

ALEX FRANCO DE CARVALHO

Estudo anatômico da neurotização do músculo grácil pelos nervos peitoral superior e médio transferido para flexão do cotovelo contralateral nas lesões totais do plexo braquial

SÃO PAULO

2024

ALEX FRANCO DE CARVALHO

Estudo anatômico da neurotização do músculo grácil pelos nervos peitoral superior e médio transferido para flexão do cotovelo contralateral nas lesões totais do plexo braquial

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Doutor em Ciências

Programa de Ciências do Sistema Musculoesquelético

Orientador: Prof. Dr. Teng Hsiang Wei

SÃO PAULO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Carvalho, Alex Franco de

Estudo anatômico da neurotização do músculo grácil pelos nervos peitoral superior e médio transferido para flexão do cotovelo contralateral nas lesões totais do plexo braquial / Alex Franco de Carvalho; Teng Hsiang Wei, orientador. -- São Paulo, 2024.

Tese (Doutorado) -- Programa de Ciências do Sistema Musculoesquelético. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2024.

1.Plexo braquial 2.Músculo grácil 3.Nervo peitoral
4.Flexão de cotovelo 5.Anatomia I.Wei, Teng Hsiang, orient.
II.Título

USP/FM/DBD-234/24

Responsável: Daniela Amaral Barbosa, CRB-8 7533

AGRADECIMENTOS

A meu pai, Adelino Lopes de Carvalho Neto, que passou para mim o seu amor e dedicação à especialidade da ortopedia e traumatologia, exemplo de que sempre procurei emular.

À minha mãe, Lenita Maria Franco de Carvalho, por terem me incentivado e dado todo apoio desde a formação acadêmica, sempre salientando a importância da ótima formação profissional e usar disso para contribuir com a sociedade.

A meu filho, André Melo de Carvalho, que me ensina a cada dia a procurar ser uma pessoa melhor.

À minha ex-esposa, Adriana Rocha, grande amiga e incentivadora de várias conquistas profissionais.

Ao meu mentor, Arnaldo Valdir Zumioti, *in memoriam*, que despertou em mim o amor à microcirurgia e em quem sempre procurei me espelhar.

Ao meu orientador, Teng Hsiang Wei, que foi meu contemporâneo de residência e com quem sempre dividi o interesse e dedicação à microcirurgia.

Aos meus professores, Rames Mattar Jr., Marcelo Rosa Rezende, Emygio Leonel de Paula, Moheb Monein, Jorge Francisco Clifton e Anil Bhatia, que foram fundamentais para uma boa formação na cirurgia de mão, microcirurgia e cirurgia dos nervos periféricos.

Aos meus alunos e estagiários que me estimulam a buscar novos conhecimentos e a quem aprendo mais do que ensino.

Ao acadêmico Diego Teles de Matos, que me ajudou sobremaneira nas dissecções e preparação da tese.

NORMATIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: Diretrizes para elaboração de referências NBR 6023 (ABNT).

Estrutura e apresentação: Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Vocabulário ortográfico da língua portuguesa, 5a edição, 2009, elaborado pela Academia Brasileira de Letras, em consonância com o acordo ortográfico da Língua Portuguesa, promulgado pelo decreto no 6583/2008.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fixação proximal do retalho do m. grácil no terço médio da clavícula (asterisco) e fixação distal no tendão do m. bíceps braquial (T.B.). N. M. G. nervo motor do grácil; N. P. S. nervo peitoral superior; M.G. Músculo Grácil; V.M.I. Vasos Mamários Internos.....6

Figura 2. As linhas verticais vermelhas representam os pontos de coleta dos nervos para avaliação histológica (contagem axonal). **M.P.M.** Músculo Peitoral Maior; N. P. S. Nervo Peitoral Superior; N. P. M. Nervo Peitoral Médio; R. S. Ramo Superficial no Nervo Peitoral Médio; R. P. Ramo Profundo do Nervo Peitoral Médio.....33

Figura 3. **A** – Tipos de origem mais frequentemente encontrados no nervo peitoral superior (NPS) e incidência de cada origem; **B** – Padrão com maior incidência. O NPS (fita verde) se origina da divisão anterior do tronco superior (DATS) (fita amarela) e o nervo peitoral médio (NPM) (fita branca) se origina da divisão anterior do tronco médio (DATM) (fita lilás). Frequentemente há um ramo comunicante entre os NPS e NPM (seta preta); **C** – Segundo padrão de origem mais frequente. O NPS apresenta duas origens (asteriscos), uma na DATS e outra na DATM, enquanto o NPM apresenta origem na DATM (seta preta); **D** – Padrão raro de origem, observado em 1 espécime. Os NPS (fita verde) e NPM (fita branca) têm origem única no cordão lateral (CL).....36

Figura 4. **A** – Tipos de origem mais frequentemente encontrados do nervo peitoral médio (NPM); **B** – NPM com origem em 02 ramos (asteriscos), um proveniente da divisão anterior tronco médio (DATM) e outro do fascículo lateral; **C** – NPM com origem em 03 ramos (círculo escuro) provenientes do tronco médio (TM).....38

Figura 5. **A** - Presença de apenas um ramo comunicante entre o nervo peitoral médio (PM) e o nervo peitoral superior (PS) localizado próximo às suas origens; **B** – Presença de dois ramos comunicantes próximos à origem dos nervos; **C** - Existem dois ramos comunicantes entre o PM e o PS. Um dos ramos se origina próximo à origem do PM, enquanto o outro possui origem mais distal, ambos se comunicando com o PS em um único ponto; **D** – Ramo comunicante proximal único (asterisco) entre o PM e o PS. **E** – Ramo comunicante proximal (RCP) e ramo comunicante distal (RCD) entre o PM e o PS.....39

Figura 6. **A** – Trajeto subclavicular do nervo peitoral superior (fita verde) em direção à porção clavicular do músculo peitoral maior. Um segmento da clavícula foi removido para melhor visualização. O nervo peitoral médio está marcado pela fita branca. Frequentemente há um ou mais ramos comunicantes entre esses nervos (setas brancas); **B** – Trajeto do nervo peitoral médio na região infraclavicular, evidenciando a sua divisão em um ramo superficial (seta branca) que se dirige à porção esternocostal do músculo peitoral maior e o ramo profundo (seta preta) que se comunica com o nervo peitoral inferior (fita amarela) formando a ansa peitoral; **C** – Trajeto do ramo superficial do nervo peitoral médio (fita branca) em direção à porção esternocostal e clavicular medial do músculo peitoral maior (asterisco).....41

Figura 7. Distância do nervo peitoral superior à linha média após rotação da porção distal do nervo	42
Figura 8. A – Nervo peitoral superior (NPS) e ramo superficial nervo peitoral médio (NPM) seccionados e redirecionados medialmente em direção ao manúbrio esternal (asterisco), onde podem ser anastomosados ao nervo do músculo grácil para uma reconstrução funcional no membro contralateral; B – Distância média entre o NPM e a linha média antes da secção do ramo profundo do nervo peitoral médio (RPNPM); C – Redução da distância média entre o NPM e a linha média após secção do RPNPM.....	45
Figura 9. Músculo grácil com seu pedículo vascular (seta preta) e <i>nervo motor</i> (seta branca).....	50
Figura 10. Vasos mamários internos após retirada da 3ª costela.....	53
Figura 11. Local de perfuração na clavícula para inserção do músculo grácil	55
Figura 12. A – Posicionamento do músculo grácil mostrando a factibilidade de anastomoses do pedículo vascular do grácil (PVG) com os vasos mamários internos (VMI) ipsilaterais e neurorafia do nervo peitoral superior (NPS) contralateral com o nervo motor do grácil (NMG); B – A inserção proximal do músculo grácil é feita na trasição do 1/3 médio com o 1/3 medial da clavícula e o NMG é tunelizado pelo subcutâneo até alcançar o NPS contralateral; C – O músculo é passado por um túnel feito pelo subcutâneo até as proximidades do cotovelo, onde o tendão do músculo bíceps é exposto e o tendão do grácil é suturado no tendão do bíceps com sutura tipo Pulvertaft; D – Detalhe da sutura distal do tendão do músculo grácil no tendão do músculo bíceps.....	56
Figura 13. Secção de lâmina do ramo superficial do nervo peitoral médio corada com azul de toluidina com aumento de 400x.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados demográficos das dissecções.....	35
Tabela 2: Dimensões do nervo peitoral superior.....	43
Tabela 3: Dimensões do nervo peitoral médio.....	46
Tabela 4: Comparação entre os comprimentos do nervo peitoral médio.....	47
Tabela 5: Comparação entre as distâncias do peitoral médio a linha média, antes e depois da secção do seu ramo profundo.....	48
Tabela 6: Dimensões do músculo grácil e de seu pedículo neurovascular.....	50
Tabela 7: Dimensões dos vasos mamários.....	54
Tabela 8. Contagem de fibras de nervos dos nervos peitoral superior e ramo superficial do nervo peitoral médio.....	58
Tabela 9: Comparação entre contagem de fibras de nervos dos nervos peitoral superior e ramo superficial do nervo peitoral médio.....	58

ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

AQUA	Anatomical Quality Assurance
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
HCFMUSP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
IML	Instituto Médico Legal
IOT	Instituto de Ortopedia e Traumatologia
LABPAC	Laboratório Médico de Patologia e Citologia
NPL	Nervo Peitoral Lateral
NPM	Nervo Peitoral Médio
NPS	Nervo Peitoral Superior
SSPSE	Secretaria de Segurança Pública de Sergipe
UFS	Universidade Federal de Sergipe

RESUMO

Carvalho AF. Estudo anatômico da neurotização do músculo grácil pelos nervos peitoral superior e médio transferido para flexão do cotovelo contralateral nas lesões totais do plexo braquial [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2024.

INTRODUÇÃO: Pacientes com lesões totais do plexo braquial com avulsão de múltiplas raízes são particularmente difíceis de tratar. A cirurgia depende da realização de múltiplas transferências nervosas para reinervação de nervos e músculos funcionais livres. Nosso trabalho tem como objetivo determinar as bases anatômicas de um procedimento para transferência do retalho funcional do músculo grácil inervado pelos nervos peitorais superior e médio para a reconstrução da flexão do cotovelo nas lesões totais do plexo braquial. **MÉTODOS:** Foram dissecados 30 plexos braquiais visando ao estudo das características morfológicas macroscópicas dos nervos peitorais superior e médio (origem, trajeto, diâmetro, comprimento e distância da linha média) e microscópicas (contagem axonal). Foram estudados ainda as características anatômicas do retalho do músculo grácil e dos vasos receptores (vasos mamários internos). A porção proximal do músculo grácil foi então inserido na clavícula contralateral às disseções e seu nervo motor suturado aos nervos peitorais mencionados e seu pedículo vascular suturado aos vasos mamários internos e a porção distal do músculo suturada ao tendão do músculo bíceps braquial. **RESULTADOS:** O nervo peitoral superior originou-se em 80% dos casos da divisão anterior do tronco superior, apresentou comprimento, diâmetro médio e distância da linha média de respectivamente 5,81 cm, 1,8 mm e 4,14 cm. A contagem axonal média foi de 1979,4. O nervo peitoral médio (ramo superficial) originou-se em 86,7% dos casos da divisão anterior do tronco médio, apresentou comprimento, diâmetro médio e distância da linha média de respectivamente 7,12 cm, 1,86 mm, 3,96. A contagem axonal média foi de 1349,9. Em todos os espécimes estudados. Foi possível a sutura do ramo motor do músculo grácil nos nervos peitoral superior e médio (ramo superficial) sem enxerto e seu pedículo vascular aos vasos mamários internos, quando a inserção do músculo na clavícula era feita em seu terço médio. **CONCLUSÕES:** A transferência do músculo grácil funcional livre inervado pelo nervo peitoral superior contralateral ou pelo ramo superficial do nervo peitoral médio se mostrou factível do ponto de vista anatômico e a contagem axonal do nervo peitoral superior e do ramo superficial do nervo peitoral médio são adequadas para a reinervação do músculo grácil.

Palavras-chave: Plexo braquial. Músculo grácil. Nervo peitoral. Flexão de cotovelo. Anatomia.

ABSTRACT

Carvalho AF. Anatomic feasibility study of a free functional gracilis muscle transfer innervated by the contra lateral superior and middle pectoral nerves for elbow flexion in total brachial plexus injuries [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2024.

INTRODUCTION: Patients with total brachial plexus injuries with avulsion of multiple roots are particularly challenging to treat. Surgery relies on performing multiple nerve transfers to reinnervate nerves and free functional muscles. This thesis aims to determine the anatomical basis of a procedure for transferring the functional gracilis muscle flap innervated by the superior and middle pectoral nerves for elbow flexion reconstruction in total brachial plexus injuries. **METHODS:** Thirty brachial plexuses were dissected to study the macroscopic morphological characteristics of the superior and middle pectoral nerves (origin, course, diameter, length, and distance from the midline) and microscopic characteristics (axonal count). The anatomical features of the gracilis muscle flap and recipient vessels (internal mammary vessels) were also studied. The proximal portion of the gracilis muscle was then inserted into the contralateral clavicle, and its motor nerve was sutured to the mentioned pectoral nerves, and its vascular pedicle was sutured to the internal mammary vessels, and the distal portion of the muscle was sutured to the tendon of the biceps brachii muscle. **RESULTS:** The superior pectoral nerve originated from the anterior division of the superior trunk in 80% of cases, with an average length, diameter, and distance from the midline of 5.81 cm, 1.8 mm, and 4.14 cm, respectively. The mean axonal count was 1979.4. The middle pectoral nerve (superficial branch) originated from the anterior division of the middle trunk in 86.7% of cases, with an average length, diameter, and distance from the midline of 7.12 cm, 1.86 mm, and 3.96 cm, respectively. The mean axonal count was 1349.9. In all specimens studied, it was possible to suture the motor branch of the gracilis muscle to the superior and middle pectoral nerves (superficial branch) without grafting and its vascular pedicle to the internal mammary vessels when the muscle insertion into the clavicle was done in its middle third. **CONCLUSIONS:** The transfer of the free functional gracilis muscle innervated by the contralateral superior pectoral nerve or the superficial branch of the middle pectoral nerve are found to be feasible from an anatomical standpoint, and the axonal count of the superior pectoral nerve and the superficial branch of the middle pectoral nerve are adequate for the reinnervation of the gracilis muscle.

Keywords: Brachial plexus. Gracilis muscle. Pectoral nerves. Elbow flexion. Anatomy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	8
2.1. OBJETIVO PRIMÁRIO	8
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	8
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	9
3.1. ANATOMIA DOS NERVOS PEITORAIS LATERAIS	9
3.1.1. Origem e trajeto.....	9
3.1.2. Dimensões dos nervos peitorais laterais	16
3.1.3. Histologia dos nervos peitorais laterais	16
3.1.4. Uso clínico dos nervos peitorais	17
3.2. MÚSCULO FUNCIONAL LIVRE.....	20
3.2.1. Anatomia do retalho do músculo grácil	22
3.2.2. Anatomia do ramo motor do músculo grácil.....	23
3.3. VASOS MAMÁRIOS INTERNOS	25
4. MÉTODOS	28
4.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	29
4.2. DISSECÇÕES	29
4.3. COLETA E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS PARA ESTUDO HISTOLÓGICO	32
4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
5. RESULTADOS.....	35
5.1. ORIGEM DOS NERVOS PEITORAIS SUPERIOR E MÉDIO.....	36
5.2. COMUNICAÇÃO ENTRE OS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO	38
5.3. TRAJETO DOS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO	40
5.4. DIMENSÕES DO NERVO PEITORAL SUPERIOR	42
5.5. DIMENSÕES DO NERVO PEITORAL MÉDIO.....	44
5.9. ESTUDO MICROSCÓPICO DO NERVO PEITORAL SUPERIOR E RAMO SUPERFICIAL DO NERVO PEITORAL MÉDIO	57
6. DISCUSSÃO	59
6.1. ORIGEM DOS NERVOS PEITORAIS SUPERIOR E MÉDIO.....	60
6.2. COMUNICAÇÃO ENTRE OS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO	62
6.3. TRAJETO DOS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO	62
6.4. DIMENSÕES DO NERVO PEITORAL SUPERIOR	63
6.5. DIMENSÕES DO RAMO SUPERFICIAL DO NERVO PEITORAL MÉDIO	63
6.6. ESTUDO HISTOLÓGICO DOS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO	64

6.7.	DIMENSÕES DO MÚSCULO GRÁCIL E SEU PEDÍCULO NEUROVASCULAR	65
6.8.	DIMENSÕES DOS VASOS MAMÁRIOS INTERNOS	66
6.9.	O PROCEDIMENTO DE TRANSFERÊNCIA MUSCULAR LIVRE FUNCIONAL DO GRÁCIL INERVADO PELOS NERVOS PEITORAIS SUPERIOR OU MÉDIO (RAMO SUPERFICIAL)	66
6.10.	INDICAÇÕES DA TÉCNICA PROPOSTA.....	68
6.11.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	69
7.	CONCLUSÕES.....	70
8.	ANEXOS	71
9.	REFERÊNCIAS	86

1. INTRODUÇÃO

As lesões do plexo braquial resultam em severos déficits funcionais na extremidade superior, os quais ocasionam sequelas permanentes para o paciente. Isso é muito significativo se considerarmos que a maioria desses pacientes são jovens e no auge de sua capacidade laborativa, causando enorme sobrecarga para o sistema de saúde e previdência social (Hong *et al.*, 2019; Cho *et al.*, 2020).

Por muitos anos, a reconstrução de nervos com sutura, ou mais comumente com a interposição de enxertos, foi a forma principal de tratar essas lesões (Leffert, 1974; Jamieson; Hughes, 1980; Narakas, 1985). Com a descrição de várias técnicas de transferência de nervos, atualmente, as lesões do plexo braquial são tratadas com uma combinação de reconstrução com enxertos e transferências de nervos (Rezende *et al.*, 2013; Noland *et al.*, 2019).

Vários autores reconhecem, entretanto, que há um período ideal para a reconstrução de nervo, dentro do qual a cirurgia propicia os melhores resultados em termos de reinervação e recuperação dos grupos musculares afetados. Esse período corresponde aos primeiros 6 meses após a lesão (Jivan *et al.*, 2009; Martin *et al.*, 2018)

Com o passar do tempo, as placas motoras sofrem degeneração e as fibras musculares sofrem atrofia por denervação e substituição gordurosa, impossibilitando a reinervação muscular. A maioria dos autores indica a possibilidade da reconstrução de nervos, bem como suas transferências até 12 meses após a lesão (Gordon; Tyreman; Raji, 2011; Rochkind; Shainberg, 2017; Cho *et al.*, 2019). Após decorrido esse período, a maioria dos autores recomendam procedimentos como transferências musculares, artrodeses, osteotomias e as transferências de músculo funcional livre (Elhassan *et al.*, 2010; Van der Lingen *et al.*, 2018; Cho *et al.*, 2019).

A transferência de músculo funcional livre é indicada nos casos de lesões do plexo braquial mais extensa, ou seja, em que não há músculos preservados com força adequada para a transferência muscular e nos quais as artrodeses e osteotomias não trariam ganhos funcionais significativos (Cho *et al.*, 2019; De Rezende *et al.*, 2020; Giuffre *et al.*, 2010).

Nas últimas décadas, um número significativo de autores relatou bons resultados com o uso de músculos funcionais livres para a reconstrução da flexão e extensão do cotovelo, extensão do punho, além da flexão e extensão dos dedos, como relatado por: Wechselberger *et al.* (2009), Soldado e Bertelli (2013), Maldonado *et al.* (2016), Cho *et al.* (2019), Yi Lee, Sechachalam e Satkunanantham (2019), De Rezende *et al.* (2020). A função restaurada de maneira mais previsível é a flexão do cotovelo, tida como a função prioritária a ser reconstruída em pacientes com lesão do plexo braquial (Cho *et al.*, 2019; De Rezende *et al.*, 2020; Giuffre *et al.*, 2010).

Dentre os músculos funcionais livres utilizados na literatura, citamos o músculo grande dorsal, o músculo reto femoral e o músculo grácil (Doi *et al.*, 2000; Terzis *et al.*, 2009; Terzis; Kostopoulos, 2010; Wechselberger *et al.*, 2009). Sendo esse último o músculo de eleição pela maioria dos autores devido à sua fácil dissecação, cicatriz inconspícua, pedículo vascular de dimensões adequadas para microanastomoses, nervo motor bem definido, tamanho adequado do ventre muscular e tendão, e ausência de sequelas funcionais com a sua retirada (Azizzadeh; Pettijohn, 2016; Giuffre *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2020).

O sucesso da cirurgia de transferência de músculo funcional livre requer um nervo doador com carga axonal preservada e adequada para reinervar o ramo motor do músculo grácil (Chuang, 2008; Nicoson; Franco; Tung, 2017).

A utilização de músculos funcionais livres é frequentemente indicada em pacientes com lesões totais do plexo braquial (Barrie *et al.*, 2004). Os nervos doadores mais utilizados nessas circunstâncias são: o nervo espinhal acessório e os nervos intercostais (geralmente 2 ou 3 nervos). Porém, há relatos também da utilização do nervo frênico, raiz de C7 contralateral e nervo peitoral medial contralateral com a mesma finalidade (Chen *et al.*, 2022; Cho *et al.*, 2019; Maldonado *et al.*, 2016; Nicoson; Franco; Tung, 2017; Zavala *et al.*, 2023).

O nervo espinhal acessório é o preferido por muitos autores, embora os resultados sejam comparáveis aos obtidos com a utilização dos nervos intercostais na reinervação de músculos funcionais livres para a flexão do cotovelo (Oliver *et al.*, 2020). Entretanto, em alguns casos, ele pode ter sido lesado em conjunto com o plexo braquial, ou pode já ter sido utilizado em uma cirurgia reconstrutiva anterior para a reinervação do ombro, impossibilitando o seu uso como nervo doador (Bertelli; Ghizoni, 2011).

Os nervos intercostais são também largamente utilizados na literatura, com bons resultados relatados (Maldonado *et al.*, 2016; Oliver *et al.*, 2020). Contudo, sua utilização pode estar contraindicada devido a lesões do gradil torácico como: fraturas de costelas, pneumotórax ou lesões concomitantes do nervo frênico (Franko; Khalpey; Gates, 2008; Kovachevich *et al.*, 2010). Além disso, podem ainda ter sido utilizados em procedimentos anteriores, como, por exemplo, a reinervação do nervo musculocutâneo, que pode falhar em pelo menos 35 a 40% dos casos (De Mendonça Cardoso *et al.*, 2020; Maldonado *et al.*, 2016).

A utilização do nervo frênico ainda é controversa, embora venha sendo utilizada por vários autores em pacientes adultos, sem sequelas significativas (Malessy; Thomeer, 1998; Socolovsky *et al.*, 2015). Sua utilização pode estar contraindicada nos casos em que os nervos intercostais já foram utilizados para outra função (já que ambos os nervos têm função

respiratória) ou em casos em que há lesão concomitante do nervo frênico e do plexo braquial (Bertelli; Ghizoni, 2011; Malessy; Thomeer, 1998; Socolovsky *et al.*, 2015).

Quando há impossibilidade da obtenção de nervos no lado da lesão, vários autores relatam a utilização de nervos doadores contralaterais. Dentre estes destacamos a raiz de C7, o nervo espinhal acessório e o nervo peitoral medial (Chen *et al.*, 2022; Hosseinian; Tofigh, 2008; Yavari *et al.*, 2018; Zermeño-Rivera; Gutiérrez-Amavizca, 2015).

A utilização do nervo C7 contralateral é muito controversa, sendo pouco aplicado no ocidente (Sammer *et al.*, 2012). A maioria dos autores que utilizam essa técnica provém de países asiáticos (Chen *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2018; Yang; Chang; Chung, 2015a). Tradicionalmente a técnica requer um enxerto vascularizado para comunicar a raiz de C7 (ou a divisão posterior de C7) ao lado contralateral. Porém, na atualidade, a técnica é feita com cooptação direta (sem a interposição de enxerto) passando-se a raiz por trás do esôfago, e não raro, requerendo um encurtamento do úmero para que a cooptação seja feita sem tensão (Bhatia *et al.*, 2017; Xu *et al.*, 2008). Os autores que a preconizam relatam resultado significativamente superior à técnica tradicional com a interposição de enxertos (Bhatia *et al.*, 2017).

A grande dificuldade técnica do procedimento é o risco de lesão esofágica (potencialmente fatal para o paciente), e o fato da secção de uma raiz (C7) no único membro funcional ser um anátema para muitos cirurgiões, impedem a popularização dessa técnica (Sammer *et al.*, 2012; Yang; Chang; Chung, 2015b). Ademais, há uma dificuldade por parte do paciente de individualização do movimento ao membro lesado que pode durar muitos anos, ou até mesmo persistir indefinidamente (Gu *et al.*, 2002; Yang; Chang; Chung, 2015a).

A utilização do nervo peitoral medial contralateral para a inervação de um músculo funcional livre é descrita por Hosseinian e Tofigh (2008) e Yavari *et al.*, (2018). Esses autores relatam o procedimento em dois tempos cirúrgicos. No primeiro interpõem um enxerto de sural e num segundo tempo conectam o enxerto ao músculo grácil funcional. Desse modo, eles relatam bons resultados com a técnica, através da obtenção de força grau 3 e 4, respectivamente, em 58% e 76% dos músculos transplantados.

Diante do exposto, acreditamos que haja a necessidade de desenvolvimento de novas técnicas para serem utilizados nos transplantes musculares funcionais livres em pacientes com lesões crônicas extensas do plexo braquial. Particularmente, quando eles apresentem avulsões em múltiplas raízes ou com lesões em que não houve recuperação funcional adequada com o tratamento cirúrgico por meio de enxertos e transferências de nervos. Após a realização de estudos anatômicos preliminares, propomos uma técnica cirúrgica em que os nervos peitorais superior e médio (mais comumente denominados de nervos peitorais laterais) contralaterais são utilizados para a reinervação direta do retalho funcional do músculo grácil, sem a interposição de enxerto.

A utilização dos nervos peitorais superior e médio apresenta uma série de vantagens, incluindo sua localização mais superficial, tornando a sua dissecação mais segura, longe dos grandes vasos e fascículos de nervos da região infra clavicular (Macchi *et al.*, 2007). Além disso, a sua secção não causa sequelas significativas na inervação dos músculos peitorais (Brandt; Mackinnon, 1993). O comprimento desses nervos permite a realização de anastomoses de nervos próximos à linha média, carga axonal adequada e diâmetro compatível com o ramo motor do músculo grácil (David *et al.*, 2010; Maldonado; Spinner, 2017).

A não utilização de enxertos possibilita que o procedimento seja feito em um só tempo cirúrgico (ao contrário de certos procedimentos que utilizam nervos ou raízes contralaterais). Isso resulta numa reinervação do músculo de maneira mais efetiva, já que evita a perda axonal inerente à passagem por duas linhas de sutura que tende a ocorrer, particularmente, quando são usados enxertos mais longos (Ansselin; Davey, 1988; Bhatia *et al.*, 2017; Hoben *et al.*, 2018). A técnica é adequada à realização de músculo funcional livre para a flexão do cotovelo, na qual a parte proximal do grácil é fixada ao 1/3 medial da clavícula e o tendão suturado ao tendão do músculo bíceps, conforme apresentado na Figura 1.

