

Fratura Supracondiliana do Úmero na Criança

*Autoria: Sociedade Brasileira de
Ortopedia e Traumatologia*

Elaboração Final: 24 de outubro de 2007

Participantes: Kotzias Neto A, Belangero WD

O Projeto Diretrizes, iniciativa conjunta da Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina, tem por objetivo conciliar informações da área médica a fim de padronizar condutas que auxiliem o raciocínio e a tomada de decisão do médico. As informações contidas neste projeto devem ser submetidas à avaliação e à crítica do médico, responsável pela conduta a ser seguida, frente à realidade e ao estado clínico de cada paciente.

DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE EVIDÊNCIA:

Foram realizadas buscas na base de dados PubMed, utilizando as seguintes palavras-chaves: *Humeral Fractures/surgery**, *Fracture Fixation/instrumentation**, *Risk Assessment*. No tema “Emergência ou Urgência”, não foi encontrado estudo de melhor nível de evidência, sendo sete estudos do tipo série de casos. No tema “Redução aberta ou fechada?”, foram selecionados sete estudos, sendo apenas um controlado e randomizado.

GRAU DE RECOMENDAÇÃO E FORÇA DE EVIDÊNCIA:

- A:** Estudos experimentais ou observacionais de melhor consistência.
- B:** Estudos experimentais ou observacionais de menor consistência.
- C:** Relatos de casos (estudos não controlados).
- D:** Opinião desprovida de avaliação crítica, baseada em consensos, estudos fisiológicos ou modelos animais.

OBJETIVO:

Estabelecer critérios para o tratamento das fraturas supracondilianas do úmero na criança.

CONFLITO DE INTERESSE:

Nenhum conflito de interesse declarado.

INTRODUÇÃO

As fraturas supracondilianas do úmero correspondem a 17% das fraturas na infância, sendo as mais frequentes do membro superior nas crianças, perfazendo 60% das ocorrências, com pico de incidência entre os quatro e sete anos de idade¹(D). A conduta não-cirúrgica tem sido mostrada associada à alta frequência de complicações, incluindo falha de obtenção e manutenção da redução, lesão nervosa, comprometimento vascular e síndrome de compartimento.

O terço distal do úmero apresenta como particularidade anatômica uma área óssea delgada entre as fossas do olécrano e coronóide, cercada pelas colunas medial e lateral, que são mais espessas. A fratura ocorre quando a criança cai com o cotovelo em hiperextensão, impactando o olécrano contra a fossa olecraneana. Isso cria uma alavanca, cujo fulcro do movimento está localizado exatamente na região supracondiliana do úmero, determinando assim a fratura. Cabe lembrar que na faixa etária em que essa fratura é mais frequente há maior lassidão ligamentar, que permite a hiperextensão do cotovelo, facilitando assim a ocorrência da fratura. Nesse mecanismo de trauma (hiperextensão), que acomete 95% dos casos, o traço de fratura habitualmente é transverso e desloca-se no sentido pósterio-superior para ântero-inferior. O fragmento distal pode desviar, em 75% dos casos, para posterior ou para posterior em varo (pósterio-medial), ou em valgo (pósterio-lateral). Se a queda ocorrer com o cotovelo em semiflexão (menos de 5% dos casos), o fragmento desvia-se anteriormente, o traço de fratura é oblíquo, de ântero-superior para pósterio-inferior, o que torna mais difícil sua redução, bem como a manutenção estável dos fragmentos¹(D).

A sintomatologia apresentada pelo paciente é exuberante, com dor, limitação funcional, edema, equimose e, dependendo da energia do trauma, deformidade e lesão dos tecidos moles que envolvem o cotovelo. Lesões neurológicas e vasculares estão presentes em 10% a 15% dessas fraturas^{2,3}(C). Assim sendo, o exame minucioso da função motora e sensitiva deve ser realizado, buscando-se a lesão dos nervos mediano (nervo interósseo anterior), radial e, mais raramente, do ulnar. Do mesmo modo, deve-se avaliar a presença da perfusão periféri-

ca, do pulso da artéria braquial e radial e de sinais da síndrome de compartimento.

Radiografias simples são suficientes e de fundamental importância para o diagnóstico e planejamento do tratamento. A dor e a ansiedade apresentada pela criança e pelos familiares podem dificultar o exame radiológico. Para se obter a radiografia na incidência ântero-posterior, deve-se colocar sobre o chassi a extremidade distal do braço, não importando o grau de flexão do cotovelo. Do mesmo modo, deve ser feita a radiografia em perfil.

