FOLHA DE ROSTO

Título: Manejo cirúrgico das lesões complexas envelhecidas do sacro por estabilização lombopélvica: avaliação longitudinal de 16 casos

Autores:

Alderico Girão Campos de Barros 1

Luiz Felippe Mokdeci Martins de Oliveira 1

Ana Carolina Leal 2

João Antônio Matheus Guimarães 2

Luis Eduardo Carelli Teixeira da Silva 1

1 - Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad, Centro de Atenção Especializada da Coluna.

2 - Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad, Divisão de Ensino e Pesquisa.

**INTRODUÇÃO**

A integridade do sacro é fundamental para a estabilidade do anel pélvico e transmissão de forças da coluna vertebral para a pelve1. Em sua maioria, as fraturas do sacro ocorrem após traumas de grande energia, correspondendo a 1% de todas as fraturas da coluna vertebral1. Aproximadamente 60% destas fraturas passam despercebidas na avaliação inicial 2, devido a diversos fatores, como: baixa incidência, ampla variedade de apresentações nos padrões dessas lesões, maior importância dada às lesões associadas, ausência de déficit neurológico motor, bem como a dificuldade de identificar as lesões na radiografia anteroposterior (AP) da pelve no primeiro atendimento 3,4. O atraso na identificação destas lesões associado ao comprometimento clínico dos pacientes e a limitação de recursos materiais e técnicos em alguns centros de trauma, fazem com que alguns casos de fraturas complexas do sacro sejam tratados tardiamente4,5.

As fraturas envelhecidas do sacro, ou seja, aquelas que apresentam mais de três semanas de evolução, ainda são um desafio para o cirurgião ortopédico5,6. O tratamento cirúrgico destas lesões apresenta uma gama de opções e deve levar em conta as particularidades anatômicas da região, as forças biomecânicas, a complexidade técnica da fixação do sacro e anel pélvico, e o estado clínico do paciente 7,8.

Não existem trabalhos publicados nas principais bases de dados (Pubmed, Scielo e Bireme) que avaliem uma série de casos de fraturas complexas do sacro tratadas tardiamente. Dessa forma, o objetivo deste artigo é avaliar as indicações cirúrgicas, os dados epidemiológicos, os desfechos radiográficos e as complicações pós operatórias de uma série de 16 casos de fraturas complexas do sacro tratadas tardiamente utilizando as técnicas de fixação espinopélvica bilateral ou osteossíntese triangular, em um serviço de referência de casos complexos de traumatologia e ortopedia do sistema público de saúde.

**MATERIAL E MÉTODO:**

População de estudo:

Foi realizado um estudo longitudinal, com base na revisão retrospectiva de prontuários de pacientes com diagnóstico de fraturas complexas do sacro, admitidos em um serviço quaternário de Ortopedia e Traumatologia, em amostragem por conveniência consecutiva, entre 01 de janeiro de 2014 e 01 de julho de 2020. Foram incluídos todos os pacientes acima de 18 anos submetidos ao tratamento cirúrgico, cujo tempo de evolução entre o trauma e o procedimento cirúrgico foi maior ou igual a três semanas. Foram excluídos pacientes que sofreram traumas de baixa energia, pacientes com fraturas decorrentes de neoplasia avançada, pacientes com fraturas complexas do sacro em que foram utilizadas técnicas cirúrgicas diferentes da osteossíntese triangular do sacro (OT) ou fixação espinopélvica bilateral (FEP) e que tiveram um seguimento ambulatorial menor que 12 meses.

Para o diagnóstico das lesões bem como para o planejamento cirúrgico foram realizadas radiografias nas incidências anteroposterior (AP) e perfil (P) do sacro, inlet e outlet da bacia, além de tomografias computadorizadas (TC) com reconstruções tridimensionais.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CAAE. 39419620.9.0000.5273).

Procedimentos:

**Osteossíntese triangular:**

Técnica utilizada para os casos de fraturas transforaminais unilaterais e luxações sacro-ilíacas com ascensão vertical da hemipelve. Realizada por meio de abordagem mediana com dissecção profunda e exposição unilateral dos níveis vertebrais L4, L5, sacro e espinha ilíaca póstero-superior (EIPS). Foram inseridos parafusos pediculares poliaxiais nas vértebras L5 e em S1 (quando o traço de fratura permitiu), bem como um ou dois parafusos poliaxiais no ilíaco, entre as tábuas interna e externa, associados a um parafuso iliossacral percutâneo.