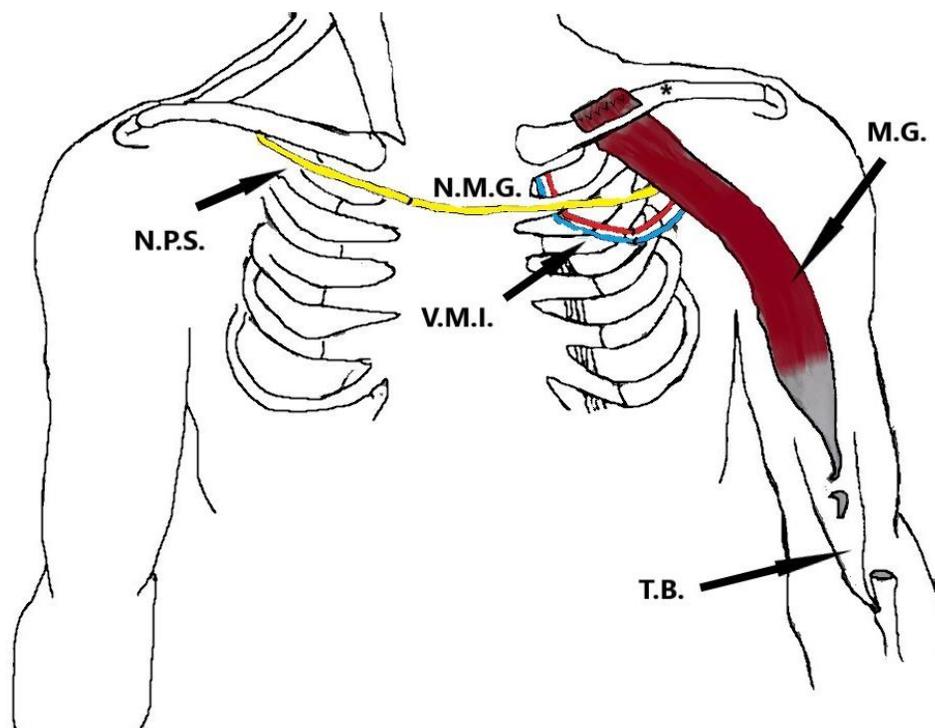


Figura 1. Fixação proximal do retalho do m. grácil no terço médio da clavícula (asterisco) e fixação distal no tendão do m. bíceps braquial (T.B.). *N. M. G.* nervo motor do grácil; *N. P. S.* nervo peitoral superior; *M.G.* Músculo Grácil; *V.M.I.* Vasos Mamários Internos.

O posicionamento do músculo para que o seu ramo motor alcance os ramos do nervo peitoral superior e médio dificulta a utilização dos vasos doadores tradicionais, tais como: a

artéria toracoacromial, artéria toracodorsal e artéria braquial ou seus ramos (Cho *et al.*, 2019; Soldado; Bertelli, 2013). Para essa técnica propomos a utilização dos vasos mamários internos que apresentam comprimento e diâmetro adequados a anastomoses microvasculares e já são largamente utilizados em procedimentos microcirúrgicos para a reconstrução da mama e revascularização do miocárdio (Bakaeen, *et al.* 2020; Nahabedian, 2012).

Para avaliarmos a exequibilidade desta nova técnica cirúrgica, estudamos a anatomia dos nervos peitorais superior e médio e parâmetros anatômicos do músculo grácil, além de seu pedículo neurovascular e dos vasos mamários internos através de dissecções em cadáveres. Com o auxílio de estudos microscópicos, determinamos a contagem axonal dos nervos para determinarmos se há axônios em números suficientes para reinervar o músculo grácil.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO PRIMÁRIO

Analisar a factibilidade de uma nova técnica cirúrgica: uso dos nervos peitorais superior e médio contralaterais como doadores para o retalho microcirúrgico do músculo grácil funcional para a reconstrução da flexão do cotovelo em lesões totais do plexo braquial.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliar a anatomia macroscópica e microscópica dos nervos peitorais laterais, respectivamente, por meio de dissecções anatômicas e análise quantitativa dos axônios desses nervos.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. ANATOMIA DOS NERVOS PEITORAIS LATERAIS

3.1.1. Origem e trajeto

Por muitos anos houve pouco interesse no estudo da anatomia dos nervos peitorais. A literatura mais antiga menciona esses nervos no contexto de uma descrição global da formação do plexo braquial e a maioria dos livros-textos de anatomia os descrevem de maneira simples e padronizada (Goss, 1988; Harris, 1904; Herringham, 1887; Moore, 1992; Netter, 1987; Shoja *et al.*, 2018).

O livro-texto de Goss (1988) descreve os nervos peitorais como dois nervos, um lateral e outro medial à artéria axilar, que surgem ao nível da clavícula e suprem os músculos peitorais. O nervo peitoral lateral surge do fascículo lateral do plexo braquial ou das divisões anteriores dos troncos superior e médio. Além disso, passa superficialmente à primeira parte da artéria e veias axilares, envia um ramo anastomótico para o ramo peitoral medial, e depois atravessa a fásia clavipeitoral para alcançar a face profunda das porções clavicular e esternocostal cranial do peitoral maior. O nervo peitoral medial tem origem no fascículo medial do plexo braquial, medialmente à artéria. Em seguida, passa entre a artéria e veias axilares, dá um ramo que alcança a comunicação do ramo do peitoral lateral para formar uma alça plexiforme em torno da artéria (dando ramos que inervam ambos os músculos peitorais). O nervo entra pela face profunda do músculo peitoral menor e supre esse músculo. Dois ou três de seus ramos continuam sob ele para inervar a parte caudal do músculo peitoral maior. O ramo mais distal pode passar em torno da borda desse músculo.

Moore (1992) em seu livro-texto, refere-se ao nervo peitoral lateral como um dos três ramos terminais do fascículo lateral do plexo braquial (os outros sendo o nervo musculocutâneo e

a raiz lateral do nervo mediano). Ele é descrito como contendo fibras de nervos da divisão anterior de C5 a C7. Em seu trajeto, perfura a fáscia clavipeitoral para suprir o músculo peitoral maior e envia um ramo para o nervo peitoral medial. O nervo peitoral medial, referido como um dos cinco ramos do fascículo medial (C8-T1), penetra na face profunda do músculo peitoral menor, suprindo este músculo e parte do músculo peitoral maior.

Netter (1987) cita o nervo peitoral lateral como um dos ramos infraclaviculares originando-se do fascículo lateral do plexo braquial contendo fibras de nervos das divisões anteriores de C5 a C7. Passa anteriormente à artéria axilar e forma uma comunicação com o nervo peitoral medial e os outros ramos penetram na membrana costocoracóide para se distribuir ao nervo peitoral maior. O nervo peitoral medial se origina do fascículo medial (fibras de C8 e T1), passa entre a artéria e veias axilares, participa da alça comunicando-o com o nervo peitoral lateral e penetra no músculo peitoral menor. Os ramos também se continuam pelo espaço entre os músculos peitorais e penetram no músculo peitoral maior.

Essas descrições anatômicas superficiais estimularam cirurgiões e anatomistas a estudarem melhor esses nervos já que eles frequentemente estão sob risco de lesão durante procedimentos cirúrgicos na região peitoral, tais como: mastectomias, linfadenectomias e retalhos utilizando os músculos peitorais (David *et al.*, 2012; Hoffman; Elliott, 1987; Manktelow; McKee; Vettese, 1980; Moosman, 1980).

Nesse contexto, Moosman (1980), visando a uma descrição mais precisa da anatomia desses nervos e possibilitar uma melhor segurança durante a realização de mastectomia modificada, relata os resultados da dissecação em 100 cadáveres adultos. O resultado das dissecações mostra que o nervo peitoral lateral se origina medialmente ao músculo peitoral menor e geralmente se divide em 2 a 4 ramos que continuam medialmente e inferiormente para inervar a

porção clavicular e esternal do músculo peitoral maior. O nervo peitoral medial, por sua vez, mede 1 a 2 mm de diâmetro e 10 a 15 cm de comprimento e se origina atrás do músculo peitoral menor. A partir daí ele dá ramos a esse músculo e desce posteriormente a ele entre os músculos peitorais. Em 62% dos casos o nervo peitoral medial perfura o músculo peitoral menor e inerva a parte mais inferior do músculo peitoral maior e em 32% dos espécimes o nervo passa pela borda inferior do músculo peitoral menor e se dirige ao músculo peitoral maior. O autor conclui que o nervo peitoral medial está intimamente associado ao músculo peitoral menor e pode ser lesado durante a retração ou ressecção desse músculo e durante a ressecção dos linfonodos centrais e anteriores. Por outro lado, o nervo peitoral lateral se distribui ao músculo peitoral maior juntamente com os ramos dos vasos toracoacromiais e ambos podem ser lesados durante a remoção dos linfonodos no ápice do espaço axilar.

Essas descrições consideram, especialmente, o trajeto dos nervos peitorais, para que os cirurgiões que forem realizar procedimentos na área, saibam localizá-los e preservá-los para evitar a denervação dos músculos peitorais e subsequentes sequelas estéticas e funcionais (David *et al.*, 2012; Hoffman; Elliott, 1987; Manktelow; McKee; Vettese, 1980; Moosman, 1980). Essas descrições, entretanto, carecem de detalhes precisos quanto à origem, número de ramos e dimensões desses nervos que possibilitem a sua utilização em reconstruções do plexo braquial.

Porzionato *et al.* (2012) realizam uma meta-análise de estudos em que havia detalhes sobre a origem dos nervos peitorais laterais e mediais (Hirasawa, 1931; Kerr, 1918; Linell, 1921; Loukas *et al.*, 2006). O nervo peitoral medial apresenta pouca variação quanto à sua origem. Origina-se como um único nervo do fascículo medial (49.3%), divisão anterior do tronco inferior (43.8%) e menos comumente, do tronco inferior (4.7%).

Observam mais variações em relação ao nervo peitoral lateral. Em geral, têm mais de uma origem, padrões variados de localização, e mais ramificações do que o nervo peitoral medial. Em 53% dos casos o nervo peitoral lateral apresenta duas origens distintas (sendo as mais frequentes - a divisão anterior do tronco superior e a divisão anterior do tronco médio em 33.8% dos casos, divisão anterior do tronco superior e fascículo lateral em 7.2% dos espécimes, e divisão anterior do tronco médio e fascículo lateral em 6.4% das dissecções). Em 41% dos casos, o nervo peitoral lateral apresenta uma só origem [sendo as mais frequentes – fascículo lateral (23.4%), divisão anterior do tronco médio (9.9%) e divisão anterior do tronco superior (7.1%)]. Em 3.5% dos espécimes, observam-se 3 origens e em 0.4%, 4 origens para o nervo peitoral lateral (Hirasawa, 1931; Kerr, 1918; Linell, 1921; Loukas *et al.*, 2006; Porzionato *et al.*, 2012).

O avanço da cirurgia do plexo braquial e utilização cada vez mais frequentes das transferências de nervos levou pesquisadores a realizarem estudos mais aprofundados dos nervos doadores (Aszmann *et al.*, 2000; David *et al.*, 2010). Os nervos peitorais, particularmente, o nervo peitoral medial, começam a ser utilizados clinicamente por vários autores, porém, a anatomia desses nervos não estava descrita de forma sistemática na literatura (Ray *et al.*, 2012; Stockinger; Aszmann; Frey, 2008). Nesse contexto, o estudo de Aszmann *et al.* (2000) representa um marco no entendimento da anatomia desses nervos.

Nesse artigo, baseado em 29 dissecções do plexo braquial, os autores concluem que os nervos peitorais são em número de três e propõem uma mudança da nomenclatura. O nervo peitoral lateral não é um nervo único, porém dois nervos distintos que passam a ser chamados de nervo peitoral superior e nervo peitoral médio, e o nervo peitoral medial corresponde ao nervo peitoral inferior (Aszmann *et al.*, 2000).

De acordo com Aszmann *et al.* (2000), a origem dos nervos peitorais ocorre ao nível dos troncos na região supraclavicular, sendo denominados conforme o tronco de onde se originam. O nervo peitoral superior tem sua origem na divisão anterior do tronco superior, enquanto os nervos peitorais médio e inferior originam-se, respectivamente, nas divisões anteriores do tronco médio e inferior.

O nervo peitoral superior se dirige inferior e lateralmente, perfura a fáscia clavipeitoral distalmente à clavícula (próximo ao processo coracóide) e entra na porção clavicular do músculo peitoral maior dividindo-se em 3 a 4 ramos (Aszmann *et al.*, 2000). O nervo peitoral médio se dirige num plano mais profundo juntamente com o plexo braquial por debaixo da clavícula e se divide em dois ramos – um ramo superficial que perfura a fáscia clavipeitoral e inerva a porção clavicular medial e porção esternocostal superior do músculo peitoral maior, e um ramo profundo que permanece próximo ao plexo braquial e forma um plexo com o nervo peitoral inferior (Aszmann *et al.*, 2000).

O nervo peitoral inferior sai do tronco inferior como um ramo único e forma um plexo com o ramo profundo do nervo peitoral médio de onde saem vários ramos que entram na superfície posterior do músculo peitoral menor e se continua pelo espaço entre os músculos peitorais, fornecendo um ramo para a porção inferior do músculo peitoral maior. Esse ramo perfura o peitoral menor antes de alcançar o peitoral maior em 2/3 dos casos e passa em sua borda inferior em 1/3 dos casos (Aszmann *et al.*, 2000).

A nomenclatura proposta por Aszmann *et al.* (2000) embora seja mais útil à utilização dos nervos peitorais em transferências de nervos, permanece controversa e não foi prontamente adotada por autores que escreveram sobre a anatomia desses nervos subsequentemente (David *et al.*, 2010; Porzionato *et al.*, 2012).

David *et al.* (2010) realizam um estudo anatômico visando à utilização dos nervos peitorais em transferências para o nervo axilar e supraescapular no qual se baseiam em 26 dissecções do plexo braquial. Nesse estudo, os autores corroboram os achados de Aszmann *et al.*, (2000) na maioria dos aspectos, porém, evidenciam uma maior variabilidade na origem dos nervos peitorais superior e médio e propõem uma classificação. No tipo A, os nervos peitorais superior e médio se originam separadamente ao nível da divisão anterior do tronco superior e médio respectivamente (20 espécimes). Subdivide esse tipo em 2: tipo A1 (16 espécimes) no qual os dois nervos comunicam-se na origem e tipo A2 (4 espécimes) no qual essa comunicação não ocorre. No tipo B (6 espécimes) ambos os nervos têm uma origem única no fascículo lateral (David *et al.*, 2010).

Grande parte dos livros-textos de anatomia descrevem as raízes de origem do nervo peitoral lateral como sendo C5, C6 e C7 e as raízes de origem do nervo peitoral medial como sendo C8 e T1 (Goss, 1988; Moore, 1992; Netter, 1987). Estudo detalhado das raízes de origem dos nervos peitorais realizado por Lee (2007) em 30 espécimes fixados com formalina evidencia que em 50% deles, o nervo peitoral lateral se origina em C5, C6 e C7, enquanto nos 50% restantes esse nervo se origina em C6 e C7. Em média, a maior proporção de fibras encontradas nesse nervo, em ordem decrescente, origina-se em C7, C6 e C5.

Três padrões de raízes de origem são observados no nervo peitoral medial. No padrão mais frequente, o nervo é formado por C8 e T1 (73%). Nos demais padrões é formado apenas por C8 (23,4%) e apenas por T1 (3.3%). Em média, a maior proporção de fibras são oriundas, em ordem decrescente, de C8 e T1 (Lee, 2007).

Na análise das raízes constituintes dos nervos peitorais, elas se distribuem a um plexo subpeitoral e se dividem em nervos terminais distintos (Lee, 2007). O ramo superior é formado

por fibras da divisão anterior do tronco superior (C5-C6), o ramo médio é formado por fibras da divisão anterior do tronco médio (C7) e o ramo inferior é formado pelas fibras da divisão anterior do tronco inferior (C8-T1) associadas às fibras de C7 que chegam a ele pela ansa peitoral. Observou-se que o ramo superior se distribui à parte clavicular e a parte mais superior da parte esternocostal do peitoral maior, o ramo médio à porção principal esternocostal e parte adjacente do peitoral menor e o ramo inferior à porção esterno costal inferior do peitoral maior e parte adjacente do peitoral menor. Disso resulta que o músculo peitoral maior tem inervação por C5 - T1 e o músculo peitoral menor, inervação por C7-T1 (Lee, 2007).

Loukas *et al.* (2006) conduzem um extenso estudo que envolve a análise de 400 espécimes de plexo braquial. Os autores observam os diferentes padrões de origem do nervo peitoral lateral e do nervo peitoral medial. Em todos os espécimes, o nervo peitoral medial tem uma origem única na divisão anterior do tronco inferior (75%) ou no fascículo medial (25%). O peitoral lateral, entretanto, apresenta origem única em 40% dos casos [na divisão anterior do tronco superior (11%), divisão anterior do tronco médio (18%), e no cordão lateral (11%)] e origem dupla em 60% dos espécimes [na divisão anterior do tronco superior e do tronco médio (25%), na divisão anterior do tronco superior e no cordão lateral (14%), no cordão lateral e divisão anterior do tronco médio (13%) e ambas separadamente no cordão lateral (8%)] (Loukas *et al.*, 2006).

A partir da sua origem, o nervo peitoral lateral se subdivide em dois ramos aos que denominam de ramo superficial e profundo. O ramo superficial inerva a porção clavicular do músculo peitoral maior enquanto o ramo profundo inerva a parte mais medial da porção clavicular desse músculo e a porção superior de sua porção esternocostal (Loukas *et al.*, 2006).

Nesse estudo, o ramo superficial do nervo peitoral lateral equivale ao nervo peitoral superior segundo a descrição de Aszmann *et al.* (2000), enquanto o ramo profundo corresponde ao nervo peitoral médio (Loukas *et al.*, 2006).

3.1.2. Dimensões dos nervos peitorais laterais

David *et al.* (2010) estudam as dimensões dos nervos peitorais em 26 dissecções em cadáveres frescos. Os autores, valendo-se da nomenclatura proposta por Aszmann *et al.* (2000), encontram um comprimento médio para os nervos peitoral superior, médio e inferior de respectivamente 6,5 cm, 11,0 cm e 10,5 cm.

Hansasuta, Tubbs, Grabb (2001) estudam o comprimento do nervo peitoral medial (peitoral inferior) em 35 plexos braquiais de cadáveres adultos e encontram um comprimento médio cirurgicamente utilizável de 54,0 mm, variando de 30 a 78 mm.

Aszmann *et al.* (2000) relatam em seu estudo, que o ramo mais longo do peitoral inferior até a borda inferior do músculo peitoral maior apresenta em média 15 cm de comprimento cirurgicamente utilizável. O diâmetro dos nervos peitorais é estudado por David *et al.* (2010) que encontram diâmetro médio para os nervos peitoral superior, médio e inferior de respectivamente 2,0 mm, 2,3 mm e 2,4 mm.

Samardzic *et al.* (1986), em um estudo envolvendo 15 autópsias, relatam um diâmetro entre 1,3 e 1,7 mm para o nervo peitoral lateral e um diâmetro entre 1,5 e 2,5 mm para o nervo peitoral medial.

3.1.3. Histologia dos nervos peitorais laterais

Samardzic *et al.* (1986) reportam estudos histológicos realizados em 15 autópsias, no qual evidenciam um número de fibras de nervos variando de 920 a 1060 no nervo peitoral lateral.

Aszmann *et al.* (2000) realizam biópsias de nervos em 5 cadáveres bilateralmente dos nervos peitorais superior, médio (ramo profundo) e inferior. Encontram um número de fibras nesses nervos de respectivamente 2.637 (+/- 839), 1.784 (+/-445) e 1.455 (+/- 191). Em relação ao número de fascículos, encontraram em média 2,8 fascículos no nervo peitoral superior, 6,0 fascículos no ramo profundo do nervo peitoral médio e 4,83 fascículos no nervo peitoral inferior.

3.1.4. Uso clínico dos nervos peitorais

Segundo Narakas (1987), foram Vulpius e Stoffel quem realizaram a primeira transferência de nervos usando o nervo peitoral medial como doador em 1920. Eles anastomosaram alguns ramos do músculo peitoral ao nervo musculocutâneo ou ao nervo axilar.

Em 1948, Lurge descreve a utilização do nervo peitoral lateral em uma paciente com paralisia alta do plexo braquial. Ramos do nervo peitoral lateral são suturados diretamente ao nervo musculocutâneo. Outras transferências de nervos utilizadas no caso foram 2 ramos motores do músculo tríceps para o nervo musculocutâneo e o nervo torácico longo para o nervo supra escapular. O autor relata que 14 meses após a cirurgia, a paciente apresenta boa força de contração no bíceps com flexão completa do cotovelo e desaparecimento da atrofia do deltoide com habilidade de elevação do ombro até 35° (Lurge, 1948).

A utilização do nervo peitoral medial nas reconstruções do plexo braquial é relatada por vários autores tanto em lesões traumáticas em adultos quanto em lesões obstétricas do plexo braquial (Park, 2009; Pondaang; Malessy, 2014; Samardzic *et al.*, 1986; Samardzic *et al.*, 2002; Wellons *et al.*, 2009). Na maioria dos casos relatados, o nervo peitoral medial é transferido ao nervo musculocutâneo ou ao nervo axilar, embora haja também relatos de transferência para o nervo radial e para músculos funcionais livres (Blaauw; Slooff, 2003; Flores, 2013; Park, 2009;

Pondaang; Malessy, 2014; Samardzic *et al.*, 1986; Samardzic *et al.*, 2002; Wellons *et al.*, 2009). Os resultados de recuperação funcional variam de aproximadamente 60 a 80% dos pacientes, considerando-se os vários estudos relatados (Blaauw; Slooff, 2003; Flores, 2013; Merrell *et al.*, 2001; Park, 2009; Pondaang; Malessy, 2014; Samardzic *et al.*, 1986; Samardzic *et al.*, 2002; Sulaiman *et al.*, 2009; Wellons *et al.*, 2009).

A utilização do nervo peitoral medial contralateral é proposta por Gilbert (1992) em pacientes com paralisia obstétrica extensa. O nervo peitoral medial contralateral é usado para neurotização do nervo musculocutâneo. A cooptação entre os dois nervos é feita através de um longo enxerto do nervo sural em um só tempo cirúrgico (Gilbert, 1992).

Mais recentemente, Hosseinian e Tofigh (2008) relatam a utilização do nervo peitoral medial contralateral para reinervar o músculo grácil em 12 pacientes com lesão crônica do plexo braquial. O procedimento é realizado em dois tempos. Na primeira cirurgia, o nervo peitoral medial contralateral é seccionado e cooptado a um longo enxerto de sural (35 a 45 cm) passado pelo subcutâneo até a parte proximal do membro superior afetado. Na segunda cirurgia, realizada entre 12 e 14 meses do primeiro procedimento, realizam o retalho funcional do músculo grácil para a reconstrução da flexão do cotovelo e flexão dos dedos. A fixação proximal do músculo é feita no coracóide e a distal nos tendões flexores profundos dos dedos, sendo o polegar artrodesado. As anastomoses vasculares são feitas na artéria braquial e veia cefálica e a anastomose de nervos é feita no enxerto do nervo sural (conectado ao ramo peitoral medial). Como resultado, observam um retorno funcional M4 e M3 em 58% dos pacientes (classificação do *British Medical Research Council* modificada) (James, 2007).

Posteriormente, Yavari *et al.* (2018) relatam a experiência de 10 anos com o procedimento descrito no parágrafo anterior. Dos 68 pacientes iniciais, há dois casos de necrose

do retalho e a recusa de 5 pacientes em participarem do estudo. Os resultados em 61 pacientes com um ano de seguimento são considerados satisfatórios, com 77% dos pacientes obtendo força muscular M3 e M4.

Há poucas publicações na literatura mostrando a utilização do nervo peitoral lateral em transferências de nervos (Lurge, 1948; Maldonado; Spinner, 2017; Stockinger; Aszmann; Frey, 2008). Tal se deve ao fato desses nervos, ao contrário do nervo peitoral medial, estarem lesados nas lesões altas do plexo braquial (Lurge, 1948; Maldonado; Spinner, 2017; Stockinger; Aszmann; Frey, 2008). Entretanto, o estudo de Lee (2007) demonstrou que a principal raiz que contribui para o nervo peitoral lateral é a raiz de C7, a qual está frequentemente preservada nas lesões altas (David *et al.*, 2010).

Maldonado e Spinner (2017) relatam a utilização da transferência do nervo peitoral lateral para a reconstrução do nervo espinhal acessório em dois pacientes. Em ambos os casos as lesões ocorrem após procedimentos cirúrgicos na região cervical e os pacientes evoluem com atrofia do trapézio, escápula alada e grande limitação na abdução do ombro. Os pacientes são tratados com a transferência do nervo peitoral lateral por uma incisão supra clavicular, em que o nervo peitoral lateral é diretamente cooptado à porção distal do nervo espinhal acessório. O resultado da avaliação, 6 anos após a cirurgia, mostra uma abdução do ombro normal em um dos pacientes e de 160⁰ no outro, e melhora do trofismo do trapézio e redução da escápula alada em ambos os pacientes. Os autores apontam como vantagem da técnica a proximidade entre os nervos, que podem ser expostos por uma mesma incisão, número de axônios adequados do nervo peitoral lateral e proximidade da placa motora.

Stockinger, Aszmann, Frey (2008) relatam a utilização do nervo peitoral lateral para a reinervação do músculo grácil funcional livre para flexão do cotovelo em 2 pacientes em que esse nervo estava preservado. Obtêm resultado M4 em um dos pacientes e M3 no outro.

3.2. MÚSCULO FUNCIONAL LIVRE

Em 1970, Tamai *et al.* relatam com sucesso a utilização de retalhos microcirúrgicos musculares funcionais em um estudo experimental em cães. Em 1978, Terzis *et al.* descrevem pela primeira vez a avaliação funcional de músculos transplantados. O primeiro relato do uso do retalho músculo-cutâneo do músculo grácil é publicado por Harii, Ohmori, Sekiguchi em 1976. Nesse estudo, eles descrevem o uso experimental desse retalho em cães, as bases anatômicas em cadáveres e o uso clínico na reconstrução de defeitos craniofaciais em 3 pacientes.

A experiência clínica com retalhos microcirúrgicos musculares funcionais se inicia em 1976 quando cirurgiões de Shangai transplantam uma parte do músculo peitoral maior para o antebraço e restauraram a função flexora dos dedos e polegar em um caso de contratura de Volkmann (FREE..., 1976). Nesse mesmo ano, Harii, Ohmori, Torii (1976) relatam pela primeira vez o transplante bem-sucedido do músculo grácil funcional em dois pacientes para a reanimação de paralisia facial. O uso clínico desse retalho na paralisia facial foi posteriormente relatado por vários autores (Caderas-Mejia *et al.*, 2015; Harii; Ohmori; Torii, 1976; Takushima *et al.*, 2004).

