



Acta Ortopédica Brasileira

ISSN: 1413-7852

actaortopedicabrasileira@uol.com.br

Sociedade Brasileira de Ortopedia e  
Traumatologia  
Brasil

Rosa de Rezende, Marcelo; Araújo Rabelo, Neylor Teofilo; Castanho Silveira Júnior, Clóvis; Araújo Petersen, Pedro; Leomil de Paula, Emygdio José; Mattar Júnior, Rames  
Resultado da neurotização do nervo ulnar para o músculo bíceps braquial na lesão do plexo braquial  
Acta Ortopédica Brasileira, vol. 20, núm. 6, noviembre-diciembre, 2012, pp. 317-323  
Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia  
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65725113001>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# RESULTADO DA NEUROTIZAÇÃO DO NERVO ULNAR PARA O MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL NA LESÃO DO PLEXO BRAQUIAL

RESULTS OF ULNAR NERVE NEUROTIZATION TO BRACHIAL BICEPS MUSCLE IN BRACHIAL PLEXUS INJURY

MARCELO ROSA DE REZENDE, NEYLOR TEOFILO ARAÚJO RABELO, CLÓVIS CASTANHO SILVEIRA JÚNIOR, PEDRO ARAÚJO PETERSEN, EMYGDIO JOSÉ LEOMIL DE PAULA, RAMES MATTAR JÚNIOR

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar de forma crítica os fatores que influenciam os resultados da neurotização do nervo ulnar no ramo motor do músculo bíceps braquial, visando a restauração da flexão do cotovelo em pacientes com lesão do plexo braquial. **Métodos:** 19 pacientes, 18 homens e uma mulher, com idade média de 28,7 anos foram avaliados entre fevereiro de 2003 e maio de 2007. Oito pacientes apresentavam lesão das raízes C5-C6 e 11, das raízes C5-C6-C7. O intervalo de tempo médio entre a injúria e o tratamento cirúrgico foi 7,5 meses. Quatro pacientes apresentavam fraturas cervicais associadas à lesão do plexo braquial. O seguimento pós-operatório foi de 15,7 meses. **Resultado:** Oito pacientes recuperaram força de flexão do cotovelo MRC grau 4; dois, MRC grau 3 e nove, MRC  $\leq 3$ . Não houve prejuízo da função prévia do nervo ulnar. **Conclusão:** Os resultados da cirurgia de neurotização do nervo ulnar no ramo motor no músculo bíceps braquial são dependentes: do intervalo decorrido entre a lesão do plexo e o tratamento cirúrgico, da presença de fraturas associadas da coluna cervical e côndilo occipital, da função residual das raízes de C8-T1 após o trauma e do acometimento da raiz de C7. Sinais de reinervação manifestados até 3 meses no pós cirúrgico mostram melhores resultados ao longo prazo. **Nível de Evidência: IV, Série de Casos.**

**Descritores:** Plexo braquial/lesões. Cotovelo/lesões. Transferência de nervo. Nervo ulnar.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the factors influencing the results of ulnar nerve neurotization at the motor branch of the brachial biceps muscle, aiming at the restoration of elbow flexion in patients with brachial plexus injury. **Methods:** 19 patients, with 18 men and 1 woman, mean age 28.7 years. Eight patients had injury to roots C5-C6 and 11, to roots C5-C6-C7. The average time interval between injury and surgery was 7.5 months. Four patients had cervical fractures associated with brachial plexus injury. The postoperative follow-up was 15.7 months. **Results:** Eight patients recovered elbow flexion strength MRC grade 4; two, MRC grade 3 and nine, MRC  $\leq 3$ . There was no impairment of the previous ulnar nerve function. **Conclusion:** The surgical results of ulnar nerve neurotization at the motor branch of brachial biceps muscle are dependent on the interval between brachial plexus injury and surgical treatment, the presence of associated fractures of the cervical spine and occipital condyle, residual function of the C8-T1 roots after the injury and the involvement of the C7 root. Signs of reinnervation manifested up to 3 months after surgery showed better results in the long term. **Level of Evidence: IV, Case Series.**

**Keywords:** Brachial plexus/injuries. Elbow/injuries. Nerve transfer. Ulnar nerve.

**Citação:** Rezende MR, Rabelo NTA, Silveira Júnior CC, Petersen PA, De Paula EJJ, Mattar Júnior R. Resultado da neurotização do nervo ulnar para o músculo bíceps braquial na lesão do plexo braquial. Acta Ortop Bras. [online]. 2012;20(6):317-323. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

**Citation:** Rezende MR, Rabelo NTA, Silveira Júnior CC, Petersen PA, De Paula EJJ, Mattar Júnior R. Results of ulnar nerve neurotization to brachial biceps muscle in brachial plexus injury. Acta Ortop Bras. [online]. 2012;20(6):317-323. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

## INTRODUÇÃO

A anatomia do plexo braquial (PB) é caracterizada por uma área desprovida de proteção muscular ou óssea, além de sua relação com áreas de grande mobilidade como a região cervical e escapulo-umeral que o tornam susceptível a lesões por trauma direto (perfurantes), bem como lesões por tração e podem levar

à graves perdas funcionais do membro superior.<sup>1</sup> Embora menos frequentes que os Traumatismos Crânio-Encefálicos e Traumatismos Raquimedulares, as lesões do PB têm grande importância sócio-econômica por acometer, em geral, pacientes jovens que têm sua capacidade laborativa muito comprometida pelas sequelas da lesão.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Trabalho realizado no LIM 41 – Laboratório de Investigação Médica do Sistema Músculo-Esquelético do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Correspondência: Rua Barata Ribeiro, 237, cj. 13/14, São Paulo, SP, Brasil. CEP. 01308-000. Email: [marcelo@marcelorosaderezenende.com.br](mailto:marcelo@marcelorosaderezenende.com.br)

Artigo recebido em 06/02/2011, aprovado em 11/04/2012.

Acta Ortop Bras. 2012;20(6): 317-23

Dados estatísticos precisos sobre lesões do PB são escassos na literatura. Nos Estados Unidos a incidência estimada desta afecção é de 3,9 casos por 100.000 habitantes/ano. No Brasil, em um estudo epidemiológico realizado em um hospital de referência do Distrito Federal entre maio de 2004 e 2005, pôde-se estimar uma incidência de 1,75 casos por 100.000 habitantes/ano.<sup>1</sup>

Para alguns autores, a primeira meta a ser alcançada no tratamento das lesões do PB é restabelecer a flexão ativa do cotovelo.<sup>2</sup> Dentre as diversas possibilidades cirúrgicas, devem-se priorizar os procedimentos neurológicos. Reparos com a utilização de enxertos são possíveis apenas nas lesões pós-ganglionares e, nas lesões pré-ganglionares, estão indicadas as transferências nervosas (neurotizações). Neste contexto, Oberlin et al.<sup>3</sup> descrevem a utilização de fascículos do nervo ulnar para reinervar o músculo bíceps braquial nas lesões altas do PB com avulsão das raízes de C5 e C6 e preservação das raízes mais distais.

