



Artigo Original

Fixação lateral em quatro corticais através da fossa olecraniana em fraturas supracondilianas deslocadas do úmero – Uma análise prospectiva em 48 crianças



Saravanan Kasirajan^{a,*}, Rajesh Govindasamy^a,
Bhava Ramalingam Jawaharlal Sathish^b e Jimmy Joseph Meleppuram^a

^a Vinayaka Missions Medical College and Hospital, Department of Orthopaedics, Karaikal, Índia

^b BRJ Ortho Centre and Mak Hospital, Coimbatore, Índia

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 5 de janeiro de 2017

Aceito em 23 de fevereiro de 2017

On-line em 11 de abril de 2018

Palavras-chave:

Fraturas do úmero

Fixação de fraturas/interna

Processo olecraniano/lesões

Criança

R E S U M O

Objetivo: Analisar funcionalmente a fixação lateral através da fossa olecraniana em fraturas supracondilianas deslocadas do úmero (FSDU) em crianças.

Métodos: Estudo prospectivo de 48 crianças (30 do sexo masculino, 18 do feminino, idade média: 7,4 anos) com FSDU, tratados nesta instituição entre março de 2011 e setembro de 2014 com uma técnica modificada. Os casos foram selecionados com base em critérios de inclusão. O resultado funcional foi avaliado clinicamente pelos critérios de Flynn modificados, juntamente com a feitura da amplitude de movimento completa.

Resultados: Todas as 48 crianças foram avaliadas, com seguimento médio de 20 meses (intervalo: seis a 26). Todas as fraturas apresentaram boa união. De acordo com os critérios de Flynn modificados, os resultados foram excelentes em 40 crianças (83,3%), bons em seis (12,5%) e razoáveis em duas (4,2%). Não foram observados resultados ruins. As paralisias nervosas pré-operatórias observadas em quatro crianças se resolveram após dez semanas. Os pacientes alcançaram amplitude completa de movimento em uma média de 20 dias após a remoção dos fios de Kirschner e não foram observadas novas paralisias nervosas pós-operatórias.

Conclusão: A técnica modificada de fixação em quatro corticais através da fossa transolecraniana (FQC-FTO) foi promissora em todos os casos de FSDU instável, não apresentou complicações de perda de redução ou lesão do nervo ulnar iatrogênico. A técnica é simples, segura e reprodutível, com bons resultados clínicos nesse tipo de fratura.

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

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2017.03.014>.

* Autor para correspondência.

E-mail: ksorthopaediccentre@gmail.com (S. Kasirajan).

<https://doi.org/10.1016/j.rbo.2017.02.009>

0102-3616/© 2017 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Trans-olecranon fossa four-cortex purchase lateral pinning in displaced supracondylar fracture of the humerus – A prospective analysis in 48 children

A B S T R A C T

Keywords:

Humeral fractures
Fracture fixation/internal
Olecranon process/injuries
Child

Objective: The current study aims at a functional analysis of trans-olecranon lateral pinning for displaced supracondylar fracture of the humerus (SCFH) in children.

Methods: A prospective study of 48 children (30 males, 18 females; mean age: 7.4 years) with displaced SCFH was treated at this institution with modified technique from March 2011 to September 2014. Cases were selected on the basis of inclusion criteria. The functional outcome was assessed clinically by modified Flynn's criteria along with achievement of full range of motion.

Results: All 48 children with a mean follow up of 20 months (range: 6–26 months) were assessed. All fractures united well. With modified Flynn's criteria, results were excellent in 40 children (83.3%), good in six children (12.5%), and fair in two children (4.2%). There were no poor results. Preoperative nerve palsies seen in four children recovered at ten weeks. Full range of motion was achieved on an average of 20 days after K-wire removal and no new post-operative nerve palsies were noted.

Conclusion: The modified trans-olecranon fossa four-cortex purchase (TOF-FCP) technique was promising in all cases of unstable SCFH without the complications of loss of reduction or iatrogenic ulnar nerve injury. This technique is simple, safe, and reproducible, with good clinical results in this type of fracture.