Apesar de ser mais descritiva e prática para a definição da conduta terapêutica, a classificação de La Grange não é a mais utilizada. Essa classificação divide as fraturas em quatro tipos, a saber: tipo I: sem desvio, tipo II: com desvio em um só plano, tipo III: com desvio em mais de um plano e com contato entre as corticais e tipo IV: com desvio em mais de um plano e sem contato entre as corticais⁴(D). A classificação mais usada é a de Gartland, descrita em 1959, e que divide as fraturas em três tipos: sem desvio é classificada como tipo I; com desvio e com a cortical posterior íntegra, como tipo II; com desvio e sem contato entre as corticais dos fragmentos ósseos recebe o tipo III na classificação⁵(D).

Complicações acontecem no manejo de qualquer fratura, mas no caso específico da fratura supracondiliana na criança, não somente pode haver alterações na morfologia da articulação, como também poderá ocorrer deformidade residual em varo, com repercussão na função articular. No entanto, padronização de acesso e técnicas cirúrgicas têm diminuído grandemente a incidência de maus resultados. Cúbito varo

resultante da falha do tratamento não é somente uma deformidade com efeitos cosméticos, mas pode ter outras conseqüências tardias, como risco de fratura do côndilo lateral, paralisia tardia do ulnar e instabilidade rotatória do cotovelo.

FRATURAS DO TIPO II E III DE GARTLAND

URGÊNCIA OU EMERGÊNCIA?

A idéia de se tratar as fraturas supracondilianas do úmero na criança tipo III de Gartland na urgência é baseada nas premissas de que esta medida não somente é útil para aliviar a dor, mas também para se evitar complicações de ordem vascular, conseqüentes ao edema local. O retardo do tratamento poderia favorecer o aumento do edema e assim dificultar a identificação dos acidentes anatómicos importantes para a redução e a fixação da fratura e predispor à instalação da síndrome de compartimento.

O acompanhamento prospectivo de uma coorte de 220 crianças com fraturas supracondilianas do úmero, que necessitaram de redução e fixação percutânea, sendo excluídos os casos de fratura exposta, e aqueles que tinham algum grau de comprometimento vascular inicial, objetivou correlacionar a influência do tempo de espera até a realização do procedimento cirúrgico, com a incidência de complicações agudas, ou peri-operatórias. Foram definidos dois tipos de tratamento: precoce e tardio. O grupo definido como precoce foi tratado em, no máximo, oito horas após o trauma (n=52), e, no tardio, o tempo era maior de oito horas após o trauma (n=146). Não houve diferença significativa entre os dois grupos com relação à necessidade de redução aberta, nem

quanto à incidência de complicações peri-operatórias, infecção ou lesão nervosa iatrogênica⁶(B).

Em estudo retrospectivo de 158 crianças, com idade média de cinco anos, com FDU tipo III, foi avaliado o efeito do tempo precedendo o tratamento cirúrgico quanto a possíveis repercussões sobre o tempo de intra-operatório, tempo de internação, necessidade de abordagem aberta e evolução desfavorável. O tempo médio que precedia ao procedimento foi de 21,3 horas, o tempo de intra-operatório de 53 minutos e o de internação variou de 1 a 5 dias, não havendo nenhuma diferença nestes parâmetros dependente do tempo de espera para o tratamento cirúrgico⁷(B).

Outro estudo retrospectivo não encontrou nenhum efeito do tempo de espera para o procedimento cirúrgico em 150 crianças com FDU, tendo como referência grupos com espera maior ou menor que 12 horas, quanto à necessidade de redução aberta, infecção dos fios, lesão iatrogênica de nervo, complicações vasculares ou incidência de síndrome de compartimento⁸(B).

O relato dos resultados do tratamento de 291 crianças, tendo a maioria delas sido tratada no dia da admissão (77%), embora os autores não tenham relacionado os dados com o tempo de espera para o procedimento, referem não existir consenso quanto a este aspecto⁹(C).