Nosso objetivo é fazer uma avaliação crítica dos resultados obtidos em 19 pacientes com lesões altas do Plexo Braquial submetidos ao procedimento de Oberlin em nossa instituição entre fevereiro de 2003 e maio de 2007; compará-los aos estudos correlatos disponíveis na literatura; e a partir desta análise, definir a importância de fatores preditivos como idade, intervalo entre o trauma e a cirurgia, nível de lesão e associação de lesões associadas.

## MATERIAL E MÉTODO

Adotou-se uma metodologia semelhante à aplicada por Merrel et al.<sup>4</sup>, comparando-se os resultados da análise de uma série clínica própria aos resultados de estudos similares da literatura pertinente (metanálise).

### Critérios de Inclusão

Foram incluídos no estudo todos os pacientes com lesões traumáticas altas do plexo braquial; com níveis de lesão C5-C6 e C5-C6-C7; acima de 15 anos de idade; que tenham sido submetidos ao procedimento de Oberlin associado ou não a procedimentos concomitantes do plexo braquial (reconstruções com enxerto, neurotizações intraplexuais ou extraplexuais como: nervo acessório para supra escapular, ramo motor do tríceps para axilar) e com seguimento pós-operatório mínimo de seis meses.

### Critérios de Exclusão

Foram excluídos do estudo todos os casos de paralisias obstétricas, lesões traumáticas em pacientes pediátricos; neurotizações do nervo ulnar para transferências musculares livres e dupla neurotização para os flexores do cotovelo (fascículos dos nervos ulnar e mediano).

### Casuística

Entre fevereiro de 2003 e maio de 2007, foram operados 19 pacientes (18 homens e uma mulher) com idade média de 28,7 (20 - 45) anos. Oito pacientes apresentavam lesões de C5-C6 e 11 de C5-C6-C7. A função dos flexores do punho e dedos no pré-operatório era avaliada pelo sistema de graduação do *British Medical Research Council* (MRC): 1 caso M2, 5 casos M3 e 13 casos M4. Onze pacientes foram vítimas de acidentes com motocicleta, sendo que, cinco destes, apresentavam fraturas adjacentes ao plexo braquial lesado. O tempo médio entre a injúria e o procedimento cirúrgico foi de 7,5(1-18) meses. Em doze pacientes foram realizados procedimentos concomitantes: nove neurotizações do nervo acessório para supra-escapular, duas neurotizações de um ramo motor do tríceps para o nervo axilar, duas neurólises e duas reconstruções do tronco superior com enxerto de sural. (Tabela 1)

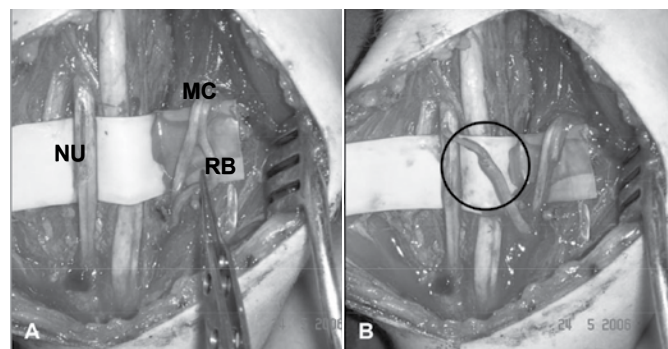
**Tabela 1.** Relação de pacientes, idade, fraturas adjacentes associadas, nível de lesão, função dos flexores extrínsecos no pré-operatório pelo sistema de graduação do British Medical Research System (MRC), intervalo de tempo entre o acidente e o tratamento cirúrgico(ITAC) e procedimentos concomitantes.

Paciente	Idade anos	Fraturas Adjacentes	Nível de Lesão	Função C8-T1	IATC (meses)	Procedimentos Concomitantes
1	25	-	C5-C6	M4	10	Ac>Sup
2	24	-	C5-C6	M4	6	Nrl; Ac>sup; RMT>Ax
3	27	-	C5-C6-C7	M4	8	não
4	20	Fr. ptC7	C5-C6C7	M3	10	Ac>sup
5	37	Fr. pt C6 C7	C5-C6-C7	M3	7	Ac>sup
6	43	Fr. ptC4-C7 e Clavícula	C5-C7-C7	M2	1	não
7	25	Fr. pt C7 e Ocipício	C5-C6-C7	M3	3	Ac>Sup
8	21	Fr. Úmero e Clavícula	C5-C6-C7	M4	5	Nrl
9	26	-	C5-C6-C7	M4	7	RETS
10	27	-	C5-C6-C7	M4	8	não
11	30	-	C5-C6	M3	18	não
12	45	-	C5-C6-C7	M3	10	Ac>sup
13	21	-	C5-C6	M4	4	Ac>sup
14	33	-	C5-C6	M5	6	RETS
15	43	-	C5-C6	M4	9	não
16	25	-	C5-C6-C7	M4	12	Ac>Sup
17	27	-	C5-C6	M4	5	Ac>Sup; RMT>Ax
18	25	-	C5-C6	M4	5	Ac>Sup
19	22	-	C5-C6	M4	9	Ac>Sup

Fr.: fratura; pt Cx: processo transverso de vértebra cervical; Nrl: neurólise; Ac>Sup: neurotização do nervo acessório para supraescapular; RMT>Ax: neurotização de ramo motor do tríceps para o nervo axilar; RETS: reconstrução do tronco superior com enxerto.

### Técnica Cirúrgica

Na linha média da face medial do braço é feita uma incisão de aproximadamente 10cm, o ponto médio da incisão a aproximadamente 12cm do acrômio. O espaço entre os músculos bíceps braquial e coracobraquial é explorado e o(s) ramo(s) motor(es) para o bíceps, provenientes do nervo músculo-cutâneo (MC), são identificados. A seguir o nervo ulnar é identificado posteriormente ao septo intermuscular medial, e uma incisão de 6cm é feita no aspecto antero-lateral do seu epineuro. Com o uso do estimulador de nervos procura-se identificar fascículos motores para os músculos flexores extrínsecos. Um ou dois fascículos motores são então seccionados. Realiza-se uma neurorrafia término-terminal dos fascículos do nervo ulnar com o(s) ramo(s) motor (es) com três pontos de mono-nylon 9.0 reforçada com cola de fibrina. (Figura 1) O paciente é mantido com o membro superior imobilizado em uma tipóia de Velpeau por três semanas.



