

FRATURAS DOS PRATOS TIBIAIS
EVOLUÇÃO TERAPÊUTICA RECENTE

Tatiana Alexandra da Costa Pires

Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

tatianacostapires@gmail.com

Este artigo foi escrito ao abrigo do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990.

ÍNDICE

i.	Agradecimentos.....	5
ii.	Glossário.....	6
1.	Resumo.....	7
2.	Abstract	9
3.	Introdução.....	11
4.	Métodos.....	12
5.	Resultados	13
	5.1. Etiologia	13
	5.2. Abordagem Clínica	13
	5.3. Meios Complementares de Diagnóstico.....	15
	5.4. Classificação.....	16
	5.5. Tratamento	17
	5.5.1. Tratamento Conservador	18
	5.5.2. Tratamento Cirúrgico	19
	5.5.2.1. Indicações.....	19
	5.5.2.2. Abordagens e Técnicas	20
	a) Técnicas cirúrgicas	22
	a1) Desenvolvimentos recentes	31
	b) Técnicas Minimamente Invasivas	34
	c) Artroscopia.....	37
	d) Fixação Externa	39
	5.5.2.3. Preenchimento de Defeitos Ósseos.....	41
	a) Enxertos Ósseos.....	41
	b) Substitutos Ósseos	42

5.5.3. Reabilitação	43
5.6. Complicações	43
5.7. Prognóstico	44
6. Discussão	46
7. Conclusões	50
8. Bibliografia	51

i. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Doutor Fernando Fonseca e ao Dr. Carlos Alegre pela ajuda prestada na elaboração deste trabalho e pelas imagens fornecidas.

ii. GLOSSÁRIO

AO/ASIF - Association for Osteosynthesis/Association for the Study of Internal Fixation

AO/OTA – Association for Osteosynthesis / Orthopaedic Trauma Association

ARIF – arthroscopic reduction internal fixation

BMP – Bone Morphogenic Protein

LISS – Less Invasive Stabilization System

MeSH - Medical Subject Headings

MIPO – minimally invasive percutaneous osteosynthesis

RMN – Ressonância Magnética Nuclear

TC – Tomografia Computorizada

1. RESUMO

Objetivos: As fraturas dos pratos tibiais representam cerca 1% de todas as fraturas. A abordagem destas fraturas depende de vários fatores, pelo que não existe consenso em relação ao método de tratamento ideal. O objetivo deste artigo é a análise da literatura referente ao tratamento das fraturas dos pratos tibiais, com especial atenção para os desenvolvimentos mais recentes.

Métodos: Foi levada a cabo uma pesquisa da base de dados PubMed, pelos termos “tibial”, “plateau”, “fracture”, “treatment”, incluídos na MeSH (Medical Subject Headings) da National Library of Medicine dos EUA. Os parâmetros foram limitados aos artigos publicados nos últimos cinco anos, em língua inglesa.

Resultados: O tratamento de fraturas dos pratos tibiais pode ser conservador ou cirúrgico. As lesões de tecidos moles em associação com fraturas dos pratos tibiais são frequentes. Atualmente, a tomografia computadorizada (TC) é o exame mais importante na avaliação de fraturas intra-articulares da extremidade proximal da tibia. As opções cirúrgicas passam por métodos de fixação interna, externa ou híbridos, além de técnicas com auxílio da artroscopia. É preconizado o tratamento cirúrgico na maioria das fraturas dos pratos tibiais, continuando a ser exploradas abordagens menos invasivas com recurso a novos implantes e a técnicas como a artroscopia. As principais complicações das fraturas dos pratos tibiais são a infeção, a rigidez articular, a artrose pós-traumática e a pseudartrose. O prognóstico após tratamento cirúrgico de fraturas dos pratos tibiais tem vindo a melhorar, devido a uma melhor compreensão e abordagem das lesões de tecidos moles associadas a estas fraturas.

Discussão: O objetivo final do tratamento deve ser a preservação da amplitude normal de movimento do joelho, através da recuperação da estabilidade, da congruência e do alinhamento da articulação, de forma a permitir a mobilização e a carga precoces. Atualmente, é preconizado o tratamento cirúrgico na maioria das fraturas dos pratos tibiais. A

fixação interna rígida com placas e parafusos tem sido considerada o “gold standard” no tratamento das fraturas dos pratos tibiais nas últimas décadas. A tendência atual é a utilização de técnicas minimamente invasivas no tratamento de fraturas dos pratos tibiais por mecanismos de baixa energia (Schatzker tipos I-III). O método ideal de fixação nas fraturas bicondilianas (Schatzker tipo V e VI) continua a ser controverso. Abordagens menos invasivas continuam a ser exploradas para o tratamento de fraturas dos pratos tibiais, sendo a maioria dos estudos incidente sobre as fraturas mais complexas.

Conclusões: As fraturas dos pratos tibiais são fraturas intra-articulares complexas cuja abordagem depende de vários fatores, não existindo consenso relativamente ao método de tratamento ideal. Têm vindo a ser utilizadas novas técnicas com recurso à artroscopia (ARIF) e a novos modelos de implantes (MIPO). Não existem estudos randomizados controlados que permitam a comparação adequada entre as diferentes opções de tratamento nas fraturas dos pratos tibiais.

2. ABSTRACT

Objectives: Tibial plateau fractures represent about 1% of all fractures. The approach to these fractures depends on several factors, so there is no consensus regarding the optimal treatment method. The purpose of this article is to examine the literature on the treatment of tibial plateau fractures, with special attention to the latest developments.

Methods: A search of the PubMed database was conducted, using the key words "tibial", "plateau", "fracture", "treatment", included in the MeSH (Medical Subject Headings) from the National Library of Medicine U.S.. The parameters were limited to articles published within the last five years in English.

Results: The treatment of tibial plateau fractures can be nonoperative or operative. The soft tissue injuries in association with tibial plateau fractures are common. Currently, computerized tomography (CT) is the most important test in the evaluation of intra-articular fractures of the proximal tibia. The surgical options include internal, external or hybrid fixation, and arthroscopically-assisted techniques. Surgical treatment is recommended in most tibial plateau fractures, while less invasive approaches using implants and new techniques such as arthroscopy continue to be explored. The main complications of tibial plateau fractures are infection, joint stiffness, posttraumatic osteoarthritis and nonunion. The prognosis after surgical treatment of tibial plateau fractures has improved due to a better understanding and approach to soft tissue injuries associated with these fractures.

Discussion: The ultimate goal of treatment should be preserving the normal range of knee motion, by recovering the stability, the congruency and alignment of the joint, to allow early mobilization and weight bearing. Currently, surgical treatment is recommended in most tibial plateau fractures. Rigid internal fixation with plates and screws has been considered the "gold standard" in the treatment of tibial plateau fractures in recent decades. The current trend is the use of minimally invasive techniques in the treatment of low energy tibial plateau

fractures (Schatzker types I-III). The ideal method of fixation in bicondylar fractures (Schatzker types V and VI) remains controversial. Less invasive approaches continue to be explored for the treatment of tibial plateau fractures, with most studies being incident on the more complex fractures.

Conclusions: Tibial Plateau Fractures are complex intra articular fractures whose approach depends on several factors. There is no consensus regarding the optimal treatment method. New techniques using arthroscopy (ARIF) and new types of implants (MIPO) have been used. There are no randomized controlled trials that allow proper comparison between different treatment options for tibial plateau fractures.

Key Words: *“tibial”, “plateau”, “fractures”, “treatment”*

3. INTRODUÇÃO

As fraturas dos pratos tibiais representam cerca 1% de todas as fraturas.¹ No entanto, se não forem tratadas de forma apropriada, as suas consequências podem ser graves e ter um impacto social considerável. Nos adultos jovens são o resultado de trauma de elevada energia,^{2,3} enquanto nos idosos são frequentemente provocadas por simples quedas com traumatismos de baixa energia.²⁻⁴

O prato lateral encontra-se envolvido na maioria dos casos (55% a 70%). A lesão isolada do prato medial ocorre em 10% a 23% dos casos, enquanto as lesões bicondilianas correspondem a cerca de 10% a 30% das fraturas observadas.^{5,6} As fraturas com maior grau de cominuição são caracterizadas pela dissociação entre a diáfise e a metáfise, e são normalmente acompanhadas de lesões graves dos tecidos moles peri-articulares.^{7,8}

As fraturas dos pratos tibiais podem ser classificadas de acordo com o grau de cominuição, com as alterações dos tecidos moles peri-articulares e com existência de lesões de estruturas nervosas ou vasculares associadas.⁹ Existem diversos sistemas de classificação,¹⁰ sendo a classificação de Schatzker a mais frequentemente utilizada na prática clínica.⁹

A abordagem destas fraturas depende de vários fatores, tais como as características da própria fratura, a existência de lesões de tecidos moles concomitantes, a idade do doente, assim como o seu nível de atividade e qualidade óssea,¹ pelo que não existe consenso em relação ao tratamento adequado destas lesões.¹¹

Assim, o objetivo deste artigo é a análise da literatura referente ao tratamento das fraturas dos pratos tibiais, com especial atenção para os desenvolvimentos mais recentes.

4. MÉTODOS

Foi levada a cabo uma pesquisa da base de dados PubMed, pelos termos ingleses “tibial”, “plateau”, “fracture”, “treatment”, incluídos na MeSH (Medical Subject Headings) da National Library of Medicine dos EUA. Os parâmetros foram limitados aos artigos publicados nos últimos cinco anos, em língua inglesa.

A pesquisa inicial revelou 119 artigos sendo selecionados os que incidem especificamente sobre tratamento das fraturas dos pratos tibiais. Estes foram obtidos online ou através dos Serviços de Documentação dos Hospitais da Universidade de Coimbra.

Foram, também, analisados os capítulos relativos ao tema nos manuais *Insall & Scott Surgery of the Knee* e *Rockwood and Green's Fractures in Adults*.

5. RESULTADOS

Foram obtidos 41 artigos publicados nos últimos 5 anos. Apenas uma destas publicações é referente a um estudo de nível de evidência 1, sendo as restantes relativas a estudos retrospectivos (nível 3) e a séries de casos (nível 4).

Os estudos mais recentes incidem sobre o tratamento das fraturas dos pratos tibiais dos tipos V e VI de Schatzker, não existindo nova informação relativa aos restantes tipos de fraturas.

5.1. ETIOLOGIA

As fraturas dos pratos tibiais ocorrem, geralmente, devido à aplicação de forças em valgo ou varo sobre o joelho, associadas a uma carga axial.⁶ Esta combinação pode dar-se tanto com lesões de baixa energia, tais como quedas da própria altura ou acidentes desportivos, como em lesões de elevada energia, como as provocadas em contexto de acidente rodoviário. A ocorrência de uma força em valgo predominante tende a causar uma lesão lateral isolada, do mesmo modo que a aplicação de forças em varo favorece as lesões mediais.^{5,6}

As fraturas dos pratos tibiais podem apresentar-se com vários graus de afundamento e de deslocamento,³ sendo a gravidade da fratura dependente da energia aplicada sobre o membro.^{8,12}

5.2. ABORDAGEM CLÍNICA

A realização de uma história clínica cuidada e de um exame objetivo minucioso é de extrema importância na avaliação inicial de qualquer doente com lesões do joelho.

A idade do doente deve ser conhecida, assim como eventuais antecedentes patológicos relevantes.⁵ Na maioria dos casos, não é possível apurar o mecanismo exato da lesão. No entanto, a distinção entre lesão de baixa energia e lesão de elevada energia é, de um modo geral, possível através dos dados obtidos na história clínica. Esta diferenciação é importante devido à maior incidência de lesões ligamentosas, alterações neurovasculares e síndrome compartimental nas lesões de elevada energia.^{5,6}

As lesões de tecidos moles em associação com fraturas dos pratos tibiais são frequentes. A rotura do ligamento colateral medial ou do ligamento cruzado anterior estão, geralmente, em concomitância com fraturas do prato lateral, enquanto as fraturas do prato medial estão associadas a rotura do ligamento colateral lateral e /ou dos ligamentos cruzados, assim como a lesões do nervo peroneal ou dos vasos poplíteos.⁶

Em termos objetivos, um doente com uma fratura dos pratos tibiais apresenta-se, invariavelmente, com dor espontânea e à palpação da região proximal da tibia e da entrelinha articular do joelho, edema do joelho e limitação dos movimentos ativos e passivos desta articulação.⁶

Deve ser realizada uma inspeção sequencial e cuidada de todo o membro inferior, que permita a exclusão de outras lesões, assim como a deteção de derrame articular ou hemartrose.⁶

O exame objetivo deve incluir sempre uma avaliação vascular e nervosa exaustiva.

