

# Fracturas longitudinales de sacro en Zona III Dennis, ¿Qué sabemos al respecto?

## *Longitudinal sacral fractures Dennis zone III, what do we know about them?*

Luque Valenzuela, María  
Ortiz Gallegos, Ángel  
Sánchez Munuera, Juan Jesús  
Quesada Molina, Carlos

Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada, España.

[marialuquevalenzuela@gmail.com](mailto:marialuquevalenzuela@gmail.com)

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2019; 36 (2/4): 08-17

Recepción: 09/05/2019. Aceptación: 17/07/2019

### Resumen

#### Objetivo

Las fracturas pelvicoacetabulares constituyen un tipo de fractura asociada a traumatismos de alta energía, que no sólo ponen en riesgo la vida del paciente sino que además se asocian con un alto porcentaje de secuelas. Las fracturas de sacro longitudinales en línea media constituyen un subgrupo raro de fracturas de sacro de la Zona III de Dennis que se revisan en este artículo a propósito de un caso atendido en nuestro centro.

#### Material y Métodos

Varón de 63 años que tras un accidente de motocicleta presentó una fractura pélvicoacetabular por compresión anteroposterior (APC) III de Young-Burguess con una fractura vertical de sacro en la zona III de Dennis y diástasis de la sínfisis púbica de 5 cm.

### Abstract

#### Aim

*Pelvic-acetabular fractures are a kind of fracture associated with high-energy trauma, which not only endanger the life of the patient but also are associated with a high percentage of sequelae. The longitudinal midline sacrum fractures constitute a rare subgroup of sacrum fractures of Dennis' Zone III, which are reviewed in this article in relation to a case attended in our center.*

#### Material and Methods

*A 63-year-old male presented a Young-Burguess anteroposterior (APC) III pelvic-acetabular fracture (APC) after a motorcycle accident with a vertical sacrum fracture in Dennis area III and pubic symphysis diastasis of 5 cm. .*

#### Results

*Currently the patient is walking with sticks and paresthesias getting better.*

## Resultados

Actualmente el paciente se encuentra caminando con bastones y con parestesias en fase de remisión.

## Conclusiones

La incidencia de lesiones neurológicas en fracturas de pelvis fluctúa entre el 3% y el 15 % y aumenta cuanto mayor sea la energía o el desplazamiento. Las fracturas de pelvis suponen un reto diagnóstico y terapéutico para el traumatólogo, debido tanto a la mortalidad que presentan como al gran número de secuelas que pueden acontecer (disfunciones intestinales, vesicales, sexuales, dolor neuropático).

**Palabras clave:** Fractura pelvis, fractura sacro, lesión neurológica

## Conclusions

*The incidence of neurological injuries in pelvic fractures ranges between 3% and 15% and increases the higher the energy or displacement. Pelvic fractures pose a diagnostic as well as a therapeutic challenge for the Orthopaedics surgeons, due both to the mortality they present and to the large number of sequelae that may occur (intestinal, bladder, sexual dysfunction, neuropathic pain).*

**Keywords:** Pelvis fracture, sacral fracture, neurological injury

---

## Introducción

La fractura de pelvis es una de las lesiones de manejo más complejo en el ámbito de la traumatología y supone aproximadamente un 3% del total de las lesiones que afectan al sistema musculoesquelético<sup>1-5</sup>. En ocasiones la fractura de pelvis puede estar asociada a fracturas de acetábulo y fracturas del raquis que condicionarán el manejo tanto inicial como definitivo del paciente. Esta combinación de lesiones constituirá un auténtico reto terapéutico<sup>6</sup>, y debe quedar muy clara la secuencia de manejo, teniendo como siempre prioridad la estabilidad hemodinámica del paciente. La mortalidad en este tipo de lesiones sobre todo en pacientes hemodinámicamente inestables continúa siendo alta, fundamentalmente debido a la importante exanguinación que se produce y a la dificultad para conseguir hemostasia. Este tipo de lesiones asocia en múltiples ocasiones lesiones de otros sistemas, lo cual dificulta todavía aún más el manejo adecuado de estos pacientes<sup>1-3, 5, 7</sup>. Por estas razones señaladas, el enfoque multidisciplinar es crucial para la resucitación, control de la hemorragia y estabilización de las lesiones óseas durante las primeras horas tras el traumatismo. Debe realizarse un tratamiento integrado entre los cirujanos ortopédicos y traumatológicos, radió-

logos intervencionistas, anestesiólogos, intensivistas, cirujanos generales, cirujanos torácicos y urólogos<sup>8, 9</sup>.

A pesar de tratarse de lesiones combinadas, conceptualmente interesa clasificar estas fracturas en Urgencias como fracturas de pelvis, por requerir como hemos indicado anteriormente, un tratamiento inmediato para salvar la vida del paciente. Las fracturas pélvicoacetabulares con fractura asociada de sacro pueden necesitar por tanto un manejo urgente y uno diferido, ya que tras el cierre del anillo como emergencia quirúrgica, precisa reducción anatómica y osteosíntesis definitiva tanto de la fractura pélvicoacetabular como de la fractura de sacro, evitando así la aparición de importantes secuelas funcionales incapacitantes<sup>10</sup>.

