



Artigo Original

Tratamento de fraturas deslocadas do colo femoral em pacientes jovens com DHS e associação com a osteonecrose[☆]



Carlos Roberto Schwartzmann^{a,b,*}, Henrique Marquardt Lammerhirt^b,
Leandro de Freitas Spinelli^b e Ary da Silva Ungaretti Neto^b

^a Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Universidade Federal de Ciências da Saúde, Porto Alegre, RS, Brasil

^b Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 17 outubro 2016

Aceito em 17 janeiro 2017

On-line em 7 December 2017

Palavras-chave:

Fraturas do colo femoral/patologia

Fraturas do colo femoral/cirurgia

Parafusos ósseos

Adulto jovem

R E S U M O

Objetivo: Avaliar o desempenho do *dynamic hip screw* (DHS) no tratamento de fraturas do colo femoral deslocadas em pacientes jovens, com foco na osteonecrose.

Métodos: Uma série de 53 pacientes com menos de 55 anos foi avaliada retrospectivamente. Todos os pacientes apresentaram fraturas do colo femoral deslocadas (Garden III ou IV) e foram tratados com DHS. O sistema de estadiamento de Ficat foi usado para avaliar a necrose avascular.

Resultados: Foram incluídos 38 (71,7%) pacientes do sexo masculino e 15 (28,3%) do feminino, com média no momento da fratura de 41,9 anos ($\pm 12,8$). Segundo a classificação de Garden, 21 (39,6%) fraturas foram classificadas como tipo III e 32 (60,4%) foram consideradas totalmente deslocadas, Garden IV. A consolidação da fratura foi obtida em 39 pacientes (73,6%). Foram observados 13 casos de necrose avascular (24,6%).

Conclusões: A incidência de necrose avascular em pacientes jovens com fraturas deslocadas do colo do fêmur tratados com DHS foi de 24,6%. Não houve associação estatisticamente significativa entre os intervalos até a cirurgia, o deslocamento da fratura e a presença de parafuso antirrotacional com a osteonecrose. Nível de evidência IV.

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

[☆] Trabalho desenvolvido na Irmandade Santa Casa de Misericórdia, Porto Alegre, RS, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: schwartzmann@gmail.com (C.R. Schwartzmann).

<https://doi.org/10.1016/j.rbo.2017.01.007>

0102-3616/© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Treatment of displaced femoral neck fractures in young patients with DHS and its association to osteonecrosis

A B S T R A C T

Keywords:

Femoral neck fractures/pathology
Femoral neck fractures/surgery
Bone screws
Young adult

Objective: The purpose of this study is to evaluate the performance of dynamic hip screw for the treatment of dislocated femoral neck fractures in young patients, focusing on osteonecrosis.

Methods: A series of 53 patients with less than 55 years of age were retrospectively evaluated. All patients had dislocated femoral neck fractures (Garden III or IV) and were treated with DHS. Ficat's staging system was used to evaluate avascular necrosis.

Results: There were 38 (71.7%) males and 15 (28.3%) females, with an overall mean age at the onset of fracture of 41.9 years (± 12.8). According to Garden's classification, 21 (39.6%) fractures were classified as type III and 32 (60.4%) were considered totally dislocated, Garden IV. Fracture healing was achieved in 39 patients (73.6%). Thirteen cases of avascular necrosis were observed (24.6%).

Conclusions: The incidence of avascular necrosis in young patients with a displaced femoral neck fractures treated with DHS was 24.6%. No statistically significant association was found between times elapsed to surgery, fracture displacement, and presence of derotation screw with osteonecrosis. Level of evidence IV.

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

Introdução

A grande maioria das fraturas do colo do fêmur ocorre em pacientes idosos após quedas simples.¹⁻⁶ Atualmente, existem evidências suficientes para justificar o uso rotineiro da cirurgia de artroplastia de quadril nesses pacientes.⁷⁻¹¹ No entanto, devido à alta demanda funcional em pacientes jovens, a cirurgia de preservação é necessária, visa a manter a anatomia natural do quadril, sua fisiologia e biomecânica.