A possibilidade de existência de síndrome compartimental deve ser excluída em todos os doentes com fraturas dos pratos da tibia. Embora o risco seja mais elevado nas fraturas dos tipos IV, V e VI de Schatzker, esta complicação também pode ocorrer em fraturas de padrão simples, se associadas a lesão de elevada energia.⁵

5.3. MEIOS COMPLEMENTARES DE DIAGNÓSTICO

Em todas as lesões agudas do joelho é essencial a obtenção de radiografias simples para a detecção de lesões ósseas e avaliação do alinhamento da extremidade, assim como para estudo preliminar dos tecidos moles envolventes. A série radiográfica padrão inclui pelo menos três incidências – ântero-posterior, lateral e tangenciais à patela. Incidências oblíquas podem ser muito úteis no diagnóstico de fraturas da extremidade proximal da tibia com deslocamento mínimo, devendo ser obtidas quando existe suspeita clínica deste tipo de lesão, não havendo evidência imagiológica nas radiografias padrão.⁵

Atualmente, a tomografia computadorizada (TC) é, provavelmente, o exame mais importante na avaliação de fraturas intra-articulares da extremidade proximal da tibia. Embora não deva substituir a radiografia simples, a tomografia permite, muitas vezes o diagnóstico de fraturas ocultas dos pratos tibiais, não detetadas na avaliação inicial. Além disso, permite a obtenção de reconstruções bi ou tridimensionais da fratura, muito úteis no planeamento cirúrgico.⁶

A grande desvantagem da TC reside no facto de não permitir uma boa visualização dos tecidos moles adjacentes, nomeadamente, dos meniscos, dos ligamentos colaterais e dos ligamentos cruzados, frequentemente lesados em associação com fraturas dos pratos tibiais. Na avaliação destas estruturas, a Ressonância Magnética Nuclear (RMN) é superior, apresentando uma sensibilidade e especificidade na deteção de lesões meniscais e ligamentosas na ordem dos 90%.⁵

Quando existem evidências de que a vasculatura do membro inferior possa estar comprometida, tais como pulsos distais assimétricos ou um índice perna-braço inferior a 0,9, está indicada a realização de uma angiografia. Este exame permite localizar com precisão a lesão vascular, mas não deve adiar a cirurgia de revascularização, uma vez que o atraso neste procedimento pode comprometer a integridade do membro.⁶

5.4. CLASSIFICAÇÃO

Existem diversos sistemas de classificação das fraturas dos pratos tibiais.^{5,6,10}

Sistemas de classificação exaustivos, tais como o sistema AO/OTA, são úteis em termos de investigação científica, sendo no entanto, de difícil utilização na prática clínica. Em contexto clínico, o sistema de classificação mais utilizado para as fraturas dos pratos tibiais é o de Schatzker.⁵ Este divide estas fraturas em seis tipos (fig. 1):

Tipo I – fratura com separação do prato lateral, sem depressão da superfície articular.

Tipo II – fratura com separação e afundamento do prato lateral.

Tipo III – fratura com afundamento do prato lateral.

Tipo IV – fratura do prato medial.

Tipo V – fraturas bicondilianas

Tipo VI – fraturas com dissociação metáfise-diáfise.

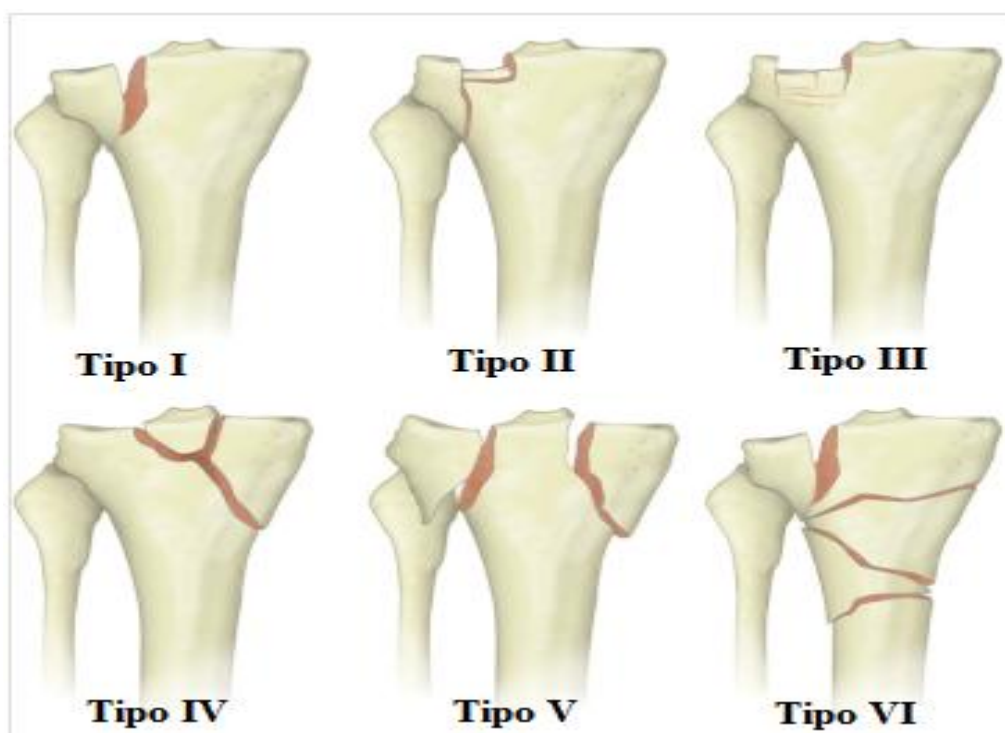


Fig. 1 – Classificação de Schatzker (Adaptado de Langford JR, Jacofsky DJ, Haidukewych GJ. Tibial Plateau Fractures. In: Scott WN, editor. Insall & Scott Surgery of the Knee. Elsevier In. 2012.).

5.5. TRATAMENTO

O tratamento de fraturas dos pratos tibiais pode ser conservador ou cirúrgico.^{8,13} O tratamento conservador é uma opção mais simples que utiliza métodos de tração ou imobilização gessada, enquanto as opções cirúrgicas passam por métodos de fixação interna, externa ou híbridos, além de técnicas com auxílio da artroscopia.^{8,13}

Independentemente do método de tratamento utilizado, o objetivo final do tratamento deve ser a preservação da amplitude normal de movimento do joelho,¹³ através da recuperação da estabilidade, da congruência e do alinhamento da articulação, de forma a permitir a mobilização e a carga precoces.^{8,9}

Com efeito, os resultados funcionais estão correlacionados com os resultados anatómicos (qualidade da redução),^{9,14} sendo a rigidez do joelho um fator com maior relevância clínica que a instabilidade articular, no resultado final das fraturas dos pratos tibiais.⁹

De qualquer forma, o sucesso terapêutico depende da qualidade da redução, da estabilidade dos ligamentos e da preservação do envelope de tecidos moles.^{14,15} Uma boa visualização da superfície articular, com disseção mínima dos tecidos permite atingir este objetivo.¹⁵

Alguns estudos demonstraram que a superfície articular da tíbia pode tolerar até 10mm de incongruidade sem desenvolvimento de artrose. Atualmente sabe-se que qualquer incongruência superior a 4mm é o fator mais diretamente envolvido no desenvolvimento de alterações degenerativas precoces.¹⁶ Do mesmo modo, qualquer fratura que consolide com mais de 10° de desvio em varo tem fracos resultados funcionais, podendo haver necessidade de cirurgia reconstrutiva.¹⁶

5.5.1. TRATAMENTO CONSERVADOR

O objetivo do tratamento conservador não é a redução anatômica da fratura mas a restauração do alinhamento axial do membro inferior e da mobilidade do joelho, possibilitando a sua extensão completa e 120 graus de flexão.⁵

O tratamento conservador está reservado para fraturas muito simples, sem deslocamento, que representam apenas uma pequena minoria das fraturas dos pratos tibiais.^{2,12} Pode também ser utilizado em doentes com comorbilidades severas e/ou muito poucas necessidades funcionais (por exemplo, doentes acamados).²

As indicações relativas para o tratamento conservador são:⁶

- Fraturas incompletas ou sem desvio;
- Fraturas do prato lateral, estáveis, com deslocamento mínimo;
- Fraturas do prato lateral instáveis em doentes idosos com osteoporose;
- Comorbilidades médicas significativas (cardiovasculares, metabólicas, neurológicas);
- Osteoporose avançada;
- Lesão da medula espinhal;
- Fraturas abertas com contaminação severa (tipo IIIB de Gustilo-Anderson);
- Fraturas infetadas.

O tratamento conservador passa pela redução fechada, seguida de tração cutânea ou esquelética ou imobilização gessada (ou apenas esta última). Após esta fase inicial, a mobilização deve ser o mais precoce possível, com recurso a uma tala funcional,⁶ uma vez que é provável o desenvolvimento de rigidez permanente da articulação quando esta é imobilizada por mais de 4 a 6 semanas.^{8,17,18} Deste modo, deve ser permitida a aplicação gradual de carga sobre o membro por volta das 4 a 6 semanas, sendo a tala removida por volta das 8 a 12 semanas.⁹

Fraturas unicondilares com desvio mínimo sujeitas a tratamento conservador têm, geralmente, bons resultados funcionais. Pelo contrário, fraturas bicondilianas, tratadas da mesma forma têm um prognóstico muito mais imprevisível.⁶

Estas opções prolongam a hospitalização e acarretam complicações associadas à imobilização prolongada como trombose venosa profunda, tromboembolia pulmonar, úlceras de decúbito, infecções nosocomiais, atrofia muscular, contraturas e limitação da amplitude de movimento do joelho. Além disso, estas técnicas não permitem uma redução adequada da superfície articular, nem conferem a estabilidade necessária ao membro, levando a taxas de deformação em varo ou valgo inaceitáveis, ao colapso da superfície articular ou a rigidez articular pós-imobilização.^{7,8,17}

5.5.2. TRATAMENTO CIRÚRGICO

5.5.2.1. Indicações

Atualmente, para evitar imobilização prolongada e reduções instáveis, é preconizado o tratamento cirúrgico na maioria das fraturas dos pratos tibiais.^{3,12}

São indicações absolutas para tratamento cirúrgico:⁶

- Fraturas dos pratos tibiais abertas;
- Fraturas dos pratos tibiais associadas a síndrome compartimental;
- Fraturas dos pratos tibiais associadas a lesão vascular aguda.

