

**FISOPATOLOGIA DE LA COLUMNA VERTEBRAL**

**J. L. BADO Y P. C. BARROS**

**DORSO CURVO**

(Apartado de: "EL DÍA MEDICO URUGUAYO")

Año XXXIII N° 405 ENERO 1967 Págs. 1173-1200

## DINAMICA DE LA COLUMNA. — PARTICIPACION DE LA COXO-FEMORAL. —

El estudio de la fisiología de la columna vertebral es de gran interés. Existe una fisiología que se podría llamar estática, cuyo estudio ayudaría a comprender el por qué de su morfología tan particular, la existencia de sus curvas, la forma cómo actúa la gravedad y la importancia que adquiere ésta como fuerza patógena y **evolutiva** cuando esta morfología se modifica.

Al lado de ella existe otra que se podría llamar "**dinámica**", como una dinámica del tronco, que consideraría en su estudio las diferentes modificaciones que ocurren en su morfología estática durante los movimientos que pueden tener lugar a su nivel.

En los diferentes estudios a este respecto se ha comprobado el error de los autores de considerar el tronco como un sector **aislado** del resto del aparato locomotor. Se le ha asignado determinados tipos de movimiento en determinados sentidos del espacio, se han preocupado de medir su amplitud y sobre todo han buscado la realidad de la existencia de verdaderos "centros dinámicos", en donde el movimiento tiene una expresión mayor, llegando así a considerarse clásica la idea de centros dinámicos medio-cervicales, cérvico-dorsales, dorso-lumbares y lumbo-sacros. Cuando se refiere a la movilidad de la columna se tiene exclusivamente en cuenta la movilidad en sentido ántero-posterior, es decir en flexo extensión. Si bien existe una correspondencia o un paralelismo entre las zonas en donde el movimiento de flexo extensión tiene lugar y los otros, como el de inclinación lateral o el de rotación por ejemplo, ese paralelismo no es absoluto.

Recuérdese si no la disposición anatómica tan específica de las articulaciones occípito-atloidea y atlo-axoidea, que nos habla con elocuencia del movimiento de rotación a ese nivel, y que nos permite comprender en el idioma de la patología, la importancia que tendrá sin duda en las lesiones traumáticas con esa topografía el movimiento de rotación.

Sin tener en cuenta las investigaciones iniciales que fueron sólo anatómo-fisiológicas, de Weber (1827), Meyer (1830), Löhr (1890) y Fick (1910), cuya conclusiones generales comentaremos más adelante y que se orientaron al estudio anatómo-funcional de la columna vertebral, los trabajos modernos se han orientado al estudio funcional del raquis, inspirados por el deseo del **hallazgo precoz** de lesiones radiográficas a partir, no de alteraciones de estructura de los cuerpos vertebrales o de los espacios, sino de modificaciones metaméricas localizadas de la movilidad.

El primero que trató de comprender el movimiento articular de algunos sectores de la columna vertebral con ayuda de la radiografía, fue Bakke, en 1931. Brocher y Salotti, en 1936, obtuvieron técnicas mejoradas que se perfeccionaron luego gracias a los trabajos de Ferguson, Paltrinieri y Jackson (1950), Gombert (1956), Boylston (1957) y Michellassi (1962).

Estos autores estudiaban solamente los movimientos de flexo-extensión mediante radiografías en posiciones extremas de ese movimiento. Estudiaban la **movilidad total del raquis** y la **movilidad metamérica**, es decir el movimiento efectuado por un metámero determinado al pasar de una posición extrema a la opuesta.

Desde 1931 Bakke pretendió obtener una valoración de la movilidad de los metámeros individuales (fig. 1).

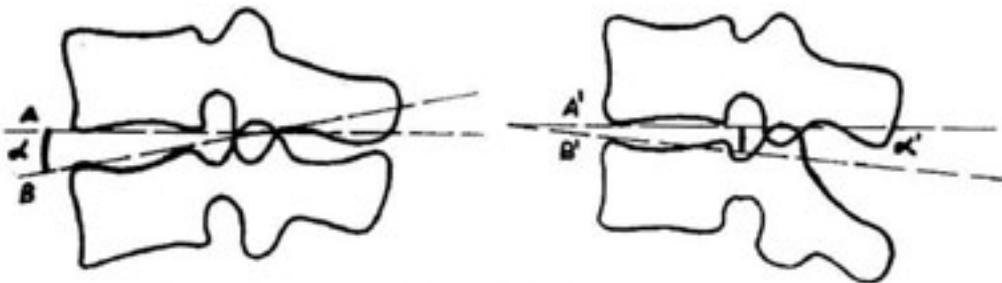


FIG. 1. — Método de Bakke para la valoración de la movilidad metamérica, basado en la medición de los ángulos  $\alpha$  y  $\alpha'$ .

Para la columna cervical Arlet (1950), Albers (1954) y Otto (1955) propusieron procedimientos que se comprenden mejor en la figura 2. Lo mismo hacen más cerca de nosotros Baldini y Guareschi (fig. 2).

Los valores encontrados con estos diferentes procedimientos demuestran la imposibilidad real de un juicio sobre la funcionalidad del raquis, cuando se quiere limitar tal juicio a la interpretación de medidas angulares particulares. A esto se puede agregar que siendo el movimiento de toda la columna o de alguno de sus segmentos "acumulativo", la funcionalidad "in totum" solamente en raros casos de verdadera patología podrá estar comprometida, mientras que en el mayor número de las afecciones y sobre todo de los estados iniciales de la

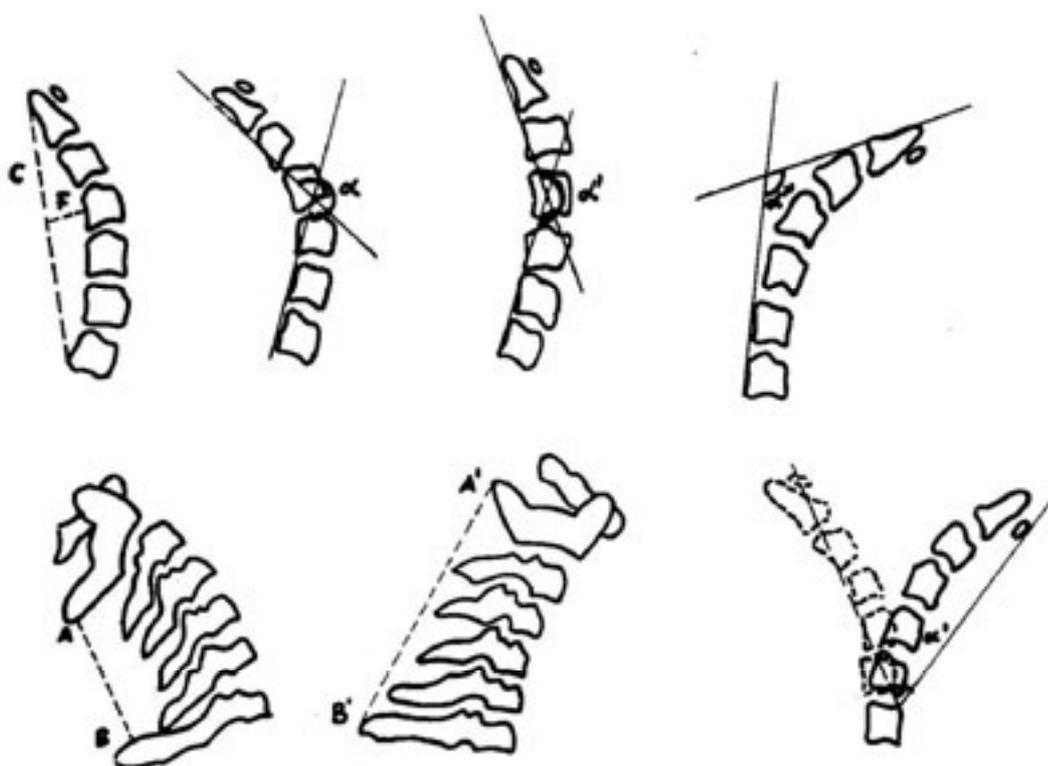


FIG. 2. — Arriba izquierda. — Método de Ariet. Valoración movilidad total del raquis cervical, según las modificaciones de la relación  $\frac{C}{F}$

Arriba — 2º, 3º y 4º — Método Albers basado en la medida de los ángulos  $\alpha$ ,  $\alpha'$ , y  $\alpha''$ .

Abajo — 1º y 2º — Método de Otto, basado en la medida de la distancia  $AB = A'B'$ .

Abajo 3. — Método de Baldini y Guareschi basado en la medida del ángulo  $\alpha$ .

enfermedad será electiva y exclusivamente afectada la movilidad metamérica, lo que explica la importancia que se le ha dado a este estudio. Recientemente Michelassi pretende tener una idea de esta movilidad metamérica y apreciar sus consecuencias semiológicas estudiando el comportamiento de los **discos**, es decir de las variaciones de su volumen radiográfico. De sus estudios ha podido deducir elementos de importancia fundamental para la localización del "centro instantáneo de rotación", que como es obvio, está en la base de la interpretación de la movilidad de la columna vertebral. Tales elementos están representados por:

1º) Ausencia de variaciones groseras del volumen del disco intervertebral en el pasaje de una posición a otra.

2º) Mantenimiento de un contacto constante de las caras de los procesos articulares durante la excursión del movimiento que se cumple y que es un deslizamiento o resbalamiento de una superficie articular sobre otra.

El movimiento de flexo extensión del raquis sólo es posible en virtud de la existencia de los **discos** situados entre vértebra y vértebra y del deslizamiento de las facetas articulares, cuyas superficies tienen una forma particular y pueden ser definidas según las leyes de la

cinemática como perfiles "conjugados" (fig. 3). Para que se mantenga la constancia volumétrica de los discos intervertebrales, la línea de gravedad debe pasar por su interior. El disco en efecto contiene en su interior el "centro instantáneo de rotación", esto es el punto alrededor del cual en todo momento rotan las diferentes partes del sistema y es el que soporta la carga mayor.

El centro instantáneo de rotación debe residir siempre en el **interior del disco** y para conservarse constante el contacto entre las carillas articulares, este centro debe variar en todo momento gracias a un desplazamiento, aunque mínimo.

