

Sistema de estabilidad de la columna vertebral. Actividad muscular y disfunción

M.ª I. Guijarro Martínez. *Diplomada en Fisioterapia. Profesora colaboradora. Departamento de Fisioterapia. Facultad de Medicina. Universidad San Pablo - CEU. Madrid.*

RESUMEN

Para la correcta ejecución de un movimiento corporal, el desplazamiento de las superficies articulares debe realizarse bajo el control de estructuras óseas, capsulares, ligamentosas, musculares y neurológicas. Cuando éste es el adecuado, tanto en dirección como en amplitud, se habla de la existencia de estabilidad articular dinámica disminuyendo el riesgo de microlesiones en los tejidos blandos periarticulares y de sintomatología tal como el dolor lumbar. El control es fundamental en el sector de movimiento en el que la resistencia capsuloligamentosa es mínima (zona neutra) y en el que existe por tanto mayor riesgo de movimientos y fuerzas incontroladas lesivas para los propios tejidos corporales. Es en este sector del rango articular en el que la actividad de carácter tónico de la musculatura segmental profunda es la principal responsable del correcto desplazamiento de las carillas articulares, evitando la presencia de desplazamientos incontrolados o inestabilidad articular dinámica o funcional, por lo que su valoración será requisito imprescindible en el tratamiento de pacientes aquejados de dolores musculoesqueléticos y en especial cuando éstos se encuentran cronificados en el tiempo.

Palabras clave: sistema de estabilidad vertebral, inestabilidad vertebral, zona neutra, función muscular, alteración muscular.

ABSTRACT

The articular surfaces displacement must be carried out under the control of bone, capsular, muscle, ligament and neurological structures in order to execute a correct corporal movement. We talk about dynamic articular stability when the movement is adapted in direction and quantity and the risk of suffering periarticular soft tissues microinjuries and backache symptoms is reduced. A basic control in the sector of movement in which the capsuloligament resistance is minimal (the neutral zone) and where exists more risk of movement and uncontrolled harmful forces for the own corporal tissues is needed. The tonic activity of the deep segmental muscles is responsible of the correct displacement of the articular surfaces in this sector of the articular range and avoids the presence of uncontrolled displacements which is called functional or dynamic articular instability. This evaluation will be an indispensable requirement in the treatment of patients suffering from chronic muscle skeletal pain especially.

Key words: spine stabilizing system, spinal instability, neutral zone, muscle function, muscle dysfunction.

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo pasado se relacionó la presencia de dolor lumbar con la alteración del movimiento de los segmentos vertebrales o inestabilidad vertebral. Durante mucho tiempo las hipótesis planteadas así como los hallazgos obtenidos en estudios realizados *in vitro* y en pacientes con dolor lumbar resultaron contradictorias hasta que a principios de la década de los 90 se propuso una nueva hipótesis intentando clarificar el concepto de inestabilidad, hasta ese momento confuso, a partir de la descripción de las diferentes zonas del movimiento articular y de los sistemas responsables de su control.

Knutsson [1] fue probablemente el primero en proponer como parámetro mecánico indicador de inestabilidad vertebral el aumento de la amplitud del movimiento articular. En radiografías sagitales tomadas sobre sujetos con dolor lumbar observó que cuando éstos realizaban un movimiento de flexión lumbar desde la posición de extensión, aparecía una traslación vertebral posterior anormalmente aumentada en algunos segmentos vertebrales. Según sus hallazgos, la inestabilidad vertebral y, por tanto, del movimiento articular causante de dolor, se relacionaba con el aumento patológico de la amplitud del movimiento (hipermovilidad). A partir de los estudios de este autor, investigadores como *Pearcy* y *Dvorak* confirmaron la presencia de modificaciones en el rango de movimiento en pacientes aquejados de molestias lumbares, pero a diferencia de los resultados obtenidos con anterioridad, *Pearcy* [2] observó una disminución de movilidad (hipomovilidad), mientras que *Dvorak* [3] encontró ambas situaciones, hipomovilidad e hipermovilidad en diferentes segmentos vertebrales de movimiento.

Según estos estudios y otros realizados en la misma línea, la inestabilidad espinal fue contemplada como la alteración en el rango de amplitud del movimiento articular pudiendo encontrarse aumentado o disminuido [4, 5],

Otros parámetros mecánicos que pueden definir también la inestabilidad, tales como la dirección y la calidad del movimiento, fueron valorados por *Dimnet* [6], quien describió una gran dispersión de los centros instantáneos de rotación al realizar movimientos de flexión, extensión e inclinación lateral lumbar en pacientes sintomáticos. Este hallazgo se consideró indicativo de la ausencia de control del movimiento articular o inestabilidad. Por otro lado, *Pearcy* [7] describió la afectación del movimiento articular en sujetos con dolor lumbar al aparecer asociados a los movimientos de flexión y extensión vertebral otros de rotación e inclinación patológicos.