Nas fraturas com desvio maior de 1,0 cm foi realizada a osteotomia da consolidação viciosa (quando necessário), a redução indireta com auxílio de pinças de redução e a tração cutânea unilateral com 4 a 7 kg. Os casos com déficit neurológico e compressão nervosa evidenciada através dos exames de imagem foram submetidos à remoção de fragmentos ósseos do canal e/ou foraminoplastia, de acordo com suas particularidades. Após a instrumentação, realinhamento e descompressão nervosa foi acoplada uma haste de titânio pré-moldada e realizada manobra de distração para correção do desvio vertical, travando o sistema. O parafuso iliossacral foi colocado de maneira percutânea após o realinhamento da fratura.

**Fixação Espinopélvica:**

Técnica de escolha para os casos de fraturas verticais do sacro bilaterais ou verticais unilaterais associadas a um traço transverso. Realizado acesso cirúrgico longitudinal em linha média posterior e exposição bilateral dos níveis vertebrais L4, L5, sacro e EIPS, seguido pela instrumentação bilateral e simétrica com parafusos pediculares poliaxiais nas vétebras L5 e S1 (quando o traço de fratura permitiu), além de um ou dois parafusos poliaxiais no ilíaco.

Quando necessário foi feita a osteotomia da consolidação viciosa, além da redução indireta da fratura com auxílio de pinças de redução e tração. Os casos com déficit neurológico e compressão nervosa evidenciada através dos exames de imagem foram submetidos à laminectomia descompressiva, remoção de fragmentos ósseos do canal e/ou foraminoplastia, de acordo com suas particularidades. Após a instrumentação, realinhamento e descompressão nervosa foram acopladas duas hastes de titânio pré-moldadas, uma de cada lado, associadas a um dispositivo de tração transversal (DTT).

**Acompanhamento dos pacientes**

Independente da técnica utilizada, todos os pacientes foram estimulados a mobilizar precocemente os membros inferiores e ao treino de marcha com andador respeitando as limitações álgicas e as particularidades das lesões associadas. O acompanhamento ambulatorial foi realizado por um período mínimo de 12 meses.

**Análise dos dados**

Após a seleção dos pacientes, foram analisados fatores como idade, sexo, mecanismo de trauma, lesões associadas, *status* neurológico, padrão da fratura utilizando classificações existentes na literatura, complicações clínicas relacionadas ao trauma, complicações clínicas relacionadas ao procedimento cirúrgico, técnica cirúrgica utilizada, intervalo de tempo entre o trauma e o tratamento cirúrgico e o intervalo de tempo entre o procedimento cirúrgico e a alta hospitalar. Os resultados deste estudo foram comparados aos publicados por outros centros de diferentes partes do mundo.

Para a estratificação do *status* neurológico foi utilizada a classificação desenvolvida por Gibbons e colaboradores. Assim, cada paciente foi classificado em um dos seguintes grupos: 1) sem alterações neurológicas; 2) parestesia nos membros inferiores; 3) déficit motor nos membros inferiores com função vesical e intestinal íntegras; 4) disfunção vesical e intestinal19

Os dados foram tabulados em planilha do Excel versão 14. As variáveis numéricas foram expressas na forma de média, mínimo e máximo. As variáveis categóricas foram expressas na forma de frequência.

**RESULTADOS:**

Foram selecionados 16 casos de fraturas complexas envelhecidas do sacro tratados cirurgicamente com as técnicas de OT ou FEP. Entre eles, 10 (62,5%) tiveram como mecanismo de trauma queda de locais elevados, 4 (25%) foram vítimas acidentes automobilísticos, 1 (6,2%) sofreu esmagamento e 1 (6,2%) se atirou de um carro em movimento. A média de idade foi de 39,8 anos (variação: 18 a 71 anos), sendo 11 (68,7%) pacientes do sexo masculino e 5 (31,3%) do sexo feminino **(Tabela 1)**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Caracterização da população de estudo** | |
| n | 16 |
| Sexo*, n*  Masculino  Feminino | 11  5 |
| Idade*, anos* | 39,8 |
| Mecanismo do trauma*, n*  Queda de altura  Acidente automobilístico  Outros | 10  4  2 |

**Tabela 1**: Perfil epidemiológico dos pacientes com lesões complexas do sacro submetidos ao tratamento cirúrgico tardio de lesões complexas do sacro.

