



## Artigo original

# Tratamento das lesões instáveis do anel pélvico com fixador supra-acetabular e parafusos sacroilíacos: resultados preliminares em 20 pacientes<sup>☆</sup>



Rodrigo Pereira Guimarães\*, Arthur de Góes Ribeiro, Oliver Ulson, Ricardo Bertozzi de Ávila, Nelson Keiske Ono e Giancarlo Cavalli Polesello

Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP), São Paulo, SP, Brasil

## INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

## Histórico do artigo:

Recebido em 30 de setembro de 2014

Aceito em 6 de abril de 2015

On-line em 28 de janeiro de 2016

## Palavras-chave:

Procedimentos cirúrgicos

minimamente invasivos

Fixadores externos

Fixação interna de fraturas

Estudos retrospectivos

## R E S U M O

**Objetivo:** Avaliar os resultados do tratamento de 20 pacientes que usaram como tratamento definitivo um método de osteossíntese opcional para fraturas do anel pélvico.

**Métodos:** Foi feita uma análise retrospectiva da série de 20 casos de pacientes com fratura do anel pélvico tipo C de Tile, portadores de alto risco de infecção pós-operatória, tratados na Santa Casa de Misericórdia de São Paulo entre agosto de 2004 e dezembro de 2012, submetidos a fixação externa supra-acetabular percutânea associada com parafusos canulados iliossacrais de 70 mm.

**Resultados:** A média de idade dos pacientes foi de 40 anos (mínimo de 22; máximo de 77) e o tempo médio de seguimento foi de 18,5 meses (mínimo de três; máximo de 69). Após o término do tratamento dez pacientes (50%) foram classificados com bons resultados, nove (45%) tiveram desfecho regular e um (5%) não apresentou melhoria alguma. Seis apresentaram complicações. A parestesia do nervo cutâneo femoral lateral foi a mais frequente (dois pacientes).

**Conclusão:** A fixação externa supra-acetabular associada a osteossíntese percutânea iliossacral é um bom método de tratamento definitivo para os pacientes com alto risco de infecção pós-operatória.

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

<sup>☆</sup> Trabalho desenvolvido no Grupo de Quadril, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP), Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Irmandade de Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISCMSp), Pavilhão Fernandinho Simonsen, São Paulo, SP, Brasil.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [clinicaguimaraes@gmail.com](mailto:clinicaguimaraes@gmail.com) (R.P. Guimarães).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2015.04.026>

0102-3616/© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

## Supra-acetabular fixation and sacroiliac screws for treating unstable pelvic ring injuries: preliminary results from 20 patients

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Surgical procedures, minimally invasive  
External fixators  
Fracture fixation, internal  
Retrospective studies

**Objective:** To analyze the treatment results from 20 patients who underwent an alternative osteosynthesis method as definitive treatment for pelvic ring fractures.

**Methods:** A retrospective analysis was conducted on a series of 20 patients with pelvic ring fractures (Tile type C) and a high risk of postoperative infection, who were treated at Santa Casa de Misericórdia de São Paulo between August 2004 and December 2012. The patients underwent percutaneous supra-acetabular external fixation in association with cannulated 7.0 mm iliosacral screws.

**Results:** The patients' mean age was 40 years (range 22-77 years) and the mean length of follow-up was 18.5 months (range 3-69 months). At the end of the treatment, ten patients (50%) were classified as having good results, nine patients (45%) had fair results and one patient (5%) did not have any improvement. Six patients presented complications, and paresthesia of the lateral femoral cutaneous nerve was the most frequent of these (two patients).

**Conclusion:** Supra-acetabular external fixation in association with iliosacral percutaneous osteosynthesis is a good definitive treatment method for patients with a high risk of postoperative infection.

