

Índice

Resumo	2
Abstract	4
Introdução	6
Material e métodos	16
Resultados	19
Discussão	23
Referências bibliográficas.....	33

Resumo

Introdução: A artroplastia total do joelho melhora a qualidade de vida dos doentes afectados pela osteoartrose, no entanto, não é isenta de complicações. Entre as complicações locais, destacam-se as que são causadas por erros mecânicos, as fracturas periprotéticas, as infecções, as complicações neurovasculares e as alterações do aparelho extensor do joelho. As fracturas periprotéticas constituem uma complicação local pouco frequente, sendo as mais comuns as fracturas supracondilianas do fémur, seguidas das fracturas da patela e, por último, as mais raras, as fracturas da extremidade proximal da tibia. Estão referidos alguns factores de risco para as fracturas periprotéticas do fémur, nomeadamente género feminino, idade avançada, osteopenia, osteoartrose, artrite reumatóide, obesidade, distúrbios neurológicos e uso crónico de corticoides. A ressecção excessiva de osso cortical anterior do fémur (“notching”) tem sido citada na literatura como um erro técnico que potencializa o risco de fractura. A prevalência de “notching” varia entre 3,5 a 26,9%, sendo a das fracturas cerca de dez vezes inferior (0,3 a 2,5%). Este trabalho tem como objectivo perceber e explicar o valor real do fenómeno de “notching” como factor de risco para fractura periprotética e os motivos porque existe uma incidência desta complicação muito menor relativamente à prevalência deste fenómeno nos doentes operados.

Metodologia: Foi estudada uma série de doentes tratados com artroplastia total do joelho num período de 3 anos. Procedeu-se à avaliação das radiografias de perfil do pós-operatório imediato, de modo a identificar os casos onde o defeito de “notching” estava presente, bem como ao levantamento dos casos de fracturas periprotéticas tratadas no mesmo período de tempo. Cruzou-se a informação dos doentes que apresentavam fractura com os dados recolhidos inicialmente da radiografia de perfil do joelho, de modo a verificar se os doentes que desenvolveram fractura apresentavam o fenómeno “notching” no pós-operatório.

Resultados: Dos 336 doentes avaliados, foi possível encontrar o fenómeno “notching” em 36 radiografias (10,7%). Nesta mesma amostra, 12 doentes (3,6%) desenvolveram fractura periprotética supracondiliana do fémur. Destes, apenas 2 doentes (0,6%) apresentavam o fenómeno “notching” no pós-operatório.

Conclusão: Este estudo não mostrou nenhuma correlação entre o defeito de “notching” e fractura supracondiliana do fémur.

Palavras-chave: Artroplastia total de joelho, complicações operatórias, fractura periprotética, fenómeno “notching”, fractura supracondiliana do fémur.

Abstract

Introduction: Total knee arthroplasty improves the quality of life of patients affected by osteoarthritis however, that isn't exempt of complications. Among the local complications are included those which are caused by mechanical errors, periprosthetic fractures, infections, neurovascular complications and alterations related to the extensor mechanism of the knee. The periprosthetic fractures are an uncommon local complication, being most common the supracondylar fractures of the femur, followed by the patellar fractures and finally the fractures of the tibial proximal extremity. Some risk factors are described for periprosthetic femur fractures namely female gender, advanced age, osteopenia, osteoarthritis, rheumatoid arthritis, obesity, neurological disorders and chronic use of corticoids. The extreme resection of anterior femur cortex (anterior femoral notching) has been cited in literature as a technical error which can increase the risk of fracture. The prevalence of anterior femoral notching varies between 3.5 to 26.9%, being that of the fractures about ten times smaller (0.3 to 2.5%). This work has the purpose to perceive and to explain the real value of the anterior femoral notching as a risk factor for periprosthetic fracture and the reason why the incidence of this complication is much lower when compared to the prevalence of this notching in the operated patients.

Methods: A series of patients treated with total knee arthroplasty during a period of 3 years was studied. Immediate postoperative lateral radiographs were evaluated in order to identify the cases where notching of the anterior femoral cortex was present, as well as the survey of the cases of periprosthetic fractures in the same period of time. The information of the patients who presented fracture was crossed with the data collected initially lateral radiographs from the knee in order to verify if the patients who had developed a fracture presented the anterior femoral notching in the postoperative care.

Results: Of the 336 patients evaluated it was possible to find anterior femoral notching in 36 radiographs (10.7%). Of this sample, 12 patients (3.6%) had developed supracondylar periprosthetic femur fractures. Of these, only 2 patients (0.6%) presented the notching of the anterior femoral cortex in the postoperative care.

Conclusion: This study didn't show any correlation between anterior femoral notching and supracondylar femoral fracture.

Keywords: Total knee arthroplasty, operative complications, periprosthetic fracture, anterior femoral notching, supracondylar femur fracture.

Introdução

A artroplastia total do joelho (ATJ) melhora a qualidade de vida dos doentes afectados pela osteoartrose – Figura 1¹ – (Pulido et al. 2008). Embora seja considerado um procedimento simples e seguro, podem surgir complicações que, apesar da sua baixa incidência, comprometem os seus resultados (Pulido et al. 2008).



Figura 1 – Joelho com osteoartrose, antes e após ATJ

As complicações podem ser classificadas em sistémicas ou locais de acordo com a natureza do evento e, quanto ao seu grau de gravidade, podem ser agrupadas em complicações “major” e complicações “minor” (Pulido et al. 2008).

Dentro das complicações sistémicas, são consideradas “major” as que exigem tratamento médico ou cirúrgico complexo e/ou condicionam uma impotência funcional significativa, comprometendo a vida do doente; as complicações “minor” necessitam apenas de uma observação adicional ou de tratamento médico. Envolvem principalmente os sistemas cardiovascular, pulmonar, neurológico e gastro-intestinal. O sistema cardiovascular é o mais atingido, sendo a tromboembolia pulmonar (TEP) a patologia mais frequente. A trombose

¹ Fotografias do arquivo pessoal do Prof. Doutor Fernando Fonseca

venosa profunda tem uma incidência de 70 a 80%, na ausência de profilaxia com anticoagulantes (Ayers et al. 1997).

Entre as principais complicações locais, destacam-se as que são causadas por erros mecânicos, as fracturas periprotéticas, as infecções, as complicações neurovasculares e as alterações do aparelho extensor do joelho (Asp et al. 1990, Panisset et al. 1995, Ayers et al. 1997, Reed et al. 1999, Schoderbek et al. 2006, Pulido et al. 2008, Pinaroli et al. 2009).

Os erros mecânicos podem surgir por mau posicionamento da prótese, pelo desgaste do polietileno ou pelo descolamento asséptico (complicação local tardia mais frequente). O descolamento é favorecido pela libertação de partículas de polietileno, actividade física excessiva e em doentes com excesso de peso. É pouco frequente ocorrer nos primeiros 7 anos após a implantação da prótese (Pinaroli et al. 2009).

As complicações neurovasculares, embora raras, são graves, principalmente em doentes com deformidades ou cicatrizes múltiplas a nível do joelho, sendo essencialmente complicações do per-operatório (Asp et al. 1990). A paralisia do nervo peroneal tem uma incidência de 0,58% (Ayers et al. 1997) sendo causada por compressão ou tracção durante a intervenção cirúrgica. A incidência desta lesão aumenta em joelhos com deformidade em valgo ou associado a uma contractura em flexão superior a 20° (Ayers et al. 1997). Em relação às lesões vasculares, a trombose da artéria poplítea é a complicação local “major” mais comum (Pulido et al. 2008).

A infecção é a complicação mais temida, pois ameaça a função do joelho, a preservação do membro e, em situações extremas, a vida do doente. O facto de o joelho ser uma articulação superficial torna o seu risco maior, embora o uso profilático de antibióticos possa diminuí-lo. Ocorre entre 0,5 a 12% dos casos (Blom et al. 2004) e é causada predominantemente por dois tipos de microorganismos, o *Staphylococcus aureus* (50 a 65% dos casos) e o *Staphylococcus epidermidis* (25 a 30%) (Ayers et al. 1997). Doentes com

artrite reumatóide, feridas abertas, história de intervenção cirúrgica prévia ou infecções anteriores são mais susceptíveis a este tipo de complicação.

As alterações do aparelho extensor do joelho ocorrem em 3 a 21% dos casos (Reed et al. 1999), sendo a instabilidade patelo-femoral a principal complicação, causando dor, crepitação e impotência funcional. A ruptura do tendão do músculo quadríceps ou do ligamento patelar é incomum (0,17 a 2,5%) (Ayers et al. 1997, Eisenhuth et al. 2006).