Históricamente, a las fracturas del sacro se les ha concedido una importancia secundaria cuando están asociadas a fracturas de pelvis<sup>11</sup>. Actualmente ha sido reconocida su influencia en el pronóstico del traumatismo pélvico, debido principalmente a su asociación con déficits en los nervios lumbosacros<sup>12-15</sup>. Las fracturas de sacro se asocian a fracturas de pelvis en un 80-90% de los casos<sup>14</sup>. Las más comunes son las fracturas por compresión o avulsión del ala sacra. Éstas ocurren respectivamente, en las fracturas de compresión la-

teral y compresión antero posterior. Las fracturas que involucran uno o más agujeros foraminales son menos frecuentes. Todavía más infrecuentes son aquellas que se extienden medialmente a los forámenes sacros. En relación a la clasificación propuesta por Denis et al<sup>16</sup> (Figura 1), las fracturas que se extienden dentro del canal espinal (Zona III), tienen mayor posibilidades de tener lesiones de raíces nerviosas o lesión de la cauda equina que las fracturas que afectan a la zona transforamina (Zona II) o el ala sacra (Zona I).



Figura 1: Esquema mostrando las zonas de fractura de sacro según la clasificación de Denis<sup>16, 17</sup>

Sin embargo, un subtipo raro dentro del grupo de fracturas en Zona III de Denis, que implica menor probabilidad de déficit neurológico es la lesión en línea media del sacro en el plano sagital que se da en las fracturas por compresión antero posterior de pelvis<sup>11</sup>. El propósito de este artículo es describir el algoritmo terapéutico utilizado en una fractura de este subtipo, que combina lesión pélvicoacetabular y lesión longitudinal en la línea media del sacro a propósito de un caso y revisar la literatura existente al respecto.

## Material y Métodos

Se presenta el caso de un varón de 63 años, con antecedentes de diabetes mellitus, síndrome de apnea del sueño (SAOS) e hipertensión arterial, que sufrió un choque frontal contra una palmera mientras conducía su motocicleta. Fue atendido por el 061 que realizó reanimación inicial

incluyendo aislamiento de vía aérea así como traslado en helicóptero a nuestro centro, inmovilizado con colchón neumático y dama de Elche. Durante el traslado el paciente estuvo hemodinámicamente inestable, requiriendo noradrenalina a dosis de 0,5micr/kg/min para mantener tensión arterial media (TAM) >70mmhg y frecuencia cardíaca (FC) 90 latidos por minuto. Se trasladó a la tomografía axial computarizada (TAC) de forma urgente donde se objetivó como lesión principal fractura pelvico-acetabular compleja inestable (Fig. 2-6). Además presentaba fractura vertebral de T6 B2 de AO/Magerl, fractura hundimiento de suelo de órbita con estallido globo ocular, varias fracturas costales sin lesiones pulmonares asociadas y rotura del testículo derecho.



Figura 2: Corte axial de TC pelvis a nivel cresta iliaca

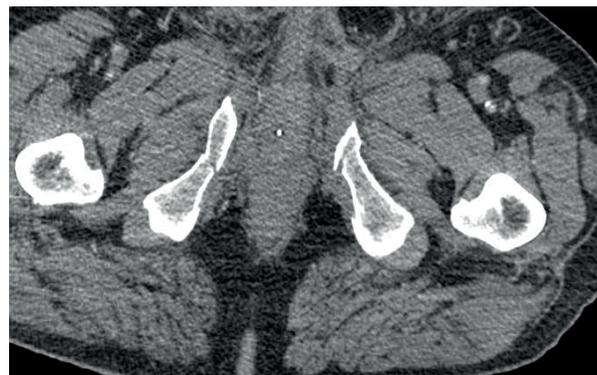


Figura 3: Corte axial de TC pelvis a nivel trocánter mayor

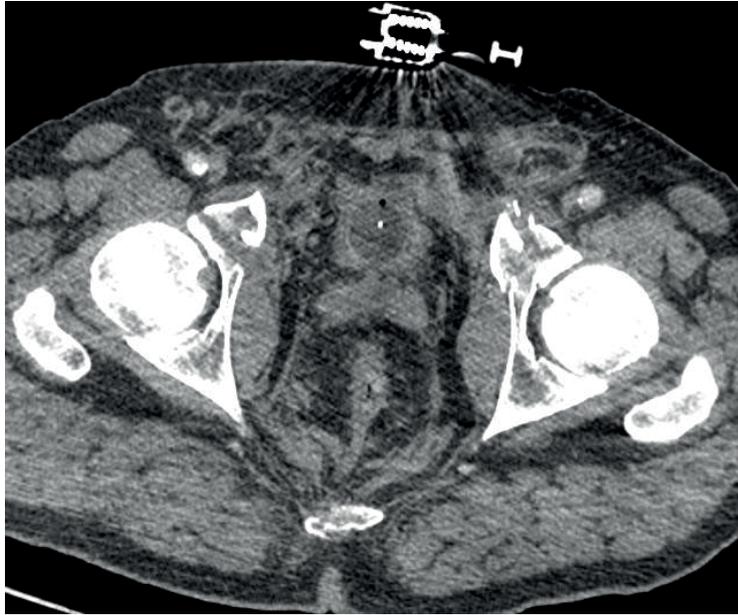
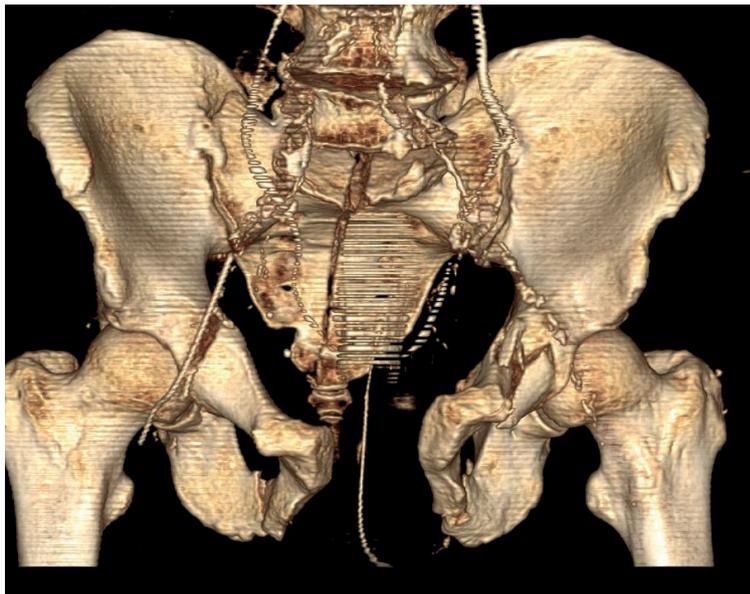