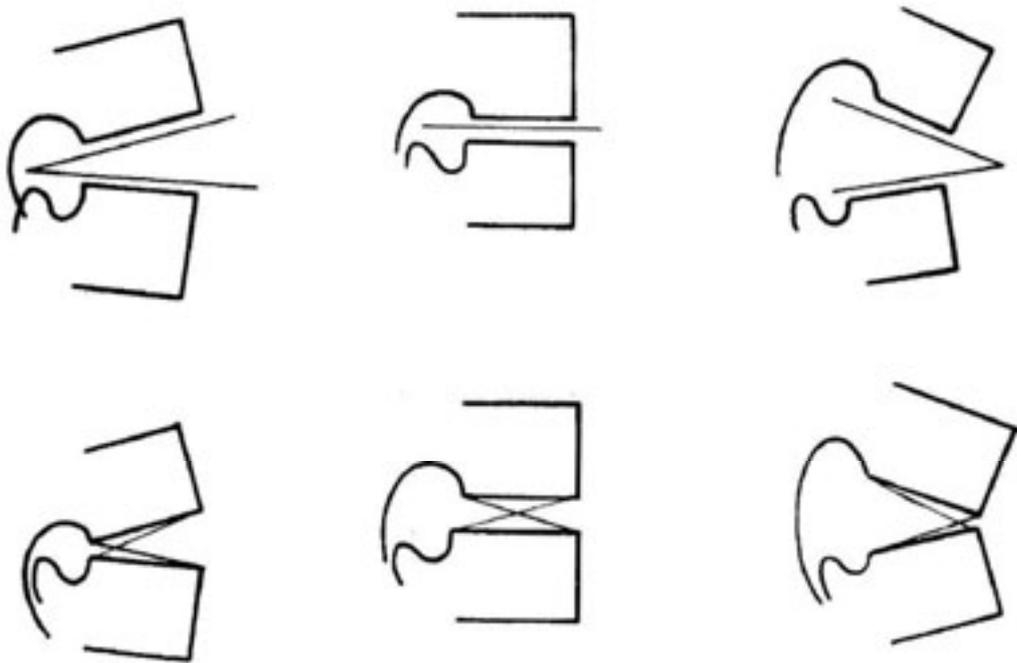


FIG. 3. — **Arriba.** — Reproducción esquemática de la dinámica metamérica si se admitiera un "centro instantáneo" de rotación excéntrico.

**Abajo.** — Reproducción esquemática de la dinámica metamérica normal en la que se observa la constancia volumétrica del espacio intervertebral; el paralelismo y el contacto recíproco y permanente entre las facetas articulares y el pequeño desplazamiento del centro instantáneo de rotación. Tomado de Michelassi.

Estas dos conclusiones concuerdan plenamente con nuestro conocimiento de anatomía y fisiología del disco intervertebral. En efecto, recordamos que el disco está constituido por el "anillo fibroso" y el "núcleo pulposo", que por su constitución físico-química es **incompresible**, aunque tiene la posibilidad de modificar su forma, ya que se comporta como un fluido viscoso, para el cual no es posible ninguna variación de volumen. La nutrición del núcleo pulposo se hace a expensas de corrientes osmóticas que le traen sus fluidos desde el cuerpo vertebral, a través de la lámina cartilaginosa que se comporta como una membrana semipermeable (figs. 4 y 5).

Michelassi concluye diciendo que el movimiento del raquis es sólo posible no solamente por el deslizamiento de las apófisis articulares entre sí, sino sobre todo por la **deformabilidad** del núcleo pulposo. El deslizamiento de un cuerpo sobre otro está condicionado por una orien-

tación particular de las apófisis articulares, pero no sería posible si no existiera una variación en la **forma de ese núcleo**.

Estas investigaciones tienen interés indiscutible cuando se las quiere proyectar luego en el campo del diagnóstico (modificaciones segmentarias de la movilidad); para comprender el sentido, la orientación y la amplitud del movimiento en determinada topografía; para relacionar el movimiento entre el sistema de los cuerpos y el sistema

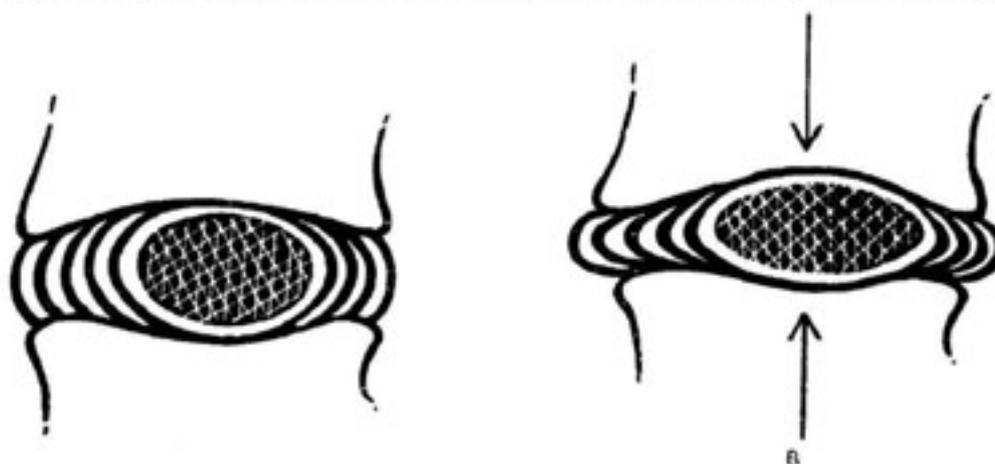


FIG. 4. — Mecanismo de absorción del choque. Armstrong. El núcleo pulposo incompresible puede no obstante alterar su forma libremente. Normalmente está encerrado por el anillo fibroso al que distiende ligeramente A. Bajo la influencia de la presión el núcleo se aplasta un poco, las fibras del anillo fibroso se distienden más y absorben parcialmente las fuerzas de compresión B.

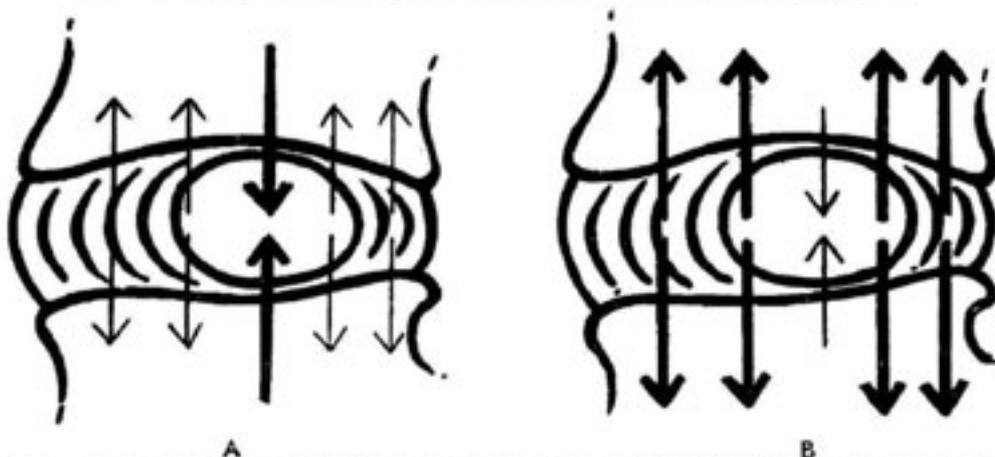


FIG. 5. — Mecanismo de intercambio de fluido entre las vértebras y el disco. (Armstrong). Durante el reposo los fluidos pasan de la vértebra al disco por ósmosis, actuando la placa cartilaginosa como membrana semipermeable, y en su mayor parte, al núcleo pulposo, A. Durante la actividad la presión hidrostática del disco es mayor que la osmótica y los fluidos pasan a la vértebra, B.

articular posterior, destacando la importancia del disco intervertebral y sobre todo para comprender las condiciones que conducen a los defectos en su nutrición, a su degeneración y a su desaparición como elemento importante en la mecánica articular de un metámero determinado.

Los clásicos, y aun hoy numerosos autores (Virchow, Strasser, Novogrodsky, Löhr, Fick, Weber, Steindler y otros) estudiaron también primero los movimientos analizados en cada una de las articulaciones intervertebrales destacando, como lo hemos dicho más arriba, el va-

lor del sistema: cuerpo disco-apófisis articulares posteriores. Estudiaron luego los sistemas musculares que actúan sobre la columna dividiéndola en extensores, flexores, los que la inclinan lateralmente y los rotadores (fig. 6). Cuando se refieren a los músculos flexores, los dividen en grupos o cadenas:

- tóraco-espinales (esternocleidomastoideo y escalenos);
- grupo ventral (miloideo, esternohioideo, tiroideo);
- grupo espinal propiamente dicho (largo del cuello, largo de la cabeza, recto anterior, externo e interno);
- grupo tóraco-pelviano (recto anterior del abdomen, oblicuo mayor y menor);
- y por último, el sistema fémoro-espinal, en donde colocan el músculo ilio-psoas, diciendo: "... flexiona el tronco sobre el muslo cuando este último se encuentra fijo".

Otros autores, como Robert, consideran que la flexión del tronco está en realidad vinculada a la existencia de una serie de cadenas musculares (fig. 7).

La primera cadena estaría constituida por los músculos:

- dorsal ancho,
- pectoral mayor,
- trapecio,
- deltoides,

que ejercerían su acción flexora tomando como punto fijo el hombro inmovilizado.

La segunda cadena estaría formada por:

- serrato mayor,
- romboideos y
- angular.

La tercera:

- por la porción del diafragma que se inserta en las vértebras lumbares superiores y en la cara interna de las costillas y el esternón;

y por último, la cuarta, la constituirían los

- músculos abdominales,
- recto anterior,
- oblicuo mayor y menor,
- cuadrado lumbar e
- ilio-psoas.

Los músculos abdominales y el diafragma, por su contracción, tenderían a disminuir la lordosis lumbar y aun a provocar una cifosis. La acción flexora de estos músculos - continúa Robert— es mucho más poderosa que la acción extensora de los músculos espinales, no solamente por su número, sino por su situación anterior con relación a la columna. Insistimos apenas en que este autor, como la gran mayoría, no incluye entre los músculos de acción extensora sino a los músculos espinales.

Cuando los autores en general estudian la función del raquis, consideran los movimientos de la columna siempre aisladamente y se

FIG. 6. — Sistemas musculares de la columna según H. Meyer. a) extensor. b) flexor, c y d) lateral y rotatorio. e) trasverso. Cit. Steindler.