**Figura 1.** (A) Exposição dos nervos ulnar (NU), musculocutâneo (MC) e ramo motor do bíceps (RB). (B) Neurorrafia término-terminal de um fascículo do nervo ulnar ao ramo motor do bíceps( em destaque).

## Revisão da Literatura

Sites de pesquisa médica (*Medline, PubMed, Medscape e Cochrane*) serviram como fonte de busca. Fez-se um cruzamento de referências para se obter uma listagem o mais completa possível de séries clínicas com a aplicação da técnica de neurotização do nervo ulnar para reinervar o músculo bíceps braquial. Encontrou-se 15<sup>5-18</sup> artigos, seis foram posteriormente desconsiderados. (Tabelas 2 e 3) Para facilitar a coleta e manipulação de dados, os artigos foram organizados em ordem cronológica e numerados com algarismos romanos. Foram avaliados: dados epidemiológicos (sexo, faixa etária, mecanismo de trauma, lesões associadas); nível de lesão; função pré-operatória dos flexores do punho e dedos; intervalo de tempo entre a injúria e a cirurgia; procedimentos concomitantes do plexo braquial; tempo de seguimento pós-operatório, cronologia dos sinais de reinervação do bíceps; recuperação da flexão do cotovelo (Sistema de Graduação da *Medical Research Concil-MRC*), complicações.

## RESULTADOS

O tempo médio de seguimento pós-operatório foi de 15,7(6-60) meses. Oito pacientes recuperaram a flexão do cotovelo com força MRC grau M4; dois pacientes, grau M3 e nove pacientes grau <M3. (Tabela 4) Os primeiros sinais de contração ativa surgiram entre dois e seis meses. Nenhum paciente teve prejuízo de função do nervo ulnar no pós-operatório. Os resultados obtidos na flexão do cotovelo, graduados pelo MRC, são correlacionados às variáveis: idade, intervalo entre o trauma e o tratamento cirúrgico, nível de lesão, função das raízes C8-T1 e associação com fraturas adjacentes ao plexo braquial lesado, e encontram-se representados nas Figuras 2 a 6. Comparamos os resultados finais da força de flexão do cotovelo com tempo em que se manifestaram os primeiros sinais clínicos de reinervação do bíceps braquial no pós-operatório. (Figura 7) Todos os artigos avaliados têm como princípio técnico a utilização do nervo ulnar como doador para a reinervação do músculo bíceps braquial.

**Tabela 2.** Relatos de séries clínicas com aplicação da técnica de Oberlin.

	Autor (ano)	Pacientes H M	Idade/anos (Min-Max) Média	IATC/mês (Min-Max) Média	Outras Neurotizações concomitantes	Seguimento (meses)	Força MRC ≥ 3 (%)	Força MRC ≥ 4(%)
I	Oberlin et al. <sup>3</sup> (1994)	4 3 1	(18- 29) 23,5	(4-6) 4,6	Sim (1 caso)	(9 - 24) 14,2	100%	75%
II	Loy et al. <sup>5</sup> (1997)	18 15 3	(17 - 41) 25,8	(4 -72) 17	Sim (10 casos)	(6 -48) 21	66%	61%
III	Franciosi et al. <sup>6</sup> (1998)	5 5 0	(19 -45) 26	(2 - 13) 6,8	Sim (5 casos)	(6 -12 ) 8,6	80%	80%
IV	Leechavongvongs et al. <sup>7</sup> (1998)	32 31 1	(19 -46) 28	(3 - 12) 6	Sim (27 casos)	(11 - 40 ) 18	96%	93%
V	Sungpet et al. <sup>8</sup> ( 2000)	36 33 3	(16 - 42) 25	(3 - 8 ) 5	Não cita	( - ) 22	94,4%	83,3%
VI	Bertelli e Ghizzone <sup>9</sup> (2004)	10 10 0	(19 -32 ) 28	(5 - 7 ) ...	Sim (10 casos)	( - ) 24	100%	100%
VII	Ferrarezi et al. <sup>10</sup> (2004)	39(+4) - -	Não cita	(2 -12) ...	Não cita	(7 - 84 ) -	88,3%	86%
VIII	Teboul et al. <sup>11</sup> (2004)	32 27 5	(15 - 66) 28,1	(1,5 -75) 9	Sim (12 casos)	(9 - 74 ) 31	75%	62,5%
IX	Shahriar-Kamrani et al. <sup>12</sup> (2005)	6(+3) 5 1	(18 - 47 ) 27,3	(5 - 12 ) 6,8	Sim	(6 - 15)	66,6%	50%

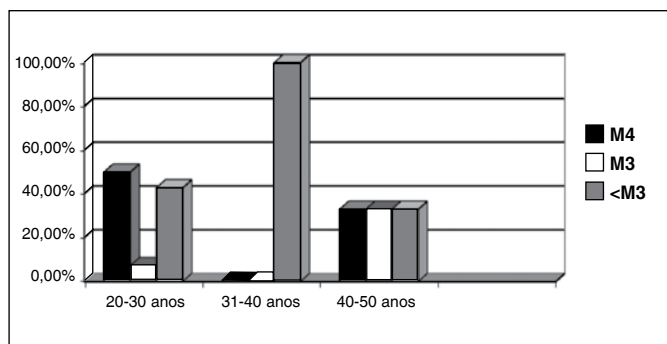
IATC: Intervalo entre o acidente e tratamento cirúrgico. H: Homens. M: Mulheres.