A redução anatômica e a fixação interna estável são essenciais para atingir os objetivos do tratamento em adultos jovens com boa qualidade óssea. Atualmente, há um debate sobre qual seria o melhor método de fixação para promover a união e prevenir a osteonecrose da cabeça femoral. Muitos autores defendem o uso de dois ou três parafusos canulados, enquanto outros afirmam que é possível obter uma fixação mais estável com o parafuso dinâmico do quadril (DHS), com uso ou não do parafuso antirrotacional.¹²⁻¹⁷

O objetivo deste estudo é avaliar o desempenho do DHS no tratamento de fraturas deslocadas do colo femoral em pacientes jovens (menos de 55 anos), com foco na pior complicação: osteonecrose.

Métodos

No presente estudo, 53 pacientes foram selecionados retrospectivamente com base nos registros hospitalares. Os critérios de inclusão foram: idade abaixo de 55 anos e fratura do colo femoral deslocada (Garden III ou IV) no momento da admissão ao hospital.¹⁸ Os critérios de exclusão foram: pacientes abaixo de 18 anos ou acima de 55 anos, com fraturas do colo femoral Garden I ou II, intervalo maior do que uma semana desde a fratura, fratura cominutiva, fratura associada da cabeça femoral

ou do acetábulo, doenças reumatóides, artrite e doenças metabólicas.

As condições clínicas dos pacientes foram avaliadas com o escore ASA.¹⁹ Todas as cirurgias foram feitas em uma mesa ortopédica padrão e com avaliação fluoroscópica. As fraturas foram corrigidas com DHS de 135 graus, objetivou-se uma redução anatômica. A redução foi avaliada tanto na visão anteroposterior como na lateral.

Necrose avascular da cabeça femoral foi diagnosticada por meio de avaliação clínica e alterações radiográficas, tais como aparência moteada clássica, aumento da radiodensidade, colapso segmentar e alterações degenerativas. O sistema de estadiamento de Ficat foi usado para avaliar a necrose avascular.²⁰ A distância ponta-ápice (TAD) foi medida conforme descrito por Baumgartner et al.²¹

Pacientes

O estudo incluiu 38 (71,7%) homens e 15 (28,3%) mulheres com média no momento da fratura de 41,9 anos ($\pm 12,8$). O paciente mais novo tinha 18 anos e o mais velho, 55. O acompanhamento médio foi de 2,6 anos. O tempo mínimo de acompanhamento foi de 23 meses.

Vinte e oito pacientes (54,3%) apresentaram fraturas no quadril direito e 25 (45,7%) no esquerdo. De acordo com a classificação de Garden, 21 fraturas (39,6%) foram classificadas como tipo III e 32 (60,4%) foram consideradas como totalmente deslocadas (Garden IV; [tabela 1](#)).

Treze (24,5%) pacientes apresentaram lesões associadas: três apresentaram ruptura do ligamento do joelho; três, fraturas de antebraço; dois, fraturas de tornozelo; três, fraturas de costela; um apresentou fratura do úmero proximal e um, fratura diafisária da tíbia. Ao considerar as condições clínicas,

Tabela 1 – Dados demográficos.

Idade (anos ± DP)	41,9 ± 12,8 (18-55)
Sexo	
Feminino	15 (28,3%)
Masculino	38 (71,7%)
Lado	
Direito	28 (54,3%)
Esquerdo	25 (45,7%)
Garden	
III	21 (39,6%)
IV	32 (60,4%)
TAD	9,62 ± 3,70
Parafusos antirrotacionais	
Sim	11 (20,8%)
Não	42 (79,2%)
Tempo	
<72 h	30 (56,6%)
>72 h	23 (43,4%)

Tabela 2 – Associação entre consolidação, AVN e não união.