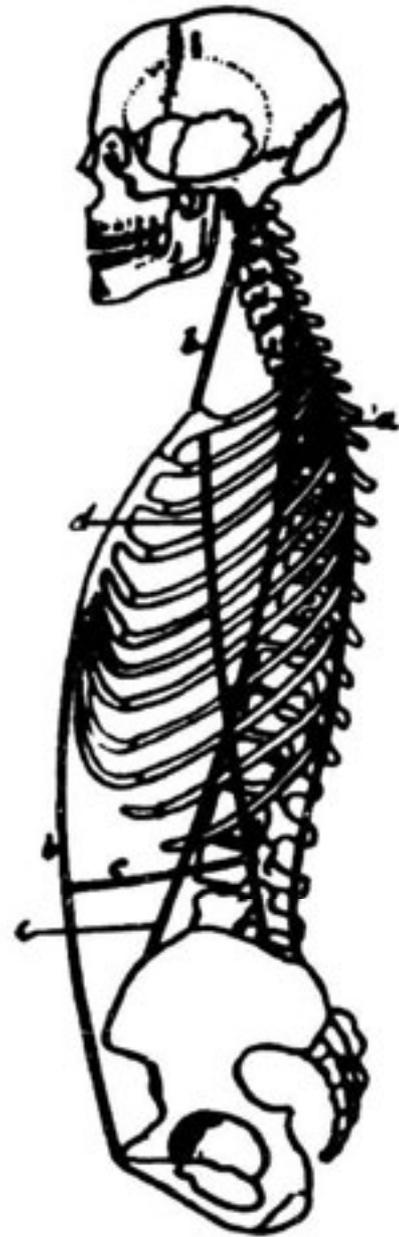
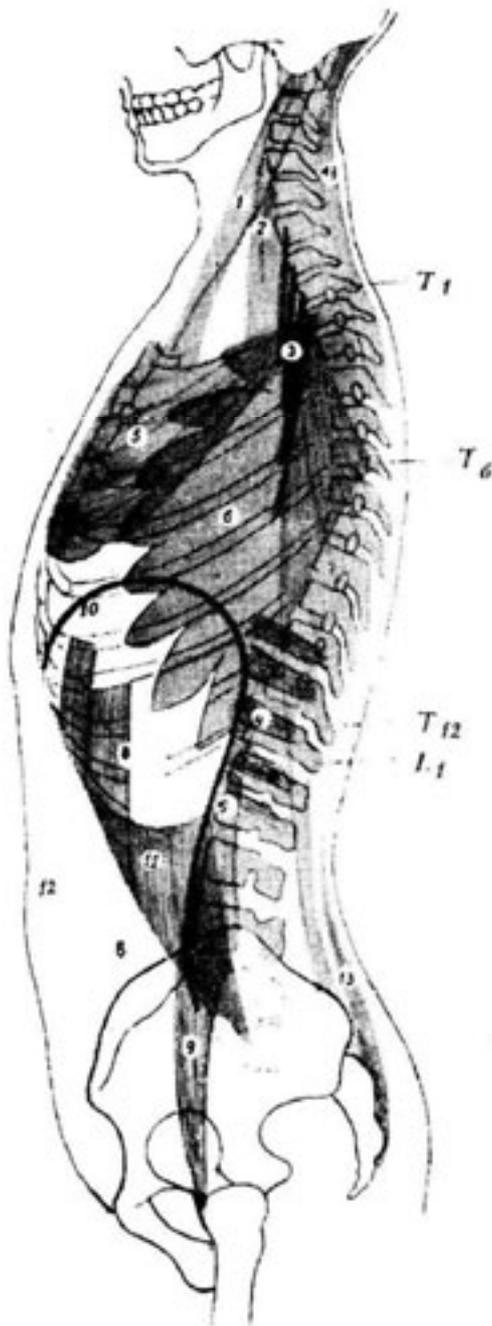


FIG. 7. — Representación esquemática de las cadenas musculares que actúan en el tétano para producir deformaciones de la columna. 1) Esterno cleido-mastoideo, 2) Escaleno, 3) Serrato póstero-superior, 4) Serrato póstero-inferior. 5) Pectorales. 6) Serrato mayor, romboides y angular. 7) Dorsal ancho. 8) Oblicuos abdominales, 9) Psoas iliaco. 10) Diafragma. 11) Cuadrado lumbar. 12) Recto anterior abdomen. 13) Extensores dorsales del raquis. Tomada de Robert.

esfuerzan en las medidas hechas en los cadáveres o en el vivo, desde Virchow, en apreciar la amplitud de la excursión del movimiento en cada uno de los planos, sobre todo en el plano sagital, flexo-extensión. Refiriéndose a este plano Virchow, por ejemplo, expresa que el grado de la flexo-extensión de la columna cervical, medido de la II a la VII, alcanza  $117^{\circ}$ ; en la columna dorsal, de la VII cervical a la XII dorsal,  $107.5^{\circ}$ ; y en la columna lumbar, de la XII dorsal a la I sacra,  $84^{\circ}$  (fig. 3), lo que hace un total de  $308.5^{\circ}$ . Novogrodsky proporciona medidas análogas un poco modificadas.

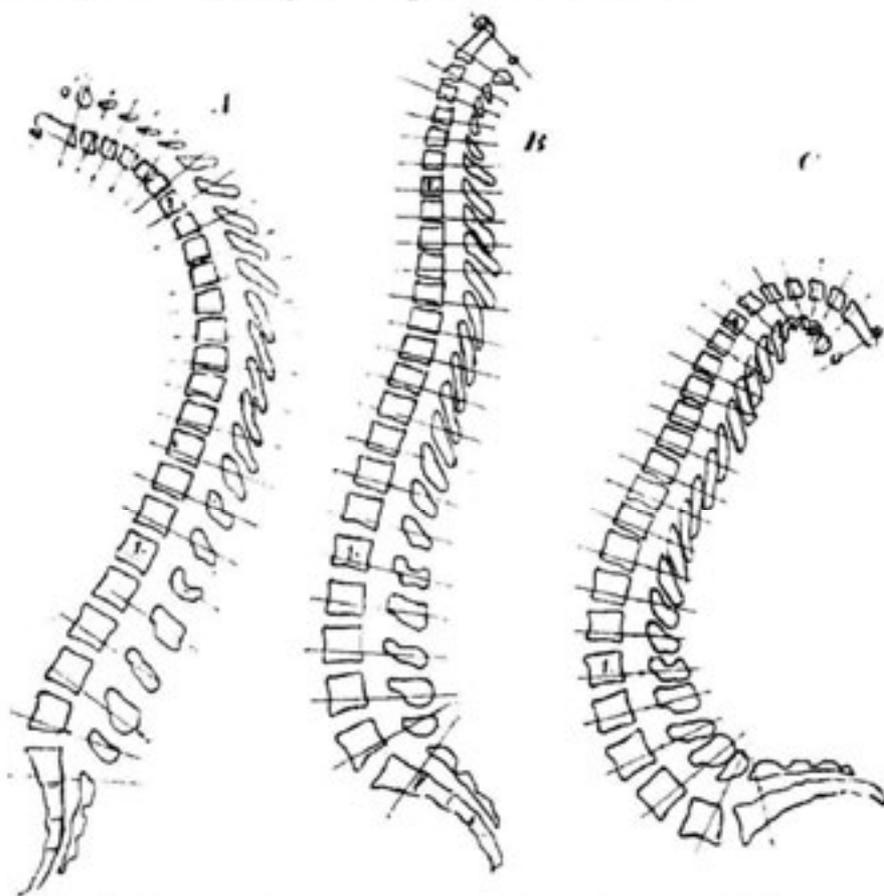


FIG. 8. — Esquema de la columna vertebral. B— en posición neutra. A— en extrema flexión. C— en extensión forzada. Virchow.

Steindler considera que estas medidas representan el movimiento estudiado en cadáveres, pero que en vivo su excursión es mucho más limitada, y agrega que el mayor número de variaciones individuales se encuentran en el grado de extensión. Cita la opinión de Fick, basada en las investigaciones de Löhr en el vivo, que asignan a la columna cervical (flexión máxima-extensión máxima) un valor de  $161^{\circ}$ , y a la excursión total de la columna un valor de  $245^{\circ}$ . Esto significaría que la columna dorso-lumbar contribuiría solamente en el movimiento total con una excursión apenas algo mayor de  $80^{\circ}$  (figs. 9 y 10).

En ningún momento estos autores hablan de la participación en esos movimientos de la articulación coxo-femoral, aun cuando la intervención de esta articulación en los movimientos de flexo-extensión del tronco es tal en las condiciones de la vida normal que no se le

puede ignorar ni aun en las tentativas de analizar individualmente el movimiento del tronco.

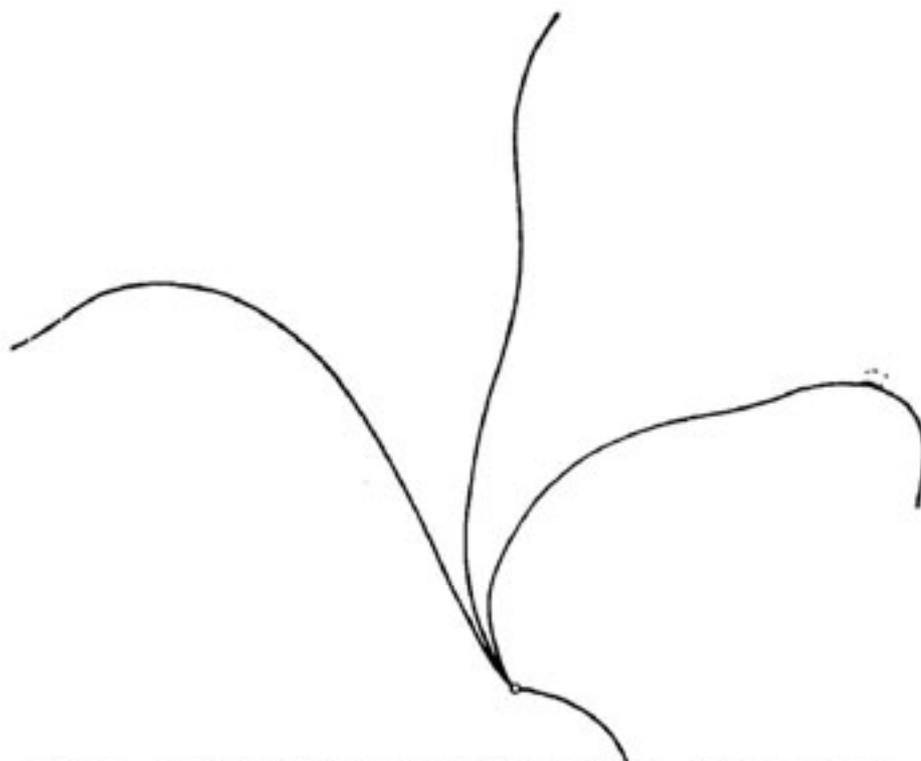


FIG. 9. — Esquema lineal de las modificaciones que sufre la columna durante el movimiento de flexión a la extensión extremas. Strasser.



FIG. 10. — Medida de la amplitud del movimiento de la columna. El conjunto del movimiento de las vértebras suprasacrales es de 80°. Del comienzo de la hiperextensión a la flexión (desaparición lordosis lumbar) hay unos 35°. La cifosis dorsal se modificaría levemente a expensas de la flexión cervico-dorsal y dorso-lumbar, la amplitud de este movimiento sería de 35° también. Para la columna cervical el movimiento de amplitud mediana sería de unos 30°. Strasser. Nótese que en ambos esquemas el sacro está fijo.

El tronco, la pelvis, la articulación coxo-femoral y los miembros inferiores constituyen una **unidad funcional indivisible**. Constituye también una unidad —parecería obvio tener que insistir en esto— desde el punto de vista anatómico; no obstante nos seduce la idea de subrayar la existencia del músculo **ilio-psoas**, cuyas inserciones en los cuerpos y discos intervertebrales y apófisis trasversas de la XII dorsal hasta la IV lumbar y en la fosa ilíaca interna nos hablan elocuentemente de la **simultaneidad** de la flexión de ese sector de la columna con la flexión de la pelvis durante el movimiento de flexión del tronco, que de una manera artificial se pretende no obstante situar solamente en raquis (fig. 11).



FIG. 11. — Músculo ilio-psoas.

