

Ejercicios físicos correctos y seguros para la columna vertebral y alternativas para su corrección

Dr. Pedro Ángel López Miñarro

Facultad de Educación. Universidad de Murcia

RESUMEN

En los últimos años, la investigación en el campo de las actividades físico-deportivas está revelando la presencia de diversos ejercicios que pueden producir repercusiones a medio o largo plazo en diversas estructuras orgánicas y que son practicados de forma regular y sistemática.

Dentro de las estructuras corporales más propensas a sufrir alteraciones por la práctica de ciertos ejercicios físicos nos encontramos la columna vertebral.

En este trabajo analizamos diversos ejercicios físicos practicados frecuentemente en el ámbito físico-deportivo que son considerados poco seguros por las posibles alteraciones generadas en el raquis. Planteamos los posibles efectos perjudiciales, así como diversas alternativas para su corrección.

Palabras clave: Seguridad, actividad física, raquis, salud.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la Actividad Física (A.F.) y el Deporte se han diseñado diferentes tipos de ejercicios físicos, con la creencia generalizada sobre los beneficios que la práctica de los mismos posee tanto en la formación y desarrollo del individuo, como en su salud. Se creó así el mito de que cualquier tipo de actividad física es saludable (1).

Sin embargo, la investigación en el ámbito de la A.F. y el deporte ha permitido desechar ideas y creencias erróneas asumidas como válidas en etapas anteriores, entre las que se encuentra la ejecución de movimientos incorrectos.

Así, se han podido detectar y cuestionar ejercicios físicos, destinados a desarrollar la fuerza y flexibilidad muscular, cuya realización repetida puede dañar la salud de los individuos, provocando daños y lesiones que, a medio o largo plazo, podrían llegar a ser irreversibles. De hecho, actividades que han sido consideradas tradicionalmente como adecuadas, actualmente no se recomiendan bajo una concepción de A.F. y salud (2), por lo que es necesario plantear ejercicios alternativos más saludables.

2. DEFINICIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Un ejercicio poco seguro es aquel que contiene algún movimiento entre palancas óseas, cuya repetición sistemática puede producir algún daño sobre las estructuras osteoarticulares.

Por un lado existen ejercicios que resultan poco seguros por la forma de ejecutarlos, no en el ejercicio en sí (3,4). Es frecuente que un ejercicio adecuado se realice sin dominar la técnica de ejecución del mismo, de manera que, al ejecutarlo incorrectamente se aumente el riesgo de repercusiones. El mayor problema de estos ejercicios radica en su repetición sistemática, ya que las alteraciones que producen no son inmediatas, apareciendo a medio/largo plazo.

Por tanto, existiendo tantos ejercicios, es preciso analizarlos y, si es necesario, modificarlos o eliminarlos. Así, en lugar de centrar la ejecución en aspectos cuantitativos del movimiento, es preciso hacerlo en los cualitativos, atendiendo a la forma más correcta y segura de realizar la actividad. Para tal fin, el profesional de la A.F. debe valorar los ejercicios durante la programación de las sesiones, analizando los riesgos potenciales y beneficios.

Diferentes zonas y estructuras corporales son propensas a sufrir alteraciones por la práctica de ciertos ejercicios físicos. Por diferentes razones que analizaremos, la zona más vulnerable para una posible lesión o degeneración morfo-funcional es la columna vertebral o raquis (5,6).

El raquis debe ser objeto de una atención preferente a la hora de realizar ejercicio físico (3), debido a que existen ciertos movimientos que afectan negativamente su funcionalidad.

La región lumbar es la zona más problemática, ya que sobre ella recaen gran parte de las fuerzas generadas, especialmente a nivel de la charnela lumbosacra. Es una región que se ve especialmente comprometida en los movimientos articulares forzados, ya que estas acciones alteran los mecanismos de autoestabilización del disco intervertebral, y además producen una importante fatiga de los elementos elásticos que protegen a las articulaciones vertebrales (7).

Así mismo, la zona cervical y dorsal son zonas muy solicitadas tanto en la vida diaria como en la A.F., por las posiciones que se adoptan comúnmente.

3. EJERCICIOS DESACONSEJADOS PARA EL RAQUIS CERVICAL

3.1. Hiperflexión cervical

La hiperflexión cervical se presenta con mayor frecuencia en ejercicios de estiramiento y fortalecimiento de la musculatura abdominal, y cervical (especialmente practicados en salas de musculación).