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

## Introdução

As fraturas do anel pélvico fazem parte da rotina da traumatologia. A ocorrência dos traumas com maior energia e o envolvimento dos jovens nesses acidentes é preocupante.<sup>1</sup> As lesões traumáticas associadas muitas vezes exigem neurocirurgias, cirurgias abdominais, colostomias, cistostomias, drenos e necessidade de internação prolongada nos centros de terapia intensiva<sup>2-4</sup> e dificultam o tratamento ortopédico.

Como a osteossíntese no paciente crítico deve ser eficaz e minimamente invasiva, uma opção para o tratamento das fraturas pélvicas nesses doentes pode ser a fixação externa supra-acetabular associada com a fixação percutânea sacroilíaca.

O objetivo deste estudo é avaliar o resultado do tratamento de 20 pacientes com fraturas instáveis do anel pélvico, submetidos a cirurgia com fixação externa supra-acetabular associada com fixação percutânea sacroilíaca, tratados entre agosto de 2004 e dezembro de 2012.

## Metodologia

Foi feita análise retrospectiva de 20 prontuários de pacientes com fratura do anel pélvico, tratados entre agosto de 2004 e dezembro de 2012, submetidos à fixação da região anterior do anel pélvico com pinos supra-acetabulares e também sacroilíaca por técnica percutânea com parafusos canulados de 7 mm (fig. 1A e B). As fixações cirúrgicas foram feitas no mesmo tempo operatório.

Os critérios de inclusão foram pacientes adultos, entre 18 e 80 anos, com fraturas do tipo C classificadas por

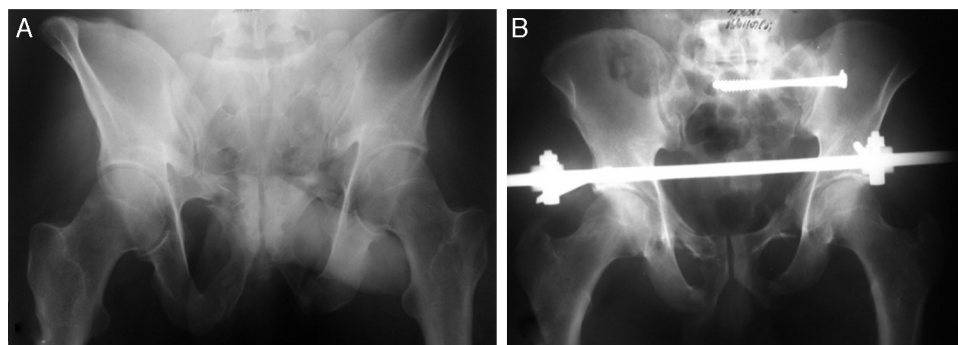
Tile,<sup>5</sup> portadores de risco para complicações pós-operatórias com osteossíntese interna. Internação hospitalar prolongada, doenças clínicas descompensadas, diagnósticos cirúrgicos simultâneos (cirurgias abdominais e/ou pélvicas), presença de estomias, drenos e sondas foram considerados os fatores de risco para a redução aberta e fixação interna com placas. Os critérios de exclusão foram prontuários mal preenchidos, pacientes menores de 18 anos, pacientes com lesões classificadas como tipo A e B de Tile, pacientes tratados sem cirurgia ou submetidos a osteossíntese com placas e os casos de óbito no período pré-operatório.

Os dados epidemiológicos descritos foram sexo, idade, mecanismo de trauma, lesões associadas e o resultado dos tratamentos com a técnica cirúrgica usada. As lesões no anel pélvico foram descritas como sendo fratura nos ramos (R), disjunção da sínfise (S), combinação de ambos (S+R) e lesão do complexo sacroilíaco (SI). Consideramos como lesão bilateral quando a fratura estava presente nos dois lados do anel pélvico.

As fraturas foram avaliadas com imagens radiográficas e tomográficas, antes e depois do tratamento cirúrgico, sempre por três médicos ortopedistas. Após a cirurgia as reduções foram estratificadas em anatômicas, desvio de um a cinco milímetros e desvio maior do que cinco milímetros.