Além do tratamento das paralisias do nervo facial, o uso do músculo funcional livre se expande para o tratamento de lesões traumáticas dos membros superiores, particularmente nas sequelas de traumas como esmagamentos e contratura de Volkmann (Chuang, 1997; Seal; Stevanovic, 2011; Manktelow; Mckee; Vettese, 1980).

Ikuta, Yoshioka e Tsuge em 1980, publicam o primeiro caso de utilização de um retalho muscular funcional para tratamento de lesão do plexo braquial. A técnica é utilizada em oito pacientes, cinco dos quais apresentam contratura de Volkmann, 2 têm seqüela de poliomielite e 1 paciente tem uma lesão crônica do plexo braquial. Nesse último paciente, o músculo grácil é utilizado para restaurar a flexão do cotovelo. Seu nervo motor é neurotizado nos 3º e 4º nervos intercostais. Os autores relatam a sobrevivência do músculo e retorno funcional da flexão ativa do cotovelo.

Nos anos subsequentes, surgem relatos crescentes da utilização de músculo funcional livre por vários autores em todo o mundo. Uma das principais indicações atuais é o tratamento das lesões crônicas do plexo braquial, quando o tempo decorrido após o trauma já causou lesão irreversível da placa motora nos músculos, inviabilizando a sua reinervação (Cho *et al.*, 2019; De Rezende *et al.*, 2021; Giuffre *et al.*, 2010).

A maioria dos autores emprega o músculo grácil funcional livre para a reconstrução da flexão do cotovelo. O procedimento tem resultados consistentemente bons, com retorno de força muscular grau IV de 46 a 78% dos pacientes e retorno de força útil (III e IV) em 53 a 100% dos pacientes (Barrie *et al.*, 2004; Cho *et al.*, 2019; Chuang, 2008; De Rezende *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2020; Terzis; Kostopoulos, 2009; Yi Lee; Secheachalam; Satkunanantham, 2019). Os nervos doadores mais utilizados são os intercostais, espinhal acessório, fascículos do nervo ulnar e menos comumente os nervos frênico, peitorais, toracodorsal e raiz de C7 contralateral (Barrie *et al.*, 2004; Chuang, 2008; Doi *et al.*, 2000; Soldado; Bertelli, 2013; Terzis; Kostopoulos, 2009; Terzis; Kostopoulos, 2010).

Há ainda descrição da utilização do músculo grácil funcional livre para a extensão do cotovelo, extensão do punho e flexão e extensão dos dedos (Doi *et al.*, 2000; Soldado; Bertelli, 2013; Terzis; Kostopoulos, 2009; Terzis; Kostopoulos, 2010).

3.2.1. Anatomia do retalho do músculo grácil

O músculo grácil é um dos adutores da coxa, localizado na sua porção medial. Ele se origina no ramo isquiopúbico e se insere na porção medial e superior da tibia, na pata de ganso (Macchi *et al.*, 2008). O comprimento do ventre muscular é em torno de 30 cm e o comprimento total médio, incluindo o tendão, varia na literatura entre 41 a 46 cm (Macchi *et al.*, 2008; Morris; Yang, 1999; Taylor *et al.*, 2003).

Um ramo arterial único, mas comumente oriundo do ramo adutor da artéria femoral profunda, é responsável pela vascularização da maior parte do músculo em 73 a 87% dos pacientes. Menos frequentemente o vaso se origina diretamente na artéria femoral profunda, na artéria circunflexa medial ou numa combinação desses vasos (Azizzadeh; Pettijohn, 2016; Macchi *et al.*, 2008; Magden *et al.*, 2010). O vaso tem em média 1,6 mm de diâmetro (Magden *et al.*, 2010). Um diâmetro de 1,5 a 2,5 cm pode ser obtido na origem do ramo adutor na femoral profunda ou na origem da artéria circunflexa medial nesse mesmo vaso. O pedículo tem comprimento de 4 a 5 cm, porém pode ser estendido até cerca de 10 cm através da ligadura dos vasos colaterais até a origem na femoral profunda (Macchi *et al.*, 2008; Magden *et al.*, 2010; Morris; Yang, 1999; Taylor *et al.*, 2003). O pedículo vascular pode ser encontrado entrando na superfície profunda do terço proximal do músculo após passar entre o adutor longo e o adutor breve. O ponto de entrada é entre 8 e 10 cm do tubérculo púbico. Duas veias comitentes que drenam para o sistema venoso profundo da coxa acompanham a artéria (Macchi *et al.*, 2008; Magden *et al.*, 2010).

O músculo é innervado pelo ramo anterior do nervo obturador. Ele é tipicamente encontrado aproximadamente a 6 cm do tubérculo púbico (Magden *et al.*, 2010).

3.2.2. Anatomia do ramo motor do músculo grácil

O nervo obturatório origina-se das raízes ventrais de L2-L3-L4 que se unem atrás do músculo psoas e passa, pela sua borda medial, à superfície anterior desse músculo. A partir daí dirige-se à parte lateral da pelve menor para entrar no forame obturatório, através do qual deixa a pelve e passa para a coxa. Nesse ponto, se divide em seus ramos anterior e posterior. O ramo anterior passa sobre a borda superior do músculo obturador externo, profundamente ao pectíneo e adutor longo e superficialmente ao adutor curto. Envia um ramo articular para a articulação do quadril junto ao forame obturador, ramos musculares para os músculos adutor longo, grácil e adutor curto e um ramo cutâneo que se distribui à pele da face medial dos 2/3 inferiores da coxa. O ramo posterior passa posteriormente ao adutor curto e anteriormente ao adutor magno. Emite ramos musculares para os músculos adutor magno e adutor curto (quando esse não é innervado pelo ramo anterior) e um ramo articular para o joelho (Goss, 1988; Moore, 1992; Netter, 1987).

Rodríguez Lorenzo *et al.* (2010) relatam um estudo do nervo motor do grácil em 24 dissecções anatômicas do nervo até o forame obturador. Encontraram um comprimento de nervos de 11,5 cm em média (9,9 a 13,6 cm). Para conseguir esse comprimento, têm que proceder a microneurólise do nervo a partir da borda do músculo abductor curto. Rozen *et al.* (2013) tentam obter um maior comprimento do nervo, adicionando uma dissecção retroperitoneal em um estudo realizado em 5 espécimes anatômicos. Eles conseguem obter um comprimento do nervo motor do grácil em média de 12,9 cm, através de uma dissecção intraneural até dentro do canal obturador. A partir desse ponto, os autores concluem que não é mais possível separar o ramo do grácil dos outros ramos por microneurólise. A dissecção

retroperitoneal permite abordar o ramo anterior até a sua origem no nervo obturatório (ponto em que ele se bifurca em ramo anterior e posterior), porém no trajeto retroperitoneal não é possível a realização de microneurólise dos outros ramos motores. O comprimento total do ramo anterior desde a origem até o hilo do músculo grácil é em média de 17,6 cm, porém o uso de toda essa extensão implica na denervação dos músculos adutor longo, adutor curto e perda de sensibilidade na parte medial da coxa, adicionados aos riscos de uma dissecação retroperitoneal. O diâmetro do ramo anterior do nervo obturador varia entre 1 e 2 mm (Juracic *et al.*, 1993; Rodríguez Lorenzo *et al.*, 2010; Rozen *et al.*, 2013).

A anatomia microscópica do ramo motor do músculo grácil é pouco relatada na literatura. Mahmood *et al.* (2018) em um estudo histológico de 10 amostras do ramo anterior do nervo obturatório imediatamente distal à bifurcação encontram uma contagem média de 939 axônios. De acordo com a literatura, para um bom resultado ser obtido em uma transferência de nervos, é necessário que o nervo doador e o nervo recipiente tenham uma relação de 0,7:1 em suas contagens axonais. Portanto, o nervo espinhal acessório (1.329 axônios), 3 nervos intercostais (1.125 axônios) ou 2 nervos intercostais (750 axônios) seriam todos adequados para reinervar o músculo grácil (Schreiber *et al.*, 2015).

Segundo Manktelow e Zuker (1984) o nervo motor do músculo grácil tem cerca de 4 fascículos, sendo um desses o maior, responsável pelo controle de 20 a 50% da parte anterior do músculo e os restantes, responsáveis pela inervação do restante do músculo, principalmente da sua parte posterior. Essa diferenciação pode permitir que diferentes partes do músculo sejam usadas para funções diferentes, se forem reinervadas por nervos diversos.

3.3. VASOS MAMÁRIOS INTERNOS

Os vasos mamários internos são extensivamente usados como vasos doadores para revascularização do miocárdio e, mais recentemente, como vaso doador de escolha na reconstrução da mama com retalhos microcirúrgicos (Bakaeen, *et al.*, 2020; Nahabedian, 2012).

A artéria mamária interna se origina da primeira porção da artéria subclávia, certa de 2 cm acima da clavícula. Ocasionalmente, ela tem uma origem comum com o tronco tireocervical, artéria escapular dorsal, artéria tireóidea ou do tronco costocervical (Arnež *et al.*, 1995; Hefel *et al.*, 1995). A partir desse ponto, ela se dirige inferiormente e passa posteriormente à veia braquiocefálica, medialmente ao músculo escaleno anterior. Em seu trajeto inferior, entra no caixa torácica passando posteriormente à articulação esterno-clavicular e cartilagens costais e anteriormente à pleura parietal até o nível do 3º espaço intercostal. A partir daí, os vasos mamários encontram-se anteriormente ao músculo transverso torácico que se interpõe entre a pleura parietal e os vasos, conferindo proteção adicional contra pneumotórax durante a dissecação desses vasos. Nos espaços intercostais, encontra-se coberta pelos músculos intercostais. A artéria localiza-se lateralmente ao esterno em todo o seu trajeto intratorácico. Entre o 6º. e 7º. Espaços intercostais, a artéria torácica interna se divide em seus ramos terminais - epigástricos superior e artérias musculofrênicas (Arnež *et al.*, 1995; Hefel *et al.*, 1995).

A distância entre a artéria mamária interna e o esterno é um dado importante para a dissecação cirúrgica avaliada por diversos autores com valores que variam de 6 a 24 mm. Ninković, Schwabegger e Anderl (1998) observam uma distância média de 15,35 mm. Hefel *et al.* (1995) observam uma distância de 14,97 mm no lado direito e 14,53 mm no esquerdo. Já Arnež *et al.* (1995) relatam uma distância média de 14 mm (6-24mm).

O comprimento total da artéria mamária interna desde a sua origem até a bifurcação é em média de 18,05 cm, enquanto o diâmetro externo varia ao longo do seu curso (Murray *et al.*, 2012; Ninković; Schwabegger; Anderl, 1998). Arnež *et al.* (1995) encontram diâmetro externo médio no 3º, 4º e 5º espaços intercostais de respectivamente, 2,8, 2,6 e 2,6 mm. Hefel *et al.* (1995) encontram diâmetro ao nível da 4ª cartilagem costal que varia de 0,99 a 2,22 mm com diâmetro médio no lado direito de 1,88 mm e no lado esquerdo de 1,76 mm. Ninković, Schwabegger e Anderl (1998) encontram nesse mesmo ponto um diâmetro médio de 1,89 mm (1,30-3,0) no lado direito e de 1,71 mm (1,40-3,30). A maioria dos autores encontra um diâmetro maior no lado direito do que no lado esquerdo (Arnež *et al.*, 1995; Hefel *et al.*, 1995; Ninković; Schwabegger; Anderl, 1998).

As veias mamárias externas apresentam mais variações quanto à sua anatomia e número (Arnež *et al.*, 1995; Ninković; Schwabegger; Anderl, 1998). Arnež *et al.* (1995) observam que a veia, quando única, corre medialmente à artéria em 95% dos casos e lateralmente em 5%. No padrão mais comum (tipo 1) visto em 75% em espécimes do sexo feminino e 62% do sexo masculino, a veia se subdivide em duas, e uma delas cruza anteriormente à artéria e se posiciona lateralmente a essa, geralmente ao nível do 3º ou 4º espaços intercostais. A partir daí a veia segue paralelamente à artéria e veia medial em seu curso descendente. No segundo padrão mais frequente (tipo 2), encontrado em 22% dos espécimes femininos e 31 dos masculinos, a veia permanece única acompanhando a artéria em todo o seu percurso.

Arnež *et al.* (1995) encontram diâmetro maior na veia medial do que na lateral. As medidas encontradas para a veia medial no 2º, 3º e 4º espaços intercostais são respectivamente em média 2,8 mm, 2,6mm e 2,5 mm. As medidas encontradas nesses mesmos espaços para a veia lateral são 2,1 mm, 1,9 mm e 1,7 mm. Ninković, Schwabegger e Anderl (1998) encontram dimensões para a

veia mamária interna na margem superior da 4^a. cartilagem costal no lado direito e esquerdo de respectivamente 2,63 mm (1,60-4,00) e 2,54 mm (1,50-3,10). Hefel *et al.* (1995) encontram em todos os espécimes analisados veia (s) de dimensões adequadas para microanastomoses vasculares.

4. MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional e transversal, realizado por meio de dissecções em cadáveres frescos, complementados com análise histológica de amostras dos nervos peitorais laterais (nervo peitoral superior e nervo peitoral médio) obtidas em alguns dos espécimes.

O projeto foi aprovado pelo comitê de ensino e pesquisa do Instituto de Ortopedia e Traumatologia (IOT) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFUSP) (protocolo IOT 1.385), pelo Comitê de Ética e Pesquisa (4.991.722) e incluído na Plataforma Brasil (Anexos A1 e A2).

Entre março de 2021 e fevereiro de 2022 foram realizadas 30 dissecções em cadáveres frescos no Instituto Médico Legal da Secretaria de Segurança Pública de Sergipe (IML-SSPSE) nos termos de convênio entre essa instituição e a Universidade Federal de Sergipe, mediante a aprovação do projeto pelo IML-SSPSE e no Laboratório de Morfologia da Universidade Federal de Sergipe após a devida autorização pelo Departamento de Morfologia.

A preparação das lâminas para estudo histológico foi feita no Laboratório SOLIM e no Laboratório Médico de Patologia e Citologia (LABPAC) e a contagem axonal foi realizada nesta última instituição.

Os dados do estudo foram inicialmente colhidos por meio de um fichário especialmente preparado para o estudo (Anexo B) e a seguir transcritos para planilhas do programa Excel (Microsoft).

Para manter o padrão de qualidade desse estudo anatômico, utilizamos as diretrizes preconizadas no “*Anatomical Quality Assurance*” (AQUA) *Checklist* (Anexo C).

4.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Não houve seleção dos espécimes baseados em sexo ou idade.

Utilizamos cadáveres em bom estado de conservação que não possuíam trauma prévio ou cicatrizes nas áreas estudadas. Procurou-se avaliar também a causa do óbito para excluir espécimes com evidência de doença infectocontagiosa.

4.2. DISSECÇÕES

As dissecções foram realizadas com uso de lupa de magnificação 4.5x (Keeler) e as medidas realizadas com o uso de um paquímetro de precisão digital marca Diite (*Guilin Digital Electronic Co.*) (resolução de 0,01 mm; erro de medição 0,03 mm). Sexo, idade, peso e altura de todos os cadáveres foram registrados.

O cadáver foi colocado em posição supina. Realizou-se uma incisão transversal sobre a clavícula. Iniciou-se a dissecção na região supra clavicular com a secção do músculo platíma e divisão da gordura e fáscia que recobre o plexo braquial. Procedeu-se à identificação dos troncos superior, médio e inferior e as divisões do tronco superior.

A seguir, a dissecção passava para a região infra clavicular com a desinserção cuidadosa de parte do músculo peitoral maior da clavícula. Nessa área eram expostos os troncos superior e médio e suas divisões dos fascículos lateral, posterior e medial. A dissecção foi feita de modo que houvesse perfeita visualização das estruturas mencionadas desde a região supra clavicular, passando sob a clavícula e dirigindo-se à região infra clavicular. A dissecção não envolvia a secção do músculo peitoral menor.

Identificava-se então a origem dos nervos peitorais superior e médio nos troncos, divisões ou fascículos e seu trajeto até o ventre muscular dos músculos peitoral maior e menor, atentando-se para as subdivisões e ramos desses nervos.

Procedia-se então à medição do comprimento total do nervo peitoral superior e do ramo superficial do nervo peitoral médio desde a sua origem até sua terminação no ventre muscular com o paquímetro digital. A seguir, os nervos mencionados eram seccionados próximos à entrada no músculo e seus diâmetros eram medidos. Os nervos do peitoral superior e o ramo superficial do nervo peitoral médio (Aszmann *et al.*, 2000) eram transpostos medialmente e media-se a distância entre a extremidade distal desses nervos e a linha média. A medida da distância do ramo superficial do nervo peitoral médio à linha média era repetida após a secção do ramo profundo desse nervo.

A dissecação mencionada acima foi realizada em todos os 30 cadáveres, enquanto a dissecação descrita abaixo foi realizada em apenas 15 espécimes.

No lado contralateral era feita uma incisão longitudinal, expondo o terço médio da clavícula e descendo até o 4º espaço intercostal. Procedia-se então à remoção da cartilagem costal da 3ª costela e exposição dos vasos mamários internos. A dissecação dos vasos procedia proximal e distalmente com a remoção dos músculos intercostais no 2º e 3º espaços. O comprimento da artéria mamária e veia(s) mamárias eram medidos desde a borda inferior da 2ª costela até a borda superior da 4ª costela. Os vasos eram seccionados nesse ponto e os seus diâmetros medidos.

Em seguida, a dissecação passava à coxa ipsilateral ao membro onde os nervos peitorais haviam sido expostos. A incisão se estendia desde o púbis até a junção do terço médio e inferior da coxa, em sua parte medial. Após a abertura da fáscia, o músculo grácil era exposto e

procurava-se o espaço entre esse e o músculo adutor médio, onde se localizava o pedículo vâsculo-de nervo. A artéria e veias eram dissecadas sob o músculo adutor médio até a sua origem na femoral profunda e o ramo motor do músculo grácil era dissecado até o forame obturatório. Nesse trajeto, por meio de neurólise, separavam-se as fibras, componentes do ramo motor do grácil dos ramos para os músculos adutor longo, adutor curto e ramo cutâneo para a parte medial da coxa.

Media-se então o comprimento total do músculo da origem à inserção e a seguir o músculo grácil era desinserido do púbis e o seu tendão distal era seccionado mediante a uma incisão medial abaixo do joelho em seu ponto de inserção na pata de ganso. O comprimento e diâmetro da artéria e veias eram medidos, assim como o comprimento total do nervo desde a entrada no músculo até o forame obturatório. Nesse ponto media-se também o diâmetro do nervo.

A seguir removiam-se 3 cm da parte mais proximal do músculo grácil e ele era fixado temporariamente nas partes moles sobre o terço médio da clavícula e o ponto definitivo de inserção era escolhido de tal modo a permitir a sutura do pedículo vascular do músculo aos vasos mamários internos e do nervo motor do músculo grácil ao nervo peitoral superior ou ramo superficial do nervo peitoral médio. Para este último era necessária a tunelização do nervo motor do músculo até a incisão clavicular contralateral. Durante esse processo, procurava-se deixar o músculo tensionado.

Uma vez determinado o ponto de inserção adequado, fazia-se duas perfurações na clavícula e o músculo era fixado com suturas de Ethibond 5 (Ethicon®). Nesse ponto era feita uma incisão longitudinal na porção anterior do braço, na junção entre o terço médio e inferior, de modo a expor o tendão do músculo bíceps.

Um túnel subcutâneo era então feito desde a incisão sobre a clavícula até a incisão ao nível do braço. A seguir, passava-se uma sutura na parte distal do tendão e introduzia-se uma pinça na incisão do braço em sentido retrógrado até alcançar e prender essa sutura. A pinça era então puxada distalmente, guiando o músculo e tendão pelo túnel subcutâneo. O tendão do músculo grácil era então suturado no tendão do músculo bíceps, através de três passagens tipo Pulvertaft com tensão tal a manter o cotovelo em 90° de flexão.

Nesse ponto, voltava-se a avaliar se as anastomoses vasculares e neurorrafias eram factíveis de serem feitas sem tensão. Nos casos em que havia tensão excessiva das anastomoses e neurorrafias após a sutura tendinosa, o músculo era desinserido da clavícula e reinserto mais medialmente.

4.3. COLETA E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS PARA ESTUDO HISTOLÓGICO

Em 10 espécimes, amostras do nervo peitoral superior e do ramo superficial do nervo peitoral médio medindo 2 cm foram retiradas (localização das amostras evidenciadas na figura 2) e colocadas em um frasco contendo solução de formalina tamponada (formaldeído a 4%) para fixação.

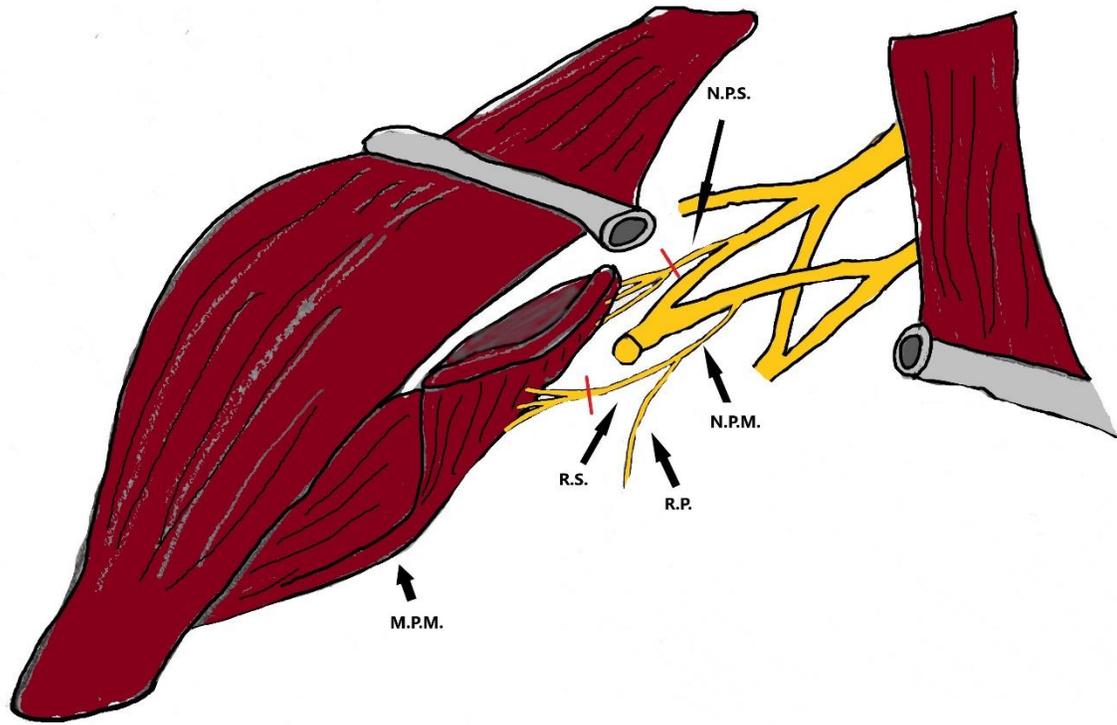


Figura 2. As linhas verticais vermelhas representam os pontos de coleta dos nervos para avaliação histológica (contagem axonal). M.P.M. Músculo Peitoral Maior; N. P. S. Nervo Peitoral Superior; N. P. M. Nervo Peitoral Médio; R. S. Ramo Superficial no Nervo Peitoral Médio; R. P. Ramo Profundo do Nervo Peitoral Médio.

Após a fixação, o material foi submetido a cortes transversais de 4 mm e levado a um processador tipo TP 20 (Leica) para desidratação e impregnação em parafina. Após esse processo, o bloco do material foi conduzido a um micrótomo rotativo, sendo feitos cortes de espessura de 3 micrômetros. A seguir, os cortes foram submetidos ao processo de coloração com a utilização de um corador automático (Leica Autostainer XL). Cada amostra foi submetida a dois tipos de coloração (Hematoxilina-Eosina e Azul de Toluidina). As lâminas cortadas foram então fotografadas com câmara Nikon HFX-II acoplada ao microscópio com objetivas de 40x e 100x e oculares de 10x (microscópio Nikon E400).

As fotografias foram então transferidas ao computador usando o sistema de captura de imagem TCapture, versão 3.9.0.605. Desenvolvida por *Tucsen Scientific Camera /Tucsen Photonics Co., Ltd.* As fibras mielinizadas foram contadas manualmente.

4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados da pesquisa foram coletados em fichários desenvolvidos para tal fim. Os dados foram então passados para planilhas do software Excel 2016, versão Windows da Microsoft Inc.

Dados categóricos foram descritos pela sua frequência e respectiva proporção de categorias em cada variável. Dados contínuos foram descritos pela média e desvio padrão. O comprimento do nervo peitoral superior e médio, a distância do peitoral médio à linha média, antes e depois da secção do seu ramo profundo, e suas contagens axonais foram verificados quanto à sua normalidade, utilizando o teste de Shapiro-Wilk, sendo comparados utilizando a ANOVA. Os testes estatísticos foram feitos com significância de 95%.

5. RESULTADOS

Nesse estudo descrevemos os resultados baseados na nomenclatura proposta por Aszmann, *et al.* (2000).

Os dados demográficos das disseções estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1: Dados demográficos das disseções

Cadáver No.	Sexo	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	lado disseção N.N. peitorais
1	M	60	85,2	1,80	D
2	M	52	110,6	1,85	D
3	M	35	64,7	1,65	D
4	M	27	75,2	1,75	E
5	M	46	78,5	1,77	D
6	M	32	74,8	1,70	D
7	M	29	80,1	1,73	E
8	M	37	67,2	1,66	D
9	M	72	68,5	1,77	E
10	M	45	71,6	1,65	D
11	M	24	62,4	1,79	D
12	M	27	79,4	1,75	D
13	M	30	75,9	1,65	D
14	M	28	85,3	1,72	D
15	M	22	75,7	1,70	D
16	M	65	70,3	1,64	E
17	M	39	60,2	1,61	D
18	M	28	75,5	1,67	E
19	M	71	86,7	1,73	E
20	M	49	82,5	1,70	D
21	M	67	79,9	1,72	D
22	M	32	85,6	1,69	D
23	F	52	62,7	1,61	D
24	M	31	73,4	1,70	D
25	M	45	76,6	1,72	E
26	M	59	83,8	1,69	D
27	M	28	70,2	1,71	D
28	M	72	81,0	1,75	D
29	M	43	78,7	1,77	D
30	M	27	68,4	1,65	D
MÉDIA		42,47	76,35	1,71	
DESVIO PADRÃO		15,96	9,80	0,06	

5.1. ORIGEM DOS NERVOS PEITORAIS SUPERIOR E MÉDIO

Em 24 espécimes (80%) observou-se que o nervo peitoral superior se originou na divisão anterior do tronco superior, em 5 cadáveres (16,7%) esse nervo tinha origem dupla na divisão anterior do tronco superior e na divisão anterior do tronco médio, e em 1 dissecção (3,3%) originava-se juntamente com o nervo peitoral médio no cordão lateral (Figura 3).