A principios de los años 90 *Panjabi* [8] elaboró una nueva teoría pretendiendo clarificar el concepto de inestabilidad vertebral. La definición por él emitida y su relación con el dolor lumbar presentan en la actualidad una amplia aceptación, no solo para definir la inestabilidad en la columna vertebral sino también en otras regiones corporales [9]. Según este autor la definición clínica de inestabilidad sería «... la disminución significativa del sistema de estabilidad espinal para mantener la zona neutra del movimiento articular dentro de sus límites fisiológicos de forma que no exista una lesión neurológica, una deformidad importante ni un dolor invalidante» [8, pág. 394].

ZONAS DEL MOVIMIENTO ARTICULAR

Tras estudiar la movilidad segmentaria de la columna vertebral, este autor describió la

existencia de dos zonas dentro de la amplitud total del movimiento articular que se presentarían alteradas en caso de inestabilidad. Estas zonas son (figura 1):

Zona neutra (*neutral zone*)

Parte del rango fisiológico del movimiento intervertebral medido, desde la posición neutra en la que el movimiento espinal es realizado contra una resistencia interna mínima. Constituye una zona de alta flexibilidad o laxitud.

Zona elástica (*elastic zone*)

Parte del movimiento intervertebral fisiológico medido, desde el final de la zona neutra hasta el límite fisiológico. En esta zona el

movimiento se produce contra una resistencia interna significativa siendo un sector de alta rigidez.

En diversas situaciones como degeneración discal, traumatismos o alteración de la actividad muscular entre otras, se puede encontrar un aumento o disminución del tamaño de la zona neutra. La modificación de esta zona y, en consecuencia, de la zona elástica supone el hecho de que durante una mayor o menor parte del movimiento la articulación se mueva sin apenas control interno o contra una resistencia anormalmente incrementada, por lo que los tejidos blandos articulares, tejido miofascial y neurológico relacionados soportan un excesivo estrés, fuente de microtraumatismos repetitivos y de consecuente sintomatología.

Al definir la zona neutra y su importancia para la estabilidad articular dinámica se des-

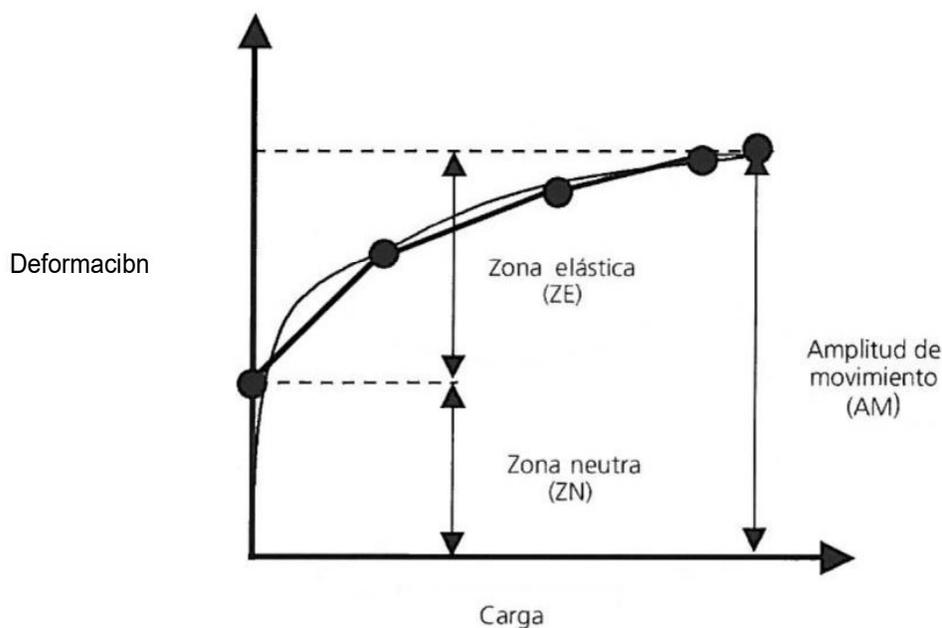


Fig. 1. Curva carga: deformación de una articulación. Se puede observar un comportamiento bifásico no lineal: a baja carga, la articulación presenta una alta flexibilidad (zona neutra, ZN); al incrementar la carga, la rigidez también aumenta (zona elástica, ZE). Las dos zonas constituyen la amplitud completa del movimiento articular.

cribio al mismo tiempo la existencia en el cuerpo humano de un sistema de estabilidad integrado por diferentes estructuras del sistema musculoesquelético y nervioso de cuyo óptimo estado y funcionamiento depende la presencia o no de inestabilidad.

SISTEMA DE ESTABILIDAD VERTEBRAL

Panjabi [10] describió la existencia de tres subsistemas responsables de asegurar la estabilidad de la columna vertebral y que recientemente otros autores han planteado la posibilidad de trasladarlo a otros segmentos corporales como son las articulaciones glenohumeral y sacroiliaca [11]. Estos subsistemas son: subsistema de control pasivo, subsistema de control activo y subsistema de control neurológico (figura 2).

Subsistema de control pasivo

Integrado por vertebras, superficies articulares, discos intervertebrales, ligamentos,

capsulas articulares y propiedades musculares mecánicas pasivas.

Sus componentes, entre ellos los ligamentos, no proporcionan una estabilidad significativa en los sectores del movimiento próximos a la zona neutra, pero, sin embargo, el estiramiento que experimentan en los grados finales (zona elástica) desarrolla fuerzas reactivas que resisten y, por tanto, controlan el movimiento intervertebral.