**Tabela 3.** Artigos com a técnica de Oberlin, excluídos do estudo.

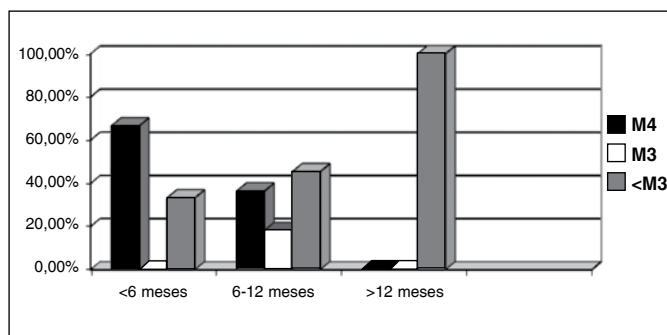
Autor (ano)	Razão de Exclusão
Al-Qattan et al. <sup>13</sup> (2002)	Aplicação em paralisia obstétrica.
Tung et al. <sup>14</sup> (2003)	Série de casos com dupla neurotização para reestabelecer a flexão do cotovelo.
Noaman et al. <sup>15</sup> (2004)	Aplicação em paralisia obstétrica.
Bhandari et al. <sup>16</sup> (2005)	Série de casos com técnicas diversificadas; Carência de dados sobre os pacientes submetidos ao procedimento de Oberlin.
Shigmatsu et al. <sup>17</sup> (2006)	Aplicação em paralisia obstétrica.
Hierner e Berger <sup>18</sup> (2006)	Série de casos com técnicas diversificadas; Carência de dados sobre os pacientes submetidos ao procedimento de Oberlin.

**Tabela 4.** Ralação do seguimento pós-operatório e resultados de força de flexão do cotovelo.

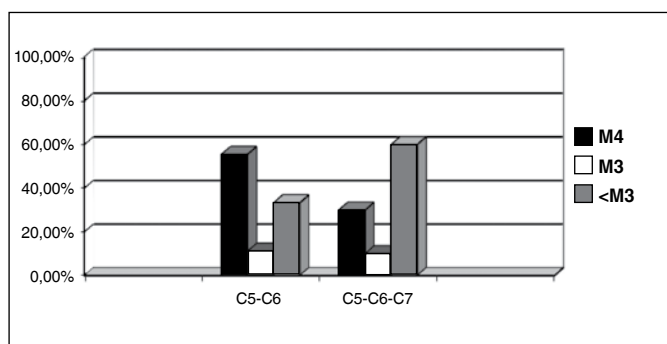
Paciente	Seguimento meses/Grau de Força flexão do Cotovelo MRC								
	3	6	9	12	18	24	36	48	60
1	M1	M3	-	-	-	M3	-	-	-
2	M1	M4	-	-	-	-	-	-	-
3	M1	M2	-	-	-	-	-	-	-
4	M0	M1	M1	-	-	-	-	-	-
5	M1	M1	-	-	-	-	-	-	-
6	M1	M1	-	-	M2	-	-	-	-
7	M0	-	-	-	-	M2	-	-	-
8	M3	M4	-	M4					
9	-	M1	M1						
10	M1	M2	-	M4	M4	-	-	-	-
11	M0	-	M2	-	-	-	-	-	M2
12	M0	M2/3	-	-	-	M3	-	-	-
13	M2	M3	-	M4	-	-	-	-	-
14	M0	M1	-	-	-	-	-	-	-
15	M2	-	M4	-	-	-	-	-	-
16	M0	M0	-	M1	-	-	-	-	-
17	M1	M3	M4	M4					
18	M2	M3	-	-	-	M4			
19	M0	M2	-		M4				



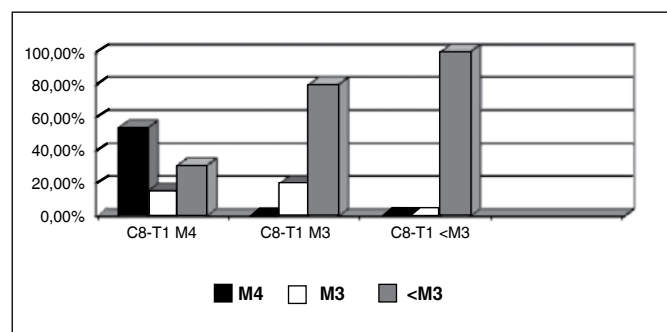
**Figura 2.** Correlação da faixa etária com os resultados de força de flexão do cotovelo pelo Sistema de Graduação MRC.



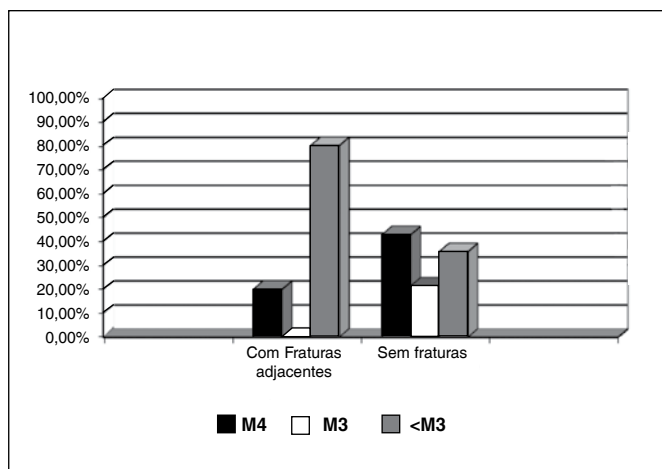
**Figura 3.** Correlação entre o intervalo de tempo da injúria ao tratamento cirúrgico com os resultados de força de flexão do cotovelo pelo Sistema de Graduação MRC.



**Figura 4.** Correlação entre o nível de lesão com os resultados de força de flexão do cotovelo pelo Sistema de Graduação MRC.



**Figura 5.** Correlação entre o grau de força dos flexores extrínsecos dos dedos e punho(C8-T1) pelo sistema MRC no pré-operatório com os resultados de força de flexão do cotovelo pelo Sistema de Graduação MRC.



**Figura 6.** Correlação entre a presença de fraturas adjacentes ( coluna cervical, úmero e clavícula) associadas à lesão do PB com os resultados de força de flexão do cotovelo pelo Sistema de Graduação MRC.

Houve grande variação na metodologia dos estudos e na apresentação dos resultados.

O Artigo IX<sup>12</sup> apresentava nove casos, no entanto três destes foram desconsiderados por se tratar da utilização de fascículos do nervo ulnar para neurotização do músculo grácil livre. Dos 43 casos no artigo VII<sup>10</sup>, quatro utilizavam o nervo mediano como doador, e também foram excluídos do estudo.

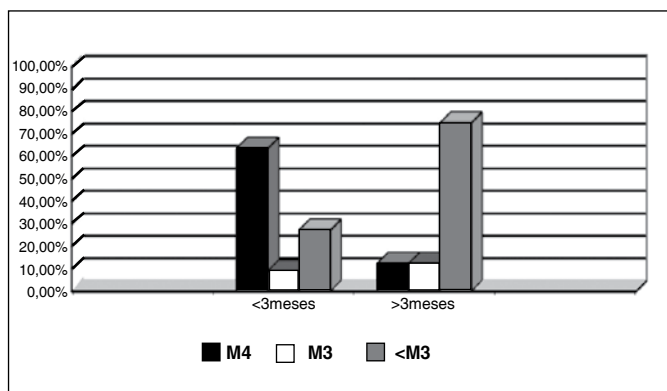
De acordo com a clareza e objetividade dos dados fornecidos, estes eram ora aproveitados, ora descartados.