Têm, indicação relativa para cirurgia as fraturas que apresentem um desnivelamento da superfície articular superior a 3-5mm, um fragmento com deslocamento superior a 3-5mm e/ou uma instabilidade em varo ou valgo acima dos 10°. ^{3,13,19} Alguns autores^{9,20} consideram indicação cirúrgica desvio em varo ou valgo acima dos 5°. Nestas condições é necessária restauração da anatomia da articulação de forma a reduzir o risco de alterações degenerativas.^{3,20}

Em doentes jovens, o objetivo do tratamento cirúrgico é, portanto, a restauração da congruidade da superfície articular, do alinhamento axial do membro e da estabilidade da articulação, permitindo mobilização precoce e diminuindo o risco de artrite pós-traumática.^{9,17,20-23} Estas indicações estão cada vez mais a ser alargadas a doentes mais idosos, apesar da coexistência de osteopenia/osteoporose, comorbilidades médicas ou doença articular degenerativa.²

5.5.2.2. Abordagens e Técnicas

A abordagem cirúrgica ideal deve permitir a melhor visualização possível da fratura com o mínimo de dano para as estruturas normais.¹⁹

A fixação deve ser forte e estável, de forma a permitir mobilização passiva precoce do joelho sem comprometer a redução da fratura e a congruência da superfície articular.^{3,4,24} Esta é a única forma de evitar rigidez articular e de recuperar a completa amplitude de movimento da articulação.⁴

Devido à anatomia complexa do joelho e à necessidade de redução anatómica em todas as fraturas intra-articulares, a redução aberta, em conjugação com enxertos ósseos em casos de afundamento da superfície articular, e fixação interna rígida com placas e parafusos tem sido considerada o tratamento padrão das fraturas dos pratos tibiais nas últimas décadas.²

Frequentemente é necessária uma estabilização temporária com recurso a fixação externa, de modo a permitir a recuperação dos tecidos moles e um estudo mais aprofundado da fratura, com recurso a exames de imagem.² Deste modo, um tratamento em duas fases, com fixação externa primária e cirurgia num segundo tempo, após consolidação dos tecidos moles, é o mais utilizado em fraturas dos pratos tibiais.⁴

Nos casos de lesão muito extensa dos tecidos moles, que não permita terapêutica cirúrgica dentro de 14 a 21 dias da lesão inicial ou nos casos com elevado grau de cominuição

da metáfise mas com envolvimento mínimo das superfícies articulares, o tratamento pode passar pela aplicação de métodos de fixação híbridos ou pela fixação externa com fios finos. Nestes casos, a fixação externa é um tratamento definitivo aceitável.⁵

Mais recentemente, tem-se demonstrado que a incidência de complicações de tecidos moles é influenciada sobretudo pela abordagem às lesões de tecidos moles existentes e pelo “timing” da cirurgia do que pelo tipo de incisão cirúrgica ou pelo material de osteossíntese utilizado.^{4,25} As infecções precoces nos casos de fraturas dos pratos tibiais por mecanismos de elevada energia são frequentes quando é realizada a osteossíntese primária.²⁵

De facto, tem sido demonstrado que o tratamento temporário com fixação externa pode providenciar a estabilidade da fratura, enquanto se dá a recuperação dos tecidos moles.^{2,4,11,25,26} A maioria dos autores que obtiveram bons resultados com a fixação interna utilizaram a fixação externa primária até à recuperação dos tecidos moles.²⁶

O adiamento do tratamento definitivo permite a recuperação dos tecidos moles, o que diminui as taxas de infeção.^{2,26} Embora possa resultar num aumento transitório das pressões compartimentais, foi demonstrado que não leva ao desenvolvimento de síndrome compartimental.²⁵

Embora se saiba que a estabilidade da fixação externa é melhor se os fixadores forem colocados próximos do local da fratura, estes são, geralmente colocados fora do campo da futura fixação interna, de forma a prevenir a colonização do local e conseqüentemente, evitar o compromisso da consolidação da fratura e o desenvolvimento de complicações infecciosas.²⁵ No entanto, Laible *et al*²⁵ estudaram retrospectivamente uma série de 79 doentes tratados com fixação externa temporária e posterior fixação interna, não encontrando qualquer relação entre a distância dos fixadores externos ao local da fixação interna definitiva e as taxas de infeção subsequentes. Devido a estes resultados, recomendam que a colocação do fixador externo

deve providenciar a melhor redução e estabilidade da fratura, não sendo necessário considerar o campo da futura fixação interna.

a) Técnicas cirúrgicas

Schatzker tipo I

Uma fratura em cunha com deslocamento ou separação do prato lateral é instável e, na maioria dos casos, indicação absoluta para redução aberta e fixação interna.⁵

A redução deste tipo de fraturas pode ser conseguida através da aplicação de uma força em varo, manualmente ou com recurso a tração. Em alternativa é possível a redução pela aplicação de fórceps, por via percutânea.⁵ Neste caso, deve ter-se em consideração a possibilidade de encarceramento do menisco lateral entre os dois fragmentos ósseos, sobretudo se for necessária a aplicação de força excessiva na redução da fratura. Quando tal acontecer deve proceder-se à redução por via aberta ou artroscópica.⁵

A fixação é feita pela colocação de 2 ou 3 parafusos canulados perpendiculares ao traço de fratura, por via percutânea.⁶ Pode ser necessária a aplicação de uma placa para estabilização dos parafusos, sobretudo quando existe osteopenia e/ou em fraturas com orientação vertical.⁵ De um modo geral, a fixação deste tipo de fraturas pode ser feita apenas com parafusos em doentes com osso denso, enquanto que em doentes idosos, osteoporóticos a aplicação de uma placa para estabilização é de boa prática.⁵

Schatzker tipo II

Estas fraturas apresentam uma maior dificuldade no seu tratamento devido ao afundamento da superfície articular que condiciona, por vezes, uma maior instabilidade comparativamente às fraturas simples do prato lateral. Além disso, fraturas articulares com depressão não são redutíveis por métodos de tração. Se existe depressão que condicione

instabilidade articular, a superfície articular deve ser elevada e suportada por enxertos ósseos, com ou sem associação a técnicas de fixação.⁶

Nestas situações as técnicas minimamente invasivas raramente estão indicadas, sendo necessário proceder a redução aberta com fixação interna. O acesso à entrelinha articular pode ser conseguido através de uma artrotomia parapatelar lateral, enquanto a face lateral da articulação pode ser visualizada através de uma incisão submeniscal e pela disseção do ligamento intermeniscal e do ligamento coronário anterior do menisco lateral, seguida de reflexão posterior do menisco lateral.⁵

A aplicação de uma placa é necessária em quase todos os casos, pelo que a artrotomia parapatelar lateral pode ser alargada lateral e inferiormente ao nível da face lateral do tubérculo tibial, de forma a permitir a disseção dos músculos do compartimento anterior.⁵

O próprio traço de fratura serve de via de acesso à região subcondral do prato lateral (redução “em livro aberto”), permitindo redução e enxerto ósseo nestas zonas.^{5,6}

A redução da entrelinha articular é conseguida indiretamente através da impactação do osso esponjoso metafisário subjacente aos fragmentos articulares. Este material ósseo funciona, assim, como auto-enxerto. O espaço restante pode ser preenchido através de auto ou aloenxertos ósseos ou por substitutos ósseos.^{5,6}

Finalmente pode proceder-se à redução do côndilo e osteossíntese com placa.⁵

Schatzker tipo III

Estas são fraturas com afundamento do prato lateral, frequentes em doentes idosos com osteoporose, podendo também ocorrer em indivíduos jovens na sequência de acidentes desportivos.²⁻⁶

Uma instabilidade em valgo superior a 5-8° num doente sem artrite prévia é indicação para tratamento cirúrgico. Este faz-se geralmente por via percutânea, assistida por artroscopia ou fluoroscopia.⁵

O artroscópio é colocado na articulação de forma a permitir a criação de uma janela cortical distalmente em relação à zona de fratura. A partir desta janela é criado um túnel através do qual serão inseridos fragmentos ósseos de forma a reduzir a fratura. A localização da janela depende da localização da fratura. Para fraturas anteriores deve ser realizada uma corticotomia medial, enquanto lesões póstero-laterais têm acesso mais fácil a partir da face lateral da metáfise da tibia.^{5,6}

Depois da elevação da superfície articular e do encerramento do túnel de acesso através da aplicação de enxerto ósseo, são colocados parafusos paralela e inferiormente ao osso subcondral, de forma a evitar o colapso da superfície articular reconstruída.^{5,6}

Schatzker Tipo IV

O tratamento conservador deste tipo de fraturas está associado a uma consolidação viciosa em varo, pelo que está reservado apenas a lesões estáveis sem desvio.⁵ Uma vez que as fraturas tipo IV de Schatzker são geralmente causadas por mecanismos de elevada energia, a existência de lesões estáveis e sem desvio é muito rara. Além disso, estas fraturas estão associadas a lesões dos tecidos moles adjacentes, sendo frequente a rotura do ligamento colateral lateral. O tratamento definitivo deve ser adiado, de forma a minimizar complicações, passando o tratamento inicial pela fixação externa temporária.⁵

O método de tratamento preferencial é a redução aberta seguida de fixação interna.⁵

A abordagem cirúrgica faz-se através de uma artrotomia parapatelar medial. Após redução adequada, a fixação é feita com recurso a placa e parafusos. A placa é colocada em posição medial, após elevação da “pata de ganso” e do ligamento colateral medial.⁵

Nas situações em que existe um fragmento ósseo pósteromedial isolado, uma abordagem por incisão pósteromedial pode ser suficiente para redução e fixação adequadas. No entanto, um fragmento nestas circunstâncias mas com desvio significativo do côndilo medial pode não ficar devidamente fixado apenas com uma placa colocada medialmente, sendo necessário a colocação de uma placa de suporte pósteromedial, de modo a evitar o deslocamento deste fragmento e subsequente subluxação do côndilo medial do fêmur, levando a instabilidade articular.⁵

Schatzker Tipos V e VI

O método ideal de fixação nas fraturas bicondilianas (Schatzker tipo V e VI) continua a ser controverso.^{11,26-28} O tratamento destas fraturas complexas por trauma de elevada energia é um desafio devido à cominuição severa da superfície articular, e às lesões de tecidos moles associadas.²⁷ É comum a existência de morbidade residual após estas lesões.¹¹ O resultado final depende de muitos fatores incluindo os danos de tecidos moles e da cartilagem articular, a qualidade da redução, a estabilidade da articulação, a estabilidade da fixação e o alinhamento do membro.²⁶

A redução aberta e fixação interna deste tipo de fraturas é feita através de uma artrotomia parapatelar. A disseção do ligamento intermeniscal e dos ligamentos coronais é necessária de forma a permitir o rebatimento dos meniscos, permitindo, assim, a visualização da superfície articular de ambos os côndilos tibiais.⁴ Esta técnica, realizada pela via de abordagem clássica, através de incisão única, mediana, anterior, semelhante à utilizada para realização de artroplastia total do joelho, oferece uma boa visualização de ambos os côndilos, permitindo não só uma adequada reconstrução da superfície articular, mas também o preenchimento de defeitos metafisários.⁴ Contudo, esta abordagem implica uma disseção extensa do “envelope” de tecidos moles da tibia proximal, o que leva a uma considerável

desvascularização dos fragmentos ósseos e consequente aumento do risco de infecção e de não consolidação.^{8,22,26}

Numa tentativa de evitar estas complicações, foi adotado um método de abordagem através de duas incisões, uma ântero-lateral (fig.2) e outra pósteromedial (fig. 3), e com aplicação de duas placas, uma lateral e uma medial (fig.4). Esta técnica permite a redução anatómica da articulação, minimizando a lesão iatrogénica dos tecidos moles e complicações a esta associadas.^{26,27} Facilita também uma fixação adequada da fratura, o que permite o início precoce de exercícios de mobilização.^{8,27}

Esta abordagem com duas incisões e colocação de duas placas é a recomendada pela AO/ASIF no tratamento de fraturas complexas dos pratos tibiais.^{23,27}

Geralmente, é necessária a colocação de uma placa medial e outra lateral para a fixação destas fraturas. No entanto, se o componente medial é relativamente simples, a aplicação de uma única placa bloqueada lateral pode ser suficiente.^{5,6}

O estudo da fratura com recurso a TC permitirá, em princípio, optar entre a aplicação de duas placas ou placa única. Em caso de dúvida, a utilização de fluoroscopia intra-operatória permitirá avaliar a estabilidade de uma única placa lateral através da aplicação de forças em varo e valgo.^{5,6}

De um modo geral, quanto mais complexo é o componente medial da fratura, maior a probabilidade de ser necessária uma placa medial. Em princípio, se o traço de fratura medial é sagital e se o fragmento ósseo é grande, uma única placa lateral será suficiente. Caso o traço da fratura medial seja no plano coronal ou se existem múltiplos fragmentos é preferível a colocação de duas placas.^{5,6}

À medida que a tomografia computadorizada (TC) se torna mais comum no estudo das fraturas intra-articulares, certos padrões de fraturas, cuja incidência era previamente subvalorizada, têm sido encontrados com uma frequência crescente.²⁹ No caso das fraturas

dos pratos tibiais isto verifica-se pela existência de fraturas com fragmento póstero-lateral, póstero-medial, ou ambos.²⁴ Em alguns estudos com recurso à tomografia computadorizada parece existir uma prevalência do fragmento póstero-medial em até um terço das fraturas dos pratos mediais³⁰ e aproximadamente 7% de todas as fraturas dos pratos tibiais afetam o canto póstero-lateral.¹⁴

As fraturas do segmento póstero-lateral surgem pela combinação de forças em valgo com compressão axial, quando o joelho se encontra em flexão. O traço de fratura nestes casos encontra-se no plano coronal pelo que é difícil a sua observação em radiografias ântero-posteriores.²⁹ Assim, nem a classificação de Schatzker, nem a classificação AO, baseadas no estudo das fraturas com recurso a radiografia convencional, consideram a existência deste tipo de fraturas.²⁴

Embora a abordagem através de duas incisões permita uma boa redução e estabilização biomecânica deste tipo de fraturas,²⁴ têm sido descritas várias abordagens alternativas, numa tentativa de melhorar os resultados funcionais. Segundo Eggli *et al*²⁴, esta abordagem cirúrgica, associada ao início imediato de exercícios de mobilização passiva e carga parcial, apresenta uma baixa taxa de complicações, resultando numa excelente função do joelho e elevada satisfação do doente.