Es importante señalar que los componentes pasivos, en especial capsulas y ligamentos, controlarían el movimiento realizado en la zona neutra y su vecindad por la información propioceptiva que suministrarían al sistema nervioso central sobre la posición y el desplazamiento de las superficies articulares.

Subsistema de control activo

Constituido por las estructuras musculotendinosas que actúan sobre la columna vertebral de forma segmental, regional o global. Este subsistema constituye el medio a

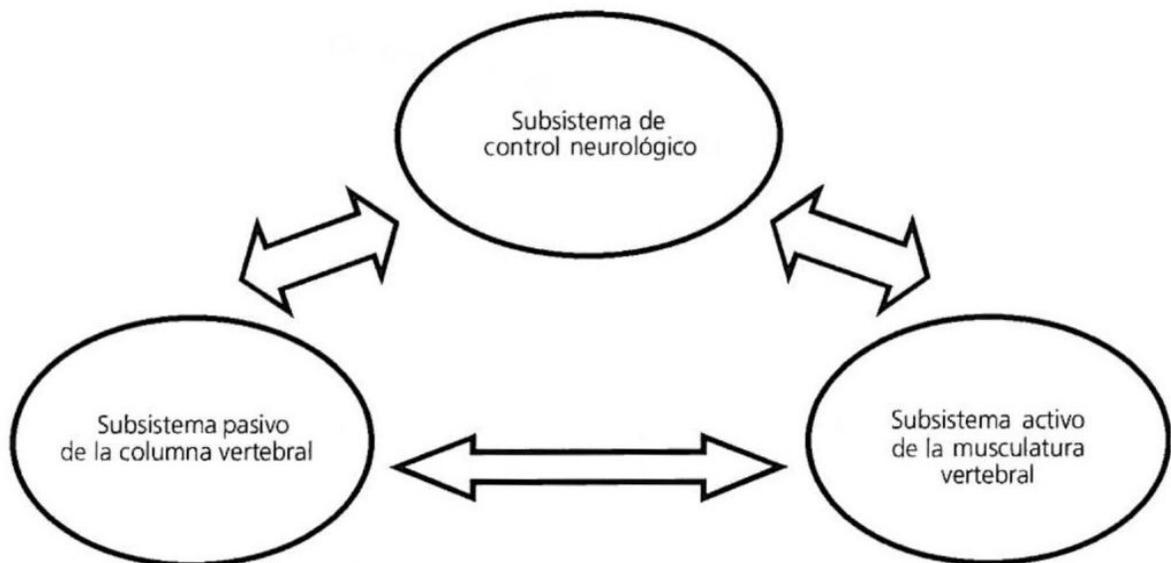


Fig. 2. Sistema de estabilidad espinal.

través del cual se proporciona la estabilidad necesaria en cada situación. La magnitud de la fuerza generada por cada músculo es medida y transmitida a los centros nerviosos a través de los propioceptores musculares y tendinosos.

Subsistema de control neurológico

Engloba a los diferentes receptores propioceptivos del sistema musculoesquelético, médula espinal y centros nerviosos superiores. El sistema nervioso recibe la información procedente de las estructuras articulares (sistema pasivo) y musculotendinosas (sistema activo) y tras su análisis determina las necesidades de estabilidad activando al sistema muscular. Está claro que estas necesidades varían en función de que el sujeto se encuentre en una situación dinámica (desplazamiento de segmentos corporales, desplazamientos de masas) o estática.

En ocasiones un subsistema o más pueden no funcionar de manera apropiada afectándose la capacidad completa del sistema.

Alteración del subsistema pasivo

Varias son las causas que pueden afectar a la integridad y funcionamiento de los elementos que lo componen, entre ellas se pueden encontrar: distensión ligamentosa, fisuras en el anillo fibroso, presencia de microfisuras en los platillos vertebrales, etc. La alteración puede responder a la sobrecarga de una estructura normal o a la carga normal soportada por una estructura previamente debilitada. En ambas situaciones la estabilidad aportada a la columna vertebral se encontrará disminuida provocando adaptaciones compensatorias en los subsistemas no afectados.

Alteración del subsistema activo

Si bien en el siguiente apartado se hablara de él con mayor profundidad, la alteración musculotendinosa puede presentarse tanto en su aspecto mecánico (magnitud de la tensión desarrollada, transmisión de la tensión a los segmentos óseos correspondientes) como neurológico (transmisión de la información propioceptiva, reclutamiento motor, coordinación de la actividad motora, etc.).

Alteración del subsistema de control nervioso

Para conseguir la estabilidad requerida en cada momento, el subsistema neurológico tiene el complejo objetivo de monitorizar y ajustar continuamente y simultáneamente la actividad de cada uno de los músculos localizados alrededor de la columna vertebral. Como ejemplo de su alteración está el hecho de la activación no deseada, temprana o, por el contrario, retrasada de uno o más músculos. Este hecho puede deberse tanto a la transmisión errónea de información como al fallo de la codificación de la misma. Así, se pueden explicar algunos episodios de dolor lumbar agudo en el que se encuentran involucrados cargas mínimas y movimientos simples como recoger un papel del suelo.