Os fixadores externos foram retirados após 16 semanas de tratamento, exceto num caso que necessitou de antecipar essa data. Nenhum parafuso iliosacral foi retirado durante o estudo.

O resultado clínico dos tratamentos foi classificado em bom (retorno pleno às suas atividades prévias sem queixas), regular (retorno às suas atividades com queixas) ou ruim (paciente sem retorno às atividades prévias e/ou insatisfeito).



**Figura 1 – (A) Imagem da pelve em Outlet com fratura dos ramos púbicos e do sacro à esquerda. (B) Imagem coronal pós-operatória da pelve com dois parafusos sacroilíacos no corpo de S1 e fixador externo supra-acetabular.**

Também comparamos esses resultados com as radiografias pós-operatórias.

## Resultados

Vinte pacientes foram acompanhados por um período que variou entre três e 69 meses e o tempo médio de seguimento foi de 18,5 meses (desvio padrão [DP] 19,99 meses).

A média de idade foi de 40 anos (mínima de 22 e máxima de 77; DP 14,7). Onze pacientes (55%) eram do sexo masculino. A principal causa encontrada foi o atropelamento (dez; 50%), seguida por queda de altura (cinco; 25%), colisões de automóvel (três; 15%) e acidentes com motocicleta (dois; 10%).

Todos os 20 casos foram do tipo C de Tile. Em 18 casos (90%) havia fratura nos ramos púbicos e a disjunção da sínfise ocorreu em cinco (25%) pacientes. Encontramos 15 casos (75%) R+SI; três casos (15%) S+R+SI e dois casos (10%) S+SI.

A lesão foi bilateral em dez (50%) casos. Dois casos (10%) ocorreram exclusivamente no lado direito e oito casos (40%) no lado esquerdo.

Quatorze pacientes (70%) apresentaram alguma lesão traumática associada: um (5%) sofreu traumatismo crânio encefálico grave exclusivo, um (5%) sofreu traumatismo crânio encefálico grave e fraturas em extremidades, um (5%) apresentou lesão da uretra, um (5%) teve trauma abdominal que necessitou de laparotomia e embolização, um (5%) foi submetido à cistostomia, três (15%) apresentaram escoriações abdominais, pélvicas e hemorragia com permanência prolongada na unidade de terapia intensiva e seis (30%) apresentaram outras fraturas associadas exclusivas (fig. 2). Os demais (30%) tiveram o diagnóstico exclusivo de fratura pélvica, porém apresentavam como contraindicações para a ostessíntese interna: três (15%) laparotomias prévias, um (5%) cirurgia abdominal e infecção do trato urinário, um (5%) coagulopatia de base e um (5%) infecção profunda nos pinos de tração esquelética.

A redução anatômica foi atingida em 14 casos (70%). Dois casos (10%) permaneceram com desvio de um até cinco milímetros após a redução, em três casos (15%) a melhor redução obtida foi maior do que cinco milímetros.

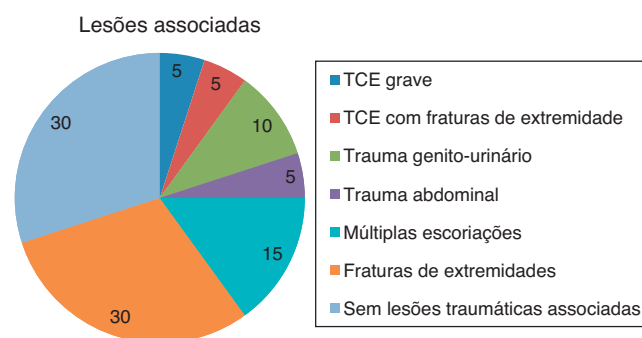
As complicações ocorreram em seis casos (30%): dois (10%) apresentaram neuropraxia do nervo cutâneo femoral lateral, um (5%) apresentou consolidação viciosa e evoluiu com

dor lombossacra e sacroilíaca, um (5%) permaneceu com dor sacroilíaca exclusiva eventual. Houve um caso (5%) de pseudoartrose dos ramos púbicos associado com infecção pós-operatória. O paciente foi tratado com antibióticos intravenosos e a retirada dos materiais de síntese e evoluiu com perda da redução. Um paciente (5%) permaneceu com discrepância no comprimento dos membros inferiores. Não houve óbito após as cirurgias e os demais pacientes (14, 70%) não apresentaram complicações.