Outra complicação observada com bastante frequência é a patela baixa, tanto causada de forma iatrogénica pela implantação de um “insert” tibial muito espesso, como pela retração do ligamento patelar (Panisset JC, Dejour D. 1995).

As fracturas periprotéticas constituem uma complicação local pouco frequente em ATJ - 0,3 a 2,5% (Rayan et al. 2008). Podem ocorrer tanto durante o acto cirúrgico (per-operatórias) – Figura 2² – como no pós-operatório (Galois et al. 2000). Com o aumento de

ATJ's, consequência do envelhecimento da população, aumenta também o número destas fracturas (Pinaroli et al. 2009). Podem ser femorais, tibiais ou patelares. No caso das fracturas a nível do fémur e da tibia, podem estar a nível do componente, fora do componente ou apresentar-se de forma mista. Consoante a localização, as fracturas mais frequentes são as



Figura 2 – Fractura per-operatória

supracondilianas do fémur, seguidas das fracturas da patela e, por último, as fracturas da extremidade proximal da tibia, as mais raras (Thanari et al. 2005).

² Fotografia do arquivo pessoal do Prof. Doutor Fernando Fonseca

Foram descritos vários sistemas de classificação para as fracturas periprotéticas da patela, como mostrado na Tabela I, sendo a mais usada a de Ortiguera and Berry (Rayan et al. 2008).

Tabela I - Classificação das fracturas periprotéticas da patela

Sistema de classificação	Tipo I	Tipo II	Tipo IIIA	Tipo IIIB	Tipo IV
Keating et al. (2003)	-Traço vertical -Prótese estável -Aparelho extensor intacto	-Traço horizontal -Prótese estável ou instável -Aparelho extensor lesionado	-Qualquer fractura com falência da prótese -Aparelho extensor intacto		
Ortiguera and Berry (2002)	-Prótese estável -Aparelho extensor intacto	-Prótese estável ou instável -Aparelho extensor lesionado	-Prótese instável -Aparelho extensor intacto -Qualidade óssea adequada	-Prótese instável -Aparelho extensor intacto -Qualidade óssea inadequada	
Tria et al. (1994)	-Fractura sem desvio -Prótese estável -Aparelho extensor intacto ou lesionado	-Fractura sem desvio -Prótese instável -Aparelho extensor intacto ou lesionado	-Fractura com desvio -Prótese estável -Aparelho extensor intacto ou lesionado	-Fractura com desvio -Prótese instável -Aparelho extensor intacto ou lesionado	
Hozack et al. (1988)	Fractura com desvio	Fractura sem desvio	Fractura cominutiva	Fractura transversa do terço médio	Fractura do pólo
Goldberg et al. (1988)	Fractura não envolve prótese, cimento nem mecanismo quadricipete	Fractura envolve prótese, cimento e mecanismo quadricipete	Fractura do pólo inferior com rotura ligamento patelar	Fractura do pólo inferior sem rotura ligamento patelar	Fractura com desvio

As fracturas da patela (Figura 3³) têm uma incidência de 0,05 a 21% (Tharani et al. 2005), sendo a incidência média de 1,19% em ATJ primárias e 0,15 a 12% nas revisões de próteses (Rayan et al. 2008). O mau posicionamento da prótese e a ressecção patelar excessiva são factores de risco que predis põem ao aparecimento de fractura (Ayers et al. 1997). São mais comuns em doentes do género masculino, doentes obesos e nos que realizam

³ Fotografias do arquivo pessoal do Prof. Doutor Fernando Fonseca

esforços acrescidos. Outros factores de risco implicados são a osteoporose, a artrite reumatóide e a hiperflexão do joelho (Sheth et al. 2007).



Figura 3 – Fractura periprotética da patela

Em relação às fracturas da tibia (Figura 4⁴), as per-operatórias têm uma incidência de 0,1% e as pós-operatórias de 0,4%, incidência maior nas revisões de próteses, em que aumentam para 0,36% e 0,48% respectivamente (Felix et al. 1997, Rayan et al. 2008). A classificação proposta por Félix e colaboradores (1997) baseia-se na localização da fractura, no momento em que surgiu (per ou pós-operatório) e na estabilidade da prótese. Dividem-se em 4 tipos: as do tipo I são fracturas que atingem o prato tibial; as do tipo II são adjacentes à haste na região metafiso-diafisária; as do tipo III são distais à haste e as do tipo IV atingem a tuberosidade



Figura 4 – Fractura periprotética da tibia

⁴ Fotografia do arquivo pessoal do Prof. Doutor Fernando Fonseca

anterior da tíbia (Figura 5). Cada tipo subdivide-se em categorias: subtipo A quando a prótese está estável; B se há instabilidade da prótese e C quando as fracturas são causadas no per-operatório.

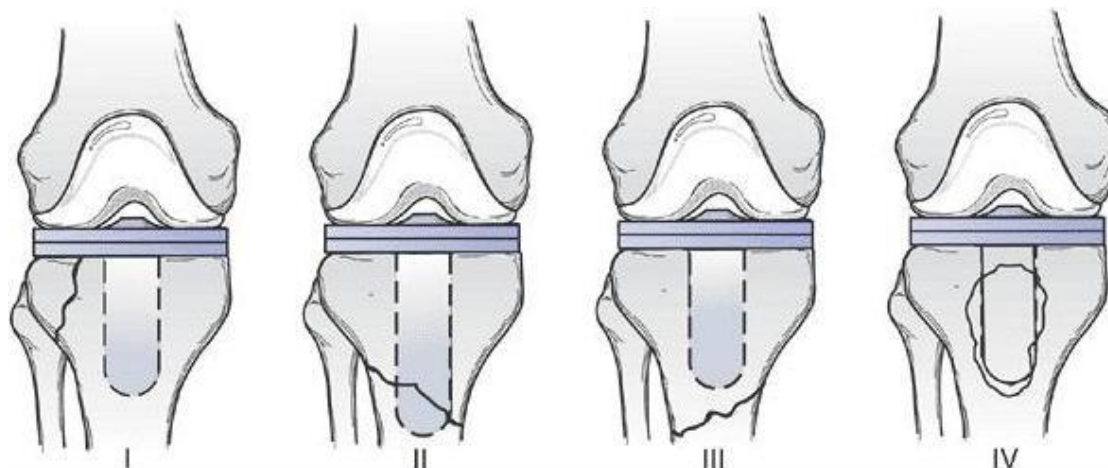


Figura 5 – Classificação das fracturas periprotéticas da tíbia, proposta por Felix et al. (Mabrey 2006)

As fracturas supracondilianas do fémur (Figura 6)⁵ localizam-se na zona metafiso-diafisária distal ou até 5 cm da extremidade distal do fémur, quando aplicada prótese com haste intramedular (Galois et al. 2000, Su et al. 2006). Têm uma incidência de 0,3 a 2,5% após uma ATJ primária, aumentando para 1,6 a 38% após revisão de prótese (Rayan et al.

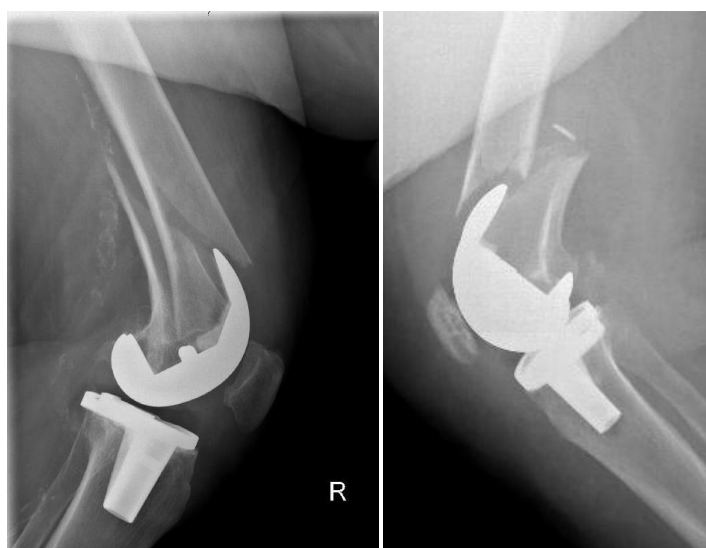


Figura 6 – Fracturas periprotéticas supracondilianas do fémur

2008). São causadas pela acção simultânea de forças axiais e de torção. Aparecem relatadas sobretudo em traumatismos de baixa energia. Existem vários sistemas de classificação, sintetizados na Tabela II.