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

Introdução

As fraturas supracondilíneas do úmero (FSU) representam 50% a 70% de todas as fraturas do cotovelo em crianças durante a primeira década de vida.¹ O manejo não operatório de FSUs instáveis, inclusive a tração cutânea de Dunlop, tração esquelética e uso de imobilização gessada, tem sido historicamente associado a uma maior incidência de falhas na obtenção e manutenção da redução da fratura, além de maiores taxas de complicações.

Atualmente, o tratamento preferido para FSU deslocadas (FSUD) pediátricas é redução fechada e fixação percutânea com pinos, que apresenta resultados excelentes, conforme relatado por vários autores.^{2–4} A fixação cruzada (fios K laterais e mediais) e a fixação lateral isolada ainda são objetos de um debate constante. A fixação medial acarreta o risco de lesão iatrogênica do nervo ulnar, enquanto a fixação lateral isolada (FLI) pode causar instabilidade.^{5–9}

A FLI pode resultar em fixação rotacionalmente instável, causar colapso em varo e deformidade em varo do cúbito, juntamente com cominuição medial adicional no local da fratura.⁹ Estudos biomecânicos mostraram que as chances de perda de redução rotacional nas construções laterais convencionais são altas quando comparadas com a fixação cruzada, indicando que essa tem maior estabilidade torsional.¹⁰

No presente estudo, a técnica FLI paralela padrão foi modificada para torná-la mais estável, alcançar uma fixação em quatro corticais através da fossa oleocraniana, de modo que essa técnica possa ser usada universalmente em todos os casos de FSUD pediátricos, inclusive em padrões de fratura instáveis.

Material e métodos

Após aprovação pelo Comitê de Ética Institucional, 48 crianças com FSUD foram prospectivamente incluídas no presente estudo de março de 2011 a setembro de 2014.

A classificação de Gartland foi usada para categorizar as fraturas. A modificação de Willkins foi aplicada aos casos classificados como Gartland tipo II, subclassificados em tipo A, quando o córtex posterior estava intacto e a linha umeral anterior passava pelo capítulo, e em tipo B, em que a linha umeral anterior passava anteriormente ao capítulo com o fragmento distal rotacionado. As fraturas de Gartland tipo III também foram classificadas como tipo A (deslocamento posteromedial) e tipo B (deslocamento posterolateral).

Critérios de inclusão

Todos os casos de FSUD fechados tipos IIB e III de Gartland, na faixa de três a 14 anos, dentro dos sete dias após a lesão, foram incluídos no estudo. Foram incluídas também crianças com lesões nervosas pré-operatórias e membros corados sem pulso.

Critérios de exclusão

Foram excluídos os pacientes com fraturas classificadas como Gartland tipos I e IIA, fraturas expostas e fraturas com síndrome compartimental ou com lesões vasculares que exigissem reparos.

Imediatamente após a chegada do paciente ao hospital, foi feito um exame clínico detalhado, inclusive uma avaliação neurovascular completa. Foram feitas radiografias nas incidências anteroposterior e lateral do cotovelo acometido, identificou-se o tipo de fratura. O procedimento cirúrgico foi feito após a obtenção do consentimento escrito dos pais ou responsáveis.

Técnica cirúrgica

Sob anestesia apropriada, foi feita a redução fechada das fraturas. O membro foi tracionado manualmente, com o cotovelo a 20° de flexão para corrigir o deslocamento medial-lateral (alinhamento coronal) e a rotação. A redução do fragmento distal foi feita com os dois polegares do cirurgião no cotovelo flexionado do paciente, para corrigir o deslocamento posterior (alinhamento sagital). A redução foi verificada sob intensificador de imagem. A redução foi considerada “aceitável” quando os seguintes critérios foram cumpridos: nenhum desnível nas colunas medial e lateral e orientação normal da fossa do olécrano na incidência anteroposterior (AP), restauração da lágrima e 40° inclinação anterior do capítulo na incidência lateral. Quando uma redução satisfatória foi alcançada, o antebraço foi imobilizado junto ao braço na máxima flexão e pronação possíveis, para garantir a redução alcançada.

O cotovelo foi então preparado e coberto. O primeiro fio K foi passado da ponta do epicôndilo lateral a um ângulo entre 45° a 55° para direcionar superior e medialmente na incidência AP do intensificador de imagem. Depois de avançar alguns milímetros a partir do córtex lateral, a posição do fio foi visualizada na incidência lateral, para confirmar sua posição no centro do úmero. O fio foi então avançado acima da fossa do olécrano até o córtex medial, de forma padrão.