No seguimento clínico ambulatorial dez pacientes (50%) retornaram às suas atividades e não relatavam queixas ou limitações. Eles foram classificados como bons resultados. Nove (45%) mantiveram queixas eventuais, caracterizadas principalmente por dor difusa na região posterior, e foram classificados como resultados regulares. Um paciente (5%) negou qualquer tipo de melhoria, permaneceu com lombalgia, dor muscular e encurtamento do membro e foi classificado como ruim.

## Discussão

Há muito tempo as fraturas do anel pélvico intrigam os médicos. Segundo Perry et al.,<sup>6</sup> cerca de 2% de todas as fraturas do corpo se localizam no anel pélvico, mas nos politraumatizados esse percentual pode chegar a 25%.<sup>7,8</sup> Os pacientes portadores de fratura pélvica apresentam diversas lesões graves associadas,<sup>7</sup> têm maior mortalidade<sup>9</sup> e os sobreviventes têm alta chance de conviver com alguma seqüela permanente.<sup>4</sup> O tratamento cirúrgico dessas lesões na fase aguda promove



**Figura 2 – Presença e distribuição das lesões associadas na admissão hospitalar do paciente.**

os melhores resultados<sup>1-3,10</sup> e permite reabilitação com retorno a vida comunitária.

A fixação pélvica pode ser feita com placas ou fixadores externos.<sup>11</sup> As fraturas classificadas como B ou C por Tile são preferencialmente tratadas com fixação interna rígida,<sup>12</sup> mas a redução direta causa maior trauma operatório, perda sanguínea e risco de infecção<sup>13</sup> e por isso deve ser considerada individualmente.<sup>11,12</sup> Por isso os pacientes mais graves e/ou colonizados por microrganismos resistentes das Unidades de Terapia Intensiva podem ser beneficiados com um tratamento ortopédico minimamente invasivo.

O uso dos fixadores externos na pelve data da década de 1950.<sup>14</sup> Atualmente vários trabalhos tentam estabelecer a construção mais versátil, segura e resistente,<sup>14-16</sup> mas ainda não existe um consenso.<sup>17</sup> As montagens anterossuperior (sobre a crista ilíaca) e a anteroinferior (supra-acetabular) são as mais usadas.<sup>14</sup>

O método supra-acetabular é mais estável e duradouro e precisa de poucas incisões. A técnica exige auxílio da radioscopia. Cada pino de Schanz é posicionado cranial à articulação do quadril, ligeiramente lateral à espinha ilíaca anteroinferior, orientado no sentido da incisura isquiática maior.<sup>3</sup> A estabilização é finalizada anteriormente por uma ou duas barras. Deve haver cuidado para não lesar o nervo cutâneo femoral lateral, não posicionar o pino dentro da articulação e não invadir a incisura isquiática maior. Uma zona de segurança para a colocação dos pinos foi descrita por alguns autores.<sup>14-16</sup> Os pequenos cortes na pele e a menor manipulação da fratura fazem desse um método vantajoso se comparado às vias de acesso tradicionais para fixação interna.