Los músculos flexores de la pelvis en circunstancias determinadas son también flexores del muslo. Cuando éste está fijo, por ejemplo en la actitud de pie, son además fundamentalmente también flexores de la columna. En las mismas condiciones mecánicas: estación de pie, los músculos que **extienden** la pelvis (glúteo mayor e isquiotibiales, para no citar sino los más importantes) son a su vez **extensores** de la columna. Recordamos que la capacidad de trabajo del glúteo mayor es de 34 kilográmetros y de los isquiotibiales de 22. Para tener una idea de los que significan estas cifras, señalamos que la capacidad de

trabajo del glúteo mediano, por ejemplo, es de 16 kilogrametros (figs. 12 y 13).

La pretensión de disociar los movimientos de la columna de aquellos que ocurren en la coxo-femoral, no solamente está en contradicción con la fisiología normal, sino que nos impide comprender muchas de las situaciones en patología cuando esa contradicción se proyecta en el plano de la clínica. En este campo consideramos solamente algunos ejemplos, ya que son múltiples las expresiones de solaridad entre ambos. Por ejemplo, la posibilidad de flexionar el tronco y alcanzar con las manos el suelo en la actitud de pie, con una columna rígida (fig. 14) y la gran limitación de la flexión del tronco que apenas alcanza algunos grados cuando existe una limitación grave o una anquilosis de la articulación coxo-femoral. (figs. 15, 16 y 17).



FIG. 12. — Glúteo mayor.

La participación de la coxo-femoral tiene tanta importancia en la flexión del tronco que se podría afirmar: **la flexión del tronco es sólo posible en grados útiles solamente a expensas de la coxo-femoral.**

Consideramos innecesario insistir en la repercusión que tendrá por consiguiente en la dinámica de la columna la limitación de la función de la coxo-femoral. No obstante queremos subrayar este punto porque solamente así, recordándolo y manteniéndolo bien presente en la memoria se podrán comprender algunos problemas de la patología

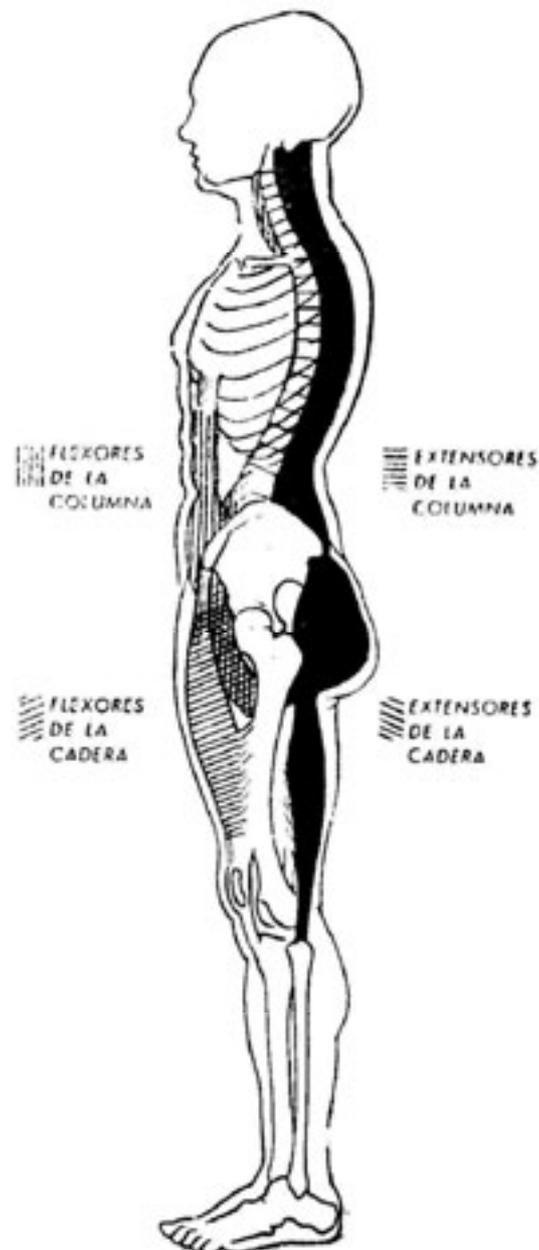


FIG. 13. — Los músculos espinales, glúteo mayor e isquiosurales constituyen el sistema extensor del tronco.

y de la clínica, entre los que vamos a situar el llamado dorso curvo. El estudio analítico, la división, el estudio individual de cada uno de los sectores del aparato locomotor está bien sin duda, pero solamente como prólogo para construir la **síntesis funcional final**, cuya presencia, que no debe ser jamás desconocida, orienta la existencia de las funciones parciales hacia un fin único, el indivisible. En este sentido nos deberíamos preguntar, como se hace para el miembro superior o para el miembro inferior, cuál es en síntesis la función del raquis, es decir, el destino final de aquellos movimientos que analizamos separadamente a nivel de sus diferentes sectores, y más aún a nivel de cada una de las articulaciones. Por sus conexiones anatómicas y funcionales con los miembros inferiores, a través de la pelvis, la columna tiene funciones armónicas con éstos; por sus conexiones a través del tórax, con el miembro superior, sirve a la mano; y por último es el sostén

FIG 14. — **Arriba:** H.C. N° 182299  
56a. Masc. Hace 22 años  
Mal de Pott dorso lum-  
bar.

Columna rígida. Nótese  
la actitud de la pel-  
vis y la posibilidad de  
flexionar el tronco no  
obstante la rigidez, gra-  
cias a la coxofemoral

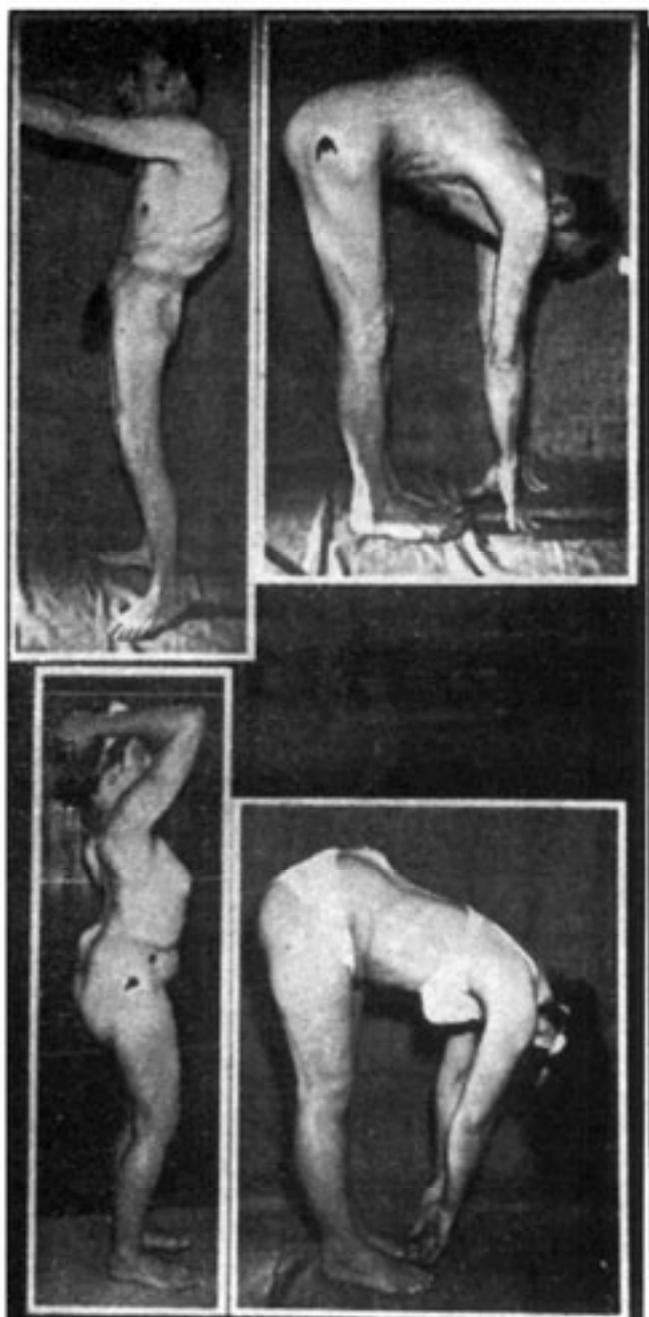
**Abajo:**

25 años, Fem. Mal de  
Pott lumbar bajo des-  
de la edad de 13 años

A los 12. Artrodesis  
lumbosacra.

Reproduce la rotación  
de la pelvis de los  
S.I.T. grave.

No obstante la rigi-  
dez de la columna lum-  
bosacra, flexiona el  
tronco gracias a la mo-  
vilidad de la coxofe-  
moral.



de la cabeza y la orienta en el espacio (fig. 18). La relación entre la columna con la pelvis y los miembros inferiores es de una gran intimidad fisiológica que se refleja en la patología y en la clínica, y aunque éste no es el momento oportuno y no queremos referirnos en particular a él, permite comprender las actitudes compensadoras de la columna a través de la pelvis en las actitudes viciosas de los miembros inferiores y viceversa (figs. 19, 20 y 21), la repercusión que tienen en la pelvis, en la coxo-femoral y en los miembros inferiores las actitudes viciosas de la columna (figs. 22 y 23). De entre estas relaciones vamos a insistir solamente sobre las que mantiene el raquis con la pelvis y la articulación coxo-femoral, ya que las consideramos muy importantes para poder comprender la Función del tronco. Pero antes, y para terminar con las consideraciones sintéticas de la