Los efectos potencialmente negativos que produce serán:

- Daño en discos intervertebrales, vértebras cervicales y alteración de estructuras radiculares, generándose compresión del paquete vásculo nervioso.
- Sobreestiramiento ligamentoso y muscular (8).
- Desplazamiento del núcleo pulposo hacia la parte posterior, produciendo tensión en el anillo fibroso (9).
- En el ejercicio de estiramiento dorso-lumbar denominado "arado" (figura 1), además de la hiperflexión cervical se dificulta la ventilación por compresión de la caja torácica, especialmente si existe un cúmulo de tejido adiposo en la región abdominal.

En este ejercicio, extender las piernas por detrás de la cabeza, alejándolas de ésta, incrementa la carga sobre el raquis cervical al transferir el peso del cuerpo sobre éste (10).



FIGURA 1

Otra forma de hiperflexión forzada la encontramos en la realización de ejercicios de fortalecimiento abdominal con las manos apoyadas en la nuca. En dicha posición se incrementa la posibilidad de tirar de la cabeza hacia delante, generando una fuerza que podría dañar la musculatura o las estructuras nerviosas del raquis cervical (8). Aunque no llegase a contactar la barbilla con la zona esternal, el momento de flexión de la cabeza a gran velocidad es una acción desaconsejada.

Los problemas descritos no sólo surgen de la práctica de ejercicios desaconsejados, sino que se combinan con posiciones de flexión cervical en las actividades de la vida diaria (11).

3.2. Hiperextensión y circunducción cervical

Los efectos que pueden producir la hiperextensión y circunducción son similares, destacándose:

- Sobrecarga del complejo músculo-ligamentoso cervical.
- Obstrucción de los nervios radiculares (12), generada por la reducción del agujero vertebral, pudiendo provocar ocasionalmente mareos.
- Desgarros en los cartílagos articulares.

Estos ejercicios se suelen realizar de forma balística, llevando al raquis cervical a intervalos de recorrido para los que funcionalmente no está preparado (13). Cualquiera que sea el movimiento en el que se implique el raquis cervical debe basarse en contracciones isotónicas concéntricas lentas.

Si lo que se pretende es estirar y relajar la zona cervical, estas AAD se sustituirán por otros ejercicios. De esta forma, la alternativa a la circunducción será el ejercicio en el que la barbilla pegada al pecho se gira lentamente de izquierda a derecha pasando por la posición central, describiéndose una semicircunferencia (14)

Se recomienda hacer movimientos de flexo-extensión o inclinación lateral sin llegar al máximo recorrido articular, porque disminuyen el estrés en las estructuras implicadas en el movimiento (13, 15).

4. EJERCICIOS DESACONSEJADOS PARA EL RAQUIS DORSO-LUMBAR

4.1. Definición y cinética de la hiperextensión raquídea

La hiperextensión lumbar constituye un aumento de la curvatura lumbar de convexidad anterior respecto a la curvatura fisiológica.

La amplitud que el raquis lumbar puede alcanzar en la extensión, dentro de unos parámetros normales, es de 30 grados. Cotton (16) y Alter (17) indican que el rango de hiperextensión se reduce a 20 grados en posiciones de decúbito prono.

La hiperextensión lumbar es potencialmente problemática si se realiza de forma balística, ya que se crea un momento de fuerza que supera el control muscular (16). La velocidad en la ejecución del movimiento es inadecuada ya que es un factor de riesgo en las patologías raquídeas (18).

Lisón y Sarti (19) indican que las velocidades angulares que alcanza el tronco durante la mayor parte de los movimientos físicos son bastantes bajas, especialmente cuando se comparan con las alcanzadas por otros segmentos corporales. Por tanto, y considerando que esta musculatura es de tipo tónico-postural, constituida básicamente por fibras musculares lentas, se puede afirmar que los músculos lumbares, a diferencia de la mayor parte de los grupos musculares, no requieren ser tonificados a velocidades altas, pues de este modo el índice de peligrosidad aumenta.

El fortalecimiento óptimo de la musculatura paravertebral contribuye a disminuir el dolor lumbar y a aumentar la funcionalidad raquídea (19). Por esta razón resulta comprensible la necesidad de favorecer el desarrollo integral y armónico de los músculos lumbares mediante ejercicios aconsejados, de escasa peligrosidad, con objeto de crear hábitos saludables.