A osteossíntese sacroilíaca é mandatória nos casos classificados com Tile tipo C<sup>12</sup> e diversos tipos de implantes fazem parte do arsenal terapêutico.<sup>18,19</sup>

A sua fixação percutânea é simples e eficaz, é o método de escolha na maioria dos casos.<sup>20,21</sup> Um único parafuso canulado de 7,0mm é suficiente na maioria das vezes, mas dois parafusos podem ser usados quando há maior instabilidade.<sup>18,20</sup> Na técnica operatória é fundamental o posicionamento correto do implante com a extremidade rosqueada dentro do corpo de S1.<sup>18</sup> Alguns trabalhos demonstraram dificuldades intraoperatórias quando existem variações anatômicas do sacro e as imagens fluoroscópicas são inadequadas.<sup>22,23</sup>

A média de 40 anos encontrada nos nossos resultados é semelhante à da literatura<sup>1,8</sup> e a frequência de ocorrências por sexo também (55% masculino). Na nossa casuística os acidentes com veículos de transporte representaram 75% dos casos que foram tratados pelo método escolhido, mas os acidentes com moto não representaram a maioria.

Apesar de serem lesões diferentes, as luxações sacroilíacas, as fraturas do sacro e as fraturas em crescente foram consideradas em conjunto no mesmo grupo (SI), a fim de melhor agrupamento para compreensão estatística. Não traria vantagem separá-las de acordo com a sua natureza, uma vez que todas pertenciam a fraturas verticalmente instáveis e exigiam osteossíntese da região posterior.

Verificamos até 50% de associação com outras lesões no momento da chegada do paciente ao hospital, o que reflete a gravidade dos casos e corrobora a necessidade de um atendimento diferenciado. Esse valor vai ao encontro dos dados

já conhecidos na literatura.<sup>1,3,8</sup> Contudo, apesar da gravidade dos pacientes nenhum deles evoluiu com óbito após a cirurgia ortopédica.

Em seis casos (30%) a redução obtida não foi anatômica. Esse número era esperado por se tratar de fraturas graves e instáveis, que colaboram para a incongruência. No entanto, esse resultado não nos deixa tranquilos, porque a dor crônica costuma ser um problema nesses pacientes. Em um estudo com 102 pacientes submetidos à fixação com parafuso sacroilíaco, 88% apresentaram redução anatômica ou próxima da anatômica, 12% apresentaram incongruência residual de um centímetro ou mais e oito apresentaram desvio da redução obtida durante o seguimento.<sup>21</sup> McLaren et al.<sup>24</sup> evidenciaram que dois terços dos pacientes têm dor nos casos com incongruência final maior do que um centímetro e 88% têm dor mínima quando a incongruência permanece menor do que um centímetro, o que demonstrando a necessidade de se buscar a redução anatômica.

No nosso estudo os resultados funcionais obtidos foram semelhantes às técnicas aceitas como padrão-ouro,<sup>8,12,17</sup> com 50% de bons resultados. Nove pacientes (45%) apresentaram resultados regulares apesar da consolidação das fraturas e do retorno às atividades de trabalho. Somente um (5%) teve mau resultado, permaneceu com discrepância de 5 cm dos membros inferiores e sem melhoria dos sintomas. Foi tratado com palmilhas e calçados com saltos compensatórios. Hoje mantém a queixa de dor, mas já consegue trabalhar. A comparação clínico/radiológica demonstrou correlação direta da qualidade da redução e a presença de sintomas no seguimento ambulatorial.

O índice de complicação das lesões com o método apresentado chegou a seis casos (30%), as mais frequentes foram a parestesia do nervo cutâneo femoral lateral (dois pacientes) e a dor sacroilíaca (dois). Os dois pacientes com parestesia apresentaram melhora completa do quadro. A apraxia pode ocorrer durante a dissecação ou a introdução dos pinos de Schanz e tem incidência de 2% durante a fixação externa.<sup>25</sup> Nenhum dos nossos pacientes apresentou neuropraxia da raiz de L5. A taxa de lesão neurovascular durante o posicionamento do parafuso iliosacral varia de dois a 15% na literatura.<sup>26</sup> Rysavý et al.<sup>21</sup> relataram 6% de lesão L5, com remissão completa do déficit em todos os casos. Moed e Whiting<sup>19</sup> não apresentaram lesões neurológicas em seu estudo com dez casos após o tratamento operatório da lesão posterior do anel pélvico. Gao et al.<sup>27</sup> não encontraram casos de lesões neurológicas, vasculares ou urológicas entre os 17 pacientes submetidos a osteossíntese sacroilíaca.