No que concerne o fragmento póstero-medial, existem vários casos registados de redução direta através da abordagem posterior. No entanto, este procedimento está associado a uma elevada taxa de complicações que incluem parestesia do nervo safeno, trombose venosa profunda e diminuição da extensão ou flexão do joelho.¹⁰ Por este motivo, Hsieh *et al*¹⁰, propõem a abordagem a estas fraturas por uma incisão anterior que pode ser utilizada de modo a evitar as lesões neurovasculares associadas à abordagem posterior. Embora a redução direta dos fragmentos posteriores seja difícil através desta abordagem, é possível a obtenção

de uma boa redução de forma indireta através da extensão ou híper-extensão do joelho, e com apoio da fluoroscopia.

A abordagem ântero-lateral clássica é apropriada para as fraturas simples do prato lateral. No entanto, em fraturas do prato lateral com extensão posterior, a visualização da fratura através desta abordagem é impedida pela cabeça da fíbula, que também dificulta a colocação de material de osteossíntese em posição pósterio-lateral.^{14,19,31,32} A abordagem pósterio-lateral alargada com osteotomia do colo da fíbula (Lobenhoffer) foi desenvolvida devido aos problemas criados pelas abordagens convencionais perante fraturas do prato lateral com envolvimento do aspeto posterior. Isto pode ocorrer pela existência de um fragmento pósterio-lateral isolado, com traço de fratura do plano coronal, ou em fraturas com elevado grau de cominuição, que incluem elementos pósterio-laterais.³³ Embora permita uma maior exposição dos pratos, esta abordagem aumenta o risco de lesão do nervo peroneal comum e é um procedimento muito traumático, com risco de desvascularização de fragmentos ósseos e consequente perda da redução. Existe também a possibilidade de não consolidação da osteotomia da fíbula. Além disso, pode ser necessária uma segunda osteotomia aquando da remoção do material de osteossíntese.^{14,19,31-33}

Por estes motivos, Yu *et al*¹⁹ propõem uma abordagem lateral alternativa, com osteotomia da cabeça da fíbula. Esta demonstrou-se segura e eficaz numa pequena população de 82 doentes com seguimento a médio prazo.

Huang *et al*³¹ apresentam os resultados de ainda outra abordagem alternativa a fraturas com componente pósterio-lateral. Esta consistiu num acesso por incisão pósterio-lateral modificada, sem osteotomia da fíbula com bons resultados anatómicos e clínicos em 8 casos, a curto prazo. No entanto, surgiram dificuldades na remoção do material de osteossíntese devido à grande quantidade de tecido cicatricial formado à volta da placa. Além disso,

verificou-se atraso na cicatrização da ferida cirúrgica em todos os doentes submetidos a este procedimento. Devido a estes problemas esta via de abordagem foi abandonada.

Tao *et al*³² sugerem uma abordagem com incisão em “L” 1 cm acima da flexura do joelho, colocada na face pósterolateral da articulação, obtendo exposição adequada dos aspectos lateral e posterior do prato lateral, sem necessidade de qualquer osteotomia ou tendotomia e sem lesão de nenhum músculo. A grande desvantagem desta abordagem é o facto de não poder ser alargada distalmente além dos 5 cm da entrelinha articular lateral, devido ao risco de lesão dos vasos que cruzam a membrana interóssea aproximadamente nesta posição. Além disso, este estudo teve um tempo de seguimento muito curto, que não permite concluir sobre possíveis efeitos a longo prazo desta abordagem.

Frosch *et al*¹⁴ propõem uma abordagem combinada com incisão pósterolateral para a redução e fixação da fratura e artrotomia lateral para visualização da superfície articular. Esta abordagem pósterolateral modificada permite o controlo visual da redução através da artrotomia lateral, sendo a redução e a fixação feitas a partir da face dorsal. Assim, evita-se a desvascularização de fragmentos. Se a lesão for extensa, é possível a realização de osteotomia do colo da fíbula, de forma a alargar a incisão. Tal como a técnica descrita por Tao³², esta abordagem também não permite o alargamento distal, devido aos vasos que atravessam a membrana inter-óssea cerca de 5 cm abaixo da entrelinha articular. No entanto, esta limitação não parece ser um problema em termos práticos uma vez que as fraturas do segmento pósterolateral não ultrapassam, geralmente os 4 cm de extensão cortical.

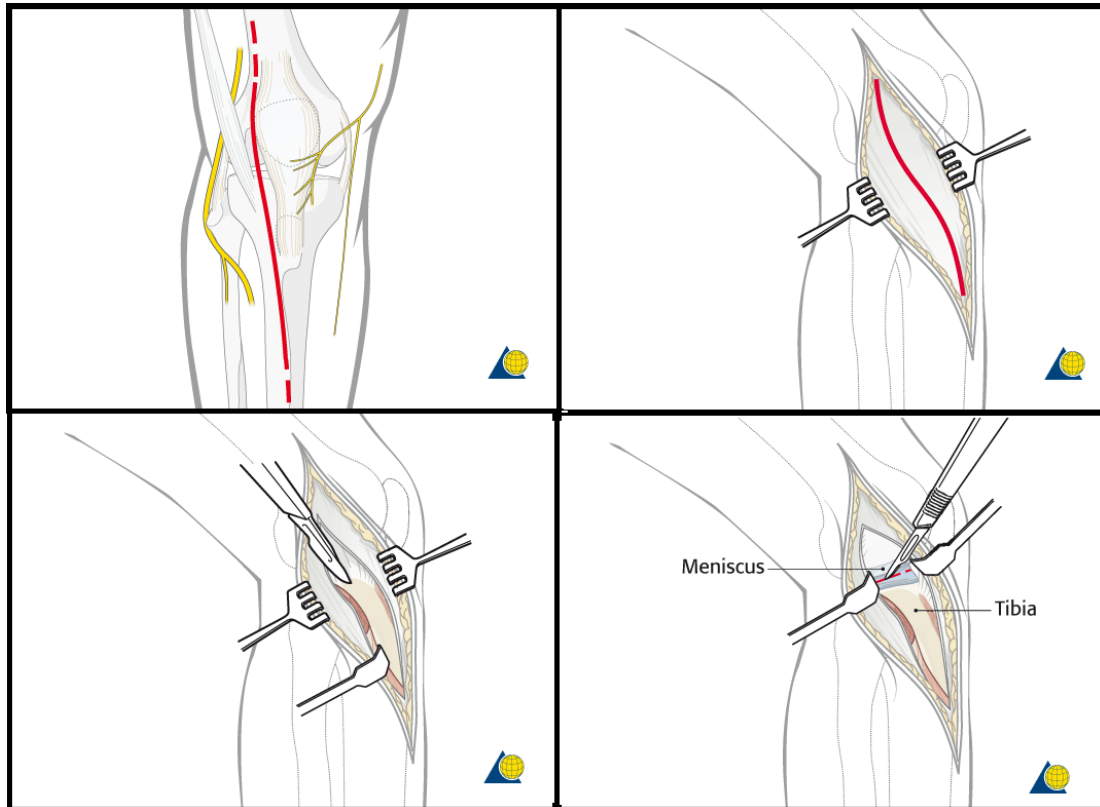


Fig. 2 – Abordagem ântero-lateral em esquema (adaptado de www.aofoundation.org)

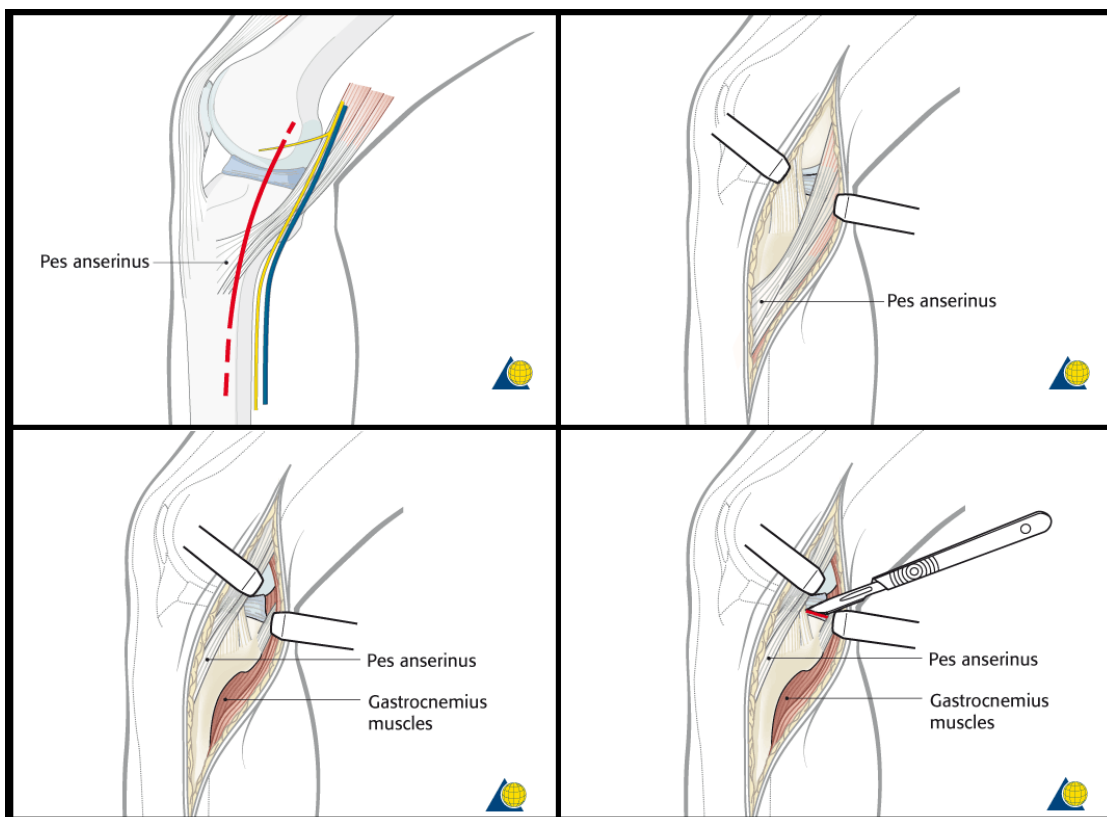


Fig. 3 – Abordagem póstero-medial em esquema (adaptado de www.aofoundation.org)