Resultados diferentes aos anteriormente relatados, quanto ao tempo de espera para o tratamento das FDU em crianças foram obtidos em estudo retrospectivo de 171 crianças, demonstrando que os casos tratados com mais de

8 horas, a partir da apresentação no serviço de emergência até o procedimento cirúrgico tiveram maior incidência de procedimento com necessidade de abertura do foco de fratura. Apresentaram tendência a maior tempo de procedimento cirúrgico, tendo os autores recomendado o tratamento precoce destas fraturas. Embora alguns autores tenham questionado este resultado pelo fato de não se ter exatamente o tempo de espera entre o acidente e o procedimento cirúrgico, este estudo coloca dúvidas sobre os dados anteriores¹⁰(B).

A redução da fratura em FDU em crianças não modifica agudamente os valores da pressão em compartimentos, o que poderia sugerir que o argumento da urgência do tratamento das FDU em função do risco da síndrome de compartimento não seria apoiado pelos resultados de outro estudo¹¹(C).

Até o momento, pode-se sugerir que fraturas do tipo III que não sejam expostas ou que não apresentem lesão neurovascular (não-complicadas), e que tenham tempo de fratura menor que oito horas, possam ser tratadas em caráter de não-emergência, podem ser manipuladas parcialmente e imobilizadas com o cotovelo em semiflexão (20° a 30°), com tala gessada, no pronto-socorro. No entanto, deve-se manter observação cuidadosa da perfusão tecidual e da dor, até que se realize o tratamento definitivo. Aguardam-se estudos prospectivos controlados e randomizados para melhorar o grau de recomendação sobre o assunto.

REDUÇÃO ABERTA OU FECHADA?

Há diferentes tipos de comparações de tratamento, como pode ser observado na Tabela 1.

Pode-se concluir que, com relação ao tipo da fixação, os estudos que não utilizaram material de síntese tiveram porcentagem elevada de maus resulta-

dos, não havendo lugar para o uso de aparelho gessado exclusivamente nas fraturas supracondilianas do úmero tipo II ou III de Gartland.

Tabela 1

Comparação de estudos quanto ao tipo de redução e de fixação em fraturas supracondilianas do úmero em crianças Classificação TNM da UICC, 2002

Autores/ano Cramer ¹² (B)	Comparação RF + fio	n N=15	Resultados 14/15 – excelentes ou bons;* Nenhuma lesão de nervos
	RA + fio	N=14	12/14 – idem
Yusof ¹³ (B)	Objetivo é a redução anatômica. Tentar 1º redução fechada; se não, redução aberta		
	RF + gesso RA + fio	N=13 N =15	Perda redução < tempo hospitalização, < número de complicações, melhor redução
Ababneh ¹⁴ (B)	RF + fio percut.	N total = 135	87% bons resultados; 8% ruins
	RF + fio percut. RF + gesso		60% bons resultados 74% bons resultados
Kaewpornswan ¹⁵ (A)	RA + fios	N=14	> escore de satisfação dos pais e observadores
	RF + fios	N=14	
Todos com cura, sem cúbito varo, sem infecção, sem diferença no ângulo de Bauman e nos critérios de Flynn			
Oh ¹⁶ (B)	RF + fios RA após RF	N=21 N= 14	18 excelentes, 12 bons * Ângulo Bauman - sem diferença
Khan ¹⁷ (B)	RF + fio cruzado RF + gesso		Resultados semelhantes Excelente ou bom – 85%
Kraus ¹⁸ (C)	Fios K		Excelente ou bom – 60%
	Haste IM elástica Fixação externa		30,7s Exposição a raios 80,0s 41,4s Usar o limite de tempo de exposição também como critério de mudar de redução fechada para aberta

Quanto à indicação de redução aberta ou fechada, as séries de caso não demonstraram diferenças significativas em relação aos critérios de Flynn, ao ângulo de Baumann (tendo como referência a medida contralateral), ou à lesão de nervos. Porém, no único estudo randomizado e controlado, foi observado que o escore de satisfação dos pais e dos observadores foi maior na redução fechada. Desta forma, pode-se indicar que a melhor conduta será iniciar o procedimento com redução fechada e, se não for obtida a redução anatômica, deve-se realizar a redução aberta. O tempo de exposição à radiação também deve ser levado em consideração para a indicação da redução aberta.

FIXAÇÃO CRUZADA OU LATERAL?