Aqueles que tiveram TCE evoluíram bem, sem déficits neurológicos e com retorno às suas atividades pré-acidente.

O paciente que apresentou lesão da uretra permaneceu com disfunção sexual, necessita de dilatações uretrais e faz acompanhamento periódico com urologista. Já o que foi submetido a cistostomia evoluiu satisfatoriamente durante o seguimento e não teve complicações.

Um paciente apresentou infecção profunda que exigiu a retirada do fixador e curetagem dos orifícios, que foi feita em ambiente estéril e sob anestesia. Ele apresentou desvio da fratura pélvica. Nenhum dos outros 19 fixadores que permaneceram durante as 16 semanas evoluiu com infecção profunda. Isso torna evidente que os cuidados locais são fundamentais.

Permanecer com a fixação externa no ambiente domiciliar é trabalhoso, pois as atividades de vida diária ficam prejudicadas e o paciente necessita constantemente do auxílio de terceiros.

Este estudo apresenta limitações: é retrospectivo, os dados foram coletados de prontuários e apesar de ter critérios de inclusão bem claros o número de 20 pacientes pode ser insuficiente para retratar a realidade. A avaliação dos doentes é subjetiva e não caracterizada por escores. Todavia, as queixas, o grau de satisfação dos pacientes e o retorno ou não às suas atividades de trabalho são evidentes nos registros médicos. O estudo carece de dados estatísticos mais robustos, mas isso não invalida a sua importância em destacar outra possibilidade de tratamento definitivo para as fraturas pélvicas.

São pontos positivos a publicação de uma série de 20 casos tratados definitivamente com um método opcional, barato, de rápida execução, eficiente e disponível na maioria dos hospitais. Demonstrou resultados clínicos e radiográficos semelhantes às técnicas abertas de fixação interna e pode ser facilmente reproduzido em outros serviços.

## Conclusão

A fixação externa supra-acetabular associada a osteossíntese sacroilíaca percutânea com parafusos canulados de 7,0 mm para as fraturas classificadas como C por Tile é uma boa opção para ser usada como tratamento definitivo nos pacientes com alto risco de infecção pós-operatória.

Estudos prospectivos, randomizados, multicêntricos e com maior número de pacientes são necessários para melhor compreensão e tratamento desses doentes.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

Agradecemos profundamente aos Professores Doutores Emerson Kiyoshi Honda, Walter Ricioli Júnior e Marcelo Cavalheiro de Queiroz pelo apoio, incentivo e dedicação com afinco durante o trabalho.