O segundo fio K foi introduzido exatamente paralelo e 1 cm inferior ao primeiro fio, confirmou-se que esse fio passava pelo córtex lateral, por duas paredes da fossa do olécrano e pelo córtex medial no fragmento proximal (quatro córtices no total). Como o fio é passado por quatro córtices, essa técnica recebe o nome de fixação transfossa oleocraniana em quatro corticais (FTFO-QC). O fio K geralmente se origina no capítulo do cotovelo acometido. A [figura 1](#) representa essa técnica no modelo ósseo. Um terceiro fio foi aplicado sempre que necessário, com a mesma técnica, quer entre os dois fios previamente colocados, quer abaixo do segundo fio.

O intensificador de imagem (não o braço da criança) foi movido para as incidências AP e lateral ao longo do procedimento. Após a fixação adequada com mínimo de dois pinos (fixação de seis corticais) e máximo de três pinos (fixação de dez corticais), a imobilização foi removida. O cotovelo foi rotacionado e a estabilidade foi confirmada. Os fios K foram dobrados e cortados fora da pele, deixou-se 1 cm. Uma tala posterior bem acolchoada foi colocada com o cotovelo em 60° a 90° de flexão, conforme tolerado. No pós-operatório, imediatamente após a recuperação do efeito anestésico, o estado neurovascular do membro foi avaliado.

Antes da alta hospitalar, foram feitas radiografias do cotovelo operado, que foram avaliadas quanto à qualidade da redução com o uso dos ângulos de Baumann e umerocapitular. Os pacientes receberam alta no mesmo dia ou no dia seguinte e foram mantidos sob acompanhamento semanal para a

avaliação do trato do pino e cuidados com o gesso durante um mês. Novas radiografias foram feitas após quatro semanas em crianças menores de sete anos e cinco semanas em crianças maiores de sete anos, para avaliar a consolidação da fratura. Quando constatada a união radiológica, os fios foram removidos em um procedimento ambulatorial. As crianças foram estimuladas a fazer exercícios de mobilização graduais e foram aconselhadas a fazer fisioterapia até que a completa amplitude de movimento do cotovelo fosse recuperada.

Quando a extensão completa do cotovelo foi alcançada, mediu-se o ângulo de carga com um goniômetro. O ângulo de Baumann e o ângulo umerocapitular foram medidos com o uso das radiografias feitas naquele momento.

Resultados

Entre as 48 crianças incluídas no estudo, 30 eram meninos e 18 meninas. A idade variou entre três e 14 anos (média: 7,4). O lado direito foi acometido em 26 pacientes e o lado esquerdo em 22. De acordo com a classificação de Gartland, 12 pacientes apresentaram fratura tipo II B e 36 tipo III. O período médio de seguimento foi de 20 meses (intervalo: 6-26).

No período pré-operatório, quatro pacientes apresentaram sinais clínicos de lesão nervosa, dois com envolvimento do nervo mediano e dois do nervo radial. Nenhum caso de lesão do nervo ulnar pré-operatório foi observado. A ausência de pulso radial em membro corado foi observada em quatro pacientes. Três crianças apresentaram lesões associadas, duas com fratura ipsilateral da extremidade distal do rádio e uma com fratura associada do terço proximal da ulna.

O tempo entre lesão e cirurgia foi de 2 a 12 h em 37 casos (77%) e mais de 12 h em 11 casos (23%). O limite superior foi de sete dias. Foi possível obter redução fechada em quase todos os casos, exceto em dois pacientes (0,5%). No primeiro paciente, com uma fratura altamente deslocada do tipo III, observou-se o desaparecimento do pulso radial durante a redução. No segundo paciente, não foi possível fazer uma redução fechada satisfatória mesmo após múltiplas tentativas. Em ambos os casos, a redução aberta foi feita com o uso da abordagem posterior; a fixação foi feita com os mesmos dois pinos laterais paralelos com a técnica FTFO-QC. No primeiro paciente, a flexão do cotovelo inchado com redução imperfeita pode ter contribuído para o desaparecimento do pulso radial. Após a redução e fixação abertas, o pulso radial foi bem perceptível. No segundo paciente, a interposição do músculo braquial impediu a redução fechada.