Figura 4: Corte axial TAC a nivel cabeza femoral



Figuras 5: Reconstrucción 3D TAC pelvis

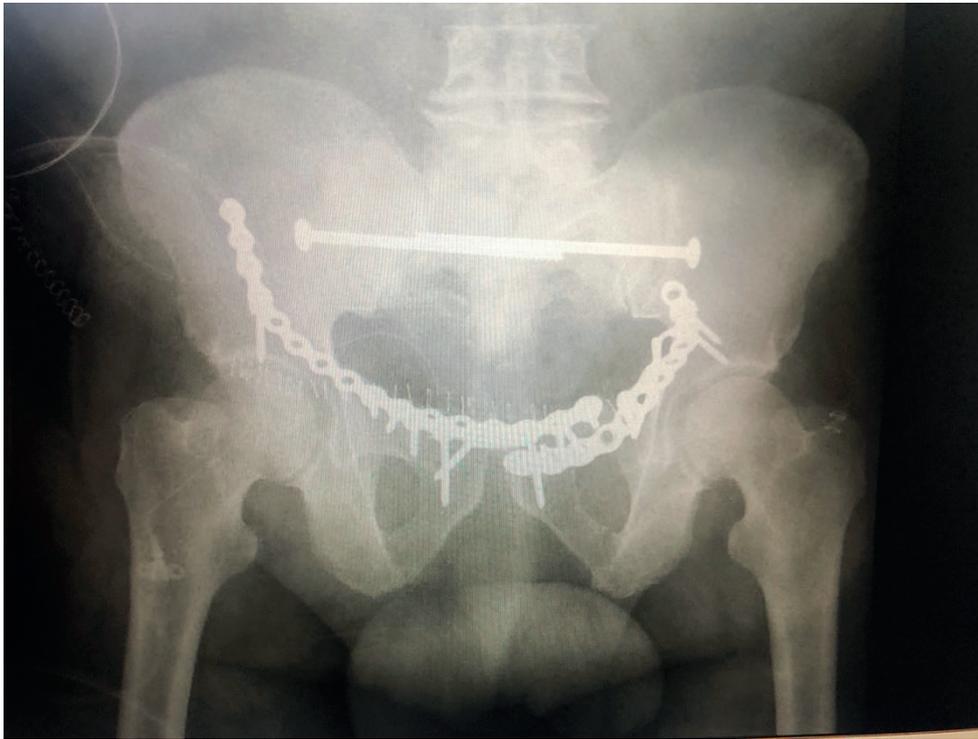
En UCI fue reanimado mediante infusión de hemoderivados (2 concentrados de hematíes, 1500 complejo protrombínico y 2gr fibrinógeno) junto con estabilización pélvica mediante cinturón pélvico, además de medidas de corrección-prevencción coagulopatía. Tras mejoría hemodinámica se realizó angioTAC para descartar sangrado arterial activo y se decidió realizar control de daños mediante la colocación de fijador externo de pelvis con dos pines supraacetabulares.

Diez días después de su llegada el paciente fue programado para realizar la fijación definitiva de la fractura de pelvis. Esta consistía en una fractura C2 de la Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO), por compresión anteroposterior (APC) III de Young-Burguess con una fractura vertical de sacro en la zona III de Dennis diastásada 7mm y que se extendía hasta vértebras coccígeas, acompañada de diástasis de la sínfisis púbica de 5 cm, fracturas de ambas ramas isquiopúbicas y fractura de la rama iliopúbica derecha en zona III de Nakatani. En ambos cotilos presentaba fracturas esenciales de la columna anterior según la clasificación de Judet-Letournel, con un trazo simple en el cotilo derecho y conminuto en el izquierdo.

