



## Artigo original

# Estabilização sacroilíaca percutânea guiada por tomografia computadorizada nas fraturas pélvicas instáveis: uma técnica segura e precisa



Govind Gandhi<sup>a</sup>, Mayank Vijayvargiya<sup>a</sup>, Vivek Shetty<sup>a,\*</sup>, Vikas Agashe<sup>a</sup>, Shailendra Maheshwari<sup>b</sup> e Joseph Monteiro<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Hinduja National Hospital, Department of Orthopaedics, Mumbai, India

<sup>b</sup> Hinduja National Hospital, Department of Radiodiagnosis, Mumbai, India

<sup>c</sup> Hinduja National Hospital, Department of Anaesthesiologist, Mumbai, India

### INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 27 de dezembro de 2016

Aceito em 2 de março de 2017

Palavras-chave:

Parafusos ósseos

Fixador externo

Fixação interna de fraturas

Fraturas ósseas

Ossos pélvicos

### R E S U M O

**Objetivo:** O uso de redução aberta e fixação interna (RAFI) em lesões pélvicas instáveis está associado a hemorragia ampla, lesão neurovascular iatrogênica e infecção. Além disso, os parafusos sacroilíacos (SI) são colocados às cegas – o procedimento é guiado principalmente pela palpação e triagem radiológica bidimensional, o que exige especialização. A complexa anatomia tridimensional da articulação SI e sua proximidade com a estrutura neurovascular requerem o uso de uma técnica segura e precisa. A estabilização da articulação SI guiada por tomografia computadorizada (TC) permite uma avaliação intraoperatória precisa do posicionamento do parafuso. Este estudo demonstrou uma técnica, guiada por TC, de redução fechada e fixação da articulação SI com parafusos em fraturas pélvicas instáveis.

**Métodos:** Estudo de coorte retrospectivo, não randomizado, feito em um hospital terciário. Seis pacientes com fraturas pélvicas instáveis foram operados. A borda anterior foi estabilizada primeiro por RAFI com placa nos aspectos superior e anterior da sínfise púbica. Então, a estabilização posterior foi feita de forma percutânea, guiada por TC, com um parafuso esponjoso canulado de 7 mm.

**Resultados:** O tempo médio de cirurgia foi de 48 min (35-90 min); a dose média efetiva de radiação foi de 9,32 (4,97-13,27) e o seguimento médio foi de 26 meses (6-72 meses). Todos os pacientes apresentaram cura satisfatória, com redução quase anatômica e sem complicações, exceto em um caso em que a placa quebrou 61 meses após a cirurgia, sem a necessidade de intervenção. O escore EVA médio no seguimento final foi de 1,8 e todos os pacientes retornaram às suas ocupações originais sem quaisquer limitações.

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2017.03.013>.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [vivshetty7777@gmail.com](mailto:vivshetty7777@gmail.com) (V. Shetty).

<https://doi.org/10.1016/j.rbo.2017.03.005>

0102-3616/© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Conclusão:** A estabilização da articulação SI guiada por TC apresenta muitas vantagens, inclusive um posicionamento seguro e preciso do parafuso, redução do tempo de cirurgia, diminuição da perda de sangue, fixação definitiva precoce, mobilização imediata e redução no número de infecções e complicações da ferida cirúrgica.

© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## CT-guided percutaneous sacroiliac stabilization in unstable pelvic fractures: a safe and accurate technique

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Bone screws  
External fixators  
Fracture internal fixation  
Bone fractures  
Pelvic bones

**Objective:** The use of open reduction and internal fixation (ORIF) for unstable pelvic injuries is associated with extensive blood loss, iatrogenic neurovascular injury, and infection. Moreover, the placement of sacroiliac (SI) screws is a blinded procedure, guided primarily by palpation and two-dimensional radiological screening, which demands expertise. The complex three-dimensional anatomy of SI joint and its proximity to neurovascular structure require a safe and precise technique. Computed tomography (CT)-guided SI joint stabilization allows an accurate intra-operative assessment of screw placement. This study demonstrated a technique of CT-guided closed reduction and screw fixation of the SI joint in unstable pelvic fractures.

**Methods:** This was a retrospective non-randomized cohort study conducted at a tertiary care hospital. Six patients with unstable pelvic fractures were operated; the anterior rim was stabilized first by ORIF with plate on the superior and anterior aspects of the pubic symphysis. Subsequently, the posterior stabilization was made percutaneously under CT guidance with a 7-mm cannulated cancellous screw.

**Results:** The mean operative time was 48 min (35–90 min), the mean effective radiation dose was 9.32 (4.97–13.27), and the mean follow-up was 26 months (6–72 months). All patients had satisfactory healing, with near-anatomic reduction and no complications, except in one case where the plate broke at 61 months post surgery, but no intervention was required. The mean VAS score at the final follow-up was 1.8, and all patients returned to their original occupation without any limitations.

