

## Biomecánica de la pelvis

Daniel Diego Ball\*

### INTRODUCCIÓN

Indudablemente que para poder brindar un tratamiento adecuado a una lesión mecánica es importante conocer con precisión la anatomía de la región sobre la cual se asienta, así como la diversidad de padecimientos que pueden presentarse debido a los mecanismos y vectores de energía que en forma horizontal, vertical o combinada pueden producirla.

En los últimos años ha habido un mayor conocimiento de la cintura pélvica, tanto de su anatomía como de su biomecánica, incluyendo la distribución de fuerzas que la afectan y que generan una patología representativa y en cierta forma repetitiva.

Comprender la patología de la pelvis y su evolución natural nos ha llevado a modificar el tratamiento tradicional que era uno solo para todas las lesiones: conservador, mediante una «hamaca ortopédica». No se establecía ninguna diferencia entre lesiones estables, parcialmente inestables o francamente inestables; el tratamiento era el mismo y por lo general dejaba alguna secuela, desde una menor sin complicaciones funcionales, hasta una grave incapacidad.<sup>1</sup> Actualmente se establece una diferencia entre los distintos tipos de lesiones de pelvis y por consecuencia se aplica un tratamiento específico a cada una ellas, ya sea conservador o quirúrgico, pudiendo optar en este último por abordajes anteriores, posteriores o combinados que permiten recuperar en la mejor forma posible la anatomía del anillo pélvico y de los tejidos blandos u orgánicos circunvecinos, con lo que posteriormente se recuperará la biomecánica normal de esta importante estructura anatómica.

Comprender la patología de la pelvis y su evolución natural nos ha llevado a modificar el tratamiento tradicional que era uno solo para todas las lesiones: conservador, mediante una «hamaca ortopédica». No se establecía ninguna diferencia entre lesiones estables, parcialmente inestables o francamente inestables; el tratamiento era el mismo y por lo general dejaba alguna secuela, desde una menor sin complicaciones funcionales, hasta una grave incapacidad.<sup>1</sup> Actualmente se establece una diferencia entre los distintos tipos de lesiones de pelvis y por consecuencia se aplica un tratamiento específico a cada una ellas, ya sea conservador o quirúrgico, pudiendo optar en este último por abordajes anteriores, posteriores o combinados que permiten recuperar en la mejor forma posible la anatomía del anillo pélvico y de los tejidos blandos u orgánicos circunvecinos, con lo que posteriormente se recuperará la biomecánica normal de esta importante estructura anatómica.

### CINTURA PÉLVICA

Es un anillo osteoarticular cerrado que sirve como sostén del abdomen y que une al tronco con los miembros inferiores. Tiene tres estructuras óseas: dos huesos iliacos que son simétricos y una estructura central que los une: el sacro. Estos

#### Objetivos:

- a) Comprender la anatomía y biomecánica de la pelvis.
- b) Reconocer la diversidad de patología de la pelvis de acuerdo a la energía que ocasionó la lesión.

\* Cirujano Articular y Pelvis. Médico Staff Hospital ABC, Ciudad de México.

Dirección para correspondencia:  
Daniel Diego Ball

Hospital ABC Santa Fe, consultorio 521 y 522, Torre de Consultorios. Av. Carlos Graef. Fernández Núm. 154, Col. Tlaxala Santa Fe. Delegación Cuajimalpa de Morelos 05300 México, D.F.  
Correo electrónico: dr\_ddiego@hotmail.com

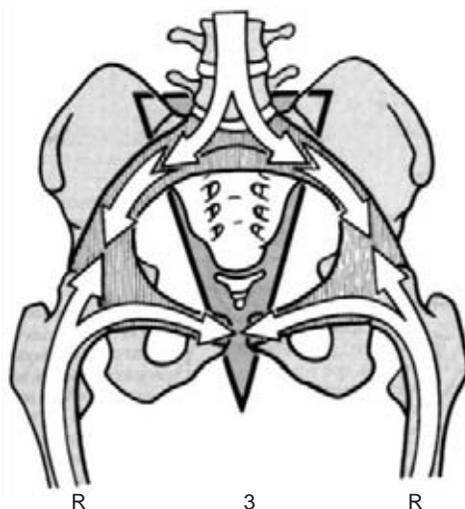
tres huesos están unidos por tres articulaciones, dos sacroiliacas que tienen muy poca movilidad y la sínfisis púbica que es prácticamente fija.

Lo primero que se debe recordar con respecto a la cintura pélvica es que transmite la fuerza del peso que pasa a través de la 5ª lumbar y se divide en dos partes iguales hacia los alerones del sacro, pasa por las espinas ciáticas dirigiéndose hacia la cavidad cotiloidea y de ahí a la cabeza y al cuello femoral.

