



ORIGINAL

DEFORMIDADE EM SUPINAÇÃO NA PARALISIA OBSTÉTRICA DO PLEXO BRAQUIAL RESULTADOS DO PROCEDIMENTO DE ZANCOLI

Vânia Oliveira, Nuno Gomes, Luís Costa, Alexandre Pereira, Miguel Trigueiros, César Silva

Serviço de Ortopedia e Traumatologia. Centro Hospitalar do Porto. Hospital de Santo António. Porto. Portugal.

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Universidade do Porto. Portugal.

Vânia Oliveira

Luís Costa

Internos do Complementar de Ortopedia

Nuno Gomes

Alexandre Pereira

Miguel Trigueiros

César Silva

Assistentes Hospitalares Graduados de Ortopedia

Submetido em 16 julho 2014

Revisto em 30 setembro 2014

Aceite em 21 outubro 2014

Publicação eletrónica a

Tipo de Estudo: Terapêutico

Nível de Evidência: V

Declaração de conflito de interesses

Nada a declarar.

Correspondência

Vânia Oliveira

Centro Hospitalar do Porto

Hospital Santo António

Largo Prof. Abel Salazar

4099-001 Porto

Portugal

vaniacoliveira@gmail.com

RESUMO

Objetivo: a deformidade em supinação por paralisia obstétrica do plexo braquial (POPB) é atualmente rara e resulta de um desequilíbrio muscular entre pronadores e supinadores. A deformidade é progressiva e disfuncional e, quando a redução passiva é possível, o redirecionamento lateral do tendão distal do bíceps está indicado. Na deformidade fixa do antebraço a membrana interóssea deve ser libertada. Este estudo avalia os resultados do procedimento de Zancolli em doentes com POPB.

Doentes e métodos: seis doentes com POPB foram submetidos ao procedimento de Zancolli associado à libertação da membrana interóssea e imobilização pós-operatória por 4 semanas. A idade média foi de 4 anos, com 3.3 anos de seguimento.

Resultados: a pronação ativa melhorou em média 70° (50°-90°). Clinicamente, verifica-se melhoria funcional global do membro superior. A única recidiva foi erradamente indicada para o procedimento por insuficiência do bíceps. Comparativamente com estudos prévios com a mesma técnica, a idade de intervenção é baixa e o ganho de pronação ativa elevado. Relativamente a outras técnicas cirúrgicas, a recidiva é menor e não se registam complicações major. Os pais estão satisfeitos.

Conclusão: o procedimento de Zancolli pode prevenir deformidade óssea ou luxação da cabeça radial, por isso, em fase precoce esta técnica associa-se a melhores resultados funcionais do que procedimentos cirúrgicos em fase mais avançada. A limitação funcional e deformidade estética da contractura em supinação na POPB são importantes e a técnica de Zancolli apresenta bons resultados.

Palavras chave: *Paralisia obstétrica do plexo braquial, procedimento de Zancolli, redirecionamento do bíceps, supinação, pronação.*

ABSTRACT

Aim: a supination contracture due to obstetric brachial plexus palsy (OBPP) is rare nowadays and results from muscular imbalance between pronator and supinator muscles. It is a progressive and disabling deformity and when passive reduction is possible, lateral rerouting of the distal biceps is indicated. If there is a fixed loss of forearm rotation, the interosseous membrane should be released. This study evaluates the Zancolli technique outcome in patients with OBPP supination deformity.

Patients and methods: six patients underwent the Zancolli procedure in addition to a release of the interosseous membrane. Postoperative immobilization lasted 4 weeks. The mean age was 4 years old and the mean follow-up was 3.3 years.

Results: the mean active pronation improvement was 70 degrees (range 50°-90°). Clinically, there is overall functional improvement of the upper limb. The only recurrence was wrongly indicated to this procedure due to failure of the biceps. Compared to previous studies using the same technique, the age of intervention is low and the active pronation improvement is high. Relatively to other surgical techniques, it presents a low recurrence rate without major complications. The parents are satisfied.

Conclusion: biceps rerouting may prevent bone deformity and radial head dislocation. It is therefore associated with better functional results than later surgery procedures. Functional limitation and aesthetic deformity of a supination contracture with OBPP should not be underestimated and the Zancolli procedure presents a good outcome.

