma directa del estudio del deporte del triatlón, por lo cual este deporte es tratado desde una perspectiva descriptiva y exploratoria, visto como un sistema deportivo en constante evolución, centrándonos en el alto rendimiento desde una perspectiva ecológica, pues intentamos evidenciar y comprender aquellos factores que pueden estar beneficiando o perjudicando su desarrollo hacia la excelencia.

Nuestro planteamiento pasa por analizar los siguientes ámbitos:

- Un entorno internacional, como referente comparativo en relación a España, en el que analizamos

las 8 potencias mundiales del triatlón: Australia, Reino Unido, EE.UU., Nueva Zelanda, Canadá, Alemania y Francia.

- Un entorno nacional español, teniendo como referencia la Federación Española de Triatlón y las Federaciones autonómicas españolas.
- Los mejores triatletas en el alto nivel ($n=48$) y sus entrenadores ($n=14$).

Los sistemas deportivos de alto nivel suponen una nueva línea de investigación que aporta valiosa información contrastada y contextualizada desde una esfera social más amplia hasta el mismo microsistema o entorno próximo al deportista, y que pretende ordenar y relacionar los diferentes compo-

nentes de una estructura ya de por sí compleja por su constante evolución y dinamismo, pues el fenómeno deportivo supone el estudio de un fluir vivo de la sociedad.

Desde nuestro trabajo observamos cómo los mejores países del triatlón mundial quedan repartidos por toda la geografía, mostrando grandes contrastes socioeconómicos, geográficos, climáticos y de sistemas deportivos. Hemos extraído los perfiles sociodemográficos de los triatletas de alto nivel y de sus entrenadores. La escasa profesionalización y compensación económica en este deporte, unidas a un alto grado de exigencia e implicación, dan lugar a un perfil de triatleta altamente motivado hacia el deporte que va más allá del plano deportivo.

Microsistemas deportivos de alto nivel.

Un estudio descriptivo de clubes de karate de elite de España

Autor: **Juan José Salinero Martín**
Facultad de Ciencias del Deporte.
Universidad de Castilla-La Mancha

Directores: **Dr. Fernando Sánchez Bañuelos**
Dra. Susana Mendizábal Albizu
Facultad de Ciencias del Deporte.
Universidad de Castilla-La Mancha

Palabras clave: *Sistemas deportivos, Microsistemas, Elite, Entorno social.*

El estudio pretende abordar el campo del rendimiento deportivo desde una perspectiva novedosa, como es la de los sistemas de desarrollo deportivo. Nos centramos en los microsistemas, pues en el ámbito de los sistemas deportivos, los estudios se han centrado casi exclusivamente en macrosistemas, estudiando los sistemas deportivos a nivel nacional o internacional, por lo que el ámbito nuclear, el de los clubes deportivos, no ha sido descrito. Así, pasamos de la esfera global a la particular y exploramos las características propias de estos elementos centrales del rendimiento.

El deporte de alto rendimiento exige un conocimiento exhaustivo de todos los aspectos implicados en el desarrollo deportivo. Por tanto, se antoja imprescindible profundizar, no solo en las características de los actores principales, entrenador y deportista, sino también en las de los sistemas de desarrollo deportivo en que se desenvuelven.

Nos decantamos por el karate como objeto de estudio por ser esta una modalidad en la que nuestro país ocupa un lugar en la élite mundial. Se analizaron 15 clubes de elite de España, incluyendo a sus entrenadores ($n=17$)

y deportistas competidores senior y junior ($n=67$).

Se ha mostrado que uno de los puntos fuertes de los clubes deportivos que tienen grandes éxitos deportivos, es la contrapartida que reciben a su vez de estos deportistas de alto nivel. Al entrenar éstos en el club, están aumentando el nivel de entrenamiento y hacen que los demás deportistas se beneficien de este mayor nivel. Se crea lo que hemos denominado como *Clima de excelencia*, que se vive en el club y del que se hacen partícipes todos los integrantes del mismo, y que no solo sirve para aumentar el nivel deportivo, sino que además refuerza la motivación de los demás deportistas que perciben que pueden aspirar a esos niveles de rendimiento, al compartir el mismo sistema deportivo. Algo similar ocurre a nivel regional o local. Donde existe un mayor nivel, las competiciones (campeonatos regionales, locales, ligas de clubes) tienen mayor exigencia y esto propicia la mejora.

En estos microsistemas deportivos, en virtud de lo citado por los deportistas, la clave de su buen funcionamiento radica en el factor humano, pues señalan

las características del entrenador y del grupo como los puntos fuertes del club.

Los entrenadores de estos clubes de elite se presentan como entrenadores expertos, con un amplio bagaje en el mundo del karate, con un conocimiento en primera persona de todas las facetas de este deporte, habiendo pasado por la etapa como deportista, competidor, entrenador y gestor.

En cuanto a los **deportistas**, se estableció un perfil sociodemográfico y de su trayectoria deportiva, donde se aprecia que el entorno social próximo es un elemento clave en todas las fases de la carrera deportiva.

Tanto el deportista como el entrenador coinciden en los **factores que favorecen el éxito** en la búsqueda de la excelencia en este deporte. Ambos indican, por este orden, aspectos del propio deportista, entrenador, club y/o grupo de entrenamiento, y el apoyo social de familia y amigos.

Se ha puesto de manifiesto en los resultados obtenidos, que tanto el entorno social como deportivo en que se desarrolla el deportista son claves en la carrera deportiva de éste.