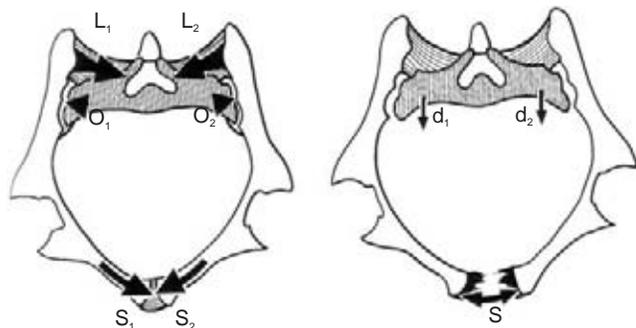
Existen ciertos elementos anatómicos que dan estabilidad a la pelvis y que se pueden diferenciar como estructura anterior y estructura posterior. La primera está integrada por la rama púbica y previene el colapso anterior del anillo pélvico durante el soporte del peso del cuerpo mediante un ligamento muy fuerte que soporta las fuerzas de rotación externa.

La estructura posterior es la responsable de la estabilidad pélvica y está constituida por el complejo sacroiliaco, el cual soporta las fuerzas de carga de la columna hacia las extremidades pélvicas (Figura 1).<sup>2</sup>

Los ligamentos sacroiliacos anteriores son planos y fuertes, su función es la de resistir la rotación externa y las fuerzas de cizallamiento. Los ligamentos sacroiliacos posteriores, tienen el efecto de una banda de tensión, ejemplo típico de un puente en el que la columna de sostén estaría constituida por las espinas iliacas posterosuperiores, la barra de suspensión, el ligamento sacroiliaco interóseo y el puente estaría representado por el sacro. Se agregan los ligamentos iliolumbar que van de la apófisis transversa de L5 a la cresta iliaca (Figura 2).



**Figura 1.** En esta gráfica, tomada de Kapandji, se puede apreciar la distribución de la carga y cómo se distribuye en la cintura pélvica para transmitir las fuerzas entre el raquis y los miembros inferiores.



**Figura 2.** Se puede ver el ejemplo del puente, las columnas son las espinas iliacas posterosuperiores, la barra de suspensión, los ligamentos sacroiliacos interóseos y el puente, el sacro (Kapandji).

La comprensión de la anatomía y del funcionamiento de estas estructuras resulta fundamental para determinar la estabilidad o inestabilidad del anillo pélvico, ya que son precisamente las encargadas de su integridad.

## CLASIFICACIÓN DE LAS LESIONES

Las lesiones del anillo pélvico pueden clasificarse en tres tipos: estables, parcialmente inestables o completamente inestables.<sup>3</sup>

El grado de inestabilidad de la pelvis se correlaciona directamente con el nivel o grado de energía que la produjo; por ejemplo, una pelvis completamente inestable sugiere un trauma de alta energía, pero la lesión no debe circunscribirse sólo al tejido óseo, sino también a los órganos y tejidos circundantes, lo que permite determinar el tratamiento a seguir; por ejemplo: en una lesión estable, se puede optar por un tratamiento conservador consistente en quitar la carga. En cambio, en una lesión parcialmente estable o francamente inestable se debe decidir si se fija quirúrgicamente la estructura anterior o la estructura posterior, o bien si se fijan quirúrgicamente las dos estructuras, lo que se consideraría un tratamiento combinado.

Una ruptura ligamentaria puede ocasionar que la sínfisis púbica se abra hasta 2.5 cm y si a ésta le agregamos una lesión del ligamento sacroespinoso y del sacroiliaco anterior, se abrirá más y se denominará «en libro abierto». Si se agrega una lesión de los ligamentos posteriores, entonces ya cursa con una inestabilidad total, con apertura de libro abierto y un desplazamiento vertical. Por lo tanto, no debemos de olvidar la regla de oro: *que la pelvis es un anillo, por lo que si existe una lesión anterior debe de haber una lesión posterior y viceversa.*

Por lo anterior, las lesiones de pelvis se pueden producir por cualquiera de los siguientes tres patrones de fuerza:

- a) Abrir como libro o fuerza anteroposterior
- b) Desplazar hacia la línea media o fuerza de compresión lateral
- c) Desplazar en forma vertical o fuerza de cizallamiento vertical.<sup>10,12</sup>

## FUERZA ANTEROPOSTERIOR

Ocasiona que la pelvis se abra como libro, el vector de energía golpea las espinas iliacas posterosuperiores, causando una rotación externa de los huesos iliacos con la consecuente disrupción de la sínfisis púbica (*Figura 3a*), ya que afecta uno o los dos ligamentos sacroiliacos anteriores. También puede ser producida por la rotación externa de los fémures, lo cual puede romper la sínfisis púbica o fracturar las ramas púbicas (*Figura 3b*).<sup>4</sup>