**Conclusion:** CT-guided SI joint stabilization offers many advantages, including safe and accurate screw placement, reduced operating time, decreased blood loss, early definitive fixation, immediate mobilization, and fewer infections and wound complications.

© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introdução

Fraturas pélvicas instáveis são comumente associadas a traumas de alta energia, com uma taxa de mortalidade e morbidade que pode atingir entre 10% e 52%. As causas da mortalidade são, principalmente, hemorragia excessiva, doença tromboembólica, sepse decubital e disfunção múltipla de órgãos.<sup>1</sup> O tratamento não cirúrgico é particularmente decepcionante, pois está frequentemente associado a consolidação viciosa, dor lombar e sacral tardia e discrepância no comprimento das pernas. O tratamento definitivo precoce reduz o risco de complicações imediatas, morbidade e mortalidade. Os métodos mais usados são redução aberta e fixação interna (RAFI) de lesão anterior e posterior. Esses procedimentos exigem uma exposição cirúrgica extensa e, portanto, não podem ser aplicados no estágio agudo do tratamento, particularmente em lesões múltiplas. As complicações mais comuns

são perda de sangue extensiva, lesões iatrogênicas neurológicas e vasculares e infecção pós-operatória. Além disso, a colocação do parafuso sacroilíaco é um procedimento relativamente cego, guiado principalmente pela palpação, o que exige expertise.<sup>2</sup> A fixação percutânea do parafuso sacroilíaco sob fluoroscopia é outro método de estabilização posterior do anel pélvico instável.<sup>3</sup> As vantagens desse método incluem invasão mínima das partes moles envolvidas, perda de sangue reduzida e diminuição das taxas de infecção. Por outro lado, o método não apresenta precisão para a estabilização da fratura em camadas mais profundas. O risco potencial de lesão na raiz do nervo L5 anterior ao sacro, o nervo S1 no seu canal neural e nos vasos ilíacos permanece.<sup>4</sup> Esses problemas são superados na fixação percutânea guiada por tomografia computadorizada (TC). Essa técnica apresenta a vantagem de visualização direta da trajetória dos parafusos, aumenta a precisão da colocação do parafuso e reduz a taxa de complicações na ferida. Ela permite a reabilitação precoce e a



Figura 1 – Radiografia pré-operatória da pelve.

mobilização do paciente, reduz o risco de complicações. Esse procedimento exige um cirurgião experiente e uma equipe bem coordenada.<sup>5,6</sup> O objetivo deste artigo é demonstrar, passo a passo, a técnica operatória para a fixação sacroilíaca guiada por TC para melhorar a precisão da colocação do parafuso e reduzir a taxa de complicações.

### Material e métodos

Seis pacientes com lesão pélvica instável foram atendidos no presente hospital com abertura da sínfise púbica e lesão articular sacroilíaca. Observou-se hematoma escrotal em dois pacientes, um com lesão extraperitoneal da bexiga e outro com ferida lacerada sobre o períneo. Outro paciente apresentou, além da lesão pélvica, fratura da diáfise lateral do fêmur e fratura do planalto tibial no mesmo lado.

