

## **Função pulmonar e força de bíceps braquial após transferência do nervo frênico ou intercostal em lesões do plexo braquial: revisão sistemática**

**Pulmonary function and biceps brachial strength after phrenic or intercostal nerve transfer in brachial plexus injuries: systematic review**

**Función pulmonar y fuerza bíceps braquial después de la transferencia del nervio frénico o intercostal en lesiones del plexo braquial: revisión sistemática**

Recebido: 11/04/2022 | Revisado: 21/04/2022 | Aceito: 22/04/2022 | Publicado: 26/04/2022

**Alexa Alves de Moraes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6882-3773>  
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
E-mail: [alvesdea@tcd.ie](mailto:alvesdea@tcd.ie)

**Helen Kerlen Bastos Fuzari**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8563-929X>  
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
E-mail: [helen.fisio@uol.com.br](mailto:helen.fisio@uol.com.br)

**Fernando Henrique Moraes de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1508-7551>  
Hospital da Restauração de Pernambuco, Brasil  
E-mail: [fhneuro@gmail.com](mailto:fhneuro@gmail.com)

**Palloma Gabryela de Souza Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3746-981X>  
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
E-mail: [pallomagabryela@hotmail.com](mailto:pallomagabryela@hotmail.com)

**Gleison Silva Moraes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3971-1489>  
Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
E-mail: [gleison.morais@ufv.br](mailto:gleison.morais@ufv.br)

**Thiago de Souza Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1692-8183>  
Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
E-mail: [thiago.d.silva@ufv.br](mailto:thiago.d.silva@ufv.br)

**Francielle de Assis Arantes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8815-0131>  
Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
E-mail: [franciellearantes@gmail.com](mailto:franciellearantes@gmail.com)

**Daniella Araújo de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6013-978X>  
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
E-mail: [daniella.aoliveira@ufpe.br](mailto:daniella.aoliveira@ufpe.br)

### **Resumo**

**Introdução:** Embora existam evidências de que as transferências de nervos intercostais (TIM) ou frênico (TFM) para o musculocutâneo, após lesões traumáticas de plexo braquial (LTPB), possam promover declínios da função pulmonar, não há um consenso sobre qual das técnicas é mais eficaz para a recuperação funcional bicipital promovendo menores danos à função pulmonar. **Objetivo:** Comparar a função pulmonar de pacientes submetidos à TIM ou TFM após LTPB. **Metodologia:** As buscas foram realizadas nas bases de dados *MEDLINE/PubMed*, *LILACS*, *CINAHL*, *Scopus*, *SciELO*, *The Cochrane Library*, *Web of Science* e Banco de Teses e Dissertações. Palavras-chave utilizadas foram plexo braquial, transferência de nervo, nervo frênico, nervos intercostais, função pulmonar e espirometria. Foram incluídos estudos observacionais que apresentassem dados de função pulmonar, dispneia, amplitude de movimento e força muscular para flexão de cotovelo em indivíduos com LTPB. A qualidade metodológica dos estudos foi analisada por meio da *Newcastle-Ottawa Scale*. **Resultados:** Foram identificados 14.104 estudos, dos quais sete foram incluídos nesta revisão. Dois estudos apresentaram resultados favoráveis à TIM no tocante à função pulmonar e seis estudos apresentaram indícios de melhor recuperação funcional bicipital por meio desta técnica. Os artigos apresentaram qualidade metodológica moderada. **Conclusão:** Embora a TIM apresente indícios de ser menos danosa para a função pulmonar e mais eficaz para a recuperação da força muscular do bíceps braquial em relação à TFM, necessita-se de estudos com melhor qualidade metodológica e que leve em consideração a experiência e escolha do cirurgião.

**Palavras-chave:** Plexo Braquial; Transferência de nervo; Nervo frênico; Nervos intercostais; Função pulmonar; Espirometria; Ensino.

### Abstract

**Introduction:** Although there is evidence that transfers of intercostal (TIM) or phrenic (TFM) nerves to the musculocutaneous after traumatic brachial plexus injuries (LTPB) can promote declines in lung function, there is no consensus on which technique is best. more effective for biceps functional recovery, promoting less damage to lung function. **Objective:** To compare the pulmonary function of patients undergoing TIM or TFM after LTPB. **Methodology:** The searches were carried out in the MEDLINE/PubMed, LILACS, CINAHL, Scopus, Scielo, The Cochrane Librabry, Web of Science and Bank of Theses and Dissertations databases. **Keywords used** were brachial plexus, nerve transfer, phrenic nerve, intercostal nerves, pulmonary function and spirometry. **Observational studies** that presented data on pulmonary function, dyspnea, range of motion and muscle strength for elbow flexion in individuals with LTBP were included. The methodological quality of the studies was analyzed using the Newcastle-Ottawa Scale. **Results:** 14,104 studies were identified, of which seven were included in this review. Two studies showed favorable results for TIM in terms of lung function and six studies showed evidence of better bicipital functional recovery using this technique. The articles showed moderate methodological quality. **Conclusion:** Although TIM shows signs of being less harmful to pulmonary function and more effective for the recovery of muscle strength of the biceps brachii in relation to TFM, there is a need for studies with better methodological quality and that take into account experience and choice. of the surgeon.

**Keywords:** Brachial Plexus; Nerve transfer; Phrenic nerve; Intercostal nerves; Pulmonary function; Spirometry; Teaching.