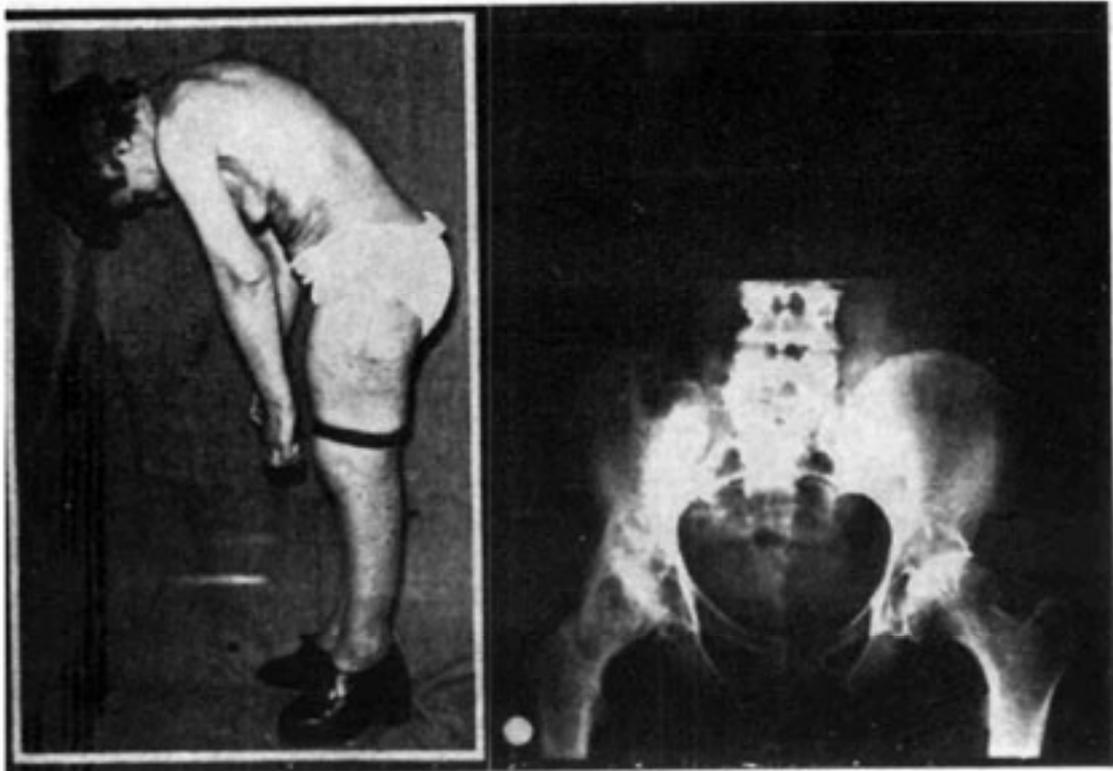


FIG. 15 — Anquilosis cadera bilat. Escasa movilidad del tronco

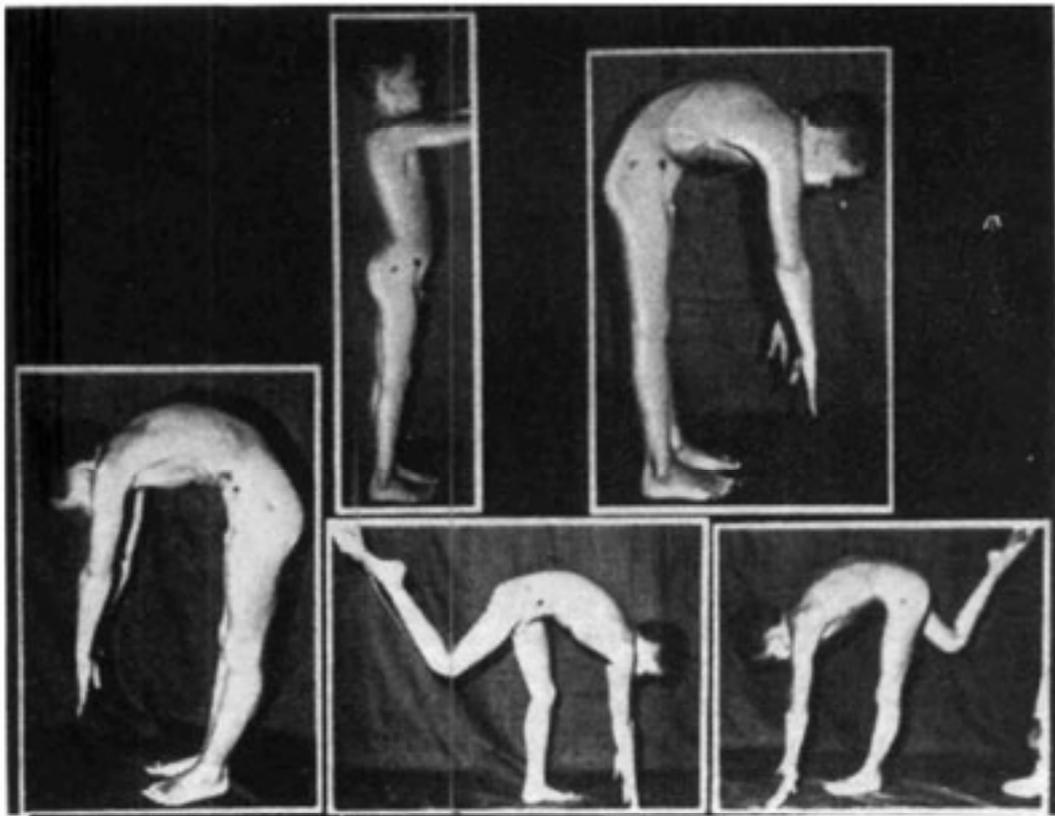


FIG. 16. — H.C. 104331. — 13 años. Masc.

Artrodesis de cadera derecha hace 6 años y  $\frac{1}{2}$  por osteoartritis tuberculosa. En la actualidad tiene 13 años. La artrodesis es clínicamente sólida y radiográficamente ósea.

Foto de arriba a la derecha: se ve la flexión del tronco y se ve un dorso curvo funcional evidente.

Abajo a la izq.: el máximo de flexión que se puede obtener: las dos de la derecha, suprimiendo el complejo de la cadera anquilosada, la flexión de la otra cadera es completa y el dorso curvo desaparece.



FIG. 17. — Radiografía del caso anterior.

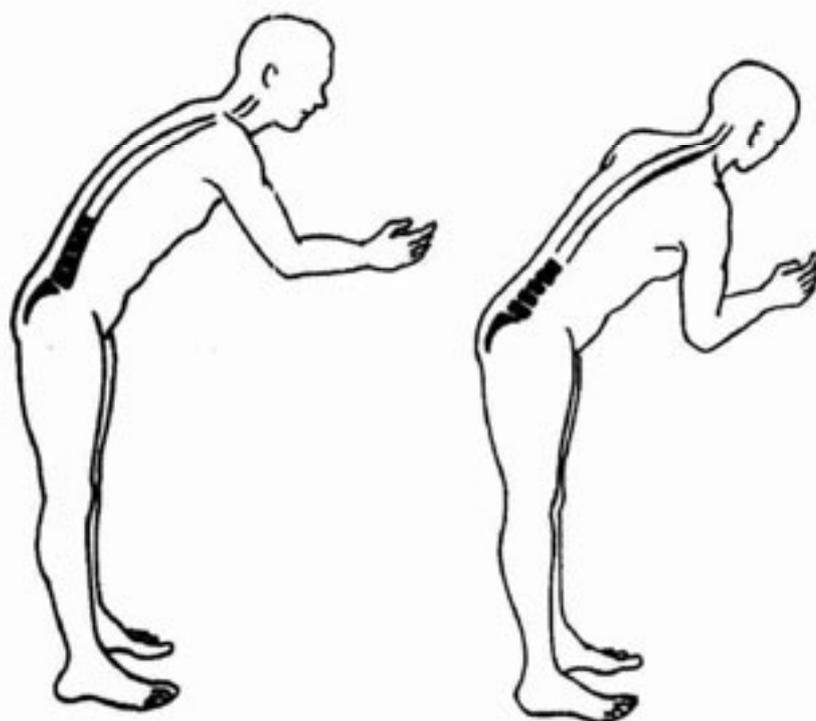


FIG. 18. - - Los movimientos del tronco sirven a la mano y a la cabeza.

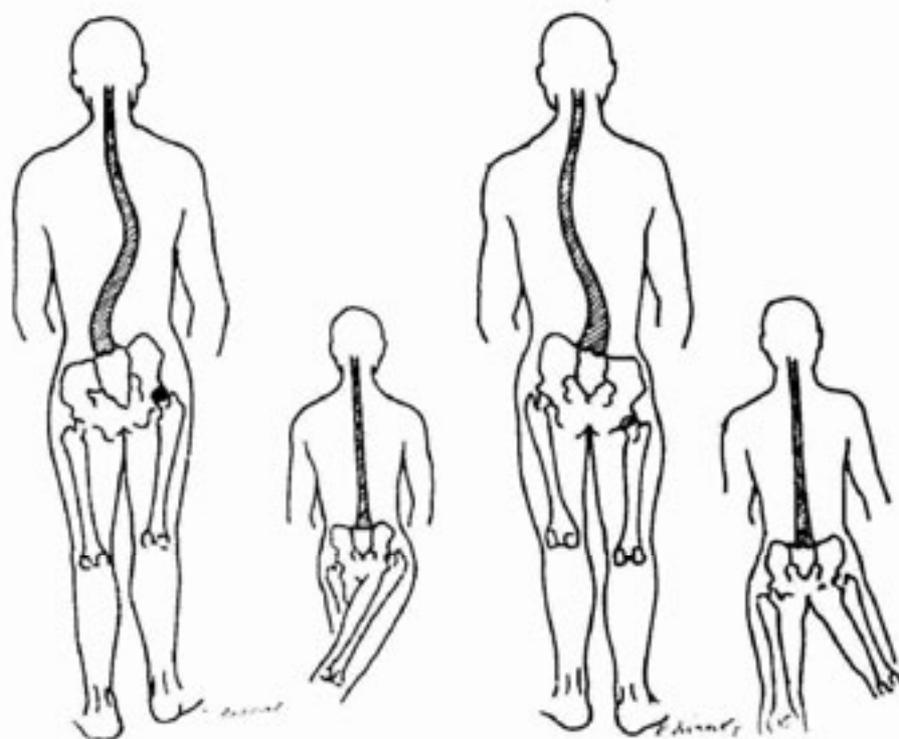


FIG. 19. — Modificaciones compensadoras de la columna en las anquilosis de la coxo-femoral en adducción y en abducción. Los esquemas chicos representan la posición viciosa primitiva de la cadera, sin compensar en la columna.

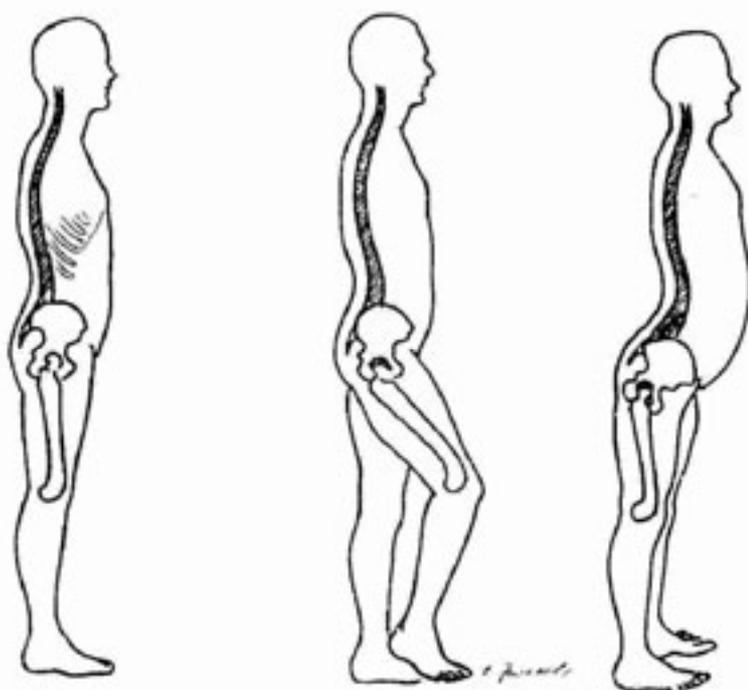


FIG. 20 — Anquilosis de la cadera en flexión. Modificación compensadora de la pelvis y columna lumbar que exagera la lordosis. La pelvis basculó hacia adelante rotando en un eje transversal. Las espinas iliacas [antero-superiores] descendien.