Key words: *Obstetric brachial plexus palsy, Zancolli procedure, biceps rerouting, supination, pronation.*

INTRODUÇÃO

A deformidade em supinação do antebraço pode ter como etiologia a paralisia obstétrica do plexo braquial (POPB), a poliomielite ou a tetraplegia traumática¹⁻¹⁰. Resulta de um desequilíbrio muscular entre agonistas e antagonistas com paralisia dos pronadores, o que condiciona limitação funcional e deformidade estética importantes^{4,10-12}. No caso da POPB, torna-se evidente aquando da maturação neurológica.^{7,12} Smith et al.⁷ e Yam et al.¹² verificaram que antes dessa fase a incompetência dos supinadores e a rotação interna fixa do ombro levam a uma postura em pronação do antebraço. Hoje em dia, a incidência da POPB é reduzida (0.4-2.6/1000 nados)⁴ e só alguns desenvolvem a deformidade em supinação (grupos de Narakas II-IV)¹², no entanto, o impacto da disfunção e estética não devem ser subvalorizados do ponto de vista socioeconómico.

Clinicamente, estas crianças apresentam diversas deformidades associadas no membro superior: subluxação posterior do ombro, rigidez em flexão do cotovelo, extensão e desvio em flexão cubital do punho, défice de extensão dos dedos e deformidade típica da mão de pedinte^{1,2,9-12}. Com o crescimento, a criança desenvolve disfunção progressiva até à deformidade fixa devido à severa retração da membrana interóssea e abaulamento dos ossos do antebraço. Isto pode condicionar subluxação da articulação radiocubital distal ou luxação da cabeça radial, causadas pelo desequilíbrio muscular e tração antero-proximal do biceps.^{1,12}

Seringe e Dubouset⁵ descreveram 3 estadios progressivos: primeiro deformidade redutível, segundo contractura dos tecidos moles, e terceiro deformidade óssea. A correção cirúrgica deve ser precoce, idealmente no primeiro estadio.

O tratamento cirúrgico da deformidade em supinação da POPB pode abranger diferentes procedimentos como transferências tendinosas ou correção do eixo de rotação com osteotomias desrotatórias.^{1-10,12-14}

Em 1940, Blount¹⁸ descreveu a osteoclasia do rádio e cúbito para crianças menores de 3 anos de idade e com boa mobilidade passiva^{1,2}. Zaoussis¹⁴ em 1963 analisou os resultados da osteotomia desrotatória do rádio e, posteriormente, as opções de tratamento incluem o redireccionamento tendinoso lateral do

biceps ou a osteotomia do rádio, em associação ou não à libertação da membrana interóssea, e adicionalmente capsuloplastia da articulação radiocubital proximal e/ou ressecção da tacícula radial, se indicado. Atualmente é consensual que em casos com rigidez por perda completa de rotação do antebraço deve ser realizada a libertação da membrana interóssea.¹⁶

O procedimento de redireccionamento do tendão do biceps foi descrito por Grilli¹⁵ em 1959 e modificado por Zancolli³ em 1967 associando a libertação da membrana interóssea. Esta técnica cirúrgica visa restaurar a função e corrigir a deformidade. De facto, Zancolli³ destacou algumas vantagens deste procedimento em relação à osteotomia radial clássica ou osteoclasia de ambos os ossos do antebraço: recidiva da deformidade e prevenção da luxação do rádio proximal durante o período de crescimento; restaurar a pronação ativa o que tem impacto na melhoria global da função da mão; permitir simultaneamente corrigir a luxação da articulação radiocubital ou ressecar a tacícula radial se indicado; e permitir um relacionamento mais anatómico do rádio e cúbito, de forma a desenvolver um antebraço esteticamente normal. O procedimento de Zancolli está contraindicado no caso de paralisia do tricípite, correndo o risco de desenvolver contractura em flexão do cotovelo. Também não é praticável quando a cabeça do rádio foi previamente removida.