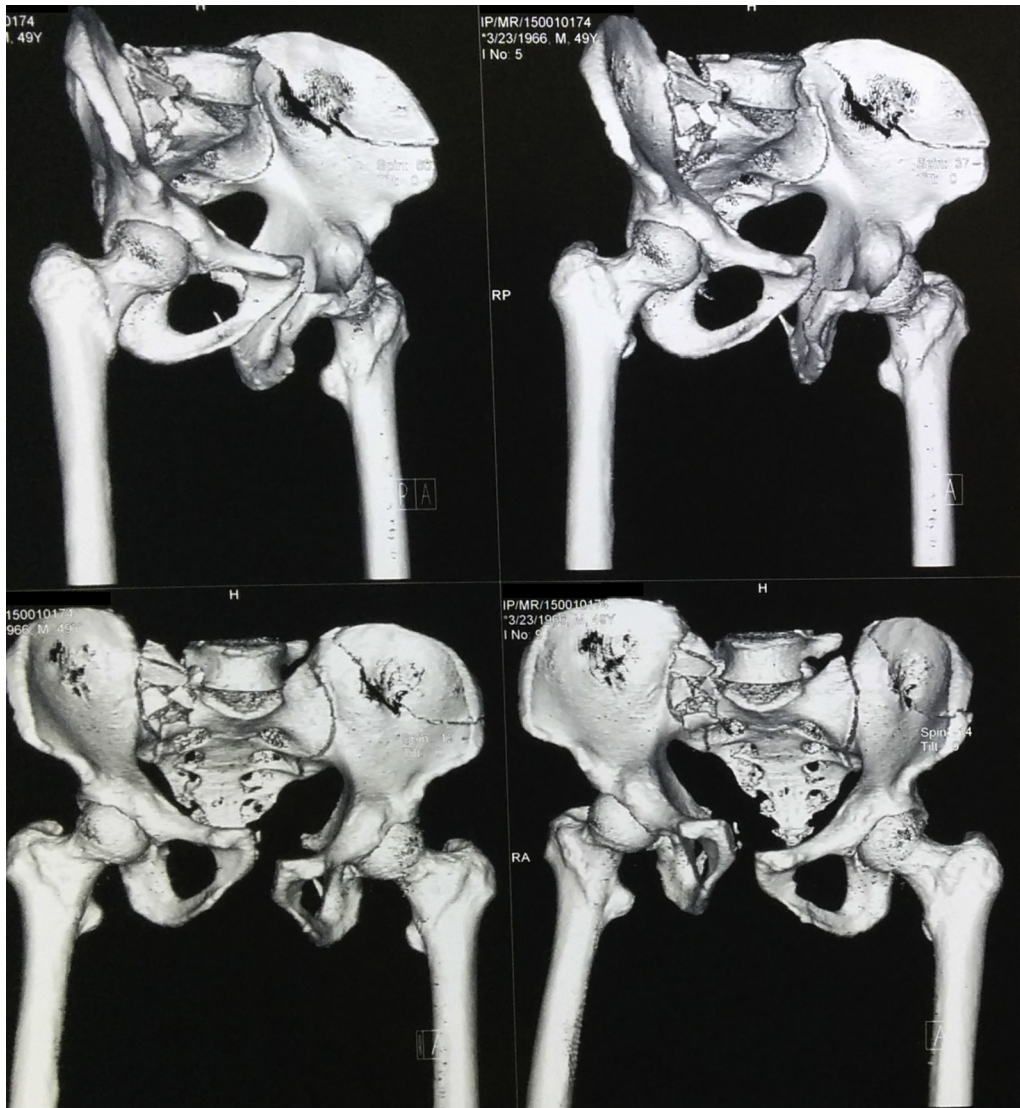
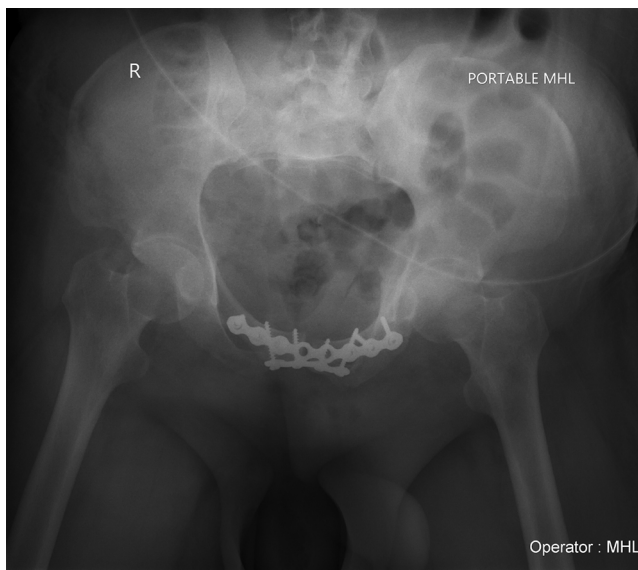


Figura 2 – Imagens de tomografia computadorizada 3D, indicam lesões AO tipo 61-C1.3.



**Figura 3 – Radiografias anteroposteriores após estabilização anterior da pelve.**

#### Lesões

Dos seis casos, quatro apresentaram trauma de alta energia devido a acidente de trânsito, um caso foi causado por acidente ferroviário e um caso, por queda de altura. Todos os pacientes incluídos na série de casos apresentaram lesão pélvica unilateral verticalmente instável (AO-61-C1); três casos foram subclassificados como AO 61-C1.2 e três como AO 61-C1.3. Dos três casos AO 61-C1.2, um sofreu uma fratura-luxação transilíaca posterior (fratura crescente) com deslocamento completo da articulação sacroilíaca; luxação pura da articulação sacroilíaca foi observada em dois casos. Anteriormente, a abertura da sínfise sem fratura de ramo

associada foi observada em um caso e a abertura de sínfise com fratura contralateral superior e inferior de ramo púbico foi observada em dois casos. Posteriormente, verificou-se uma fratura do sacro completamente instável em todos os casos com AO 61-C1.3 com abertura de sínfise anterior sem fratura de ramos em um caso, fratura contralateral de ramo púbico superior e inferior em um caso e fratura ipsilateral de ramo púbico superior e inferior em um caso.