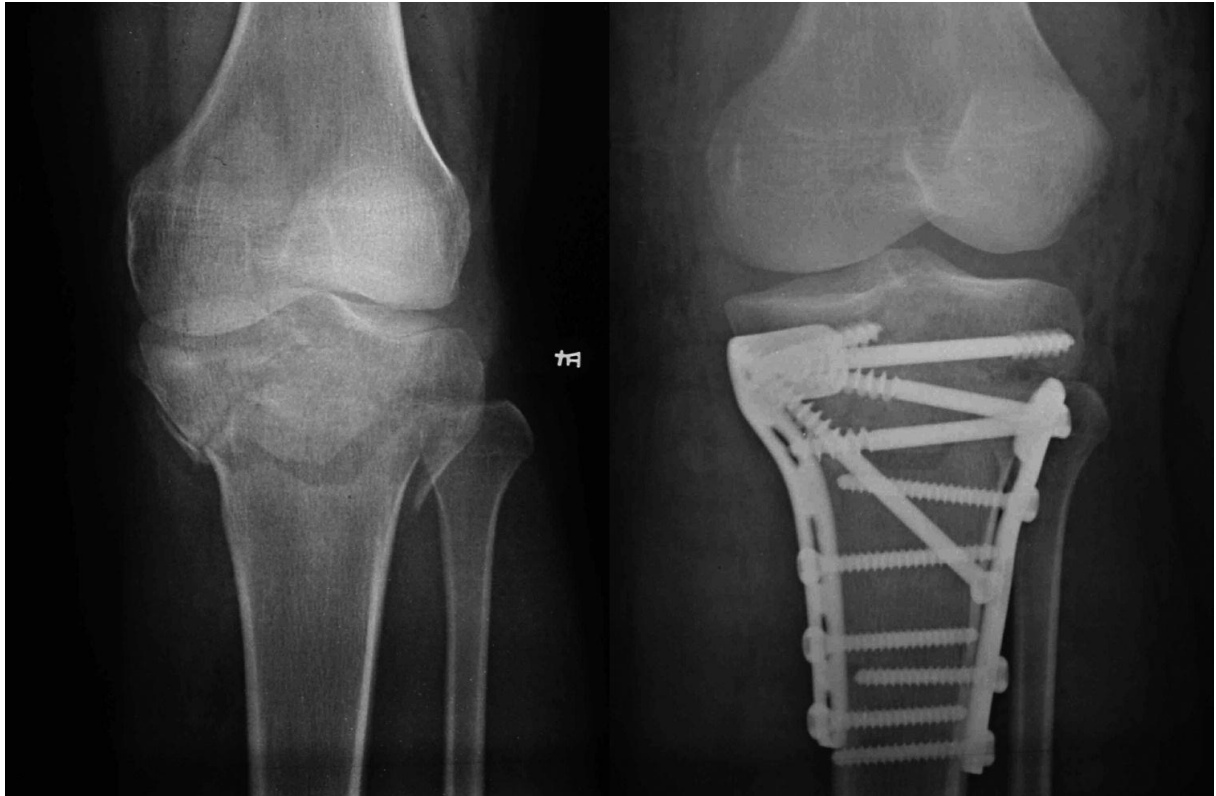


Fig. 4 - Esquerda – fratura bicondiliana dos pratos tibiais (Schatzker tipoV); Direita – a mesma lesão 1 ano após redução anatômica e fixação com duas placas (adaptado de Yu Z, Zheng L, Zhang Y, Li J, Ma B. Functional and radiological evaluations of high-energy tibial plateau fractures treated with double-butress plate fixation. Eur J Med Res. 2009 May 14;14(5)200-5)

a1) Desenvolvimentos recentes

As abordagens menos invasivas continuam a ser utilizadas no tratamento de fraturas dos pratos tibiais.^{13,23,27} Contudo, a maioria dos estudos é incidente sobre as fraturas mais complexas (tipos V e VI de Schatzker).^{23,34} Nas fraturas bicondilianas é necessária a restauração da superfície articular com recurso à redução fechada e fixação interna. Neste contexto, é importante a prevenção da necrose e infecção dos tecidos moles no pós-operatório. Com este objetivo, múltiplas técnicas e implantes têm sido desenvolvidos.^{12,28}

O material de osteossíntese selecionado deve ser aplicado de forma a minimizar complicações, permitir mobilização precoce do joelho e ter uma durabilidade que mantenha a

redução da fratura até à formação do calo ósseo. As combinações atualmente disponíveis na abordagem a fraturas bicondilianas dos pratos tibiais incluem implantes laterais convencionais não bloqueados ou bloqueados com ou sem associação a uma placa de suporte póstero-medial ou placas LISS.³⁴

Zhang *et al*²⁷ desenharam um estudo retrospectivo para a comparação entre a aplicação de dupla placa de suporte e placa bloqueada combinada com placa de suporte. Estes autores admitiram a técnica clássica com duas incisões e duas placas como o tratamento preconizado para todas as fraturas bicondilianas dos pratos tibiais, pretendendo apenas comparar as características dos diferentes implantes disponíveis atualmente no mercado. Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos, tanto em termos clínicos como imagiológicos, exceto na menor quantidade de enxerto ósseo necessária para a estabilização da fratura no grupo com combinação de implantes.

Placas bloqueadas unilaterais têm vindo a ser utilizadas no tratamento de fraturas complexas dos pratos tibiais.^{12,30} Estes implantes possibilitam, teoricamente, o tratamento de fraturas bicondilianas através de uma única incisão lateral. O colapso do prato medial deverá ser evitado pelo mecanismo de alavanca criado pelos parafusos em posição fixa, ao contrário do que acontece quando placas convencionais não bloqueadas permitem a movimentação dos parafusos. No entanto, a capacidade prática de suporte da coluna medial proporcionada por este tipo de montagem continua a ser fonte de controvérsia.¹² O custo deste tipo de implantes é mais um fator a ter em conta e a sua remoção posterior também pode causar problemas.²⁶

Alguns destes implantes já consideram a possibilidade de um fragmento póstero-medial, tendo um parafuso direcionado para a fixação deste fragmento. Em termos clínicos verifica-se que esta montagem não é suficientemente estável para evitar deformação em varo secundária. A aplicação de placa de suporte em posição póstero-medial parece ser a única forma de evitar este problema.³⁰

Segundo o estudo biomecânico levado a cabo por Yoo *et al*,³⁴ a montagem mais eficaz na manutenção da redução de fraturas com fragmento pósteromedial deve incluir uma placa de suporte tubular colocada em posição pósteromedial. Este estudo conclui, ainda, que placas bloqueadas laterais isoladas foram as menos capazes de manter a redução do fragmento pósteromedial e que as placas convencionais apresentam uma capacidade de carga semelhante à dos implantes com placa bloqueada. Estes resultados podem ser, contudo, devidos ao facto dos modelos sintéticos de tíbias usados no estudo se comportarem como osso jovem, o que pode explicar a aparente estabilidade de implantes que se sabe, pela prática clínica, serem menos estáveis. Os autores antecipam resultados significativamente diferentes num modelo osteopénico. Outro fator contribuinte para este resultado é a impossibilidade de colocação eficaz de parafusos no fragmento pósteromedial a partir de aparelhos laterais de ângulo fixo.

Estes resultados vão de encontro aos publicados por Weaver *et al*³⁵ e por Ehlinger *et al*²⁸ que também admitem que o problema das placas bloqueadas é o facto de a sua conformação monoaxial e a posição pré definida dos parafusos não permitirem o direcionamento específico destes aos fragmentos da fratura, o que pode criar situações em que a fixação é inadequada. Não obstante este facto, concluem que a maioria das fraturas bicondílicas dos pratos tibiais tratadas com placa bloqueada lateral apresentam bons resultados. Apenas nos casos em que existe um traço de fratura no plano coronal, há uma maior tendência para a subsidência e perda de redução quando é aplicada apenas uma placa de bloqueada lateral. Este tipo de fraturas beneficiam, portanto, da fixação com duas placas, se os tecidos moles adjacentes assim o permitirem.

Uhl *et al*¹² chegaram a conclusões semelhantes. Se a redução da fratura lateral permite uma redução estável do fragmento medial, é possível a fixação com uma única placa bloqueada lateral. Caso contrário, é necessária a aplicação de uma placa de suporte

convencional em posição medial. Em alternativa, pode manter-se a fixação externa complementar, de forma a anular as forças de varização.

Assim, uma única placa bloqueada colocada em posição lateral apresenta maior resistência que uma única placa convencional em situação semelhante, como é demonstrado por estudos biomecânicos. No entanto, a adição de uma placa medial confere uma estabilidade superior à montagem. Embora melhor que um único aparelho de placa e parafusos convencionais, uma placa bloqueada única em posição lateral é, ainda, suscetível a colapso em varo.¹²

É ainda controverso que uma placa bloqueada lateral seja capaz de estabilizar fraturas com fragmento póstero-lateral. Com esta montagem, os parafusos proximais são paralelos ao traço de fratura, havendo apenas um parafuso em posição adequada para a fixação deste fragmento, podendo haver falha da fixação nestas situações.²⁹ Zhang *et al*²⁹ compararam biomecanicamente esta montagem com outras três alternativas na fixação de fraturas com fragmento póstero-lateral e concluíram que uma placa de suporte em posição póstero-lateral é a montagem mais adequada para suportar e manter a estabilidade deste fragmento.

b) Técnicas Minimamente Invasivas

Os modernos sistemas de placas bloqueadas providenciam uma maior estabilidade angular e são compatíveis com as técnicas minimamente invasivas (MIPO – minimally invasive percutaneous osteosynthesis).²

A MIPO (fig.5) tem melhores taxas de cura em relação à redução aberta e fixação interna, por minimizar a disrupção dos tecidos moles (incluindo o periósteo) e por preservar a vascularização da zona de fratura.⁹

Esta técnica permite a redução indireta da fratura e a colocação de material de osteossíntese por via percutânea em posição submuscular. Assim, os resultados mais

favoráveis são devidos a uma disseção menos extensa dos tecidos moles, evitando a desvitalização dos fragmentos da fratura.⁹

A MIPO leva a menos sintomatologia dolorosa no pós-operatório, permitindo reabilitação precoce. Também apresenta melhores resultados a nível estético, uma vez que condiciona uma menor formação de tecido cicatricial.⁹

A redução fechada seguida de fixação percutânea com parafusos é um procedimento minimamente invasivo que apresenta a vantagem de reduzir o tempo de hospitalização e os custos a esta inerentes.¹⁷ Evita as desvantagens do tratamento conservador e do tratamento cirúrgico clássico. Esta técnica não é adequada a fraturas com elevado grau de cominuição ou depressão, fraturas abertas ou fraturas do tipo VI de Schatzker uma vez que a redução fechada não é exequível.¹⁷ Está indicada em doentes com um fragmento periférico de grandes dimensões (fraturas dos tipos I, II e IV de Schatzker). Sament *et al*¹⁷ publicaram os resultados de uma série de doentes com fraturas dos pratos tibiais dos tipos I, II, IV e V de Schatzker, tratados por redução fechada (baseada nos princípios da ligamentotáxis) e fixação interna (com parafusos e anilhas por via percutânea). Os resultados no grupo de doentes com fraturas do tipo V foram pobres, concluindo-se que a redução aberta com fixação interna com placa e parafusos é o tratamento mais adequado nestes casos.



Fig. 5 – Fratura bicondiliana dos pratos tibiais (esquerda); mesma lesão após osteossíntese com placas por técnica minimamente invasiva (MIPO) (centro) e 3 meses depois (direita) (imagens cedidas pelo Professor Doutor Fernando Fonseca).

Jiang *et al*²³ desenvolveram um estudo randomizado prospetivo para a comparação de um sistema minimamente invasivo (LISS - Less Invasive Stabilization System) com a abordagem clássica com duas incisões e duas placas no tratamento de fraturas bicondilianas. As vantagens da fixação com LISS (fig.6) são a redução indireta da fratura, a colocação do implante em posição submuscular por via percutânea e uma estrutura de ângulo fixo.^{23,27} A hemorragia peri-operatória e o tamanho da ferida são menores nos doentes tratados com LISS. A principal conclusão deste estudo foi que as vantagens da LISS não são tão significativas como esperado e que esta técnica não deve substituir a clássica dupla incisão com duas placas como o padrão de tratamento. No entanto, os autores admitem uma fraca experiência com a utilização do sistema LISS, o que pode ter condicionado enviesamento a favor da técnica clássica. Do mesmo modo, apesar da LISS necessitar de uma única incisão cirúrgica e da fixação ser realizada unilateralmente, não se observou uma diminuição significativa no tempo cirúrgico. Isto pode ser devido ao facto de a redução de uma fratura bicondilar através de uma única incisão lateral ser tecnicamente mais exigente, sendo que o tempo ganho na fixação é perdido na obtenção de uma redução anatómica. Embora a técnica clássica com duas placas necessite de maiores incisões e disseções mais extensas dos tecidos moles, não houve diferença significativa nas taxas de infeções profundas. Isto pode ser devido a uma abordagem adequada das lesões de tecidos moles, que parece ter tanta importância no desenvolvimento de complicações como a própria abordagem cirúrgica. Embora não seja estatisticamente significativa, existe uma tendência para um maior número de casos com sintomas associados a irritação provocados pelo material de osteossíntese no grupo LISS, provavelmente devido às maiores dimensões deste equipamento. A incidência de desalinhamentos da tíbia proximal, sobretudo no plano sagital, foi estatisticamente mais elevada com a LISS, que parece ter aqui uma desvantagem em relação à técnica clássica devido à natureza fixa dos ângulos em que são

colocados os parafusos, assim como ao facto de não existir aplicação de forças compressivas entre os vários fragmentos ósseos.²³