Fios K de 1,5 mm foram usados em crianças com menos de quatro anos, de 1,8 mm em crianças entre quatro e 10 anos e uma combinação de fios de 2 mm e 1,8 mm foi usada em crianças com mais de 10 anos. Em 28 crianças usaram-se dois fios K; nas 20 restantes, foram usados três fios K. A duração média do procedimento foi de 18 min (intervalo 15-25 min). O início da redução fechada marcou o tempo de início do procedimento e o tempo final foi a conclusão da fixação. Entre os 48 pacientes, 38 receberam alta 24 h após a cirurgia. Dez pacientes com edema no membro foram mantidos sob observação por dois a três dias.

No acompanhamento, todas as fraturas apresentaram boa consolidação. Duas crianças desenvolveram infecção no

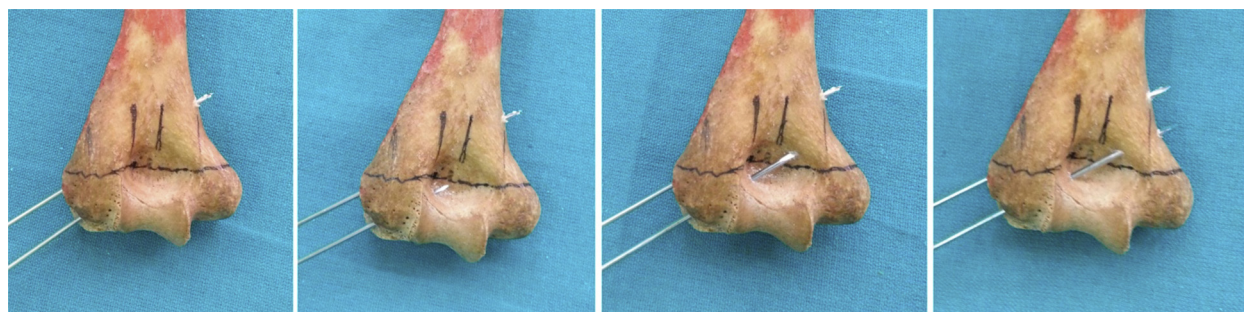


Figura 1 – Representação do modelo ósseo da técnica de fixação lateral transfossa olecraniana em quatro corticais.

Tabela 1 – Avaliação clínica – Critérios de Flynn

Resultados	Avaliação	Fator cosmético: perda de ângulo de carga	Fator funcional: perda de movimento
Satisfatório	Excelente	0-5	0-5
	Bom	6-10°	6-10°
	Razoável	11-15°	11-15°
Insatisfatório	Ruim	> 15°	> 15°

trajeto dos pinos, tratadas com cuidados locais e antibióticos orais. Não foram observados casos de migração ou quebra dos pinos. Os fios K foram removidos após quatro semanas em 20 casos e após cinco semanas em 28 casos. O tempo médio de recuperação da amplitude completa de movimento após a remoção de fios K foi de 20 dias (intervalo: 10-30 dias).

No acompanhamento de um mês, foram feitas novas radiografias; o ângulo de Baumann e o ângulo umerocapitular foram medidos e comparados com as medidas obtidas no período pós-operatório imediato. Também foi feita uma radiografia do cotovelo normal para comparação com o lado acometido. Uma variação de 5° no ângulo de Baumann entre membro lesionado e o contralateral foi observada em 40 crianças, com alterações quase aceitáveis em seis. Dois pacientes apresentaram alterações significativas no ângulo de Baumann, com deformidade em valgo no cúbito. Não se observou deformidade em varo no cúbito.

Na avaliação pelos critérios de Flynn (tabela 1) no seguimento final,¹¹ o resultado clínico foi considerado excelente em 40 crianças (fig. 2A-E), bom em seis crianças (fig. 3A-D) e razoável em duas crianças. Não foram observados resultados ruins. Independentemente do tipo de fratura de Gartland, a maioria dos pacientes apresentou resultados excelentes (tabelas 2 e 3).

Discussão

O principal objetivo no manejo da fratura supracondiliana deslocada é reduzir e imobilizar a fratura, com o objetivo de diminuir a morbidade. O tratamento dessas fraturas por redução fechada e fixação percutânea com pinos apresenta bons resultados de forma consistente. No entanto, persiste a controvérsia em relação à fixação cruzada, que envolve fixação medial e lateral e FLI.