Após ressuscitação primária, o rebordo pélvico anterior foi fixado por RAFI em todos os pacientes com duas placas de reconstrução de 3,5 mm na superfície anterior e superior da sínfise púbica. Na fase seguinte, a estabilização sacroilíaca guiada por TC foi feita com um parafuso esponjoso canulado de 7 mm em dois casos e dois parafusos em quatro casos. Esses seis pacientes formam a base do presente artigo.

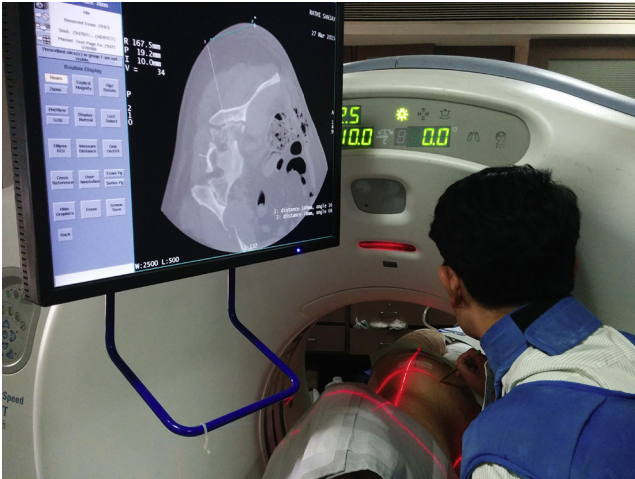
#### Descrição da técnica

Radiografia pélvica de um paciente do sexo masculino de 40 anos que sofreu lesão na pelve após um acidente de trânsito (fig. 1). A TC indicou fratura vertical do sacro completamente instável e abertura anterior da sínfise púbica (AO tipo 61-C1.3; fig. 2).

Uma cinta pélvica temporária foi aplicada para criar o efeito de tamponamento externo. A lesão da bexiga foi diagnosticada e corrigida pelo urologista. No primeiro momento, a borda anterior foi estabilizada por redução aberta e fixação interna com placas no aspecto superior e anterior da sínfise púbica (fig. 3). Na segunda etapa, as equipes de anestesiologia e radiologia intervencionista atuaram de forma coordenada para a fixação sacroilíaca guiada por TC. O paciente foi anestesiado no departamento de TC, na maca, foi então deslocado para a mesa de TC e posicionado com o lado acometido para cima (fig. 4). Quando a posição de trabalho foi alcançada, obtiveram-se imagens axiais na área de interesse para determinar o local de incisão e o ângulo em que o fio-guia deveria ser inserido



**Figura 4 – Posicionamento do paciente na mesa de tomografia computadorizada.**



**Figura 5 – Marcação do ponto de entrada da pele sob orientação de tomografia computadorizada.**

(figs. 5 e 6). Os pontos de entrada foram marcados na pele (fig. 7).

#### Procedimento

A pele foi preparada e coberta de forma estéril (fig. 8). O local da incisão na pele foi reconfirmado com o guia a laser. Foi feita uma incisão cutânea de aproximadamente 1cm. Um pino-guia foi inserido pela pele em direção ao córtex externo da parede lateral do ílio, seguiu o ângulo previamente definido. Imagens de TC foram usadas para definir a trajetória do pino (fig. 9). O pino-guia foi avançado dentro da zona segura (fig. 10). Imagens de TC em intervalos limitados foram obtidas para confirmar se o pino