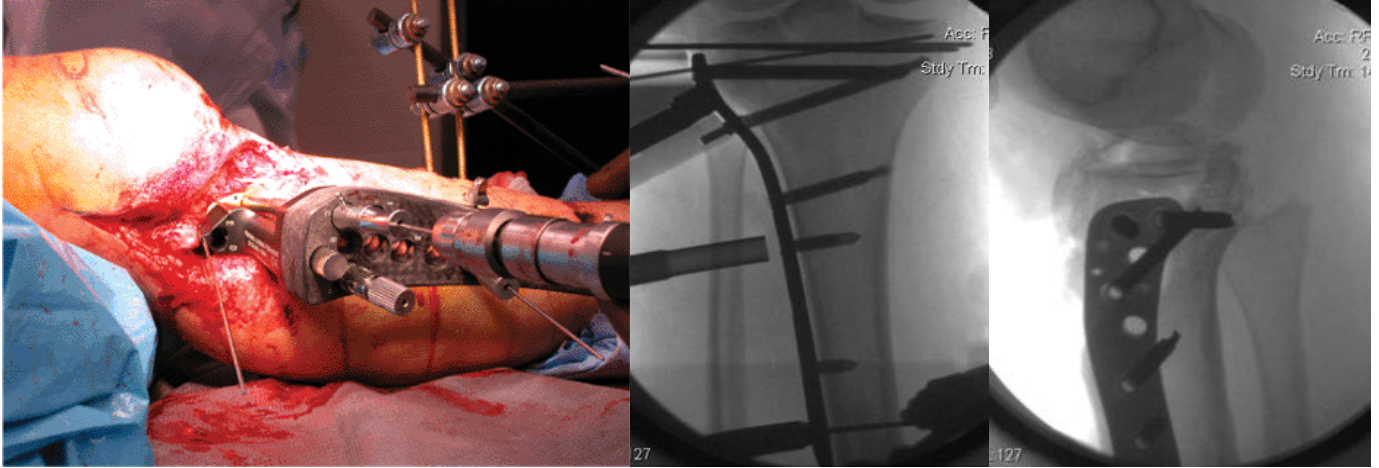


Fig. 6 – LISS: aplicação do sistema LISS (esquerda) e fluoroscopia intra-operatória (centro e direita) (cedido pelo Dr. Carlos Alegre).

c) Artroscopia

A redução por artroscopia (fig. 7) é superior à redução fechada e permite alargar as indicações da fixação percutânea minimamente invasiva a fraturas com um segmento articular deprimido. Contudo, implica a existência de recursos humanos e técnicos nem sempre disponíveis.¹⁷

De facto, a redução artroscópica com fixação interna (ARIF – arthroscopic reduction internal fixation) tem sido utilizada com sucesso no tratamento das fraturas dos tipos I-III de Schatzker.^{1,2,13,36,37}

Têm sido relatados bons resultados a curto e médio prazo na osteossíntese assistida por artroscopia no tratamento de fraturas dos pratos tibiais, embora não existam ensaios randomizados.^{1,15,36,37} Este método apresenta um menor grau de disseção e uma maior precisão na restauração da congruidade articular, tendo, portanto, o potencial para atingir

melhores resultados.^{13,15} Por ser menos invasivo, permite uma reabilitação mais rápida e mais fácil.¹³

As vantagens da redução por artroscopia com fixação interna são:^{1,13,15,36,37}

- Visualização direta de fraturas intra-articulares;
- Redução exata das fraturas;
- Morbilidade reduzida (em comparação com a artrotomia);
- Maior facilidade no diagnóstico e tratamento de lesões meniscais e ligamentosas.

O exame artroscópico permite, ainda, a evacuação de hematoma e/ou corpos estranhos.¹⁵ Existe o risco de desenvolvimento de artrose, mas esta complicação é menos frequente com este método do que com a cirurgia aberta.³⁶

A ARIF é um procedimento tecnicamente complexo, com uma curva de aprendizagem muito mais longa que as técnicas convencionais de cirurgia aberta, requerendo, portanto, um cirurgião experiente na sua realização.^{13,15} A complexa logística envolvida neste tipo de procedimentos pode levar a um prolongamento do tempo cirúrgico.² Além disso existe o risco teórico de síndrome compartimental associado a artroscopia,^{2,15} que se considera mais elevado nas fraturas mais complexas (Schatzker tipo V e VI).¹³ Contudo, na prática existe apenas um caso reportado desta complicação após tratamento artroscópico de fratura dos pratos tibiais.¹⁵ Além disso, podem ser tomadas precauções, como a limitação da fase artroscópica, ou a abertura de uma janela cortical que permita a drenagem de fluidos, que aumentam a segurança dos procedimentos de ARIF, diminuindo o risco de síndrome compartimental.¹

O método de fixação associado a esta técnica continua a ser discutido.¹ A técnica mais frequentemente utilizada consiste na aplicação de dois ou três parafusos (“lag screws”) com anilhas. Embora alguns autores ainda defendam a aplicação de placas de suporte em todos os tipos de fratura, a maioria concorda que em fraturas dos tipos I, II e III de Schatzker, o reforço

com placas só é necessário em doentes com fraca qualidade óssea ou nas fraturas com cominuição do prato lateral ou da região metafisária.¹

Chan¹⁵ defende que a artroscopia é recomendada para todos os tipos de fraturas dos pratos tibiais, incluindo fraturas dos tipos V e VI, uma vez que obteve resultados superiores aos do tratamento cirúrgico convencional na sua série. São obtidos resultados ainda melhores quando se combina a osteossíntese com o tratamento de eventuais lesões de tecidos moles. Deste modo, sempre que possível, deve ser realizada a reparação de lesões dos meniscos. Este procedimento pode ser a causa da menor incidência de lesões degenerativas pós-traumáticas, aparentemente observada nas séries de ARIF. Não existe, ainda, seguimento a longo prazo que permita concluir definitivamente este facto.¹⁵

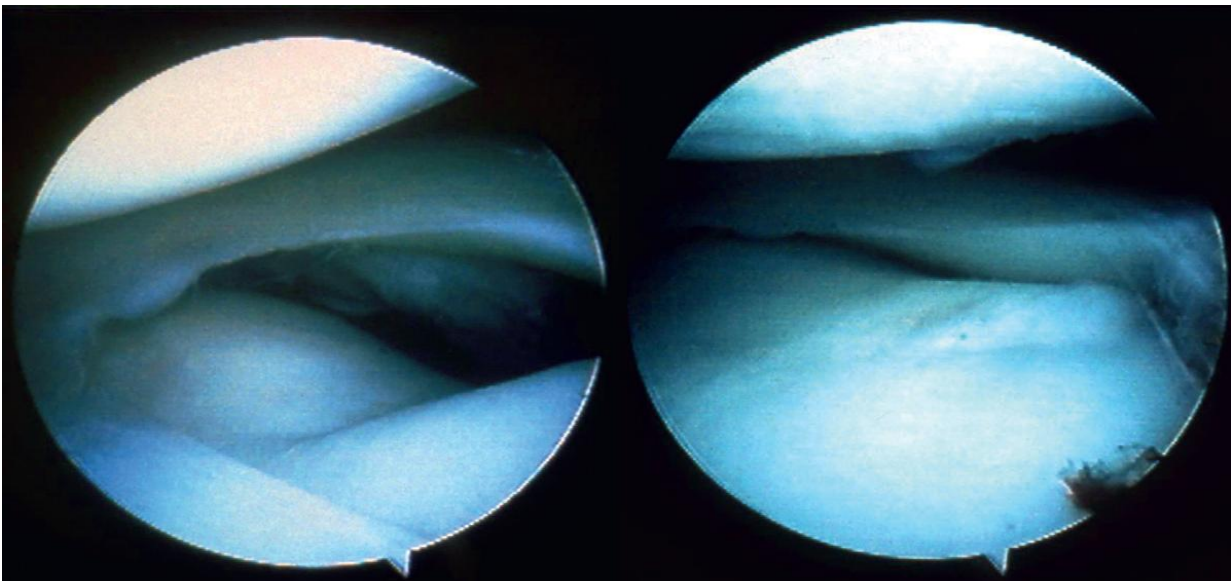


Fig. 7 – Imagem artroscópica de fratura dos pratos tibiais Schatzker tipo III antes (esquerda) e após (direita) a redução da superfície articular (adaptado de Langford JR, Jacofsky DJ, Haidukewych GJ. Tibial Plateau Fractures. In: Scott WN, editor. Insall & Scott Surgery of the Knee. Elsevier In. 2012).

d) Fixação Externa

A fixação externa definitiva também é considerada uma técnica minimamente invasiva que pode ser utilizada no tratamento das fraturas dos tipos V e VI de Schatzker,⁷ sendo um

método de tratamento definitivo aceite em doentes politraumatizados com lesões ósseas múltiplas.⁷ As técnicas de fixação externa com fixador unilateral, fixador em anel único ou anel duplo ou fixadores circulares (Ilizarov) são eficazes no tratamento de fraturas dos pratos tibiais com lesões graves de tecidos moles.⁸

O termo fixação híbrida é utilizado para descrever um método que utiliza um fixador externo para a obtenção e manutenção de uma força de redução. Este pode ser associado a redução aberta por incisões mínimas ou por métodos percutâneos e a fixação interna limitada a pequenas placas ou parafusos (“lag screws”).¹¹

A redução indireta, seguida de fixação externa híbrida é um bom método na abordagem de fraturas complexas uma vez que minimiza o risco de complicações infecciosas e a lesão de tecidos moles.^{7,26}

A associação com fixação interna limitada, permite melhorar os resultados em termos de estabilidade da fixação, mantendo a preservação dos tecidos moles. A fixação híbrida com fios sob tensão permite a redução da superfície articular e a estabilização da fratura, eliminando a maioria das complicações pós-operatórias.¹⁶ A aplicação de técnicas híbridas permite também a mobilização precoce resultante numa maior amplitude de movimentos.⁷

A fixação externa híbrida com fixação interna limitada parece apresentar resultados superiores à redução aberta e fixação interna nos casos de fraturas bicondilianas mas a diferença não é estatisticamente significativa na maioria das séries.¹¹

Katsenis *et al*¹⁶ revelaram os resultados do seguimento a cinco anos de doentes com fraturas dos pratos tibiais tratados por métodos de fixação híbrida. Concluíram que o tratamento de fraturas dos pratos tibiais de elevada energia com fixação interna mínima seguida de fixação externa com fios finos resultou numa elevada taxa de casos com sinais radiográficos de artrose. No entanto, os resultados funcionais parecem ser satisfatórios a médio prazo.

5.5.2.3. Preenchimento de defeitos ósseos

a) Enxertos Ósseos

Nas fraturas dos pratos tibiais, o trauma direto causa, além da depressão da entrelinha articular, compressão do osso trabecular.²⁰ Um dos pontos principais no tratamento destas lesões é a restauração da superfície articular pela redução anatômica da fratura.²¹ Este procedimento pode criar grandes defeitos no osso esponjoso, nas zonas onde existiam fragmentos impactados.³ Estes vazios subcondrais podem ser causa de deslocamento secundário e de perda da redução da fratura, se não forem devidamente preenchidos.^{3,21}

Apesar da aplicação de enxertos ósseos não ser sempre necessária, existe evidência de resultados inferiores quando estes não são utilizados.³⁸ Vários materiais têm sido utilizados para este fim, incluído auto, alo e xenoenxertos e substitutos ósseos.³

O enxerto ósseo autólogo é o “gold standard” para o preenchimento do defeito ósseo nas fraturas dos pratos tibiais,^{3,20,39} uma vez que apresenta propriedades osteocondtivas e osteoindutivas superiores às das outras substâncias disponíveis no mercado. Além disso, propicia o molde biológico ideal à formação de osso novo, potenciando a circulação de fatores de crescimento e de células progenitoras osteogénicas.³

As fontes para colheita de enxerto ósseo autólogo no tratamento de fraturas dos pratos tibiais incluem a crista ilíaca, o fémur distal e a tibia medial,⁴⁰ sendo tradicionalmente preferida a crista ilíaca, uma vez que é de fácil acesso e providencia, geralmente, quantidade suficiente de enxerto córtico-esponjoso.^{3,20,21} No entanto, a colheita de material ósseo requer uma segunda incisão cirúrgica, que pode deixar sequelas num local sem lesão prévia, além do risco de infecção iatrogénica.^{3,20,21,39}

A tendência atual é tentar evitar, se possível a colheita de enxerto ósseo na crista ilíaca, de forma a evitar a morbidade associada.¹