	Consolidação	AVN	Não união	Total	p
Tempo até a cirurgia					
< 72 h	22 56,4%	7 53,8%	1 100,00%		
> 72 h	17 43,6%	6 46,2%	0 0,00%		
Total	39	13	1	53	0,87
Sexo					
Feminino	10 25,6%	5 38,5%	0 0,00%		
Masculino	29 74,4%	8 61,5%	1 100,00%		
Total	39	13	1	53	0,37
Garden					
III	18 46,2%	3 23,1%	0 0,00%		
IV	21 53,8%	10 76,9%	1 100,00%		
Total	39	13	1	53	0,34
Parafusos antirrotacionais					
Sim	7 17,9%	4 30,8%	0 0,00%		
Não	32 82,1%	9 69,2%	1 100,00%		
Total		13	1	53	0,87

51 pacientes (96,3%) foram classificados como ASA I (saúde normal) e dois (3,7%), ASA II (doença sistêmica leve).

Trinta pacientes (56,6%) foram operados nas primeiras 72 h após a fratura. Vinte e três (43,4%) foram operados 72 h após a admissão. Em média, a alta hospitalar ocorreu após cinco dias ($\pm 2,3$).

O comprimento do parafuso do colo femoral foi de 90 mm em 32 casos, 85 mm em 14 e 100 mm em sete. A TAD média foi de 9,62 ($\pm 3,70$). Não foi observado caso de cut out. A placa DHS foi fixada com dois parafusos em seis casos, com três em 40 e com quatro em sete. Onze fraturas foram fixadas com parafusos antirrotacionais, colocados superiormente.

Observou-se união da fratura em 39 pacientes (73,6%). Devido à não união, uma osteotomia intertrocanterica em valgo foi feita em um caso (1,8%) com o objetivo de obter a união. Em 12 pacientes, a artroplastia total do quadril foi a solução adotada.

Foram observados 13 casos de necrose avascular (24,6%; tabela 2). Em um caso (Ficat III), foi feita descompressão com o

uso de enxerto ósseo, com bom resultado. Ao correlacionar a necrose com o tempo decorrido até a cirurgia, sete casos foram observados em pacientes operados em até 72 h (7/23; 30,4%) e em seis casos (6/30; 20,0%) operados após esse período.

Ao considerar a associação entre a classificação de Garden e necrose, essa foi observada em três pacientes com Garden III (3/21; 14,2%). Observou-se necrose em 10 pacientes com fraturas completamente desviadas tipo Garden IV (10/32; 31,2%). Observou-se osteonecrose em quatro pacientes, nos quais foram usados parafusos antirrotacionais (4/11; 36,3%), e em nove esse parafuso não foi usado (9/42; 21,4%).

Discussão

As fraturas agudas do colo do fêmur têm sido descritas como “fraturas não resolvidas” e continuam a ser uma questão desafiadora. A grande maioria ocorre em pacientes idosos após queda simples.

Em um primeiro momento, é necessário distinguir duas categorias de pacientes completamente diferentes. O mais comum é o idoso, com suas características peculiares: demandas funcionais menores, má qualidade óssea, trauma de baixa energia, fratura isolada, comorbidades múltiplas e artroplastia. Do outro lado do espectro está o paciente jovem, com reservas fisiológicas elevadas, boa qualidade óssea, trauma de alta energia, lesões traumáticas associadas e ausência de comorbidades. Nesses casos, o objetivo do tratamento é a preservação da articulação.

Atualmente, existem evidências suficientes para justificar o uso rotineiro da cirurgia de artroplastia do quadril em pacientes idosos com baixa demanda funcional. Vários estudos randomizados demonstraram uma melhor função do quadril em longo prazo e menores taxas de reoperação quando comparada à fixação interna.^{7-11,22-29}

Em pacientes não idosos, com boa qualidade óssea, o tratamento objetiva a preservação da anatomia e biomecânica natural do quadril. A redução anatômica e a fixação interna estável são essenciais para evitar a não consolidação e a osteonecrose. O primeiro passo no manejo dessa fratura é estabelecer a idade fisiológica do paciente: a idade cronológica é menos importante. Diversas variáveis têm sido usadas para estabelecer a idade fisiológica do paciente: condição médica, estado cognitivo, presença de comorbidades, nível de atividade anterior à lesão e qualidade do estoque ósseo. No presente estudo, pacientes abaixo de 55 anos foram considerados “jovens”.