### Resumen

**Introducción:** Aunque existe evidencia de que las transferencias de los nervios intercostales (TIM) o frénicos (TFM) al musculocutáneo después de lesiones traumáticas del plexo braquial (LTPB) pueden promover la disminución de la función pulmonar, no hay consenso sobre qué técnica es mejor más efectiva para recuperación funcional del bíceps, favoreciendo un menor daño a la función pulmonar. **Objetivo:** Comparar la función pulmonar de pacientes sometidos a TIM o TFM después de LTPB. **Metodología:** Las búsquedas se realizaron en las bases de datos MEDLINE/PubMed, LILACS, CINAHL, Scopus, Scielo, The Cochrane Librabry, Web of Science y Bank of Theses and Dissertations. Las palabras clave utilizadas fueron plexo braquial, transferencia nerviosa, nervio frénico, nervios intercostales, función pulmonar y espirometría. Se incluyeron estudios observacionales que presentaron datos sobre la función pulmonar, la disnea, el rango de movimiento y la fuerza muscular para la flexión del codo en individuos con LTBP. La calidad metodológica de los estudios se analizó mediante la Escala de Newcastle-Ottawa. **Resultados:** se identificaron 14.104 estudios, de los cuales siete se incluyeron en esta revisión. Dos estudios mostraron resultados favorables para la TIM en términos de función pulmonar y seis estudios mostraron evidencia de una mejor recuperación funcional bicipital con esta técnica. Los artículos mostraron calidad metodológica moderada. **Conclusión:** Aunque TIM muestra signos de ser menos perjudicial para la función pulmonar y más eficaz para la recuperación de la fuerza muscular del bíceps braquial en relación con TFM, existe la necesidad de estudios con mejor calidad metodológica y que tengan en cuenta la experiencia y la elección. del cirujano.

**Palabras clave:** Plexo braquial; Transferencia nerviosa; Nervio frénico; Nervios intercostales; Función pulmonar; Espirometría; Enseñanza.

## 1.Introdução

As lesões traumáticas do plexo braquial (LTPB) perfazem cerca de 20% das lesões do sistema nervoso periférico, afetando, principalmente, adultos jovens do sexo masculino, envolvidos em acidentes de trânsito (Coelho et al., 2015). As consequências deste acometimento variam desde *déficits* motores e sensoriais até limitação funcional e sintomas depressivos, desencadeando também prejuízos para a sociedade, uma vez que esses indivíduos geralmente necessitam de aposentadoria precocemente (Moraes et al., 2015; Franzblau & Chung, 2015).

Dentre os tratamentos cirúrgicos para LTPB, a epineurólise e o enxerto nervoso são opções frequentemente empregadas, especialmente em casos de lesões por estiramento (Midhai, 2004). Todavia, em casos de avulsão radicular, em que o coto proximal não está disponível para reconstrução, as transferências nervosas são as opções de escolha (Cardoso et al., 2016). Sendo assim, e considerando a importância da recuperação funcional do bíceps nesses pacientes, as transferências dos nervos frênico ou intercostal para o musculocutâneo são técnicas bem estabelecidas na literatura (Chalidapong et al., 2004; Doi et al., 2021; Lara et al., 2020).

Embora pacientes submetidos a uma dessas técnicas apresentem, níveis satisfatórios de recuperação da função bicipital (Coelho et al., 2015; Cardoso et al., 2016; Krakauer & Wood, 1994), estudos prévios reportaram redução da função pulmonar (Luedemann et al., 2002; Krakauer e Wood, 1994; Chalidapong et al., 2004; Bao et al., 2021).

Nesse contexto, dado que não há consenso na literatura acerca de qual técnica é a mais eficaz para a recuperação da função bicipital e que promova menor dano na função respiratória, a escolha do nervo doador baseia-se principalmente na experiência do cirurgião (Cardoso et al., 2016). Sendo assim, esta revisão sistemática tem como objetivo avaliar a função pulmonar de pacientes submetidos à transferência do nervo frênico (TFM) e intercostal (TIM) para o nervo musculocutâneo após LTPB.

## 2. Metodologia

Previamente ao início das buscas, o protocolo desta revisão foi registrado na plataforma *International Prospective Register for Systematic Reviews* (PROSPERO), sob o número de registro CRD42019142051.

### *Estratégias de busca e bases de dados*

Dois revisores independentes realizaram a busca nas seguintes bases de dados: *MEDLINE/PubMed*, Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), Scopus, Scielo, *The Cochrane Library*, *Web of Science* e Banco de Teses e Dissertações (BCTD). Além disso, a literatura cinza e as referências dos estudos selecionados foram consultadas ao final.

A busca utilizou termos do *Medical Subject Headings* (*MeSh*) para a base de dados *MEDLINE/PubMed*; Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) para estratégia de busca nas bases de dados LILACS, Scielo e BCTD; Descritores CINAHL e palavras-chave para a base de dados CINAHL; além de palavras-chave para o Scopus, *The Cochrane Library* e *Web of Science* (Quadros 1 e 2).