⁵ Fotografias do arquivo pessoal do Prof. Doutor Fernando Fonseca

Tabela II - Classificação das fracturas periprotéticas supracondilianas do fémur

Autor	Tipo/Grupo	Descrição da fractura
Neer et al. (1967)	Tipo I	Sem desvio ou com desvio <5 mm e/ou ângulo <5°
	Tipo IIA	Com desvio >1 cm e desvio lateral do eixo femoral
	Tipo IIB	Com desvio >1 cm e desvio medial do eixo femoral
	Tipo III	Com desvio e cominutiva
Chen et al. (1994)	Tipo I	Sem desvio (tipo I de Neer)
	Tipo II	Com desvio e/ou cominutiva (tipo II e III de Neer)
DiGioia and Rubash (1991)	Grupo I	Extra-articular sem desvio (desvio <5 mm ou ângulo <5°)
	Grupo II	Extra-articular com desvio (desvio >5 mm ou ângulo >5°)
	Grupo III	Desvio severo (perda de contacto da cortical ou ângulo >10°)
Rorabeck and Taylor (1999)	Tipo I	Sem desvio, prótese intacta
	Tipo II	Com desvio, prótese intacta
	Tipo III	Com ou sem desvio, falência da prótese

Os sistemas de classificação de Neer et al. (1967) e de Chen et al. (1994) baseiam-se no binómio estabilidade e desvio dos topos de fractura, omitindo qualquer relação entre prótese e fractura. DiGioia e Rubash (1991) modificaram a classificação, tal como Rorabeck e Taylor (1999), sendo esta última a classificação mais utilizada, representada esquematicamente na Figura 7.

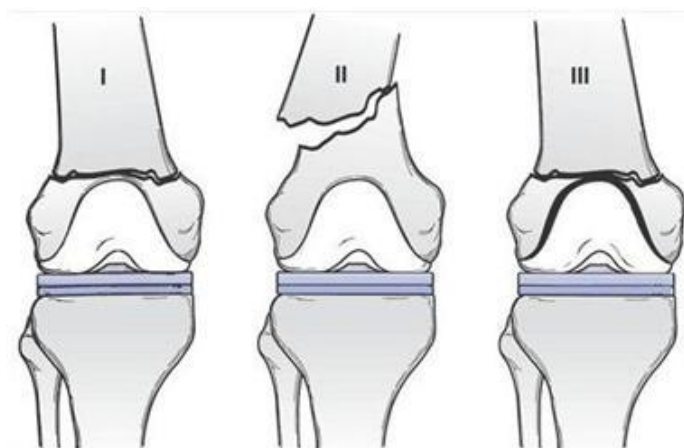


Figura 7 – Classificação das fracturas periprotéticas supracondilianas do fémur, proposta por Rorabeck et al. (Mabrey 2006)

Esta classificação apresenta uma desvantagem importante, pois não relaciona o tipo de fractura com o seu possível tratamento. Por isso Kim et al. (2006) propuseram outro aperfeiçoamento, baseando os seus critérios na qualidade óssea, na estabilidade e posição da prótese e na redutibilidade da fractura (Tabela III), o que lhe permitiu construir na mesma classificação um algoritmo de tratamento.

Tabela III - Classificação das fracturas supracondilianas do fémur proposta por Kim et al. (2006)

Tipo	Fractura redutível	Qualidade óssea no fragmento distal	Bom posicionamento e boa fixação	Tratamento
IA	Sim	Bom	Sim	Conservador
IB	Não	Bom	Sim	Cirúrgico
II	Sim/não	Bom	Não	Revisão com haste
III	Sim/não	Pobre	Não	Substituição da prótese

Outro sistema de classificação foi proposta por Su et al. (2006), que basearam os seus critérios na localização do traço de fractura. Segundo estes, existem 3 tipos de fracturas (Figura 8):

- Tipo I – fractura proximal à componente femoral
- Tipo II – fractura originada na extremidade distal da componente femoral, com extensão proximal
- Tipo III – fractura em que qualquer parte do traço de fractura pode estar distal ao limite superior da zona anterior da componente femoral.

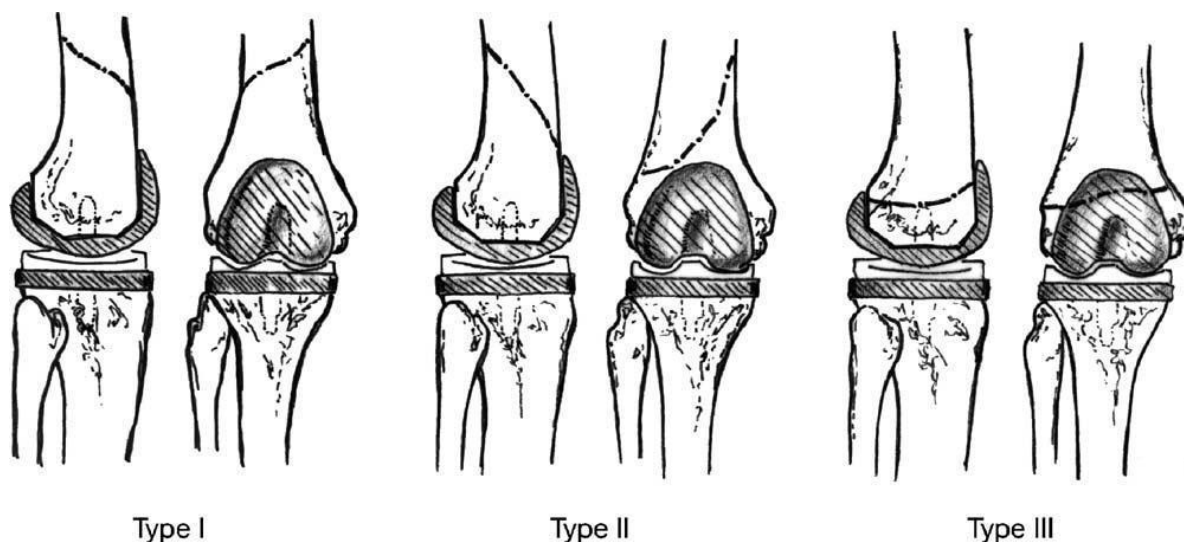


Figura 8 - Classificação das fracturas periprotéticas supracondilíneas do fêmur, proposta por Su et al. (2006)

As fracturas periprotéticas supracondilíneas do fêmur são mais comuns no género feminino e nos doentes com idade superior a 70 anos (Hernigou et al. 2006). Alguns factores sistémicos implicados no aumento da incidência destas fracturas são osteopenia, osteoporose, artrite reumatóide, osteólise, obesidade e uso crónico de corticoides. Alterações neurológicas, como a ataxia cerebral, a doença de Parkinson; procedimentos cirúrgicos, como a revisão da prótese; são considerados também factores de risco (Ritter et al. 2005, Tharani et al. 2005, Hernigou et al. 2006, Mabrey 2006, Su et al. 2006, Rayan et al. 2008, Gujarathi et al. 2009).

Estão referidas também alterações locais, nomeadamente a ressecção excessiva de osso cortical anterior femoral (“notching”) – Figura 9⁶ – (Merkel et al. 1986, Ritter et al. 2005, Mabrey 2006, Gujarathi et al. 2009). Esta provoca uma diminuição da resistência torsional do fémur em cerca de 30%, bem como da resistência em flexão em aproximadamente 20% (Hernigou et al. 2006), potencializando assim o risco de fractura periprotética.

⁶ Fotografias do arquivo pessoal do Prof. Doutor Fernando Fonseca

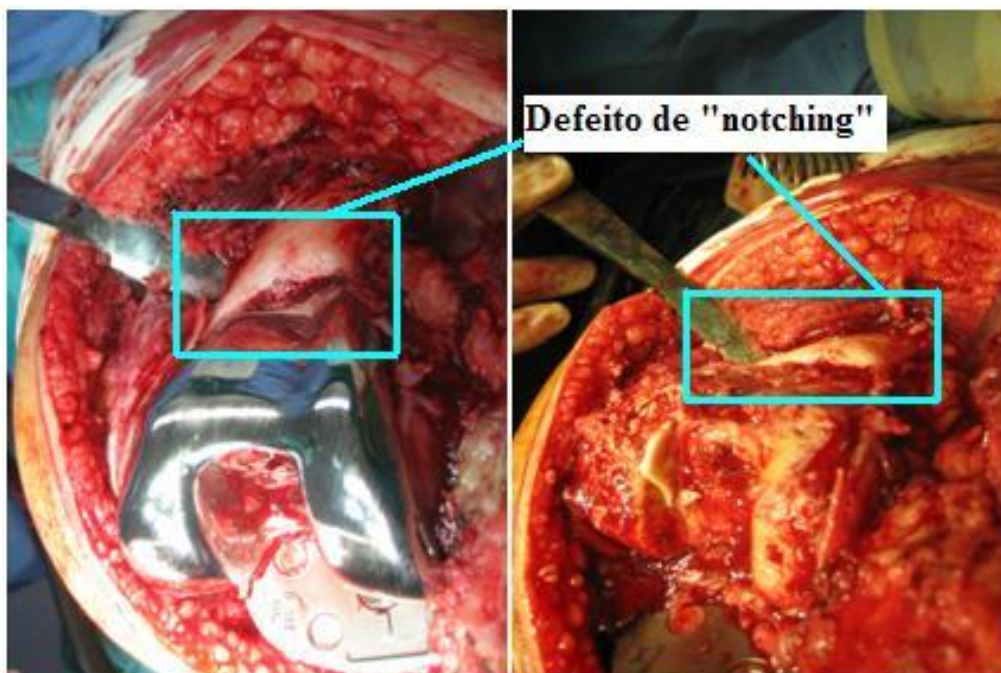


Figura 9 – Fotografias de defeitos de “notching”

A prevalência de “notching” varia entre 3,5 a 26,9% do total de ATJ’s (Lesh et al. 2000), sendo a das fracturas periprotéticas cerca de dez vezes menos (0,3 a 2,5%).