Do total, 51 pacientes (96,3%) apresentavam saúde normal (ASA 1) e 13 (24,5%) lesões associadas. Os objetivos do manejo cirúrgico da fratura desviada do colo femoral em pacientes jovens são: (1) obter uma redução anatômica para preservar o fornecimento de sangue e prevenir a osteonecrose, (2) obter uma fixação estável para alcançar a união óssea e (3) retornar ao nível funcional anterior à lesão.

Para a fixação interna, a maioria dos cirurgiões ortopédicos adota o DHS ou vários parafusos canulados (MCS). Tronzo³⁰ identificou mais de 100 implantes diferentes para correção dessa fratura, mas atualmente os ortopedistas devem decidir entre uma dessas técnicas consagradas. A osteossíntese com fixação com MCS é uma técnica menos invasiva e reduz

a perda de sangue e remoção de partes moles.^{12,13} Entretanto, com o uso de DHS, o sistema de placa de parafuso atinge uma condição mais estável. Deneka et al.³¹ e Baitner et al.³² publicaram uma comparação biomecânica das técnicas de fixação interna no tratamento de fraturas basocervicais do colo femoral instáveis. Os resultados foram favoráveis ao uso do DHS. Dentre suas desvantagens, podem ser citadas a ampla incidência, maior dissecação de partes moles, maior necessidade de transfusão de sangue e maior permanência hospitalar.^{12,13}

Bonnaire et al.¹⁵ também defenderam o uso de DHS em vez de MCS em fraturas de colo com ângulo de cisalhamento elevado. Siavashi et al.,³³ Razik et al.³⁴ e Gardner et al.³⁵ também concordam que o DHS é uma opção melhor em comparação com os parafusos canulados. A adição de um parafuso antirrotacional colocado na parte cranial do colo femoral, superior ao DHS, pode melhorar a estabilidade rotacional da construção.

Makki et al.¹⁶ não demonstraram benefício na taxa de união ou osteonecrose em fraturas tratadas com DHS isolado ou com DHS e parafuso antirrotacional. Além disso, Razik et al.,³⁴ em seu estudo com 92 pacientes jovens, observaram que o DHS suplementado com parafuso antirrotacional apresentava significativamente menos osteonecrose em fraturas Garden III e IV do que o MCS. No presente estudo, apenas 11 fraturas foram fixadas com parafuso antirrotacional. Quatro pacientes desenvolveram osteonecrose de quadril (4/11; 36,3%).

Em 42 fraturas nas quais o parafuso não foi usado, nove desenvolveram necrose (9/42; 21,4%). Essa diferença não foi estatisticamente significativa ($p = 0,87$). A necrose avascular da cabeça femoral continua a ser uma das maiores preocupações em pacientes jovens com fraturas no colo femoral. A incidência dessa complicação foi documentada e varia entre 12% e 86%.^{13,35-45} Na pior série publicada, Protzmann et al.³⁶ analisaram 22 fraturas em pacientes menores de 40 anos e relataram uma taxa de necrose de 86%. No presente estudo, 13 fraturas evoluíram para osteonecrose (13/53; 24,6%). Em 12 pacientes, a solução final foi a artroplastia total do quadril. Em um caso, no pós-colapso inicial, o tratamento usado foi a remoção do material de síntese, descompressão do núcleo e enxerto ósseo. Após 12 anos, o paciente estava em boas condições.