Em 1980 Manske et al.¹⁷ descreveram o redireccionamento do bicípite associado a osteoclasia percutânea. O redireccionamento do tendão do braquiorradial associado à libertação da membrana interóssea é uma técnica alternativa de transferência tendinosa para obter pronação ativa do antebraço sem comprometer a função do cotovelo defendida por Ozkan et al.¹⁰. Contrariamente à técnica de Zancolli, esta pode ser realizada quando existe paralisia do tricípite e em doentes com ressecção prévia da tacícula radial mas requer que a articulação radiocubital proximal e distal sejam estáveis e congruentes.¹⁰

Atualmente, verifica-se controvérsia na literatura no tratamento destes doentes com POPB e deformidade em supinação. Existem escassos estudos sobre o assunto (Tabela 1) e os resultados do tratamento cirúrgico destes doentes apresentam melhoria inconsistente da pronação ativa (22°-88.5°).

Verifica-se que os procedimentos ósseos corrigem a deformidade mas não ganham movimento ativo. O objetivo deste estudo foi avaliar a experiência do Serviço com o procedimento de Zancolli no tratamento da deformidade em supinação em doentes com POPB, rever a literatura e contribuir para a homogeneidade dos resultados desta técnica cirúrgica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas retrospectivamente 6 crianças com deformidade em supinação por POPB, submetidas a tratamento cirúrgico entre 2005 e 2011, pelo mesmo cirurgião (C.S.). Pré-operatoriamente verificou-se disfunção para atividades de vida diária como atingir a boca com a mão, comer, beber, cuidados de higiene, pentear ou vestir, e deformidade estética com mão de pedinte, conseqüente impacto social e ansiedade parental.

Todos os 6 doentes apresentavam rigidez do antebraço com perda completa da pronação ativa. A supinação média pré-operatória era 110°. O arco de mobilidade passiva variou entre 0°-110° (Tabela 2). As crianças apresentavam deformidades secundárias várias: um caso com fraca função do bicípite; um caso de insuficiência funcional severa da mão com reduzida capacidade de flexão;; um cotovelo rígido; e 2 doentes com desequilíbrio dos flexores/extensores do punho.

A cirurgia teve como objetivo corrigir a deformidade em supinação, melhorar a função global e proporcionar a satisfação estética. Foi realizada em média aos 4.5 anos (variação 3.5-6),

sem deformidade óssea ou luxação/subluxação da cabeça radial.

A deformidade em supinação foi unilateral em todos os doentes. A média de seguimento foi de 3.3 anos (1-6). Quatro doentes haviam sido previamente submetidos a reconstrução do plexo braquial com

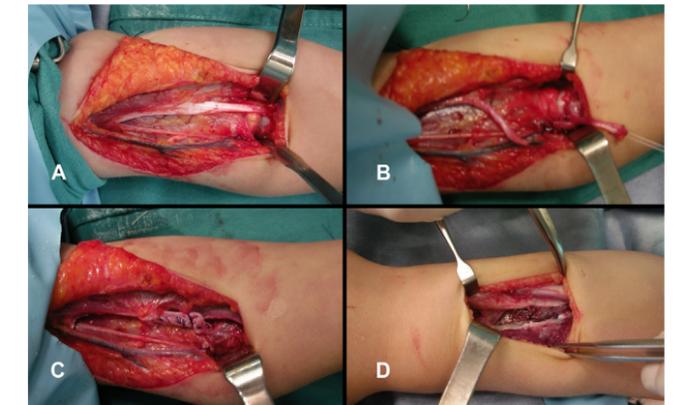


Figura 1. A-C) Procedimento de Zancolli: tenotomia tipo-Z do biceps que permite redireccionar o segmento distal de medial para lateral preservando a inserção óssea e com tensão adequada. D) A membrana interóssea deve ser libertada em casos de perda fixa de rotação do antebraço.

enxerto de nervo sural, pelo mesmo cirurgião. Duas das crianças contavam com outras correções cirúrgicas prévias como transferências tendinosas do grande dorsal e redondo maior para o manguito rotador.

Técnica Cirúrgica

Em todos os doentes associou-se ao procedimento de Zancolli a libertação da membrana interóssea (Figura

Doente	Sexo	Idade (anos)	Follow-up (anos)	Pronação-Supinação Passiva Pré-op.	Pronação-Supinação Ativa Pós-op.	Ganho Pronação Ativa
1*	M	3.5	6	0°/100°	90°/100°	90°
2	F	5	4	-5°/100°	45°/95°	50°
3*	M	4	3	0°/110°	50°/100°	50°
4	M	4.5	3.5	0°/120°	90°/100°	90°
5*	F	4	1	0°/110°	60°/110°	60°
6*	M	6	2	10°/120°	80°/110°	70°

* Prévia reconstrução do plexo braquial com enxerto de nervo sural entre os 4 e 6 meses de idade.