Este trabalho tem como objectivo perceber e explicar o valor real do defeito de “notching” como factor de risco para fractura periprotética e os motivos porque existe uma incidência desta complicação muito menor relativamente à prevalência deste fenómeno nos doentes operados.

Material e métodos

Foi estudada uma série de doentes do Serviço de Ortopedia dos Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC), tratados com artroplastia total do joelho (ATJ primária) num período de três anos (01-11-2005 a 01-11-2008). Todas as cirurgias foram efectuadas pelos médicos especialistas do sector joelho, com larga experiência nesse tipo de intervenção cirúrgica. Por filosofia do Serviço de Ortopedia dos HUC, os doentes operados têm um seguimento personalizado após a cirurgia, sendo atendidos de forma regular pelo médico especialista responsável pela intervenção cirúrgica. O protocolo de seguimento após a alta cirúrgica pressupõe uma avaliação no final do primeiro mês, no terceiro mês, no sexto mês e ao perfazer doze meses. Posteriormente, os doentes são avaliados anualmente. Deste modo, obtêm-se registos capazes de fornecer informação fidedigna sobre o doente e a sua evolução ao longo dos anos.

Procedeu-se à consulta dos processos clínicos e radiográficos dos doentes e à análise descritiva das seguintes variáveis: idade à data da intervenção cirúrgica, género e indicação da implantação da prótese. Foi efectuado também o levantamento de todas as radiografias do joelho efectuadas de cada doente da amostra, desde o dia da intervenção cirúrgica. Em todos os processos consultados, avaliaram-se as radiografias do joelho do pós-operatório imediato, especificamente a radiografia de perfil, de modo a identificar os casos onde houve “notching”.

Definiu-se “notching” quando a cortical anterior do fémur é “violada” na preparação para colocação da componente femoral da prótese (Ritter et al. 2005, Zalzal et al. 2006), nomeadamente durante a osteotomia anterior, dano que é possível identificar radiograficamente (Figura 10)⁷.

⁷ Figura baseada numa fotografia do arquivo pessoal do Prof. Doutor Fernando Fonseca

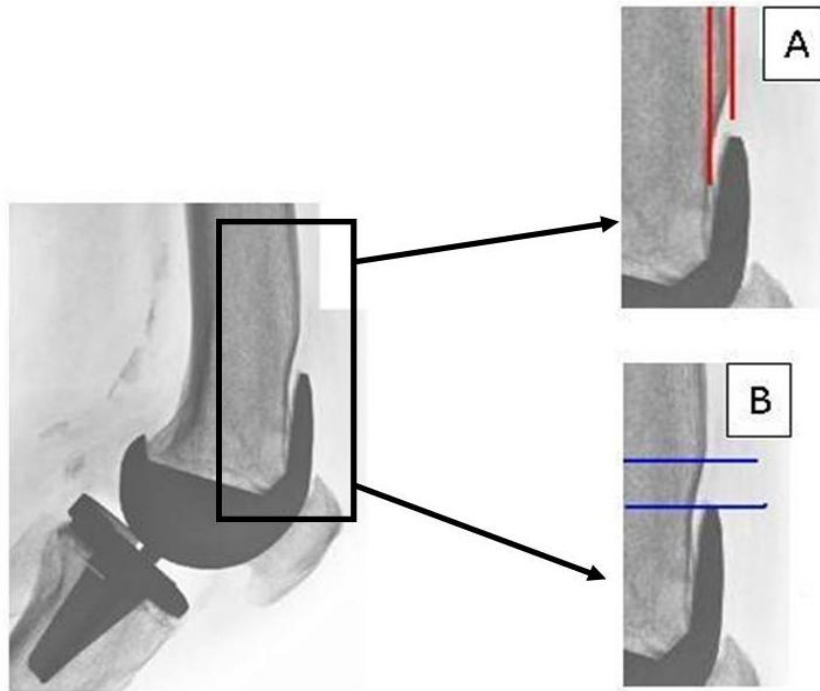


Figura 10 – ATJ com defeito de “notching”; A: profundidade do “notching” (distância entre as duas linhas vermelhas); B: comprimento do “notching” (distância entre as duas linhas azuis)

Nas radiografias de perfil que apresentavam “notching”, foi medida a sua profundidade (Figura 10A) em mm (desde a cortical anterior do fémur não danificada até ao limite anterior do fémur resultante desse dano) e o seu comprimento (desde o limite superior da componente femoral da prótese até ao ponto da face anterior do fémur onde termina o dano), como ilustrado na Figura 10B. Na Figura 11⁸, está representada uma prótese sem o fenómeno “notching”.



Figura 11 – ATJ sem defeito de “notching”

⁸Fotografia do arquivo pessoal do Prof. Doutor Fernando Fonseca

Posteriormente à recolha destes dados, foi efectuado o levantamento de todos os casos de fractura periprotética tratados no Serviço de Ortopedia dos HUC no mesmo período de tempo, tendo sido considerados apenas os casos de fracturas em doentes da série estudada.

Cruzou-se a informação dos doentes que apresentavam fractura com os dados recolhidos inicialmente da radiografia de perfil do joelho, de modo a verificar se os doentes que desenvolveram fractura apresentavam “notching” no pós-operatório, e perceber se clinicamente existe ou não uma relação entre este “dano” ósseo e o surgimento de fracturas.

Para a recolha de dados, elaborou-se uma folha de colheita contendo apenas um número único correspondente a cada doente, sem informação adicional sobre a sua identificação. O mesmo se passou nas radiografias, colhidas em suporte digital, sem qualquer identificação do doente, salvo o número atribuído na folha de colheita de dados. Todos os dados foram recolhidos por um especialista que os forneceu de forma anónima. Para efectuar a análise dos processos clínicos, obteve-se um parecer positivo da Comissão de Ética dos HUC, com a autorização prévia do director do Serviço de Ortopedia bem como o seu parecer científico. Os dados obtidos foram introduzidos numa folha de cálculo e tratados por um programa informático EPI INFO 2000, versão 3.5.1, adequado ao objectivo proposto.

Resultados

Dos 543 doentes submetidos à implantação da prótese registados nos arquivos do Serviço de Ortopedia dos HUC, no período de tempo estudado, foi possível aceder a 336 (61,9%) processos clínicos completos (dossiers clínicos e radiografias), tendo-se excluído deste estudo os restantes 207 doentes (38,1%)⁹.

Desta amostra (336 doentes), 238 doentes eram do género feminino (70,8%) e 98 do género masculino (29,2%). 166 doentes (49,4%) tinham idade superior a 70 anos à data da intervenção cirúrgica e 170 (50,6%) tinham idade igual ou inferior a 70 anos (Figura 12), sendo a média de $69,48 \pm 8,9$ anos (compreendida entre 18 e 90 anos).