Lee et al. e Zionts et al. relataram maior rigidez torsional com a fixação medial e lateral do que com FLI.^{12,13} No entanto, a fixação cruzada tem a desvantagem da paralisia iatrogênica do nervo ulnar causada pelo pino medial. A lesão do nervo ulnar causada pelo fio medial pode ser o resultado de lesão direta, contusão ou alongamento do nervo.^{6,14-16} Em uma metanálise que envolveu 1.615 fraturas supracondilianas, nas quais 837 crianças foram submetidas a fixação cruzada e 778 a FLI, o risco de lesão iatrogênica do nervo ulnar foi 4,3 vezes maior na fixação cruzada quando comparada com a FLI.¹⁷

Lee projetou um modelo de análise de decisão com a probabilidade de lesão iatrogênica do nervo ulnar na fixação medial e de consolidação viciosa causada por presumível FLI instável. Os resultados funcionais foram analisados com a avaliação de deficiência de McBride. Considerando-se que a lesão iatrogênica do nervo ulnar após fixação medial pode ser irreversível, enquanto a consolidação viciosa é corrigível, os autores recomendaram o uso de FLI em casos de SFUD.¹⁸

O objetivo final da fixação de SFUD é, portanto, obter uma fixação estável sem o risco de lesão iatrogênica do nervo ulnar. Isso pode ser conseguido com uma técnica FLI modificada. A técnica modificada usada no presente estudo consistiu em um mínimo de dois ou mais fios laterais que passavam pela fossa do olécrano e recebiam quatro fixações corticais. Essa configuração foi descrita pela primeira vez por Judet France em 1947.¹⁹

O estudo de 124 casos de fixação lateral por Skaggs et al. revolucionou o uso de FLI nessas fraturas. Em seu estudo, o pino de entrada lateral sozinho foi efetivo para até mesmo fraturas supracondilianas mais instáveis.^{2,4} Não foram observadas lesões iatrogênicas do nervo ulnar e nenhum caso de perda de redução. Eles enfatizaram os pontos técnicos para FLI da seguinte forma: (1) maximizar a separação dos pinos no local da fratura; (2) engajar as colunas medial e lateral proximais à fratura; (3) engajar osso suficiente tanto no fragmento distal como no proximal; (4) manter um limite baixo para o uso de um terceiro pino de entrada lateral se houver preocupação com a estabilidade da fratura. Isso pode ser conseguido com a divisão da fratura em três colunas na incidência anteroposterior e a confirmação da fixação da coluna medial e lateral.²⁰

Gottschalk et al. compararam dois pontos de partida na fixação lateral em casos de fratura distal do úmero em seu estudo biomecânico: no grupo 1, ambos os fios foram inseridos pelo epicôndilo lateral e no grupo 2 um fio foi inserido pelo epicôndilo lateral e o outro pelo capitúlo. Os resultados mostraram que o grupo 2 apresentou maior rigidez