**Quadro 1:** Descritores e palavras-chave utilizados nas estratégias de buscas.

<b>Numeração do descritor ou palavra-chave</b>	<b><i>MEDLINE/ Pubmed</i> (Descritores MeSH)</b>	<b>LILACS, Scielo e BCTD (Descritores DeCS e palavras-chave)</b>	<b>CINAHL (Descritores CINAHL e palavras-chave)</b>	<b>Scopus, <i>The Cochrane Library</i> e <i>Web of Science</i> (Palavras-chave)</b>
#1	Brachial plexus	Plexo braquial	Brachial plexus	Brachial plexus
#2	Nerve transfer	Transferência de nervo	*Nerve transfer	Nerve transfer
#3	Phrenic nerve	Nervo frênico	Phrenic nerve	Phrenic nerve
#4	Intercostal nerve	Nervos intercostais	Intercostal nerves	Intercostal nerve
#5	Pulmonary function	*Função pulmonar	*Pulmonary function	Pulmonary function
#6	Spirometry	Espirometria	Spirometry	Spirometry
#7	Cohort studies	Estudos de coortes	Cohort studies	Cohort studies
#8	Longitudinal studies	Estudos longitudinais	Longitudinal studies	Longitudinal studies
#9	Prospective studies	Estudos retrospectivos	Prospective studies	Prospective studies
#10	Retrospective studies	Estudos prospectivos	Retrospective studies	Retrospective studies

(\*) Palavras-chave. Fonte: Arquivo do pesquisador principal.

**Quadro 2:** Estratégias de busca.

Estratégias de busca		
#1 AND #2 AND #3	#3 AND #4 AND #6	#1 AND #9
#1 AND #2 AND #4	#3 AND #4 AND #7	#1 AND #10
#1 AND #2 AND #5	#3 AND #4 AND #8	#2 AND #1
#1 AND #2 AND #6	#3 AND #4 AND #9	#2 AND #3
#1 AND #2 AND #7	#3 AND #4 AND #10	#2 AND #4
#1 AND #2 AND #8	#1 AND #3	#2 AND #5
#1 AND #2 AND #9	#1 AND #4	#2 AND #6
#1 AND #2 AND #10	#1 AND #5	#2 AND #7
#3 AND #4 AND #1	#1 AND #6	#2 AND #8
#3 AND #4 AND #2	#1 AND #7	#2 AND #9
#3 AND #4 AND #5	#1 AND #8	#2 AND #10

Fonte: Arquivo do pesquisador principal.

Os termos utilizados nas estratégias de pesquisa foram: plexo braquial, transferência de nervo, nervo frênico, nervos intercostais, função pulmonar, espirometria, estudos de coortes, estudos longitudinais, estudos retrospectivos e estudos prospectivos.

#### ***Variáveis de desfechos***

O desfecho primário de interesse desta revisão foi a função pulmonar mensurada através da espirometria, com as seguintes variáveis: capacidade vital forçada (CVF) (L); Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) (L); Relação VEF<sub>1</sub>/CVF (%); e pico de fluxo expiratório (PFE) (L/min). Os desfechos secundários, por sua vez, foram força muscular de bíceps braquial (avaliada por dinamometria ou por escalas de força muscular, tais como a Escala de *Oxford* e a *Medical Research Council* (MRC)), amplitude de movimento (ADM) para flexão de cotovelo (mensurada por meio de goniometria) e presença de dispneia (que pode ser relatada pelo próprio paciente ou mensurada por meio da Escala de Dispneia MRC Modificada).

#### ***Crítérios de elegibilidade***

Foram incluídos estudos observacionais que avaliassem comparativamente os desfechos de interesse em pacientes submetidos à transferência nervosa frênica ou intercostal para o nervo musculocutâneo após LTPB. Não houve restrições quanto ao idioma, data ou periódico de publicação. Os critérios de exclusão foram estudos que incluíram modelos animais; combinação de duas técnicas distintas de transferência nervosa em um mesmo paciente e indivíduos com paralisia braquial obstétrica

#### ***Seleção dos estudos***

Os títulos dos estudos identificados foram inseridos no *software Microsoft Office Excel* (versão 2013) para triagem. Este procedimento de triagem foi realizado nas seguintes etapas: seleção dos estudos pelo título; os artigos selecionados

tiveram seus resumos lidos, de modo que aqueles que se enquadraram nos critérios de elegibilidade passaram para a próxima etapa; o texto completo dos estudos selecionados na etapa anterior foi lido, de modo que a seleção dos artigos efetivamente considerados para a revisão ocorreu; os dois revisores conciliaram seus resultados de pesquisa. Em caso de discordância entre os dois pesquisadores, um terceiro revisor seria convocado. Após a busca, foram checadas, ainda, as referências dos artigos selecionados, a fim de que estudos possivelmente não identificados pelas buscas prévias também fossem analisados. Os resultados deste processo foram documentados por meio de um fluxograma *PRISMA* (Moher et al., 2009).