**Figura 6 – Imagens de tomografia computadorizada axial mostram a trajetória desejada do pino-guia.**



**Figura 7 – Ponto de entrada marcado na pele.**

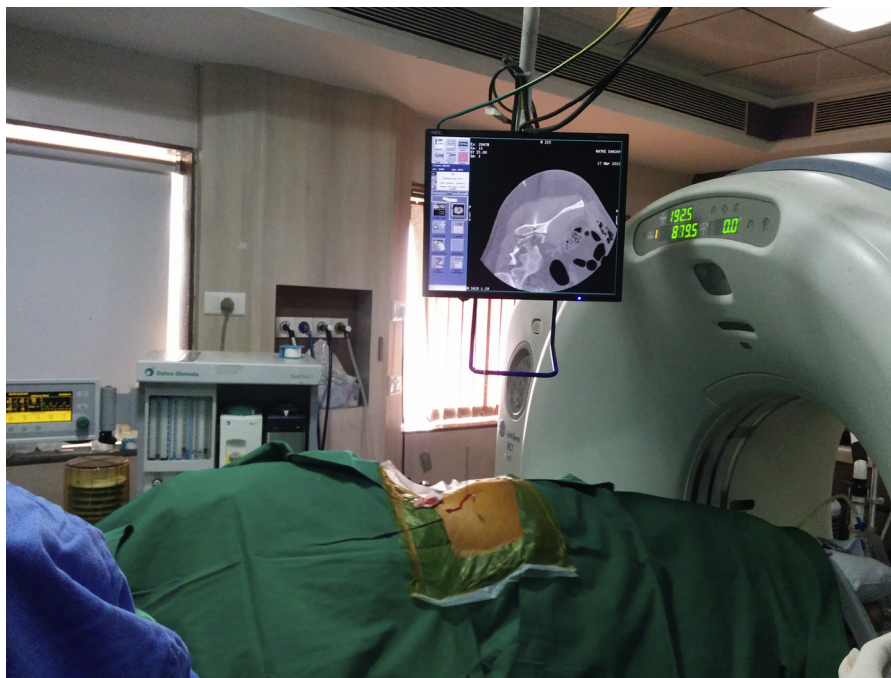
havia seguido a rota desejada, de forma a fornecer espaço suficiente para o parafuso sem violar os forames sacrais (fig. 10). O comprimento do parafuso foi determinado com o modo de medida do tomógrafo (fig. 11). Um parafuso esponjoso canulado de 7 mm com arruela foi inserido no fio-guia (fig. 12). A posição do parafuso foi confirmada com imagens de TC limitadas (fig. 13A). O procedimento durou 1 h e transcorreu sem complicações. As radiografias pós-operatórias indicaram boa redução (figs. 13B e 14); no seguimento final de um ano, o paciente apresentava boa mobilização, sem queixas, e retornou ao nível de atividade pré-lesão. Radiologicamente, observou-se boa consolidação e não foram observadas complicações relacionadas com os parafusos (fig. 15).

#### Dose de radiação

A dose efetiva de radiação (E) {mSv} usada durante o procedimento foi calculada pela seguinte fórmula:

$$E = DLP \times T$$

onde DLP {mG cm} (produto dose-comprimento) é a adição de todos os valores de DLP do procedimento de fixação da articulação sacroilíaca guiada pela TC e T (fator de ponderação do tecido) caracteriza a capacidade de carga das regiões do corpo.

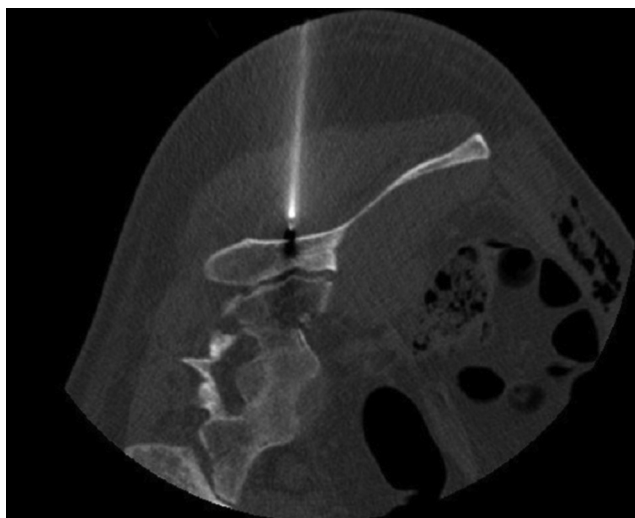


**Figura 8 – Paciente preparado e coberto.**

## Resultados

O seguimento médio foi de 26 meses (intervalo: 6-72 meses). Todas as fraturas cicatrizaram de forma satisfatória e nenhuma delas mostrou evidências de instabilidade pélvica ou complicações relacionadas ao parafuso, tais como quebra ou migração. O valor médio da EVA no seguimento final foi de 1,8; todos os pacientes retornaram às suas ocupações originais sem quaisquer limitações. Nenhum paciente reclamou de dor incapacitante na região sacroilíaca sob estresse físico. Em um caso, observou-se ruptura da placa

anterior fixada na superfície superior da sínfise púbica aos 61 meses após a cirurgia, mas não foi necessária intervenção. A duração média do procedimento de fixação sacroilíaca guiada por TC foi de 48 min (35-90 min), a duração do primeiro caso foi de 90 min, eventualmente reduzida para 35 min no último caso. A dose de radiação efetiva média (mSv) foi de 9,32 (4,97-13,27), a dose de radiação efetiva do primeiro caso foi de 13,27 e a do último caso, de 4,97. Uma clara curva de