En todas las situaciones en las que se encuentra afectado el sistema espinal por lesión, degeneración y/o enfermedad, el componente neurológico intenta restablecer la estabilidad perdida modificando la actividad del sistema muscular, pero a pesar de que esto se consiga de manera satisfactoria, no se podrá evitar el deterioro gradual que experimentarán con el tiempo los elementos musculares (espasmo, fatiga, sobreuso) fa-

voreciendo la cronificacibn de la disfuncidn y de su sintomatologia (figura 3).

SUBSISTEMA DE CONTROL ACTIVO

Clasificacion, funcion y alteracion muscular

Clasificacion y funcion

En un primer momento es util realizar una clasificacion de los diferentes musculos que intervienen en el proceso de estabilizacibn articular durante la ejecucion de un movimiento. *Margaret Rood* [12] estableci el concepto de musculos estabilizadores y musculos movilizadores que fue desarrollado posteriormente por *Janda* [13] y *Sahrmann* [14] determinando el caracter monoarticular de los musculos estabilizadores y biarticular de los movilizadores.

Los musculos estabilizadores presentan las siguientes caracterlsticas [15]:

- Inserciones segmentales.
- Monoarticulares.
- Si son profundos, disponen de cortos brazos de palanca.
- Si son superficiales presentan una amplia insercion aponeurbtica para una mayor distribucibn de la fuerza de su contraccibn.

Los musculos movilizadores:

- Inserciones multisegmentarias.
- Biarticulares.
- Ocuparlan pianos superficiales.

En la misma época *Bergmark* [16] elaboro otra clasificacion en la que hizo referencia a sistemas y no a musculos individuales, distinguiendo un sistema muscular local y un

sistema muscular global en el mantenimiento de la estabilidad de la columna vertebral. El sistema muscular local estaria constituido por musculos profundos cuyo origen e insercion se realiza de forma segmentar en la columna vertebral. Este grupo de musculos controla la posicibn y movimiento de cada vertebra. Al contrario, el sistema muscular global constaria de musculos superficiales con origen e insercion toracica y/o pelvica, que proporcionarlan una estabilidad general del tronco pero sin el control directo ni especifico de cada segmento vertebral.

Basandose en estos conceptos, *Comerford* y *Mottram* [17] han propuesto otro sistema de clasificacion funcional en el que estarlan incluidos musculos estabilizadores locales, musculos estabilizadores globales y musculos movilizadores.

— *Musculos estabilizadores locales*: Su papel en la estabilidad funcional, necesario para conseguir el desplazamiento correcto de las superficies articulares, es el mantenimiento de una actividad contractil minima y continue (reclutamiento tbnico) en todos los grades de la amplitud articular asi como en todas las direcciones del movimiento. Su actividad incrementa la resistencia muscular a nivel segmental controlando los movimientos de traslacibn fisiolbgicos que resulten excesivos y especialmente cuando estos tienen lugar dentro de la zona neutra articular donde la resistencia ligamentosa y capsular es minima.

Estos musculos se activan de forma anticipada a la ejecucion del movimiento o en el mismo instante proporcionando proteccibn y soporte a la articulacibn.

— *Musculos estabilizadores globales*: Su actividad permite el control del movimiento en toda su amplitud, tanto en los sectores