Outro tema controverso é o momento da cirurgia. Alguns autores defendem a cirurgia precoce e sugerem que a redução rápida pode produzir uma “desvinculação” dos vasos femorais proximais e levar à descompressão intracapsular, restaurar o fluxo sanguíneo para a cabeça femoral e minimizar o risco de necrose.⁴⁶⁻⁵² Outros estudos confirmam que a cirurgia precoce pode diminuir a taxa de osteonecrose da cabeça femoral.^{35,39,42} Por outro lado, vários estudos não observaram diferenças na taxa de osteonecrose em pacientes operados após 24 h ou mesmo após mais de uma semana.^{1,3,12,43,47,53,54}

Barnes et al.,¹ em seu artigo histórico, descreveram o seguimento de longo prazo de 1.503 fraturas. Esses autores não observaram diferença significativa em relação ao surgimento de necrose quando a operação foi feita até uma semana após a fratura. Na análise da necrose avascular nos 53 pacientes do presente estudo, não foi possível identificar diferenças estatisticamente significativas entre intervenção cirúrgica antes e após 72 h. Em 30 casos, a cirurgia ocorreu antes de três dias e a taxa de osteonecrose foi de 20,0% (6/30). Quando comparados com o grupo de fixação tardia, a taxa aumentou

para 30,4% (7/23). Ainda não existe um consenso em relação ao momento da cirurgia. A fixação precoce provavelmente diminui a osteonecrose. Razik et al.³⁴ analisaram retrospectivamente 92 fraturas e não encontraram diferença nas taxas de osteonecrose ao comparar o tratamento dentro de 6 h após lesão com o tratamento tardio 48 h após a lesão. Esses autores concluíram que a taxa de osteonecrose estava relacionada ao tipo de fixação. Os resultados conflitantes na literatura são indicativos da grande variância entre esses estudos.

Outro tópico de discussão é como o desvio inicial da fratura pode induzir a necrose. A classificação mais útil foi proposta por Garden.¹⁸ Basicamente, esse autor dividiu as fraturas entre sem desvio (Garden I e II) ou desviadas (Garden III e IV). No presente estudo, todas as 53 fraturas foram consideradas desviadas. Dentre os casos de fratura do colo femoral Garden III no presente estudo, observou-se uma taxa de necrose avascular de 14,2% (3/21). Considerando as fraturas completamente desviadas, essa taxa dobrou (31,2%; 10/32), mas a diferença não apresentou significância estatística ($p > 0,05$).

Conn e Parker⁵⁵ avaliaram 375 casos de fraturas sem desvio e observaram necrose em 4% (15/375) dos casos. Yih-Shiunn et al.⁵⁶ revisaram 84 casos de fraturas sem desvio e encontraram uma incidência de cerca de 10% (8/84). Já Haidukewych et al.¹³ observaram uma taxa de 14% (3/22). Essa complicação é mais frequente quando apenas fraturas desviadas são levadas em consideração. Em uma metanálise extensa, Lu-Yao et al.¹² observaram uma taxa de osteonecrose de 16%; por sua vez, Blomfeldt et al.⁹ registraram uma taxa de 19% após 48 meses. Majernicek et al.⁵⁷ observaram uma taxa de 13,4% (9/64) após um seguimento mínimo de cinco anos. Haidukewych et al.¹³ registraram uma taxa de 27% (14/51) e Nikopoulos et al.,⁵⁸ de 39,4% (15/38) após um seguimento médio de 4,7 anos. Kaplan et al.⁵⁹ descreveram uma taxa de 30,3% (10/33), enquanto Schwartzmann et al.⁴⁷ apresentaram uma taxa de 19% (16/83) com DHS. Razik et al.³⁴ descreveram uma taxa de 16,2% (11/92) de necrose avascular em fraturas desviadas; entretanto, no grupo de parafuso canulado, essa taxa foi de 29,4% vs. 4% no grupo DHS.

Conclusão

A incidência de necrose avascular em pacientes jovens, com menos de 55 anos, com uma fratura desviada do colo femoral tratada com DHS foi de 24,6%. Não foram observadas associações estatisticamente significativas entre osteonecrose e o tempo até a cirurgia, o deslocamento da fratura e a presença de parafusos antirrotacionais.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Barnes R, Brown JT, Garden RS, Nicoll EA. Subcapital fractures of the femur. A prospective review. *J Bone Joint Surg Br.* 1976;58(1):2-24.