Aloenxertos ósseos também têm sido utilizados no tratamento destas fraturas, com taxas de complicações baixas.²⁰ O aloenxerto acarreta risco de transmissão de infecções, uma fraca estabilidade mecânica inicial, e uma incorporação inadequada do enxerto no osso hospedeiro, mesmo a longo prazo.²¹ Os aloenxertos podem estar disponíveis sob várias formas, dependendo do método empregue na sua conservação: frescos, congelados ou congelados a seco. Embora as suas propriedades osteocondutivas sejam mantidas, existe um comprometimento das propriedades osteoindutivas, uma vez que quaisquer células progenitoras osteogénicas que estejam presentes são destruídas pelos processos de conservação, sobretudo no caso da congelação a seco.³

As limitações dos aloenxertos incluem o risco potencial de transmissão de infecções, apesar dos rígidos critérios de seleção de doadores. A principal fonte continua a ser a partir de cabeças femorais de dadores vivos.¹⁸

Com os xenoenxertos não existe risco de transmissão de infeção devido aos processos de esterilização a que o material é sujeito. Estudos em animais demonstram osteointegração apropriada, o que não tem sido reproduzido de forma uniforme em humanos.¹⁸

b) Substitutos Ósseos

Dificuldades ocasionais na colheita de material ósseo suficiente levaram ao desenvolvimento de substitutos ósseos sintéticos.^{20,21} O substituto ósseo ideal seria biocompatível, facilmente disponível, fácil de aplicar no defeito ósseo, estruturalmente estável, de modo a prevenir a subsidência da articulação, e reabsorvível, permitindo a remodelação óssea a longo prazo.⁴¹

Alguns dos substitutos ósseos atualmente disponíveis no mercado são derivados do fosfato de cálcio (trifosfato de cálcio e hidroxilapatite).^{20,21,42} O problema destes materiais é que a sua velocidade de reabsorção pode ser muito rápida, no caso do primeiro, ou muito

lenta, no caso do segundo. O ritmo de reabsorção lento pode ser problemático, caso seja necessária artroplastia posterior.²⁰ Além disto, estas substâncias têm, ainda, um custo financeiro muito elevado.³⁸

Vários outros materiais têm vindo a ser desenvolvidos. Heikkila *et al*²⁰ concluíram que grânulos de vidro bioativo são substitutos ósseos aceitáveis no tratamento de fraturas com afundamento do prato lateral.

Substâncias potenciadoras da osteogénese como as BMPs (Bone Morphogenic Proteins) também têm sido experimentadas, em conjugação com as várias formas de enxertos ósseos e seus substitutos.⁴³ No entanto, verificou-se um maior risco de desenvolvimento de osteogénese ectópica nos doentes tratados com BMP, que pode levar a maiores taxas de re- operação, devido à sintomatologia associada à formação de osso ectópico.⁴³

5.5.3. REABILITAÇÃO

Independentemente do método de tratamento utilizado, a mobilização precoce (antes das 4 semanas) é essencial na prevenção de rigidez articular do joelho.¹⁷ O início precoce de exercícios de mobilização passiva e de carga parcial, durante várias semanas no pós-operatório deverá permitir a recuperação de uma completa amplitude de movimento.⁴

A redução anatómica e uma fixação adequada, seguida de reabilitação intensiva por mais de um ano após a lesão são, geralmente, condições necessárias para a obtenção de bons resultados clínicos após o tratamento de fraturas dos pratos tibiais.²

5.6. COMPLICAÇÕES

As principais complicações das fraturas dos pratos tibiais são a infeção, a rigidez articular, a artrose pós-traumática e a pseudartrose.^{5,6}

As infecções profundas após redução aberta e fixação interna de fraturas dos pratos tibiais são, geralmente, consequência da disseção de tecidos moles já lesados, condicionando alterações na cicatrização e colonização bacteriana.^{5,7,9,15,17}

As infecções precoces nos casos de fraturas dos pratos tibiais por mecanismos de elevada energia são frequentes quando é realizada a osteossíntese primária. As taxas de infecção entre 5% e 10% parecem estar correlacionadas com a extensão das lesões dos tecidos moles e com o número de implantes metálicos aplicado.²⁵

A rigidez articular do joelho é a complicação mais comum das fraturas dos pratos tibiais.^{5,6} No entanto, a sua prevenção é possível através do início precoce de exercícios de mobilização do joelho.^{4,5,17}

As alterações degenerativas pós-traumáticas são devidas à lesão da cartilagem articular.⁵ A sua incidência não está bem estabelecida devido à pequena quantidade de estudos a longo prazo publicados.⁶ No entanto, alguns resultados apontam para incidências na ordem dos 40%, sete anos após a cirurgia.⁵

A não consolidação de fraturas dos pratos tibiais é relativamente rara.⁵ Ocorre geralmente nas fraturas com dissociação diafiso-metafisária (Schatzker tipo VI), devido à desvascularização dos fragmentos ósseos.^{7,24}

5.7. PROGNÓSTICO

O prognóstico, tal como a estratégia de tratamento está fortemente relacionado com as condições dos tecidos moles,² existindo uma correlação entre lesão grave dos tecidos moles e maus resultados.⁷

Fraturas dos tipos V e VI de Schatzker também estão associadas a um pior prognóstico.^{7,9,15} De facto, estas fraturas apresentam um maior desafio no seu tratamento, uma vez que, além das lesões ósseas, existem alterações dos tecidos moles envolventes.^{7,24} A

existência de hemartrose, combinada com lesões do aparelho músculo-esquelético são a causa do desenvolvimento precoce de rigidez articular pós-traumática.²⁴

A idade é outro importante fator de prognóstico funcional. Doentes idosos têm alterações degenerativas articulares de base que são agravadas por fraturas intra-articulares.⁹ A idade à altura da cirurgia parece ser um fator preditivo no desenvolvimento de artrose pós-traumática, a principal complicação a longo prazo das fraturas dos pratos tibiais.³⁶ A incongruência da superfície articular e a instabilidade da articulação também estão na origem de alterações degenerativas. Deste modo, a manutenção da congruência da superfície articular até à consolidação da fratura é essencial para a obtenção de bons resultados funcionais,⁴³ sendo que quase todos os doentes que vêm a desenvolver artrose pós-traumática nunca estiveram completamente livres de sintomas após a lesão.¹⁶ Deste modo, a reconstrução da superfície articular sempre foi recomendada como meio de obtenção dos melhores resultados clínicos.⁴²

Outros fatores importantes em termos de prognóstico a curto e longo prazo são a existência de comorbilidades, uma eventual história de tabagismo, a capacidade funcional prévia e as expetativas pessoais do doente.²

O prognóstico após tratamento cirúrgico de fraturas dos pratos tibiais tem vindo a melhorar, devido a uma melhor compreensão e abordagem das lesões de tecidos moles associadas a estas fraturas.⁶

6. DISCUSSÃO

As fraturas dos pratos tibiais são fraturas intra-articulares complexas, cuja abordagem depende de vários fatores,¹ pelo que não existe, ainda, consenso em relação ao método de tratamento ideal.¹¹

Independentemente do método de tratamento utilizado, o objetivo final do tratamento deve ser a preservação da amplitude normal de movimento do joelho,¹³ através da recuperação da estabilidade, da congruência e do alinhamento da articulação, de forma a permitir a mobilização e a carga precoces.^{8,9}

Os métodos conservadores são úteis apenas nas fraturas dos pratos tibiais estáveis, com deslocamento mínimo dos fragmentos ósseos, que constituem apenas uma pequena minoria deste tipo de lesões.^{2,12} Podem também constituir a única opção de tratamento viável em doentes com comorbilidades médicas consideráveis, que sejam impeditivas de uma abordagem cirúrgica.²

Assim, têm indicação cirúrgica fraturas dos pratos tibiais abertas, associadas a síndrome compartimental e/ou a lesão vascular aguda. As fraturas que apresentem um desnivelamento da superfície articular superior a 3-5mm, um fragmento com deslocamento superior a 3-5mm e/ou uma instabilidade em varo ou valgo acima dos 10° também devem ser tratadas por métodos cirúrgicos.^{3,13,19}

A redução aberta, em conjugação com enxertos ósseos em casos de afundamento da superfície articular, e fixação interna rígida com placas e parafusos tem sido considerada o “gold standard” no tratamento das fraturas dos pratos tibiais nas últimas décadas.²

Têm-se observado que os maus resultados, inicialmente atribuídos às abordagens cirúrgicas, e devidos a complicações infecciosas ou relacionadas com problemas ao nível do envelope de tecidos moles, podem ser evitados se estas lesões forem abordadas em dois tempos, sendo o primeiro reservado para a recuperação do envelope de tecidos moles da tibia

proximal, com aplicação de fixação externa temporária, podendo, posteriormente, proceder-se à redução e fixação definitiva da fratura.^{2,4,25}

Devido aos resultados insatisfatórios obtidos tanto com os métodos conservadores como com as abordagens cirúrgicas clássicas, têm vindo a ser desenvolvidos novas técnicas minimamente invasivas, com recurso à artroscopia e aos novos modelos de implantes disponíveis no mercado.^{1,2,9,17,23,28,29,34,36}

A tendência atual é a utilização deste tipo de técnicas (MIPO e ARIF) no tratamento de fraturas dos pratos tibiais por mecanismos de baixa energia (Schatzker tipos I-III).^{1,2,9,13,17,36,37}

Contudo, não existe consenso em relação ao papel que estas técnicas podem desempenhar no tratamento das fraturas dos pratos tibiais mais complexas (Schatzker tipo V e VI). Para este tipo de fraturas, o tratamento preconizado pela AO/ASIF é redução aberta através de duas incisões, uma ântero-lateral e uma pósteromedial, e a fixação interna com a aplicação de duas placas de suporte, uma em posição lateral e uma em posição medial.^{23,27}

No entanto, as potencialidades dos novos sistemas de implantes com placas bloqueadas, que permitem a aplicação de técnicas minimamente invasivas, providenciando, em simultâneo uma maior estabilidade à fixação têm sido exploradas no tratamento de fraturas complexas.^{2,13,23,27}

Os resultados obtidos com estes equipamentos parecem ser, na sua maioria satisfatórios, concluindo-se que a maioria das fraturas bicondilianas dos pratos tibiais tratadas com placa bloqueada lateral apresentam bons resultados.^{12,28,35}

Vários autores^{12,23,28,35} concordam que o problema das placas bloqueadas é o facto de a sua conformação monoaxial e a posição pré definida dos parafusos não permitirem o direcionamento específico destes aos fragmentos da fratura, o que pode criar situações em que

a fixação é inadequada, nomeadamente em fraturas que apresentam um traço no plano coronal. Estas beneficiam da adição de uma placa de suporte em posição pósteromedial.

As fraturas com traço no plano coronal têm uma incidência crescente, à medida que a TC é mais amplamente utilizada no estudo de fraturas dos pratos tibiais.^{7,14,24,30} Existe uma discussão acesa sobre a melhor forma de abordagem para redução aberta e fixação interna dos fragmentos pósteromediais e, sobretudo, dos pósterolaterais.^{10,14,19,31-33} Cada técnica apresenta vantagens e desvantagens, sendo os resultados a curto prazo satisfatórios com a maioria das alternativas. No entanto, estes resultados não incluem um seguimento a longo prazo e os estudos são realizados sobre populações de pequenas dimensões, não existindo estudos comparativos prospetivos que permitam concluir qual a melhor abordagem.

Em alternativa à redução aberta e fixação interna, alguns autores^{7,11,16} defendem a utilização da fixação externa, sobretudo os métodos de fixação híbridos, no tratamento das fraturas dos pratos tibiais complexas. Estes métodos também apresentam resultados satisfatórios, não existindo, no entanto, estudos prospetivos comparativos recentes que permitam tirar conclusões seguras sobre a validade destes resultados.

A forma de preenchimento dos defeitos ósseos após redução de fraturas dos pratos tibiais também tem sido alvo de múltiplos estudos nos últimos anos.^{1,3,18,20,21,39-41} A técnica mais utilizada é a aplicação de autoenxerto ósseo, colhido na crista ilíaca. No entanto, têm-se procurado alternativas a esta opção, devido à morbilidade que o procedimento de colheita pode condicionar e à possibilidade de obtenção de material insuficiente.^{1,20,21} As alternativas passam pelos aloenxertos,²¹ xenoenxertos¹⁸ e várias substâncias que atuam como substitutos ósseos.^{3,20,39,41} Estas últimas têm vindo a ganhar popularidade, no entanto, os seus custos ainda muito elevados²⁰ parecem ser a principal desvantagem. Mais uma vez, não existem estudos comparativos sobre os resultados a longo prazo da utilização destas substâncias.