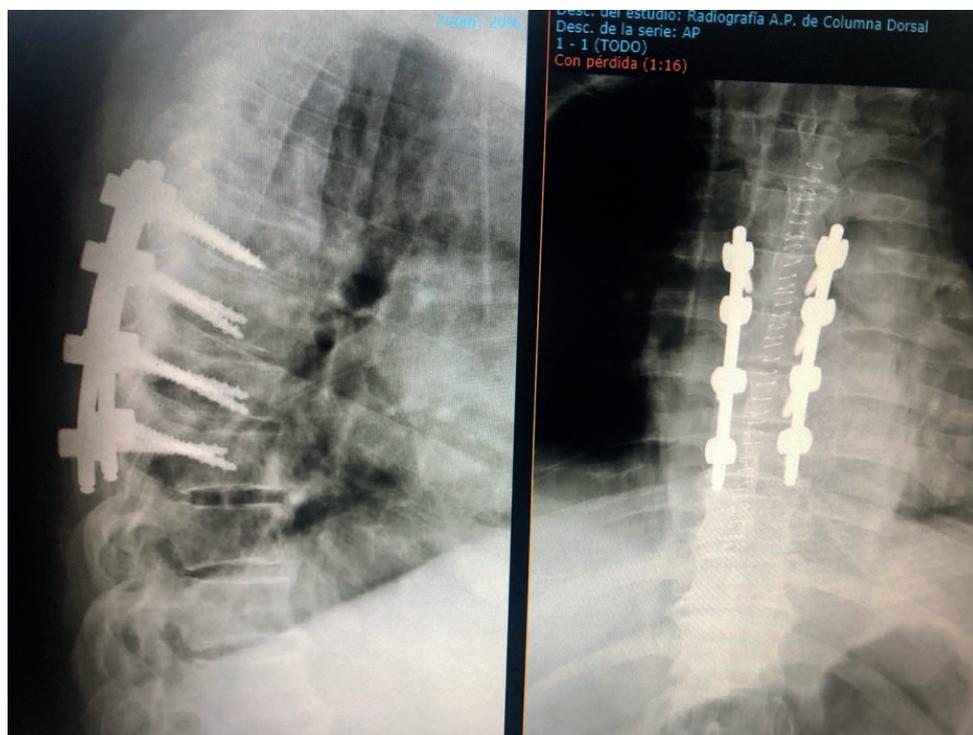
El paciente se colocó en mesa ortopédica radiotransparente en decúbito supino con un rulo bajo el sacro. Se realizó profilaxis antibiótica para pacientes con alto riesgo de infección con Teicoplanina 800mg y Cefepime 2g. En primer lugar se realizó un abordaje de Stoppa modificado bilateral y mediante una pinza Jungblut se redujo la diástasis púbica. Se fijó con una placa sinfisaria superior de 5 orificios. A continuación se desperiostizó la rama iliopúbica izquierda y se redujo la fractura con unas pinzas de hueso para finalmente fijarla con una placa suprapectínea preconformada. Seguidamente se desarrolló la primera ventana del abordaje ilioinguinal derecho para fijar la fractura de la rama iliopúbica derecha con una placa ileopectínea solapada en los tres agujeros centrales con la placa suprapectínea izquierda. Por último se cerró la fractura del sacro con dos tornillos sacroilíacos percutáneos. Durante toda la cirugía se utilizó el fluoroscopio (proyecciones posteroanterior, inlet, outlet, oblicua obturatriz, oblicua alar y lateral de sacro) para comprobar tanto la reducción correcta de las distintas fracturas como la adecuada colocación y longitud de las placas y los tornillos (Fig.

6). Debido a la mala situación respiratoria del paciente, que impedía su posición en decúbito prono, la fractura de columna se sintetizó en un segundo

tiempo mediante una artrodesis T5-T8 tipo Solero con tornillos de 5.5 (Fig. 7).



*Figura 7: Control radiográfico postquirúrgico tras osteosíntesis de pelvis*



*Figura 8: Control radiográfico postquirúrgico tras fusión lumbar*

## Resultados

El paciente continuó durante 2 semanas ingresado en UCI por regular función respiratoria. Fue desintubado 4 días después de la estabilización de la columna. A pesar de referir parestesias y dolor neuropático en pierna derecha, la exploración neurológica del momento constató que el paciente presentaba fuerza, sensibilidad y reflejos osteotendinosos de ambas piernas intactos. La rehabilitación, supervisada por un fisioterapeuta especializado en aparato locomotor comenzó con un primer periodo de movilizaciones pasivas de las caderas durante 3 semanas seguido de otro periodo de 3 semanas de potenciación muscular activa progresiva. A la doceava semana comenzó la carga y a caminar con andador. Tanto las parestesias como el dolor fueron tratadas con Pregabalina y han ido remitiendo.

## Discusión

La incidencia de las fracturas del anillo pélvico varía desde un 10 a un 45 % dependiendo de las distintas instituciones<sup>11, 14, 16, 23, 24, 25</sup>. Estas lesiones son generalmente fracturas por compresión que afectan el ala sacra o los agujeros foraminales en las fracturas por compresión lateral (OTA 61-B2)<sup>26</sup>, o disrupciones yuxtaarticulares a través de la articulación sacroilíaca en lesiones pélvicas por compresión anteroposterior (OTA 61-B1)<sup>14, 23, 26, 27</sup>. La incidencia de lesiones neurológicas en fracturas de pelvis fluctúa entre el 3% y el 15 %<sup>29</sup> y aumenta cuanto mayor sea la energía o el desplazamiento<sup>14, 25, 30</sup>.

Debido a su importante asociación con las raíces sacras, las fracturas de sacro se asocian a un incremento del riesgo de lesión neurológica entre un 34 % y un 50 %<sup>14, 16, 29-34</sup>. La orientación y localización del trazo de fractura sacro, tiene una importante relación con las lesiones neurológicas y con la estabilidad final del anillo<sup>14, 24, 30, 35, 36</sup>.

La lesión neurológica es el principal determinante de la calidad de vida del paciente tras un trauma sacro<sup>15, 38</sup>. Además, la gravedad de la lesión neurológica es indicativa de la extensión de la lesión sacra. En líneas generales es preciso un traumatismo de muy alta energía para romper las estructuras osteoligamentosas del sacro que pro-

tegen el plexo sacro y la cauda equina<sup>15, 39</sup>. La presencia y severidad de lesiones neurológicas se añade a la gravedad de la propia lesión pélvica, pudiendo ser un determinante para la realización de una cirugía emergente, sobre todo en aquellas lesiones neurológicas de evolución progresiva<sup>39</sup>. En muchas ocasiones, el mayor reto que lo supone realizar un diagnóstico adecuado ya que por una parte, la lesión puede provocar disfunciones intestinales o vesicales más difíciles de detectar que alteraciones de la extremidades y por otra la existencia de lesiones asociadas que ponen en peligro la vida, hacen que las lesiones neurológicas en muchas ocasiones sea pasadas por alto<sup>15</sup>.