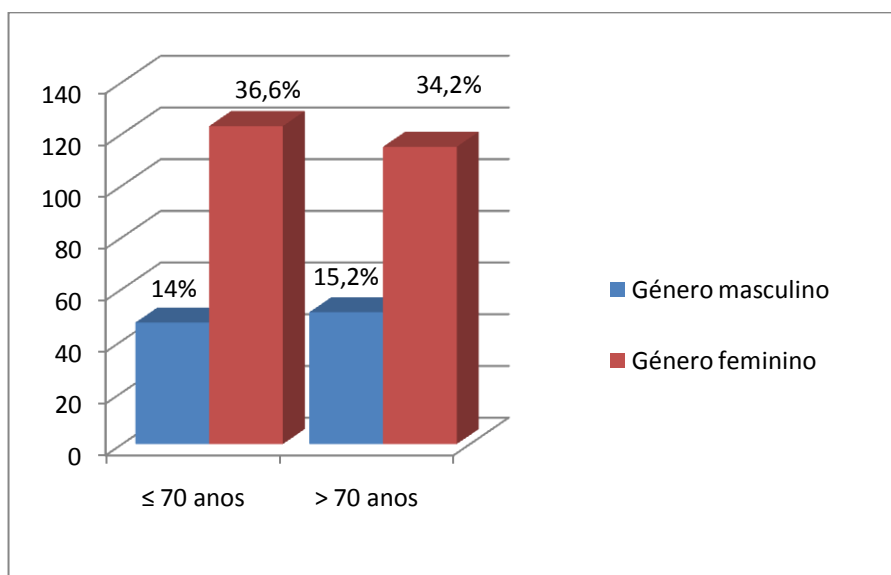


Figura 12 - Género e idade dos doentes estudados

A principal indicação para implantação da prótese foi a osteoartrose (327 doentes - 97,3%). Os restantes 9 casos (2,7%) apresentavam como causa neoplasia (4 malignas: 1,2% e 2 benignas: 0,6%), fractura da extremidade superior da tíbia (1 caso: 0,3%), osteocondrite dissecante (um caso: 0,3%) e necrose asséptica do côndilo interno do fémur (um caso: 0,3%) (Figura 13).

⁹ No ano de 2007, por decisão da entidade competente dos HUC, os processos radiográficos existentes nos arquivos dos HUC foram entregues aos doentes.

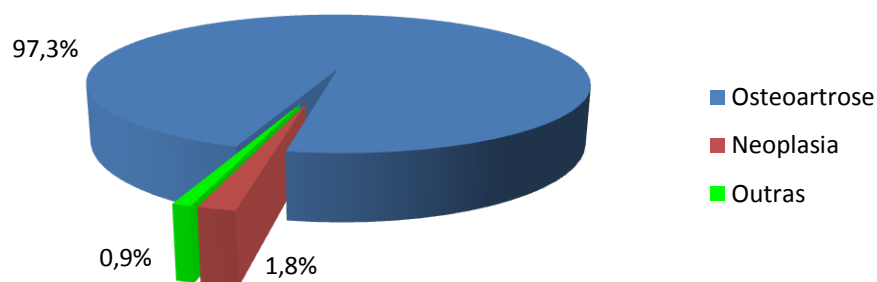


Figura 13 – Indicação para implantação da prótese

Dos processos radiográficos dos doentes avaliados, foram encontrados 36 casos (10,7%) com o defeito de “notching”. Destes, 22 doentes (6,5%) eram do género feminino e 14 (4,2%) do género masculino; dos 300 doentes que não apresentavam este dano, 216 (64,3%) eram do género feminino e 84 (25%) do género masculino (Tabela IV).

Tabela IV – Relação entre o género e a presença de “notching” nos 336 doentes estudados

Género	Número de casos observados (e %)		Total (e %)
	Com “notching”	Sem “notching”	
Feminino	22 (6,5%)	216 (64,3%)	238 (70,8%)
Masculino	14 (4,2%)	84 (25%)	98 (29,2%)
Total	36 (10,7%)	300 (89,3%)	336 (100%)

Em relação à idade à data da intervenção cirúrgica, verificou-se que dos doentes com idade superior a 70 anos, 18 casos (5,35%) apresentavam “notching”, estando ausente em 148 doentes (44,1%); dos doentes com idade igual ou inferior a 70 anos, 18 (5,35%) apresentavam este defeito ósseo e 152 (45,2%) não o apresentavam (Tabela V).

Tabela V - Relação entre a idade e a presença de “notching” nos 336 doentes estudados

Idade	Número de casos observados (e %)		Total (e %)
	Com “notching”	Sem “notching”	
> 70 anos	18 (5,35%)	148 (44,1%)	166 (49,4%)
≤ 70 anos	18 (5,35%)	152 (45,2%)	170 (50,6%)
Total	36 (10,7%)	300 (89,3%)	336 (100%)

O defeito de “notching” apresentava uma profundidade média de $4,72 \pm 1,72$ mm (entre 2 e 8,56 mm) e um comprimento de $6,93 \pm 6,75$ mm (entre 2,04 e 42,37 mm). Na Tabela VI, estão representados mais detalhadamente os diferentes comprimentos e profundidades dos “notching” encontrados.

Tabela VI – Comprimentos e profundidades dos defeitos de “notching”

	Comprimento do “notching” (mm)								Total
		0-2,5	2,51-5	5,01-7,5	7,51-10	10,01-12,5	12,51-15	>15	
Profundidade do “notching” (mm)	0-1	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,01-2	-	1	-	-	-	-	-	1
	2,01-3	-	3	2	-	-	-	-	5
	3,01-4	2	3	1	3	2	-	-	11
	4,01-5	-	1	-	3	-	1	-	5
	5,01-6	1	4	1	1	-	-	-	7
	6,01-7	-	2	-	-	1	-	-	3
	7,01-8	-	2	1	-	-	-	-	3
	8,01-9	-	-	-	-	-	-	1	1
	Total	3	16	5	7	3	1	1	36

Dos casos com “notching”, 30 doentes (83,3%) apresentavam uma profundidade superior a 3 mm (“notching” significativo) e apenas em 6 casos (16,7%) a profundidade era igual ou inferior a 3 mm, representando os casos de “notching” significativo 8,9% do total da amostra.

No mesmo período de tempo, observaram-se 12 casos (3,6%) de fractura periprotética femoral, 9 destas (75%) em doentes do género feminino e 3 (25%) do género masculino; 11 destes (91,7%) doentes apresentavam uma idade superior a 70 anos à data da intervenção cirúrgica (Tabela VII).

Tabela VII – Fracturas periprotéticas supracondilianas do fémur

Nº (e %) de fracturas	Género masculino	Género feminino	Total
Idade > 70 anos	2 (16,7%)	9 (75%)	11 (91,7%)
Idade ≤ 70 anos	1 (8,3%)	0	1 (8,3%)
Total	3 (25%)	9 (75%)	12 (100%)

Dos 12 casos de fractura, em 2 doentes (16,7%) foi identificado o fenómeno “notching” na radiografia do pós-operatório (0,6% da amostra). O defeito de “notching” apresentava em ambos uma profundidade superior a 3 mm e um comprimento superior a 10 mm. Os restantes 10 casos (83,3%) não tinham presente esta intercorrência, representando 3% da totalidade da amostra.

Na Figura 14, estão representados resumidamente os resultados encontrados.

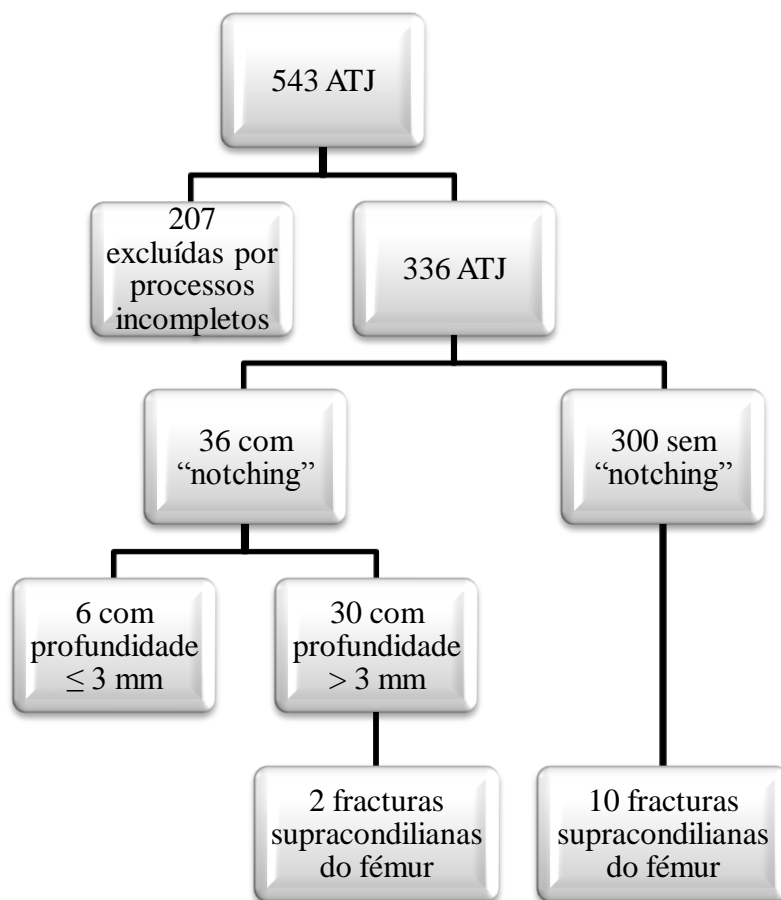


Figura 14 – Resultados do estudo

Discussão

A impossibilidade de ter acesso aos doentes, permitindo a sua avaliação directa, assim como a impossibilidade de aceder a todos os processos clínicos e radiográficos destes, constituem os pontos fracos deste trabalho; o facto dos dados dos doentes terem sido fornecidos de uma forma anónima constitui o ponto forte.