#### ***Extração de dados e avaliação da qualidade das evidências***

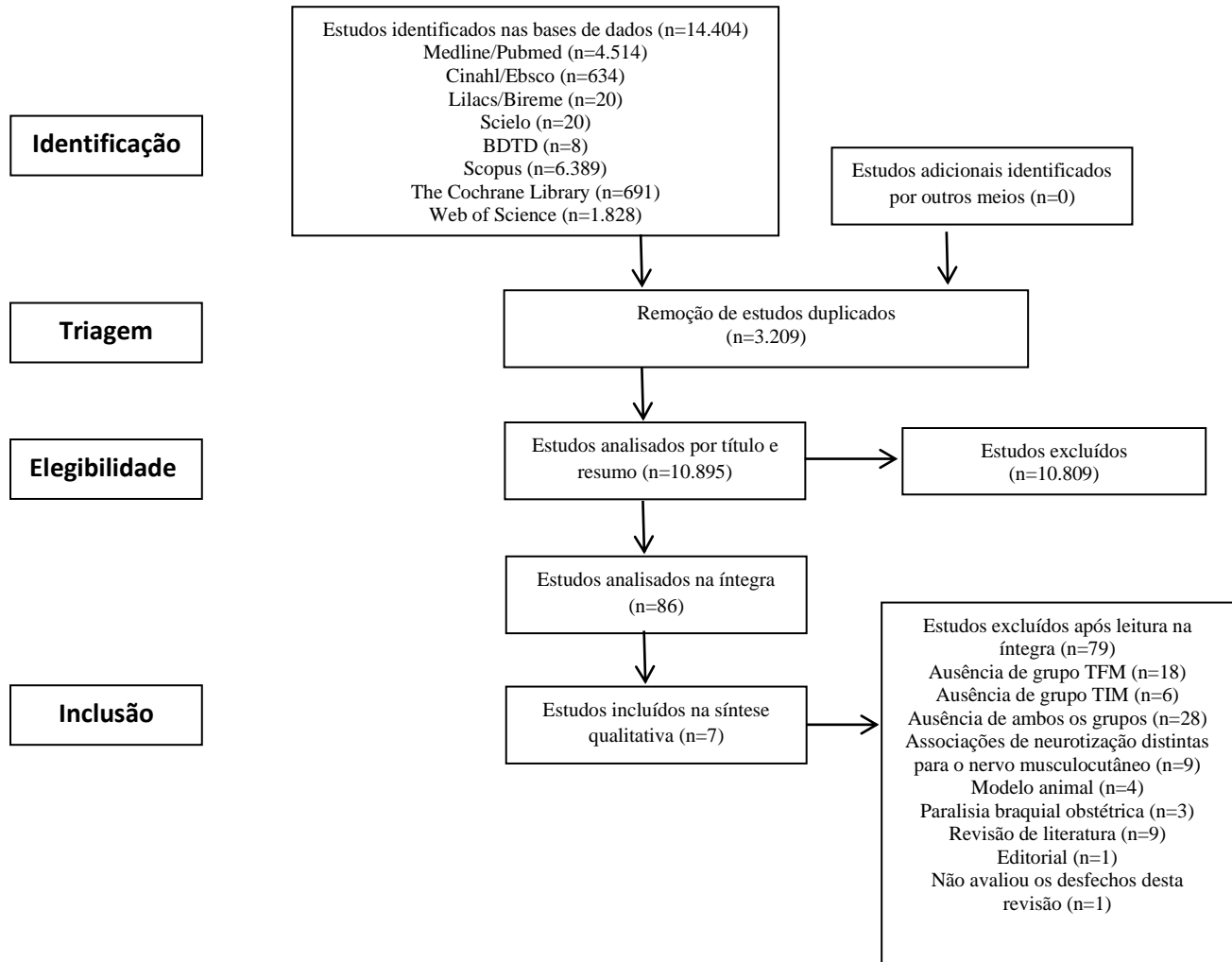
Os dados foram extraídos e por dois revisores de forma independente, e foram armazenados em tabelas. Em seguida, realizou-se a avaliação da qualidade metodológica dos estudos, utilizando-se a Escala de *Newcastle-Ottawa (NOS)*, que avaliou três domínios distintos: seleção dos grupos de estudo; comparabilidade dos grupos e averiguação da exposição ou desfecho de interesse (Wells, Shea e O'Connell, 2001).

### **3. Resultados**

#### ***Seleção dos estudos***

As buscas nas bases de dados resultaram em 14.104 estudos e, após a triagem de títulos e resumos, 86 artigos foram selecionados para leitura na íntegra e confronto com os critérios de elegibilidade. Destes, 79 foram excluídos pelas seguintes razões: ausência de grupo que realizou a transferência nervosa frênico-musculocutâneo (n = 18), ausência de grupo que realizou a transferência nervosa intercostal-musculocutâneo (n = 6), ausência de ambos os grupos de interesse da presente revisão (n = 28), associação de técnicas de neurotização distintas em um mesmo paciente (n = 9) – por exemplo, combinação entre as transferências nervosas intercostal-axilar e acessório-supraescapular –, estudos envolvendo modelos animais (n = 4), inclusão de pacientes com paralisia braquial obstétrica (n = 4), revisões de literatura (n = 9) e editorial (n = 1). Ao final, foram incluídos, portanto, sete artigos (Bhandare et al., 2009; El-Gammal e Fathi, 2002; Gao et al., 2018; Gonzalez et al., 1997; Chalidapong et al., 2004; Songcharoen, 1995; Vekris et al., 2006) (Figura 1).

**Figura 1** - Fluxograma de seleção dos estudos de acordo com o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis* (PRISMA), 1954-2017.



Fonte: Arquivo do pesquisador principal.

### **Características dos estudos selecionados**

Os estudos selecionados tiveram os seguintes dados extraídos: autores do estudo; ano de publicação; características dos participantes envolvidos (número de participantes, sexo, média de idade em anos, e descrição dos grupos); medidas de função pulmonar e força muscular para o movimento de flexão de cotovelo, nos tempos pré e pós-cirúrgicos (Tabela 1).