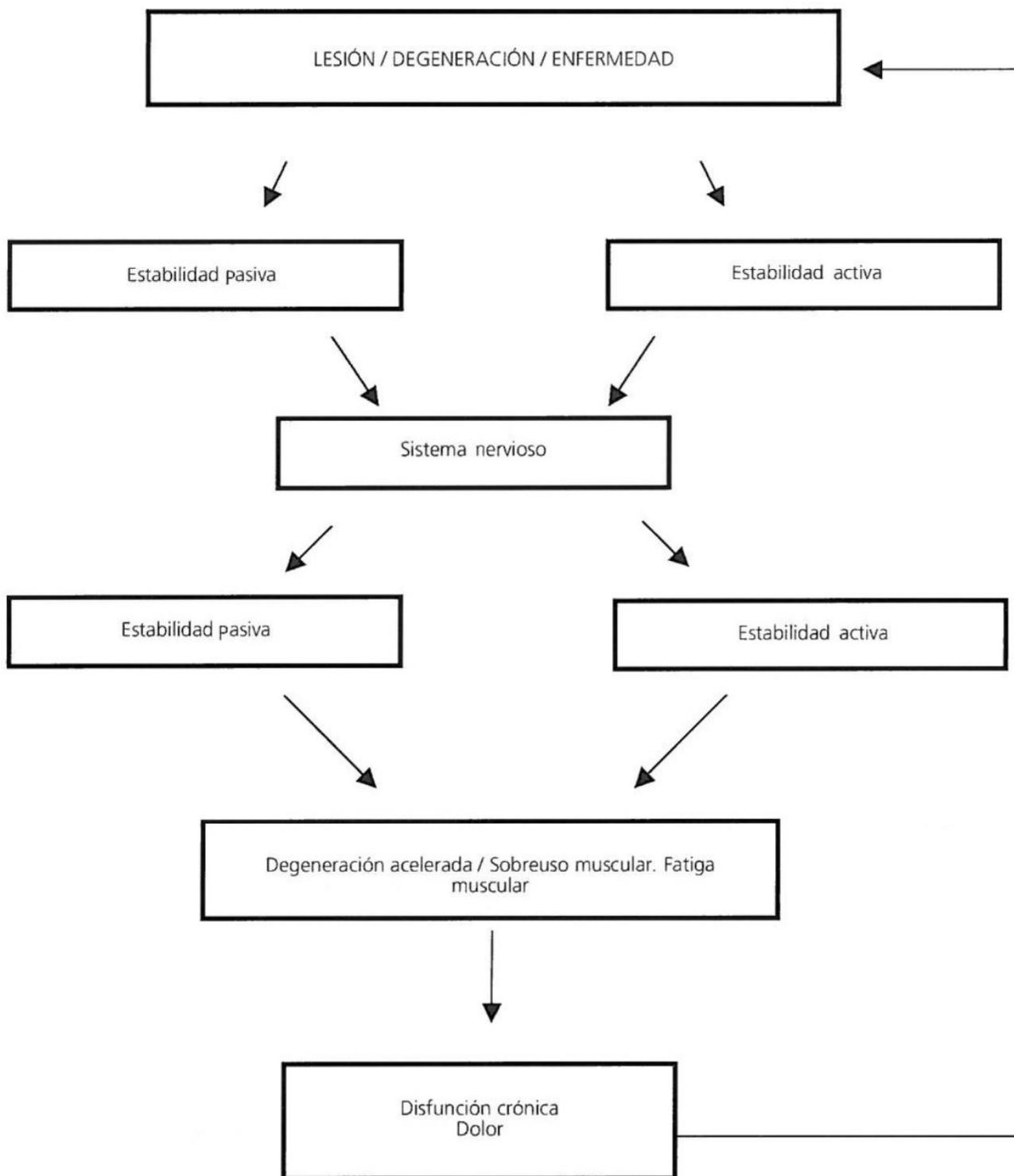


Fig. 3. Disfunción del sistema de estabilidad vertebral. Secuencia de acontecimientos hacia la cronicidad.

internos (actividad concentrica) como en el retorno a la position neutra (actividad excentrica). Su activation, a diferencia de los estabilizadores locales, depende de la direccion del movimiento, no es continua ni previa al desplazamiento articular.

— **Musculos movilizadores globales:** Estos musculos son requeridos para suministrar una longitud adecuada que permita ejecutar el movimiento en toda su amplitud fisiologica sin perturbar la posicion o movimiento de otro u otros segmentos corporales. Su principal funcion en la estabilidad funcional consiste en controlar el desplazamiento de los segmentos corporales cuando se realizan movimientos contra una gran resistencia (levantamiento de peso, empujes...). Son particularmente eficientes en el plano sagital pero, aunque pueden generar una fuerza de gran magnitud, no contribuyen de manera significativa al control de la rotacion ni ejercen un control segmentario especifico (tabla 1).

Alteraciones funcionales

(tabla 2)

Cuando por medio de pruebas diagnosticas [18] se pone de manifiesto la existencia de inestabilidad en uno o varios segmentos vertebrales, se puede deducir que la musculatura estabilizadora responsable de controlar el desplazamiento de las superficies articulares no cumple su funcion, permitiendo la ejecucion de movimientos defectuosos en direccion y/o en amplitud (figura 4). Como consecuencia inmediata, los tejidos blandos articulares y relacionados sufren un incremento en su sollicitation (fuerzas de traccion, compresion, torsion) que, si sobrepasa los limites fisiologicos, puede ocasionar estres mecanico, lesion y sintomas asociados.

Disfuncion del sistema de estabilidad local

La musculatura segmentaria profunda puede experimentar:

- Retraso en su activation.
- Patrones de reclutamiento incorrectos.
- Disminucion del area de seccion transversal.

Retraso en la activacion muscular

A traves de electromiografia se ha puesto de manifiesto la contraction de caracter tipico de ciertos musculos profundos antes de movilizar de forma activa diferentes segmentos corporales.

Hodges y Richardson [19, 20] investigaron la contribution del musculo transverso del abdomen en la estabilizacion vertebral al movilizar la cintura escapular en sujetos con y sin dolor lumbar (grupo control). A partir de los resultados obtenidos, determinaron que los sujetos asintomaticos presentaban una reaccion anticipada del transverso del abdomen (previa al movimiento del miembro superior) como respuesta a los cambios que experimenta la columna vertebral cuando se moviliza este segmento. Por el contrario, en los sujetos que padecian dolor lumbar recurrente pero que en el momento de la evaluation no referian queja alguna, la activation se encontraba significativamente retrasada. Concluyeron que el retardo de la activation de este musculo abdominal era indicativo de un deficit del control motor asi como de una estabilizacion vertebral insuficiente.