Do total amostral, 14 (87,5%) pacientes apresentaram lesões associadas. As lesões do anel pélvico anterior representaram a associação mais comum, presentes em 12 (75%) casos. As demais lesões ortopédicas diagnosticadas foram: fraturas do acetábulo, de vértebras lombares e torácicas, de arcos costais, de ossos da face e do esqueleto apendicular. Entre as lesões não ortopédicas associadas, 1 (6,2%) paciente apresentou contusão pulmonar, 1 (6,2%) lesão de bexiga e uretra, e 1 (6,2%) evoluiu com rabdomiólise após o trauma, antes de ser submetido ao procedimento cirúrgico. Todos apresentaram boa evolução clínica durante o seguimento.

Foi utilizada a escala de Gibbons para avaliação do *status* neurológico dos indivíduos estudados. A preservação da integridade neurológica, ocorreu em 8 (50%) casos, 1 (6,2%) indivíduo evoluiu com parestesia nos membros inferiores, 2 (12,5%) com déficit motor em membros inferiores e 5 (31,3%) com disfunções esfincterianas. Entre os pacientes com comprometimento neurológico, 4 (50%) evoluíram com melhora completa do déficit, 2 (25%) apresentaram melhora parcial e em 2 (25%) casos não houve alteração do quadro (Tabela 2).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Id** | **Pré** | **Pós** | **Variação** |
| Paciente 1 | 4 | 1 | ↓ |
| Paciente 2 | 4 | 1 | ↓ |
| Paciente 3 | 4 | 2 | ↓ |
| Paciente 4 | 3 | 3 | = |
| Paciente 5 | 2 | 1 | ↓ |
| Paciente 6 | 3 | 3 | = |
| Paciente 7 | 4 | 2 | ↓ |
| Paciente 8 | 4 | 1 | ↓ |

**Tabela 2**: Distribuição pré e pós-operatória dos pacientes com lesões complexas envelhecidas do sacro submetidos ao tratamento cirúrgico e alteração do *status* neurológico, segundo a classificação de Gibbons. A seta apontando para baixo indica que houve mudança na estratificação do paciente, representando uma melhora do quadro neurológico.

Ao avaliar os padrões de fraturas, 9 (56,2%) foram classificados de acordo com a classificação de Denis como localizadas na zona II e 5 (31,3%) na zona III. Em 2 (12,5%) casos ocorreram luxações sacro-ilíacas com ascensão vertical da hemipelve, não sendo, portanto, aplicada a classificação de Denis.

O tratamento mais utilizado foi a FEP, 9 (56,2%) casos, seguido por OT, 7 (43,3%). O tempo médio entre o trauma e a fixação definitiva da fratura sacral foi de 50,6 dias (variação de 21 a 120 dias) para o grupo submetido a OT e de 63,4 dias (variação de 21 a 210) para os submetidos a FEP. O intervalo entre o procedimento cirúrgico e a alta hospitalar foi de 6 e 27 dias para os grupos submetidos a OT e FEP, respectivamente (Tabela 3).

O tempo médio cirúrgico foi 3,6 horas para OT e 4,9 horas para FEP. Durante o seguimento, que variou de 12 a 84 meses (média de 46,9 meses), ocorreram complicações pós-operatórias em 4 (44,4%) pacientes submetidos a FEP, e em todos foram necessários ao menos um retorno não planejado à sala de cirurgia. Entre as complicações, a mais frequente foi a infecção do sítio cirúrgico que ocorreu em 3 (33,3%). Em 1 (11,1%) houve necessidade de reposicionamento do parafuso de S1 por radiculopatia. Não houve complicações pós-operatórias no grupo submetido ao procedimento de OT.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Osteossíntese triangular** | **Lombopélvica** |
| n | 7 | 9 |
| Tempo entre a lesão e a cirurgia*, dias* | 50,6 dias (21 - 120) | 63,4 dias (21 - 210) |
| Tempo entre internação e cirurgia*, dias* | 11 dias (1 - 22) | 14 dias (6 - 23) |
| Tempo entre cirurgia e alta*, dias* | 6 dias (3 - 14) | 27 dias (2 - 106) |
| Tempo de cirurgia*, horas* | 3,6 h (2 - 8) | 4,9 h (2 - 7,5) |
| Complicações*, n*  Infecção  Mau posicionamento dos parafusos | 0  0 | 3  1 |