2. Zetterberg C, Elmerson S, Andersson GB. Epidemiology of hip fractures in Göteborg, Sweden, 1940-1983. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;(191):43-52.
3. Bhandari M, Devereaux PJ, Tornetta P 3rd, Swiontkowski MF, Berry DJ, Haidukewych G, et al. Operative management of displaced femoral neck fractures in elderly patients. An international survey. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(9):2122-30.
4. Karantana A, Boulton C, Bouliotis G, Shu KS, Scammell BE, Moran CG. Epidemiology and outcome of fracture of the hip in women aged 65 years and under: a cohort study. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(5):658-64.
5. Robinson CM, Saran D, Annan IH. Intracapsular hip fractures. Results of management adopting a treatment protocol. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(302):83-91.
6. Karagas MR, Lu-Yao GL, Barrett JA, Beach ML, Baron JA. Heterogeneity of hip fracture: age, race, sex, and geographic patterns of femoral neck and trochanteric fractures among the US elderly. *Am J Epidemiol.* 1996;143(7):677-82.
7. Rogmark C, Carlsson A, Johnell O, Sernbo I. A prospective randomised trial of internal fixation versus arthroplasty for displaced fractures of the neck of the femur. Functional outcome for 450 patients at two years. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(2):183-8.
8. Tidermark J, Ponzer S, Svensson O, Söderqvist A, Törnkvist H. Internal fixation compared with total hip replacement for displaced femoral neck fractures in the elderly. A randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(3):380-8.
9. Blomfeldt R, Törnkvist H, Ponzer S, Söderqvist A, Tidermark J. Comparison of internal fixation with total hip replacement for displaced femoral neck fractures. Randomized, controlled trial performed at four years. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(8):1680-8.
10. Chammout GK, Mukka SS, Carlsson T, Neander GF, Stark AW, Skoldenberg OG. Total hip replacement versus open reduction and internal fixation of displaced femoral neck fractures: a randomized long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(21):1921-8.
11. Bhandari M, Devereaux PJ, Swiontkowski MF, Tornetta P 3rd, Obrebsky W, Koval KJ, et al. Internal fixation compared with arthroplasty for displaced fractures of the femoral neck. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A(9):1673-81.
12. Lu-Yao GL, Keller RB, Littenberg B, Wennberg JE. Outcomes after displaced fractures of the femoral neck. A meta-analysis of one hundred and six published reports. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76(1):15-25.
13. Haidukewych GJ, Rothwell WS, Jacofsky DJ, Torchia ME, Berry DJ. Operative treatment of femoral neck fractures in patients between the ages of fifteen and fifty years. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(8):1711-6.
14. Swiontkowski MF, Harrington RM, Keller TS, Van Patten PK. Torsion and bending analysis of internal fixation techniques for femoral neck fractures: the role of implant design and bone density. *J Orthop Res.* 1987;5(3):433-44.
15. Bonnaire FA, Weber AT. Analysis of fracture gap changes, dynamic and static stability of different osteosynthetic procedures in the femoral neck. *Injury.* 2002;33 Suppl. 3:C24-32.
16. Makki D, Mohamed AM, Gadiyar R, Patterson M. Addition of an anti-rotation screw to the dynamic hip screw for femoral neck fractures. *Orthopedics.* 2013;36(7):e865-8.
17. Aminian A, Gao F, Fedoriw WW, Zhang LQ, Kalainov DM, Merk BR. Vertically oriented femoral neck fractures: mechanical analysis of four fixation techniques. *J Orthop Trauma.* 2007;21(8):544-8.
18. Garden RS. Stability and union in subcapital fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Br.* 1964;46:630-47.