Tabela 2. Resultados descritivos no pré- e pós-operatório com pronação-supinação ativa e passiva estão listados para todas as 6 crianças. Da correção cirúrgica resultou em média uma melhoria da pronação ativa de 70 graus (50°-90°). Quando comparado com estudos publicados, o nosso inclui doentes mais novos e obteve um ganho significativo da pronação ativa.

Autores	Ano	Nº de casos POPB	Idade média (anos)	FU médio (anos)	Pronação e Supinação Pré-op.	Tratamento Cirúrgico	Pronação e Supinação Pós-op.	Complicações	Recidiva	Avaliação Funcional do Membro Superior
Zaoussis ¹⁴	1963	5	6.4 (3-10)	1.5 (3m-3y)	-	Osteotomia proximal rádio	-	1 sinostose radiocubital proximal 1 atraso consolidação	1 (20%)	Boa
Zancolli ³	1967	8	10.4 (5-23)	3.1 (2-5)	10° (0°-30°) / 60° (40°-90°)	Redirecionamento do bíceps (+ redução luxação rádio)	Pronação ativa em 3: 16.7° (10°-20°) Supinação ativa: melhoria em 6; retração em 2: 45° (40°-50°)	2 hipercorreção	0	Melhoria da função da mão
Seringue and Dubouset ⁵	1977	13	6 (1-16)	2	150°-10°	1) 11 redirecionamento bíceps (1 bilateral) 2) 1 osteotomia rádio e cúbito 3) 2 osteotomias rádio	1) 70° (130°-60°) Ativa apenas em 6 casos: 70°-110°	1) 3 (27.3%): 1 sinostose radiocubital proximal 2 paralisia ramo motor nervo radial 2) 1 pronação insuficiente	3) 1 recidiva	Melhoria significativa global
Bahm and Gilbert ¹	2002	40	7 (2-20)	4 (1-12)	NE	1 – 17 redirecionamento bíceps; 2 – 23 Osteotomia rádio	Pronação ativa 1) 22° 2) 17°	0	1) 0 2) 7	Melhoria da função da mão
Allende and Gilbert ⁹	2004	44	6.7	5.4 6 quando associado a tecidos moles	31° supinação	44 osteotomia rádio 10 + redirecionamento bíceps 12 + redirecionamento bíceps e libertação membrana interóssea	60.5° melhoria pronação 64.7° quando associado ao procedimento no bíceps	2 Atrasos consolidação; 1 Pseudartrose	20% (9)	Ombro não atingido; Défice extensão cotovelo; Melhoria extensão punho e dedos
Oxkan et al ¹⁰	2004	4	8 (5-9)	2.2 (1-3.3)		Redirecionamento tendão braquial + libertação membrana interóssea	28° (20°-80°) supinação ativa; 49° (30°-75°) pronação ativa	Supinação diminuída em 1 (previamente fixa)	0	NA
Bertelli ³	2006	5	14.5 (12-16)	1	Pronação ativa 0° Supinação ativa 90° (70°-120°)	Transferência tendinosa do braquial para pronador quadrado	Pronação 14° (13° -16°); Supinação preservada	1 perda flexão ativa cotovelo	0	Extensão do punho 20° (18°-22°);
Yam et al ²	2009	42	7 (3-14)	5 (1-15)	Supinação ativa 90° (70°-120°) Pronação ativa -90° (-120°-20°) Pronação passiva 0° (-90°-30°) (19 reconstrução prévia do plexo braquial)	Osteotomia radial (placa (Imobilização e exercícios passivos prévios de estiramento)	88.5° (0°-120°)	3 (7.1%): 2 placas partidas 1 hiperpronação	40.5% (17)	Ombro (Mallet Score) 10.5 (6-15) Flexão cotovelo 120 (90°-125°); Défice extensão 20° (0°-70°)

NA – Não avaliado

Tabela 1. A revisão da literatura mostra inconsistência na melhoria da pronação ativa (22°-88.5°) nos doentes com deformidade em supinação por POPB. Não se registam complicações major associadas à técnica de Zancolli e raramente ocorreu hipercorreção. A recidiva após osteotomia radial são frequentes e varia de 20%-40.5%. Após transferência tendinosa do braquial para o pronador redondo um doente perdeu flexão do cotovelo. Em todos os estudos exceto um, a função do membro superior foi avaliada clinicamente, sem recurso a escalas funcionais específicas.