Las lesiones neurológicas oscilan desde la lesión de una raíz aislada a un síndrome de cauda equina. La lesión de la raíz de L5 que se encuentra por encima de la vértebra S1 o a lo largo del aspecto anterior del ala sacra, puede dar lugar a déficits de la dorsiflexión del pie o alteraciones sensitivas en la parte lateral de la pantorrilla y en el dorso del pie<sup>15</sup>. Las lesiones de las raíces de S1 y S2 dan lugar a déficit en la abducción de la cadera y en la flexión plantar de tobillo. Desde el punto de vista sensitivo alteraciones en la parte posterior de muslo, pierna y aspecto lateral del pie así como afectación sensitiva en el área genital. Las raíces de L2 y L5 contribuyen poco a la actividad motora y función sensitiva de los miembros inferiores y su afectación se manifiesta como alteraciones de la función intestinal, vesical o sexual. Por esta razón, en muchas ocasiones estas lesiones pasan desapercibidas en la evaluación traumatológica inicial, y se ponen de manifiesto varios días o semanas después del traumatismo<sup>35</sup>. La rama externa de S2, S3 y S4 contribuyen a la formación del nervio pudendo, el cual es responsable de la sensibilidad de los genitales externos, y de la piel alrededor del ano y periné, así como del control motor del esfínter uretral y del esfínter anal externo<sup>15, 40</sup>. La raíz de S3 también está involucrada en la sensación de la parte craneal y medial del muslo. Las raíces S2 a S4 se relacionan con el control parasimpático de la vejiga y de la función rectal, así como del control simpático de la contracción del esfínter uretral y rectal<sup>15</sup>.

En su revisión de 776 pacientes con fracturas pélvicas, Denis et al<sup>16</sup> pusieron énfasis en la importancia del componente sacro en el pronóstico

de paciente. Clasificaron las fracturas sacras según la dirección, localización y nivel de la fractura (Figura 1), encontrando un mayor porcentaje de lesiones neurológicas en aquellas fracturas que se extienden hacia el canal sacro (Zona III: 56%) que aquellas que afectan al ala sacra (Zona I: 5.9 %). Las lesiones transforaminales (Zona II), tienen una incidencia intermedia entre la Zona I y Zona III (28 %), y aumenta si existe un desplazamiento cefálico de la fractura<sup>15, 25, 34</sup>. En consonancia con lo expuesto por Denis et al, Ebraheim y colaboradores<sup>41</sup> encontraron que 7 de los 8 paciente con fracturas en la Zona III de Denis tuvieron una pérdida completa de la función intestinal y de la vejiga, y 5 de los 8 pacientes tuvieron alteraciones en la función sexual. Los autores señalan también que la mayoría de las fracturas mediales al foramen tienen un componente transversal; aunque infrecuentes (1,4 % de todas las fracturas sacras), las fracturas longitudinales en el plano sagital del sacro sin componente transversal, raramente dan lugar a lesiones neurológicas<sup>42</sup>. Se han identificado casos individuales de este subgrupo de fracturas mediales a la Zona III de Denis, que como hemos indicado, son menos vulnerables a la aparición de lesiones neurológicas<sup>18, 20-22, 43, 44</sup>. Esta variante suele observarse en fracturas de pelvis por compresión antero posterior, en el que la fractura longitudinal en el plano sagital se extiende por el canal sacro. El desplazamiento es por rotación externa de cada hemipelvis, actuando como bisagra los elementos centrales del sacro, y produciéndose el desplazamiento a través de los cuerpos vertebrales del sacro. Solo en 2 casos de los 10 revisados por Bellabarba et al<sup>14</sup> se encontraron lesiones neurológicas irreversibles<sup>27, 44</sup>. Uno de los pacientes tenía un neuro-eje que se extendía hasta S2 y una fractura conminuta del sacro con compresión tanto del canal sacro como de los forámenes<sup>27</sup>, lo que la diferencia de la descrita en nuestro caso clínico. El segundo caso tenía un factor independiente de riesgo neurológico tras haber sufrido una fractura abierta de pelvis, que asociaba diástasis púbica y desplazamiento cefálico de la hemipelvis que permaneció sin reducir<sup>44</sup>, otra característica diferenciadora de nuestro caso.

Las raíces sacras son relativamente móviles dentro del canal espinal, lo cual las protege de lesionarse en este tipo de fracturas, sobre todo en

lesiones por tracción o compresión. Esto no sucede en los forámenes ni en la escotadura ciática mayor, donde la posibilidad de lesión de las raíces es bastante mayor<sup>35, 45</sup>. La ausencia de compromiso del canal sacro y el mantenimiento de la relación espacial entre los neuroforámenes y la escotadura ciática mayor puede ser responsable del menor porcentaje de lesiones del plexo sacro y de las raíces<sup>22, 35, 46</sup>. Hay que tener en cuenta además, que con este patrón longitudinal de fractura, la lesión bilateral de las raíces sacras necesaria para que se produzca una disfunción del intestino o de la vejiga es menos probable que en los patrones trasversos u oblicuos de las fracturas sacras, o en aquellas en las que haya compromiso del canal sacro<sup>20, 22</sup>.