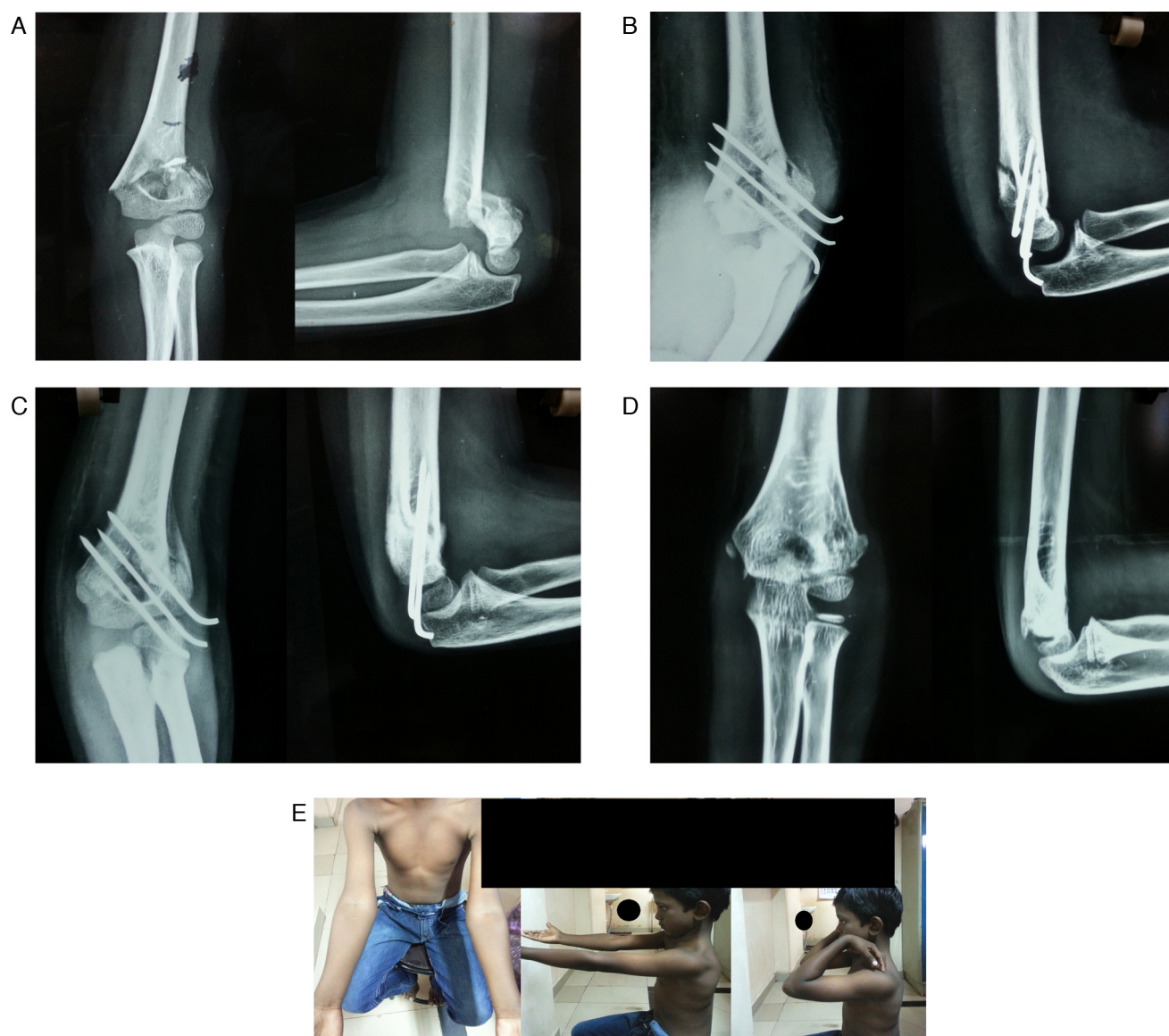


Figura 2 – (A) Radiografias pré-operatórias de fratura supracondiliana em paciente de seis anos com obliquidade lateral; (B) radiografia pós-operatória imediata com redução satisfatória; (C) radiografia de acompanhamento de quatro semanas mostra boa união óssea radiológica; (D) radiografia de acompanhamento de dez semanas mostra excelente união óssea radiológica após a remoção do pino; (E) imagem clínica mostra amplitude de movimento total com excelente classificação nos critérios de Flynn.

Tabela 2 – Resultados clínicos finais

Padrão de fratura de Gartland	Tratamento	Funcional			Cosmético			Global			Total
		E	B	R	E	B	R	E	B	R	
Tipo II (12)	Fixação percutânea	10	2		10	2		10	2		12
Tipo III (34)	Fixação percutânea	30	4		26	6	2	28	4	2	34
Tipo III (2)	RAFI	2			2			2			2
								40	6	2	48

B, bom; E, excelente; R, razoável; RAFI, redução aberta e fixação interna.