19. American Society of anesthesiologists. New classification of physical status. *Anesthesiology.* 1963;24:11.
20. Ficat RP. Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67(1):3-9.
21. Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM, Keggi JM. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(7):1058-64.
22. Rödén M, Schön M, Fredin H. Treatment of displaced femoral neck fractures: a randomized minimum 5-year follow-up study of screws and bipolar hemiprostheses in 100 patients. *Acta Orthop Scand.* 2003;74(1):42-4.
23. Sikorski JM, Barrington R. Internal fixation versus hemiarthroplasty for the displaced subcapital fracture of the femur. A prospective randomised study. *J Bone Joint Surg Br.* 1981;63(3):357-61.
24. Söreide O, Mølster A, Raugstad TS, Olerud S. Internal fixation of fractures of the neck of the femur using von Bahr screws and allowing immediated weight bearing: a prospective clinical study. *Injury.* 1979;10(3):239-44.
25. Parker MJ. Internal fixation or arthroplasty for displaced subcapital fractures in the elderly? *Injury.* 1992;23(8):521-4.
26. Davison JN, Calder SJ, Anderson GH, Ward G, Jagger C, Harper WM, et al. Treatment for displaced intracapsular fracture of the proximal femur. A prospective, randomised trial in patients aged 65 to 79 years. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(2):206-12.
27. Keating JF, Grant A, Masson M, Scott NW, Forbes JF. Randomized comparison of reduction and fixation, bipolar hemiarthroplasty, and total hip arthroplasty. Treatment of displaced intracapsular hip fractures in healthy older patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(2):249-60.
28. Lowe JA, Crist BD, Bhandari M, Ferguson TA. Optimal treatment of femoral neck fractures according to patient's physiologic age: an evidence-based review. *Orthop Clin North Am.* 2010;41(2):157-66.
29. Miyamoto RG, Kaplan KM, Levine BR, Egol KA, Zuckerman JD. Surgical management of hip fractures: an evidence-based review of the literature. I: femoral neck fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16(10):596-607.
30. Tronzo RG. Symposium on fractures of the hip. Special considerations in management. *Orthop Clin North Am.* 1974;5(3):571-83.
31. Deneka DA, Simonian PT, Stankewich CJ, Eckert D, Chapman JR, Tencer AF. Biomechanical comparison of internal fixation techniques for the treatment of unstable basicervical femoral neck fractures. *J Orthop Trauma.* 1997;11(5):337-43.
32. Baitner AC, Maurer SG, Hickey DG, Jazrawi LM, Kummer FJ, Jamal J, et al. Vertical shear fractures of the femoral neck. A biomechanical study. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;(367):300-5.
33. Siavashi B, Aalirezaii M, Moosavi M, Golbakhsh MR, Savadkoobi D, Zehtab MJ. A comparative study between multiple cannulated screws and dynamic hip screw for fixation of femoral neck fracture in adults. *Int Orthop.* 2015;39(10):2069-71.
34. Razik F, Alexopoulos AS, El-Osta B, Connolly MJ, Brown A, Hassan S, et al. Time to internal fixation of femoral neck fractures in patients under sixty years - does this matter in the development of osteonecrosis of femoral head? *Int Orthop.* 2012;36(10):2127-32.
35. Gardner S, Weaver MJ, Jerabek S, Rodriguez E, Vrahas M, Harris M. Predictors of early failure in young patients with displaced femoral neck fractures. *J Orthop.* 2014;12(2):75-80.
36. Protzman RR, Burkhalter WE. Femoral-neck fractures in young adults. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58(5):689-95.
37. Dedrick DK, Mackenzie JR, Burney RE. Complications of femoral neck fracture in young adults. *J Trauma.* 1986;26(10):932-7.
38. Zetterberg CH, Irstam L, Andersson GB. Femoral neck fractures in young adults. *Acta Orthop Scand.* 1982;53(3):427-35.