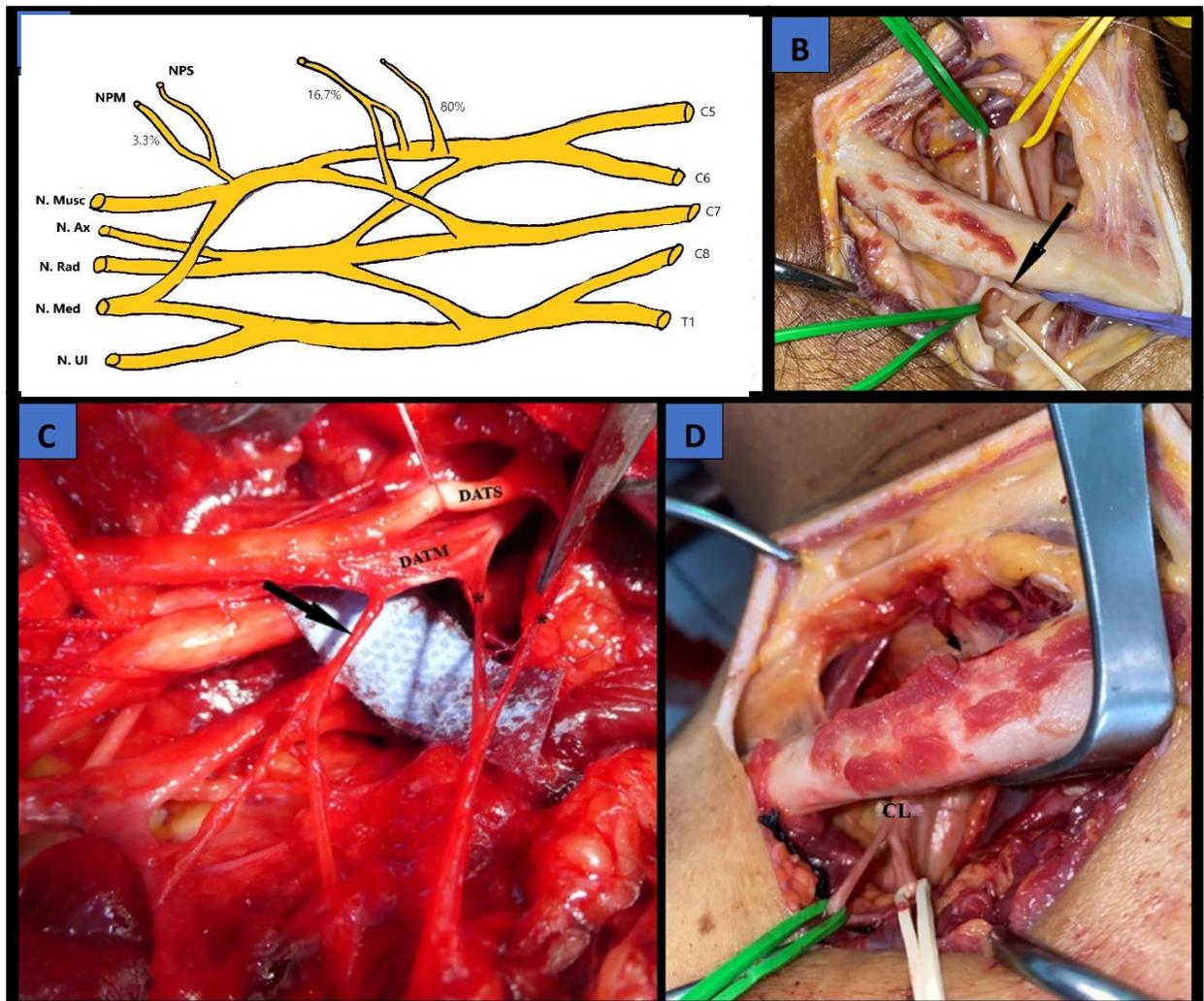


Figura 3. A – Tipos de origem mais frequentemente encontrados no nervo peitoral superior (NPS) e incidência de cada origem; B – Padrão com maior incidência. O NPS (fita verde) se origina da divisão anterior do tronco superior (DATS) (fita amarela) e o nervo peitoral médio (NPM) (fita branca) se origina da divisão anterior do tronco médio (DATM) (fita lilás). Frequentemente há um ramo comunicante entre os NPS e NPM (seta preta); C – Segundo padrão de origem mais frequente. O NPS apresenta duas origens (asteriscos), uma na DATS e outra na DATM, enquanto o NPM apresenta origem na DATM (seta preta); D – Padrão raro de origem, observado em 1 espécime. Os NPS (fita verde) e NPM (fita branca) têm origem única no cordão lateral (CL).

Observou-se que o nervo peitoral médio se originou em 26 espécimes (86,7%) na divisão anterior do tronco médio. Em 4 espécimes foram observados padrões distintos. Um espécime (3,3%) apresentou dupla origem na divisão anterior do tronco médio e do fascículo lateral, outro (3,3%) originou-se no fascículo lateral, um (3,3%) teve origem no tronco médio através de 3 ramos e um espécime (3,3%) o nervo peitoral médio teve origem conjunta com o nervo peitoral superior no cordão lateral (Figura 4).

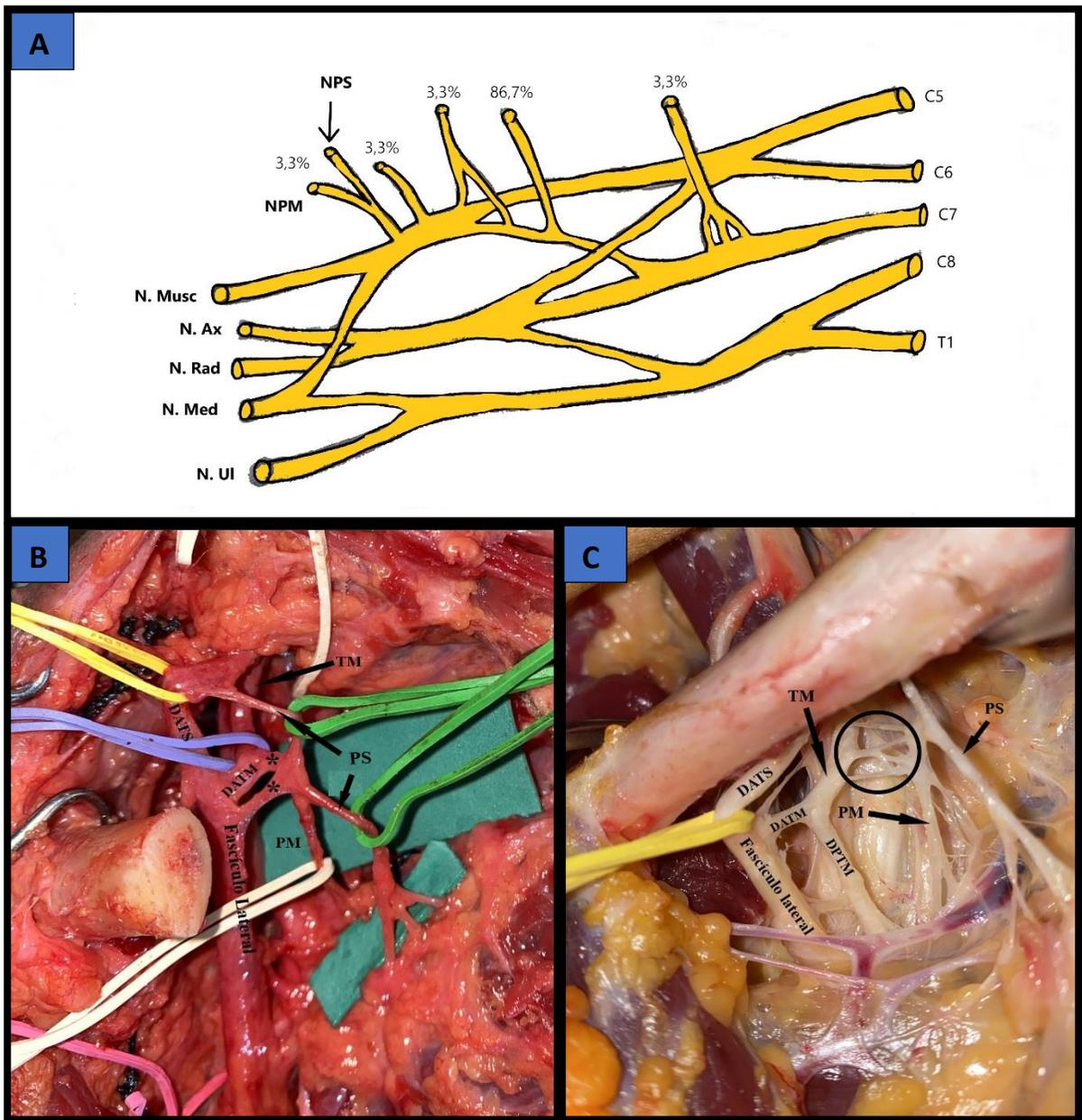


Figura 4. **A** – Tipos de origem mais frequentemente encontrados do nervo peitoral médio (NPM); **B** – NPM com origem em 02 ramos (asteriscos), um proveniente da divisão anterior tronco médio (DATM) e outro do fascículo lateral; **C** – NPM com origem em 03 ramos (círculo escuro) provenientes do tronco médio (TM).

5.2. COMUNICAÇÃO ENTRE OS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO

Em 8 espécimes (26,7%) não havia comunicação entre os dois nervos após a origem. Nos demais espécimes (73,3%) havia ao menos um ramo comunicando os dois nervos. O padrão mais frequente era um ramo comunicante próximo à origem do nervo peitoral médio, observado em 18

dissecções (60%). Outros padrões observados foram: 2 ramos comunicantes próximo à origem do nervo peitoral médio em 3 espécimes (10%) e 2 ramos comunicantes entre os dois nervos vindos próximo da origem e da porção distal do nervo peitoral médio e se dirigindo ao nervo peitoral superior em sua porção distal em 1 espécime (3,3%) (Figura 5).

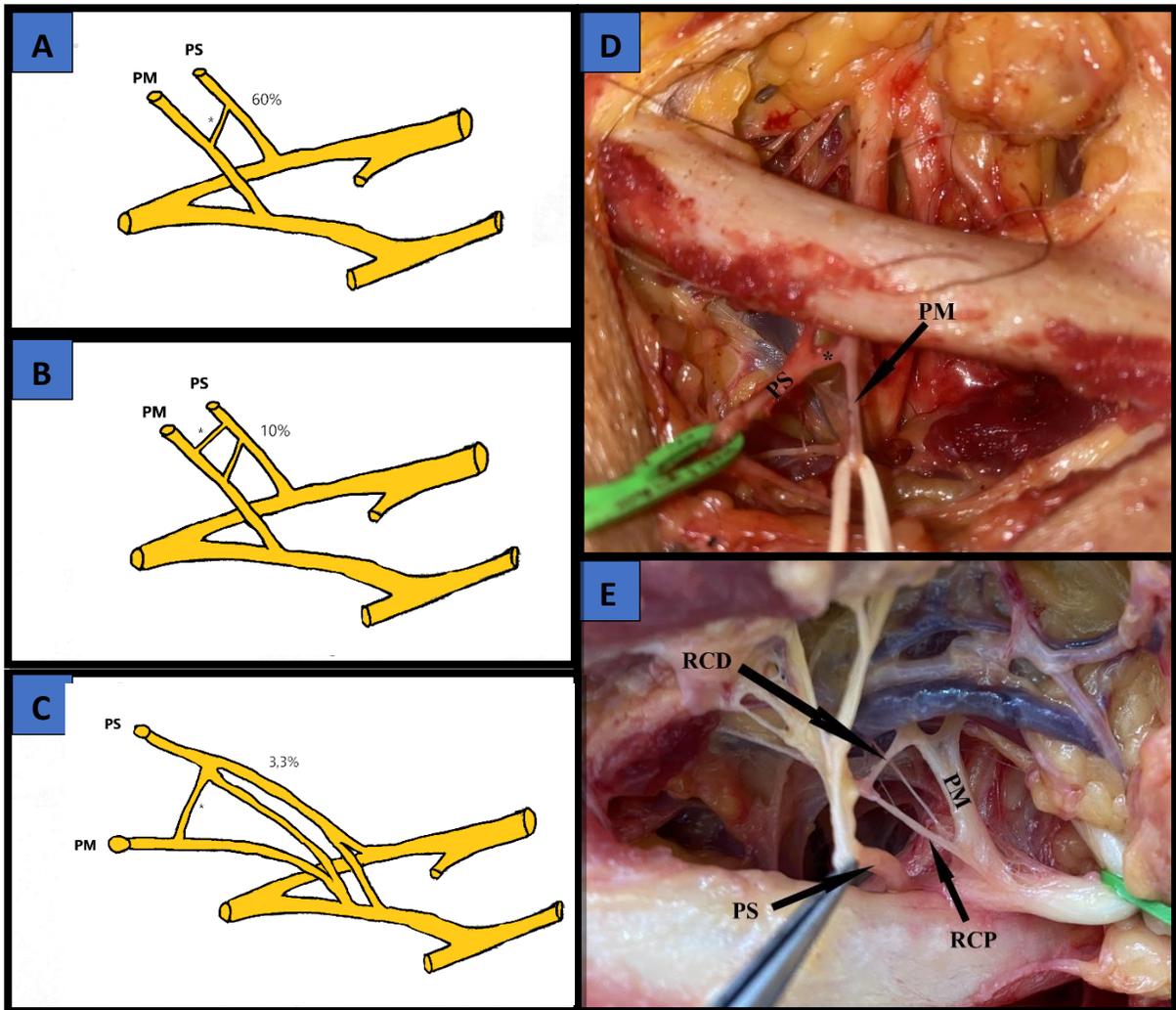


Figura 5. A - Presença de apenas um ramo comunicante entre o nervo peitoral médio (PM) e o nervo peitoral superior (PS) localizado próximo às suas origens; B - Presença de dois ramos comunicantes próximos à origem dos nervos; C - Existem dois ramos comunicantes entre o PM e o PS. Um dos ramos se origina próximo à origem do PM, enquanto o outro possui origem mais distal, ambos se comunicando com o PS em um único ponto; D - Ramo comunicante proximal único (asterisco) entre o PM e o PS. E - Ramo comunicante proximal (RCP) e ramo comunicante distal (RCD) entre o PM e o PS.

5.3. TRAJETO DOS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO

Em todos os casos, o NPS dirigiu-se à porção clavicular do músculo peitoral maior, sendo o mais superficial dos dois nervos. O NPM dividia-se a uma distância variável de sua origem em dois ramos. O ramo mais superficial se dirigia à parte mais medial da porção clavicular e porção esternocostal superior do músculo peitoral maior, enquanto o ramo mais profundo se dirigia à porção profunda do músculo peitoral menor, a qual estabelecia comunicação com o ramo peitoral inferior através da ansa peitoral, observada em todos os espécimes (Figura 6).

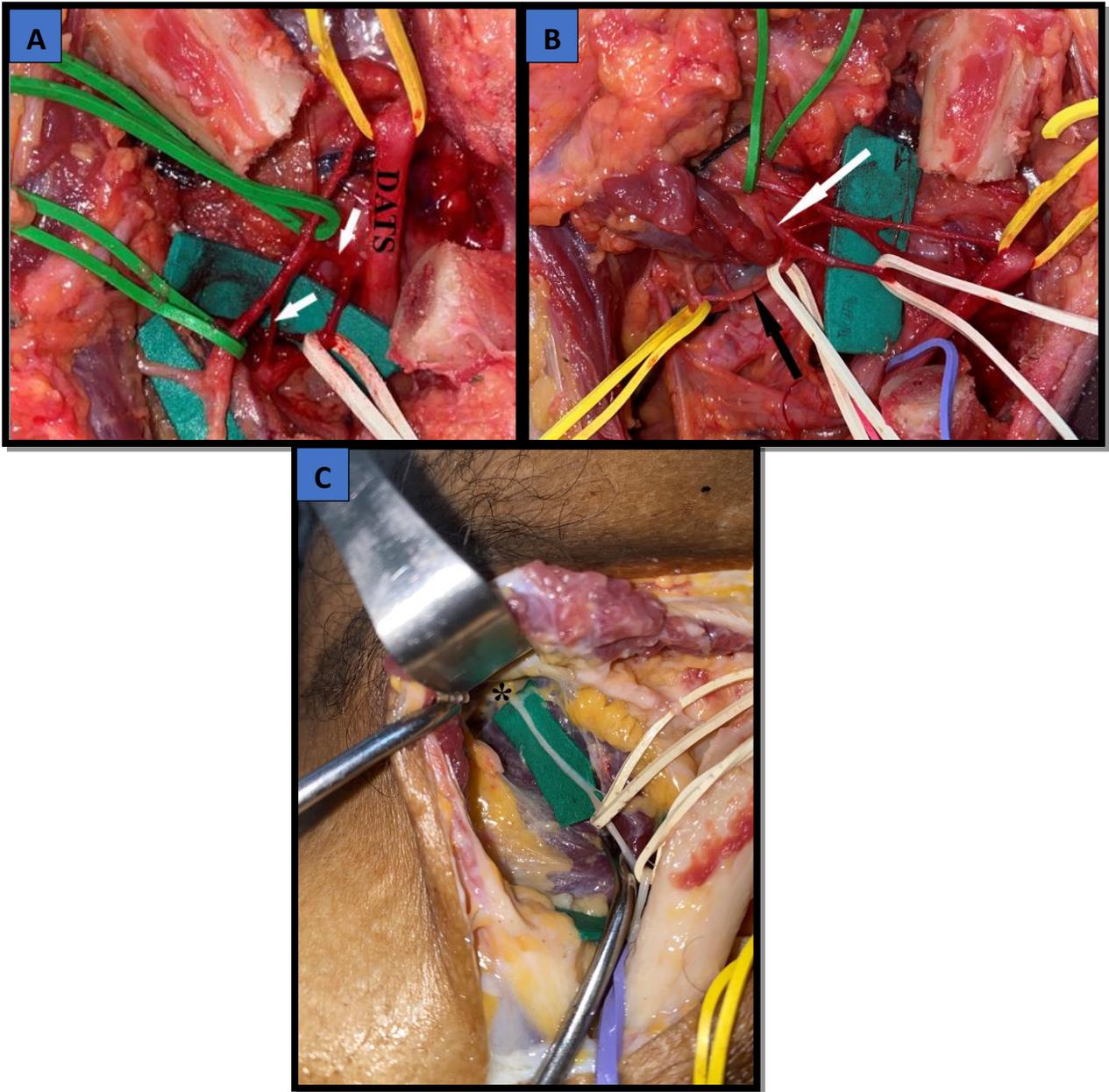


Figura 6. **A** – Trajeto subclavicular do nervo peitoral superior (fita verde) em direção à porção clavicular do músculo peitoral maior. Um segmento da clavícula foi removido para melhor visualização. O nervo peitoral médio está marcado pela fita branca. Frequentemente há um ou mais ramos comunicantes entre esses nervos (setas brancas); **B** – Trajeto do nervo peitoral médio na região infraclavicular, evidenciando a sua divisão em um ramo superficial (seta branca) que se dirige à porção esternocostal do músculo peitoral maior e o ramo profundo (seta preta) que se comunica com o nervo peitoral inferior (fita amarela) formando a ansa peitoral; **C** – Trajeto do ramo superficial do nervo peitoral médio (fita branca) em direção à porção esternocostal e clavicular medial do músculo peitoral maior (asterisco).

5.4. DIMENSÕES DO NERVO PEITORAL SUPERIOR

O comprimento médio do nervo peitoral superior foi de 5,81 cm (4,75 a 7,9 cm), enquanto o diâmetro médio foi de 1,8 mm (1,30 a 2,25 cm). Após a secção do nervo e rotação da porção distal do mesmo, a distância até a linha média foi cerca de 4,14 cm (1,51 a 5,73 cm) (Figura 7) (Tabela 2).

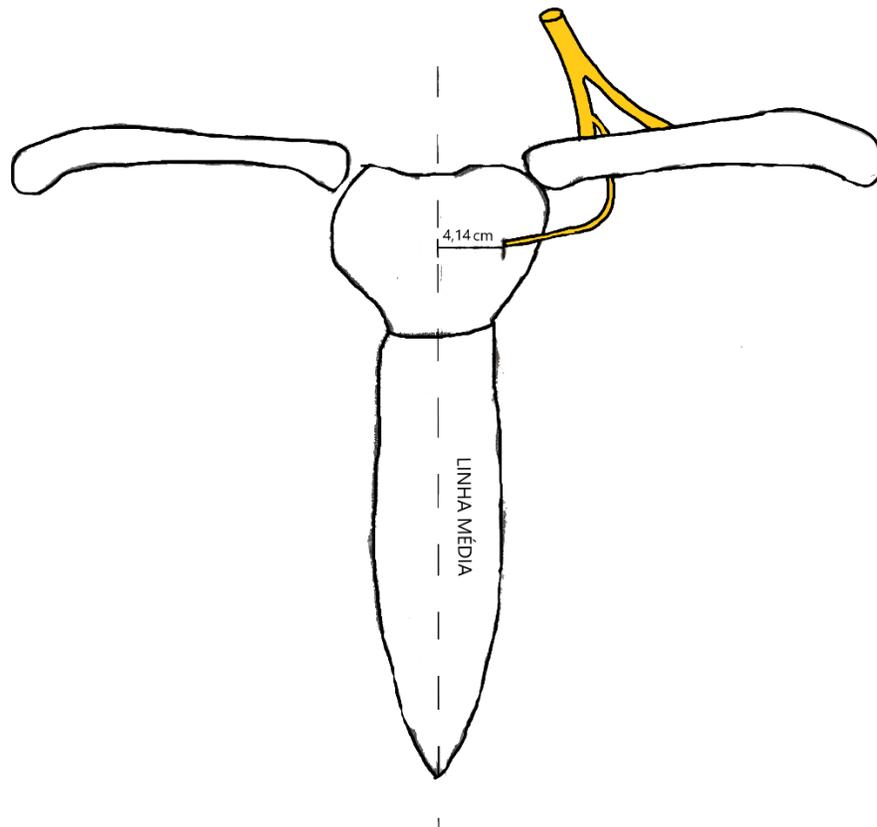


Figura 7. Distância do nervo peitoral superior à linha média após rotação da porção distal do nervo

Tabela 2: Dimensões do nervo peitoral superior

Cadáver No.	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)	Distância da Linha Média (cm)
1	7,20	2,25	5,18
2	7,9	2,23	4,1
3	6,1	1,68	5,17
4	5,91	2,01	5,63
5	6,19	1,81	4,1
6	5,83	1,68	4,25
7	6,37	1,79	5,09
8	4,85	1,62	5,24
9	5,56	1,92	4,1
10	6,1	1,78	4,1
11	7,12	2,01	1,51
12	5,95	1,85	4,75
13	5,5	1,61	3,5
14	6,27	1,76	5,27
15	5,2	1,85	3,5
16	5,35	1,75	5,73
17	5,08	1,30	2,93
18	6,01	1,86	3,3
19	6,23	1,90	4,71
20	6,09	1,71	4,13
21	5,85	2,12	4,98
22	5,60	1,81	5,18
23	5,64	1,53	3,44
24	6,3	1,90	4,74
25	4,95	1,82	3,01
26	5,53	1,43	3,22
27	4,83	1,60	2,93
28	5,06	1,83	3,45
29	5,1	2,01	3,23
30	4,75	1,71	3,83
MÉDIA	5,814	1,804	4,143
DESVIO PADRÃO	0,735	0,210	0,992

5.5. DIMENSÕES DO NERVO PEITORAL MÉDIO

O comprimento médio do nervo peitoral superior foi de 7,12 cm (6,07 a 8,26 cm), enquanto o diâmetro médio foi de 1,86 mm (1,21 a 1,98), Tabela 3.

Confirmando que as dimensões seguem a distribuição normal ($p > 0,05$), foram comparados os comprimentos dos nervos peitorais superior e médio. Concluiu-se que o nervo peitoral médio tem comprimento estatisticamente maior do que o do peitoral superior ($p < 0,05$) (Tabela 4).

Após a secção do nervo e rotação da porção distal do mesmo, a distância para a linha média foi de 3,96 cm (2,70 a 6,90 cm) (Figura 8A e 8B). Com a secção do ramo profundo do nervo peitoral médio, conseguia-se uma aproximação maior da linha média ($p < 0,05$), ficando a distância em média de 2,46 cm (0,49 a 4,38 cm) (Tabela 5).

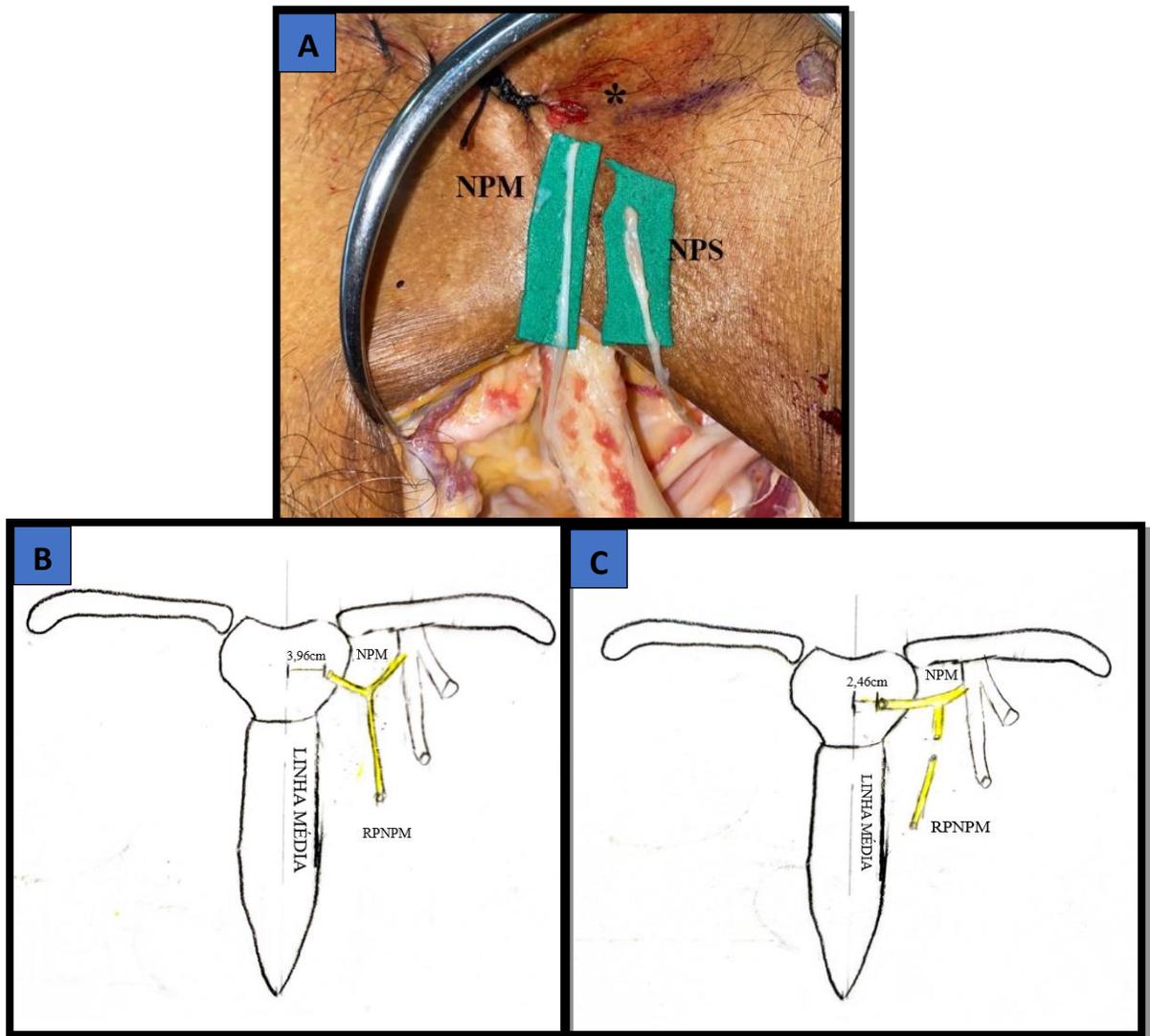


Figura 8. **A** – Nervo peitoral superior (NPS) e ramo superficial nervo peitoral médio (NPM) seccionados e redirecionados medialmente em direção ao manúbrio esternal (asterisco), onde podem ser anastomosados ao nervo do músculo grácil para uma reconstrução funcional no membro contralateral; **B** – Distância média entre o NPM e a linha média antes da secção do ramo profundo do nervo peitoral médio (RPNPM); **C** – Redução da distância média entre o NPM e a linha média após secção do RPNPM.