**Tabela 3**: Intervalos de tempo entre trauma, internação e alta hospitalar e o procedimento cirúrgico; tempo médio de cirurgia e complicações pós-operatórias.

**DISCUSSÃO:**

Devido à natureza instável das lesões complexas do sacro e à evolução das técnicas de fixação espinopélvica, o tratamento cirúrgico se tornou o de escolha9. O tratamento conservador permanece reservado para os pacientes com comprometimento clínico que não tolerariam o procedimento invasivo10. No entanto ele não é isento de complicações e está relacionado a alterações tromboembólicas, lesões de pele, deterioração dos parâmetros espinopélvicos, dor residual e dismetria dos membros inferiores1,5,11,12.

As tentativas iniciais de fixação das fraturas sacrais com instabilidade espinopélvica foram feitas com fios sublaminares 8,13. Porém, a ineficácia dessa técnica, no que diz respeito à estabilização e resistência às forças deformantes no plano axial e sagital, conduzia a desfechos limitados 8,13. Foi após o surgimento da técnica de Galveston que os sistemas de fixação espinopélvica apresentaram melhores resultados pós operatórios13. Com o avanço em relação a essa técnica, surgiram os parafusos de ilíaco, posicionados entre a tábua interna e externa da asa ilíaca, acoplados por meio de haste de conexão aos parafusos pediculares das vértebras lombares e sacral, aumentando significativamente a estabilidade e rigidez do sistema e diminuindo os índices de pseudoartrose 13,14 (Figura 1).

Foto em preto e branco

Descrição gerada automaticamente com confiança média

**Fig. 1**: Paciente do sexo feminino, 31 anos de idade, vítima de queda de 3 metros de altura. Ao exame neurológico, Gibbons 4. Exames de imagem complementares: a) Radiografia na incidência *inlet* da bacia; b) radiografia na incidência *outlet* da bacia. Notar as radiografias aparentemente inocentes; c) TC reconstrução coronal evidenciando padrão de fratura em “U”, com dois traços verticais e um traço horizontal, conceitualmente constituindo uma dissociação espinopélvica; d) Reconstrução sagital de TC evidenciando flexão e translação posterior do fragmento proximal com compressão óssea do canal central; e) fluoroscopia intra-operatória com manobra de redução por manipulação direta com osteótomo; f) radiografia pós-operatória na incidência antero-posterior (AP); g) radiografia pós-operatória na incidência perfil; h) TC pós-operatória: reconstrução sagital mostra redução e descompressão satisfatórias. Segmento clínico da paciente mostrou considerável recuperação neurológica.

Schildhauer et al., em 1998, descreveu a técnica de OT, uma variação da fixação espinopélvica bilateral tradicional. Ela consiste na utilização de parafuso pedicular em L4 ou L5 e parafuso de ilíaco associados a um ou dois parafusos iliossacrais, fornecendo, portanto, estabilização nos planos vertical e horizontal15,16. Essa técnica é indicada para os casos de luxações sacro-ilíacas, fraturas unilaterais transforaminais com ascensão vertical que acometem a articulação facetária L5-S1, fraturas que exigem descompressão foraminal agressiva com comprometimento da estabilidade óssea e em procedimentos de salvamento após falha das técnicas de estabilização pélvica posterior horizontais1,15,16 (Figura 2). Outra vantagem inerente a essa técnica é que, assim como a fixação espinopélvica bilateral, a montagem triangular permite sustentação de carga precoce 15,16.