A compilação dos dados obtidos leva aos seguintes resultados:

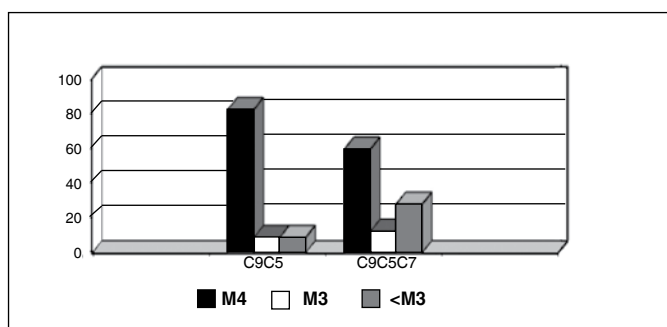
- Foram avaliados 182 pacientes.
- Cento e quarenta e três tiveram o sexo especificado pelos autores, destes 92% eram homens.
- A faixa etária média estimada foi 26 anos, variando entre 15 e 66 anos.
- A etiologia das lesões recebe pouco enfoque nestes relatos; mas quando mencionada, destaca-se os acidentes com motocicletas.
- Traumatismos associados não são especificados nem valorizados.
- Cento e vinte e cinco pacientes apresentavam déficit de C5-C6 e 57, déficit de C5-C6-C7.
- A função dos flexores extrínsecos no pré-operatório foi avaliada nos Artigos IV, V, VI, VII e VIII.
- O intervalo de tempo entre o acidente e a cirurgia apresentou uma média estimada de 7,3 meses.
- Sessenta e seis pacientes foram submetidos à procedimentos concomitantes: neurotizações intraplexuais e extraplexuais (nervo acessório para supraescapular, ramo motor do tríceps para axilar)
- O seguimento pós-operatório variou de 6 a 84 meses, com média de 20 meses.
- Sinais clínicos de reinervação ( contração MRC grau M1) surgiram entre dois e seis meses.
- O resultado final obtido para força de flexão do cotovelo foi MRC grau  $\geq$  M3 em 85,2 % e grau  $\geq$  M4 em 75,3 % dos pacientes.
- Há um consenso quanto a baixa morbidade para o nervo ulnar com uma melhora gradual da sensibilidade da mão e aumento da força de preensão no pós-operatório em todos os artigos.

Os resultados obtidos na força de flexão do cotovelo, graduados pelo MRC, são correlacionados às variáveis: nível de lesão, intervalo entre o trauma e a cirurgia e faixa etária; e estão representados nos gráficos das Figuras 8, 9 e 10 respectivamente.

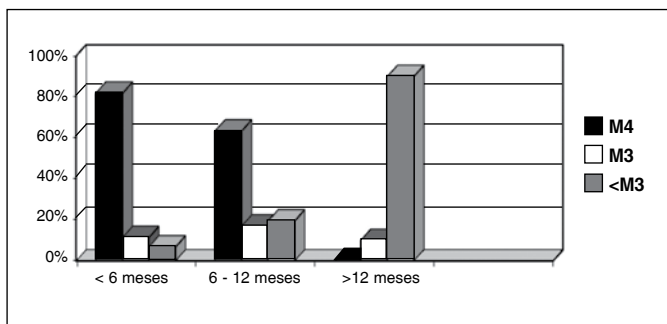




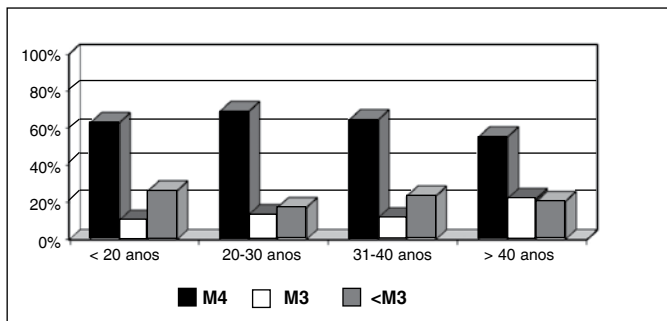
**Figura 7.** Correlação entre os sinais iniciais de reinervação do bíceps braquial, no pós-operatório, com os resultados de força de flexão do cotovelo pelo Sistema de Graduação MRC.



**Figura 8.** Relação entre o nível de lesão e o grau de força MRC do bíceps braquial. Considerados 182 casos da literatura.



**Figura 9.** Relação do intervalo de tempo entre o trauma do PB e o tratamento cirúrgico com o grau de força MRC do bíceps braquial. Considerados 95 casos (Artigos I (parcial), II, III, IV, VIII e IX) da literatura.



**Figura 10.** Relação entre faixa etária e o grau de força MRC do bíceps braquial. Considerados 97 casos (Artigos I, II, III, IV, VIII e IX) da literatura.

## DISCUSSÃO

Como preconizado por Hentz e Doi<sup>2</sup>, restabelecer a flexão ativa do cotovelo nas lesões do plexo braquial é uma prioridade. Para atingir tal objetivo são descritas várias abordagens cirúrgicas: a reparação do tronco superior com enxertos de nervos nas lesões pós-ganglionares; transferências musculares, neurotizações intra e extraplexuais nas lesões pré-ganglionares.

Enxertos de nervo não são possíveis nas lesões pré-ganglionares. Nestas circunstâncias as opções são as neurotizações intraplexuais como a utilização de raízes remanescentes para reconstrução do tronco superior; ou as neurotizações extraplexuais com nervo acessório, nervos intercostais, nervo frênico, nervo hipoglosso, nervo peitoral menor e nervo ulnar.

Em nossa casuística, com o procedimento de Oberlin, conseguimos restabelecer a flexão ativa do cotovelo Grau MRC  $\geq 3$  em 52,6% dos casos e  $\geq 4$  em 42,1% dos casos. Nossos resultados são similares aos divulgados por Loy et al.<sup>5</sup> e Shahnriar-Kamrani et al.<sup>12</sup>, mas bem inferiores aos de outros autores como Leechavervongs et al.<sup>7</sup>, Sungpet et al.<sup>8</sup> e Bertelli e Ghizone.<sup>9</sup> Resultados tão diversos são justificados pela presença de múltiplas variáveis que, atuando isoladamente ou em associação, interferem no prognóstico da lesão primária.