Tabela 3: Dimensões do nervo peitoral médio

Cadáver No.	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)	Distância da Linha Média (cm)	Distância Da Linha Média Com Secção R. Profundo Do N. Peitoral Médio(cm)
1	7,83	1,90	4,2	2,97
2	8,21	1,82	3,7	1,59
3	6,45	1,39	5,12	4,2
4	7,40	1,77	5,1	3,2
5	6,75	1,62	3,85	2,5
6	7,11	1,53	3,9	2,7
7	8,05	1,61	4,11	2,78
8	7,05	1,47	4,14	2,95
9	6,92	1,77	3,5	1,97
10	6,7	1,51	3,85	2,71
11	6,13	1,75	2,62	0,51
12	7,38	1,98	3,27	2,4
13	6,07	1,50	2,8	1,7
14	8,26	1,31	2,7	1,15
15	6,8	1,28	2,8	1,91
16	7,02	1,50	4,31	3,1
17	6,82	1,38	3,71	1,22
18	6,73	1,52	5,8	4,3
19	6,9	1,73	4,1	2,99
20	7,7	1,43	5,23	2,38
21	6,9	1,63	5,34	3,75
22	7,51	1,85	6,9	5,4
23	7,09	1,35	3,36	2,42
24	7,21	1,66	5,3	4,38
25	7,3	1,21	3,52	2,21
26	7,18	1,30	3,01	1,25
27	7,13	1,72	2,71	1,35
28	6,78	1,67	2,85	1,72
29	8,06	1,91	3,68	0,49
30	6,21	1,63	3,3	1,68
MÉDIA	7,122	1,860	3,959	2,463
DESVIO PADRÃO	0,578	0,057	1,049	1,161

Tabela 4: Comparação entre os comprimentos do nervo peitoral médio

Comprimento do nervo peitoral superior	Comprimento do nervo peitoral médio
7,2	7,83
7,9	8,21
6,1	6,45
5,91	7,4
6,19	6,75
5,83	7,11
6,37	8,05
4,85	7,05
5,56	6,92
6,1	6,7
7,12	6,13
5,95	7,38
5,5	6,07
6,27	8,26
5,2	6,8
5,35	7,02
5,08	6,82
6,01	6,73
6,23	6,9
6,09	7,7
5,85	6,9
5,6	7,51
5,64	7,09
6,3	7,21
4,95	7,3
5,53	7,18
4,83	7,13
5,06	6,78
5,1	8,06
4,75	6,21
Valor-p	2,29031E-10

Tabela 5: Comparação entre as distâncias do peitoral médio a linha média, antes e depois da secção do seu ramo profundo

Distância Da Linha Média (cm)	Distância Da Linha Média Com Secção R, Profundo Do N, Peitoral Médio(cm)
4,2	2,97
3,7	1,59
5,12	4,2
5,1	3,2
3,85	2,5
3,9	2,7
4,11	2,78
4,14	2,95
3,5	1,97
3,85	2,71
2,62	0,51
3,27	2,4
2,8	1,7
2,7	1,15
2,8	1,91
4,31	3,1
3,71	1,22
5,8	4,3
4,1	2,99
5,23	2,38
5,34	3,75
6,9	5,4
3,36	2,42
5,3	4,38
3,52	2,21
3,01	1,25
2,71	1,35
2,85	1,72
3,68	0,49
3,3	1,68
Valor-p	2,36E-06

5.6. DIMENSÕES DO PEDÍCULO NEUROVASCULAR DO MÚSCULO GRÁCIL

O retalho do músculo grácil foi dissecado em 15 espécimes (Figura 9). O comprimento médio do músculo da origem no púbis até a inserção na pata de ganso foi de 43,55 cm (40,30 a 48,56 cm). Assim, o comprimento do nervo motor do músculo grácil do ponto do forame obturatório até o ponto de entrada no músculo foi em média de 11,71 cm (10,56 a 13,32 cm). O diâmetro médio do nervo ao nível do forame obturatório foi de 1,72 mm (1,59 a 2,20 mm). O comprimento médio da artéria do pedículo do músculo foi de 8,0 cm (6,78 a 9,71 cm) e o diâmetro foi de 1,86 mm (1,47 a 2,2 mm). Em todos os espécimes, foram observadas 2 veias, sendo uma delas a dominante com diâmetro médio de 2,9 mm (1,83 a 2,71 mm) e outra menor com diâmetro de 1,74 mm (1,45 a 2,15mm). O comprimento das veias foi muito semelhante ao da artéria (Tabela 6).

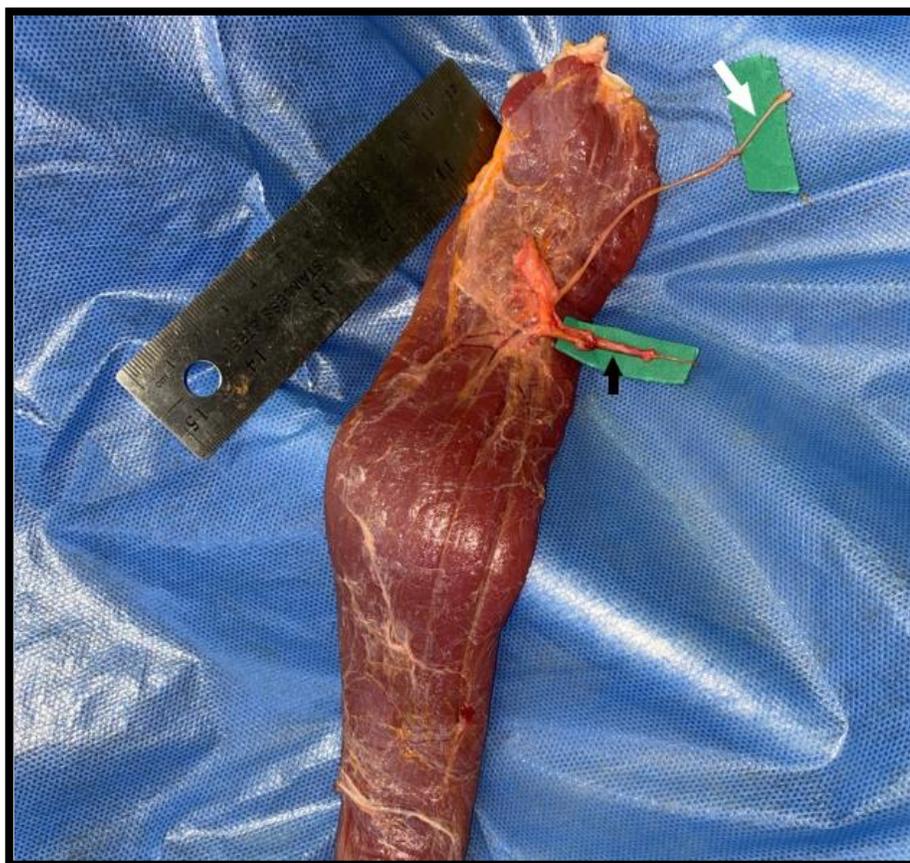


Figura 9. Músculo grácil com seu pedículo vascular (seta preta) e nervo motor (seta branca).

Tabela 6: Dimensões do músculo grácil e de seu pedículo neurovascular

CADÁVER No.	COMPRIMENTO (cm)	DIÂMETRO (mm)	COMPRIMENTO GRÁCIL (cm)
1	N. motor: 12,73 Artéria: 9,77 Veia 1: 9,01 Veia 2: 9,53	N. motor: 1,97 Artéria: 2,20 Veia 1: 2,63 Veia 2: 2,01	47,30
3	N. motor: 10,83 Artéria: 7,52 Veia 1: 7,40 Veia 2: 7,31	N. motor: 1,65 Artéria: 1,66 Veia 1: 1,94 Veia 2: 1,67	40,73
6	N. motor: 11,10 Artéria: 8,22 Veia 1: 7,95 Veia 2: 7,73	N. motor: 1,75 Artéria: 1,75 Veia 1: 2,08 Veia 2: 1,65	42,51
7	N. motor: 11,50	N. motor: 1,69	41,91

	Artéria: 8,31 Veia 1: 8,03 Veia 2: 7,95	Artéria: 1,81 Veia 1: 1,95 Veia 2: 1,57	
9	N. motor: 12,97 Artéria: 8,16 Veia 1: 7,70 Veia 2: 7,79	N. motor: 1,79 Artéria: 1,94 Veia 1: 2,35 Veia 2: 2,12	48,56
10	N. motor: 11,54 Artéria: 8,03 Veia 1: 7,87 Veia 2: 7,75	N. motor: 1,47 Artéria: 1,59 Veia 1: 2,12 Veia 2: 1,55	41,37
13	N. motor: 11,02 Artéria: 7,73 Veia 1: 7,51 Veia 2: 7,43	N. motor: 1,58 Artéria: 2,1 Veia 1: 2,71 Veia 2: 2,15	41,21
16	N. motor: 11,55 Artéria: 7,28 Veia 1: 6,91 Veia 2: 6,80	N. motor: 1,32 Artéria: 1,92 Veia 1: 2,52 Veia 2: 1,75	41,78
18	N. motor: 10,56 Artéria: 7,62 Veia 1: 6,95 Veia 2: 6,75	N. motor: 1,85 Artéria: 1,73 Veia 1: 2,02 Veia 2: 1,57	43,37
19	N. motor: 12,3 Artéria: 8,55 Veia 1: 8,03 Veia 2: 7,60	N. motor: 1,91 Artéria: 1,82 Veia 1: 2,33 Veia 2: 1,45	44,55
21	N. motor: 11,2 Artéria: 8,02 Veia 1: 7,85 Veia 2: 8,14	N. motor: 1,85 Artéria: 1,78 Veia 1: 1,83 Veia 2: 1,78	43,7
23	N. motor: 10,78 Artéria: 6,78 Veia 1: 6,45 Veia 2: 6,38	N. motor: 1,63 Artéria: 1,47 Veia 1: 1,75 Veia 2: 1,57	41,43
25	N. motor: 12,56 Artéria: 7,73 Veia 1: 7,65 Veia 2: 7,61	N. motor: 1,85 Artéria: 2,08 Veia 1: 2,32 Veia 2: 1,85	45,32
27	N. motor: 12,4 Artéria: 8,66 Veia 1: 8,73 Veia 2: 8,6	N. motor: 1,78 Artéria: 1,95 Veia 1: 2,02 Veia 2: 1,53	44,08
29	N. motor: 13,32 Artéria: 7,65 Veia 1: 7,43 Veia 2: 7,43	N. motor: 1,78 Artéria: 2,10 Veia 1: 2,32 Veia 2: 1,78	46,5
MÉDIA	N. motor: 11,71	N. motor: 1,725	43,553

	Artéria: 8,002	Artéria: 1,86	
	Veia 1: 7,698	Veia 1: 2,193	
	Veia 2: 7,653	Veia 2: 1,743	
DESVIO PADRÃO	N. motor: 0,853	N. motor: 0,167	2,276
	Artéria: 0,668	Artéria: 0,200	
	Veia 1: 0,636	Veia 1: 0,280	
	Veia 2: 0,738	Veia 2: 0,204	

5.7. DIMENSÕES DOS VASOS MAMÁRIOS INTERNOS

Em 15 espécimes, realizamos a dissecação dos vasos mamários internos desde a borda inferior da 2ª costela até a borda superior da 4ª costela, tendo sido removida a 3ª cartilagem costal para melhor mobilização dos vasos (Figura 10). Encontramos um diâmetro médio da artéria mamária interna ao nível da borda superior da 4ª costela de 1,95 mm (1,53 a 2,35) e um comprimento de 4,45 cm (4,01 a 5,12 cm). O número de veias foi variável. Em 7 espécimes, observamos a bifurcação da veia em algum ponto do trajeto, no qual os vasos foram dissecados e, em 8, observamos uma única veia. A artéria se mostrou lateral à veia em todos os espécimes e após a bifurcação da veia, essa cruzava anteriormente a artéria, ficando a artéria no meio das duas veias. Os diâmetros médios das veias foram de 2,69 mm para a veia medial e 2,07 mm para a veia lateral. Os vasos podiam ser transpostos superiormente e alcançavam com facilidade o pedículo do retalho do músculo grácil (Tabela 7).



Figura 10. Vasos mamários internos após retirada da 3ª costela

Tabela 7: Dimensões dos vasos mamários

Cadáver No.	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)
1	Artéria:5,12 Veia 1: 5,12 Veia 2: 5,12	Artéria: 2,35 Veia 1: 3,10 Veia 2: 2,74
3	Artéria: 4,57 Veia 1: 4,57 Veia 2: 4,57	Artéria: 1,92 Veia 1: 2,80 Veia 2: 1,91
6	Artéria: 4,51 Veia 1: 4,51 Veia 2: 4,51	Artéria: 2,25 Veia 1: 2,80 Veia 2: x
7	Artéria: 4,72 Veia 1: 4,72 Veia 2: 4,72	Artéria: 2,03 Veia 1: 2,93 Veia 2: 2,15
9	Artéria: 4,75 Veia 1: 4,75 Veia 2: 4,75	Artéria: 1,92 Veia 1: 2,75 Veia 2: 1,90
10	Artéria: 4,35 Veia 1: 4,35 Veia 2: 4,35	Artéria: 1,85 Veia 1: 2,35 Veia 2: x
13	Artéria: 4,05 Veia 1: 4,05 Veia 2: 4,05	Artéria: 1,75 Veia 1 :2,31 Veia 2: x
16	Artéria: 4,23 Veia 1: 4,23 Veia 2: 4,23	Artéria: 1,82 Veia 1: 2,45 Veia 2: x
18	Artéria: 4,19 Veia 1: 4,19 Veia 2: 4,19	Artéria: 1,97 Veia 1: 3,23 Veia 2: x
19	Artéria: 4,67 Veia 1: 4,67 Veia 2: 4,67	Artéria: 2,31 Veia 1: 2,72 Veia 2: 2,05
21	Artéria: 4,47 Veia 1: 4,47 Veia 2: 4,47	Artéria: 1,85 Veia 1: 2,56 Veia 2: x
23	Artéria: 4,01 Veia 1: 4,01 Veia 2: 4,01	Artéria: 1,67 Veia 1: 2,05 Veia 2: x
25	Artéria: 4,25 Veia 1: 4,25 Veia 2: 4,25	Artéria: 1,53 Veia 1: 2,52 Veia 2: 2,02
27	Artéria: 4,51 Veia 1: 4,51 Veia 2: 4,51	Artéria: 1,85 Veia 1: 2,74 Veia 2: x
29	Artéria: 4,82 Veia 1: 4,82	Artéria: 2,15 Veia 1: 3,02

	Veia 2: 4,82	Veia 2: 1,70
MÉDIA	Artéria: 4,498 Veia 1: 4,498 Veia 2: 4,498	Artéria: 1,948 Veia 1: 2,688 Veia 2: 2,067
DESVIO PADRÃO	Artéria: 0,290 Veia 1: 0,290 Veia 2: 0,290	Artéria: 0,226 Veia 1: 0,308 Veia 2: 0,304

5.8. INSERÇÃO PROXIMAL E DISTAL DO RETALHO DO MÚSCULO GRÁCIL

A inserção mais adequada para a origem do músculo grácil foi observada na junção entre o 1/3 médio e 1/3 medial (Figura 11).

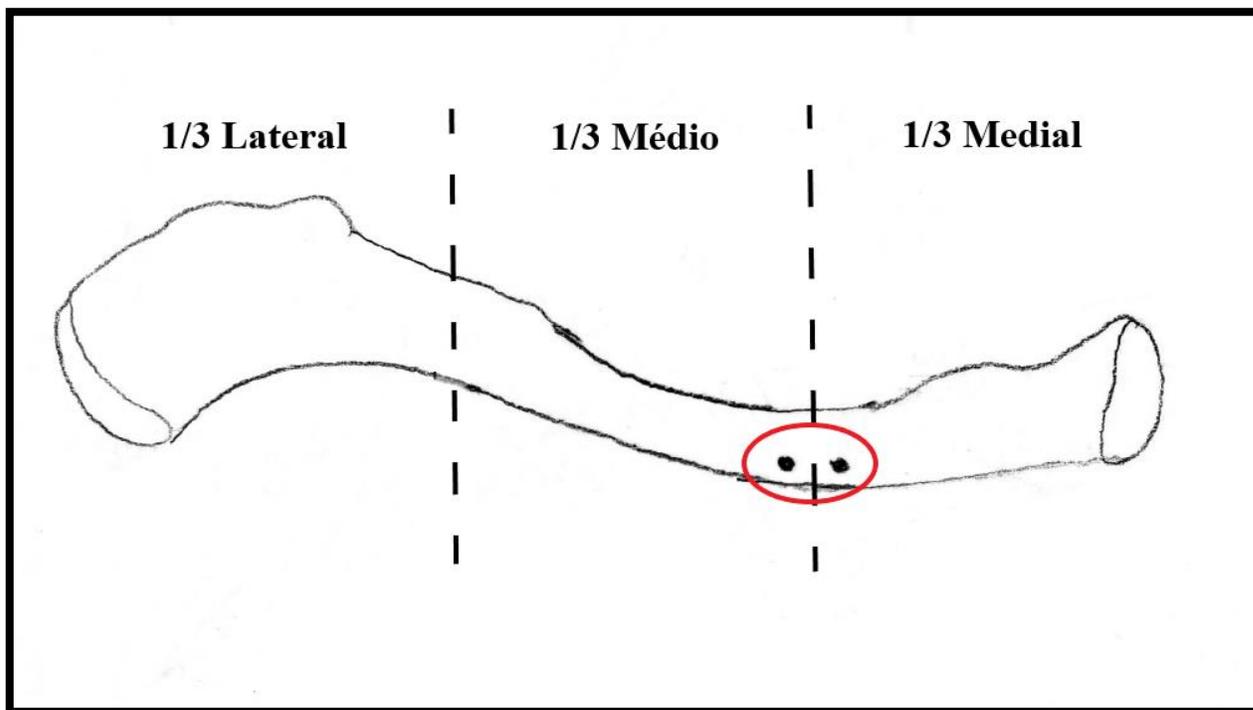


Figura 11. Local de perfuração na clavícula para inserção do músculo grácil

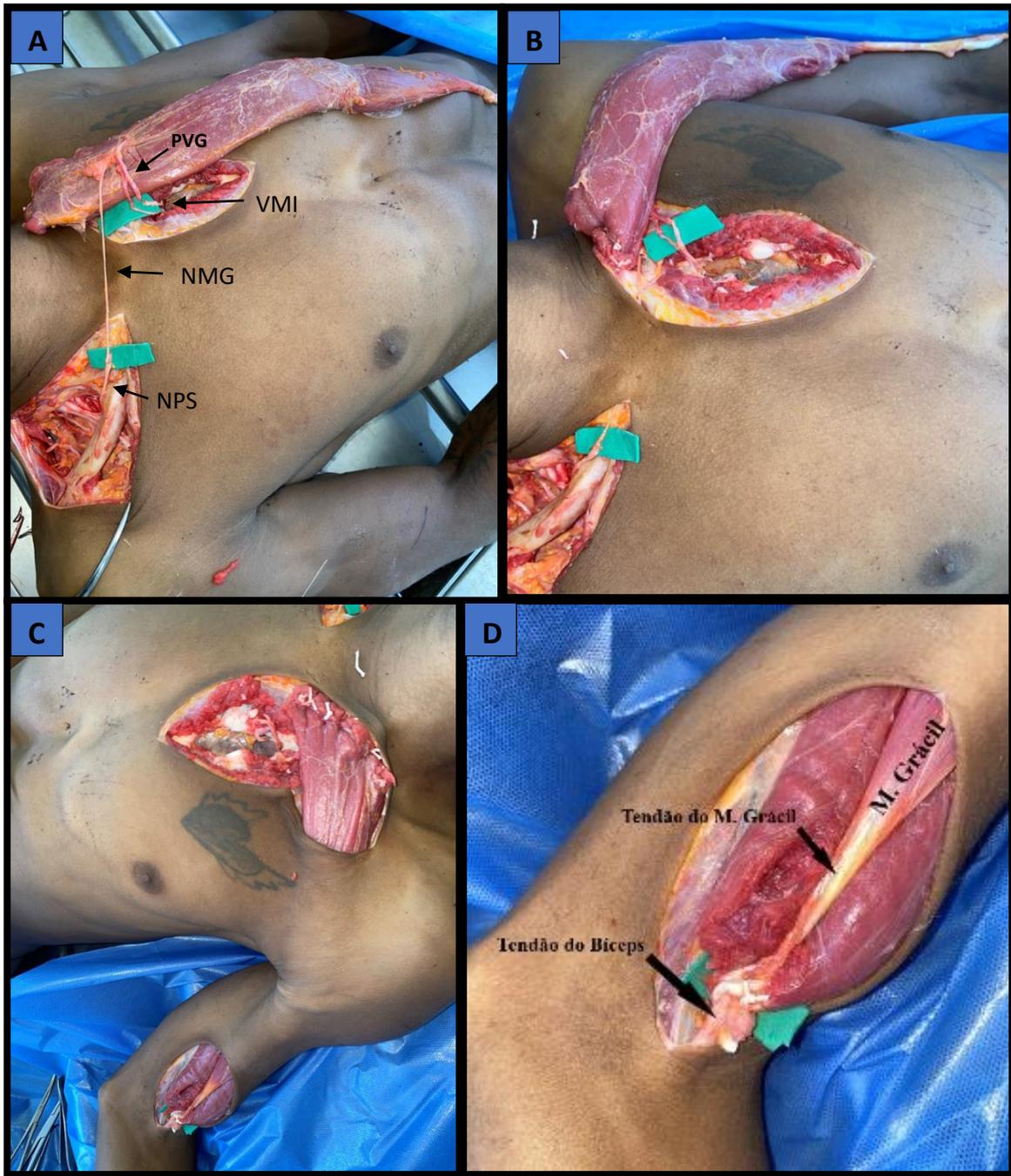


Figura 12. **A** – Posicionamento do músculo grácil mostrando a factibilidade de anastomoses do pedículo vascular do grácil (PVG) com os vasos mamários internos (VMI) ipsilaterais e neurografia do nervo peitoral superior (NPS) contralateral com o nervo motor do grácil (NMG); **B** – A inserção proximal do músculo grácil é feita na trasição do 1/3 médio com o 1/3 medial da clavícula e o NMG é tunelizado pelo subcutâneo até alcançar o NPS contralateral; **C** – O músculo é passado por um túnel feito pelo subcutâneo até as proximidades do cotovelo, onde o tendão do músculo bíceps é exposto e o tendão do grácil é suturado no tendão do bíceps com sutura tipo Pulvertaft; **D** – Detalhe da sutura distal do tendão do músculo grácil no tendão do músculo bíceps.

5.9. ESTUDO MICROSCÓPICO DO NERVO PEITORAL SUPERIOR E RAMO SUPERFICIAL DO NERVO PEITORAL MÉDIO

Em 10 espécimes, foram coletadas amostras do nervo peitoral superior e do ramo superficial do nervo peitoral médio (Figura 13). O nervo peitoral superior apresentou em média 2.474,6 fibras mielinizadas (1735 a 3411). O ramo superficial do nervo peitoral médio apresentou em média 1349,2 fibras mielinizadas (848 a 2223) (Tabela 8). Conclui-se que o nervo peitoral superior apresentou, estatisticamente ($p < 0,05$), maior número de fibras que o nervo peitoral médio (Tabela 9).

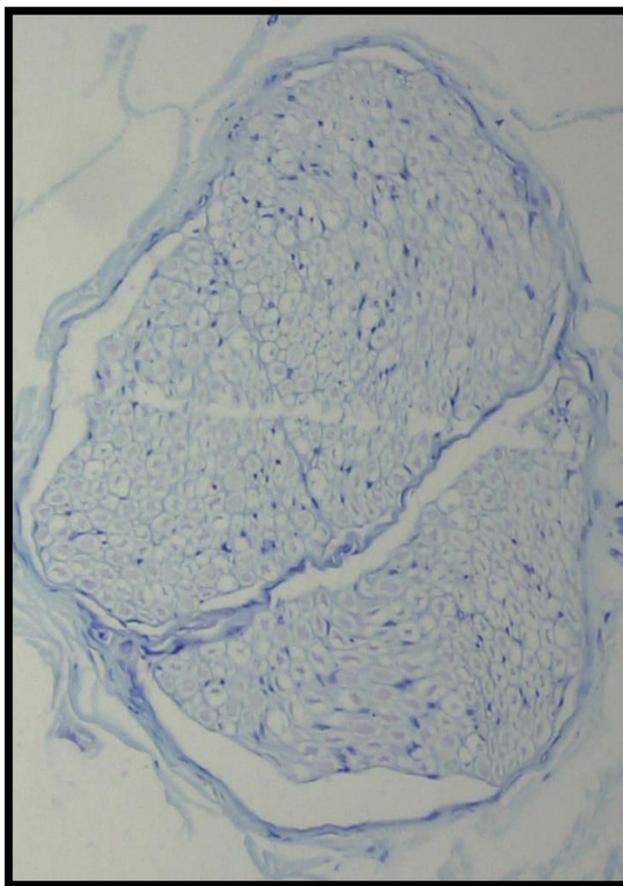


Figura 13. Secção de lâmina do ramo superficial do nervo peitoral médio corada com azul de toluidina com aumento de 400x.