La hiperextensión lumbar puede producirse de dos formas diferentes. En primer lugar, por la propia actividad muscular de los agonistas responsables de la extensión lumbar (por ejemplo, la hiperextensión lumbar desde decúbito prono). A estos movimientos los denominaremos hiperextensiones propias.

En segundo lugar, por ajustes posturales o anteversión pélvica (6). Son situaciones donde la posición de determinados segmentos determina una hiperextensión compensatoria (por ejemplo la hiperextensión lumbar que se genera al realizar una abducción escápulo-humeral de 180 grados). En cuanto a la anteversión pélvica, determina un aumento de la lordosis lumbar en movimientos forzados. A estas hiperextensiones las denominaremos asociadas, ya que se producen en ejercicios que, aunque no son dirigidos específicamente a la zona lumbar, repercuten sobre ella (23).

Diversos estudios han puesto de manifiesto que los ejercicios de movilidad raquídea con presencia de hiperextensión lumbar son desaconsejados, ya que

pueden desencadenar algias vertebrales, así como alteraciones en las estructuras raquídeas.

Como indican algunos autores, la hiperextensión lumbar puede producir:

- Gran presión intradiscal (20).
- Estrés compresivo en las facetas vertebrales, invadiendo los nervios raquídeos (21,22).
- Lesiones raquídeas por contacto de las apófisis espinosas (en hiperextensiones máximas) (21).

4.2. Ejercicios que provocan hiperextensiones lumbares propias

En el entrenamiento deportivo podemos encontrar una gran variedad de estas acciones:

Ejercicios de hiperextensión con cuatro apoyos.

El famoso "puente" (figura 2) es un ejercicio frecuentemente realizado para el entrenamiento de la flexibilidad vertebral, que provoca cargas excesivas para las articulaciones intervertebrales del raquis lumbar (24).



FIGURA 2

Ejercicios de fortalecimiento lumbar en decúbito prono.

Los típicos ejercicios denominados coloquialmente "lumbares" (figura 3), ejecutados desde decúbito prono en el suelo o en máquina de extensiones, suelen realizarse con grandes rangos de hiperextensión lumbar, superando ampliamente la horizontal. Los movimientos de extensión deberían limitarse a los períodos de mayor actividad eléctrica y menor peligrosidad. Lisón y cols. (25) encontraron que una hiperextensión de poca amplitud tiene un grado de peligrosidad de un 34%, que no resulta excesivamente alto, comparado con otros ejercicios que persiguen el mismo objetivo.



FIGURA 3

Un problema adicional de la hiperextensión lumbar desde decúbito prono es la frecuente fijación de los pies, por un compañero o cualquier implemento, pues el rango de movimiento al que puede llegar el ejecutante es mucho mayor.

Otro ejemplo de esta AAD, es un ejercicio ejecutado en parejas y desde decúbito prono, donde se pasan un balón medicinal a través de una elevación del tronco. Con este ejercicio se crean fuerzas de inercia que generan una fuerte presión sobre los discos intervertebrales.

Hiperextensión lumbar con control excéntrico abdominal.

La hiperextensión lumbar desde la posición de bipedestación es otro ejemplo válido de hiperextensión propia, aunque es menos problemática debido a que la carga que asume la zona lumbar es más baja respecto a los ejercicios precedentes. No obstante, algunas variantes de ésta, como el lanzamiento de balón medicinal desde bipedestación o desde apoyo de rodillas (figura 4), producen una gran hiperextensión, pudiendo alterar estructuras raquídeas (26).



FIGURA 4

Para desarrollar los músculos espinales hay otros ejercicios adecuados que logran el objetivo tonificador anulando los efectos negativos anteriormente destacados. En éstos, el rango de extensión debe llegar hasta la posición horizontal (27). Sería conveniente colocar un rodillo acolchado bajo las crestas ilíacas si se ejecuta en el suelo, o utilizar un banco angulado.

Otro ejercicio muy adecuado para el fortalecimiento lumbar es la elevación de pelvis. Se ejecuta desde decúbito supino, y se ha de realizar una extensión de caderas y tronco hasta formar una línea entre tronco y muslos (figura 5).