**Tabela 1 - Características dos estudos selecionados.**

<b>Autores (ano)</b>	<b>Amostra N<sub>total</sub> (M/F)</b>	<b>Número de participantes dos grupos TIM e TFM</b>	<b>Intervenção e pós-operatório</b>	<b>Desfechos (instrumento)</b>
SONGCHAROEN, (1995)	N <sub>total</sub> = 520 (436/34) Idade = 23 ± NE	TFM = 5 TIM = 21	TLC: 6h a 36 meses. No grupo TIM, utilizaram-se os 3º e 4º nervos intercostais. PO: Imobilização por 4 semanas e eletroestimulação neuromuscular. Follow up: mínimo de 2 anos.	Força muscular (MRC)
GONZÁLEZ et al. (1997)	N <sub>total</sub> = 19 (18/1) Idade = 23,2 ± NE	TFM = 13 TIM = 4	TLC: 3 a 11 meses. No grupo TIM, utilizaram-se os 3º e 4º nervos intercostais. PO: Não descrito. Follow up: mínimo de 2 anos.	Força muscular (MRC)
EL-GAMMAL; FATHI (2002)	N <sub>total</sub> = 32 (32/0) Idade TFM = 22 ± NE; Idade TIM = 27 ± NE	TFM = 3 TIM = 20	TLC: TFM = 4,2 meses; TIM = 4,9 meses. No grupo TIM, utilizaram-se os 3º, 4º e 5º nervos intercostais. PO: Imobilização por 4 semanas e eletroestimulação neuromuscular. Follow up (tempo médio): TFM = 28 meses; TIM = 29 meses.	Força muscular (MRC)
CHALIDAPONG et al. (2004)	N <sub>total</sub> = 36 (33/3) Idade TFM = 25 ± 7; Idade TIM = 25 ± 8	TFM = 17 TIM = 19	TLC: < 6 meses. No grupo TIM, utilizaram-se os 3º e 4º nervos intercostais. PO não especificado. Follow up: 12 meses.	Força muscular (MRC) e Função pulmonar (espirometria)
VEKRIS et al. (2006)	N <sub>total</sub> = 51 (NE) Idade = 24,6 ± NE	TFM = 6 TIM = 3	TLC: 6 meses. No grupo TIM, utilizaram-se os 5º, 6º e 7º nervos intercostais. PO: Imobilização 6 semanas, cinesioterapia passiva e estimulação elétrica neuromuscular por 20 minutos, cinco vezes ao dia. Follow up: 18 a 24 meses.	Força muscular (MRC) – versão modificada pelos autores)
BHANDARI et al. (2009)	N <sub>total</sub> = 20 (20/0) Idade = 25,7 ± NE	TFM = 1 TIM = 4	TLC: 4,2 meses. No grupo TIM, utilizaram-se os 3º e 4º nervos intercostais. PO: Imobilização por 3 semanas, cinesioterapia passiva e estimulação elétrica neuromuscular até que os músculos paralisados atingissem grau de força M3. Follow up: 18 a 37 meses.	Força muscular (MRC) e Função pulmonar (NE)
GAO et al. (2018)	N <sub>total</sub> = 73 (NE) Idade = NE	TIM = 17 TFM = 19	TLC: NE; No grupo TIM, utilizaram-se entre 2 e 3 nervos intercostais. PO: membro superior imobilizado por 4 semanas. Tratamento fisioterapêutico iniciado na 5ª semana PO. Follow up: > 3 anos.	Força muscular (MRC)

Observação: Idade apresentada em média de anos ± desvio padrão. Legenda: F = Feminino; M = Masculino; N<sub>total</sub> = Número total de participantes do estudo, incluindo outros grupos não-analisados nesta revisão sistemática; MRC = Escala de avaliação de força muscular (*Medical Research Council*); NE = Não-especificado; PO = Período pós-operatório; TIM = Ttransferência intercostal-musculocutâneo; TFM = Transferência frênico-musculocutâneo; TLC = Tempo entre lesão e cirurgia. Fonte: Dados da pesquisa, 2019. Fonte: Arquivo do pesquisador principal

Dentre os artigos selecionados, identificou-se um estudo de coorte retrospectivo (Gao et al., 2018) e seis coortes prospectivos (Bhandari et al., 2009; El-Gammal & Fathi, 2002; Gonzalez et al., 1997; Chalidapong et al., 2004; Songcharoen, 1995; Vekris et al., 2006). Os países de publicação, por sua vez, foram: Tailândia (Chalidapong et al., 2004; Songcharoen, 1995), Cuba (Gonzalez et al., 1997), Egito (El-Gammal & Fathi, 2002), Grécia (Vekris et al., 2006), Índia (Bhandari et al., 2009) e China (Gao et al., 2018).

No que concerne aos desfechos de interesse desta revisão, três estudos reportaram dados referentes à função pulmonar (Bhandari et al., 2009; Chalidapong et al., 2004; Gonzalez et al., 1997) e os sete avaliaram força muscular do músculo bíceps braquial (Bhandari et al., 2009; El-Gammal & Fathi, 2002; Gao et al., 2018; Gonzalez et al., 1997; Chalidapong et al., 2004; Songcharoen, 1995; Vekris et al., 2006) (Tabela 2). Os dados faltantes nos artigos foram solicitados por e-mail aos autores, todavia, não obtivemos respostas.