Tabela 8. Contagem de fibras de nervos dos nervos peitoral superior e ramo superficial do nervo peitoral médio

Cadáver No.	Nervo Peitoral Superior	Ramo Superficial Do Nervo Peitoral Médio
21	2504	2223
22	2728	1116
23	2566	968
24	1265	848
25	2469	1638
26	1752	1320
27	1388	1417
28	1937	1276
29	1748	1271
30	1437	1415
MÉDIA	1979,4	1349,2
DESVIO PADRÃO	545,770	382,837

Tabela 9: Comparação entre contagem de fibras de nervos dos nervos peitoral superior e ramo superficial do nervo peitoral médio

Nervo Peitoral Superior	Ramo Superficial Do Nervo Peitoral Médio
2504	2223
2728	1116
2566	968
1265	848
2469	1638
1752	1320
1388	1417
1937	1276
1748	1271
1437	1415
Valor-p	7,87E-03

6. DISCUSSÃO

A cirurgia do plexo braquial persiste como um grande desafio aos cirurgiões a despeito dos avanços das últimas décadas (Oberlin *et al.*, 1994; Witoonchart *et al.*, 2003). Procedimentos inovadores e estudos anatômicos são constantemente publicados visando a melhoria do resultado funcional desses pacientes (Bertelli *et al.*, 1999; Bertelli *et al.*, 2019; Liao *et al.*, 2023; Rezende *et al.*, 2013; Oberlin *et al.*, 1994; Wang *et al.*, 2013; Witoonchart *et al.*, 2003).

Nesse estudo, propomos as bases anatômicas de um procedimento que pode ser útil no tratamento cirúrgico das lesões totais do plexo braquial, particularmente quando há múltiplas avulsões.

Propõem-se os nervos peitoral lateral, nesse estudo referido, de acordo com a nomenclatura proposta por Aszmann *et al.* (2000), como nervos peitorais superior e médio (ramo superficial), como nervo doador.

Os nervos peitorais, por serem um dos primeiros ramos oriundos do plexo braquial, são os que têm dimensões e localização mais favoráveis para um procedimento de reconstrução contralateral sem o uso de enxertos (David *et al.*, 2010; Goss, 1988; Moore, 1992; Netter, 1987).

Alguns autores mostraram que o nervo peitoral inferior tem dimensões maiores do que a do peitoral médio e superior, entretanto, necessita uma dissecação mais extensa, incluindo a secção do tendão do músculo peitoral menor, dissecação extensa sob o músculo peitoral maior, necessitando sua desinserção e denervação de uma parte importante dele para que o comprimento máximo seja alcançado (David *et al.*, 2010). Além disso, esse nervo está em íntima relação com a artéria axilar e seus ramos (David *et al.*, 2010; Goss, 1988; Maldonado; Spinner, 2017; Moore, 1992; Netter, 1987).

Por essa razão, acreditamos que o nervo peitoral superior e o nervo peitoral médio seriam mais adequados como nervo doador, visto que possuem um curso mais superficial e podem ser completamente expostos por uma incisão transversa ao nível da clavícula sem secção do tendão do músculo peitoral menor e com desinserção mínima do músculo peitoral maior (Goss, 1988; Moore, 1992; Netter, 1987).

A anatomia desses nervos é pouco definida na literatura em aspectos úteis ao cirurgião para a sua utilização como nervo doador (David *et al.*, 2010; Maldonado; Spinner, 2017). Assim, estudamos a anatomia detalhada desses nervos desde a sua origem até a terminação muscular, suas medidas anatômicas macroscópicas (comprimento, diâmetro, distância da linha média) e microscópica (contagem de fibras de nervos).

6.1. ORIGEM DOS NERVOS PEITORAIS SUPERIOR E MÉDIO

Quanto à origem desses nervos observamos que o nervo peitoral superior se originava em 24 espécimes (80%) ao nível da divisão anterior do tronco superior, o que está de acordo com os estudos de David *et al.* (2010) e David *et al.* (2012). Esse padrão foi encontrado em cerca de 77% dos espécimes, porém em desacordo com os resultados de Aszmann *et al.* (2000) em que esse padrão foi encontrado em 100% dos espécimes.

Uma meta análise de uma série de estudos utilizando a nomenclatura mais aceita (i.e. peitoral, lateral e peitoral medial) mostrou que em 53% dos casos o nervo peitoral lateral apresentava duas origens distintas na divisão anterior do tronco superior e na divisão anterior do tronco médio, o que provavelmente significa que o nervo peitoral superior se origina no primeiro e o nervo peitoral médio se origina no último (Porzionato *et al.*, 2012). Em contraste, Prakash e Saniya (2014) encontraram esse padrão em apenas 10% de seus espécimes.

Em 5 espécimes, (16,7% dos casos, notamos que o nervo peitoral superior tinha origem dupla - na divisão anterior do tronco superior e na divisão anterior do tronco médio. Esse padrão não é mencionado nos estudos de Aszmann *et al.* (2000) nem de David *et al.* (2010) e David *et al.* (2012). Esse padrão é de difícil interpretação nos estudos que utilizam a nomenclatura mais antiga. Pode corresponder ao que Kerr (1918) descreve como tripla origem do peitoral lateral – um ramo originando-se da divisão anterior do tronco superior e 2 ramos originados na divisão anterior do tronco médio e encontrados em 10,8% de suas dissecções.

Outros padrões que encontramos em um espécime (3,3%) foram de uma origem conjunta do nervo peitoral superior e médio no cordão lateral. Esse tipo foi encontrado por David *et al.* (2010) em 23% de seus espécimes, sendo também mencionado no estudo de Porzionato *et al.* (2012) em 23,4% das amostras e no estudo de Prakash e Saniya (2014) em 62% das dissecções.

Em nosso estudo, o nervo peitoral médio originou-se em 26 espécimes (86,7%) na divisão anterior do tronco médio como uma origem única. Aszmann *et al.* (2000) e David *et al.* (2010) e David *et al.* (2012) encontraram esse padrão em, respectivamente, 100% e 73% de suas dissecções. Outros padrões encontrados em um único espécime (3,3% cada) em nossas dissecções foram: (1) origem conjunta com o nervo peitoral superior no cordão lateral (já discutido anteriormente), (2) origem no fascículo lateral, (3) origem dupla na divisão anterior do tronco médio e do fascículo lateral e (4) origem no cordão lateral através de 3 ramos. A origem no nervo peitoral médio no fascículo lateral foi descrita como ocorrendo em 14% das dissecções de Kerr (1918) e 14% das dissecções de Loukas *et al.* (2006), o qual relatou espécimes similares aos padrões 3 e 4 em 10,8 e 1,8% dos seus espécimes, respectivamente.

6.2. COMUNICAÇÃO ENTRE OS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO

Em nosso estudo, encontramos ramos comunicantes entre o nervo peitoral superior em 22 espécimes (73,3%). Observamos mais comumente uma comunicação de espessura variável entre esses nervos próximos a suas origens (18 espécimes – 60%). David *et al.* (2010) e David *et al.* (2012) relataram a presença de um ramo comunicante entre o nervo peitoral superior e médio próximo à sua origem em 61% de suas dissecções, correspondendo ao tipo 1A na classificação que propuseram. Outros padrões que observamos foram: dois ramos comunicantes próximo à origem do nervo peitoral médio em 3 espécimes (10%) e dois ramos comunicantes entre os dois nervos (oriundos da porção proximal e distal do nervo peitoral médio) que se uniam e se comunicavam ao nervo peitoral superior em sua porção distal. Não encontramos relatos desses padrões na literatura (Hirasawa, 1931; Kerr, 1918; Linell, 1921; Loukas *et al.*, 2006; Moosman, 1980; Moore, 1992; Netter, 1987). Acreditamos que se deve ao fato de que a maioria dos autores considera o nervo peitoral como um único nervo e, portanto, múltiplos ramos e comunicações entre eles seriam esperadas.

A existência de conexões proximais não influenciou na sua transposição em direção à linha média, entretanto o achado de comunicação distal em uma das dissecções requereu sua secção para ser possível sua transposição para a linha média.

6.3. TRAJETO DOS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO

O trajeto e distribuição dos nervos estão de acordos com os estudos de David *et al.* (2010) e David *et al.* (2012) e Aszmann *et al.* (2000). Em todos os espécimes o nervo peitoral superior distribuía-se à porção clavicular e esternocostal mais lateral do músculo peitoral maior, enquanto o nervo peitoral médio se subdividia em 2 ramos – o superficial e o profundo – a uma distância variável de sua origem. O ramo superficial se dirigia à porção esternoclavicular medial do músculo peitoral maior, enquanto o ramo profundo se unia ao nervo peitoral medial para formar a

ansa peitoral. A ansa peitoral é um achado constante, sendo notada por Loukas *et al.* (2006) em todos os espécimes estudados (200 dissecções). Uma vez que a dissecção foi limitada, não conseguimos determinar o número de ramos com que cada nervo inervava o músculo peitoral maior.

6.4. DIMENSÕES DO NERVO PEITORAL SUPERIOR

Neste estudo, foi encontrado um comprimento médio de 5,81 cm para o nervo peitoral superior e diâmetro médio de 1,8 mm. O estudo de David *et al.* (2010) foi o único encontrado na literatura que especificamente estudou as dimensões dos nervos peitorais. Esses autores encontraram comprimento médio de 6,5 cm e diâmetro médio de 2,0 mm no nervo peitoral superior.

Samardzic *et al.* (1986) relataram um diâmetro variando de 1,3 a 1,7 mm para o nervo peitoral lateral, porém não se consegue determinar ao ler o artigo se as medidas correspondiam ao nervo peitoral superior ou ao nervo peitoral médio.

Além dos valores acima, medimos nesse estudo a distância da parte mais distal do nervo peitoral superior até a linha média, indicando a distância máxima que esse nervo alcança em relação à linha média para possibilitar o seu uso nas reconstruções contralaterais do plexo braquial. A distância encontrada foi em média de 4,14 cm, variando de 1,51 a 5,73 cm. Esse dado não foi previamente relatado na literatura.

6.5. DIMENSÕES DO RAMO SUPERFICIAL DO NERVO PEITORAL MÉDIO

O comprimento e diâmetro do nervo peitoral médio nas dissecções foram de respectivamente 7,12 cm e 1,86 mm. David *et al.* (2010) encontraram em seus espécimes comprimento médio de 11 cm e diâmetro de 2,3 mm. Atribuímos essa disparidade nos valores encontrados a possíveis diferenças nas dimensões dos cadáveres e ao fato de nossas dissecções

terem sido realizadas usando incisões factíveis do ponto de vista cirúrgico. Enquanto no estudo de David *et al.* (2010) a dissecação foi ampla, com remoção de toda a pele da região, remoção da clavícula e desinserção dos músculos peitorais, o que pode ter resultado no alongamento das estruturas de nervos.

A distância entre a extremidade distal do ramo superficial do nervo peitoral médio à linha média foi de 3,96 cm (2,70 a 6,90 cm). Um fato observado nas dissecações foi que o ramo profundo dificultava a mobilização do ramo superficial em direção à linha média. Observou-se que após a secção desse ramo havia uma diminuição dessa distância que passava a 2,46 cm (0,49 a 4,38 cm) ($p < 0,05$). Esse ganho adicional de arco de rotação pode ser útil para sua utilização cirúrgica.

Diante do observado, ambos os nervos têm dimensões adequadas e arco de rotação apropriados ao procedimento proposto, embora o ramo peitoral médio tenha, estatisticamente, um maior comprimento ($p < 0,05$). Vários autores demonstraram que a retirada de um dos nervos peitorais não causa prejuízo na função do músculo peitoral maior (Brandt; Mackinnon, 1993; Maldonado; Spinner, 2017).

6.6. ESTUDO HISTOLÓGICO DOS NERVOS PEITORAL SUPERIOR E MÉDIO

As 10 amostras do nervo peitoral superior evidenciaram uma contagem média de 1979,46 (1388 a 2728) fibras axonais mielinizadas, enquanto as amostras do ramo superficial do nervo peitoral médio mostraram uma contagem de 1342,9 (848 a 2223) fibras mielinizadas. Desse modo, o estudo estatístico comprovou que o peitoral superior apresenta maior número de fibras quando comparado ao médio ($p < 0,05$). Esses resultados mostram uma contagem axonal inferior ao encontrado por Aszmann *et al.* (2000) que relataram 2637 (1769 a 3476) fibras de nervos para

o músculo peitoral superior. Não encontramos nenhum estudo na literatura relatando a contagem axonal do ramo superficial do nervo peitoral médio.

Neste estudo encontrou-se uma variação muito grande no número de fibras do nervo peitoral superior nos espécimes estudados, o que também foi encontrado no estudo de Aszmann *et al.* (2000). Os autores mediram a contagem axonal do ramo profundo do nervo peitoral médio e relataram uma média de 1784 (1339 a 2229). No presente estudo não foi realizada a contagem axonal desse ramo, visto que ele é curto e sem interesse para o procedimento cirúrgico proposto.

Samardzic *et al.* (1986) realizaram estudos histológicos em 15 autópsias e encontraram um número de fibras de nervos variando de 920 a 1060 no nervo peitoral lateral. Não está claro no estudo se o nervo em questão corresponde ao nervo peitoral superior ou a nervo peitoral médio.

De acordo com os estudos de Mahmood *et al.* (2018), o ramo motor do músculo grácil tem uma contagem de 939 fibras axonais, portanto podem ser adequadamente reinervados por quaisquer dos nervos estudados – pelo nervo peitoral superior (1388 a 2728 fibras) ou ramo superficial do nervo peitoral médio (848 a 2223 fibras).

6.7. DIMENSÕES DO MÚSCULO GRÁCIL E SEU PEDÍCULO NEUROVASCULAR

Encontrou-se um comprimento médio do músculo grácil desde origem até inserção de 43,55 cm (40,30 a 48,56). Tais dados estão compatíveis à literatura que relata um comprimento total médio entre 41 e 48 cm (Dziedzic *et al.*, 2018; Macchi *et al.*, 2008; Morris; Yang, 1999; Taylor *et al.*, 2003).

Em todos os casos, os vasos do pedículo foram dissecados até os vasos femorais profundos, onde foram seccionados. Encontramos um comprimento e diâmetro médio da artéria de respectivamente 8,0 cm e 1,86 mm. O diâmetro da veia mais calibrosa e da menos calibrosa

foi, respectivamente, de 2,9 e 1,74 mm. Tais valores estão compatíveis aos relatados por vários autores (Azizzadeh; Pettijohn, 2016; Macchi *et al.*, 2008; Magden *et al.*, 2010; Morris; Yang, 1999; Taylor *et al.*, 2003).

Nesse estudo, o nervo motor para o músculo grácil foi dissecado até o forame obturatório. O comprimento e diâmetro médio encontrados foram de 11,71 cm e 1,72 mm. Rosen *et al.* (2013) encontraram um comprimento médio de 12,9 cm, Rodriguez Lorenzo *et al.* (2010) encontraram um valor de 11,5 cm, enquanto Kumar e Hassan (2002) encontraram medidas entre 10 e 12 cm.

O diâmetro para o ramo anterior do nervo obturatório ao nível do forame homônimo encontrado neste estudo foi de 1,74 mm (1,45 a 2,15 mm) após neurólise dos ramos para o adutor longo e outros ramos encontrados. Taylor *et al.* (2003) relatam um diâmetro médio de 3,1 mm, enquanto outros autores relatam diâmetro variando entre 1 e 2 mm (Strauch, 2006).

6.8. DIMENSÕES DOS VASOS MAMÁRIOS INTERNOS

Nesse estudo encontramos um diâmetro médio da artéria mamária interna ao nível da borda superior da 4ª. costela de 1,95 mm (1,53 a 2,35) e um comprimento de 4,45 cm (4,01 a 5,12 cm). Os diâmetros médios das veias foram de 2,69 mm para a veia medial e 2,07 mm para a veia lateral. Todos esses valores estão de acordo com os encontrados na literatura (Arnež *et al.*, 1995; Hefel *et al.*, 1995; Lachman; Satyapal, 1998; Ninković; Schwabegger; Anderl, 1998).

6.9. O PROCEDIMENTO DE TRANSFERÊNCIA MUSCULAR LIVRE FUNCIONAL DO GRÁCIL INERVADO PELOS NERVOS PEITORAIS SUPERIOR OU MÉDIO (RAMO SUPERFICIAL)

A transferência muscular livre funcional do grácil é uma técnica complexa e para ser bem-sucedida é necessário que o músculo tenha inserção proximal e distal apropriadas e que seja fixado na tensão adequada. O ramo muscular do grácil deve ser suturado a um nervo com carga axonal adequada para reinervá-lo, idealmente sem a interposição de enxertos, através de uma

microneurorrafia sem tensão e o músculo deve ser vascularizado por vasos de calibre e fluxo adequados (Chuang, 1997; De Rezende *et al.*, 2021; Gang *et al.*, 2014; Maldonado *et al.*, 2016; Manktelow; Mckee; Vettese, 1980; Nicoson; Franco; Tung, 2017; Seal; Stevanovic, 2011; White *et al.*, 2012).

Neste estudo, foram estudados todos os aspectos anatômicos envolvidos no procedimento proposto para determinar sua factibilidade. Desse modo, foram estudadas a anatomia dos nervos peitorais laterais (aqui referidos como nervo peitoral superior e médio) incluindo origem, trajeto, comunicações, comprimento, diâmetro e distância a um ponto na linha média. Da mesma maneira, medimos o comprimento máximo e diâmetro do nervo motor do grácil e seu pedículo vascular, além do comprimento total do músculo.

A neurorrafia do ramo motor do grácil (estendida até o ramo anterior do nervo obturatório) com o nervo peitoral superior ou médio (ramo superficial) foi o fator decisivo para determinarmos o ponto de inserção proximal do músculo. O ponto adequado foi na transição do 1/3 médio e medial da clavícula. Uma vez inserido o músculo de tal maneira que a neurorrafia estivesse sem tensão, notamos que as anastomoses vasculares podiam ser feitas de maneira adequada e que o músculo e seu tendão tinham comprimento suficiente para alcançar o tendão do músculo bíceps na junção do 1/3 médio e distal do braço.

Propomos o uso do músculo grácil contralateral ao lado a ser reconstruído, porque o nervo motor se aproxima mais à linha média em comparação ao músculo contralateral. Embora isso facilite a neurorrafia com os nervos peitorais contralaterais, o pedículo vascular fica mais próximo à linha media, dificultando anastomoses com vasos usualmente utilizados para músculos funcionais livres – vasos toracoacromiais e vasos toracodorsais. A solução encontrada foi a utilização dos vasos mamários, que embora sejam familiares aos cirurgiões plásticos (que fazem

microcirurgias reconstrutivas mamárias), são pouco utilizados pelos cirurgiões de mão com formação em ortopedia e traumatologia. Reconhecemos que isso seja uma limitação à utilização dessa técnica.

A inserção proximal do grácil para a reconstrução da flexão do cotovelo preconizada pela maioria dos autores é na apófise coracóide, acrômio ou porção mais lateral da clavícula (Chuang, 1997; Doi *et al.*, 2000; Maldonado *et al.*, 2016; Manktelow; Mckee; Vettese, 1980; Seal; Stevanovic, 2011). Isso faz com que seja respeitada uma das regras de ouro das transferências tendinosas – linha reta de tração (Sammer; Chung, 2009). Entretanto, ao inserirmos o músculo grácil mais medialmente na clavícula, o músculo faz uma ligeira curva em direção ao membro superior. Quando contraído, usará a borda medial da axila como uma polia para realizar a flexão do cotovelo. A utilização de polias é frequente em transferências musculares para a oposição do polegar, demonstrando que algumas transferências, a despeito de serem bem-sucedidas clinicamente, não obedecem ao princípio de uma linha de tração reta (Curtis, 1974; Posner; Kapila, 2012).

Isso pode criar uma indesejável tendência à adução do membro superior durante a flexão do cotovelo. Uma das soluções que aventamos é a passagem do músculo por uma abertura na parte anterior do músculo deltoide próximo ao tendão nos casos em que o deltoide está completamente denervado. Dessa maneira, o músculo ficaria mais lateralmente posicionado em seu trajeto para o membro, deixando de exercer um vetor de abdução. Acreditamos que apenas a experiência clínica com esse procedimento irá ditar os ajustes necessários para a otimização da técnica.

6.10. INDICAÇÕES DA TÉCNICA PROPOSTA

Como já mencionado, trata-se de uma técnica cirúrgica complexa e com indicações restritas. Em grande parte dos casos, o músculo grácil funcional para a flexão do cotovelo pode

ser feito com inervação por nervos ipsilaterais intra ou extra plexuais (Doi *et al.*, 2000; Maldonado *et al.*, 2016; Manktelow; Mckee; Vettese, 1980; Seal; Stevanovic, 2011). O procedimento proposto estaria indicado em casos de lesões totais crônicas em que não há nervos disponíveis no lado lesado. Seria uma alternativa à utilização da raiz contralateral de C7 que por sua vez é um procedimento ainda mais complexo (Chen *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2018).

6.11. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

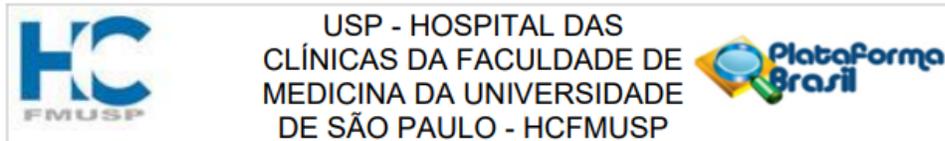
Uma das principais limitações do estudo foi o pequeno número de amostras para a realização dos cortes histológicos, que acabaram tendo uma grande variabilidade no número de axônios, o que certamente diminuiria com uma amostra maior. Outra limitação foi a impossibilidade da realização de cortes histológicos ultrafinos devido às limitações no Departamento de Morfologia da Universidade Federal de Sergipe. Eles são utilizados nos estudos mais recentes de nervos periféricos (Bertelli *et al.*, 2015; Bertelli *et al.*, 2019). Entretanto, estudos de reconhecido valor científico ainda são realizados utilizando cortes histológicos convencionais (Bertelli *et al.*, 2015; Bertelli *et al.*, 2019).

7. CONCLUSÕES

- 7.1. A transferência do músculo grácil funcional livre inervado pelo nervo peitoral superior contralateral ou pelo ramo superficial do nervo peitoral médio se mostrou factível do ponto de vista anatômico;
- 7.2. A contagem axonal do nervo peitoral superior e do ramo superficial do nervo peitoral médio são adequadas para a reinervação do músculo grácil.

8. ANEXOS

ANEXO A1- Aprovação do Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTUDO ANATÔMICO DA POSSIBILIDADE DE TRANSFERÊNCIA DO MÚSCULO GRACILIS FUNCIONAL LIVRE INERVADO PELOS RAMOS DO MÚSCULO PEITORAL CONTRALATERAL SEM INTERPOSIÇÃO DE ENXERTO NAS LESÕES TOTAIS DO PLEXO BRAQUIAL

Pesquisador: TENG HSIANG WEI

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30162220.4.0000.0068

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.974.701

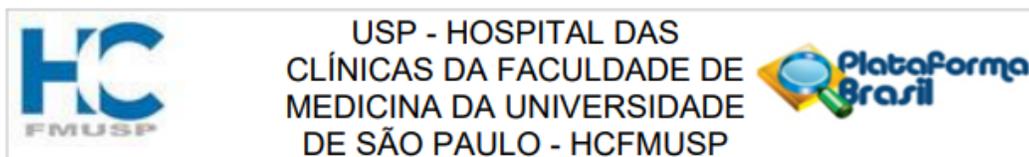
Apresentação do Projeto:

ESTUDO ANATÔMICO DA POSSIBILIDADE DE TRANSFERÊNCIA DO MÚSCULO GRACILIS FUNCIONAL LIVRE INERVADO PELOS RAMOS DO MÚSCULO PEITORAL CONTRALATERAL SEM INTERPOSIÇÃO DE ENXERTO NAS LESÕES TOTAIS DO PLEXO BRAQUIAL

Objetivo da Pesquisa:

- A. Determinar a extensão máxima do nervo obturatório que se pode retirar cirurgicamente com o retalho funcional do músculo gracil sem sacrificar a inervação de outros músculos.
- B. Determinar se é factível a utilização dos vasos mamários internos para revascularizar o músculo gracil e, ao mesmo tempo permitir uma neurorrafia aos ramos motores do músculo peitoral contralateral através da determinação do seus calibres e diâmetros.
- C. Determinar o comprimento máximo dos nervos peitorais que podem ser obtidos com a dissecação deles desde a origem até próximo à entrada no músculo peitoral maior e menor, bem como o diâmetro obtido a esse nível.
- D. Determinar o ponto de inserção ideal na clavícula, que permita anastomoses vasculares dos pedículo vascular do músculo gracilis com os vasos torácicos internos e neurorrafia do ramo motor desse músculo aos ramos do músculo peitoral.

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 3.974.701

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Sem riscos, projeto anatômico de disseções no SVOC.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Carta ciência do SVOC apresentada. Número de disseções proposta compatível (15 cadáveres).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados.

Recomendações:

Aprovar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovar, sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

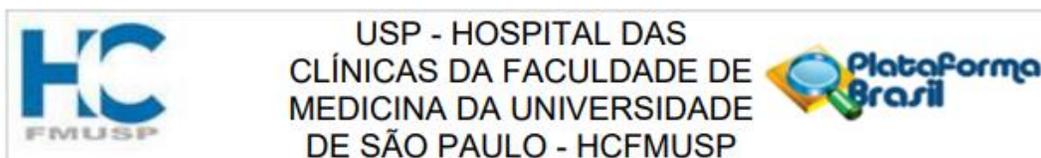
Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1385971.pdf	20/03/2020 09:12:52		Aceito
Orçamento	Formulario_de_custo.pdf	20/03/2020 09:10:17	TENG HSIANG WEI	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Declaracao_de_recursos.pdf	20/03/2020 09:09:39	TENG HSIANG WEI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Dispensa_TCLE.pdf	20/03/2020 09:05:19	TENG HSIANG WEI	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	20/03/2020 09:03:57	TENG HSIANG WEI	Aceito
Outros	Manifestacao_SVO.pdf	20/03/2020 09:03:10	TENG HSIANG WEI	Aceito

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar

Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010

UF: SP **Município:** SAO PAULO

Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 3.974.701

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.pdf	20/03/2020 09:01:41	TENG HSIANG WEI	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_SGP12693.pdf	20/03/2020 08:56:03	TENG HSIANG WEI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

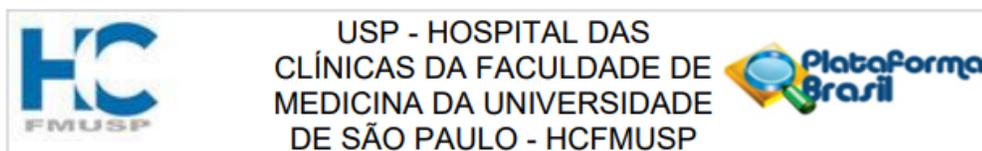
Não

SAO PAULO, 16 de Abril de 2020

Assinado por:
ALFREDO JOSE MANSUR
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br

ANEXO A2 – Aprovação do Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da USP, modificação.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: ESTUDO ANATÔMICO DA POSSIBILIDADE DE TRANSFERÊNCIA DO MÚSCULO GRACILIS FUNCIONAL LIVRE INERVADO PELOS NERVO PEITORAL LATERAL CONTRALATERAL SEM INTERPOSIÇÃO DE ENXERTO NAS LESÕES TOTAIS DO PLEXO BRAQUIAL

Pesquisador: TENG HSIANG WEI

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 30162220.4.0000.0068

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.991.722

Apresentação do Projeto:

Trata-se de resposta às solicitações feitas pelo parecer 4.948.662, sobre emenda informando alterações do foco da dissecação para o estudo do nervo peitoral lateral (previamente medial), e acrescentando análise histológica para contagem axonal de 20 espécimes. Também acrescenta 3 novos centros participantes, o SOLIM – Medicina Diagnóstica (onde serão feitas as análises histológicas; Laboratório de Anatomia da Universidade Federal de Sergipe (onde serão feitas partes das disseções anatômicas); Instituto Médico Legal da Secretaria de Segurança Pública de Sergipe (onde serão feitas partes das disseções anatômicas). As alterações visam a melhorar o projeto, deixá-lo mais eficiente e aumentar a rapidez de sua realização sem perder o conteúdo científico.