1). O músculo bicípite tornou-se pronador ativo após tenotomia tipo-Z com tensionamento controlado adequado que permitiu o redirecionamento do segmento distal de medial para lateral em torno da cabeça radial e preservação da inserção óssea.

Todas as crianças ficaram com imobilização gessada em pronação por 4 semanas. A reabilitação pós-operatória consistiu na pronação-supinação gradual ativa e reforço muscular.

Foram analisados os seguintes parâmetros: pronação e supinação ativa e passiva, e registo de complicações. O grau de satisfação foi aferido através de questionário aos pais sendo definido como “excelente”, “muito bom” e “razoável”.

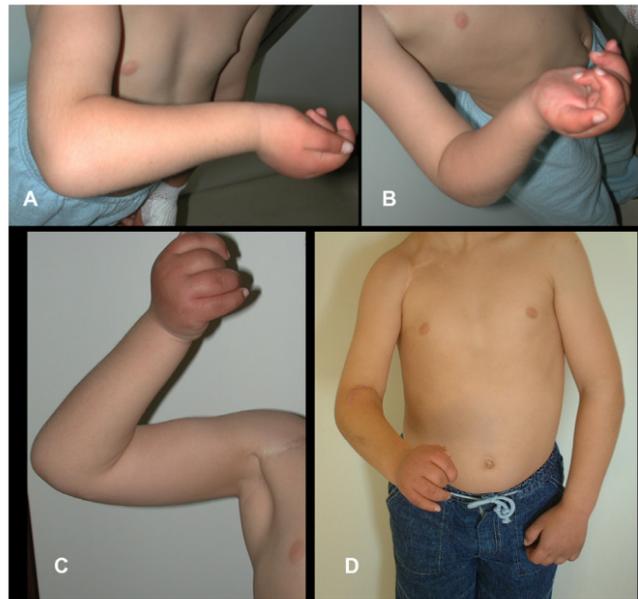


Figura 2. A-C) Um menino de 5 anos de idade com POPB e deformidade do antebraço direito em supinação, apresenta mão de pedinte típica e disfuncional, com arco de pronação-supinação ativo pré-operatório de $-5^{\circ}/100^{\circ}$. D) O ganho de pronação ativa no pós-operatório foi de 50° (pronação-supinação de $45^{\circ}/95^{\circ}$) com a melhoria funcional e estética significativas após o procedimento Zancolli.

RESULTADOS

O arco de mobilidade passivo e ativo de pronação-supinação de todos os doentes está registado na Tabela 2. A correção cirúrgica obteve o ganho de pronação ativa em média de 70 graus.

Não foram registadas complicações. A melhoria



Figura 3. A) Criança de 4.5 anos de idade, com POPB e deformidade em supinação do antebraço direito, previamente submetido a reconstrução do plexo braquial aos 6 meses de idade. Apresenta desvio cubital do punho e défice funcional da mão. O arco de pronação e supinação ativa é $0^{\circ}/120^{\circ}$. B) As radiografias convencionais mostram ausência de deformidade óssea ou luxação da articulação radiocubital proximal. C-D) Os resultados funcionais e estéticos alcançados foram excelentes, com melhoria da pronação ativa de 90° (pronação e supinação ativa $90^{\circ}/100^{\circ}$). Após o procedimento de Zancolli não se verificou progressão da incapacidade e não houve perda da melhoria atingida.

da pronação manteve-se no período de seguimento excepto em 1 caso com perda de amplitude seguida de recidiva aos 6 anos após. Todas as crianças excepto 1 estão funcionalmente bem na última avaliação apresentando antebraço com postura funcional, arco de pronação-supinação ativo preservado, flexão para atingir a boca, força de flexão do cotovelo preservada, e uso apropriado da mão em atividades bimanuais.

A criança com recidiva foi submetida a osteotomia de ambos os ossos do antebraço.