39. Swiontkowski MF, Winkquist RA, Hansen ST Jr. Fractures of the femoral neck in patients between the ages of twelve and forty-nine years. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(6):837-46.
40. Gautam VK, Anand S, Dhaon BK. Management of displaced femoral neck fractures in young adults (a group at risk). *Injury.* 1998;29(3):215-8.
41. Davidovitch RI, Jordan CJ, Egol KA, Vrahas MS. Challenges in the treatment of femoral neck fractures in the nonelderly adult. *J Trauma.* 2010;68(1):236-42.
42. Jain R, Koo M, Kreder HJ, Schemitsch EH, Davey JR, Mahomed NN. Comparison of early and delayed fixation of subcapital hip fractures in patients sixty years of age or less. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(9):1605-12.
43. Upadhyay A, Jain P, Mishra P, Maini L, Gautam VK, Dhaon BK. Delayed internal fixation of fractures of the neck of the femur in young adults. A prospective, randomised study comparing closed and open reduction. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86(7):1035-40.
44. Verettas DA, Galanis B, Kazakos K, Hatziyiannakis A, Kotsios E. Fractures of the proximal part of the femur in patients under 50 years of age. *Injury.* 2002;33(1):41-5.
45. Huang HK, Su YP, Chen CM, Chiu FY, Liu CL. Displaced femoral neck fractures in young adults treated with closed reduction and internal fixation. *Orthopedics.* 2010;33(12):873.
46. Askin SR, Bryan RS. Femoral neck fractures in young adults. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;(114):259-64.
47. Schwartzmann CR, Jacobus LS, Spinelli LF, Boschin LC, Gonçalves RZ, Yépez AK, et al. Dynamic hip screw for the treatment of femoral neck fractures: a prospective study with 96 patients. *ISRN Orthop.* 2014;2014:257871.
48. Strömqvist B, Nilsson LT, Egund N, Thorngren KG, Wingstrand H. Intracapsular pressures in undisplaced fractures of the femoral neck. *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70(2):192-4.
49. Harper WM, Barnes MR, Gregg PJ. Femoral head blood flow in femoral neck fractures. An analysis using intra-osseous pressure measurement. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(1):73-5.
50. Holmberg S, Dalen N. Intracapsular pressure and caput circulation in nondisplaced femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;219:124-6.
51. Manninger J, Kazar G, Fekete G, Nagy E, Zolczer L, Frenyo S. Avoidance of avascular necrosis of the femoral head, following fractures of the femoral neck, by early reduction and internal fixation. *Injury.* 1985;16(7):437-48.
52. Beck M, Siebenrock KA, Affolter B, Nötzli H, Parvizi J, Ganz R. Increased intraarticular pressure reduces blood flow to the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(424):149-52.
53. Butt MF, Dhar SA, Gani NU, Farooq M, Mir MR, Halwai MA, et al. Delayed fixation of displaced femoral neck fractures in younger adults. *Injury.* 2008;39(2):238-43.
54. Roshan A, Ram S. Early return to function in young adults with neglected femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;(447):152-7.
55. Conn KS, Parker MJ. Undisplaced intracapsular hip fractures: results of internal fixation in 375 patients. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(421):249-54.
56. Yih-Shiunn L, Chien-Rae H, Wen-Yun L. Surgical treatment of undisplaced femoral neck fractures in the elderly. *Int Orthop.* 2007;31(5):677-82.
57. Majerníček M, Dungl P, Kolman J, Malkus T, Vaculík J. Osteosynthesis of intracapsular femoral neck fractures by dynamic hip screw (DHS) fixation. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2009;76(4):319-25.
58. Nikolopoulos KE, Papadakis SA, Kateros KT, Themistocleous GS, Vlamis JA, Papagelopoulos PJ, et al. Long-term outcome of patients with avascular necrosis, after internal fixation of femoral neck fractures. *Injury.* 2003;34(7):525-8.
59. Kaplan T, Akesen B, Demirağ B, Bilgen S, Durak K. Comparative results of percutaneous cannulated screws, dynamic compression type plate and screw for the treatment of femoral neck fractures. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2012;18(1):65-70.