## REFERÊNCIAS

- American College of Surgeons. Committee on Trauma. In: *Advanced trauma life support (ATLS)*. 8 ed. Chicago, IL: American College of Surgeons; 2008.
- Tile M. Introduction and natural history of the pelvic ring. In: Tile M, Helfet DL, Kellan JF, editors. *Fractures of the pelvis and acetabulum*. 3 ed. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins; 2003. p. 3-11.
- Stover MD, Mayo KA, Kellam JF. Pelvic ring disruptions. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, Krettek C, editors. *Skeletal trauma: basic science, management, and reconstruction*. 4 ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2009. p. 1107-69.
- Grubor P, Milicevic S, Biscevic M, Tanjga R. Selection of treatment method for pelvic ring fractures. *Med Arh*. 2011;65(5):278-82.
- Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H. Pelvic disruption: assessment and classification. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(151):12-21.
- Perry JF Jr. Pelvic open fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(151):41-5.
- Holstein JH, Culemann U, Pohlemann T. What are predictors of mortality in patients with pelvic fractures? *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(8):2090-7.
- Giannoudis PV, Grotz MR, Tzioupis C, Dinopoulos H, Wells GE, Bouamra O, et al. Prevalence of pelvic fractures, associated injuries, and mortality: the United Kingdom perspective. *J Trauma*. 2007;63:875-83.
- Cohen MT, Guimarães JM, Motta Filho GR, Cohen JC, Goldsztnj F, Guimarães FM. Fixação percutânea com parafuso iliosacral na lesão traumática do anel pélvico. *Rev Bras Ortop*. 2005;40(1/2):32-41.
- Papakostidis C, Kanakaris NK, Kontakis G, Giannoudis PV. Pelvic ring disruptions: treatment modalities and analysis of outcomes. *Int Orthop*. 2009;33(2):329-38.
- Gorczyca J, Hearn T, Tile M. Biomechanics and methods of pelvic fixation. In: Tile M, Helfet DL, Kellan JF, editors. *Fractures of the pelvis and acetabulum*. 3 ed. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins; 2003. p. 116-29.
- Tile M, Rubenstein J. Defining the injury: assessment of pelvic fractures. In: Tile M, Helfet DL, Kellan JF, editors. *Fractures of the pelvis and acetabulum*. 3 ed. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins; 2003. p. 102-15.
- Moed BR, Kellam JF, McLren A, Tile M. Internal fixation for the injured pelvic ring. In: Tile M, Helfet DL, Kellan JF, editors. *Fractures of the pelvis and acetabulum*. 3 ed. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins; 2003. p. 217-93.
- Kim WY, Hearn TC, Seleem O, Mahalingam E, Stephen D, Tile M. Effect of pin location on stability of pelvic external fixation. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;(361):237-44.
- Tile M. Describing the injury: classification of pelvic ring injuries. In: Tile M, Helfet DL, Kellan JF, editors. *Fractures of the pelvis and acetabulum*. 3 ed. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins; 2003. p. 135-49.
- Solomon LB, Pohl AP, Sukthankar A, Chehade MJ. *J Orthop Trauma*. 2009;23(5):365-9.
- Wolinsky P, Stephen D. Femur, shaft (incl. subtrochanteric fractures). In: Rüedi TP, Murphy WM, editors. *AO principles of fracture management*. 2 ed. Stuttgart: Thieme Publishing Group; 2007. p. 778-99.
- Tile M. Management of pelvic ring injuries. In: Tile M, Helfet DL, Kellan JF, editors. *Fractures of the pelvis and acetabulum*. 3 ed. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins; 2003. p. 168-202.
- Moed BR, Whiting DR. Locked transsacral screw fixation of bilateral injuries of the posterior pelvic ring: initial clinical series. *J Orthop Trauma*. 2010;24(10):616-21.
- van Zwienen CM, van den Bosch EW, Snijders CJ, Kleinrensink GJ, van Vugt AB. Biomechanical comparison of sacroiliac screw techniques for unstable pelvic ring fractures. *J Orthop Trauma*. 2004;18(9):589-95.
- Rysavý M, Pavelka T, Khayarin M, Dzupa V. Iliosacral screw fixation of the unstable pelvic ring injuries. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2010;77(3):209-14.
- Miller AN, Routt ML Jr. Variations in sacral morphology and implications for iliosacral screw fixation. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012;20(1):8-16.
- Graves ML, Routt ML Jr. Iliosacral screw placement: are uniplanar changes realistic based on standard fluoroscopic imaging? *J Trauma*. 2011;71(1):204-8.

- 
24. 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.
  25. Riemer BL, Butterfield SL, Diamond DL, Young JC, Raves JJ, Cottingham E, et al. Acute mortality associated with injuries to the pelvic ring: the role of early patient mobilization and external fixation. *J Trauma.* 1993;35(5):671-5.
  26. Hinsche AF, Giannoudis PV, Smith RM. Fluoroscopy-based multiplanar image guidance for insertion of sacroiliac screws. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(395):135-44.
  27. Gao H, Luo CF, Hu CF, Zhang CQ, Zeng BF. Minimally invasive fluoro-navigation screw fixation for the treatment of pelvic ring injuries. *Surg Innov.* 2011;18(3):279-84.