Figura 3 – (A) Radiografias pré-operatórias nas incidências anteroposterior e lateral de menino de oito anos; (B) radiografia pós-operatória imediata com boa redução; (C) radiografia de acompanhamento de quatro semanas mostra boa união óssea; (D) imagem clínica mostra excelente amplitude de movimento com boa classificação nos critérios de Flynn.

rotacional. Aqueles autores concluíram que pelo menos um fio deveria ter um ponto de partida capitular para melhorar a estabilidade.²¹

Balakumar et al. analisaram os fatores associados à perda de redução em casos de SFUD pediátrico tratado com fixação percutânea. Eles relataram perda de redução em 14 de 77 casos (18,2%). Observou-se perda de redução em dez das 29 crianças (34,5%) que foram submetidas a FLI e em quatro das 48 (8,3%) crianças que foram submetidas a fixação cruzada. Esses autores atribuíram a alta taxa de perda de redução no grupo FLI a erros técnicos, como a fixação insuficiente pelos pinos ou a difusão reduzida dos pinos.⁹

Anmol Sharma et al. usaram fixação transolecraniana em 30 crianças entre 90 pacientes submetidos a fixação percutânea de SFUD. Tais autores usaram uma técnica de fixação transolecraniana completamente diferente daquela adotada no presente estudo. O pino foi passado verticalmente de forma transarticular. Eles observaram rigidez do cotovelo em seis pacientes e deformidade em varo do cúbito em seis pacientes.²² Essas complicações não foram observadas no presente estudo.

Apesar das variações no ângulo de Baumann e no ângulo umerocapitular em comparação com o lado normal, no presente estudo não foram observadas alterações entre as

Tabela 3 – Desvio dos ângulos radiográficos do cotovelo após a cirurgia (em comparação com o pré-operatório)

Ângulo		Desvio aceitável	Desvios anormais	
Ângulo Baumann	Ângulo	$\pm 5^\circ$	-5 a -10	> -10°
	Número de casos	40	6	2
Ângulo ume- rocapitular	Ângulo	$\pm 5^\circ$	> -5°	
	Número de casos	36	12	

Ângulo de Baumann negativo indica deformidade em valgo. Ângulo umerocapitular negativo indica extensão. Ângulo de Baumann positivo indica deformidade em varo. Ângulo umerocapitular positivo indica flexão.

radiografias obtidas no pós-operatório imediato e no seguimento final. Isso sugere uma pequena perda de redução no momento da cirurgia, mas não houve perda de redução no pós-operatório. A FTFO-QC foi estável o suficiente para sustentar a fratura durante o período de cicatrização.

A técnica requer uma pequena curva de aprendizado. Se o ponto de partida não for central no epicôndilo lateral, o córtex único da fossa do olécrano pode não ser alcançado. Para evitar esse problema, é preciso certificar-se de que o ponto de partida esteja na posição central com o uso do intensificador de imagens em incidência lateral antes de prosseguir. O terceiro fio foi usado sempre que possível, particularmente em crianças mais velhas e em fraturas oblíquas laterais, que apresentavam espaço adequado para o terceiro fio.

No presente estudo clínico, 95% dos 48 casos apresentaram resultados excelentes e bons; esse achado é similar àqueles obtidos no estudo de Mazda et al., que incluíram 116 casos.³ Enquanto aqueles autores apresentaram 4% de resultados ruins, no presente estudo nenhum caso de resultado ruim foi observado. No entanto, a prevalência de redução aberta foi de 26% no estudo de Mazda et al., em comparação com a taxa de 0,5% observada no estudo atual, o que indica a superioridade do presente estudo. Foram observadas lesões associadas em três crianças (5%; duas fraturas do raio distal, uma fratura da ulna proximal); uma vasta revisão da literatura apresentou uma taxa de 1%.²³ No entanto, essas fraturas apresentaram consolidação óssea sem complicações e não alteraram os resultados funcionais finais do presente estudo.

Dentre as vantagens do presente estudo, é possível citar o bom tamanho amostral e o tempo de acompanhamento adequado. A principal limitação foi a ausência de comparação com outros tipos de fixação lateral ou cruzada. Grandes estudos clínicos controlados randomizados que comparem a fixação cruzada e a FTFO-QC lateral são necessários para comprovar a utilidade da técnica FLI modificada.