O resultado estético (Figuras 2 e 3) foi avaliado clinicamente como postura funcional e correção da mão de pedinte, capacidade de levar a mão à boca

e realizar pronação ativa. Os pais reportam que as crianças se tornaram mais interativas socialmente, com ganho de autoconfiança e, também por isso, estão satisfeitos (4 “excelente”, 1 “bom” e 1 “razoável”) e 100% decidiram pelo tratamento cirúrgico outra vez.

DISCUSSÃO

Intervir precocemente evita a progressão até rigidez e desenvolvimento de deformidades secundárias como óssea ou subluxação da cabeça radial.

Neste estudo, a deformidade em supinação foi corrigida com sucesso em todos os doentes após o procedimento de Zancolli apesar de não ter sido alcançado um arco de mobilidade pronação-supinação completamente normal em todas as crianças. O ganho médio significativo de pronação ativa pós-operatória de 70° resulta da intervenção precoce comparativamente com a literatura (Tabela 1), e do curto período de imobilização que permite movimentos passivos precocemente após a cirurgia. Apesar de na literatura não estar definido qual o período óptimo de imobilização pós-operatória, as 4 semanas foram definidas pelos autores para minimizar o comprometimento da reabilitação funcional ao permitir mobilidade passiva controlada precoce.^{9,10,12-14}

Consideramos que a reconstrução prévia do plexo braquial com enxerto de nervo sural entre os 4 e 6 meses de idade em 4 doentes também contribuiu para os resultados alcançados.

Paralelamente, a recuperação do antebraço funcional permite a melhoria significativa na função da mão com impacto na qualidade de vida.^{3,12}

É fundamental assegurar uma tensão do biceps adequada durante o procedimento de Zancolli de forma a permitir a extensão completa do cotovelo, por um lado, e não perder potência flexora, por outro.³

É consensual defender-se a correção prévia da deformidade do ombro.⁷ Já a contractura em flexão do cotovelo ligeira ou moderada não contraindica o tratamento cirúrgico do antebraço nestes doentes.⁹ Atualmente, verifica-se uma baixa incidência da POPB e com resultados dos escassos estudos são inconsistentes (Tabela 1) pelo que não se verifica uniformidade nem consenso no tratamento.

Seringue e Dubouset⁵ recomendam o redirecionamento do tendão do biceps quando pré-operatoriamente for possível obter a correção passiva da pronação ou nos casos em que tal é possível após a libertação per-operatória da membrana interóssea. Também consideram que a deformidade óssea discreta não contraindica o procedimento desde que exista pronação passiva. Nos casos em que a deformidade óssea é marcada, com luxação anterior da tacícula radial e supinação fixa do antebraço, ambos defendem associar o redirecionamento do tendão do biceps à libertação da membrana interóssea e combinar com osteotomia radial.

Bahm e Gilbert¹ publicaram um revisão com 40 casos a comparar osteoclasia, osteotomia radial e redirecionamento do tendão do biceps. Verificaram que após o procedimento de Zancolli na idade média de 7 anos nenhuma criança desenvolveu deformidade óssea ou luxação proximal do rádio e registaram um ganho de pronação ativa comparativamente menor que o presente estudo, de 22° , que se pode relacionar com a idade superior e fase mais avançada.

Relativamente à melhoria da pronação ativa, neste estudo é elevada quando comparada com a mesma técnica na literatura (Tabela 1). Em relação à osteotomia do rádio, pode-se verificar que Allende e Gilbert⁹ e Yam et al.¹² apresentam pronação ativa superior mas associada a elevada taxa de recidiva. Em análise comparativa com outros procedimentos dos tecidos moles como transferência tendinosa do braquial para o pronador quadrado segundo Bertelli¹³, com o objetivo de melhorar a pronação e minimizar a perda de supinação, ou redirecionamento do tendão do braquiorradial preconizado por Ozkan et al.¹⁰, o ganho de pronação ativa com a técnica de Zancolli no presente estudo é similar ou superior, com nenhuma ou mínima perda de supinação, excepto no único caso de recidiva. Neste caso, o doente apresentava POPB severa e provavelmente foi erradamente indicado para o procedimento cirúrgico de Zancolli. A criança apresentava um biceps insuficiente e, por isso, inadequado para suportar um redirecionamento tendinoso pelo que consideramos que não deveria ter sido submetida a esta técnica cirúrgica.