**Tabela 2** - Descrição dos desfechos.

Primeiro autor (ano)	Força muscular pós-operatória % (n)		Função pulmonar		Efeitos adversos
	a. TFM	b. TIM	a. TFM	b. TIM	
Songcharoen (1995)	Grau ≥ 3 = 75 (9); Grau 2-1 = 25 (3); Grau 0 = 0 (0)	Grau ≥ 3 = 64,7 (11); Grau 2-1 = 23,5 (4); Grau 0 = 11,8 (2)	NA		NR
Gonzalez et al., (1997)	Grau < 3 = 46,2 (6); Grau 3 = 30,8 (4); Grau > 3 = 23 (3)	Grau < 3 = 50 (2); Grau 3 = 25 (1); Grau > 3 = 25 (1)	Um paciente avaliado do grupo TFM não apresentou alterações na função pulmonar após a cirurgia.		TIM = Contração do bíceps associada à tosse e aos movimentos respiratórios entre 7 a 10 meses PO, desaparecendo após um ano PO.
El-Gammal; Fathi (2002)	Grau ≤ 2 = 15 (3); Grau 3 ou 3+ = 40 (8); Grau ≥ 4 = 45 (9)	Grau ≥ 4 = 100 (3)	NA		NR
Chalidapong et al., (2004)	Grau 0 = 23,5 (4) Grau 1 = 17,7 (3) Grau 2 = 29,4 (5) Grau 3 = 29,4 (5) Grau 4 = 0 (0)	Grau 0 = 0 (0) Grau 1 = 21,1 (4) Grau 2 = 26,3 (5) Grau 3 = 36,8 (7) Grau 4 = 15,8 (3)	<b>PO 12 meses:</b> CVF = 6 ± 5; VEF1 = 6 ± 7; VC = 14 ± 19.	<b>PO 12 meses:</b> CVF = -2 ± 3; VEF1 = -1 ± 4; VC = 1 ± 10.	TIM = Contração do bíceps associada à respiração no período de 1 ano pós-operatórios, desaparecendo após um ano PO.
Vekris et al., (2006)	M3+ ou mais = 100 (6);	M2+ ou M3- = 100 (3).	NA		NR
Bhandari et al., (2009)	Grau 3+ = 100 (1)	Grau 3 = 25 (1); Grau 3+ = 50 (2) Grau 4 = 25 (1)	O grupo TIM não apresentou alteração de função pulmonar.		O grupo TFM apresentou paralisia ipsilateral diafragmática assintomática.
Gao et al., (2018)	Grau ≥ 3 = 84,2 (16) Grau < 3 = 15,8 (3)	Grau ≥ 3 = 76,5 (13) Grau < 3 = 23,5 (4)	NA		NR

Legenda: ADM = Amplitude de movimento para flexão do cotovelo; CVF = Capacidade vital forçada em % da diferença pré-pós operatória ± DP; DP = Desvio-padrão; NA = Não-avaliado; NR = Não-reportado; PO: pós-operatório; TIM = Transferência intercostal-musculocutâneo; TFM = Transferência frênico-musculocutâneo; VEF1 = Volume expiratório forçado no 1<sup>a</sup> segundo em % da diferença pré-pós operatória ± DP; VC = Volume corrente em % da diferença pré-pós operatória ± DP. Fonte: Dados da pesquisa, 2019. Fonte: Arquivo do pesquisador principal

### Análise da qualidade metodológica dos estudos

A análise da qualidade metodológica para estudos de coorte encontra-se na Tabela 3.



**Tabela 3** - Avaliação da qualidade metodológica dos estudos pela escala *Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale* para estudos de Coorte.

Autor (ano)	Seleção				Comparação	Desfecho		
	1	2	3	4		5	6	7
Songcharoen (1995)	B*	A*	A*	B	A*	A*	A*	C
González et al., (1997)	B*	A*	A*	B	A*	A*	A*	A*
El-Gammal; Fathi (2002)	B*	A*	A*	B	A*	A*	A*	A*
Chalidapong et al., (2004)	B*	A*	A*	A*	A*B*	A*	A*	B*
Vekris et al., (2006)	B*	A*	A*	B	A*	A*	A*	C
Bhandari et al., (2009)	B*	A*	A*	B	A*	A*	A*	A*
Gao et al., (2018)	B*	A*	A*	B	A*	A*	A*	C
<b>1. Seleção</b>	<b>Comparação</b>				<b>Desfecho</b>			
<b>Representatividade da coorte exposta.</b>	5. Comparabilidade da coorte baseada no desenho e análise.				6. Determinação do desfecho			
a. Verdadeiramente representativa da média na comunidade ( $\geq 75\%$ ) considerando-se sexo e idade *	a. Controles do estudo para pelo menos um dos seguintes fatores: função pulmonar, força muscular do bíceps braquial, presença de dispneia, ou amplitude de movimento para flexão do cotovelo *				a. Confirmação por registros seguros (registros médicos ou cirúrgicos)*			
b. Parcialmente representativa *	b. Controles do estudo para dois ou mais dos fatores elencados anteriormente *				b. Registro acoplado *			
c. Grupo selecionado de usuários					c. Auto-relato			
d. Não há descrição de derivação da coorte					d. Sem descrição			
<b>2. Seleção da coorte não-exposta.</b>					7. O seguimento foi suficiente para a ocorrência dos desfechos?			
a. Advinda da mesma comunidade que a coorte exposta *					a. Sim (mínimo de 1 ano) *			
b. Selecionada a partir de uma fonte diferente					b. Não			
c. Não há descrição de derivação da coorte não-exposta								
<b>3. Determinação da exposição</b>					8. Adequação de acompanhamento das coortes			
a. Registro seguro (exemplo: registros cirúrgicos) *					a. Seguimento completo – todos os indivíduos *			
b. Entrevistas estruturadas *					b. Perdas de seguimento com improvável introdução de viés – pequeno número perdido: $\leq 10\%$ *			
c. Auto-relato escrito					c. Taxa de <i>follow up</i> $< 90\%$ e ausência de descrição das perdas			
d. Sem descrição					d. Sem descrição das perdas			
<b>4. Demonstração que o desfecho de interesse não estava presente no início do estudo.</b>								
a. Sim *								
b. Não								

Fonte: Autores.