Neste estudo a indicação major para a realização de ATJ foi a osteoartrose (97,3 % dos casos). Nestes doentes, este procedimento contribui para um grande alívio da dor e restauro da função, melhorando significativamente a qualidade de vida (Pulido et al. 2008), no entanto, não é completamente isento de complicações, das quais são exemplo as fracturas periprotéticas.

A fractura supracondiliana do fémur ocorre em cerca de 0,3 a 2,5% dos casos (Rayan et al. 2008). Valores semelhantes se verificaram em estudos realizados por diversos autores (Merkel et al. 1986, Aaron et al. 1987, Ritter et al. 1988, Figgie et al. 1990) (Tabela VIII).

Tabela VIII – Prevalência das fracturas supracondilianas após ATJ

<i>Estudo</i>	<i>Nº de próteses implantadas</i>	<i>Nº (e %) de fracturas periprotéticas</i>
Merckel and Johnson (1986)	5233	36 (0,69)
Ritter et al. (1988)	670	2 (0,30)
Figgie et al. (1990)	567	24 (4,20)
Aaron and Scott (1987)	250	5 (2,00)

Figgie et al. (1990) demonstraram que a incidência desta fractura é ligeiramente superior, podendo ser encontrada em 4,2% dos casos.

Nesta série de doentes, as fracturas supracondilianas do fémur ocorreram em apenas 12 doentes (3,6%), uma incidência ligeiramente superior em relação à referida na literatura

clínica, mas em concordância com os valores referidos por Figgie et al. (1990). É interessante verificar que quanto maior o número/experiências das equipas cirúrgicas, menor é o número de fracturas, como está evidente na Tabela VIII. Não foi encontrado nenhum caso de fractura da patela nem da tibia.

Alguns factores de risco estão implicados no aumento da incidência destas fracturas, sendo a osteopenia referida como o principal (Rayan et al. 2008), assim como os factores que contribuem para esta, nomeadamente idade avançada (principalmente superior a 70 anos) (Hernigou et al. 2006), osteoporose, artrite reumatóide e uso crónico de corticóides (Su et al. 2006, Gujarathi et al. 2009). Outros factores relatados incluem género feminino, obesidade, osteólise, distúrbios neurológicos, revisão de próteses e o fenómeno “notching” (Ritter et al. 2005, Gujarathi et al. 2009).

Neste estudo, relativamente às fracturas supracondilianas do fémur, verificou-se uma razão entre o género feminino e masculino de 3:1, sendo que 11 dos 12 doentes (91,7%) apresentavam uma idade superior a 70 anos quando submetidos à implantação da prótese.

A prevalência do fenómeno “notching” varia entre 3,5 e 26,9% (Lesh et al. 2000). Ritter et al. (1988), após um estudo realizado em 670 ATJ implantadas num período de 8 anos, verificaram que 180 doentes (27%) apresentavam este dano, dos quais 138 (20,5%) tinham uma profundidade significativa (superior a 3 mm).

Nesta amostra, a presença de “notching” representou 10,7% dos 336 doentes submetidos a ATJ, e em 8,9% dos casos, o defeito de “notching” tinha uma profundidade superior a 3 mm, percentagem que coincide com a referida na literatura.

Apesar da elevada prevalência do defeito de “notching”, a incidência das fracturas periprotéticas é cerca de dez vezes inferior. Esta divergência foi discutida por diversos autores, que realizaram estudos biomecânicos e clínicos, a fim de perceber o papel desta intercorrência, não havendo consenso.

Culp et al. (1987) estudaram uma amostra de 61 casos de fracturas periprotéticas. 27 destas (44%) ocorreram em fémures com “notching”, tendo estes autores chegado à conclusão que existe uma associação entre a presença deste factor e o aparecimento de fractura.

Os mesmos autores sugeriram, com base num estudo teórico, que um “notching” com profundidade superior a 3 mm (“notching” significativo) diminuía a resistência torsional do fémur em 29,2%. Esta hipótese foi testada pela primeira vez por Lesh et al. (2000), que realizaram um estudo clínico em 12 pares de fémures retirados de cadáveres. Em 6 pares, foram colocadas as próteses sem danificar a cortical anterior do fémur (grupo de controlo); nos outros 6 pares foi retirado cerca de 3 mm de profundidade da cortical femoral (“notching”). Ambos os grupos foram submetidos a forças (de torção e em flexão) até originar fractura, tendo sido medida a carga necessária. Os resultados obtidos com este ensaio evidenciaram que, na presença de “notching”, a resistência torsional e em flexão do fémur apresentavam uma redução de, em média, 39,2% e 18% respectivamente. Verificaram também que, na presença deste fenómeno, as fracturas originaram-se na zona anterior do fémur, adjacente à componente femoral da prótese (Figura 15) e que, na ausência deste dano,

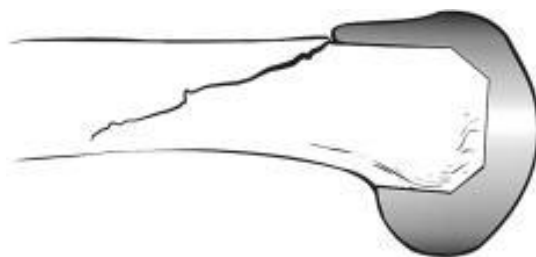


Figura 15 – Fractura na zona adjacente à componente femoral da prótese, na presença de “notching” (Lesh et al. 2000)

a fractura teve origem num ponto anterior do fémur mais afastado da componente femoral (Figura 16).

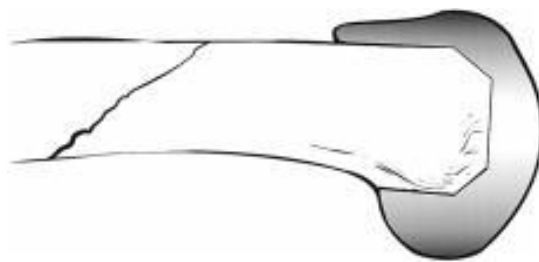


Figura 16 - Fractura numa zona mais afastada da componente femoral, na ausência de “notching” (Lesh et al. 2000)

Estes autores concluíram assim que o fenómeno “notching” predispõe ao aparecimento de fractura e que estes doentes devem ser submetidos a uma protecção adicional, como por exemplo o uso de hastes femorais.

Shawen et al. (2003) realizaram um estudo semelhante ao de Lesh et al., avaliando o efeito do “notching” quando associado a osteopenia, em treze pares de fêmures de cadáveres. Estes foram divididos em 2 grupos (um com corte de 3 mm de profundidade e outro sem corte) e sujeitos a forças de torção até surgir fractura. Também foi avaliada a densidade óssea de cada fémur, através da densitometria óssea e TAC. Concluíram que um “notching” com profundidade superior a 3 mm reduz a resistência torsional do fémur em 31%, e que o risco de fractura é superior quando este dano está associado a osteopenia.

Mais tarde, Zalzal et al. (2006), usando um modelo com base em elementos finitos, averiguaram quais as dimensões do defeito de “notching” que contribuía para um aumento de tensão, potencializando o risco de fractura. Elaboraram várias hipóteses de “notching” (Figura 17), alterando a profundidade (de 1,5 a 5,5 mm), o raio de transição entre a superfície intacta e a superfície cortada (0,5 e 1 mm) e o comprimento (de 5 a 15 mm). Verificaram um aumento de tensão (aumentando o risco de fractura) nos modelos que apresentavam uma profundidade superior a 3 mm, um menor raio de transição e um menor comprimento (“notching” proximal ao implante), defendendo também o uso de haste femoral na presença deste fenómeno, como meio de prevenção.

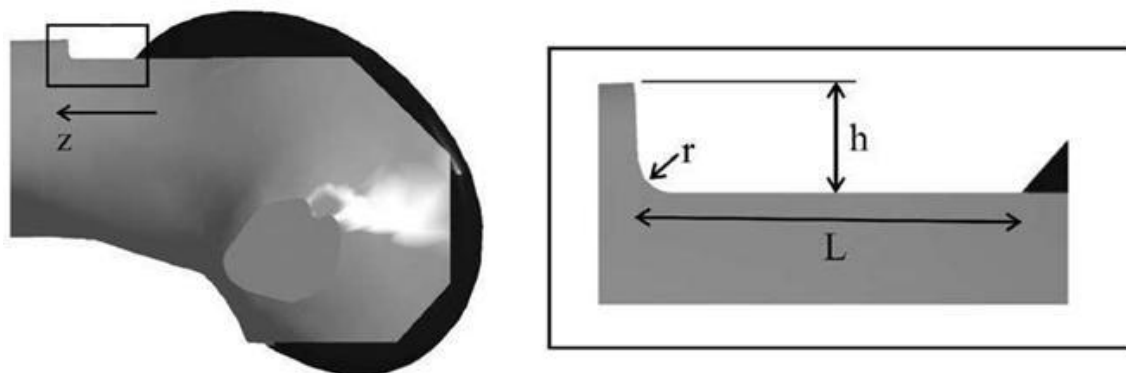


Figura 17 – Características do fenómeno “notching”: profundidade (h), comprimento (L) e raio de transição (r) (Zalzal et al. 2006).