FIGURA 5

A la hora de optar por un método para fortalecer la musculatura lumbar, Lisón y Sarti (19) hacen la siguiente propuesta de entrenamiento para jóvenes y deportistas: partiendo de posición inicial en tendido prono en un banco, con tronco flexionado 60° y manos en la nuca (centro de rotación a nivel de la articulación coxofemoral) realizar una fase concéntrica en la que se extiende el tronco hasta la horizontal en 2 segundos; se mantiene la posición durante 5 segundos y se flexiona el tronco hasta los 60° en dos segundos (fase excéntrica).

Se trata de restringir el rango de movimiento a los períodos de mayor actividad muscular, para anular, a su vez, posiciones que provocan inestabilidad raquídea (20).

4.3. Ejercicios que provocan hiperextensiones asociadas.

Doble flexión coxofemoral e incorporación de tronco en los ejercicios de trabajo abdominal.

Ambas AAD (figuras 6 y 7) generan estrés en las estructuras pélvicas y en el raquis lumbar, ya que aumentan la presión intradiscal. La doble flexión coxofemoral produce una gran actividad del músculo psoas ilíaco, provocando una hiperextensión lumbar cuando se contrae con cierta intensidad.

En cuanto a la incorporación de tronco, si bien no genera hiperextensión lumbar, aumenta en gran medida la presión intradiscal y el posible deterioro vertebral.

Cualquiera de estos ejercicios o sus variantes, realizados de forma continuada, pueden generar alteraciones en el aparato osteoligamentoso del raquis lumbar.



FIGURA 6



FIGURA 7

Hiperextensión coxofemoral.

Esta AAD (figura 8) se produce cuando la articulación coxofemoral sobrepasa los 15-20 grados de extensión. En esta situación, cuando la pierna es elevada, la pelvis realiza anteversión. La razón de este proceso se debe a que los resistentes y fuertes ligamentos de cadera (iliofemoral o de Bertin especialmente), así como los músculos transarticulares, hacen imposible que la pierna llegue a tales posiciones a través, tan sólo, del eje coxofemoral. Por tal circunstancia, no es correcto hablar de hiperextensión coxofemoral terminológicamente (27).

Si el movimiento se realiza balísticamente, será habitual que aparezca una hiperextensión lumbar, que debe evitarse, ya que aumenta la presión intradiscal (28).

Para evitar los efectos nocivos de tal hiperextensión lumbar asociada por anteversión pélvica es necesario finalizar el movimiento de extensión de cadera cuando se agota la capacidad de extensión coxofemoral. Junto a ello, habría que realizar una correcta estabilización a través de los músculos abdominales para prevenir la anteversión pélvica.



FIGURA 8

Para que estos ejercicios desaconsejados puedan ser corregidos, se puede variar la posición inicial, permitiendo un trabajo en el que la pierna pueda llegar hasta la horizontal, habiendo realizado un amplio rango de movimiento de extensión coxofemoral (figura 9).



FIGURA 9

Doble abducción escápulo-humeral máxima.

Cuando se realiza una flexión o abducción bilateral escápulo-humeral, a partir de los 150 grados se observa como el raquis lumbar adopta una postura hiperlordótica, siendo más evidente en abducción o flexión máxima, y más problemática cuando se añade sobrecarga al movimiento.

Es una acción que produce hiperextensión lumbar, no máxima, pero cuya repetición puede alterar la estabilidad del raquis lumbar.

Por esta razón hay que tender a trabajar con cargas bajas, y realizar los movimientos con un pequeño momento flexor escápulo-humeral. También será adecuado realizar un trabajo específico de mejora de la amplitud de movimiento para esta articulación.

Otra alternativa es realizar la abducción o flexión escápulo-humeral máxima en decúbito supino, ya que en la posición supina resulta más fácil estabilizar el raquis.

4.4. Hiperflexión lumbar

En la realización forzada de los movimientos en flexión del raquis lumbar, así como en la ejecución repetida de ciertos ejercicios inadecuados de estiramiento isquiosural, se genera un incremento de la tensión del raquis, circunstancia que es preciso analizar teniendo en cuenta la frecuencia con que se realizan dichos movimientos. La movilidad intervertebral debe producirse manteniendo unos rangos de amplitud que no comprometan las estructuras osteoligamentosas que dan estabilidad al conjunto del raquis.