Todos os artigos apresentaram amostras representativas, e cada estudo recrutou participantes de um único serviço hospitalar (Bhandari et al., 2009; El-Gammal & Fathi, 2002; Gao et al., 2018; Gonzalez et al., 1997; Chalidapong et al., 2004; Songcharoen, 1995; Vekris et al., 2006). A seleção da coorte-não exposta, bem como a determinação da exposição receberam nota máxima em todos os estudos (Bhandari et al., 2009; El-Gammal & Fathi, 2002; Gao et al., 2018; Gonzalez et al., 1997; Chalidapong et al., 2004; Songcharoen, 1995; Vekris et al., 2006). O estudo de Chalidapong et al., (2004) reportou os desfechos de interesse no período pré-operatório, os quais se mostraram sem alterações funcionais, além de ter sido o estudo a receber nota máxima no quesito comparabilidade, por apresentar controles em pelo menos dois desfechos.

Os sete estudos apresentavam avaliação do desfecho de forma segura por meio de registros médicos, além de terem apresentado um período de seguimento adequado (Bhandari et al., 2009; El-Gammal & Fathi, 2002; Gao et al., 2018; Gonzalez et al., 1997; Chalidapong et al., 2004; Songcharoen, 1995; Vekris et al., 2006). Entretanto, alguns artigos não pontuaram no quesito de adequação ao acompanhamento das coortes, uma vez que apresentaram perdas significativas ou ausência da descrição das mesmas (Gao et al., 2018; Songcharoen, 1995; Vekris et al., 2006).

#### 4. Discussão

A presente revisão sistemática buscou identificar estudos que comparassem a função pulmonar de pacientes submetidos à transferência do nervo frênico ou intercostal para o nervo musculocutâneo após lesão traumática do plexo braquial. Embora os resultados apontassem para a transferência intercostal-musculocutânea enquanto alternativa pouco danosa para a função pulmonar estas evidências são inconclusivas dadas à baixa disponibilidade de artigos que abordem esta temática, além da baixa qualidade metodológica dos estudos disponíveis.

Ao avaliar comparativamente as duas técnicas cirúrgicas, Chalidapong et al., (2004) observaram redução na função pulmonar de indivíduos submetidos ambas as técnicas no pós-operatório imediato, corroborando estudos prévios que analisaram individualmente a TIM ou a TFM (Krakauer & Wood, 1994; Luedemann et al., 2002). Todavia, passados três meses, o grupo TIM apresentou restauração da função pulmonar, enquanto o grupo TFM, mesmo após 12 meses decorridos da cirurgia, ainda apresentava um declínio funcional significativo (Chalidapong et al., 2004).

Em contrapartida, Bhandari et al., (2009) apontam que o grupo TIM não apresentou alterações de função pulmonar, e que o grupo TFM apresentou paralisia diafragmática ipsilateral assintomática. Este achado, entretanto, não foi específico quanto ao período pós-cirúrgico analisado; ao método de mensuração da função pulmonar; tampouco apresentou valores pré-cirúrgicos para estabelecimento de comparação. Estas mesmas limitações também estiveram presentes no estudo de González et al., (1997), os quais reportaram um caso do grupo TFM que, embora apresentasse paralisia diafragmática previamente à cirurgia, não apresentou alterações respiratórias no pós-cirúrgico. Dada carência de melhor especificação técnica acerca destas avaliações, esses dados requerem cautela ao serem considerados para análise. Além disso, apesar de muitos pacientes não apresentarem evidências clínicas de comprometimento da função respiratória, especialmente por se tratarem de indivíduos jovens e sem comorbidades associadas (Moraes et al., 2015), alterações respiratórias assintomáticas podem se mostrar aparentes com o envelhecimento (Luedemann et al., 2002) ou com a realização de grandes esforços, sendo necessária uma avaliação mais acurada.

No que concerne à força muscular do bíceps braquial no pós-cirúrgico, os resultados também foram sugestivos à TIM enquanto técnica capaz de prover melhores prognósticos, dado que os percentuais para níveis de força acima de três, foram maiores nestes indivíduos (Bhandari et al., 2009; El-Gammal & Fathi, 2002; González et al., 1997; Songcharoen, 1995). Contudo, a maioria desses estudos restringiu-se à apresentação dos dados de forma descritiva, sem a realização de análise estatística inferencial (El-Gammal & Fathi, 2002; González et al., 1997; Songcharoen, 1995; Vekris et al., 2006). Dentre os

artigos analisados, os de Chalidapong et al., (2004) e Gao et al., (2018) realizaram análises intergrupos. O primeiro afirma que a recuperação da função bicipital foi significativamente mais rápida no grupo TIM (Chalidapong et al., 2004), enquanto o segundo afirma, não haver diferença funcional entre os grupos TIM e TFM (Gao et al., 2018).

Outros fatores merecem destaque no tocante à apresentação dos dados de força muscular, embora os estudos evidenciem os graus de força atingidos durante o período de *follow-up*, a maioria não deixa claro o momento em que esses níveis foram atingidos, tampouco determina os critérios de finalização do acompanhamento dos pacientes (Songcharoen, 1995) (El-Gammal & Fathi, 2002; Gonzalez et al., 1997; Songcharoen, 1995; Vekris et al., 2006). Assim, não está esclarecido se foi determinado nível de força, considerado funcional para conceder alta, tampouco se os graus de força apresentados pelo paciente foram considerados o máximo permitido pelo seu prognóstico cirúrgico.