![Texto

Descrição gerada automaticamente]()

**Fig. 2**: Paciente do sexo masculino, 30 anos, vítima de queda de 9 metros de altura com 30 dias de evolução. Ao exame neurológico, Gibbons 1. Exames de imagem: a) Radiografia na incidência AP panorâmico da bacia mostra ascensão vertical da hemipelve esquerda; b) TC em reconstrução coronal do sacro evidencia fratura transforaminal com desvio; c-d) TC axial e reconstrução sagital do sacro; e) radiografia pós-operatória na incidência AP panorâmico da bacia: realizada montagem triangular e osteossíntese da sínfise púbica ; f) radiografia pós-operatória na incidência perfil; g) TC pós-operatória: reconstrução coronal evidenciando redução da ascensão vertical da hemipelve esquerda; h) TC axial pós-operatória: posicionamento do parafuso iliossacral.

A classificação de Denis para as fraturas do sacro, correlaciona a localização anatômica da fratura com o risco de lesão neurológica, diferenciando as lesões em três zonas17. A zona I ou alar situa-se lateralmente, a zona II localiza-se na região transforaminal e a zona III possui localização central17 (Figura 3). Essas zonas possuem respectivamente 5,9%, 28,4% e 56,7% de incidência de lesão neurológica17. Em nosso estudo analisamos pacientes com fraturas das zonas II e III de Denis que apresentaram respectivamente 33,3% e 100% de lesões neurológicas.

![Foto em preto e branco

Descrição gerada automaticamente]() Fig.4: Classificação de Denis para fraturas do sacro

Nos pacientes com lesões da coluna cervical, torácica ou lombar a função motora e sensitiva das extremidades é classificada de acordo com a escala desenvolvida pela American Spinal Injury Association (ASIA), porém em pacientes com fraturas do sacro a avaliação do nível da lesão neurológica pelo exame motor fica limitada caudalmente aos níveis de L5 e S118,19. Nesse contexto, Gibbons e colaboradores classificaram os pacientes diagnosticados com fraturas de sacro de acordo com seu status neurológico avaliando a presença de parestesias, paresias e o comprometimento esfincteriano19. No presente estudo, foram analisados casos de lesões complexas com instabilidade espinopélvica e, portanto, esperava-se encontrar elevada incidência de pacientes com déficits neurológicos20,21. Indo de encontro às expectativas, 50% (n=8) da amostra apresentou déficit neurológico pós trauma, 1 (6,2%) caso classificado como Gibbons 2, 2 (12,5%) como Gibbons 3 e 5 (31,3%) como Gibbons 4.

Os pacientes que apresentavam comprometimento neurológico pré-operatório foram submetidos à laminectomias, foraminoplastias e retirada de fragmentos ósseos que comprimiam o canal (descompressão direta), bem como osteotomias para realinhamento das fraturas sacrais (descompressão indireta). Isso fez com que 75% dos pacientes evoluíssem com melhora do quadro neurológico, sendo 50% com melhora completa e 25% com melhora parcial dos sintomas. Números que se assemelham aos descritos por König et al., em 2012, apresentando uma série de 43 casos em que 46,5% evoluíram com melhora neurológica completa8.

Pela falta de estudos controlados e com elevado número amostral, ainda não é comprovado que a descompressão cirúrgica se relacione com a melhora do quadro neurológico, no contexto das fraturas complexas do sacro. Para exemplificar, o comprometimento neurológico pode acontecer por neuropraxias que frequentemente melhoram independe do tratamento cirúrgico ou pode acontecer por uma avulsão radicular e, dessa forma, não apresentar melhora apesar da cirurgia descompressiva1. Porém, o presente estudo analisou apenas fraturas envelhecidas e o fato de 75% dos pacientes com alterações neurológicas terem permanecido comprometidos por pelo menos três semanas, só melhorando após a descompressão cirúrgica sugere que o tratamento cirúrgico está associado a benefícios aos pacientes.