Con la excepción de patrones de fracturas más complejas, generalmente aquellas con un componente transversal muy desplazado, el tratamiento de las fracturas sacras están supeditadas al tratamiento de la disrupción del anillo pélvico asociado<sup>14, 16, 23, 24, 45</sup>. El tratamiento conservador se emplea en fracturas de pelvis con diástasis mínima<sup>22</sup>, mientras que el tratamiento quirúrgico es efectivo en lesiones inestables rotacionalmente con una diástasis púbica importante<sup>18, 20, 44</sup> como es el caso descrito en este artículo. En la revisión de Bellabarba et al<sup>14</sup> solo 1 de los pacientes fue tratada de forma conservadora, permitiéndose la carga cuando su situación clínica fue favorable. Los 9 pacientes restantes se trataron de forma quirúrgica, 9 mediante fijación interna y 1 mediante fijación externa. Las indicaciones quirúrgicas para esta variante de fracturas, son las mismas descritas que para las fracturas pélvicas por compresión anteroposterior estables verticalmente, con una rotura del complejo sacroiliaco<sup>47</sup>. De hecho, debido a las características de hueso esponjoso de la superficie de fractura, es esperable que la consolidación de anillo posterior con un patrón de fractura longitudinal en la línea media sea más rápido que en el patrón clásico de disrupción sacroiliaca. Bellabarba et al<sup>14</sup>, exponen en su revisión que no realizan osteosíntesis de los elementos posteriores por las especiales características de estas fracturas. En nuestro caso, a pesar de las características descritas del hueso, se realiza una osteosíntesis con dos tornillos canulados bilaterales en S1 de forma percutánea, fijando así el anillo posterior.

No queda nada claro por que se produce una fractura en la línea media del sacro, en vez de en el complejo sacroiliaco que es mucho más vulnerable. Parece ser que cuando este complejo no falla, se produce una tensión en la zona anterior del sacro que llega a producir una fractura longitudinal del mismo, actuando los elementos posteriores como visagra. Al igual que lo observado en el estudio de Bellabarba et al<sup>14</sup>, no hemos podido observar ninguna anomalía en el sacro de nuestro paciente. En 2 casos revisados para nuestro trabajo, si que se observaron alteraciones óseas del mismo<sup>18, 43</sup>. En las series revisadas los principales mecanismos lesivos eran las caídas desde gran altura sobre las nalgas, o accidentes de tráfico, fundamentalmente de motocicleta, que parece predisponer a este tipo de fracturas, muy probablemente en relación con el traumatismo directo de la pelvis contra el depósito de gasolina de la motocicleta.

Las disfunciones sexuales han sido descritas asociadas a las fracturas pélvicas (10%-34%), siendo especialmente comunes en las fracturas por compresión anteroposterior<sup>25, 30, 49</sup>. No está claro el mecanismo de lesión, es decir, no se sabe si está en relación con la lesión de las raíces sacras o el plexo sacro, o como afirma Gibson<sup>50</sup>, con una trombosis de las arterias del perineo. Los nervios periféricos que inervan las vísceras pélvicas están en íntima relación con el suelo pélvico, por lo que sus lesiones graves están asociadas con las fracturas por compresión anteroposterior de la pelvis y pueden influir en la alta incidencia de disfunciones sexuales observadas tras este tipo de fracturas.

Otras complicaciones asociadas a las fracturas de sacro son la presencia de un sangrado activo, sobre todo cuando se asocia a fracturas pélvicas<sup>15</sup> que, como en nuestro caso, precisó una estabilización previa mediante fijación externa. Debido a la los tejidos que rodean la pelvis son vulnerables y a que se trata generalmente de traumatismos de alta energía, pueden aparecer importantes lesiones de partes blandas o incluso a fracturas abiertas francas. Éstas suelen ser fracturas abiertas tipo IIIA, que tienen comunicación directa con la piel, el recto o la vagina. Existe un tipo particular de lesiones de partes blandas que son lesiones en el plano de la fascia muscular por degloving denominadas lesiones de Morel-Lavellée<sup>15, 51</sup>.

Por último, es muy importante descartar, frac-

turas vertebrales, fracturas de huesos largos y por supuesto lesiones de vísceras. Totterman et al identificaron que las lesiones asociadas más frecuentes eran las de miembros inferiores y viscerales, la siguen las lesiones de miembro superior, las de columna y por último las de cabeza y tórax<sup>52</sup>. La lesión más frecuente en miembro inferior era el fémur, la víscera lesionada más frecuentemente era el hígado. El húmero era el hueso del miembro superior que con más frecuencia se veía afectado. Las lesiones vertebrales se localizaban fundamentalmente en la charnela toracolumbar. Finalmente la contusión cerebral y el neumotórax eran las lesiones más frecuentemente observadas en cabeza y tórax en este tipo de pacientes.

## Conclusión

Las fracturas de pélvicoacetabulares con lesión longitudinal en el plano sagital del sacro, son un tipo de lesión muy poco frecuente de la Zona III de Denis. Aunque son fracturas que asocian un menor número de lesiones neurológicas que las localizadas en los forámenes o aquellas con componente transversal del sacro, pueden presentarlas ensombreciendo gravemente el pronóstico y la calidad de vida del paciente. Las lesiones más comunes afectan al intestino y al sistema genito-urinario, lo cual tenemos que tener presente a la hora de valorar estos pacientes para evitar que pasen desapercibidas.

## Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Sevillano (Hospital Carlos Haya, Málaga) así como al personal de enfermería participante en la cirugía y seguimiento del paciente su colaboración.

## Bibliografía

1. Coccolini F, Stahel P, Montori G et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. World Journal of Emergency Surgery (2017) 12; 5: 1-18 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Pelvic+trauma%3A+WSES+classification+and+guidelines.+World+Journal+of+Emergency+Surgery>
2. Arvieux CT, Broux C et al. Current management of severe pelvic and perineal trauma. J Visc Surg.