Gujarathi et al. (2009) avaliaram 200 ATJ colocadas entre 1984 e 1993. Os doentes foram classificados em 3 grupos consoante a presença de “notching” na radiografia de perfil do joelho pós-operatória: grupo com “notching”, grupo sem “notching” e grupo inclassificável. Neste último grupo, foram incluídos 26 casos. Das restantes 174 radiografias, 72 (41%) apresentavam o fenómeno “notching”. Desta série de doentes, em apenas 3 (1,5%) surgiu uma fractura supracondiliana do fémur: 2 deles (doentes com artrite reumatóide) não apresentavam este “dano” ósseo na radiografia de perfil, estando presente em apenas um caso (doente com osteoartrite), representando 1,4% dos 72 casos. Estes autores concluíram que não existe relação entre o surgimento de fractura e o fenómeno “notching”.

Outros estudos foram realizados (Tabela IX), a fim de averiguar se esta intercorrência está realmente implicada no surgimento de fractura, analisando a prevalência deste fenómeno em doentes com fracturas periprotéticas.

Tabela IX – Prevalência do “notching” em joelhos com fractura periprotética

<i>Estudo</i>	<i>Nº de fracturas periprotéticas</i>	<i>Nº (e %) de “notching” em joelhos fracturados</i>	<i>Nº (e %) de fracturas sem “notching”</i>
Hirsh et al. (1981)	4	1 (25)	3 (75)
Cain et al. (1986)	14	3 (21,4)	11 (78,6)
Merckel and Johnson (1986)	36	8 (22,2)	28 (77,8)
Culp et al. (1987)	61	27 (44,3)	34 (55,7)
Ritter et al. (1988)	2	1 (50)	1 (50)
Figgie et al. (1990)	24	8 (33,3)	16 (66,7)
Healy et al. (1993)	23	2 (8,7)	21 (91,3)

Através das tabelas VIII e IX, podemos observar que, no estudo realizado por Merckel e Johnson (1986) em 5233 ATJ estudadas, 36 (0,69%) desenvolveram fractura, estando o defeito de “notching” presente em 8 joelhos (0,15%); Ritter et al. (1988), em 670 ATJ, verificaram que 2 (0,3%) joelhos apresentavam fractura, estando presente o fenómeno “notching” em apenas um caso (0,15%); Figgie et al. (1990), num total de 567 ATJ, encontraram 24 casos de fractura (4,2%), estando este dano presente em 8 casos (1,4%). Em síntese, analisando estes 3 estudos, podemos verificar que o número de fracturas citadas é sempre superior ao número de “dano” ósseo.

Em paralelo com este trabalho, foi realizado no Departamento de Mecânica da Universidade de Aveiro por Tavares N., Completo A. e Fonseca F. (2009), um estudo em modelo numérico (Figura 18), que avaliou as implicações dos defeitos de “notching” (profundidade e comprimento) envolvidas no aparecimento de fractura periprotética femoral.

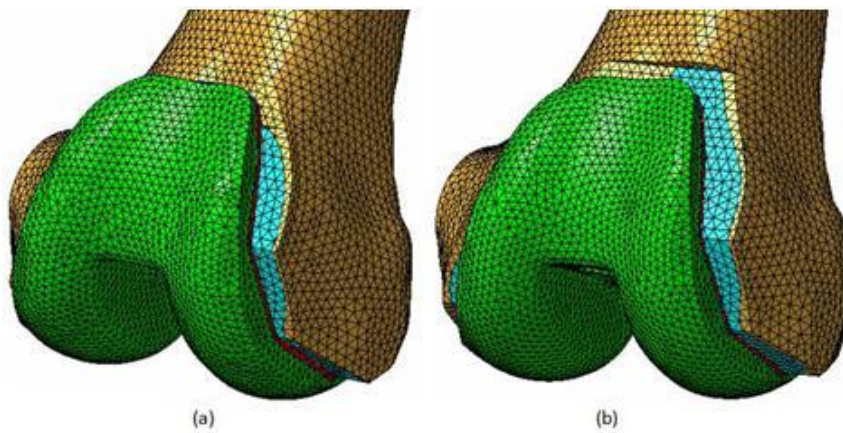


Figura 18 - Modelos numéricos; a: Modelo sem “notching”; b: Modelo com “notching” (Tavares 2009)

Foram desenvolvidos modelos com base em elementos finitos, simulando vários comprimentos (2 e 4 mm) e profundidades (1, 2, 3 e 4 mm) de “notching” (Tabela X), sujeito posteriormente a uma carga, após a qual foram avaliadas as deformações resultantes. As medidas criadas nos diferentes modelos tiveram como base os dados recolhidos neste trabalho.

Tabela X – Modelos utilizados (adaptado de Tavares 2009)

Modelo		Comprimento (mm)	Profundidade (mm)
Sem “notching”	1	0	0
	2	2	1
Com “notching”	3	2	2
	4	2	3
	5	2	4
	6	4	1
	7	4	2
	8	4	3
	9	4	4

Verificaram que, quanto maior a profundidade do “notching” (nomeadamente superior a 3 mm) e maior o comprimento, maior era a deformação resultante, criando um processo de fadiga óssea e aumentando o risco de fractura.

Posteriormente, foi analisado o efeito mecânico da utilização de haste femoral, para modelos com um “notching” de 4 mm de comprimento e de 3 e 4 mm de profundidade. Verificaram que o uso de haste contribui de uma forma significativa para a redução da deformação observada nos modelos sem haste, reduzindo a probabilidade de fractura do osso, por fadiga. No entanto, a sua utilização é susceptível de provocar o efeito de “stress-shielding”, podendo induzir osteopenia. Concluíram que a utilização de haste apenas deve ser considerada em casos de “notching” com uma profundidade superior a 3 mm e em doentes com uma boa densidade óssea. Em fémures com “notching” associados a osteopenia, seria prudente a realização de protecção à carga do joelho durante um longo período pós-operatório, de forma a reduzir os níveis de concentração de deformação.

Em síntese, Culp et al., Lesh et al., Shawen et al., assim como o trabalho realizado na Universidade de Aveiro (estudos realizados em cadáveres e com base em elementos finitos), postulam que o “notching” contribuiu para o surgimento de fractura após ATJ, principalmente em defeitos com profundidade superior a 3 mm. Estes dados estão em aparente oposição com os estudos clínicos realizados por Gujarathi et al. e Ritter et al., que interpretaram o fenómeno “notching” como um erro técnico comum em ATJ e que, isoladamente, não favorece o surgimento de fractura. Contudo, estes autores não tomam em atenção nem quantificam a profundidade do defeito e seu comprimento, o que retira validade e compromete conclusões aferidas. Hernigou et al. (2006), tal como Ritter et al. (1988), postularam uma opinião síntese, onde defendem ser a presença de “notching” um factor de risco, mas que a ocorrência de fracturas apenas existe quando este fenómeno se associa a outros factores, o que pode explicar a discrepância entre a incidência do defeito de “notching” e a incidência de fractura.

Nesta série de doentes estudada (336 ATJ), apenas surgiram 12 fracturas, representando 3,6% dos casos. O fenómeno “notching” só estava presente em duas delas (0,6%), quando foi possível encontrar este “dano” ósseo em 36 casos (10,7%), sendo

significativo em 30 doentes (8,9%), isto é, a incidência do defeito de “notching” foi 3 vezes superior à das fracturas. Um dos casos de fractura associada a “notching” surgiu num doente de 75 anos, género feminino, com um “dano” ósseo de 3,54 mm de profundidade e 10,37 mm de comprimento; o outro caso verificou-se num doente de 71 anos, género masculino, com um “notching” de 3,87 mm de profundidade e 12,2 mm de comprimento. A indicação para implantação de prótese foi a osteoartrose em ambos. Através destes resultados, podemos concluir que o “notching” isolado não favorece o aparecimento de fracturas e que este fenómeno só está associado a fractura quando outros factores estão presentes, tais como osteoartrose e idade superior a 70 anos; o que está em conformidade com a opinião síntese de Hernigou e colaboradores (2006) e Ritter e colaboradores (1988). As dimensões deste dano (“notching” distante da prótese e profundidade superior a 3 mm) aparentemente influenciam o risco de fractura.