Em todas as crianças operadas, a função do membro superior melhorou significativamente após o procedimento de Zancolli. Além disso, não se

verificou deformidade óssea ou luxação da cabeça radial. A única recidiva que ocorreu apresentou franca melhoria após a osteotomia realizada.

Clinicamente, os bons resultados descritos atingem o objetivo do tratamento e não se verificou nenhum caso com flexão rígida do cotovelo.

Este estudo apresenta limitações: o caráter retrospectivo que inviabiliza a avaliação pré-operatória com scores funcionais, a reduzida amostra e a avaliação da satisfação através dos pais dos doentes.

CONCLUSÃO

O procedimento de Zancolli é tecnicamente exigente e o resultado expectável é superior nos casos bem seleccionados.

O sucesso do tratamento destes doentes tem um impacto socioeconómico que não deve ser subestimado.

A POPB é rara pelo que a deformidade em supinação associada não é frequente mas a disfunção grave e deformidade estética são importantes. A detecção precoce é fundamental para permitir o tratamento adequado na fase inicial. O procedimento de Zancolli apresenta bons resultados funcionais e estéticos, com satisfação dos pais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bahm J, Gilbert A. Surgical correction of supination deformity in children with obstetric brachial plexus palsy. *J Hand Surg Br* 2002;27(1):20-23.
2. Blount WP. Osteoclasts for supination deformities in children. *J Bone Joint Surg* 1940;22: 300-314.
3. Zancolli EA. Paralytic supination contracture of the forearm. *J Bone Joint Surg Am* 1967;49(7): 1275-1284.
4. Shenaq SM, Kim JYS et al. The Surgical Treatment of Obstetric Brachial Plexus Palsy. *Plastic and Reconstructive Surgery* 2004;113(4): 54-67.
5. Seringue R, Dubousset JF. Attitude en supination de l'avant-bras d'origine paralytique chez l'enfant. *Revue de Chirurgie Orthopédique* 1977;63:687-700.
6. Aitken J. Deformity of the elbow joint as a sequel to Erb's obstetric paralysis. *J Bone Joint Surg* 1952;34B: 352-365.
7. Smith NC, Rowan P, Benson LJ et al. Neonatal brachial plexus palsy: outcome of absent biceps function at three months of age. *J Bone Joint Surg* 2004;86-A(10): 2163-2170.
8. William C. Warner Jr. Paralytic Disorders. In: *Campbell's Operative Orthopaedics*. Canale ST and Beaty JH (Eds) Vol. 2. Philadelphia, Mosby/Elsevier Science; 2003:1326-1327.
9. Allende CA, Gilbert A. Forearm supination deformity after obstetric paralysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2004; 426: 206-211
10. Ozkan T, Aydin A, et al. A surgical technique for pediatric forearm pronation brachioradialis rerouting with interosseous membrane release. *J Hand Surg* 2004;29A: 22-27.
11. Ozkan T, Bicer A, et al. Brachialis muscle transfer to the forearm for the treatment of deformities in spastic cerebral palsy *J Hand Surg Eur* 2012;vol April 1753193412444400/DOI:10.1177/1753193412444400
12. Yam A, Fullilove S, Sinisi M, Fox M. The supination deformity and associated deformities of the upper limb in severe birth lesions of the brachial plexus. *J Bone J Surg* 2009;91B: 511-16.
13. Bertelli JA. Brachialis muscle transfer to the forearm muscles in obstetric brachial plexus palsy. *J Hand Surg Br* 2006;31B(3): 261-265.
14. Zaoussis AL. Osteotomy of the proximal end of the radius for paralytic supination deformity in children. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1963;45B: 523-527.
15. Grilli FP. Il Trapianto del bicipite brachiali in funzione pronatoria. *Archivo 'Putti'*;12:359-371.
16. Putti V. Análisis della triada radiosintomatica degli stati di prelussazione. *Chir Org di Mov* 1932;17:453-459.
17. Manske PR, McCaroll RH, Hale R. Biceps tendon rerouting and percutaneous osteoclasts in the treatment of supination deformity in obstetrical palsy. *J Hand Surg* 1980;5:153-159.
18. Blount WP. Osteoclasts for supination deformities in children. *J Bone Joint Surg* 1949;22:300-314.