2012; 149: e227-38. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22818970>

3. Cullinane DC, Schiller HJ, Zielinski MD et al. Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guidelines for hemorrhage in pelvic fracture update and systematic review. J Trauma. 2011; 71:1850-1858 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Association+for+the+Surgery+of+Trauma+practice+management+guidelines+for+hemorrhage+in+pelvic+fracture+update+and+systematic+review>

4. Grotz MR, Allami MK, Harwood P, et al. Open pelvic fractures epidemiology, current concepts of management and outcome. Injury 2005; 36: 1-13 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Open+pelvic+fractures+epidemiology%2C+current+concepts+of+management+and+outcome>

5. Magnore A, Coccolini F, Manfredi R et al. Management of hemodynamically unstable pelvic trauma: results of the first Italian consensus conference (cooperative guidelines of the Italian Society of Emergency Surgery and Trauma, the Italian Society of Anesthesia, Analgesia, Resuscitation and Intensive Care, the Italian Society of Orthopedics and Traumatology, the Italian Society of Emergency Medicine, the Italian Society of Medical Radiology – Section of Vascular and Interventional Radiology – and the World Society of Emergency Surgery). World J Emerg Surg 2014; 9: 18 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=anagement+of+hemodynamically+unstable+pelvic+trauma%3A+results+of+the+first+Italian+consensus+conference>

6. Guerado E. Tratamiento de las fracturas de pelvis con fractura de raquis y de extremidades. En: Guerado E (ed). Curso AO avanzado. Politraumatismo con lesiones del esqueleto axial. Fracturas de pelvis y raquis con fractura de extremidades. DVD AO Foundation, 2009.

7. Perkins ZB, Maytham GD, Koers L et al. Impact on outcome of a targeted performance improvement programme in haemodynamically unstable patients with pelvic fracture. Bone Joint J. 2014; 96- B: 1090-7 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25086126>

8. Biffi WL, Smith WR, Moore EE et al. Evolution of a multidisciplinary clinical pathway for the management of unstable patients with pelvic fractures. Ann Surg. 2001; 233: 843-50 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1421328/>

9. Goslings JC, Ponsen KJ, van Delden OM. Injuries to the pelvis and extremities. In: ACS Surgery: principles and Practice: Decker Intellectual Properties. 2013.

10. Guerado E, Cano JR, Zamora P. Asociaciones complejas de fracturas de pelvis y acetábulo. Fracturas simultaneas de pelvis, acetábulo, raquis y extremidades. En: Gerado E, Stover MD (eds). Fracturas del pelvis y acetábulo. Monografías AAOS-SECOT. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010: 61-66

11. Medelman JP. Fractures of Sacrum: their incidence in fractures of sacrum. J Trauma 1984; 24: 435-437.

12. Fallon B, Went JC, Hawtrey CE. Urological injury and assesment in patients with fractured pelvis. J Urol 1984; 131: 712-714 <https://www.auajournals.org/doi/abs/10.1016/S0022-5347%2817%2950592-3>

13. Kusty RL, Robinson LR, Routt ML Jr, Lum-bosacral plexopathy in pelvic trauma. Muscle Nerve 2000; 23: 1757-1760 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11054756>

14. Bellabarba C, Stetwart JD, Ricci WM et al. Mid-line Sagittal Sacral Fractures in Anterior-Posterior Compression Pelvic ring Injuries. J Orthop Trauma 2003; 17:1: 32-37 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12499965>

15. Rodrigues-Pinto R, Kurd MF, Schroeder GD et al. Sacral Fractures and Associated Injuries. Global Spine Journal 2017 7(7): 609-616 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28989838>

16. Denis F, Davis S, Comfort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. Clin Orthop 1988; 227: 67-81 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3338224>

17. Mehta S, Auerbach JD, Born CT et al. Sacral fractures. J Am Acad Orthop Surg 2006; 14 656-665 [https://journals.lww.com/jaaos/Abstract/2006/11000/Sacral\\_Fractures.9.aspx](https://journals.lww.com/jaaos/Abstract/2006/11000/Sacral_Fractures.9.aspx)

18. Carter TR, Lambert K. Pubic diastasis with longitudinal fracture of the sacral body: case report. J Trauma 1990; 30: 627-629 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8145341>

19. Ebraheim NA, Savolaine ER, Skie MC et al. Longitudinal fracture of the sacrum: case report. J Trauma 1994; 36: 447-450 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8145341>

20. Hatem SF, West OC. Vertical fracture of the central sacral canal: plane and simple. J Trauma 1996; 40: 138-140 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8576979>

21. Krezel T. Su un particolare tipo di frattura verticale del sacro. Minerva Ortop 1967; 18: 112-113

22. Wiesel SW, Zeide MS, Terry RL. Longitudinal fractures of the sacrum: case report. J Trauma 1979; 19: 70-71 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8145341>

23. Bonnin JG. Sacral fractures and injuries to the cauda equina. J Bone Joint Surg Br 1945; 27: 1113-127 [https://journals.lww.com/jbjsjournal/Abstract/1945/27010/SACRAL\\_FRACTURES\\_AND\\_INJURIES\\_TO\\_THE\\_CAUDA\\_EQUINA.12.aspx](https://journals.lww.com/jbjsjournal/Abstract/1945/27010/SACRAL_FRACTURES_AND_INJURIES_TO_THE_CAUDA_EQUINA.12.aspx)

24. Gibbons KJ, Soloniuk DS, razark N. Neurological injury and patterns of sacral fractures. J Neurosurg 1990; 72: 889-893 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2338573>