Objetivo da Pesquisa:

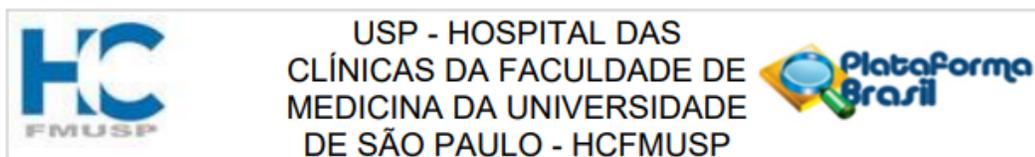
Hipótese:

O ramo motor do músculo gracilis pode ser neurotizado a um comprimento que permita sutura direta aos nervos peitorais contralaterais sem a interposição de enxerto nervoso.

Objetivo Primário:

A. Determinar o comprimento máximo dos nervos peitorais laterais que podem ser obtidos com a

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 4.991.722

dissecção

deles desde a origem até próximo à

entrada no músculo peitoral maior e menor, bem como o diâmetro obtido a esse nível.

B. Determinar se é factível a utilização dos vasos mamários internos para revascularizar o músculo gracil e, ao mesmo tempo permitir uma

neurografia aos ramos motores do músculo peitoral contralateral através da determinação dos seus comprimento e diâmetros.

C. Determinar o ponto de inserção ideal na clavícula, que permita anastomoses vasculares do pedículo vascular do músculo gracilis com os vasos

torácicos internos e neurografia do ramo motor desse músculo aos ramos do nervo peitoral lateral.

D. Determinar a contagem axonal na porção distal do nervo peitoral superior e peitoral médio para que se conheça o número de axônios disponíveis

para a reinervação do músculo funcional livre

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Projeto anatômico de dissecções no SVOC, respeitando as boas práticas relacionadas ao trato dos cadáveres.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pendências do parecer 4.948.662:

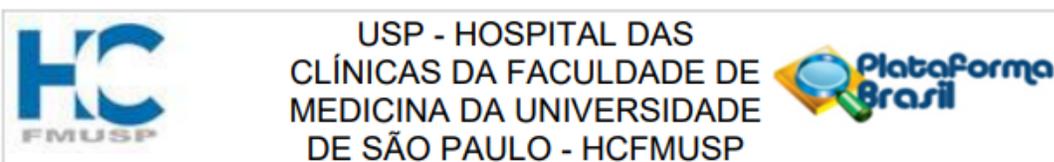
- submeter as cartas de anuência especificando a ciência de cada parte da pesquisa a ser realizada nos centros: SOLIM – Medicina Diagnóstica (onde serão feitas as análises histológicas); Laboratório de Anatomia da Universidade Federal de Sergipe (onde serão feitas partes das dissecções anatômicas); Instituto Médico Legal da Secretaria de Segurança Pública de Sergipe (onde serão feitas partes das dissecções anatômicas).

Pesquisadores enviaram as cartas corretamente elaboradas e assinadas, anexadas no arquivo Projeto_Detalhado_Em1.pdf.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

adequados.

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 4.991.722

Recomendações:

aprovar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

aprovar.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1802267_E1.pdf	08/09/2021 10:12:14		Aceito
Outros	Carta_resposta_Em1.pdf	08/09/2021 10:10:44	TENG HSIANG WEI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_Em1.pdf	08/09/2021 10:10:18	TENG HSIANG WEI	Aceito
Outros	FORMULARIO_PARA_SUBMISSAO_D E_EMENDAS E_BROCHURAS.pdf	04/08/2021 10:59:58	TENG HSIANG WEI	Aceito
Outros	Carta_de_Justificativa.pdf	04/08/2021 10:59:17	TENG HSIANG WEI	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Declaracao_de_recursos_Em1.pdf	02/08/2021 10:21:54	TENG HSIANG WEI	Aceito
Cronograma	Cronograma_Em1.pdf	02/08/2021 10:20:19	TENG HSIANG WEI	Aceito
Orçamento	Formulario_de_custo.pdf	20/03/2020 09:10:17	TENG HSIANG WEI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Dispensa_TCLE.pdf	20/03/2020 09:05:19	TENG HSIANG WEI	Aceito
Outros	Manifestacao_SVO.pdf	20/03/2020 09:03:10	TENG HSIANG WEI	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_SGP12693.pdf	20/03/2020 08:56:03	TENG HSIANG WEI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



USP - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - HCFMUSP



Continuação do Parecer: 4.991.722

SAO PAULO, 23 de Setembro de 2021

Assinado por:
Joel Faintuch
(Coordenador(a))

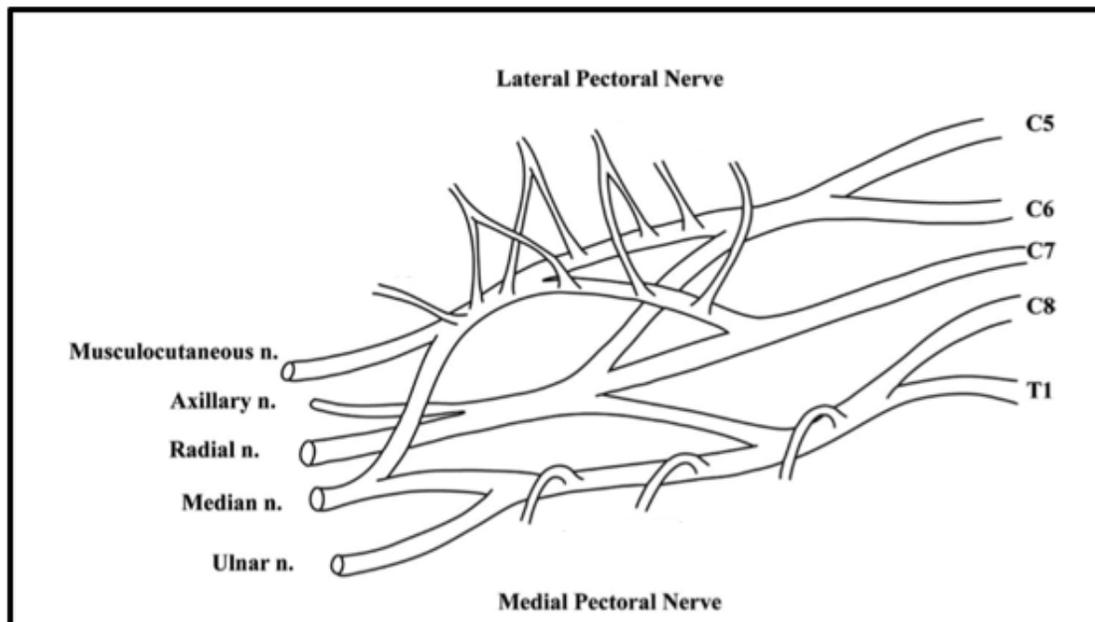
Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappelq.adm@hc.fm.usp.br

ANEXO B – Fichario-protocolo de disseção

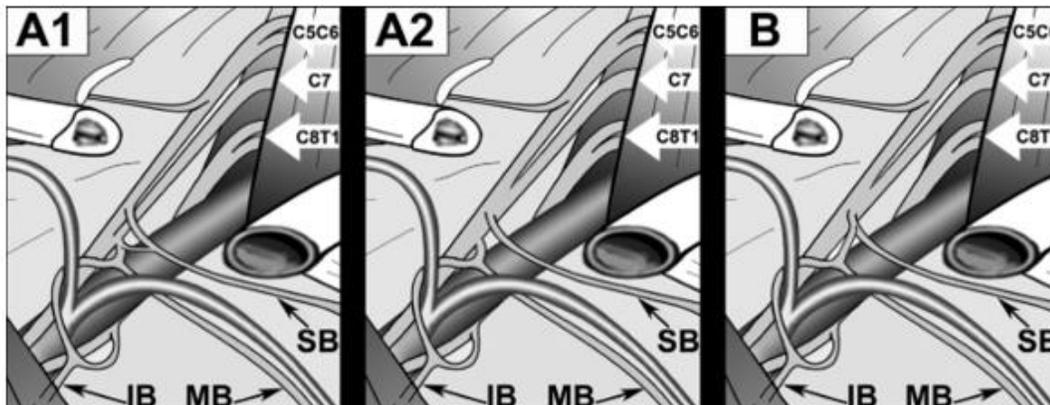
DISSECÇÃO DOS NERVOS PEITORAIS

- Incisão deltopeitoral + incisão superior paralela à clavícula
- Remoção do músculo subclávio
- Exposição dos troncos das divisões anteriores do tronco superior, médio e inferior
- Identificação dos nervos peitorais (lateral e médio)
- Observar o padrão de ramificação dos nervos e com quantos ramos penetram no músculo peitoral maior
- Secção do tendão do músculo peitoral menor
- Observar o padrão de ramificação dos nervos e quantos ramos penetram no músculo peitoral menor
- Fotografar espécimes e legendar as fotos imediatamente

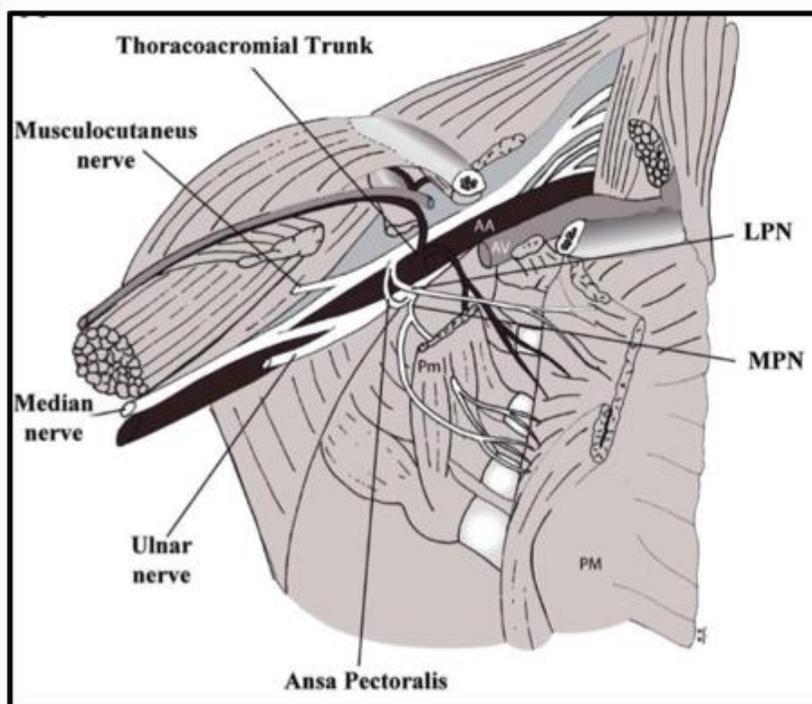
Origem dos nervos peitoral e médio: assinalar a localização observada



Nervos peitoral superior, médio e inferior, classificação. Assinale a figura que mais se aproxima do observado.



Trajetos dos nervos e relação com os músculos peitoral maior e menor. Modifique o esquema de acordo com o observado.



Número de ramos nervosos que penetram no músculos peitorais

	M. peitoral maior	M. peitoral menor
N. peitoral superior		
N. peitoral médio		
N. peitoral inferior		

Comprimento dos nervos da origem até antes da arborização no músculo e distância que alcançam em relação à linha média.



	M. peitoral maior	M. peitoral menor	Linha média
N. peitoral superior			
N. peitoral médio			
N. peitoral inferior			



Diâmetro dos nervos peitorais antes da arborização no músculo

	Diâmetro
N. peitoral superior	
N. peitoral médio	
N. peitoral inferior	

OBSERVAÇÕES:

DISSECÇÃO DO NERVO OBTURATÓRIO

- Incisão medial da coxa no espaço entre os músculos gracilis e adutor longo
- Dissecção do pedículo vascular do músculo gracilis até a saída de femoral profunda
- Dissecção do ramo nervoso do músculo gracilis até o foramen obturatório
- Secção do músculo pectíneo
- Afastamento/secção parcial do músculo obturador externo
- Exposição do nervo até o foramen obturatório
- Neurolisar os ramos : cutâneo, adutor longo, adutor curto, pectíneo(incomum) e articulação do quadril
- Acesso retroperitoneal
- Dissecção do nervo desde a origem próximo à coluna, até o foramen obturatório
- Observar a bifurcação em ramos anterior e posterior
- Afastamento/secção do músculo obturador interno

Medições do nervo sem neurólise interna (BL- borda lateral)

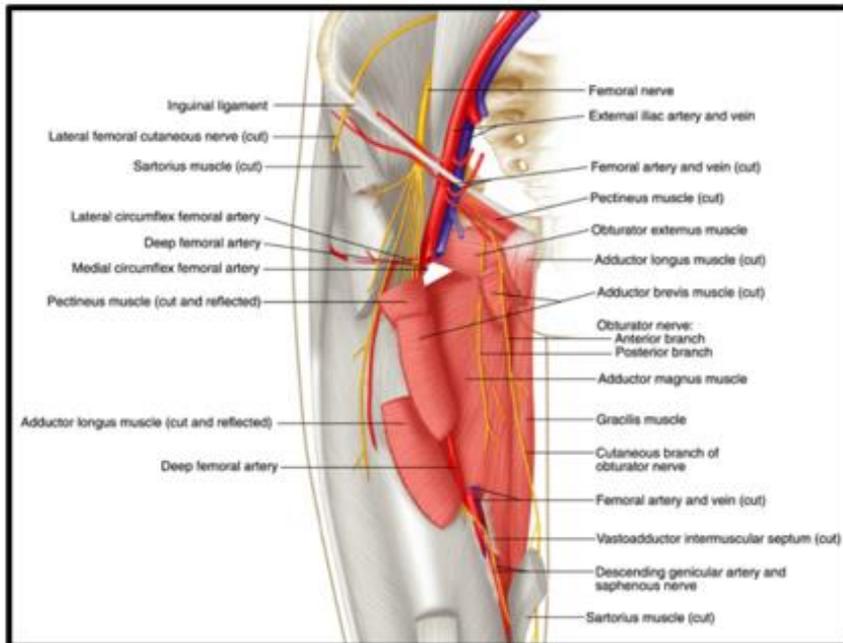
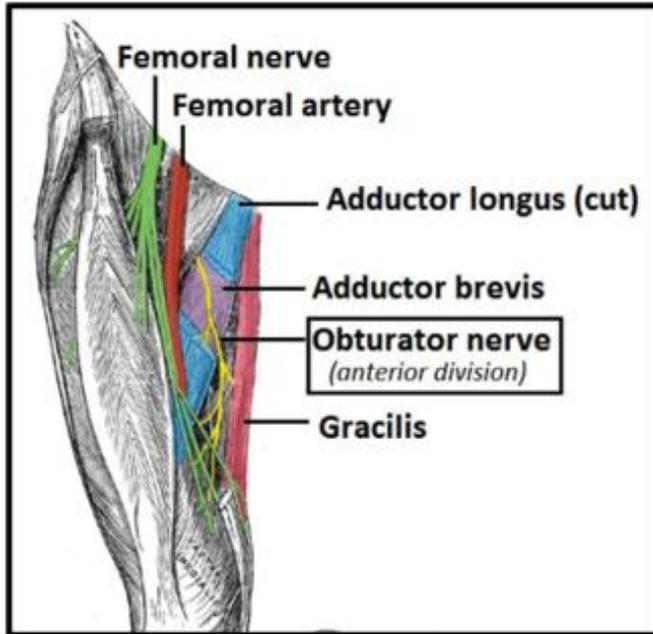
	R.cutâneo	B post ad longo	R. adutor longo	R. adutor curto	Foramen obturatório	Bifurcação ant/post	B medial psoas
BL grácil							

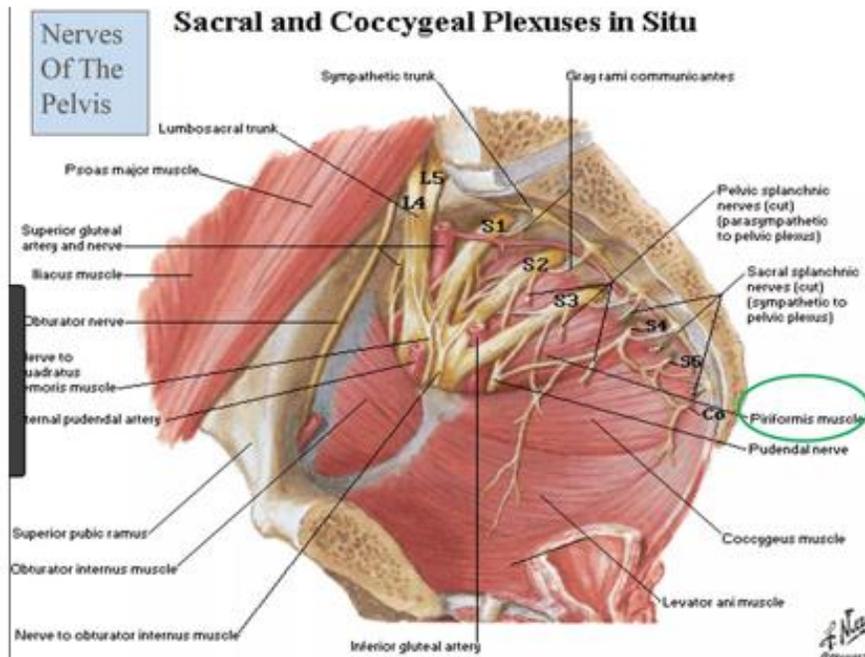
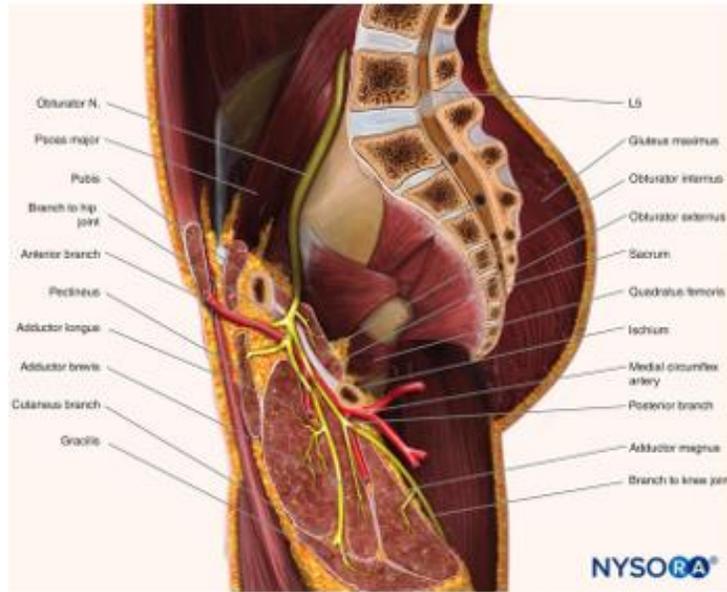
Medições da extensão do trajeto neurolisável.

	B post ad longo	Foramen obturatório	Bifurcação ant/post	Ponto mais proximal em que neurólise possível
BL grácil				

Medições do diâmetro do nervo após realizada a neurólise nos seguintes pontos:

B posterior ad longo	
Foramen obturatório	
Bifurcação ant/post	
Ponto mais proximal neurólise	





ANEXO C – Anatomical Quality Assurance (AQUA) Checklist



Anatomical Quality Assurance (AQUA) Checklist

"For improving the quality and reporting of anatomical studies."

Checklist Component	#	Description and Recommendation:	Page Number*
Title			
Title	1	Identify the main objective or key characteristic of the study in the title.	capa
Abstract			
Structured Summary	2	Provide a clear and structured summary of the study with emphasis on the aims, methodology, key findings, and conclusions directly supported by study findings.	0
Introduction			
Background / Rationale	3	Provide a rationale for the study including a concise, updated scientific background, appropriately referenced. Identify any relevant knowledge gaps to support the study rationale.	1-3
Objective	4	Indicate clearly the main objective(s) of the study, and state any hypotheses to be tested.	6
Methodology			
Study Design and Fundamentals	5	Provide precise details with respect to the design and fundamentals of the study, including but not limited to the following: 1. Study design: prospective, retrospective, cross-sectional, etc. 2. Study type: cadaveric (e.g. formalin fixed or fresh frozen), imaging, intraoperative, etc.	19
Setting	6	Describe clearly the location where the study was conducted and dates (month/year) between which the data were collected.	19
Sample Size	7	When appropriate, statistical power analysis should be used to calculate sample size or effect size. If relevant, justification for the study sample size should be briefly stated.	-
Subjects	8	Define clearly the eligibility criteria and methods of subject selection and inclusion, with details of the baseline and demographic selection criteria of the subjects (age, sex, healthy or diseased etc.) included in the study.	20
Reference Standard	9	Define clearly and accurately all anatomical definitions (normal anatomy, variations, classifications, etc.) by which data will be collected, analyzed, and compared. Citations should be included when appropriate.	23-26
Outcomes and/or Parameters	10	Define clearly the outcomes and parameters (e.g. prevalence of a variation, mean length and diameter of a structure, etc.) assessed in the study. When present, confounders should be clearly stated.	23-26
Measurement and Assessment	11	Indicate clearly the group of subjects included in each measurement/assessment (source of data). Provide clear details about the methods of measurement/assessment of each outcome and/or parameter (e.g. reference points for length measurements, internal or external diameter, etc.).	23-26
Modality	12	Describe clearly the materials, equipment, and instruments used (with manufacturer/supplier details) to conduct the specific study design.	20 ; 29
Technique	13	Describe precisely the methods (e.g. dissection technique, image reconstruction, etc.) applied in the study to allow for reproducibility. Relevant details (profession, years of experience) regarding the individual(s) performing the technical aspect of the study are recommended.	20-26
Bias	14	Identify any potential source of bias and, when present, describe measures implemented to assess the risk of bias.	Page 1 of 2

Statistical Approach	15	Describe all statistical methods for analyzing the data, including those of confounders. Statistical methods for additional analyses (e.g. subgroup/sensitivity analyses), when performed, should be described.	30-31
Ethics	16	Provide the details of compliance with ethical guidelines, including the name of the review board or agency, approval number, and date. AQUA endorses the Helsinki Declaration and its later amendments. When appropriate, details of written, informed consent should be clearly stated.	19
Results			
Subjects	17	Report the numbers of subjects included in the study, including data on their baseline and demographic characteristics. When needed, provide reason(s) and data on characteristics of the subjects excluded from the study at any stage.	33
Main Results	18	Provide unaltered/non-manipulated summary data (number [percentage]) or estimates (with confidence intervals and values of consistency when applicable) from the analyses performed. Tabular presentation of the results is highly recommended.	38-39;41
Descriptive Anatomy	19	Present clear and comprehensible figures (i.e. images, illustrations, diagrams, etc.), labeled as appropriate, to explain the results where needed AND describe clearly any anatomical findings that could be ambiguous, questionable, or atypical. New classifications of anatomical variations should be complemented by representative figures and corresponding dissection/imaging photographs.	36
Confounders	20	Present precise data from assessment/measurement of confounders, if any.	-
Additional analyses	21	Provide clear results of additional analyses (e.g. subgroup/sensitivity analyses), if performed. Tabular presentation of the results is highly recommended.	34-35
Discussion			
Key Findings	22	Include summary of key evidence/findings from the study pertaining to the rationale/objectives of the study. No new study results should be presented in the discussion.	43-53
Interpretation and Comparison(s)	23	Provide comprehensive (but judicious) interpretation of the results from the study, and comparison and/or reference to the results from other studies on the topic, appropriately cited. Meaningful clinical impact/significance of the findings from the study should be discussed where relevant.	43-53
Implication(s)	24	State briefly the implications of the findings or potential areas of the study that require further research.	53
Limitation(s)	25	Discuss briefly limitations of the study at any stage, including risk of bias, potential confounders, or intraobserver and/or interobserver variability.	53-54
Conclusions			
Summary	26	Summarize the key information (i.e. "take-home message") directly supported by the findings/evidence from the study.	56
Other Information			
Acknowledgement	27	Acknowledge individual(s), institution(s), or third parties who significantly contributed to the study.	Agradecimientos
Conflict of interest	28	Disclose any conflicts of interests related to the study for all contributing authors.	-
Funding	29	Describe sources of funding for the study and any other support.	-

* If an item is not applicable to the study, mark N/A in the page number box.

© International Evidence-Based Anatomy Working Group, Krakow, Poland

Tomaszewski KA, Henry BM, Ramakrishnan PK, et al. Development of the Anatomical Quality Assurance (AQUA) Checklist: Guidelines for Reporting Original Anatomical Studies. Clin Anat. 2016; 30: 14–20. doi:10.1002/ca.22800

Page 2 of 2

9. REFERÊNCIAS

ANSSELIN, A. D.; DAVEY, D. F. Axonal regeneration through peripheral nerve grafts: The effect of proximo-distal orientation. **Microsurgery**, v. 9, n. 2, p. 103–110, 1988.

ARNEŽ, Z. M. et al. Anatomy of the internal mammary veins and their use in free TRAM flap breast reconstruction. **Br J Plast Surg**, v. 48, n. 8, p. 540–545, dez. 1995.

ASZMANN, O. C. et al. The anatomy of the pectoral nerves and their significance in brachial plexus reconstruction. **The Journal of Hand Surgery**, v. 25, n. 5, p. 942–947, set. 2000.

AZIZZADEH, B.; PETTIJOHN, K. The Gracilis Free Flap. **Facial Plastic Surgery Clinics of North America**, v. 24, n. 1, p. 47–60, fev. 2016.

BAKAEEN, F. G. et al. Coronary Artery Target Selection and Survival After Bilateral Internal Thoracic Artery Grafting. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 75, n. 3, p. 258–268, jan. 2020.

BARRIE, K. A. et al. Gracilis free muscle transfer for restoration of function after complete brachial plexus avulsion. **Neurosurgical Focus**, v. 16, n. 5, p. E8, 15 maio 2004.