**Figura 9 – Pino-guia inserido de acordo com a trajetória desejada marcada anteriormente.**



**Figura 10 – Fio-guia avançado na zona segura.**

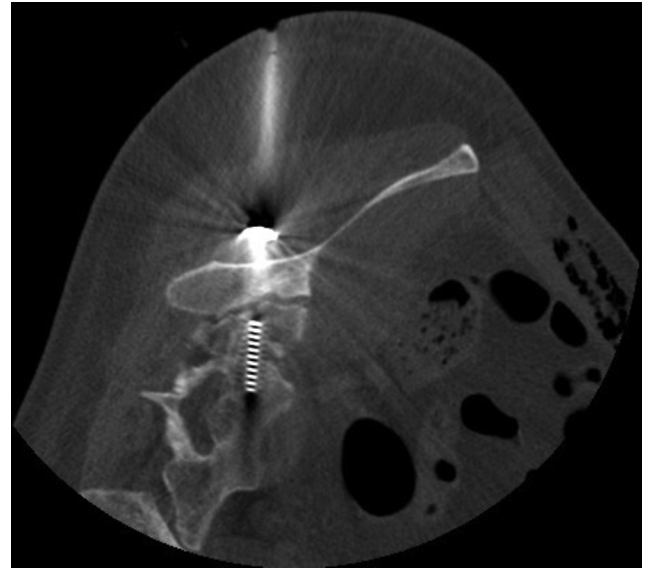


**Figura 11 – Comprimento do parafuso medido com o modo de medição da tomografia computadorizada.**

aprendizagem foi observada no presente estudo; o primeiro caso levou mais tempo e foi mais exposto à radiação em comparação com nossos últimos casos.

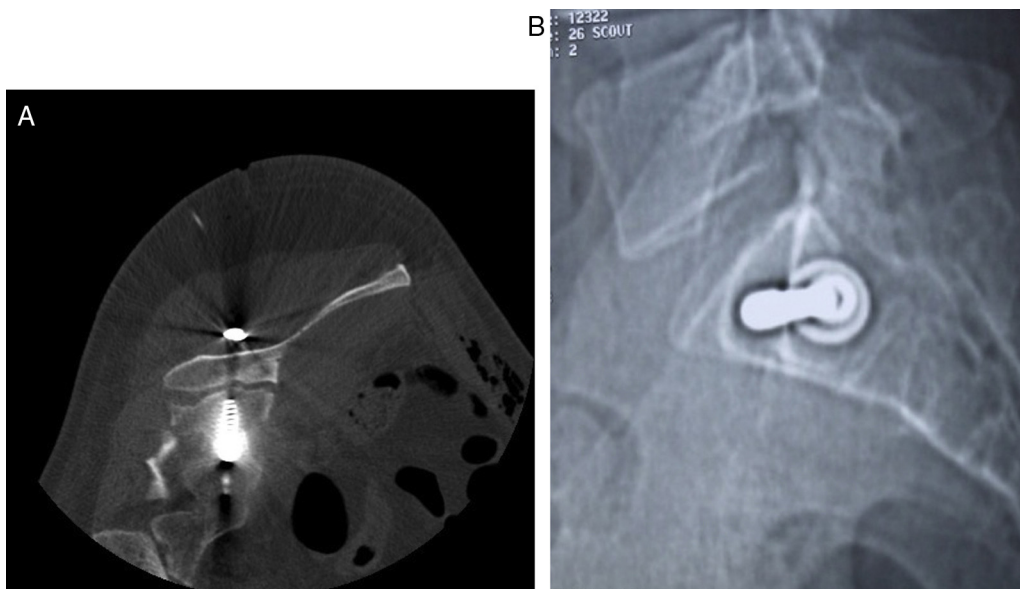
## Discussão

Com o aumento da incidência de traumas de alta energia, observa-se um aumento paralelo no número de lesões pélvicas. Lesões pélvicas instáveis não são raras. Nesses casos, o tratamento conservador leva à instabilidade ou desvio posterior residual e, como demonstrado anteriormente por