Em conclusão, através deste estudo retrospectivo, não se pode concluir que o surgimento de fractura esteja directamente relacionado com o defeito de “notching”. Este é um erro técnico que, associado a outros factores de risco, tais como género feminino, idade avançada, osteopenia, artrite reumatóide e uso crónico de corticoides, pode potencializar o aparecimento de fractura periprotética. Apesar da incidência de fractura ser cerca de 10 vezes inferior à do fenómeno “notching”, a melhor forma de prevenir é apurar o rigor da técnica cirúrgica, aperfeiçoando os instrumentais necessários para implantação.

Trabalhos futuros

Não é considerado, na maior parte da literatura consultada nem na série avaliada, o factor tempo, nomeadamente o seguimento de médio/longo prazo nem os efeitos ósseos que a implantação de uma prótese induz, mormente o “stress-shielding”, que devem ser objecto de

Fractura periprotética após artroplastia do joelho na presença de “notching”. Conceito e realidade!

avaliação a longo prazo da presente série, bem como eventualmente de estudos com recurso a programas de computador desenvolvidos para o efeito.

Referências bibliográficas

- 1) Aaron R, Scott R (1987) Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. Clin Orthop 219: 136-139.
- 2) Asp JP, Rand JA (1990) Peroneal nerve palsy after total knee arthroplasty. Clin Orthop 261: 233-237.
- 3) Ayers DC, Dennis DA, Johanson NA, Pellegrini VD Jr. (1997) Common complications of total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 79-A:278-311.
- 4) Blom AW, Brown J, Taylor AH, Pattison G, Whitehouse S, Bannister GC (2004) Infection after total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Br 86(5):688-691.
- 5) Cain PR, Rubash HE, Wissinger HA, McClain EJ (1986) Periprosthetic femoral fractures following total knee arthroplasty. Clin Orthop 208:205-214.
- 6) Chen F, Mont MA, Bachner RS (1994) Management of ipsilateral supracondylar femur fractures following total knee arthroplasty. J Arthroplasty 9(5):521-526.
- 7) Culp RW, Schmidt RG, Hanks G, Mak A, Esterhai JL Jr., Heppenstall RB (1987) Supracondylar fracture of the femur following prosthetic knee arthroplasty. Clin Orthop 222: 212-222.
- 8) DiGioia AM 3rd, Rubash HE (1991) Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty. A literature review and treatment algorithm. Clin Orthop Relat Res 271:135-142.
- 9) Eisenhuth SA, Saleh KJ, Cui Q, Clark CR, Brown TE (2006) Patello-femoral instability after total knee arthroplasty. Clin Orthop 446: 149-160.
- 10) Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD (1997) Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 345:113-124.

- 11) Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE III, Sobel M (1990) The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 5: 267-276.
- 12) Galois L, Ricart O, Pfetter F, Boeri C, Jeunet L, Gicquel P, Gaçon G and SOTEST group (2000) Distal femoral fractures following total knee replacement: A series of 37 cases. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 10(4):249-256.
- 13) Goldberg VM, Figgie HE 3rd, Inglis AE, Figgie MP, Sobel M, Kelly M, Kraay M (1988) Patellar fracture type and prognosis in condylar total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 236:115-122.
- 14) Gujarathi N, Putti AB, Abboud RJ, MacLean J, Espley AJ, Kellett CF (2009) Risk of periprosthetic fracture after anterior femoral notching: A 9-year follow-up of 200 total knee arthroplasties. *Acta Orthopaedica* 80 (5): 553–556.
- 15) Healy WL, Siliski JM, Invaco SJ (1993) Operative treatment of distal femoral fractures proximal to total knee replacements. *J Bone and Joint Surg* 75-A:27-34.
- 16) Hernigou P, Mathieu G, Filippini, P, Demoura A (2006) Intra- and postoperative fractures of the femur in total knee arthroplasty: risk factors in 32 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 92(2):140-147.
- 17) Hernigou P, Poignard A, Manicom O, Chabane-Sari MA (2006) Treatment of fractures of the distal femur on total knee arthroplasty. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 92(2):148-157.
- 18) Hirsh DM, Bhalla S, Roffman M (1981) Supracondylar fracture of the femur following total knee replacement. Report of four cases. *J Bone and Joint Surg* 63-A:162-163.
- 19) Hozack WJ, Goll SR, Lotke PA, Rothman RH, Booth RE Jr (1998) The treatment of patellar fractures after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 236:123-127.
- 20) Keating EM, Haas G, Meding JB (2003) Patella fracture after post total knee replacements. *Clin Orthop Relat Res* 416:93-97.

- 21) Kim KI, Egol KA, Hozack WJ, Parvizi J (2006) Periprosthetic fractures after total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 446:167-175.
- 22) Lesh ML, Schneider DJ, Deol G, Davis B, Jacobs CR, Pellegrini V Jr. (2000) The consequences of anterior femoral notching in total knee arthroplasty: a biomechanical study. *J Bone Joint Surg* 82A:1096-1101.
- 23) Mabrey JD (2006) Periprosthetic Fractures about total hip and total knee replacements. In: *Rockwood & Green's Fractures in Adults, 6th Edition* (Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM, ed), pp721-735. Lippincott Williams & Wilkins.
- 24) Merkel KD, Johnson EW Jr (1986) Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 68-A: 29-43.
- 25) Neer CS 2nd, Grantham SA, Shelton ML (1967) Supracondylar fracture of the adult femur. A study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg Am* 49(A):591-613.
- 26) Ortiguera CJ, Berry DJ (2002) Patellar fracture after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 84-A(4): 532– 540.
- 27) Panisset JC, Dejour D (1995) La fémoro-patellaire dans la prothèse totale du genou. In: 8ème journée Lyonnaise de chirurgie du genou, 431-433.
- 28) Pinaroli A, Piedade SR, Servien E, Neyret P (2009) Intraoperative fractures and ligament tears during total knee arthroplasty. A 1795 posterostabilized TKA continuous series. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 95:183-189.
- 29) Pulido L, Parvizi J, Macgibeny M, Sharkey P, Purtill J, Rothman R, Hozack W (2008) In hospital complications after total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 23 (6 suppl.1):139-145.
- 30) Rayan F, Konan S, Haddad FS (2008) A review of periprosthetic fractures around total knee arthroplasties. *Current Orthopaedics* 22:52-61.

- 31) Reed MR, Farhan MJ, Chaudhuri C (1999) Patellar stress fracture: a complication of knee joint arthroplasty without patellar resurfacing. *J Arthroplasty* 14(3):383-385.
- 32) Ritter MA, Faris PM, Keating EM (1988) Anterior femoral notching and ipsilateral supracondylar femur fracture in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 3(2):185-187.
- 33) Ritter MA, Thong AE, Keating EM, Faris PM, Meding JB, Berend ME, Pierson JL, Davis KE (2005) The effect of femoral notching during total knee arthroplasty on the prevalence of postoperative femoral fractures and on clinical outcome. *J Bone Joint Surg Am* 87-A (11): 2411–2414.
- 34) Rorabeck CH, Taylor JW (1999) Classification of periprosthetic fractures complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 30(2):209-214.
- 35) Schoderbek RJ Jr, Brown TE, Mulhall KJ, Mounasamy V, Iorio R, Krackow KA, Macaulay W, Saleh KJ (2006) Extensor mechanism disruption after total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 446:176-185.
- 36) Shawen S, Belmont P Jr, Klemme W, et al. (2003) Osteoporosis and anterior femoral notching in periprosthetic supracondylar femoral fractures: a biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 85-A: 115-121.
- 37) Sheth NP, Pedowitz DI, Lonner JH (2007) Periprosthetic patellar fractures. *J Bone Joint Surg Am* 89(10): 2285-2296.
- 38) Su ET, Kubiak EN, DeWal H, Hiebert R, Di Cesare PE (2006) A proposed classification of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasties. *J Arthroplasty* 21(3):405-408.
- 39) Tavares N (2009) Estudo da importância do “Notching” no risco de fractura do fémur na artroplastia do joelho. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- 40) Tharani R, Nakasone C, Vince KG (2005) Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 20 (4 suppl.2):27-32.

- 41) Tria AJ Jr, Harwood DA, Alicea JA, Cody RP (1994) Patellar fractures in posterior stabilized knee arthroplasties. Clin Orthop Relat Res 299:131-138.

- 42) Zalzal P, Backstein D, Gross AE, Papini M (2006) Notching of the anterior femoral cortex during total knee arthroplasty: Characteristics that increase local stresses. J Arthroplasty 21(5):737-743.