## 5. Conclusão

A presente revisão sistemática apontou indícios de que a transferência do nervo intercostal para o nervo musculocutâneo possa ter melhores resultados no que concerne à função pulmonar e à recuperação funcional do músculo bíceps braquial. As evidências, todavia, formam provenientes de estudos com limitações metodológicas importantes, de modo que novos estudos são necessários para o estabelecimento de conclusões melhor embasadas.

## Referências

- Bao, X., Liu, T., Feng, H., Zhu, Y., Wu, Y., Wang, X., & Kang, X. (2021). The Amplitude of diaphragm compound muscle action potential correlates with diaphragmatic excursion on ultrasound and pulmonary function after supraclavicular brachial plexus block. *Front Med (Lausanne)*. 2021; 8: 744670. 10.3389/fmed.2021.744670.
- Bhandari, P. S., Sadhotra, L. P., Bhargava, P., Banho, A.S., Mukherjee, M. K., Bhatti, T., & Maurya S. (2009). Surgical outcomes following nerve transfers in upper brachial plexus injuries. *Indian Journal of Plastic Surgery*, 42(2):150–160. 10.4103/0970-0358.59272..
- Cardoso, M.M., Gepp, R., & Correa, J.F.G. (2016). Outcome following phrenic nerve transfer to musculocutaneous nerve in patients with traumatic brachial palsy: a qualitative systematic review. *Acta Neurochirurgica*, 158(9) 1793–1800. 10.1007/s00701-016-2855-8.
- Chalidapong, P., Sananpanich, K., Kraissarin, J., & Bumroongkit, C. (2004). Pulmonary and biceps function after intercostal and phrenic nerve transfer for brachial plexus injuries. *Journal of Hand Surgery*, 29(1)8–11. 10.1016/s0266-7681(03)00210-9.
- Coelho, B.R., Fabbris, A.G., Pereira, A.P.C., Peixoto, R.S., & Ribeiro, C.D. (2015). Lesões do Plexo Braquial, A utilização da fisioterapia no tratamento. *Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 16(6)185–197. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2012v16n6p%25p>.
- Doi, K., Sem, S.H., Ghanghurde, B., Hattori, Y., & Sakamoto, S. (2021). Pearls and pitfalls of phrenic nerve transfer for shoulder reconstruction in brachial plexus injury *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj*. 16(1): e1–e9. 10.1055/s-0041-1722979.
- El-Gammal, T. A.; & Fathi, N. A. (2002). Outcomes of surgical treatment of brachial plexus injuries using nerve grafting and nerve transfers. *Journal of Reconstructive Microsurgery*, 18(1):7–15. 10.1055/s-2002-19703.
- Franzblau, L., & Chung, K. C. (2015). Psychosocial outcomes and coping after complete avulsion traumatic brachial plexus injury. *Disability and Rehabilitation*, 37(2):135–143. 10.3109/09638288.2014.911971.
- Gao, K. M, Hu, J.J., Lao, J., & Zhao, X. (2018). Evaluation of nerve transfer options for treating total brachial plexus avulsion injury: A retrospective study of 73 participants. *Neural Regeneration Research*, 13(3):470–476. 10.4103/1673-5374.228730.
- González, R.M., Hernandez, D.G., Acosta, P.M., & Suarez, R.M. (1997). Transferências nerviosas para restablecer la flexión del codo en las lesiones avulsivas del plexo braquial. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 11(1–2):3–5.
- Krakauer, J. D.; & Wood, M. B. (1994). Intercostal nerve transfer for brachial plexopathy. *Journal of Hand Surgery*, 19(5):829–835. 10.1016/0363-5023(94)90196-1.
- Lara, A.M., Bhatia, A., Correa, J.C., El Gammal, T. A. (2020). Intercostal nerve transfers to the musculocutaneous—A reliable nerve transfer for restoration of elbow flexion in birth-related brachial plexus injuries. *Indian J Plast Surg*. 53(2): 254-259. 10.1055/s-0040-1716186.
- Luedemann, L., Hamm, M., Blomer, U., Samii, M., & Tatagiba, M. (2002). Brachial plexus neurotization with donor phrenic nerves and its effect on pulmonary function. *J Neurosurg*. 96(3):523-6. 10.3171/jns.2002.96.3.0523.
- Midha, R. (2004). Nerve transfers for severe brachial plexus injuries: a review. *Neurosurgical focus*, 16(5):E5. 10.3171/foc.2004.16.5.6.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., Grupo Prisma. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement (Chinese edition). *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 7(9):889–896. 10.1371/journal.pmed.1000097.

Moraes, F. B., Kwae, M. Y., Silva, R. P., Porto, C. C., Magalhães, D. P., & Paulino, M. V. (2015). Aspectos clínicos de pacientes com lesão traumática do plexo braquial após tratamento cirúrgico. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 50(5):556–561. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2015.04.006> 0102-3616.

Songcharoen, P. (1995). Brachial plexus injury in Thailand: A report of 520 cases. *Microsurgery*, 16(1):35–39. <https://doi.org/10.1002/micr.1920160110>.

Vekris, M. D., Beris, A. E., Johnson, E. O., Korobilias, A. V., Pafilas, D., Vekris, A. D., & Soucacos, P. (2006). Musculocutaneous neurotization to restore elbow flexion in brachial plexus paralysis. *Microsurgery*, 26(4): 325–329. 10.1002/micr.20246.

Wells, G., Shea, B. J., & O'Connell, J. (2014). The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for Assessing The Quality of Nonrandomised Studies in Meta-analyses.