Patrones de reclutamiento incorrectos

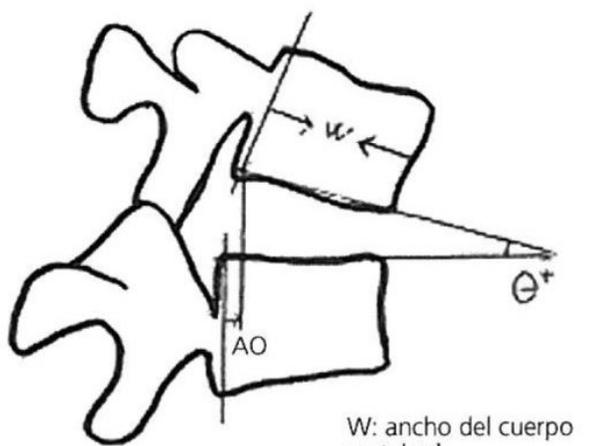
Durante la ejecucion de movimientos funcionales y/o contra una pequena resistencia

TABLA 1. Características y funciones musculares

<i>Estabilizadores locales</i>	<i>Estabilizadores globales</i>	<i>Movilizadores globales</i>
— Control del movimiento articular: zona neutra (+++), zona elastica	— Control del movimiento articular: zona neutra (+++), zona elastica	— Control del movimiento articular: zona neutra (+++), zona elastica
— Actividad independiente de la direccion de movimiento	— Actividad independiente de la direccion del movimiento	— Actividad independiente de la direccion del movimiento
— Activacion continue y previa a la realization del movimiento	— Activacion continua y previa a la realizacdn del movimiento	— Activacion continua y previa a la realization del movimiento
— Information propioceptiva: position articular, amplitud y velocidad	— Informacdn propioceptiva: position articular, amplitud y velocidad	— Information propioceptiva: position articular, amplitud y velocidad
Ejemplos: - Transverso del abdomen - Multifidus profundo - Psoas mayor	Ejemplos: - Transverso del abdomen - Multifidus profundo - Psoas mayor	Ejemplos: - Transverso del abdomen - Multifidus profundo - Psoas mayor

TABLA 2. Alteraciones funcionales del subsistema activo

<i>Sistema de estabilidad local</i>	<i>Sistema de estabilidad global</i>
<ul style="list-style-type: none"> — Activation retrasada — Reclutamiento incorrecto — Atrofia 	<ul style="list-style-type: none"> — Modificacdn de la longitud: <ul style="list-style-type: none"> - Alargamiento adaptativo - Acortamiento adaptativo — Alteration del reclutamiento de musculos sinergistas — Rigidez relative: flexibilidad relativa



A) Flexion



B) Extension

W: ancho del cuerpo vertebral
AO: traslacion anterior
- +: rotacion anterior

PO: traslacion posterior
- <: rotacion posterior

Fig. 4. Medicion de la traslacion y rotacion en una unidad funcional vertebral. A) Flexion: traslacion anterior y rotacion anterior/positiva. B) Extension: traslacion posterior y rotation posterior/negativa.

se produce una secuencia de activación muscular errónea. Este fenómeno puede aparecer tanto en la musculatura axial como en las extremidades [21]. Como ejemplo se puede mencionar la activación de los músculos superficiales del cuello en sustitución de la musculatura profunda segmentaria durante el mantenimiento de una posición cervical determinada en sujetos con dolor cervical causado por esguince cervical en comparación con el grupo control sano [22].

Disminución del área de sección transversal muscular

En diferentes procesos que pueden cursar con dolor, como pueden ser las hernias discales, degeneraciones artroscópicas, espondilolistesis, etc., y tanto en situaciones agudas como crónicas, se ha observado a través de ecografía y de resonancia magnética una disminución del área de sección transversal muscular. Esta atrofia aparece en los músculos situados en el lugar de la patología y, en el caso de la columna vertebral, en el mismo nivel segmentaria [23]. Como ejemplo de este fenómeno se puede citar la atrofia que experimenta la musculatura suboccipital profunda en pacientes con dolor cervical de carácter crónico [24, 25].

Un aspecto importante de este fenómeno que no se debe obviar es la ausencia de recuperación muscular inmediata una vez remitido el cuadro agudo. Hides [26] observa que tras un episodio de dolor lumbar agudo, la recuperación del músculo multifidus lumbar no ocurría de forma espontánea, lo que demostraba que la realización de un programa de ejercicios específicos conseguía restablecer más rápidamente el estado muscular, disminuyendo de forma significativa la repetición de los episodios dolorosos.

Disfunción del sistema de estabilidad global

La musculatura multisegmentaria puede encontrarse afectada de diversas maneras:

- **Modificación de la longitud muscular.**
- Desequilibrio en el reclutamiento de músculos sinergistas.
- Rigidez relativa, flexibilidad relativa.

Modificación de la longitud muscular

Alargamiento adaptativo

Cuando un músculo se mantiene en una situación de elongación durante días, semanas o años, el tejido muscular se adapta sintetizando nuevos sarcómeros que se instalan en serie en el interior de la fibra muscular [27]. Al compararse con un músculo de longitud normal, cuando ambos presentan el mismo grado de acortamiento, el músculo control (longitud normal) desarrolla mayor tensión durante su contracción que la ejercida por el músculo «alargado». Este fenómeno puede ser debido al hecho de que cuando los músculos se encuentran en estado de insuficiencia activa (acortados) en el músculo «alargado» aparece un acabalgamiento de los miofilamentos de actina y miosina, lo que disminuye su capacidad de contracción y con ello la fuerza generada [28].