A questão sobre o posicionamento dos fios paralelos ou cruzados nas FDU em crianças é bastante discutida na literatura. Revisão sistemática sobre o tema incluiu dois estudos randomizados, oito estudos de coorte e 25 séries de casos, totalizando 2054 crianças. Foi demonstrado que, quando os fios são colocados de forma cruzada, a probabilidade de lesão ulnar é cinco vezes maior do que quando os fios são colocados de forma paralela. Se for considerada qualquer lesão de nervo, este valor passa a ser de 1,84. Por outro lado, foi observado que a fixação com fios cruzados apresenta maior estabilidade, com risco de perda de redução 0,58 vezes menor que a paralela. Considerando-se somente os estudos prospectivos, foi demonstrado que não houve diferenças significativas na incidência de lesão nervosa ou de evolução com deformidade ou desvio. Em conclusão, a fixação com fios cruzados corresponde à configuração mais estável, mas também a de maior risco de lesão de nervos¹⁹(A). Quando o ângulo entre o fio e o úmero, no plano sagital, é próximo a

12°, a possibilidade de lesão nervosa é significativamente menor do que quando este valor é próximo a 2°²⁰(C). Estudo biomecânico em 32 úmeros provenientes de cadáveres demonstrou que a montagem com fios cruzados apresenta maior estabilidade e menor perda de redução, quando comparada à haste elástica ou fixador externo com fios K ou pino de Schanz²¹(D).

Embora não tenha a relevância da lesão ulnar, a perda da redução também foi estudada em função do tipo de posicionamento dos fios. Estudo que avaliou as causas de perda de fixação após o tratamento das FSC da criança fez levantamento retrospectivo de 279 fraturas, das quais, oito tiveram perda da redução. Todas eram fraturas do tipo III de Gartland, e sete de oito tinham sido tratadas com dois fios laterais. Foi demonstrado que a perda de fixação era significativamente menor com o uso de três fios cruzados em relação a dois paralelos. No entanto, em todos os casos de perda de redução, pode ser constatada uma falha técnica: falha na redução de ambos os fragmentos com dois fios ou mais; falha na obtenção de fixação bicortical e/ou falta de divergência adequada entre os fios²²(C).

Conclui-se que os dados dos estudos de melhor qualidade não demonstraram diferenças quanto aos riscos dos dois tipos de fixação. No entanto, as séries de casos, que talvez reflitam melhor as dificuldades da prática clínica, demonstraram maior risco na fixação com fios cruzados. Deve-se levar em conta que os estudos prospectivos foram realizados com controle da técnica, poucos cirurgiões envolvidos, enfim com características nem sempre presentes na prática do dia-a-dia. Assim sendo, fios laterais colocados com técnica adequada podem ser utilizados nas fraturas Gartland II e III, sem risco de lesão do nervo ulnar.

HÁ INDICAÇÃO PARA A TRAÇÃO ESQUELÉTICA?

Na literatura, não existem trabalhos clínicos randomizados que comparem a tração esquelética com a fixação percutânea, há referências de séries de casos onde se demonstra a eficácia da tração esquelética para o tratamento dessa fratura. Resultados de 112 crianças com fraturas supracondilíneas fechadas do úmero, sem déficit vascular, tratadas por tração em média por 22 dias, no período de 1995 a 2000, sendo a idade média de seis anos e dois meses, mostrou que as fraturas por extensão, classificadas como tipo II e III de Gartland, foram as mais frequentes, em número de 107. Os resultados finais foram avaliados pela medida do arco de flexo-extensão, ângulo de carregamento e deformidade rotacional residual, além das medidas radiográficas convencionais. Houve 104 resultados excelentes ou bons. Todos os pacientes que não evoluíram bem tinham mais de 10 anos de idade²³(C).

O uso da tração esquelética aplicada no olecrano, por meio de um parafuso que permite a correção dos desvios progressivamente, em 193 crianças, com fraturas supracondilíneas desviadas, no período de 1980 a 2001, mostrou que ocorreu cúbito varo somente em quatro delas²⁴(C).

Do pequeno número de estudos disponíveis na literatura, pode-se concluir que a tração esquelética não é método de rotina, mas não deve ser excluída como opção terapêutica das fraturas supracondilíneas do úmero em crianças.

FISIOTERAPIA É NECESSÁRIA PARA A REABILITAÇÃO DO COTOVELO NESSAS CRIANÇAS?