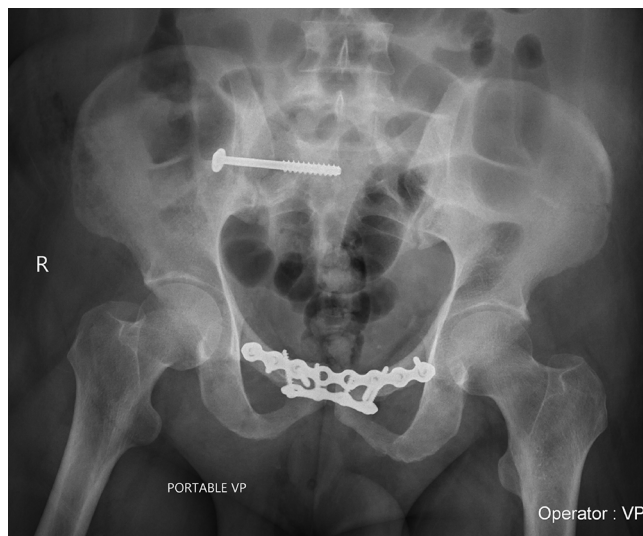


**Figura 12 – Parafuso esponjoso canulado de 7 mm com arruela inserida sobre o fio-guia.**

Henderson<sup>7</sup> e McLaren et al.,<sup>8</sup> apresenta resultados piores. Tradicionalmente, muitas dessas lesões foram tratadas em procedimentos abertos. O tratamento aberto dessas lesões permite a visualização direta e, portanto, a redução anatômica das fraturas. No entanto, as exposições extensíveis usadas nesses procedimentos levam a problemas relacionados à ferida cirúrgica; as taxas de infecção podem chegar a 27%.<sup>9</sup> Vários pesquisadores sugerem que a redução fechada e fixação interna (RFFI) pode apresentar vantagens substanciais em relação à RAFI, inclusive uma menor chance de hemorragia intra- e pós-operatória, menor taxa de infecção pós-operatória, menor risco de lesão neurológica e vascular, menor incisão, menor tempo de procedimento e menor custo.<sup>10-12</sup> Várias técnicas RFFI diferentes foram descritas



**Figura 13 – Posição final do parafuso confirmada na tomografia computadorizada em seção axial e sagital.**



**Figura 14 – Radiografia pós-operatória imediata, apresenta boa redução.**



**Figura 15 – Radiografia de acompanhamento de um ano mostra consolidação.**

para a colocação de parafusos sacroilíacos, dentre as quais fluoroscopia, TC<sup>13</sup> e colocação assistida por computador. A primeira fixação sacral guiada por TC foi feita por Ebraheim et al.<sup>14</sup> em 1987. Além disso, a fixação sacroilíaca guiada por TC é vantajosa em relação a RFFI por outras modalidades, ao permitir a visualização direta dos fragmentos reduzidos, forames neurais e, portanto, facilitar um posicionamento mais preciso do parafuso.<sup>15</sup> A possibilidade de lesões neurovasculares diminuiu significativamente. Além disso, a possibilidade de medição direta do comprimento do parafuso e formação de cicatriz mínima é benéfica. Outra vantagem é a curta duração do procedimento, que, no entanto, precisa ser planejado e feito com precisão por uma equipe experiente composta por radiologista, anestesista e cirurgião ortopédico. O uso da TC pode causar alta exposição à radiação, tanto para o paciente quanto para a equipe de intervenção.<sup>16,17</sup> Os tomógrafos mais recentes reduziram a exposição efetiva à radiação para 47% e a radiação dispersa para 30-60%.<sup>18,19</sup> Além disso, a fixação sacroilíaca guiada pela TC requer menor dose de radiação, uma vez que apenas as estruturas ósseas são avaliadas.<sup>20</sup> No presente estudo, a exposição efetiva média à radiação foi de 9,32, três a quatro vezes menor do que a exposição de uma TC abdominal diagnóstica<sup>17</sup> e comparável com a dose efetiva aplicada de  $5,9 \pm 3,1$  mSv para pacientes do sexo masculino e  $8,7 \pm 4,5$  mSv para pacientes do sexo feminino observada no estudo feito por Pieske et al.<sup>21</sup> Naquele estudo, os valores de DLP foram  $952,4 \text{ mSv} \pm 566,5$  para pacientes do sexo masculino e  $779,1 \text{ mSv} \pm 403,0$  para pacientes do sexo feminino, o que é bastante alto comparado com o DLP médio (490,63) observado no presente estudo; entretanto, devido ao elevado T do tomógrafo usado no presente estudo em comparação com a modulação de feixe angular (CARE Vision CT com HandCARE, Siemens, Erlangen, Alemanha) usada no estudo feito por Pieske et al., a exposição média efetiva à radiação no presente estudo foi ligeiramente maior. A primeira limitação do presente estudo é a ausência de

um grupo de controle. A fixação da articulação sacroilíaca guiada por TC não foi comparada com a RAFI e outros métodos de fixação percutânea descritos na literatura. A segunda limitação é a falta de resultados funcionais em longo prazo. No entanto, a estabilização da articulação sacroilíaca percutânea e aberta com parafusos esponjosos canulados é um procedimento que apresenta bons resultados funcionais na literatura.

## Conclusão

O procedimento cirúrgico guiado por TC apresenta a geometria exata dos fragmentos de fratura. Ele direciona a inserção do implante sem violar importantes estruturas anatômicas nos arredores. Isso ajuda a determinar o comprimento exato dos implantes a serem usados. A fixação de fraturas do anel pélvico instáveis guiada por TC é uma técnica precisa e segura com risco mínimo de morbidade, apresenta tempo de operação reduzido, baixa taxa de infecção e diminuição da perda de sangue. Esses resultados são possíveis devido a um esforço coordenado entre anestesista, radiologista e cirurgião ortopédico em termos de mínima agressão e maior precisão.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

Aos moradores e colegas do Departamento de Ortopedia PD Hinduja National Hospital e Research Center Mumbai pela ajuda na feitura do presente estudo. Os autores não receberam benefícios ou fundos em apoio deste estudo.