Por este motivo, al aumentar la longitud muscular por adición de sarcómeros en serie, puede aparecer un defecto en el control del movimiento de la articulación sobre la que actúa así como modificaciones posturales (alteración de la alineación de los segmentos corporales).

Acortamiento adaptativo

Debido a la plasticidad del tejido muscular cuando un músculo se mantiene o trabaja

en situation de acortamiento, experimenta una perdida de sarcómeros, principalmente de los dispuestos en serie. Esta adaptation es necesaria para mantener la relation de solapamiento entre los filamentos de actina y miosina y en consecuencia la eficacia de la contraction [29],

Comparado con un musculo normal, cuando los dos presentan la misma longitud de acortamiento, el musculo «acortado» desarrolla más fuerza que el musculo con longitud normal. Derivado de este fenomeno, aquellas articulaciones sobre las que actúan musculos acortados, generalmente biarticulares, están predisuestas a experimentar una alteration en su patrón de movimiento, sobre todo cuando éste tiene lugar en los grados internos del rango articular. El musculo «acortado» es, pues, relativamente más fuerte que su sinergista «alargado» o normal en los sectores internos del movimiento.

Desequilibrio en el redutamiento de musculos sinergistas

En la realization de cada movimiento funcional existe una secuencia de redutamiento muscular ideal que puede encontrarse alterada en caso de lesion y/o sintomatologia musculoesqueletica [30],

En el caso del dolor lumbar relacionado con la marcha, uno de los gestos examinados para analizar el redutamiento motor es la extension de la cadera. En este movimiento y en condiciones de normalidad, la secuencia de redutamiento correcta es: musculatura isquiotibial y glutea homolateral, erector espinal contralateral. El primer signo que indica la alteration del patrón de reclutamiento es la activation evidente de los isquiotibiales y del erector espinal durante la realization del movimiento, mientras que el

redutamiento del gluteo mayor se encuentra retrasado. La secuencia más nociva es aquella en la que el musculo erector espinal homolateral o incluso la musculatura de la cintura escapular inicia el movimiento, encontrándose la activación del gluteo mayor sustancialmente retardada.

Estas y otras secuencias anormales de reclutamiento pueden ser causa de estrés mecánico en la columna lumbar así como en la articulation coxofemoral. Respecto a la columna vertebral se favorecen los gestos de extension y de rotation anterior ilíaca, mientras que en la articulation de la cadera la cabeza femoral experimenta un desplazamiento anterior excesivo, debido al predominio de la actividad de los musculos isquiotibiales con respecto a la musculatura glutea, estando esta última más capacitada anatómicamente y mecánicamente para controlar el movimiento de la articulation coxofemoral [31],

Rigidez relativa: flexibilidad relativa

En cada gesto funcional se encuentran implicadas tanto cadenas cinéticas articulares como musculares. El concepto de «rigidez relativa» o «flexibilidad relativa» fue concebido por *Sahrmann* [32] con el propósito de describir las consecuencias que la rigidez de un musculo o grupo muscular puede comportar sobre la movilidad de las articulaciones proximales presentes en la misma cadena cinética de movimiento. Esta autora planteó la siguiente hipótesis: «el incremento de la rigidez de un grupo muscular puede causar movimientos compensatorios en una articulation adyacente que es controlada por musculos con menor rigidez», entendiéndose por rigidez el cambio de tensión por unidad de cambio de longitud.

Este fenómeno puede observarse durante la inclinación anterior del tronco desde la bipedestación. Si los músculos isquiotibiales son relativamente más rígidos que la musculatura paravertebral (relativamente más flexible) durante la realización de este gesto, la flexión coxofemoral se encontrará disminuida mientras que la columna lumbar aumentará sus grados de flexión como mecanismo compensatorio. Este hecho provocará una sollicitación mecánica excesiva de la columna vertebral y puede originar dolor de características mecánicas por estimulación aberrante de los mecanorreceptores articulares [33],

CONCLUSIÓN

En estudios realizados recientemente sobre el origen del dolor lumbar y su tratamiento fisioterapéutico, se ha comprobado que en la mayoría de las ocasiones se encuentra presente una alteración del movimiento articular distinta a los conceptos ampliamente extendidos de hipo e hipermovilidad, repercutiendo todo en ello en los objetivos y forma de tratamiento.