A necessidade da fisioterapia e a sua indicação no tratamento e na reabilitação do cotovelo

da criança após a fratura supracondiliana do úmero não está suficientemente definida na literatura. Foram estudados dois grupos com 21 e 22 crianças, sem déficit neurovascular, para avaliar a eficiência da fisioterapia no ganho do arco de movimento do cotovelo. As crianças apresentavam fraturas classificadas como Felsenreich tipo II e III, que podem ser comparadas com a classificação de Gartland II e III. Essas crianças foram tratadas com redução aberta e fixação com dois fios de K, colocados no epicôndilo lateral. Após distribuição aleatória, o grupo que realizou fisioterapia fazia duas a três sessões por semana, onde se estimulava a movimentação ativa e passiva. As crianças foram avaliadas por um examinador que não sabia a qual grupo os pacientes pertenciam. Após 12 e 18 semanas, o grupo que realizava fisioterapia semanalmente apresentou melhor arco de movimento que o grupo que não realizava fisioterapia. No entanto, após um ano de seguimento, não houve mais diferença entre os dois grupos. Os autores concluíram que a fisioterapia é desnecessária para o tratamento de crianças com fraturas do úmero sem déficit muscular²⁵(A).

Embora a literatura seja escassa, o estudo acima mostra que as crianças com FSCU não necessitam de encaminhamento para tratamento fisioterápico, sendo suficiente a realização de exercícios domiciliares e de atividades infantis para ganho de amplitude do arco de movimento em curto espaço de tempo.

QUAIS AS POSSÍVEIS LESÕES NERVOSAS ASSOCIADAS?

O percentual de 7% a 15% das fraturas apresenta lesão dos nervos mediano, radial ou ulnar, podendo acontecer a lesão no momento da fratura, durante a realização das manobras

de redução ou pela compressão devido à isquemia de Volkman^{2,3}(C). O predomínio maior é de lesão do nervo interósseo anterior, ramo do nervo mediano, principalmente no desvio pósterolateral. Nestes pacientes não acontece déficit da sensibilidade, mas há perda motora dos músculos flexores do polegar e indicador, com o restante das funções do nervo mediano conservadas. O nervo radial é acometido nas fraturas com desvio pósteromedial, sendo lesado pela espícula lateral do fragmento proximal do úmero. O nervo ulnar é afetado nas fraturas em flexão, estando sua lesão mais relacionada ao tratamento cirúrgico quando o nervo é transfixado pelo fio de Kirschner utilizado para a fixação da fratura. A grande maioria das lesões é do tipo neuropraxia, os casos de neurotmesa são restritos aos traumas de maior energia, como nas fraturas expostas.

QUAIS AS COMPLICAÇÕES MAIS FREQUENTES?

As fraturas reduzidas de maneira anatômica raramente apresentam déficit funcional ou limitação da mobilidade articular. O arco de movimento de extensão é o menos comprometido e quando acontece não ultrapassa os 4 graus, o que não interfere nas atividades diárias destes indivíduos²⁶(C). A perda de movimento de flexão se deve a inúmeras causas, como a persistência de desvio posterior, translocação posterior, rotação com protusão anterior da espícula medial e os casos de abordagem posterior transtricipital.

A deformidade angular, como o cúbito varo, ocorre em 39%, e tem como principal causa a falha na redução do desvio do fragmento distal no plano coronal. Outras causas menos frequentes podem ser a fratura impactada tipo galho verde da coluna medial, e o desvio lateral pela

abertura do foco de fratura, que leva o fragmento distal para a linha média. Considera-se que a deformidade seja triplanar, que determinaria maior deformidade pela perda das relações anatómicas das eminências dos ossos que formam a articulação do cotovelo²⁷(B). Todas estas decorrentes da correção incompleta do desvio da fratura no momento do tratamento. Uma outra causa seria o transtorno do crescimento da coluna medial ou sobrecrecimento do capítulo, ou fise da tróclea.

O cúbito valgo raramente acontece em 2% dos casos, e está relacionado às fraturas com desvio pósterolateral que se associam à rotação lateral do fragmento distal, fazendo com que as inserções distais dos músculos bíceps e tríceps tornem-se mais laterais, tracionando o fragmento distal no mesmo sentido. A deformidade estética é discreta, sendo que a preocupação maior do médico assistente deve ser o desenvolvimento tardio de paralisia do nervo ulnar.

A miosite ossificante é complicação de difícil prevenção, que se estabelece precocemente.