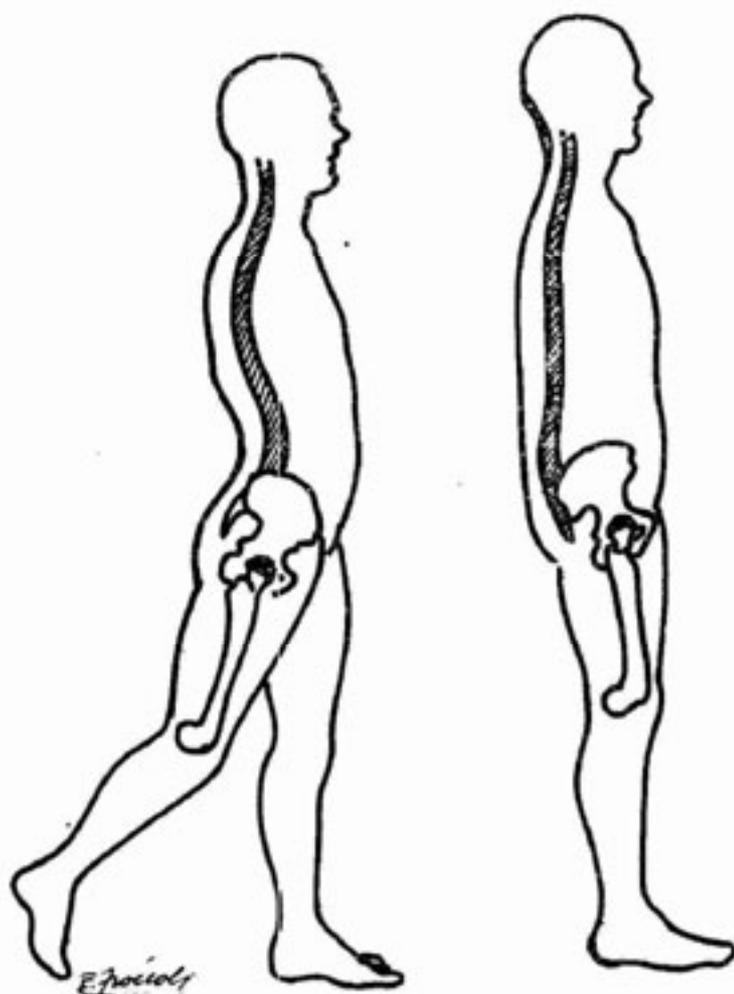


FIG. 21. — Anquilosis de la cadera en extensión. Modificación compensadora de la pelvis y columna lumbar que disminuye y hace desaparecer la lordosis. La pelvis bascula hacia atrás. Las espinas ilíacas antero-superiores se elevan.

realidad funcional del tronco, recordemos cómo se flexiona para proyectar aún más lejos la mano o para hacerla alcanzar determinadas posiciones, y cómo se extiende para mirar más alto o cómo rota, siguiendo las rotaciones iniciadas en la cabeza y precediendo la de las articulaciones coxo-femorales para dirigir los ojos hacia atrás.

Durante el movimiento de flexión normal del tronco existen en realidad dos cosas fundamentales:

- una, a lograr, y
- otra, a evitar.

La primera es **alcanzar un objeto** que se encuentra en el suelo, por ejemplo.

La segunda, **conservar el equilibrio** evitando la caída hacia adelante.

Lo importante de comprender de inmediato es que ambas cosas se realizan como si fuera una sola, hasta tal punto que para una observación desprevenida lo único que existiría sería lograr alcanzar el objeto, y así es en la realidad final, ya que si el equilibrio se pierde y el sujeto cae, el propósito inicial no se logra.

Es necesario, pues que el tronco se flexione y que a pesar de su proyección hacia adelante y de su inclinación hacia abajo, la línea

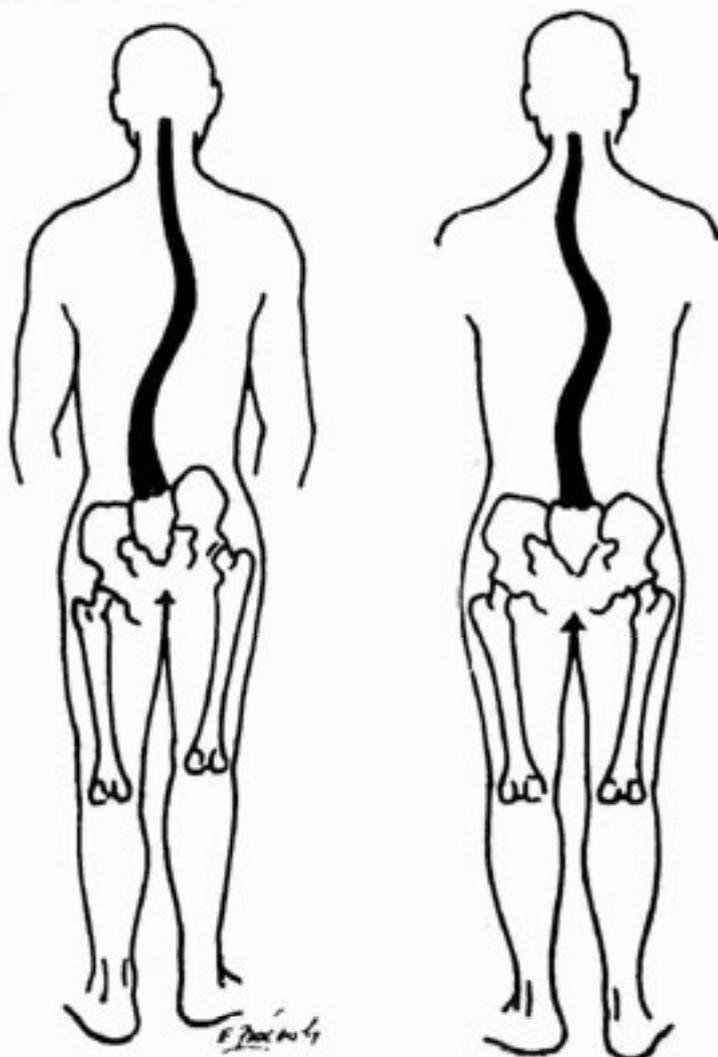


FIG. 22. — 1º) Esquema que muestra las modificaciones de actitud que sufren la pelvis y la coxo-femoral en una escoliosis lumbar baja. La pelvis se eleva del lado de la concavidad, la coxo-femoral de ese lado se coloca en adducción, acortamiento funcional del miembro correspondiente.

2º) Tales modificaciones no se observan si la escoliosis tiene una topografía más alta, dorsal, por ejemplo.

de gravedad continúe proyectándose dentro del cuadrilátero de sustentación, es decir que se continúe manteniendo el equilibrio, porque de lo contrario el cuerpo caería hacia adelante.

Quizás para lograr el primer propósito, es decir para alcanzar un objeto del suelo fuera suficiente la intervención predominante, aunque un poco bizarra, de la columna, del "tronco", pero para lograr el segundo, para mantener el equilibrio y volver más fácil aún el primer propósito, es necesario, indispensable, la proyección del "centro de gravedad" (II vértebra sacra) hacia atrás, es decir de la pelvis, lo que supone desde el comienzo del movimiento una flexión de la coxo-femoral, una hiperextensión de la rodilla y una flexión plantar del pie (figs. 24 y 25).

Este segundo propósito —mantener el equilibrio— que se debe cumplir durante la flexión del tronco, se puede lograr también de manera voluntaria o no flexionando la rodilla en grado variable, lo que supone a su vez también una flexión pronunciada de la cadera y una flexión dorsal del pie, y así la línea de gravedad continuaría cayendo en el cuadrilátero de sustentación y el equilibrio continuaría manteniéndose (fig. 26), pero entre una y otra modalidad existen di-

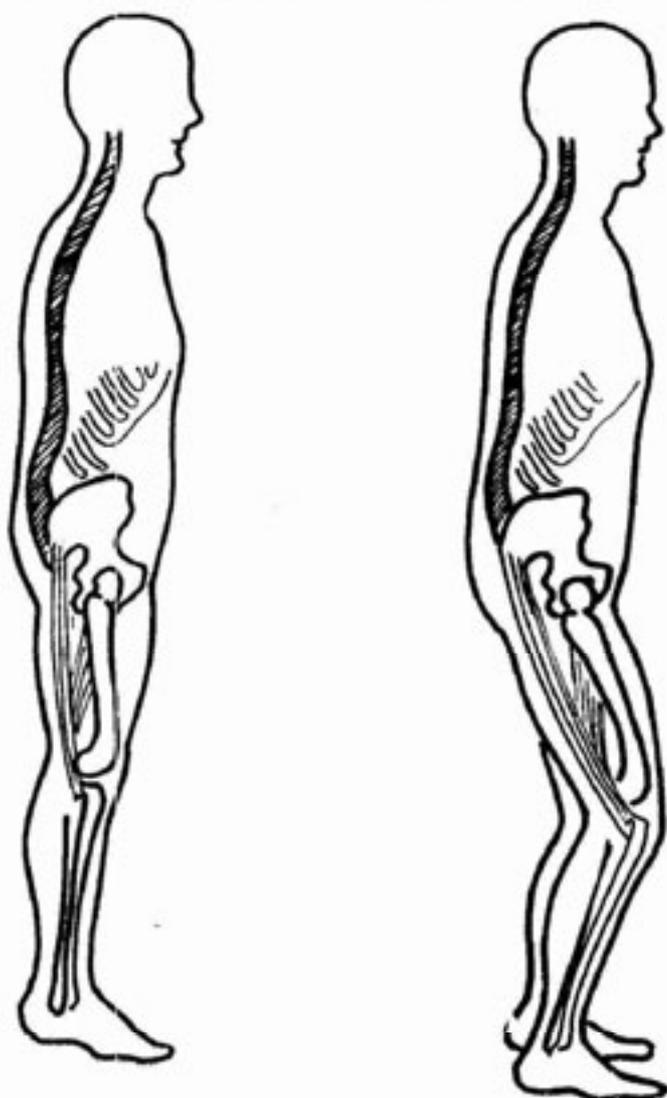


FIG. 23. — La desaparición de la lordosis lumbar y su sustitución por una gibba (Mal de Pott), conduce a una báscula de la pelvis. La espina ilíaca antero-superior se eleva, el pubis se coloca en un plano frontal, la coxo-femoral está en hiperextensión; para mantener el equilibrio el individuo debe flexionar las rodillas y la coxo-femoral.

ferencias sustanciales en la dinámica muscular que consideraremos oportunamente.

Para flexionar el tronco hacia adelante con las rodillas en extensión es necesario, pues:

1º) Un movimiento simultáneo de flexión progresiva del tronco y de la coxo-femoral, que desplaza hacia atrás la pelvis y con ella el centro de gravedad (fig. 24). A medida que el movimiento de flexión en la coxo-femoral progresa, aumenta la extensión del pie y de la rodilla. Digamos desde ya que este movimiento distiende de manera progresiva los músculos flexores de ambas articulaciones: los isquiotibiales a nivel de la rodilla y el tríceps a nivel del pie.