El desplazamiento defectuoso de las carillas articulares puede tener entre sus causas y al mismo tiempo acompañarse de un patrón de actividad muscular incorrecto, en especial del registrado en la musculatura profunda segmental de cuyo redutamiento tónico y secuencia de activación depende directamente la estabilidad dinámica del movimiento articular. A partir de estos conocimientos ha surgido en países como Australia [34] y Canadá [35] un nuevo enfoque en el tratamiento de la lumbalgia y del dolor sacroilíaco entre otros, cuyo objetivo principal es la normalización de la actividad tónica de las unidades musculares directamente responsables del control articular dinámico y no sólo de su control en condiciones estáticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Knutsson F. The instability associated with disk degeneration in the lumbar spine. *Acta Radiologica* (25): 593-608, 1944.
2. Pearcy M, Shepherd J. Is there instability in spondylolisthesis? *Spine* (10): 175-177, 1985.
3. Dvorak J, Panjabi MM, Novotny JE, Chang, DG, Grob D. Clinical validation of functional flexion-extension roentgenograms of the lumbar spine. *Spine* (16): 943-950, 1991.
4. Kirkaldy-Willis Wh. *Managing low back pain*. New York: Churchill Livingstone, 1983.
5. Lehman T, Brand R. Instability of the lower lumbar spine. *Proceedings of the International Society for the Study of the Lumbar Spine*. Toronto (Canada), 1982.
6. Dimnet J, Fischer LP, Gonon G, Carret JP. Radiographic studies of lateral flexion in the lumbar spine. *Journal of Biomechanics* (11): 143-150, 1978.
7. Pearcy M, Portek I, Shepherd J. The effect of low-back pain on lumbar spinal movements measured by three-dimensional x-ray analysis. *Spine* (10): 150-153, 1985.
8. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II: neutral zone and instability hypothesis. *Journal of Spinal Disorders*, 5 (4): 390-397, 1992.
9. Hess SA. Functional stability of the glenohumeral joint. *Manual Therapy* 5 (2): 63-71, 2000.
10. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I: function, dysfunction, adaptation and enhancement. *Journal of Spinal Disorders* 5 (4): 383-389, 1992.
11. Lee D, Delta BC, Vleeming A. Diagnostic tools for the impaired pelvis. *American Back Society Annual Meeting*. Vancouver (Canada) 7-9 de diciembre, 2000.
12. Groff B. The application of recent advances in neurophysiology to Miss Rood's concept of neuromuscular facilitation. *Physiotherapy* 58 (2): 409-415, 1972.

13. Janda V. Motor learning impairment and back pain. FIMM Proceedings, Zurich, Switzerland, 1983.
14. Sahrman SA. Posture and muscle imbalance. Faulty lumbar - pelvic alignment and associated musculoskeletal pain syndromes. Orthopaedic Division Review (12): 13-20, 1992.
15. Gibbons S, Comerford M. Strength versus stability. Part I: Concept and terms. Orthopaedic Division Review; March/April: 21-27, 2001.
16. Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. Acta Orthopaedica Scandinavica 230 (60): 20-24, 1989.
17. Comerford M, Mottram S. Movement Dysfunction: Focus on Dynamic Stability and Muscle Balance. En Kinetic Control Movement Dysfunction Course Publication. Southampton: Kinetic Control, 2000.
18. Alam A. Radiological evaluation of lumbar intervertebral instability. Indian Journal of Aerospace Medicine 46 (2): 48-53, 2002.
19. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. Spine 11 (22): 2640-2650, 1996.
20. Hodges PW, Richardson CA. Feed-forward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. Experimental Brain Research (114): 362-370, 1997.
21. Stokes M, Young A. Investigations of quadriceps inhibition: implications for clinical practice. Physiotherapy 70 (11): 425-428, 1984.
22. Juli GA. Deep cervical flexor muscle dysfunction in whiplash. Journal of Musculoskeletal Pain (8) issue 1/2: 143-154, 2000.
23. Stokes MA, Cooper R. Selective changes in multifidus dimensions in patients with chronic low back pain. European Spine Journal (1): 38-42, 1992.
24. Hallgren RC, Greenman P, Rechtein J. Atrophy of suboccipital muscles in patients with chronic pain: a pilot study. Journal of American Osteopathic Association (94): 1032-1038, 1994.
25. McPartland JM, Brodeur RR, Hallgren RC. Chronic neck pain, standing balance and suboccipital muscle atrophy - a pilot study. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics 20 (1): 24-29, 1997.
26. Hides JA, Richardson CA, Juli GA. Multifidus recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. Spine 21 (23): 2763-2769, 1996.
27. Gossman MR, Sahrman SA, Rose SJ. Review of length-associated changes in muscle: experimental evidence and clinical implications. Physical Therapy 62 (12): 1799-1808, 1982.
28. Neumann DA, Soderberg GL. Comparison of maximal isometric hip abductor torque across hip sides. Physical Therapy 68: 496-502, 1988.
29. Baker JH, Matsumoto DE. Adaptation of skeletal muscle to immobilization in a shortened position. Muscle and Nerve (11): 231-44, 1988.
30. Janda V. Pain in the locomotor system. A broad approach. En Aspects of Manipulative Therapy, 148-151. Melbourne. Churchill - Livingstone, 1985.
31. Janda V. Evaluation of muscle imbalance. En Rehabilitation of the Spine 97-112. Pennsylvania: Williams & Wilkins, 1996.
32. Sahrman SA. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. Missouri: Mosby, 2002.
33. Norlander S, Nordgren B. Clinical symptoms related to musculoskeletal neck-shoulder pain and mobility in the cervico-thoracic spine. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine (30): 243-251, 1998.
34. Richardson C, Hodges PW, Hides J. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization. A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain. 2nd Edition. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2004.
35. Lee D. The pelvic girdle. An approach to the examination and treatment of the lumbopelvic-hip region. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2004.