COMO SE EVITA A LESÃO DO NERVO ULNAR NA FIXAÇÃO CRUZADA?

A lesão do nervo ulnar ocorre em torno de 2% a 3% na fixação de forma “cruzada”, inserindo-se os fios de Kirchner nos epicôndilos lateral e medial²⁸(C). Na tentativa de minimizar a possibilidade de lesão do nervo ulnar quando da abordagem no lado medial, existem relatos na literatura sugerindo que, após a fixação do aspecto lateral, deve-se fazer uma leve extensão do cotovelo com o objetivo de “alargar” o canal ulnar e facilitar a translocação posterior do nervo²⁹(C). Outros autores utilizam-se de estimulador de nervo periférico para a melhor

localização do nervo ulnar²⁸(C). Nas crianças menores em relação à faixa etária habitualmente acometida, ou na presença de grandes edemas, o cirurgião, encontrando dificuldade em palpar o epicôndilo, deve optar pela realização de uma pequena incisão no bordo medial para identificar o nervo ulnar e afastá-lo adequadamente, antes da introdução do fio de Kirchner³⁰(D).

COMO IDENTIFICAR E QUE CONDUTA TOMAR NA FALTA DE PULSO OU PERFUSÃO?

O comprometimento vascular do membro traumatizado exige exame prolixo da região afetada, com a avaliação dos pulsos radial e ulnar, e o controle da perfusão das polpas digitais que devem fazer parte da rotina de avaliação destes pacientes. Importante salientar que a ausência de pulso não significa lesão do sistema vascular, bem como sua presença não a descarta, mas são elementos que devem ser identificados e valorizados para bem avaliar e acompanhar a evolução destes pacientes, sobretudo nas primeiras doze horas desde a ocorrência do trauma. A existência de fratura com deformidade pósterola-

teral importante deve levar o médico assistente a considerar a existência de lesão muscular grave e isquemia da musculatura adjacente ao foco de fratura, a presença de dor em repouso, dor provocada pela extensão passiva dos dedos e a incapacidade de contrair ativamente os músculos do antebraço devem alertar para a possibilidade de transtorno vascular da região.

A síndrome compartimental traduz-se pelos sinais clássicos de dor, palidez, cianose, ausência de pulso radial, parestesia e paralisia. O aumento da pressão intracompartimental é importante, mas quando apresentar valores baixos associados aos sinais clínicos não contra-indica a fasciotomia³¹(C). A perfusão é fator importante na avaliação do membro traumatizado. Caso não retorne em até 30 minutos, a arteriografia ou a ultra-sonografia dirigida por ecodoppler devem ser realizadas para melhor estudo do sistema vascular da região, e caso confirmada lesão, obliteração ou compressão dos vasos, a indicação da exploração cirúrgica por via anterior para a sua avaliação, liberação ou reconstituição se impõe.

REFERÊNCIAS

1. Wilkins KG. Fractures and dislocation of the elbow region. In: Rockwood and Wilkins. Fractures in children. 4th ed. Philadelphia:Lippicott Raven;2001. p.669-51.
2. Cramer KE, Green NE, Devito DP. Incidence of anterior interosseous nerve palsy in supracondylar humerus fractures in children. J Pediatr Orthop 1993;13:502-5.
3. Dormans JP, Squillante R, Sharf H. Acute neurovascular complications with supracondylar humerus fractures in children. J Hand Sug 1995;20:1-4.
4. LaGrange JRP. Fractures supracondyleennes. Rev Chir Orthop 1962;48:337-414.
5. Gartland JJ. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. Surg Gynecol Obstet 1959;109:145-54.
6. Mehlman CT, Strub WM, Roy DR, Wall EJ, Crawford AH. The effect of surgical timing on the perioperative complications of treatment of supracondylar humeral fractures in children. J Bone Joint Surg Am 2001;83A:323-7.
7. Leet AI, Frisancho J, Ebramzadeh E. Delayed treatment of type 3 supracondylar humerus fractures in children. J Pediatr Orthop 2002;22:203-7.
8. Gupta N, Kay RM, Leitch K, Femino JD, Tolo VT, Skaggs DL. Effect of surgical delay on perioperative complications and need for open reduction in supracondylar humerus fractures in children. J Pediatr Orthop 2004;24:245-8.
9. Mangwani J, Nadarajah R, Paterson JM. Supracondylar humeral fractures in children: ten years' experience in a teaching hospital. J Bone Joint Surg Br 2006;88:362-5.
10. Walmsley PJ, Kelly MB, Robb JE, Annan IH, Porter DE. Delay increases the need for open reduction of type-III supracondylar fractures of the humerus. J Bone Joint Surg Br 2006;88:528-30.
11. Battaglia TC, Armstrong DG, Schwend RM. Factors affecting forearm compartment pressures in children with supracondylar fractures of the humerus. J Pediatr Orthop 2002;22:431-9.
12. Cramer KE, Devito DP, Green NE. Comparison of closed reduction and percutaneous pinning versus open reduction and percutaneous pinning in displaced supracondylar fractures of the humerus in children. J Orthop Trauma 1992;6:407-12.
13. Yusof A, Razak M, Lim A. Displaced supracondylar fracture of humerus in children: comparative study of the result of closed and open reduction. Med J Malaysia 1998;53(Suppl A):52-8.
14. Ababneh M, Shannak A, Agabi S, Hadidi S. The treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. A comparison of three methods. Int Orthop 1998;22:263-5.