## FUERZA DE COMPRESIÓN LATERAL

El vector de energía golpea sobre la cresta iliaca o el trocánter mayor, empuja la pelvis hacia la línea media y ocasiona una compresión en el complejo sacroiliaco

posterior, produciendo por lo general una lesión estable. En este mecanismo, las fracturas óseas son comunes, se puede fracturar desde una sola de sus ramas hasta las cuatro. Los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso generalmente se encuentran intactos (*Figura 4*).

### FUERZA DE CIZALLAMIENTO VERTICAL

Es una fuerza vertical con sentido anteroposterior que pasa a través de los huesos del complejo posterior y ocasiona una gran lesión con desplazamiento severo del hueso y de los tejidos blandos. Este desplazamiento es muy común, tiene un gran efecto en los tejidos blandos y puede producir lesiones combinadas de arterias, nervios y vísceras (*Figura 5*).

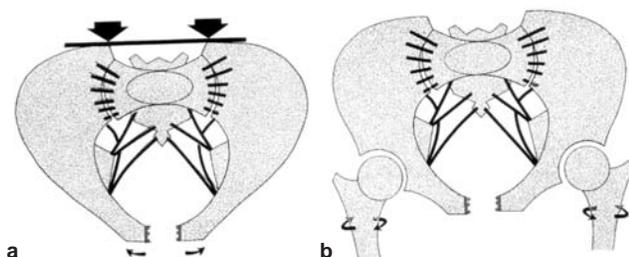
Una vez comprendida la biomecánica de estas lesiones se pueden clasificar en la siguiente forma:<sup>9,11</sup>

#### A Fracturas estables

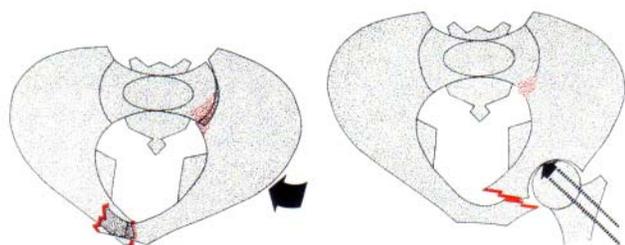
- A1 Fracturas que no involucran el anillo
- A2 Estable, con mínimo desplazamiento de la fractura del anillo

#### B Rotacionalmente inestable pero verticalmente estable

- B1 Libro abierto (Compresión anteroposterior )
- B2 Compresión lateral: Ipsilateral
- B3 Compresión lateral: Contralateral



**Figura 3. a.** Se puede observar un ejemplo de fuerza que golpea a las espinas ilíacas posterosuperiores, ocasionando ruptura de sínfisis púbica. **b.** Se puede producir una separación del pubis con fuerzas de rotación externa sobre ambos fémures.



**Figura 4.** Se puede observar en la figura del lado izquierdo, un golpe lateral que comprime el sacro y desplaza la hemipelvis hacia el lado contralateral. En la figura del lado derecho se observa una fuerza sobre el fémur que golpea el acetábulo fracturando la rama púbica y generando compresión sobre el sacro.

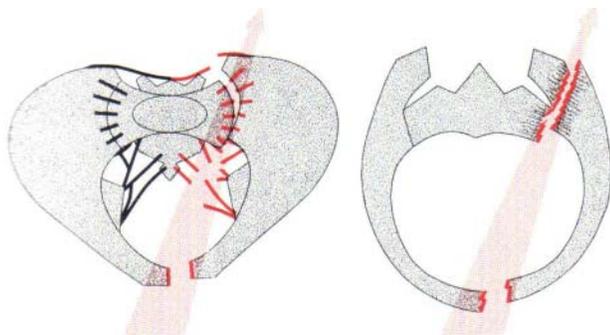
## C Inestable rotacional y vertical

- C1 Unilateral
- C2 Bilateral
- C3 Fracturas asociadas del acetábulo

## INESTABILIDAD CRÓNICA

Desde la década de los treinta, Chamberlain indicó la importancia de valorar la medición de traslación de los huesos púbicos como una medida de la movilidad sacroiliaca,<sup>7</sup> parámetro que sigue vigente, ya que en muchas ocasiones podemos tener en nuestra consulta un paciente con dolor crónico sobre el anillo pélvico en el que las radiografías rutinarias de pelvis, como son la anteroposterior de entrada y de salida, no permiten detectar datos compatibles con inestabilidad. La inestabilidad crónica puede tener un sinnúmero de causas: hormonal, metabólica, biomecánica, incongruencias anatómicas secundarias a un traumatismo, traumatismos menores repetitivos, lesiones iatrogénicas como la toma de injerto óseo, principalmente cuando se afecta la espina iliaca posterosuperior y se destruye el ligamento interóseo posterior o cuando se presenta una osteítis púbica.