As fraturas sacrais apresentam 96,4% de lesões associadas e a coexistência de lesões do anel pélvico anterior é associação mais comum, com representação de 44,4%8. A indicação de abordagem cirúrgica da lesão anterior deve ser individualizada e, caso seja optado pelo tratamento cirúrgico, sua redução e estabilização deve ser feita antes do tempo posterior, uma vez que a rigidez da fixação espinopélvica impede uma boa redução da lesão anterior 1,21. Além disso, foi demonstrado que a fixação inicial do anel pélvico anterior facilita a redução da lesão pélvica posterior1,21. Nesta série de casos foi encontrada uma associação de 75% entre as fraturas complexas do sacro e as lesões no anel pélvico anterior que foram tratadas individualmente, levando-se em conta suas particularidades. Em um caso foram necessárias três abordagens cirúrgicas realizadas no mesmo dia. No primeiro tempo cirúrgico, feito por via posterior em decúbito ventral, foi realizada a osteotomia do foco de consolidação viciosa para o realinhamento da fratura bem como procedimentos de descompressão do canal vertebral e liberação de raízes nervosas. O segundo tempo, feito por via anterior em decúbito dorsal, com o objetivo de reduzir e fixar a lesão do anel pélvico anterior e por fim a terceira abordagem, novamente por via posterior, utilizada para fixação espinopélvica bilateral, através da instrumentação pedicular e do ilíaco.

Assim como encontrado em outros estudos, as principais complicações foram infecção do sítio cirúrgico (n=3) e mau posicionamento (n=1) 22. Em todos os casos foram necessárias reabordagens cirúrgicas, percentual consideravelmente maior do que os 42% descritos por Bellabarba e seus colaboradores23. Todos os pacientes apresentaram evolução clínica satisfatória até a última consulta de seguimento.

Por se tratar de um estudo conduzido em um hospital referência de casos complexos de traumatologia e ortopedia do sistema público de saúde, todos os casos foram atendidos inicialmente em outros hospitais e posteriormente transferidos para o tratamento definitivo. Assim, a média de tempo decorrido entre a fratura e o a tratamento cirúrgico da lesão sacral foi de 54,6 dias (variação de 21 a 210 dias). Tal fato contribuiu para aumentar a complexidade, a duração e o sangramento dos procedimentos. Esses fatores podem estar relacionados ao aumento de complicações pós-operatórias.

A análise retrospectiva e o número reduzido de pacientes são limitações deste estudo. Pela falta de estudos que avaliem os desfechos do tratamento cirúrgico das lesões complexas envelhecidas do sacro, nossos resultados foram comparados às séries de casos que trataram agudamente essas lesões. De acordo com a literatura, a maioria das complicações relacionadas ao material de síntese ocorrem nos primeiros dois anos após o procedimento2. Dessa forma ainda podem ser esperadas complicações tardias, principalmente nos casos em que o seguimento pós-operatório foi menor que 24 meses.

**CONCLUSÃO:**

Ao nosso conhecimento, este é o primeiro estudo publicado que apresenta os resultados de uma série de casos de lesões complexas envelhecidas do sacro tratadas cirurgicamente. O tratamento cirúrgico das lesões complexas envelhecidas do sacro por meio de osteossíntese triangular e fixação espinopélvica bilateral se mostrou seguro e eficaz, embora esta última técnica tenha apresentado maior taxas de complicações.