15. Kaewpornasawan K. Comparison between closed reduction with percutaneous pinning and open reduction with pinning in children with closed totally displaced supracondylar humeral fractures: a randomized controlled trial. *J Pediatr Orthop B* 2001;10:131-7.
16. Oh CW, Park BC, Kim PT, Park IH, Kyung HS, Ihn JC. Completely displaced supracondylar humerus fractures in children: results of open reduction versus closed reduction. *J Orthop Sci* 2003;8:137-41.
17. Khan MS, Sultan S, Ali MA, Khan A, Younis M. Comparison of percutaneous pinning with casting in supracondylar humeral fractures in children. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2005;17:33-6.
18. Kraus R, Joeris A, Castellani C, Weinberg A, Slongo T, Schnettler R. Intraoperative radiation exposure in displaced supracondylar humeral fractures: a comparison of surgical methods. *J Pediatr Orthop B* 2007;16:44-7.
19. Brauer CA, Lee BM, Bae DS, Waters PM, Kocher MS. A systematic review of medial and lateral entry pinning versus lateral entry pinning for supracondylar fractures of the humerus. *J Pediatr Orthop* 2007;27:181-6.
20. Özçelik A, Tekcan A, Omeroglu H. Correlation between iatrogenic ulnar nerve injury and angular insertion of the medial pin in supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop B* 2006;15:58-61.
21. Weinberg AM, Castellani C, Arzdorf M, Schneider E, Gasser B, Linke B. Osteosynthesis of supracondylar humerus fractures in children: a biomechanical comparison of four techniques. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2007;22:502-9.
22. Sankar WN, Hebela NM, Skaggs DL, Flynn JM. Loss of pin fixation in displaced supracondylar humeral fractures in children: causes and prevention. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:713-7.
23. Gadgil A, Hayhurst C, Maffulli N, Dwyer JS. Elevated, straight-arm traction for supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:82-7.
24. Matsuzaki K, Nakatani N, Harada M, Tamaki T. Treatment of supracondylar fracture of the humerus in children by skeletal traction in a brace. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86:232-8.
25. Keppler P, Salem K, Schwarting B, Kinzl L. The effectiveness of physiotherapy after operative treatment of supracondylar humeral fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2005;25:314-6.
26. Coventry MB, Henderson CC. Supracondylar fractures of the humerus: 49 cases in children. *Rocky Mt Med J* 1956;53:458-65.
27. Kumar K, Sharma VK, Sharma R, Maffulli N. Correction of cubitus varus by French or dome osteotomy: a comparative study. *J Trauma* 2000;49:717-21.

28. Wind WM, Schwend RM, Armstrong DG. Predicting ulnar nerve location in pinning of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 2002;22:444-7.
29. Royce RO, Dutkowsky JP, Kasser JR, Rand FR. Neurologic complications after K-wire fixation of supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1991;11:191-4.
30. Sobania LC. Fraturas da extremidade distal do úmero em crianças. In: Pardini & Souza, eds. *Clínica ortopédica*. 2002. p.79-93.
31. Mubarak SJ, Carroll NC. Volkmann's contracture in children: aetiology and prevention. *J Bone Joint Surg* 1979;61B: 285-93.