25. Huittinen VM, Slati P. Nerve injury in double vertical pelvic fractures. Acta Chir Scand 1972; 138: 571-575 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5084299>

26. Orthopedic Trauma Association. Fracture and Dislocation Compendium. J Orthop Trauma 1996; 10: 66-70. <https://ota.org/research/fracture-and-dislocation-compendium>

27. Dommissie GF. Diametric fractures of the pelvis. *J Bone Joint Surg Br* 196; 42: 432-443 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13723656>
28. Tile M. Pelvic fractures: operative vs nonoperative treatment. *Orthop Clin North Am* 1980; 11: 423-464 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7413169>
29. Failing MS, McGanaty PL. Unstable fractures of the pelvic ring. *J of Bone Joint Surg Am* 1992; 79A: 781-791 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1624495>
30. Majeed SA. Neurologic deficits in major pelvic injuries. *Clin Orthop* 1992; 282: 222-228 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1516317>
31. Goddel CL. Neurological deficits associated with pelvic fractures. *J Neurosurg* 1966; 24: 837-842 <https://thejns.org/abstract/journals/j-neurosurg/24/5/article-p837.xml>
32. Scheid K, Tile M, Kellam JF. Open reduction internal fixation of pelvic ring fractures. *J Orthop Trauma* 1991; 5: 226 [https://journals.lww.com/jorthotrauma/Citation/1991/05020/Open\\_Reduction\\_Internal\\_Fixation\\_of\\_Pelvic\\_Ring.48.aspx](https://journals.lww.com/jorthotrauma/Citation/1991/05020/Open_Reduction_Internal_Fixation_of_Pelvic_Ring.48.aspx)
33. Slativ P, Huittinen VM. Double vertical fractures of the pelvis: a report on 163 patients. *Acta Chir Scand* 1972; 138: 799-807 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4641153>
34. Templeman D, Goulet J, Duwelius PJ et al. Internal fixation of displaced fractures of the sacrum. *Clin Orthop* 1996; 329: 180-185 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8769449>
35. Fountain SS, Hamilton RD, Jameson RM. Transverse fractures of the sacrum: a report of six cases. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59: 486-489 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/863942>
36. Schidel HH, Smith DA, Kristiansen TK. Sacral fractures. *Neurosurgery* 1984 <https://academic.oup.com/neurosurgery/article-abstract/15/5/735/2745202>
37. Vaccaro AR, Kim DH, Brodke DS et al. Diagnosis and management of sacral spine fractures. *Instr Course Lect*. 2004; 53: 375-385 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15116628>
38. Gribnay AJ, Van Hensbroek PB, Haverlag R. U-shaped sacral fractures. Surgical treatment and quality of life. *Injury* 2009; 40: 1040-1048. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19442971>
39. Lehman RA, Kang DG, Bellabarba C. A new classification of lumbosacral injuries. *Spine J*. 2012; 12: 612-628 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22964014>
40. Schilder OS, Watura R, Cobby M. Sacral insufficiency fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2007; 15: 339-346 <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/230949900701500320>
41. Ebraheim NA, Biyani A, Salpietro B. Zone III fractures of the sacrum. A case report. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996; 21: 2390-2396 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8915079>
42. Bellabarba C, Stewart JD, Ricci WM et al. Midline sagittal sacral fractures in anterior-posterior compression pelvic ring injuries. *J Orthop Trauma*. 2003; 17: 32-37 [https://www.researchgate.net/publication/10975336\\_Midline\\_Sagittal\\_Sacral\\_Fractures\\_in\\_Anterior-Posterior\\_Compression\\_Pelvic\\_Ring\\_Injuries](https://www.researchgate.net/publication/10975336_Midline_Sagittal_Sacral_Fractures_in_Anterior-Posterior_Compression_Pelvic_Ring_Injuries)
43. Dommissie GF. Diametric fractures of the pelvis. *J Bone Joint Surg Br* 1960; 42: 432-443 <https://online.boneandjoint.org.uk/doi/abs/10.1302/0301-620X.42B3.432>
44. Moed BR, Morawa LG. Displaced midline longitudinal fracture of the sacrum. *J Trauma* 1984; 24: 437-437 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6716523>
45. Kellam JF. Sacral fractures. In: Tile M ed. *Fractures of pelvis and acetabulum*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1995: 200-209
46. Harris WR, Rathbun JB, Worthman G et al. Avulsion of lumbar roots complicating fracture of the pelvis. *J Bone Joint Surg Am* 1973; 55: 1436-1442. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4202277>
47. Pennal GF, Tile M, Waddell JP et al. Pelvic disruption: assesment and classification. *Clin Orthop* 1980; 151: 12-21 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7418295>
48. Wild J, Hanson G, Tullos H: Unstable fractures of the pelvis treated by externa fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1982; 64: 1010-1020 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7118964>
49. Patterson BM. Pelvic ring injury and associated urologic trauma and orthopedic perspective. *Semin Urol* 1995; 13: 25-33. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7597349>
50. Gibson GR. Impotence following fractured pelvis and ruptured urethra. *Br J Urol* 1970; 42: 86-88 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5435706>
51. Hank DJ, Olson SA, Matta JM. Diagnosis and mangement of closed internal degloving injuries associated with pelvic and acetabular fractures: the Morel. Lavalée lesión. *J Trauma*. 1997; 42: 1046-1051 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9210539>
52. Totterman A, Glott T, Madsen JE et al. Unstable sacral fractures: associated injuries and morbidity at 1 year. *Spine (Phila PA 1976)*. 2006; 31: E628-E635 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16915078>