Independentemente da abordagem terapêutica primária, A redução anatômica e uma fixação adequada, seguida de reabilitação intensiva por mais de um ano após a lesão são, geralmente, condições necessárias para a obtenção de bons resultados clínicos após o tratamento de fraturas dos pratos tibiais².

Grande parte da bibliografia publicada sobre o tema são estudos de nível de evidência 4 (publicação de séries de casos clínicos). Muitas destas séries são relativas a poucos casos e quase todos os estudos são desenhados para seguimento dos doentes a curto prazo, havendo poucos dados relativos às consequências a longo prazo das várias opções de tratamento.

Não existem estudos randomizados controlados em contexto clínico que permitam a comparação adequada entre as diferentes opções de tratamento nas fraturas dos pratos tibiais, uma vez que o único estudo recente deste tipo esteve sujeito a enviesamento e não inclui um seguimento a longo prazo adequado.

A inexistência de estudos de grandes dimensões, que permitam tirar conclusões seguras sobre as novas técnicas utilizadas no tratamento das fraturas dos pratos tibiais, não é surpreendente, dada a baixa incidência deste tipo de fraturas (apenas 1% de todas as fraturas).

7. CONCLUSÕES

As fraturas dos pratos tibiais são fraturas intra-articulares complexas cuja abordagem depende de vários fatores, não existindo consenso relativamente ao método de tratamento ideal.

O objetivo final do tratamento é a preservação da amplitude normal do movimento do joelho.

Os maus resultados devidos às abordagens cirúrgicas podem ser evitados se as lesões forem abordadas em dois tempos, com aplicação de fixação externa temporária e posterior fixação definitiva.

Têm vindo a ser utilizadas novas técnicas com recurso à artroscopia (ARIF) e a novos modelos de implantes (MIPO).

Os novos sistemas com placas bloqueadas têm sido explorados como opções no tratamento das fraturas dos pratos tibiais dos tipos V e VI de Schatzker.

A maioria das fraturas bicondilianas dos pratos tibiais tratadas com placa bloqueada lateral apresentam bons resultados.

Para preenchimento de defeitos ósseos, após a redução das fraturas, a técnica mais utilizada é a aplicação de autoenxertos, existindo atualmente outras alternativas como aloenxertos e substitutos ósseos.

As principais complicações das fraturas dos pratos tibiais são a infeção, a rigidez articular, a artrose pós-traumática e a pseudartrose.

O prognóstico depende sobretudo da idade do doente, do padrão da fratura e do estado dos tecidos moles envolventes.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Rossi R, Bonasia DE, Blonna D, Assom M, Castoldi F. Prospective follow-up of a simple arthroscopic-assisted technique for lateral tibial plateau fractures: results at 5 years. *Knee*. 2008 Oct; 15(5):378-83.
2. Biggi F, Di Fabio S, D'Antimo C, Trevisani S. Tibial plateau fractures: internal fixation with locking plates and the MIPO technique. *Injury*. 2010 Nov; 41(11):1178-82.
3. Lasanianos N, Mouzopoulos G, Garnavos C. The use of freeze-dried cancellous allograft in the management of impacted tibial plateau fractures. *Injury*. 2008 Oct;39(10):1106-12.
4. Krappinger D, Struve P, Smekal V, Huber B. Severely comminuted bicondylar tibial plateau fractures in geriatric patients: a report of 2 cases treated with open reduction and postoperative external fixation. *J Orthop Trauma*. 2008 Oct;22(9):652-7.
5. Langford JR, Jacofsky DJ, Haidukewych GJ. Tibial Plateau Fractures. In: Scott WN, editor. *Insall & Scott Surgery of the Knee*. Elsevier Inc. 2012.
6. Watson JT, Wiss DA. Fractures of the proximal tibia and fibula. In: Rockwood CA, Bucholz RW, Heckman JD, Green DP, editors. *Rockwood and Green's Fractures in Adults*. Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
7. Babis GC, Evangelopoulos DS, Kontovazenitis P, Nikolopoulos K, Soucacos PN. High energy tibial plateau fractures treated with hybrid external fixation. *J Orthop Surg Res*. 2011 Jul 14;6:35.
8. Yu Z, Zheng L, Zhang Y, Li J, Ma B. Functional and radiological evaluations of high-energy tibial plateau fractures treated with double-buttress plate fixation. *Eur J Med Res*. 2009 May 14;14(5):200-5.
9. Raza H, Hashmi P, Abbas K, Hafeez K. Minimally invasive plate osteosynthesis for tibial plateau fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2012 Apr;20(1):42-7.

- 10.** Hsieh CH, Huang HT, Liu PC, Lu CC, Chen JC, Lin GT. Anterior approach for posteromedial tibial plateau fractures. *Kaohsiung J Med Sci.* 2010 Mar;26(3):130-5.
- 11.** Mahadeva D, Costa ML, Gaffey A. Open reduction and internal fixation versus hybrid fixation for bicondilar tibial plateau fractures: a systematic review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008 Oct;128(10):1169-75.
- 12.** Uhl RL, Gainor J, Horning J. Treatment of bicondilar tibial plateau fractures with lateral locking plates. *Orthopedics.* 2008 May;31(5):473-7.
- 13.** Kayali C, Ozturk H, Altay T, Reisoglu A, Agus H. Arthroscopically assisted percutaneous osteosynthesis of lateral tibial plateau fractures. *Can J Surg.* 2008 Oct; 51(5):378-82.
- 14.** Frosch KH, Balcarek P, Walde T, Sturmer KM. A new posterolateral approach without fibula osteotomy for the treatment of tibial plateau fractures. *J Ortho Trauma.* 2010 Aug;24(8):515-20.
- 15.** Chan YS. Arthroscopy-assisted surgery for tibial plateau fractures. *Chang Gung Med J.* 2011 May-Jun; 34(3):239-47.
- 16.** Katsenis D, Dendrinis G, Kouris A, Savas N, Schoinochoritis N, Pogiatis K. Combination of fine wire fixation and limited internal fixation for high-energy tibial plateau fractures: functional results at minimum 5-year follow-up. *J Orthop Trauma.* 2009 Aug;23(7):493-501.
- 17.** Sament R, Mayanger JC, Tripathy SK, Sen RK. Closed reduction and percutaneous screw fixation for tibial plateau fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2012 Apr;20(1):37-41.
- 18.** Bansal MR, Bhagat SB, Shukla DD. Bovine cancellous xenograft in the treatment of tibial plateau fractures in elderly patients. *Int Orthop.* 2009 Jun;33(3):779-84.
- 19.** Yu B, Han K, Zhan C, Zhang C, Ma H, Su J. Fibular head osteotomy: a new approach for the treatment of lateral or posterolateral tibial plateau fractures. *Knee.* 2010 Oct;17(5):313-8.

20. Heikkila JT, Kukkonen J, Aho AJ, Moisander S, Kyyronen T, Mattila K. Bioactive glass granules: a suitable bone substitute material in the operative treatment of depressed lateral tibial plateau fractures: a prospective, randomized 1 year follow-up study. *J Mater Sci Mater Med.* 2011 Apr;22(4):1073-80.
21. Ozturmekmen Y, Caniklioglu M, Karamehmetoglu M, Sukur E. Calcium phosphate cement augmentation in the treatment of depressed tibial plateau fractures with open reduction and internal fixation. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2010;44(4): 262-9.
22. Espinoza-Ervin CZ, Starr AJ, Reinert CM, Nakatani TQ, Jones AL. Use of a midline anterior incision for isolated medial tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma.* 2009 Feb;23(2):148-53.
23. Jiang R, Luo CF, Wang MC, Yang TY, Zeng BF. A comparative study of Less Invasive Stabilization System (LISS) fixation and two-incision double plating for the treatment of bicondylar tibial plateau fractures. *Knee.* 2008 Mar;15(2):139-43.
24. Eggli S, Hartel MJ, Kohl S, Haupt U, Exadaktylos AK, Roder C. Unstable bicondylar tibial plateau fractures: a clinical investigation. *J Orthop Trauma.* 2008 Nov-Dec;22(10):673-9.
25. Laible C, Earl-Royal E, Davidovitch R, Walsh M, Egol KA. Infection after spanning external fixation for high-energy tibial plateau fractures: is pin site-plate overlap a problem?. *J Orthop Trauma.* 2012 Feb; 26(2):92-7.
26. El-Alfy B, Othman A, Mansour E. Indirect reduction and hybrid external fixation in management of comminuted tibial plateau fractures. *Acta Orthop Belg.* 2011 Jun;77(3):349-54.
27. Zhang Y, Fan DG, Ma BA, Sun SG. Treatment of complicated tibial plateau fractures with dual plating via a 2-incision technique. *Orthopedics.* 2012 Mar 7;35(3):e359-64.

- 28.** Ehlinger M, Rahme M, Moor BK, Di Marco A, Brinkert D, Adam P, Bonnomet F. Reliability of locked plating in tibial plateau fractures with a medial component. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012 Apr; 98(2):173-9.
- 29.** Zhang W, Luo CF, Putnis S, Sun H, Zeng ZM, Zeng BF. Biomechanical analysis of four different fixations for the posterolateral shearing tibial plateau fracture. *Knee.* 2012 Mar;19(2):94-8.
- 30.** Luo CF, Sun H, Zhang B, Zeng BF. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma.* 2010 Nov;24(11):683-92.
- 31.** Huang YG, Chang SM. The posterolateral approach for plating tibial plateau fractures: problems in secondary hardware removal. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012 May;132(5):733-4.
- 32.** Tao J, Hang DH, Wang QG, Gao W, Zhu LB, Wu XF, Gao KD. The posterolateral shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a modified posterolateral approach. *Knee.* 2008 Dec;15(6):473-9.
- 33.** Solomon LB, Stevenson AW, Baird RP, Pohl AP. Posterolateral transfibular approach to tibial plateau fractures: technique, results and rationale. *J Orthop Trauma.* 2010 Aug;24(8):505-14.
- 34.** Yoo BJ, Beingsner DM, Barei DP. Stabilization of the posteromedial fragment in bicondylar tibial plateau fractures: a mechanical comparison of locking and nonlocking single and dual plating methods. *J Trauma.* 2010 Jul;69(1):148-55.
- 35.** Weaver MJ, Harris MB, Strom AC, Smith RM, Lhowe D, Zurakowski D, Vrahas MS. Fracture pattern and fixation type related to loss of reduction in bicondylar tibial plateau fractures. *Injury.* 2012 Jun; 43(6):864-9..

- 36.** Siegler J, Galissier B, Marcheix PS, Charissoux JL, Mabit C, Arnaud JP. Percutaneous fixation of tibial plateau fractures under arthroscopy: a medium term perspective. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2011 Feb;97(1):44-50.
- 37.** Levy BA, Herrera DA, Macdonald P, Cole PA. The medial approach for arthroscopy-assisted fixation of lateral tibial plateau fractures: patient selection and mid-to long-term results. *J Orthop Trauma.* 2008 Mar;22(3):201-5.
- 38.** Veitch SW, Stroud RM, Toms AD. Compaction bone grafting in tibial plateau fracture fixation. *J Trauma.* 2010 Apr;68(4):980-3.
- 39.** Russel TA, Leighton RK. Comparison of autogenous bone graft and endothermic calcium phosphate cement for defect augmentation in tibial plateau fractures. A multicenter, prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Oct;90(10):2057-61.
- 40.** Cove R, Keenan J. Tibial bone grafting for lateral tibial plateau fractures. *Ann R Coll Surg Engl.* 2009 Apr;91(3):268-9.
- 41.** McDonald E, Chu T, Tufaga M, Marmor M, Singh R, Yetkinler D, Matityahu A, Buckley JM, McClellan RT. Tibial plateau fracture repairs augmented with calcium phosphate cement have higher in situ fatigue strength than those with autograft. *J Orthop Trauma.* 2011 Feb;25(2):90-5.
- 42.** Shen C, Ma J, Chen XD, Dai LY. The use of beta-TCP in the surgical treatment of tibial plateau fractures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 Dec;17(12):1406-11.
- 43.** Boraiah S, Paul O, Hawkes D, Wickham M, Lorich DG. Complications of recombinant human BMP-2 for treating complex tibial plateau fractures: a preliminary report. *Clin Orthop Relat Res.* 2009 Dec;467(12):3257-62.