2º) La columna lumbar comienza el movimiento con una disminución progresiva de su lordosis (fig. 27). Seguramente el movimiento se inicia en la lumbo-sacra y como la pelvis y por consiguiente el sacro, y por ende las facetas articulares con la V lumbar van modificando, gracias a la flexión progresiva de la coxo-femoral, su orientación, la orientación de toda la columna lumbar se modifica y sin llegar a una verdadera flexión ella misma, ya que excepcional-



FIG. 24. — El tronco se flexiona para recoger un objeto del suelo. La pelvis se desplaza **hacia atrás** para conservar el equilibrio.

mente pasa más allá de la rectitud, se orienta en el plano vertical haciéndose oblicua, acercándose a la horizontal, siguiendo siempre la flexión progresiva de la coxo-femoral, que significa en esencia, modificaciones siempre variables de la articulación lumbo-sacra, hasta que en los tiempos finales del movimiento, en la flexión completa de la coxo-femoral, sigue una línea oblicua hacia **abajo** y adelante, y hasta se incurva haciéndose convexa hacia atrás. Como veremos enseguida ésta es una actitud más bien transmitida por el confluente dorso-lumbar: la amplitud de la flexión del raquis es según la opinión de los autores que han estudiado más detenidamente la función del tronco, del 20 % en la columna lumbar ocurriendo el resto en la dorso-lumbar.

En efecto, antes de que la columna lumbar alcance el plano horizontal —es difícil analizar esto bien; es posible que exista una simultaneidad diferente sólo en grados de variación, hasta voluntarios—, la columna dorso-lumbar comienza la flexión que continúa luego acentuándose, siguiendo el movimiento de la columna lumbar y de la coxo-femoral.

La columna cérvico dorsal inicia a su vez en determinado momento también difícil de precisar, el movimiento, y la columna en

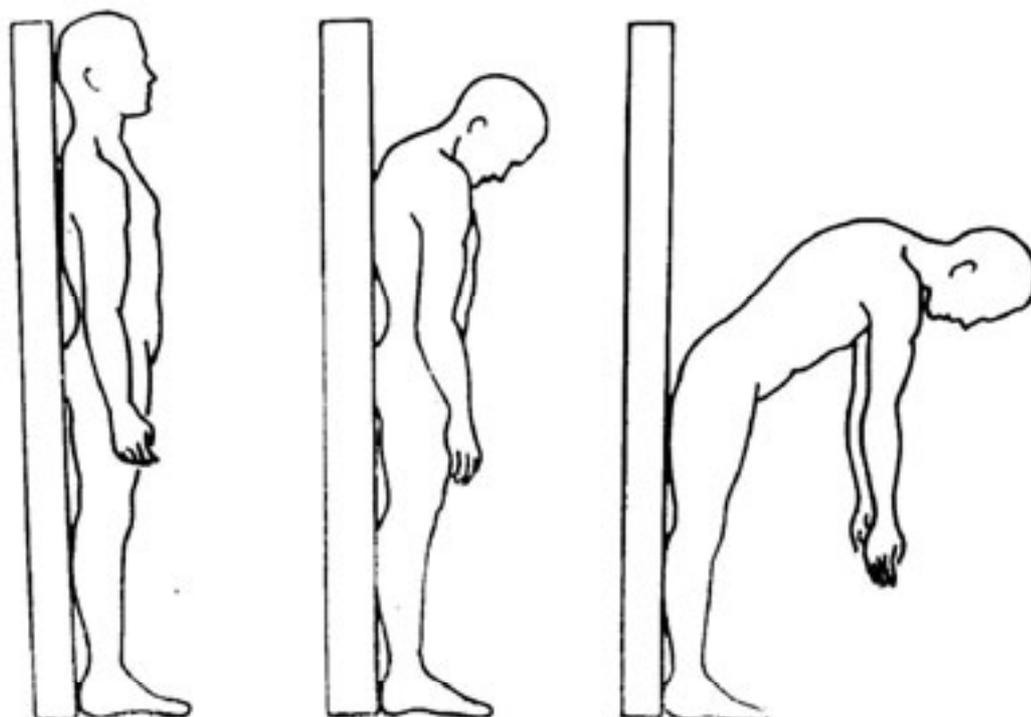


FIG 25. — 1. Sujeto normal de pie, apoyado contra un muro como si estuviera acostado.  
 2. Máxima flexión cervice-dorsal.  
 3. Si el movimiento de flexión continúa, luego de una excursión limitada, el sujeto cae hacia adelante porque no puede desplazar el centro de gravedad para atrás.

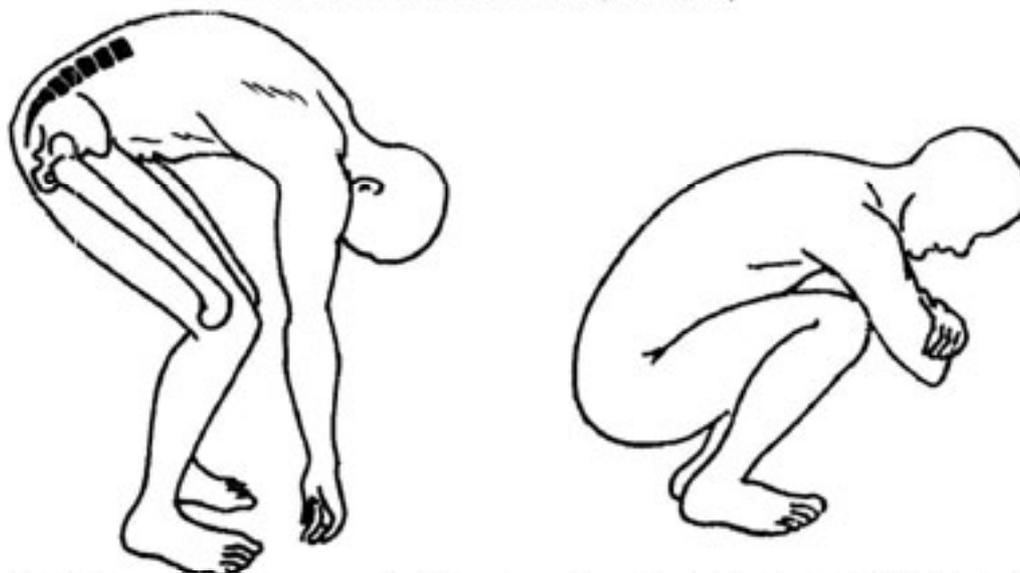


FIG 26. — También se puede llegar al suelo con la mano flexionando más la cadera y las rodillas.

su totalidad, al final, puede representarse, a partir de la pelvis, como una línea oblicua abajo y adelante, y el ángulo tronco-muslo, que en la actitud de pie y de extensión vale  $180^\circ$ , puede llegar a tener valores variables, entre  $65^\circ$ ,  $50^\circ$  y aún menos (fig. 30).

Como se ve es un movimiento como en *cadena*, que se inicia de abajo a arriba; el movimiento que ocurre abajo favorece el sucesivo superior, y esto desde la tibio-tarsiana, rodilla, coxo-femoral, hasta la cervice-dorsal (fig. 29).

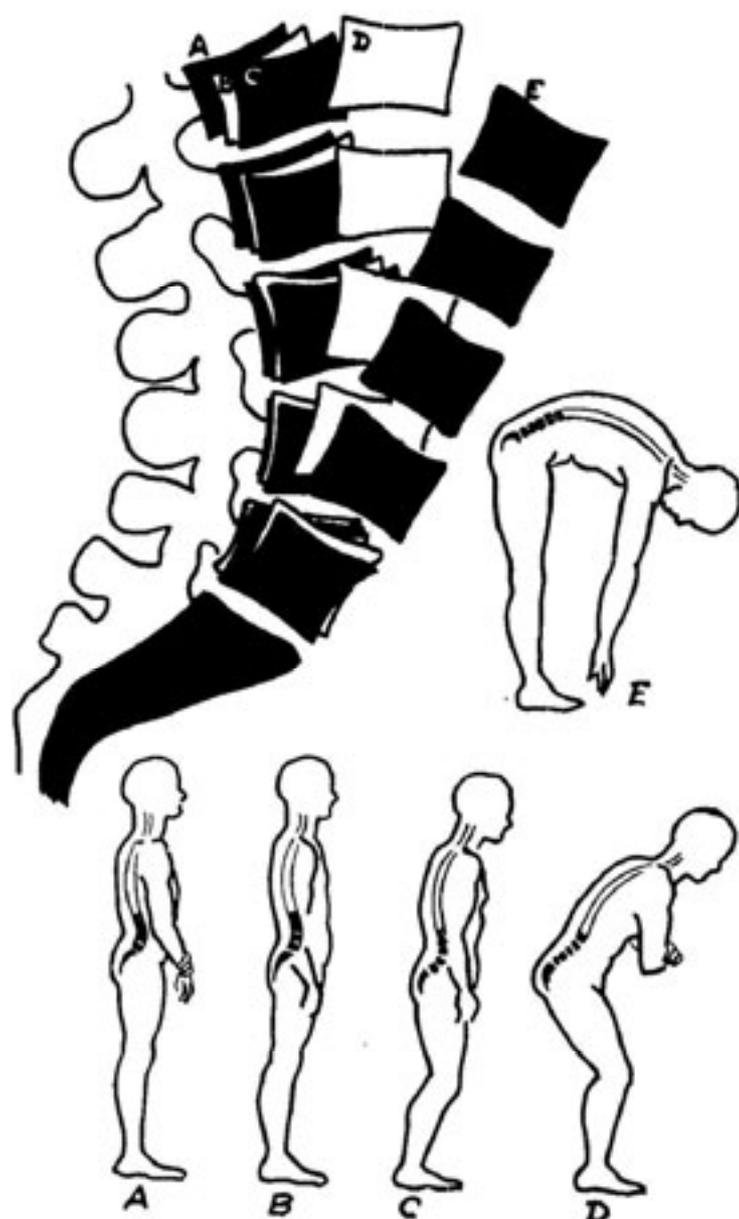


FIG. 27. — Modificada de Keegan, Cálculos de radiogramas de la columna lumbar en las cinco posiciones representadas en los esquemas. Se ve que de la posición A a la E de máxima flexión del tronco la columna lumbar ha rectificado su curva, a concavidad posterior (lordosis). El sacro se ha representado fijo.

A través de esta descripción se comprende fácilmente la importancia fundamental que tiene durante el movimiento de flexión del tronco la articulación coxo-femoral. La incursión máxima de la flexión del tronco se alcanza sólo luego de la incursión máxima de la flexión de la cadera (fig. 30).