Onze dos nossos pacientes apresentavam lesão de C5-C6-C7 e oito, de C5-C6. Os primeiros evoluíram com piores resultados. Podemos afirmar que o acometimento da raiz C7 foi um fator negativo em nossa série. A relação entre a lesão de C7 e resultados inferiores após a neurotização do nervo ulnar é compartilhada pela maioria dos autores. Nas séries clínicas que apresentam os melhores resultados há um nítido predomínio de lesões de C5-C6 com função preservada de C7.<sup>3,7-10</sup> De 182 pacientes descritos na literatura, 125 apresentavam lesão de C5-C6 e 57, lesão de C5-C6-C7; e evoluíram com flexão do cotovelo MRC grau  $\geq 4$  em 82,4% e 59,6% respectivamente. Ferraresi et al.<sup>10</sup> é o único autor que discorda de tal relação; de seus cinco casos com lesão de C5-C6-C7, todos evoluíram com flexão do cotovelo grau 4. Por outro lado, este autor valoriza a avaliação da força de flexão de dedos e punho no pré-operatório como um indicador de prognóstico.

Em nosso trabalho, o grau de força dos flexores do punho e dedos MRC grau  $\leq 3$  após o trauma inicial influenciou nos resultados finais. Nestas circunstâncias, não houve recuperação efetiva da flexão do cotovelo em nenhum paciente.

Hentz e Doi<sup>2</sup> citam que o típico paciente com lesão traumática do plexo braquial é o homem jovem envolvido em um acidente de motocicleta. Nestas circunstâncias, comumente apresentam traumatismos crânio encefálicos, torácicos e fraturas do cingulo escapular e coluna cervical associados. Em nosso estudo, 63% das lesões foram causadas por acidentes de motocicleta; três pacientes apresentavam fratura de processos transversos de vértebras cervicais e 1, fratura do côndilo occipital. Estes quatro pacientes apresentaram resultados frustrantes quanto à recuperação da flexão do cotovelo. Observamos que a presença de tais lesões associadas ao traumatismo do plexo braquial pode interferir negativamente sobre os resultados do procedimento de Oberlin. Na literatura avaliada, esta correlação não é citada.

Em nossa casuística apenas três pacientes (15,7%) tinham idade superior a 40 anos, sendo a idade média de 28,7 anos. Na literatura, de 95 pacientes, nove (9,3%) tinham mais de 40 anos de idade e a idade média era 26 anos. Por acometer uma parcela populacional predominantemente jovem, da 2ª a 4ª décadas, e sem doenças sistêmicas degenerativas associadas; não houve interferência da idade sobre os resultados em nossa série e na literatura.<sup>5-12</sup>

O intervalo de tempo entre a injúria e o tratamento cirúrgico interfere significativamente nos resultados. Em nossos pacientes, obtivemos flexão do cotovelo MRC grau 4 em 66,5% dos pacientes operados até seis meses após o trauma, 27,2% entre seis e 12 meses e 0% após 12 meses. Na literatura, 81,8% atingiram flexão do cotovelo MRC grau 4 quando operados até seis meses após o trauma, caindo para 63,4% entre seis e 12 meses e 0% após 12 meses. Segundo nossos dados e da literatura<sup>5,6,11</sup> o procedimento de Oberlin é ineficaz após 12 meses de trauma.

A técnica cirúrgica por nós adotada foi a mesma originalmente descrita por Oberlin: utilizou-se um ou dois fascículos (10%) do nervo ulnar com neurografia término-terminal aos ramos motores do bíceps. Mas algumas modificações foram descritas. Franciosi et al.<sup>6</sup> seccionaram o nervo musculocutâneo quando este emergia da corda lateral e aplicou uma neurografia término-lateral ao nervo ulnar após a abertura de uma janela epineural. Esta modificação envolve uma dissecação proximal mais agressiva com necessidade de tenotomia do peitoral maior para encontrar a origem do nervo MC. Ferraresi et al.<sup>10</sup>, em vários casos de sua série, também utilizou a totalidade do nervo musculocutâneo e foi um pouco mais agressivo na coleta de ramos do nervo ulnar, utilizando até 1/5 da área de secção do nervo. Teboul et al.<sup>11</sup>, utilizou até três fascículos do nervo ulnar em três pacientes. Sungpet et al.<sup>8</sup>, por outro lado, restringiu-se a utilizar um único fascículo para transferência em seu estudo.

A topografia fascicular dos nervos periféricos ao longo de seu trajeto cria uma controvérsia quanto ao modo de seleção dos fascículos para transferência. Nós utilizamos o estimulador de nervos no intuito de identificar os fascículos motores para flexores extrínsecos, especialmente para o FUC. No entanto, em nossa série pudemos identificar uma grande variação de respostas motoras dentro de um espectro contínuo: em uma extremidade, pacientes cujos fascículos quando estimulados contraíam músculos bem definidos e, noutra extremidade, aqueles em que os estímulos eram inconclusivos com contrações difusas de músculos intrínsecos e extrínsecos. Nesta última circunstância a seleção torna-se randomizada.

Segundo Jobe e Wright<sup>19</sup>, os fascículos dos nervos radial, mediano e ulnar dispõem-se como uma rede complexa de fascículos ramificantes que se intercalam constantemente ao longo do nervo, entretanto suas porções distais podem ser dissecadas por longos trajetos sem apresentarem anastomoses. O próprio Oberlin, justificando a utilização randomizada de fascículos em seu trabalho inicial, afirma que ao nível do braço os fascículos do nervo ulnar são mistos (com fibras sensitivas e motoras).<sup>3</sup> Osman et al.<sup>20</sup> num estudo histomorfométrico do nervo ulnar e seus ramos concluíram que o nervo ulnar possui 52% e 48% de fibras sensitivas e motoras respectivamente; e que fascículos para o ramo motor do flexor profundo dos dedos (FPD) representem 9,5% da área de secção do nervo ulnar, sendo pois uma boa opção para transferência e neurotização do ramo motor do bíceps braquial. Sungpet et al.<sup>8</sup> e Ferraresi et al.<sup>10</sup>, por meio de um estimulador de nervos, procuram selecionar fascículos para o flexor ulnar do carpo (FUC). Bertelli e Ghizoni<sup>9</sup>, Teboul et al.<sup>11</sup> e Shahriar-Kamrani et al.<sup>12</sup> utilizam o estimulador de nervos para selecionar fascículos motores de qualquer flexor extrínseco de modo a preservar a inervação dos músculos intrínsecos da mão. Apesar das variações técnicas na seleção dos fascículos, os resultados funcionais e, principalmente, a ausências de déficit do nervo ulnar são similares entre os autores.