La hiperflexión lumbar es un movimiento que ha sido objeto de múltiples estudios (18), ya que el peso del tronco, brazos y cabeza queda suspendido por la zona lumbar, lo que puede suponer en algunos casos un gran momento de resistencia para la articulación lumbosacra, que puede dar lugar a desequilibrios.

En la hiperflexión de tronco se observa la desaparición de la actividad eléctrica del músculo erector espinal, fenómeno denominado *flexión-relajación*. Se trata de un momento en la flexión del tronco (90% de la máxima flexión lumbar) a partir del cual decrece la actividad de la musculatura lumbar (29).

En este punto los ligamentos lumbares soportan el peso del tronco y asumen el papel de la acción muscular, provocando un sobreestiramiento ligamentoso que genera una menor protección de los discos y vértebras lumbares (30).

Los efectos nocivos referidos en la literatura científica son numerosos. Entre ellos destacamos:

- Sobrecarga de los discos intervertebrales, sobre todo L4-L5 y L5-S1. En hiperflexión lumbar la presión sobre el núcleo se incrementa de forma proporcional, así como la compresión sobre el anillo, pudiendo producirse deterioros en la estructura interna del propio anillo y pérdidas en el poder de **pretensión** del núcleo

(30,31). Si estas estructuras son dañadas, el sistema de autoestabilidad queda comprometido.

- En las estructuras ligamentosas generará paulatinamente, en virtud del fenómeno de fatiga de los tejidos elásticos (32,33), una pérdida de elasticidad en dichos ligamentos, lo que provocará una insuficiencia para detener el desplazamiento vertebral indeseado.

- Genera hipercifosis al intentar aumentar el recorrido articular. Los ejercicios en flexión, si no se pueden realizar ampliamente a través del eje transversal coxofemoral, se compensan con hipercifosis dorsal, causando mayor estrés discal y ligamentoso en este núcleo.

La tonicidad de la **musculatura paravertebral** extensora del tronco se constituirá en un elemento de salvaguarda esencial en los movimientos forzados en flexión de tronco. Si dicha musculatura se encuentra en buen estado, constituirá un elemento de contención al desplazamiento vertebral. Así mismo, es necesario un buen estado de la musculatura flexora del tronco. La contracción de la musculatura abdominal provoca un aumento de la presión intraabdominal (figura 10) que interviene como mecanismo de protección del raquis durante el levantamiento de pesos y movimientos en flexión de tronco (34). Esta presión proporciona un empuje, bajo el diafragma y sobre el suelo pélvico, que se transmite a la espina torácica y a los hombros por medio de las costillas, disminuyendo así la carga sobre el raquis.

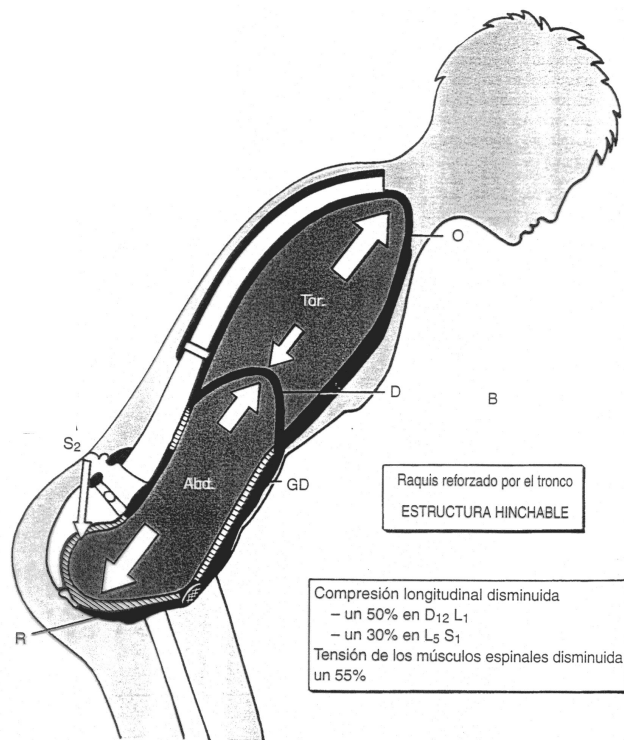


FIGURA 10

Por otro lado, con los movimientos repetidos en flexión forzada se aumenta la presión en la parte anterior de los cuerpos vertebrales, circunstancia que, unida a una debilidad del sistema músculo-ligamentoso, será susceptible de provocar acuñamientos vertebrales anteriores.