## REFERÊNCIAS

1. Michek J, Zelniček P, Wendsche P. Pelvic compartment syndrome. *Uraz Chir.* 2000;8:24-9.
2. Schmucki D, Gebhard F, Grützner PA, Hüfner T, Langlotz F, Zheng G. Computer aided reduction and imaging. *Injury.* 2004;35 Suppl 1:S-A96-104.
3. Amiot LP, Lang K, Putzier M, Zippel H, Labelle H. Comparative results between conventional and computer-assisted pedicle screw installation in the thoracic, lumbar, and sacral spine. *Spine (Phila PA 1976).* 2000;25(5):606-14.
4. Pleva L, Rozum K, Ječmínek V. External fixation into acetabulum. *Uraz Chir.* 2000;8:1-10.
5. Chmelová J, Pleva L. Percutaneous fixation of pelvic fractures under CT control. *Čes Radiol.* 2002;56:16-20.
6. Jacob AL, Messmer P, Stock KW, Suhm N, Baumann B, Regazzoni P, et al. Posterior pelvic ring fractures: closed reduction and percutaneous CT-guided sacroiliac screw fixation. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 1997;20(4):285-94.
7. Henderson RC. The long-term results of nonoperatively treated major pelvic disruptions. *J Orthop Trauma.* 1989;3(1):41-7.
8. McLaren AC, Rorabeck CH, Halpenny J. Long-term pain and disability in relation to residual deformity after displaced pelvic ring fractures. *Can J Surg.* 1990;33(6):492-4.
9. Kellam JF, McMurtry RY, Paley D, Tile M. The unstable pelvic fracture. Operative treatment. *Orthop Clin North Am.* 1987;18(1):25-41.
10. Blake-Toker AM, Hawkins L, Nadalo L, Howard D, Arazoza A, Koonsman M, et al. CT guided percutaneous fixation of sacroiliac fractures in trauma patients. *J Trauma.* 2001;51(6):1117-21.
11. Nelson DW, Duwelius PJ. CT-guided fixation of sacral fractures and sacroiliac joint disruptions. *Radiology.* 1991;180(2):527-32.
12. Ebraheim NA, Coombs R, Jackson WT, Rusin JJ. Percutaneous computed tomography-guided stabilization of posterior pelvic fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(307):222-8.
13. Sciulli RL, Daffner RH, Altman DT, Altman GT, Sewecke JJ. CT-guided iliosacral screw placement: technique and clinical experience. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;188(2):W181-92.
14. Ebraheim NA, Rusin JJ, Coombs RJ, Jackson WT, Holiday B. Percutaneous computed-tomography-stabilization of pelvic fractures: preliminary report. *J Orthop Trauma.* 1987;1(3):197-204.
15. Sen M, Harvey EJ, Steinitz D, Guy P, Reindl R. Anatomical risks of using supra-acetabular screws in percutaneous internal fixation of the acetabulum and pelvis. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2005;34(2):94-6.
16. Deak PD, Smal Y, Kalender WA. Multisection CT protocols: sex- and age-specific conversion factors used to determine effective dose from dose-length product. *Radiology.* 2010;257(1):158-66.
17. Reiser M, Kuhn F-P, Debus J. *Radiologie.* 2<sup>nd</sup> ed. Stuttgart: Thieme; 2006.
18. Hohl C, Suess C, Wildberger JE, Honnef D, Das M, Mühlenbruch G, et al. Dose reduction during CT fluoroscopy: phantom study of angular beam modulation. *Radiology.* 2008;246(2):519-25.
19. Bohnsack O. *Reduktion der Strahlenexposition bei CT-Fluoroskopie-gesteuerten Interventionen: Möglichkeiten und Grenzüberschreitungen bei Röhrenabschaltung.* Munich: Faculty of Medicine, Ludwig Maximilians University Munich; 2005 [thesis].
20. Wieners G, Pech M, Beck A, König B, Erdmenger U, Stöckle U. Comparison of radiation dose and image quality of Siremobil-IsoC(3D) with a 16-slice spiral CT for diagnosis and intervention in the human pelvic bone. *Rofo.* 2005;177(2):258-64.
21. Pieske O, Landersdorfer C, Trumm C, Greiner A, Wallmichrath J, Gottschalk O, et al. CT-guided sacroiliac percutaneous screw placement in unstable posterior pelvic ring injuries: accuracy of screw position, injury reduction and complications in 71 patients with 136 screws. *Injury.* 2015;46(2):333-9.