Pode-se afirmar que a definição fascicular do nervo ulnar ao longo de seu trajeto no braço deve apresentar uma grande variação entre os indivíduos; alguns possuindo fascículos motores e sensitivos bem diferenciados neste nível e outros vindo a apresentar

esta definição em segmentos mais distais. Observamos que se deve sempre utilizar o estimulador de nervos, mas mediante respostas motoras inconclusivas não se penalizar por proceder de uma maneira aleatória na seleção dos fascículos; pois o modo de seleção dos fascículos não altera os resultados. Em pacientes com fascículos bem definidos e com déficit de C7, preservar os ramos para o FUC pode ser útil visando uma futura transferência tendinosa para restabelecer a extensão ativa dos dedos.

Em nossa série, os primeiros sinais de reinervação surgiram entre dois e seis meses. Observamos em nossos pacientes que a precocidade dos sinais de reinervação também se correlaciona com a recuperação final da força de flexão do cotovelo; pacientes que apresentaram contração do bíceps com força MRC grau  $\geq 1$  até três meses do pós-operatório tinham os melhores resultados a longo prazo. Na literatura os primeiros sinais de reinervação também se manifestaram entre dois e seis meses do pós-operatório, mas os vários autores citados não correlacionam a precocidade das contrações aos resultados finais.

Frey afirma que os resultados de uma neurotização distal ao plexo braquial são superiores aos obtidos por uma reconstrução proximal, porque esta irá prolongar o período de reinervação e resultar em maior atrofia muscular.<sup>21</sup> A proximidade do nervo ulnar da placa motora do bíceps explica a precocidade dos sinais de reinervação após o procedimento de Oberlin. Tal proximidade ainda garante uma neurografia sem tensão, o que elimina a necessidade de enxertos. Em 2001, Merrel et al.<sup>4</sup> em uma metanálise da literatura em língua inglesa avaliam os resultados de 1088 neurotizações em 27 artigos selecionados para determinar os resultados sobre a função do cotovelo e ombro. Em relação à restauração da flexão do cotovelo, 26 estudos com 965 neurotizações foram analisados. Ao todo 71% das neurotizações para o nervo musculocutâneo alcançaram o resultado M3 (Medical Research Council Grading Escala) e 37% eram iguais ou superiores ao grau M4. A utilização dos nervos intercostais (54%) alcançou força  $\geq$  M3 em 72% dos casos, quando o espinal acessório era transferido (39%) a força foi  $\geq$  M3 em 77% dos casos. No entanto quando a neurotização destes dois nervos era realizada sem utilização de enxertos, força M4 foi alcançada respectivamente em 41% e 29% para intercostais e espinais acessório. A utilização do nervo ulnar polpa o nervo acessório para uma neurotização do supraescapular, com o objetivo de estabilizar o ombro; o mesmo ocorrendo com a preservação do peitoral medial que inerva o músculo peitoral maior necessário na manutenção da pinça toraco-braquial.

Em nosso serviço aplicamos a técnica de Oberlin em lesões altas do plexo braquial afetando C5-C6 e C5-C6-C7. Inicialmente indicada nas avulsões traumáticas de C5-C6, a técnica de Oberlin foi naturalmente estendida às avulsões de C5-C6-C7 e, mais recentemente, tem sido aplicada em novas circunstâncias como paralisia obstétrica<sup>13,15,17</sup> e reinervação de transferências musculares livres.<sup>12,21,22</sup> Por apresentar uma recuperação mais previsível, indicamos o procedimento também nas lesões pós-ganglionares associada à reconstrução dos troncos superiores com enxerto; esta conduta também é defendida por Teboul et al.<sup>11</sup> e Shahriar-Kamrani et al.<sup>12</sup> Narakas e Hents<sup>23</sup> recomendam neurotizações às transferências musculares nas lesões precoces, opinião compartilhada por Brandt e Machinnon.<sup>24</sup> As transferências musculares são uma boa opção para lesões tardias nas quais as placas motoras dos flexores do cotovelo já se degeneraram e não responderão satisfatoriamente à neurotização; ou como procedimento de salvação para neurotizações previamente feitas e que falharam. Marshall et al.<sup>25</sup>, em uma revisão das transferências musculares

para a restauração da flexão do cotovelo, concluiu que os melhores procedimentos eram a transferência do grande dorsal e tríceps, mas que os resultados obtidos pelo procedimento de Steindler também são satisfatórios. Segundo este autor seus melhores resultados foram obtidos em pacientes que apresentavam algum grau de recuperação da contração do bíceps.

Atualmente temos indicado a flexorplastia de Steindler como segundo tempo da restauração da flexão funcional do cotovelo nos casos em que o procedimento de Oberlin foi insuficiente. Esta conduta foi defendida por Loy et al.<sup>5</sup> e, mais recentemente, por Teboul et al.<sup>11</sup>; este último indica o procedimento com pelo 12 meses após a neurotização.

Fazendo-se uma síntese de nossos resultados e da análise da literatura, podem-se identificar fatores preditivos. No pré-operatório, e em ordem de importância, citam-se: o intervalo decorrido entre a lesão do plexo e o tratamento cirúrgico; a presença de fraturas associadas da coluna cervical e côndilo occipital; a função residual das raízes de C8-T1 após o trauma e o acometimento da raiz de C7. No pós-operatório, sinais de reinervação devem manifestar-se até três meses, caso contrário esperam-se resultados menos favoráveis. Sendo assim, pacientes com acometimento da raiz de C7; que tenham uma diminuição importante de força dos flexores extrínsecos inervados pelo nervo ulnar; e que foram operados após seis meses de evolução provavelmente não terão uma flexão funcional do cotovelo. Cirurgias tardias, superiores a 12 meses, estão fadadas ao fracasso. De nossos pacientes operados antes de seis meses de

lesão, dois apresentavam fraturas de processos transversos das vértebras cervicais, ipsilaterais ao plexo lesado; se desconsiderados, a taxa de sucesso que alcançamos neste grupo alcança 100% para recuperação da flexão do cotovelo MRC grau 4. Quanto a este último fator prognóstico, nossa casuística não é significativa e futuros estudos são necessários.