Otra causa podría ser el dolor en el pubis después de un parto; si bien es cierto que hay un factor hormonal durante el embarazo condicionado por la producción de *relaxina* y *progesterona*, hormonas que ayudan a relajar los ligamentos de la sínfisis del pubis para dilatar el canal del parto; actualmente se discute la idea de que existen otros receptores de estas hormonas que permiten separar más la sínfisis púbica durante este proceso. Se sabe que en uno de cada 600 partos ocurre una diastasis del pubis, por lo que se debe tener en cuenta este factor para todo paciente que cursa con dolor pubiano postparto. Ante un caso de éstos, se debe tomar una serie de radiografías en posición supina, en bipodálico y monopodálico con peso en cada extremidad, las denominadas vistas de «flamingo»; de esta manera se puede valorar el desplazamiento vertical de la sínfisis de pubis, cuya movilidad normal en el hombre es de 0 a 0.5 mm, de 0 a 1.5 mm para la mujer nulípara y hasta 3 mm para la mujer múltipara. Este tipo de estudio radiográfico tiene un alto porcentaje de seguridad para valorar inestabilidades que probablemente se omiten en estudios normales.



**Figura 5.** En estas figuras se puede observar que al aplicar una fuerza de cizallamiento sobre el complejo posterior, en sentido vertical, la estructura ósea se desplaza y afecta los tejidos blandos.

El tratamiento de las inestabilidades crónicas con separación de la sínfisis púbica con o sin sacroileítis se debe individualizar, pero actualmente la tendencia en diferentes instituciones es a realizar una osteosíntesis de la sínfisis púbica con artrodesis e injerto óseo y se puede acompañar con fusión de las articulaciones sacroiliacas (Figura 6).<sup>5,6,8</sup>



**Figura 6.** Ejemplo de inestabilidad crónica de la sínfisis púbica desencadenada con el apoyo monopodálico de la paciente sobre el miembro pélvico derecho. Obsérvese el desplazamiento cefálico de la hemipelvis derecha.

## RESUMEN

Para poder racionalizar esta estructura y llevar a cabo un tratamiento adecuado debemos comprender la distribución de la energía que puede afectarla, tanto a sus partes óseas como a sus tejidos circundantes y a los órganos que contiene y que también pueden resultar afectados. Con esto, se puede decidir entre un tratamiento conservador a base de reposo o un tratamiento quirúrgico para estabilizar una lesión aguda que involucre las estructuras anteriores, posteriores o combinadas, o bien quitando el dolor producido por una inestabilidad crónica, ya sea mediante una fusión de la estructura anterior, posterior o combinada.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Phieffer L, Lumberg W. Instability of the posterior pelvis ring associated with disruption of the pubis symphysis. *Orthop Clin N Am* 2004; 35: 445-9.
2. Kapandji AI. *Fisiología articular*. 1998: 55-74.
3. Tile M. *Fractures of the pelvis and acetabulum* 2003: 32-45.
4. Frakes M, Evans T. Major pelvic fractures. *Critic Care N* 2004; 24(2): 18-30.
5. Garras D, Carothers J. Single leg stance (Flamingo) radiographs to asses pelvic instability: How much motion is normal? *JBJS Org* 2008; 90: 2114-8.
6. Siegel J, Templeman D. Single leg stance radiographs in the diagnosis of pelvic instability. *JBJS Am* 2008; 90: 2119-25.
7. Chamberlain WE. The symphysis pubis in the roentgen examination of the sacroiliac joint. *AM J Roentgen examination of the sacroiliac joint*. *Am J Roetngenol Radium Ther* 1930; 24: 621-5.
8. Mears DC, Velyvis JH. *In situ* fixation of pelvic nonunions following pathologic and insufficiency fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 721.
9. Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H. Pelvic disruptions: assessments and classification. *Clin Orthop Relat Res* 1980; 151: 12-21.
10. Bucholz RW. The pathological anatomy of Malgaigne fracture-dislocations of the pelvis. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63: 400-4.
11. Burgess AR, Eastridge BJ, Yound JWR, Ellison TS, Ellison PS, Poka A, et al. Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols. *J Trauma* 1990; 30(7): 848-56.
12. Olson SA, Pollak AN. Assesment of pelvic ring stability after injury. *Clin Orthop* 1996; 329: 15-27.