Conclusão

O uso de fios K laterais na técnica de fixação transfossa olecraniana em quatro corticais foi efetiva em FSUD pediátricas. Essa técnica pode ser empregada com sucesso, mesmo em

fraturas fragmentadas e instáveis, sem o medo de perda de redução e risco de lesão iatrogênica do nervo ulnar. É uma técnica segura, confiável e reproduzível que fornece excelentes resultados clínicos com melhor estabilidade.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Wilkins KE, Aroojis AJ. Incidence of fractures in children. In: Beaty JH, Kasser JR, editors. Rockwood and Wilkins' fractures in children. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005. p. 10-1.
2. Skaggs DL, Cluck MW, Mostofi A, Flynn JM, Kay RM. Lateral-entry pin fixation in the management of supracondylar fractures in children. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(4):702-7.
3. Mazda K, Boggione C, Fitoussi F, Penneçot GF. Systematic pinning of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children. A prospective study of 116 consecutive patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(6):888-93.
4. Skaggs DL, Hale JM, Bassett J, Kaminsky C, Kay RM, Tolo VT. Operative treatment of supracondylar fractures of the humerus in children. The consequences of pin placement. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83(5):735-40.
5. Belhan O, Karakurt L, Ozdemir H, Yilmaz E, Kaya M, Serin E, et al. Dynamics of the ulnar nerve after percutaneous pinning of supracondylar humeral fractures in children. *J Pediatr Orthop B.* 2009;18(1):29-33.
6. Brown IC, Zinar DM. Traumatic and iatrogenic neurological complications after supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 1995;15(4):440-3.
7. Lyons JP, Ashley E, Hoffer MM. Ulnar nerve palsies after percutaneous cross-pinning of supracondylar fractures in children's elbows. *J Pediatr Orthop.* 1998;18(1):43-5.
8. Nagda T, Dhamele J, Pishin C. controversial issues in closed reduction and percutaneous pinning of supracondylar fractures of humerus in children. *Int J Paediatr Orthop.* 2015;1(1):11-5.
9. Balakumar B, Madhuri V. A retrospective analysis of loss of reduction in operated supracondylar humerus fractures. *Indian J Orthop.* 2012;46(6):690-7.
10. Lee SS, Mahar AT, Miesen D, Newton PO. Displaced paediatric supracondylar humerus fractures: biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques. *J Paediatr Orthop.* 2002;22(4):440-3.
11. Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL. Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children: sixteen years' experience with long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56(2):263-72.
12. Lee SS, Mahar AT, Miesen D, Newton PO. Displaced pediatric supracondylar humerus fractures: biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques. *J Pediatr Orthop.* 2002;22(4):440-3.
13. Zions LE, McKellop HA, Hathaway R. Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76(2):253-6.
14. 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(2):191-4.
15. Topping RE, Blanco JS, Davis TJ. Clinical evaluation of crossed-pin versus lateral-pin fixation in displaced

- supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop*. 1995;15(4):435-9.
16. Ikram MA. Ulnar nerve palsy: a complication following percutaneous fixation of supracondylar fractures of the humerus in children. *Injury*. 1996;27(5):303-5.
 17. Woratanarat P, Angsanuntsukh C, Rattanasiri S, Attia J, Woratanarat T, Thakkinstian A. Meta-analysis of pinning in supracondylar fracture of the humerus in children. *J Orthop Trauma*. 2012;26(1):48-53.
 18. Lee KM, Chung CY, Gwon DK, Sung KH, Kim TW, Choi IH, et al. Medial and lateral crossed pinning versus lateral pinning for supracondylar fractures of the humerus in children: decision analysis. *J Pediatr Orthop*. 2012;32(2):131-8.
 19. Judet J. Traitement des fractures épiphysaires de l'enfant par broche trans-articulaire. *Mem Acad Chir*. 1947;73(27-28):562-6.
 20. Herring JA. Upper extremity injuries. In: Tachdjian's pediatric orthopaedics. 5th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2014. p. 1278.
 21. Gottschalk HP, Sagoo D, Glaser D, Doan J, Edmonds EW, Schlechter J. Biomechanical analysis of pin placement for pediatric supracondylar humerus fractures: does starting point, pin size, and number matter? *J Pediatr Orthop*. 2012;32(5):445-51.
 22. Sharma A, walia JP, Brar BS, Sethi S. Early results of displaced supracondylar fractures of humerus in children treated by closed reduction and percutaneous pinning. *Indian J Orthop*. 2015;49(5):529-35.
 23. Powell RS, Bowe JA. Ipsilateral supracondylar humerus fracture and Monteggia lesion: a case report. *J Orthop Trauma*. 2002;16(10):737-40.