Durante el período prepuberal y puberal los cuerpos vertebrales van a ir adquiriendo una morfología adolescente y son susceptibles de deformidades plásticas estructurales que pueden ser permanentes (35). En este sentido, los movimientos repetitivos forzados en flexión adquiridos por el desarrollo de ejercicios incorrectos de estiramiento y fortalecimiento lumbar contribuyen a generar acuñamientos vertebrales e inestabilidad raquídea (31).

Concretamente, en los movimientos de flexión de cadera y tronco realizados con piernas extendidas es preciso que tengamos en cuenta la unión lumbo-pélvica, de tal forma que, la acción de flexión en la zona lumbar se va a ver condicionada por la movilidad de la pelvis. A su vez, la movilidad de la pelvis en la flexión de cadera depende de las condiciones de extensibilidad de la musculatura isquiosural. Cuando

dicha extensibilidad está mermada, los intentos del sujeto por flexionar el tronco exageran la flexión raquídea y consecuentemente pueden incrementar los acúñamientos vertebrales.

Ejercicios en hiperflexión lumbar y alternativas para su corrección.

En el campo de la actividad física encontramos un gran repertorio de acciones en las cuales se genera hiperflexión del raquis lumbar. Como ejemplo característico podemos citar el ejercicio de fortalecimiento lumbar concéntrico y excéntrico desarrollado en salas de musculación que vulgarmente es conocido con el nombre de “buenos días” y que magnifica los efectos perjudiciales dadas las altas cargas que son movilizadas. A su vez, es preciso llamar la atención sobre la recogida y transporte de cargas que se produce habitualmente en salas de musculación, donde se reproducen habitualmente dichas acciones.

Por otro lado, los ejercicios de extensibilidad isquiosural en alcance dedos-planta o dedos-suelo y todas sus variantes, reproducen de forma habitual los movimientos de hiperflexión de tronco (36) (figura 11).



FIGURA 11

Siguiendo las consideraciones de diversos autores (37,38,39) los ejercicios de estiramiento se han de efectuar con la disposición del raquis alineado, circunstancia que elimina el incremento de la cifosis dorsal compensatoria a la limitación del movimiento de la pelvis (figura 12). Las ganancias de extensibilidad nunca deben basarse en que el sujeto alcance o sobrepase la planta de los pies, ya que con ello facilitaríamos la adopción de posturas indeseadas en el raquis. Será preciso que se realicen los ejercicios sintiendo y localizando correctamente el estiramiento y disponiendo adecuadamente el raquis.



FIGURA 12

A menudo, alterando mínimamente la posición de partida, se conseguirá alejar el raquis de la horizontal y reducir la tensión sobre el raquis lumbar. Es necesario plantear un desarrollo de la elasticidad muscular evitando las cargas de

presión sobre los discos intervertebrales. Para ello hay que buscar posiciones donde se descargue el raquis (40).

Cailliet (41) recomienda los estiramientos unilaterales de los isquiosurales, porque en aquellas personas con isquiosurales cortos, se crea menos presión sobre el raquis lumbar respecto a los ejercicios bilaterales en posición de sedentación. La pierna flexionada protege la zona lumbar evitando la flexión excesiva del raquis lumbosacro. Pero aún con una pierna extendida y otra flexionada, si se intenta aumentar el rango de movimiento flexionando el raquis dorsal (mediante hipercifosis), se someterá a esta zona a una carga considerable.

El factor más importante e indispensable es la prevención, mediante la educación de los sujetos, para que tomen conciencia y control propioceptivo de la movilidad de la articulación coxofemoral y realicen los cierres del ángulo tronco-piernas a través del eje coxofemoral, y no por medio de un fuerte cifosamiento dorsal y lumbar, manteniendo el raquis rectificado en todo momento, evitando a su vez cualquier movimiento de flexión cervical y antepulsión de los hombros.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Como podemos apreciar, han sido detallados diversos ejercicios que son realizados habitualmente en el ámbito físico-deportivo y que son susceptibles de producir alteraciones raquídeas. Es preciso, que tanto entrenadores como médicos deportivos tengan presente las pertinentes modificaciones que exige la práctica de dichos ejercicios y reduzcan la peligrosidad de los mismos.