**REFERÊCIAS:**

1. Bellabarba, Carlo e Bransford, Richard J. Spinopelvic Fixation. [A. do livro] Carlo Bellabarba e Frank Kandziora. *AOSpine Master Series - Thoracolumbar Spine Trauma.* s.l. : Thieme, 2016, Vol. 6, 13, pp. 152-184.
2. Miyamoto AK, Graells XSI, Sebben AL, Benato ML, Santoro PGD, Kulcheski AL. Fraturas complexas do sacro com dissociação espinopélvica tratadas cirurgicamente com fixação iliolombar. Rev Bras Ortop 2020; 55(3):304-9.
3. Hussin P, Chan CY, Saw LB, Kwan MK. U-shaped sacral fracture: an easily missed fracture with high morbidity. A report of two cases. Emerg Med J. 2009 Sep;26(9):677-8.
4. Rocha VM, Guimarães JAM, Olivaes Filho AP, Carrasco FM, Araujo Junior AEP, Aguiar DP, Barcellos ALL. Sacral Fracture Treatment with a Variation of the Lumbopelvic Fixation Technique.*Coluna/Columna* 2018; 17(1):69-73.
5. Singh V, Rustagi T, Hart R. Extended L5 pedicle subtraction osteotomy for neglected sacropelvic dissociation injury: case report. J Neurosurg Spine. 2019 Mar 29;31(1):35-39. doi: 10.3171/2019.1.SPINE181271. PMID: 30925483.
6. Roy-Camille R, Edward B, Zeller R, Lapresle P: Les Lesions Traumatiques Anciennes du Rachis Cervical Inferieure. In Rachis cervical inferieure, 6mes journees d’Orthopedie de la Pitie. Paris: Masson; 1988:139–146.
7. Hak DJ, Baran S, Stahel P. Sacral fractures: current strategies in diagnosis and management. Orthopedics 2009;32(10):01-07.
8. König MA, Jehan S, Boszczyk AA, Boszczyk BM. Surgical management of U-shaped sacral fractures: a systematic review of current treatment strategies. *Eur Spine J*. 2012;21(5):829-836.
9. Kaye ID, Yoon RS, Stickney W, Snavely J, Vaccaro AR, Liporace FA. Treatment of Spinopelvic Dissociation: A Critical Analysis Review. JBJS Rev 2018;6(01):e7
10. McCord DH, Cunningham BW, Shono Y, Myers JJ, McAfee PC. Biomechanical analysis of lumbosacral fixation. Spine 1992;17(8):S235-43.
11. Erkan S, Cetinarslan O, Okcu G. Traumatic spinopelvic dissociation managed with bilateral triangular osteosynthesis: Functional and radiological outcomes, health related quality of life and complication rates. Injury. 2021 Jan;52(1):95-101
12. Lee HD, Jeon CH, Won SH, Chung NS. Global Sagittal Imbalance Due to Change in Pelvic Incidence After Traumatic Spinopelvic Dissociation. J Orthop Trauma. 2017 Jul;31(7):e195-e199.
13. Moshirfar A, Rand FF, Sponseller PD, Parazin SJ, Khanna AJ, Kebaish KM, Stinson JT, Riley LH 3rd. Pelvic fixation in spine surgery. Historical overview, indications, biomechanical relevance, and current techniques. J Bone Joint Surg Am. 2005;87 (2):89-106.
14. Kuklo TR, Bridwell KH, Lewis SJ, Baldus C, Blanke K, Iffrig TM, Lenke LG. Min- imum 2-year analysis of sacropelvic fixation and L5-S1 fusion using S1 and iliac screws. Spine 2001;26:1976-83.
15. Schildhauer TA, Josten C, Muhr G. Triangular osteosynthesis of vertically unstable sacrum fractures: a new concept allowing early weight-bearing. J Orthop Trauma. 1998 Jun-Jul;12(5):307-14.
16. Schildhauer TA, Ledoux WR, Chapman JR, Henley MB, Tencer AF, Routt ML Jr. Triangular osteosynthesis and iliosacral screw fixation for unstable sacral fractures: a cadaveric and biomechanical evaluation under cyclic loads. J Orthop Trauma 2003;17(01):22–31.
17. Denis F, Davis S, Confort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. Clin Orthop Relat Res 1988;227:67-81.
18. El Masry WS, Tsubo M, Katoh S, El Miligui YHS, Khan A. Validation of the American Spinal Injury Association (ASIA) Motor Score and the National Acute Spinal Cord Injury Study (NASCIS) Motor Score. Spine 1996; 21:614-19.
19. Gibbons KJ, Soloniuk DS, Razack N. Neurological injury and patterns of sacral fractures. J Neurosurg 1990;72:889–893.
20. Okuda A, Maegawa N, Matsumori H, Kura T, Mizutani Y, Shigematsu H, et al.. Minimally invasive spinopelvic "crab-shaped fixation" for unstable pelvic ring fractures: technical note and 16 case series. J Orthop Surg Res 2019;14(1):51
21. Schilhauer TA, Bellabarba C, Nork SE, Barei DP, Chip Routt MLJ, Chapman JR. Descompression and Lumbopelvic Fixation for Sacral Fracture-Dislocation with Spinopelvic Dissociation. J Orthop Trauma 2006; 20(7):447-57.
22. Yi C, Hak DJ. Traumatic spinopelvic dissociation or U-shaped sacral fracture: a review of the literature. Injury. 2012 Apr;43(4):402-8
23. Bellabarba C, Schildhauer TA, Vaccaro AR, Chapman JR. Complications associated with surgical stabilization of high-grade sacral fracture dislocations with spino-pelvic instability. Spine 2006;31:S80–8.