## CONCLUSÃO

A partir da revisão sistemática da literatura nota-se que os resultados obtidos pela técnica de Oberlin são muito variáveis e nem sempre bons. Entretanto, com base na avaliação crítica da série de 19 casos de reconstrução do plexo braquial operados no IOT, e da análise da literatura, utilizando-se a técnica de Oberlin, verificou-se por sua baixa morbidade ser uma boa opção para restauração da flexão ativa do cotovelo nas lesões altas do plexo braquial, pré e pós-ganglionares. Observaram-se que os resultados da cirurgia de neurotização do ulnar ao musculocutâneo são dependentes: do intervalo decorrido entre a lesão do plexo e o tratamento cirúrgico, da presença de fraturas associadas da coluna cervical e do côndilo occipital, da função residual das raízes de C8-T1 após o trauma e do acometimento da raiz de C7. Sinais de reinervação manifestados até três meses no pós-cirúrgico mostram melhores resultados ao longo prazo. Resultados desfavoráveis podem ser melhorados posteriormente com transferências musculares, especialmente o procedimento de Steindler. Atenção aos fatores preditivos podem criar expectativas mais realistas.

## REFERÊNCIAS

- Flores LP. [Epidemiological study of the traumatic brachial plexus injuries in adults]. *Arq Neuropsiquiatr*. 2006;64(1):88-94.
- Hentz VR, Dó K. Traumatic brachial plexus injury. In: Green D, Hotchkiss R, Pederson W. *Green's operative hand surgery*. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2005. p. 1319-71.
- Oberlin C, Béal D, Leechavengvongs S, Salon A, Dauge MC, Sarcy JJ. Nerve transfer to biceps muscle using a part of ulnar nerve for C5-C6 avulsion of the brachial plexus: anatomical study and report of four cases. *J Hand Surg Am*. 1994;19(2):232-7.
- Merrell GA, Barrie KA, Katz DL, Wolfe SW. Results of nerve transfer techniques for restoration of shoulder and elbow function in the context of a meta-analysis of the English literature. *J Hand Surg Am*. 2001;26(2):303-14.
- Loy S, Bhatia A, Asfazadourian H, Oberlin C. [Ulnar nerve fascicle transfer onto the biceps muscle nerve in C5-C6 or C5-C6-C7 avulsions of the brachial plexus. Eighteen cases]. *Ann Chir Main Memb Super*. 1997;16(4):275-84.
- Franciosi LF, Modesti C, Mueller SF. Neurotization of the biceps muscle by end-to-side neurorrhaphy between ulnar and musculocutaneous nerves. A series of five cases. *Chir Main*. 1998;17(4):362-7.
- Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpaiojkit C, Thuvassethakul P, Ketmalasiri W. Nerve transfer to biceps muscle using a part of the ulnar nerve in brachial plexus injury (upper arm type): a report of 32 cases. *J Hand Surg Am*. 1998;23(4):711-6.
- Sungpet A, Suphachattong C, Kawinwonggowit V, Patradul A. Transfer of a single fascicle from the ulnar nerve to the biceps muscle after avulsions of upper roots of the brachial plexus. *J Hand Surg Br*. 2000;25(4):325-8.
- Bertelli JA, Ghizoni MF. Reconstruction of C5 and C6 brachial plexus avulsion injury by multiple nerve transfers: spinal accessory to suprascapular, ulnar fascicles to biceps branch, and triceps long or lateral head branch to axillary nerve. *J Hand Surg Am*. 2004;29(1):131-9.
- Ferraresi S, Garozzo D, Buffatti P. Reinnervation of the biceps in C5-7 brachial plexus avulsion injuries: results after distal bypass surgery. *Neurosurg Focus*. 2004;16(5):E6.
- Teboul F, Kakkar R, Ameur N, Beaulieu JY, Oberlin C. Transfer of fascicles from the ulnar nerve to the nerve to the biceps in the treatment of upper brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(7):1485-90.
- Shahriar-Kamrani R, Jafari SM, Guiti MR. The results of using a part of ulnar nerve for restoration of elbow flexion in patients with upper brachial plexus injury. *Acta Med Iranica*. 2005;43(3):204-8.
- Al-Qattan MM. Oberlin's ulnar nerve transfer to the biceps nerve in Erb's birth palsy. *Plast Reconstr Surg*. 2002;109(1):405-7.
- Tung TH, Novak CB, Mackinnon SE. Nerve transfers to the biceps and brachialis branches to improve elbow flexion strength after brachial plexus injuries. *J Neurosurg*. 2003;98(2):313-8.
- Noaman HH, Shih AE, Bahm J. Oberlin's ulnar nerve transfer to the biceps motor nerve in obstetric brachial plexus palsy: indications, and good and bad results. *Microsurgery*. 2004;24(3):182-7.
- Bhandari PS, Sadhotra LP, Bhargava P, Bath AS, Singh P, Mukherjee MK. Microsurgical reconstruction for devastating brachial plexus injuries. *Indian J Neurotrauma*. 2005;2(1):35-9.
- Shigematsu K, Yajima H, Kobata Y, Kawamura K, Maegawa N, Takakura Y. Oberlin partial ulnar nerve transfer for restoration in obstetric brachial plexus palsy of a newborn: case report. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj*. 2006;1:3.
- Hiermer R, Berger A. Options and results of neurotization of the musculocutaneous nerve in posttraumatic brachial plexus lesions of the adult. *J Hand Surg Am*. 2006;31(Suppl 1):27.
- Jobe MT, Wright PE. *Peripheral Nerve Injuries*. In: Canale ST, editor. *Campbell's operative orthopaedics*. 9th ed. St Louis: Mosby; 1998. p. 3827-87.
- Osman N, Bhatia A, Cadot B, Geffroy MC, Ledroux D, Oberlin C. Histomorphometry of the ulnar nerve and of its branches. *Surg Radiol Anat*. 1998;20(6):409-11.
- Frey M. Avulsion injuries to the brachial plexus and the value of motor reinnervation by ipsilateral nerve transfer. *J Hand Surg Br*. 2000;25(4):323-4.
- Hattori Y, Doi K, Baliarsing AS. A part of the ulnar nerve as an alternative donor nerve for functioning free muscle transfer: a case report. *J Hand Surg Am*. 2002;27(1):150-3.
- Narakas AO, Hentz VR. Neurotization in brachial plexus injuries. Indication and results. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;(237):43-56.
- Brandt KE, Mackinnon SE. A technique for maximizing biceps recovery in brachial plexus reconstruction. *J Hand Surg Am*. 1993;18(4):726-33.
- Marshall RW, Williams DH, Birch R, Bonney G. Operations to restore elbow flexion after brachial plexus injuries. *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70(4):577-82.