Sobre todo, esta circunstancia es importante en los procesos de entrenamiento regular y sistemático, donde en gran cantidad de situaciones los deportistas se encuentran al límite de sus posibilidades fisiológicas. Si en estas condiciones se realizan ejercicios potencialmente negativos, la propia fortaleza natural de los deportistas mantendrá intactos los problemas físicos que, tarde o temprano, surgirán debido al declive físico natural que se experimenta con la edad. Será preciso, por tanto, asegurar unas condiciones de ejecución lo más saludables posible, así como incrementar los esfuerzos en materia de

investigación que optimice la práctica deportiva y reduzca sus peligros potenciales.

6. BIBLIOGRAFÍA

- (1) MIÑARRO, P.A.; MEDINA, J. Mitos y creencias erróneas acerca de la actividad física y el deporte (I): descripción. *Revista de Educación Física*, 1999; 74: 5-12.
- (2) TERCEDOR, P. Higiene postural. Educación de la postura y prevención de las anomalías en el contexto escolar. *Habilidad motriz*, 1995; 6: 44-49.
- (3) Mc GEORGE, S. La seguridad como un factor de salud en las clases de Educación Física. En: J. Devís y C. Peiró (Coord), *Nuevas perspectivas curriculares en Educación Física: La salud y los juegos modificados*. Barcelona: Inde, 1992.
- (4) FRAILE, A.(coord.); ABAJO, A.; AGUADO, P.; ARRIBAS, H.; DOMÍNGUEZ, L.; FERNÁNDEZ, F.; FERNÁNDEZ, M.; FRANCÉS, S.; FRUTOS, M.; LOBATO, J.L.; MUÑOZ, M.; PÉREZ, L.; ROMO, C.; VIAN, M.V. *Actividad física y salud en la escuela*. Valladolid. Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, 1996.
- (5) WILMOTH, S.K. *Leading Aerobic Dance exercise*. Illinois: Human Kinetics, 1986.
- (6) BLOOMFIELD, J.; ACKLAND, T.R.; ELLIOTT, B.C. *Applied anatomy and biomechanics in sport*. Blackwell Scientific Publications, 1994.
- (7) RODRÍGUEZ, P.L.; SANTONJA, F.; DELGADO, M. La postura corporal. Intervención en Educación Física escolar. En: P. Sáenz, J. Tierra y M. Díaz (Coords.), *Actas del XVII Congreso Nacional de Educación Física*. Huelva: Universidad de Huelva, 1999.

- (8) TIMMERMANS, H.; MARTIN, M. Top ten potentially dangerous exercises. JOPERD, 1987; 58 (6): 29-31.
- (9) KURITZKY, L.; WHITE, J. Low-back pain. Consider extensión education. The physician and sportsmedicine, 1997; 25 (1): 23-30.
- (10) LUBELL, A. Potentially dangerous exercises: Are they harmful all?. The physician and sportmedicine, 1989; 17(1): 187-192.
- (11) MIÑARRO, P.A. Ejercicios desaconsejados en la Actividad Física. Detección y alternativas. Barcelona: Inde, 2000.
- (12) LINDSEY, R.; CORBIN, C.H. Questionable exercises – Some after Alternatives. JOPERD, 1989; 60 (8): 26-32.
- (13) COLADO, J.C. Fitness en las salas de musculación. Barcelona: Inde, 1996.
- (14) HOWLEY, E.; FRANKS, B. Manual del técnico en salud y fitness. Barcelona: Paidotribo, 1995.
- (15) COS, F.; PORTA, J. Amplitudes de movimiento óptimas en el entrenamiento de la fuerza. Revista de Entrenamiento Deportivo, 1998; XII (3): 5-10.
- (16) COTTON, R.T. Aerobic Instructor Manual. Illinois: American Council on Exercise, 1993.
- (17) ALTER, M.J. Los estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios. Barcelona: Paidotribo, 1990.
- (18) LISÓN, J.; MONFORT, M.; SARTI, M.A. Estudio de tres ejercicios para el fortalecimiento de la musculatura lumbar. Archivos de Medicina del Deporte, 1996; 56: 427-432.
- (19) LISÓN, J.F.; SARTI, M.A. Velocidad y rango de movimiento en el fortalecimiento de músculos posturales. Estudio preliminar. Archivos de medicina del deporte, 1998; 66: 291-298.
- (20) SHARPE, G.; LIEMOHN, W.; SNODGRASS, L. Exercise prescription and the low back-kinesiological factors. JOPERD, 1988; Nov-Dic: 74-77.