Esta intervención de la coxo-femoral puede examinarse objetivamente y certificarse su grado tratando de seguir las variaciones que sufren las relaciones de la espina ilíaca ántero-superior con el gran trocánter. Normalmente, en actitud de pie, antes de iniciarse la flexión del tronco, una línea oblicua hacia abajo y discretamente hacia atrás, casi vertical, une ambas eminencias óseas y esa línea además mide una distancia determinada. A medida que el movimiento de flexión del tronco se inicia, el trocánter se desplaza hacia atrás y la E.I.A.S. comienza a descender en el plano sagital y la línea que une ambas, sufre dos modificaciones fundamentales:

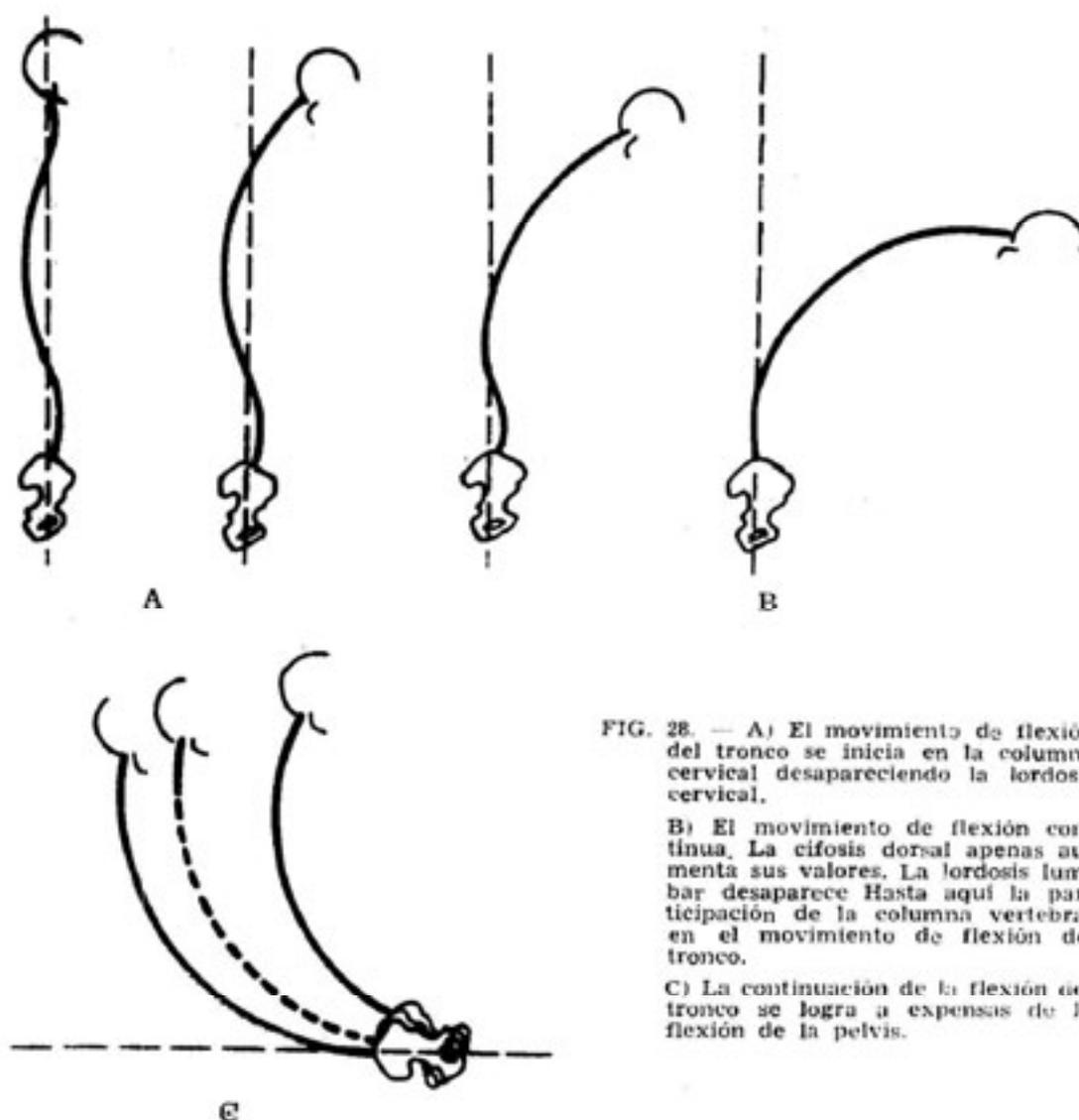


FIG. 28. — A) El movimiento de flexión del tronco se inicia en la columna cervical desapareciendo la lordosis cervical.  
 B) El movimiento de flexión continúa. La cifosis dorsal apenas aumenta sus valores. La lordosis lumbar desaparece. Hasta aquí la participación de la columna vertebral en el movimiento de flexión del tronco.  
 C) La continuación de la flexión del tronco se logra a expensas de la flexión de la pelvis.

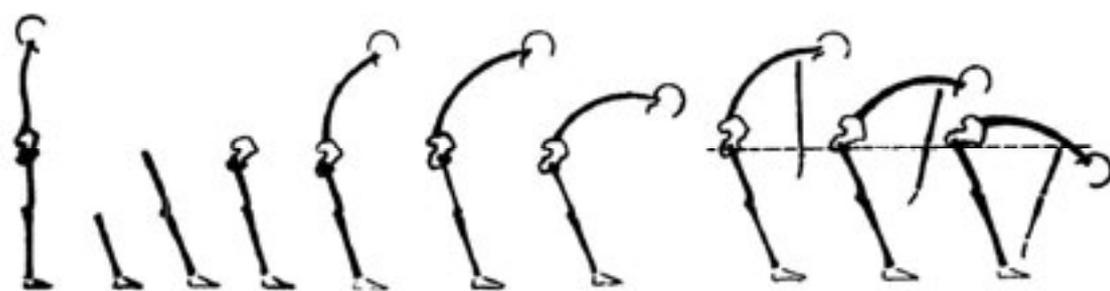


FIG. 29. — El movimiento de flexión del tronco puede compararse, disociándolo en un movimiento en "cadena". Iniciado en el pie (flexión plantar) continúa en la rodilla (hiperextensión), luego en la cadera (flexión), luego en el tronco. El movimiento que ocurre abajo favorece al sucesivo superior. Los tres últimos esquemas muestran cómo influye en la amplitud de la flexión del tronco, la flexión de la coxo-femoral.

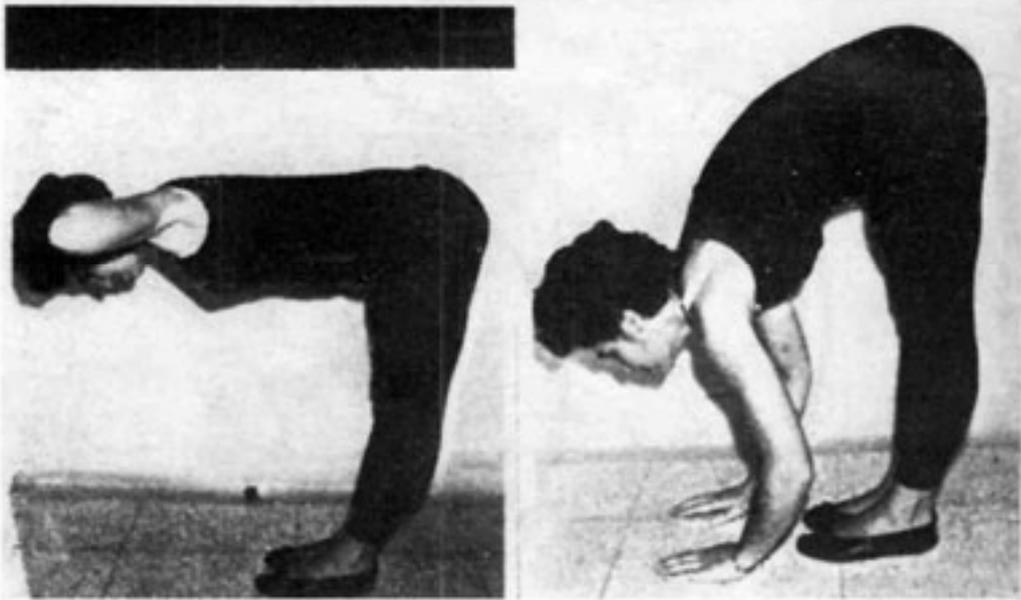


FIG. 33. — En una persona entrenada la flexión del tronco es posible con la intervención exclusiva de la coxo-femoral hasta el ángulo recto (tronco-muslo). Si interviene además el tronco, el sujeto llega fácilmente al suelo con las manos.

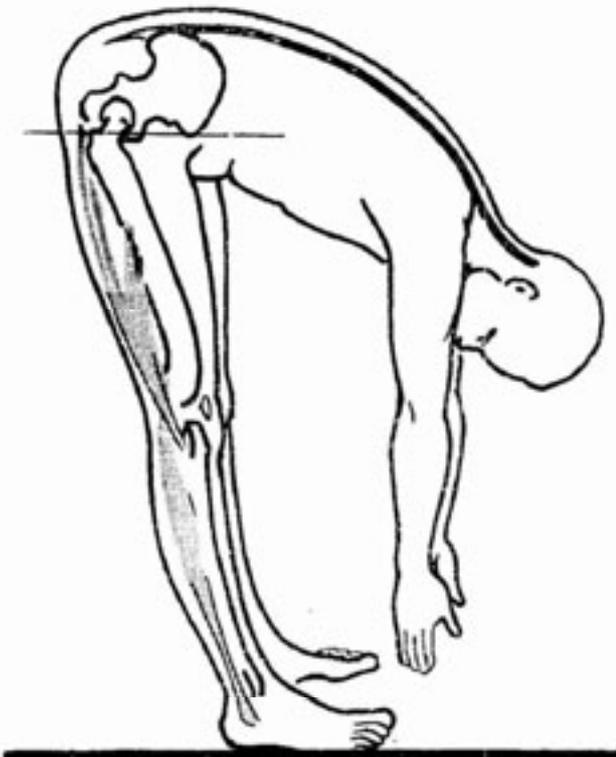


FIG. 31. — Durante la flexión del tronco la coxo-femoral se flexiona de tal manera que la Espina iliaca antero-superior y el vértice del gran trocanter están al mismo nivel.

1º) Se ve haciendo horizontal, perdiendo oblicuidad, cada vez más horizontal, a medida que la flexión de la cadera progresa, hasta alcanzar, en los casos de flexión extrema, una oblicuidad inversa. Esta variación es notable y tiene un sentido semiológico de gran interés (fig. 31).

2º) El segundo hecho está representado por el alargamiento de la distancia que une ambas salientes óseas, gracias a la proyección posterior del gran trocanter.

Durante la flexión normal del tronco, pues, la línea de la E.I.A.S. gran trocánter, debe alcanzar por lo menos la horizontal. Sobre este punto ha insistido Lambrinudi en 1934 (fig. 31).

Las modificaciones del recorrido de la E.I.A.S. con relación al gran trocánter durante el movimiento de flexión del tronco nos revela el **grado** de participación de la coxo-femoral.

Cuando por una razón cualquiera la flexión de la cadera se detiene antes de lo que debería ser normal, la E.I.A.S. continúa en un plano superior al plano del vértice del trocánter mayor. Las variaciones en el grado de esta diferencia miden las variaciones en el grado de la flexión de la coxo-femoral.