- (21) WIRHED, R. Anatomía deportiva. En J. Ahonen, T. Lahtinen, M. Sandström, G. Pogliani, R. Wirhed (Coords.), Kinesiología y anatomía aplicada a la actividad física. Barcelona: Paidotribo, 1996.
- (22) LOPEZ, F.; LOPEZ, C. Marco teórico práctico para la correcta ejecución del trabajo abdominal (I). APUNTS Educación Física y deportes, 1995; 42: 36-45.
- (23) PEIRÓ, C. Educación Física y salud: Realización correcta y segura de los ejercicios físicos. Perspectivas de la Actividad Física y el Deporte, 1991; 8: 14-17.
- (24) YESSIS, M. The bent-over twist. Fitness and Sports Review International, 1994; 29(1): 41-42.
- (25) LISÓN, J.F.; MONFORT, M.; VERA, F.J.; ESCRIBANO, C.; SARTI, M.A. Una alternativa para el fortalecimiento de la musculatura lumbar en la población escolar. III Congreso de las Ciencias del Deporte, la Educación Física y la Recreación, Sección VI. Lleida, 1997.
- (26) MARTÍN, M. Kinesiología. Tratado y curación por el movimiento muscular. Madrid: Libsa, 1996.
- (27) YESSIS, M. Back raises Fitness and Sports Review International, 1992; 27 (1): 42-44.
- (28) CUADRADO, R.; LÓPEZ, T.; REÑONES, B. Higiene postural en la etapa escolar. Fisioterapia, 1993; 15 (3): 97-126.
- (29) TOUSSAINT, H.M.; DE WINTER, A.F.; DE LOOZE, Y.H.; VAN DIEËN, J.H.; KINGMA, I. Flexion relaxation during lifting: implications for torque production by muscle activity and tissue strain at the lumbo-sacral joint. Journal of Biomechanics, 1995; 28 (2): 199-210.
- (30) RAMIRO, R.; ALDEA, A.; RAMIRO, J.; BOLÓN, J. Biomecánica del raquis. Su importancia en la patología lumbar. Actas del primer congreso nacional de medicina del trabajo, Tomo I. Madrid: Instituto nacional de la salud, 1987.

- (31) RODRÍGUEZ, P.L.; SANTONJA, F. Los estiramientos en la práctica físico-deportiva. Selección, 2000; 9 (4): 191-205.
- (32) RODRÍGUEZ, P. L.; MORENO, J. A. Justificación de la continuidad en el trabajo de estiramiento muscular para la consecución de mejoras en los índices de movilidad articular. Apunts de Educació Física y Deportes, 1997a; 48: 54-61.
- (33) RODRÍGUEZ, P. L.; MORENO, J. A. Fundamentos en el desarrollo de los estiramientos. Archivos de Medicina del Deporte, 1997b; XIV (57): 37-43.
- (34) MONFORT, M.; SARTI, M. A. Musculatura del tronco: función y desarrollo. En F. Ruiz y P. L. Rodríguez (Eds.). Educación Física, Deporte y Salud (pp. 221-238). Murcia: Departamento de Didáctica de la Expresión Corporal, 1999.
- (35) STAGNARA, P. Deformaciones del raquis. Barcelona: Masson, 1987.
- (36) EINSINGBACH, Th.; WESSINGHAGE, Th. Gimnasia correctiva postural. Barcelona: Paidotribo, 1995.
- (37) JORDÁ, E. (1971). Brevidad de los Isquiosurales. El síndrome de Bado en la gimnasia educativa y el deporte. Apunts de Medicina del Deporte, 1971; 8 (31): 123-124.
- (38) BADO, J. L. Dorso Curvo. Montevideo: Artecólor, 1977.
- (39) MILNE, R. A. Y MIERAU, D. R. Hamstring Distensibility in the General Population: Relationship to Pelvic and Back Stresses. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 1979; 2 (3): 146-150.
- (40) BRENKE, H.; DIETRICH, L.; BERTHOLD, F. Entrenarse sin riesgos. Revista de entrenamiento deportivo, 1991; 4 (4): 32-38.
- (41) CAILLIET, R. Dorso. México: Manual moderno, 1990.