BERTELLI, J. et al. Transfer of a Terminal Motor Branch Nerve to the Flexor Carpi Ulnaris for Triceps Reinnervation: Anatomical Study and Clinical Cases. **The Journal of Hand Surgery**, v. 40, n. 11, p. 2229–2235.e2, nov. 2015.

BERTELLI, J. A. et al. Cross-chest radial nerve transfer in brachial plexus injuries. **Annales de Chirurgie de la Main et du Membre Supérieur**, v. 18, n. 2, p. 122–130, 1999.

BERTELLI, J. A. et al. Transferring the Motor Branch of the Opponens Pollicis to the Terminal Division of the Deep Branch of the Ulnar Nerve for Pinch Reconstruction. **The Journal of Hand Surgery**, v. 44, n. 1, p. 9–17, jan. 2019.

BERTELLI, J. A.; GHIZONI, M. F. Combined Injury of the Accessory Nerve and Brachial Plexus. **Neurosurgery**, v. 68, n. 2, p. 390–396, fev. 2011.

BHATIA, A. et al. Contralateral C-7 transfer: is direct repair really superior to grafting? **Neurosurgical focus**, v. 43, n. 1, p. E3, jul. 2017.

BLAAUW, G.; SLOOFF, A. C. J. Transfer of Pectoral Nerves to the Musculocutaneous Nerve in Obstetric Upper Brachial Plexus Palsy. **Neurosurgery**, v. 53, n. 2, p. 338–342, ago. 2003.

BRANDT, K. E.; MACKINNON, S. E. A technique for maximizing biceps recovery in brachial plexus reconstruction. **The Journal of Hand Surgery**, v. 18, n. 4, p. 726–733, jul. 1993.

CARDENAS-MEJIA, A. et al. Double innervated free functional muscle transfer for facial reanimation. **Journal of Plastic Surgery and Hand Surgery**, v. 49, n. 3, p. 183–188, jun. 2015.

CHEN, J. et al. Functional outcome of contralateral C7 nerve transfer combined with free

functional gracilis transplantation to repair total brachial plexus avulsion: a report of thirty-nine cases. **International orthopaedics**, v. 46, n. 5, p. 1053–1062, maio 2022.

CHO, A. B. et al. Comparison between donor nerves to motorize the free functional gracilis muscle transfer for elbow flexion: Retrospective study of 38 consecutive cases in traumatic adult brachial plexus injuries. **Microsurgery**, v. 39, n. 5, p. 400–404, jun. 2019.

CHO, Á. B. et al. EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF TRAUMATIC BRACHIAL PLEXUS INJURIES. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 16–18, fev. 2020.

CHUANG, D. C.-C. FUNCTIONING FREE-MUSCLE TRANSPLANTATION FOR THE UPPER EXTREMITY. **Hand Clinics**, v. 13, n. 2, p. 279–289, maio 1997.

CHUANG, D. C.-C. Nerve Transfer with Functioning Free Muscle Transplantation. **Hand Clinics**, v. 24, n. 4, p. 377–388, vi, nov. 2008.

CURTIS, R. M. Opposition of the Thumb. **Orthopedic Clinics of North America**, v. 5, n. 2, p. 305–321, abr. 1974.

DAVID, S. et al. Transfer of Pectoral Nerves to Suprascapular and Axillary Nerves: An Anatomic Feasibility Study. **The Journal of Hand Surgery**, v. 35, n. 1, p. 92–96, jan. 2010.

DAVID, S. et al. The anatomy of the pectoral nerves and its significance in breast augmentation, axillary dissection and pectoral muscle flaps. **Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery**, v. 65, n. 9, p. 1193–1198, set. 2012.

DE MENDONÇA CARDOSO, M. et al. Intercostal to musculocutaneous nerve transfer in patients with complete traumatic brachial plexus injuries: case series. **Acta neurochirurgica**, v. 162, n. 8, p. 1907–1912, ago. 2020.

DE REZENDE, M. S. et al. Free gracilis muscle transfer with ulnar nerve neurotization for elbow flexion restoration. **International Orthopaedics**, v. 45, n. 3, p. 689–696, 18 nov. 2020.

DOI, K et al. Restoration of prehension with the double free muscle technique following complete avulsion of the brachial plexus. Indications and long-term results. **J Bone Joint Surg Am**, v. 82, n. 5, p. 652–666, maio 2000.

DZIEDZIC, D. W. et al. Anatomy and morphometry of the distal gracilis muscle tendon in adults and foetuses. **Folia Morphologica**, v. 77, n. 1, p. 138–143, 2018.

ELHASSAN, B. et al. Shoulder Tendon Transfer Options for Adult Patients With Brachial Plexus Injury. **The Journal of Hand Surgery**, v. 35, n. 7, p. 1211–1219, jul. 2010.

FLORES, L. P. Reanimation of elbow extension with medial pectoral nerve transfer in partial injuries to the brachial plexus. **Journal of Neurosurgery**, v. 118, n. 3, p. 588–593, mar. 2013.

FRANKO, O. I.; KHALPEY, Z.; GATES, J. Brachial plexus trauma: the morbidity of hemidiaphragmatic paralysis. **Emergency medicine journal**, v. 25, n. 9, p. 614–615, set. 2008.

Free muscle transplantation by microsurgical neurovascular anastomoses. Report of a case. **Chinese Medical Journal (Engl)**, v. 2, n. 1, p. 47–50, jan. 1976.

GANG, Y. et al. Anatomical feasibility of transferring the obturator and genitofemoral nerves to repair lumbosacral plexus nerve root avulsion injuries. **Clinical Anatomy**, v. 27, n. 5, p. 783–788, jul. 2014.

GILBERT, A. Neurotization by contralateral pectoral nerve. In: **10th Symposium on the Brachial Plexus**. Lausanne, Switzerland: [s.n.]. p. 19–22, jan. 1992.

GIUFFRÉ, J. L. et al. Current concepts of the treatment of adult brachial plexus injuries. **The Journal of Hand Surgery**, v. 35, n. 4, p. 678–688; quiz 688, abr. 2010.

GORDON, T.; TYREMAN, N.; RAJI, M. A. The Basis for Diminished Functional Recovery after Delayed Peripheral Nerve Repair. **Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 14, p. 5325–5334, 6 abr. 2011.

GOSS, C. M. O Sistema De nervo Periférico. In: **Gray Anatomia**. 29. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p. 791.

GU, Y. et al. Long term outcome of contralateral C7 transfer: a report of 32 cases. **Chin Med J (Engl)**, v. 115, n. 6, p. 866–868, jun. 2002.

HANSASUTA, A.; TUBBS, R. S.; GRABB, P. A. Surgical Relationship of the Medial Pectoral Nerve to the Musculocutaneous Nerve: A Cadaveric Study. **Neurosurgery**, v. 48, n. 1, p. 203–207, jan. 2001.

HARII, K.; OHMORI, K.; SEKIGUCHI, J. THE FREE MUSCULOCUTANEOUS FLAP. **Plastic and reconstructive surgery**, v. 57, n. 3, p. 294–303, mar. 1976.

HARII, K.; OHMORI, K.; TORII, S. FREE GRACILIS MUSCLE TRANSPLANTATION, WITH MICRONEUROVASCULAR ANASTOMOSES FOR THE TREATMENT OF FACIAL PARALYSIS. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 57, n. 2, p. 133–143, fev. 1976.

HARRIS, W. The True Form of the Brachial Plexus, and its Motor Distribution. **J Anat Physiol**, v. 38, n. Pt 4, p. 399–422.5, jul. 1904.

HEFEL, L. et al. Internal mammary vessels: anatomical and clinical considerations. **Br J Plast Surg**, v. 48, n. 8, p. 527–532, dez. 1995.

HERRINGHAM, W. P. The minute anatomy of the brachial plexus. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 41, n. 246–250, p. 423–441, 1887.

HIRASAWA, K. O. Untersuchungen über das periphere Nervensystem. **Plexus brachialis and die Nerven der oberen Extremität: Arb Anat Inst Kaiserlichen Univ Kyoto A**, v. 2, p. 135–136, 1931.

HOBEN, G. M. et al. Increasing Nerve Autograft Length Increases Senescence and Reduces

Regeneration. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 142, n. 4, p. 952–961, out. 2018.

HOFFMAN, G. W.; ELLIOTT, L. F. The Anatomy of the Pectoral Nerves and its Significance to the General and Plastic Surgeon. **Annals of Surgery**, v. 205, n. 5, p. 504–507, maio 1987.

HONG, T. et al. Indirect Cost of Traumatic Brachial Plexus Injuries in the United States. **Journal of Bone and Joint Surgery, American Volume**, v. 101, n. 16, p. e80–e80, ago. 2019.

HOSSEINIAN, M. A.; TOFIGH, A. M. Cross pectoral nerve transfer following free gracilis muscle transplantation for chronic brachial plexus palsy: A case series. **International Journal of Surgery**, v. 6, n. 2, p. 125–128, abr. 2008.

IKUTA, Y.; YOSHIOKA, K.; TSUGE, K. FREE MUSCLE TRANSFER. **Australian and New Zealand Journal of Surgery**, v. 50, n. 4, p. 401–405, ago. 1980.

JAMES, M. A. Use of the Medical Research Council Muscle Strength Grading System in the Upper Extremity. **The Journal of Hand Surgery**, v. 32, n. 2, p. 154–156, fev. 2007.

JAMIESON, A.; HUGHES, S. The role of surgery in the management of closed injuries to the brachial plexus. **Clin Orthop Relat Res**, n. 147, p. 210–215, abr. 1980.

JIVAN, S. et al. The influence of pre-surgical delay on functional outcome after reconstruction of brachial plexus injuries. **Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery**, v. 62, n. 4, p. 472–479, abr. 2009.

JURICIC, M. et al. Anatomic basis for use of a gracilis muscle flap. **Surgical and Radiologic Anatomy**, v. 15, n. 3, p. 163–168, 1993.

KERR, A. T. The Brachial Plexus of Nerves in Man, the Variation in its formation and Branches. **American Journal of Anatomy**, v. 23, n. 2, p. 285–395, 1918.

KOVACHEVICH, R. et al. Complications of Intercostal Nerve Transfer for Brachial Plexus Reconstruction. **The Journal of Hand Surgery**, v. 35, n. 12, p. 1995–2000, dez. 2010.

KUMAR, V. P. A.; HASSAN, K. M. Cross-Face Nerve Graft with Free-Muscle Transfer for Reanimation of the Paralyzed Face: A Comparative Study of the Single-Stage and Two-Stage Procedures. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 109, n. 2, p. 451–462, fev. 2002.

LACHMAN, N.; SATYAPAL, K. S. Morphometry of the internal thoracic arteries. **Surgical and Radiologic Anatomy**, v. 20, n. 4, p. 243–247, 1998.

LEE, K.-S. Anatomic variation of the spinal origins of lateral and medial pectoral nerves. **Clinical Anatomy**, v. 20, n. 8, p. 915–918, nov. 2007.

LEFFERT, R. D. Brachial-Plexus Injuries. **New England Journal of Medicine**, v. 291, n. 20, p. 1059–1067, nov. 1974.

LIAO, C. C. L. et al. An Anatomical Feasibility Study on the Use of the Hypoglossal and Hemihypoglossal Nerve as a Donor Motor Nerve for Free Functioning Muscle Transfer in Upper

Extremity Reconstruction. **The Journal of Hand Surgery**, v. 48, n. 2, p. 193.e1–193.e8, fev. 2023.

LINELL, E. A. The Distribution of Nerves in the Upper Limb, with reference to Variabilities and their Clinical Significance. **J Anat**, v. 55, n. Pt 2-3, p. 79–112, jan. 1921.

LIU, Y. et al. Outcome of contralateral C7 transfers to different recipient nerves after global brachial plexus avulsion. **Brain and behavior**, v. 8, n. 12, p. e00174, dez. 2018.

LOUKAS, M. et al. The surgical anatomy of the ansa pectoralis. **Clinical Anatomy**, v. 19, n. 8, p. 685–693, 2006.

LURJE, A. CONCERNING SURGICAL TREATMENT OF TRAUMATIC INJURY OF THE UPPER DIVISION OF THE BRACHIAL PLEXUS (ERB'S-TYPE). **Annals of Surgery**, v. 127, n. 2, p. 317–326, fev. 1948.

MACCHI, V. et al. Medial and lateral pectoral nerves: Course and branches. **Clinical Anatomy**, v. 20, n. 2, p. 157–162, mar. 2007.

MACCHI, V. et al. The gracilis muscle and its use in clinical reconstruction: An anatomical, embryological, and radiological study. **Clinical Anatomy**, v. 21, n. 7, p. 696–704, out. 2008.

MAGDEN, O. et al. Anatomy of Gracilis Muscle Flap. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 21, n. 6, p. 1948–1950, nov. 2010.

MAHMOOD, B. et al. Anatomic Evaluation of the Obturator Branch to the Gracilis Muscle to Optimize Its Use as a Free Functional Muscle Transfer for Elbow Flexion Reanimation. **The Journal of Hand Surgery**, v. 43, n. 9, p. S50–S51, 2018.

MALDONADO, A. A. et al. Free Functioning Gracilis Muscle Transfer versus Intercostal Nerve Transfer to Musculocutaneous Nerve for Restoration of Elbow Flexion after Traumatic Adult Brachial Pan-Plexus Injury. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 138, n. 3, p. 483e488e, set. 2016.

MALDONADO, A. A.; SPINNER, R. J. Lateral pectoral nerve transfer for spinal accessory nerve injury. **Journal of Neurosurgery: Spine**, v. 26, n. 1, p. 112–115, jan. 2017.

MALESSY, M. J. A.; THOMEER, R. T. W. M. Evaluation of intercostal to musculocutaneous nerve transfer in reconstructive brachial plexus surgery. **Journal of Neurosurgery**, v. 88, n. 2, p. 266–271, fev. 1998.

MANKTELOW, R. T.; MCKEE, N. H.; VETTESE, T. An Anatomical Study of the Pectoralis Major Muscle as Related to Functioning Free Muscle Transplantation. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 65, n. 5, p. 610–615, maio 1980.

MANKTELOW, R. T.; ZUKER, R. M. Muscle Transplantation by Fascicular Territory. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 73, n. 5, p. 751–755, maio 1984.

MANKTELOW, R. T.; ZUKER, R. M.; MCKEE, N. H. Functioning free muscle transplantation. **The Journal of Hand Surgery**, v. 9A, n. 1, p. 32–39, jan. 1984.

MARTIN, E. et al. Timing of surgery in traumatic brachial plexus injury: a systematic review. **Journal of Neurosurgery**, v. 130, n. 4, p. 1333–1345, jun. 2018.

MERRELL, G. A. et al. Results of nerve transfer techniques for restoration of shoulder and elbow function in the context of a meta-analysis of the English literature. **The Journal of Hand Surgery**, v. 26, n. 2, p. 303–314, mar. 2001.

MOORE, K. L. O membro superior. In: **Anatomia Orientada para a Clínica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. p. 465–469.

MOOSMAN, D. A. Anatomy of the pectoral nerves and their preservation in modified mastectomy. **The American Journal of Surgery**, v. 139, n. 6, p. 883–886, jun. 1980.

MORRIS, S. F.; YANG, D. Gracilis Muscle: Arterial and Neural Basis for Subdivision. **Annals of Plastic Surgery**, v. 42, n. 6, p. 630–633, jun. 1999.

MURRAY, A. C. A. et al. The anatomy and variations of the internal thoracic (internal mammary) artery and implications in autologous breast reconstruction: clinical anatomical study and literature review. **Surgical and Radiologic Anatomy**, v. 34, n. 2, p. 159–165, mar. 2012.

NAHABEDIAN, M. Y. The Internal Mammary Artery and Vein as Recipient Vessels for Microvascular Breast Reconstruction. **Annals of Plastic Surgery**, v. 68, n. 5, p. 537–538, maio 2012.

NARAKAS, A. Thoughts on Neurotization or Nerve Transfers in Irreparable Nerve Lesions. In: **Microreconstruction of Nerve Injuries**. Philadelphia, W. B.: Terzis JK, 1987. p. 447–454.

NARAKAS, A. O. The treatment of brachial plexus injuries. **International Orthopaedics**, v. 9, n. 1, p. 29–36, jun. 1985.

NETTER, F. H. et al. Upper Limb. In: **Musculoskeletal system. Part 1, Anatomy, physiology, and metabolic disorders : a compilation of paintings**. Summit, N.J.: Ciba-Geigy Corporation, 1987. p. 29.

NICOSON, M. C.; FRANCO, M. J.; TUNG, T. H. Donor nerve sources in free functional gracilis muscle transfer for elbow flexion in adult brachial plexus injury. **Microsurgery**, v. 37, n. 5, p. 377–382, jul. 2017.

NINKOVIĆ, M.; SCHWABEGGER, A. H.; ANDERL, H. Internal Mammary Vessels as a Recipient Site. **Clinics in Plastic Surgery**, v. 25, n. 2, p. 213–221, abr. 1998.

NOLAND, S. S. et al. Adult Traumatic Brachial Plexus Injuries. **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 27, n. 19, p. 705–716, out. 2019.

OBERLIN, C. et al. 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. **The Journal of Hand Surgery**, v. 19, n. 2, p. 232–237, mar. 1994.

OLIVER, J. D. et al. Functioning Free Muscle Transfer for Brachial Plexus Injury: A Systematic Review and Pooled Analysis Comparing Functional Outcomes of Intercostal Nerve and Spinal Accessory Nerve Grafts. **Journal of Reconstructive Microsurgery**, v. 36, n. 08, p. 567–571, out. 2020.

PARK, T. S. Medial pectoral nerve transfer. **Journal of Neurosurgery: Pediatrics**, v. 3, n. 5, p. 345–346, maio 2009.

PONDAAG, W.; MALESSY, M. J. A. Intercostal and pectoral nerve transfers to re-innervate the biceps muscle in obstetric brachial plexus lesions. **Journal of hand surgery. European volume**, v. 39, n. 6, p. 647–652, jul. 2014.

PORZIONATO, A. et al. Surgical anatomy of the pectoral nerves and the pectoral musculature. **Clinical Anatomy**, v. 25, n. 5, p. 559–575, jul. 2012.

POSNER, M. A.; KAPILA, D. Restoration of Opposition. **Hand Clinics**, v. 28, n. 1, p. 27–44, fev. 2012.

PRAKASH, K. G.; SANIYA, K. Anatomical Study of Pectoral Nerves and its Implications in Surgery. **JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH**, v. 8, n. 7, p. AC01–AC05, jul. 2014.

RAY, W. Z. et al. Medial Pectoral Nerve to Axillary Nerve Neurotization following Traumatic Brachial Plexus Injuries: Indications and Clinical Outcomes. **Hand (N Y)**, v. 7, n. 1, p. 59–65, mar. 2012.

REZENDE, M. et al. What has changed in brachial plexus surgery? **Clinics (Sao Paulo)**, v. 68, n. 3, p. 411–418, mar. 2013.

ROCHKIND, S.; SHAINBERG, A. Muscle Response to Complete Peripheral Nerve Injury: Changes of Acetylcholine Receptor and Creatine Kinase Activity over Time. **Journal of Reconstructive Microsurgery**, v. 33, n. 5, p. 352–357, 20 fev. 2017.

RODRÍGUEZ LORENZO, A. et al. Anatomy of the motor nerve to the gracilis muscle and its implications in a one-stage microneurovascular gracilis transfer for facial reanimation. **Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery**, v. 63, n. 1, p. 54–58, jan. 2010.

ROZEN, S. et al. Obturator Nerve Anatomy and Relevance to One-Stage Facial Reanimation. **Plastic and reconstructive surgery/PSEF CD journals**, v. 131, n. 5, p. 1057–1064, maio 2013.

SAMARDZIC, M. et al. Donor nerves in the reinnervation of brachial plexus. **Neurological research**, v. 8, n. 2, p. 117–122, jun. 1986.

SAMARDZIC, M. et al. Transfer of the Medial Pectoral Nerve: Myth or Reality? **Neurosurgery**, v. 50, n. 6, p. 1277–1282, jun. 2002.

- SAMMER, D. M. et al. Hemi-Contralateral C7 Transfer in Traumatic Brachial Plexus Injuries: Outcomes and Complications. **The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume**, v. 94, n. 2, p. 131–137, 18 jan. 2012.
- SAMMER, D. M.; CHUNG, K. C. Tendon Transfers: Part I. Principles of Transfer and Transfers for Radial Nerve Palsy. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 123, n. 5, p. 169e177e, maio 2009.
- SCHREIBER, J. J. et al. Optimal Axon Counts for Brachial Plexus Nerve Transfers to Restore Elbow Flexion. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 135, n. 1, p. 135e141e, jan. 2015.
- SEAL, A.; STEVANOVIC, M. Free Functional Muscle Transfer for the Upper Extremity. **Clin Plast Surg**, v. 38, n. 4, p. 561–575, out. 2011.
- SHOJA, M. M. et al. The pectoral nerves. In: **Kerr's Brachial Plexus: With an atlas**. Birmingham, Alabama: Rhazes, LLC., 2018. p. 63–65.
- SILVA, G. B. et al. GRACILIS MUSCLE TRANSFER TO ELBOW FLEXION IN BRACHIAL PLEXUS INJURIES. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 165–167, jul. 2020.
- SIQUEIRA, M. G.; MARTINS, R. S. PHRENIC NERVE TRANSFER IN THE RESTORATION OF ELBOW FLEXION IN BRACHIAL PLEXUS AVULSION INJURIES. **Neurosurgery**, v. 65, n. suppl_4, p. A125–A131, out. 2009.
- SOCOLOVSKY, M. et al. The phrenic nerve as a donor for brachial plexus injuries: is it safe and effective? Case series and literature analysis. **Acta neurochirurgica**, v. 157, n. 6, p. 1077–1086, jun. 2015.
- SOLDADO, F.; BERTELLI, J. Free Gracilis Transfer Reinnervated by the Nerve to the Supinator for the Reconstruction of Finger and Thumb Extension in Longstanding C7-T1 Brachial Plexus Root Avulsion. **The Journal of hand surgery**, v. 38, n. 5, p. 941–946, maio 2013.
- STOCKINGER, T.; ASZMANN, O. C.; FREY, M. Clinical Application of Pectoral Nerve Transfers in the Treatment of Traumatic Brachial Plexus Injuries. **The Journal of hand surgery**, v. 33, n. 7, p. 1100–1107, set. 2008.
- STRAUCH, B.; YU, H. L. Thigh Region. In: **Atlas of Microvascular Surgery. Anatomy and Operative Approaches**. Stuttgart: Thieme, 1993. p. 203–211.
- SULAIMAN, O. A. R. et al. NERVE TRANSFER SURGERY FOR ADULT BRACHIAL PLEXUS INJURY. **Neurosurgery**, v. 65, n. suppl_4, p. A55–A62, out. 2009.
- TAKUSHIMA, A. et al. Neurovascular Free-Muscle Transfer for the Treatment of Established Facial Paralysis following Ablative Surgery in the Parotid Region. **Plast Reconstr Surg**, v. 113, n. 6, p. 1563–1572, maio 2004.
- TAMAI, S. et al. FREE MUSCLE TRANSPLANTS IN DOGS, WITH MICROSURGICAL NEUROVASCULAR ANASTOMOSES. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 46, n. 3, p.

219–225, set. 1970.

TAYLOR, G. I. et al. Comparative Anatomical Study of the Gracilis and Coracobrachialis Muscles: Implications for Facial Reanimation. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 112, n. 1, p. 20–30, jul. 2003.

TERZIS, J. K. et al. Recovery of function in free muscle transplants using microneurovascular anastomoses. **The Journal of Hand Surgery**, v. 3, n. 1, p. 37–59, jan. 1978.

TERZIS, J. K.; KOSTOPOULOS, V. K. Free Muscle Transfer in Posttraumatic Plexopathies: Part III. The Hand. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 124, n. 4, p. 1225–1236, out. 2009.

TERZIS, J. K.; KOSTOPOULOS, V. K. Free muscle transfer in posttraumatic plexopathies: part 1: the shoulder. **Ann Plast Surg**, v. 65, n. 3, p. 312–317, set. 2010.

VAN DER LINGEN, M. A. J. et al. Satisfied patients after shoulder arthrodesis for brachial plexus lesions even after 20 years of follow-up. **European journal of orthopaedic surgery & traumatology**, v. 28, n. 6, p. 1089–1094, ago. 2018.

WANG, S. et al. Contralateral C7 Nerve Transfer with Direct Coaptation to Restore Lower Trunk Function After Traumatic Brachial Plexus Avulsion. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 95, n. 9, p. 821–827, maio 2013.

WECHSELBERGER, G. et al. Restoration of elbow flexion after brachial plexus injury by free functional rectus femoris muscle transfer. **Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery**, v. 62, n. 2, p. e1–e5, fev. 2009.

WELLONS, J. C. et al. Medial pectoral nerve to musculocutaneous nerve neurotization for the treatment of persistent birth-related brachial plexus palsy: an 11-year institutional experience. **Journal of neurosurgery**, v. 3, n. 5, p. 348–353, maio 2009.

WHITE, C. P. et al. Axon counts of potential nerve transfer donors for peroneal nerve reconstruction. **Canadian journal of plastic surgery**, v. 20, n. 1, p. 24–27, 2012.

WITOONCHART, K. et al. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part I: an anatomic feasibility study. **J Hand Surg Am**, v. 28, n. 4, p. 628–632, jul. 2003.

XU, L. et al. CONTRALATERAL C7 TRANSFER VIA THE PRESPINAL AND RETROPHARYNGEAL ROUTE TO REPAIR BRACHIAL PLEXUS ROOT AVULSION. **Neurosurgery**, v. 63, n. 3, p. 553–559, set. 2008.

YANG, G.; CHANG, K. W-C.; CHUNG, K. C. A Systematic Review of Contralateral C7 Transfer for the Treatment of Traumatic Brachial Plexus Injury: Part 1. Overall Outcomes. **Plastic and reconstructive surgery**, v. 136, n. 4, p. 794–809, out. 2015a.

YANG, G.; CHANG, K.-T.; CHUNG, K. C. A Systematic Review of Outcomes of Contralateral C7 Transfer for the Treatment of Traumatic Brachial Plexus Injury: Part 2. Donor-Site Morbidity.

Plastic and Reconstructive Surgery, v. 136, n. 4, p. 480e489e, out. 2015b.

YAVARI, M. et al. Contralateral medial pectoral nerve transfer with free gracilis muscle transfer in old brachial plexus palsy. **Journal of Surgical Research**, v. 231, p. 94–98, nov. 2018.

YI LEE, T. M.; SECHACHALAM, S.; SATKUNANANTHAM, M. Systematic review on outcome of free functioning muscle transfers for elbow flexion in brachial plexus injuries. **Journal of hand surgery. European volume**, v. 44, n. 6, p. 620–627, jul. 2019.

ZAVALA, A. et al. Staged Phrenic Nerve Elongation and Free Functional Gracilis Muscle Transplantation—A Possible Option for Late Reconstruction in Chronic Brachial Plexus Injury. **The Journal of Hand Surgery**, v. 48, n. 10, p. 1058.e1–1058.e9, out. 2023.

ZERMEÑO-RIVERA, J.; GUTIÉRREZ-AMAVIZCA, B. E. Contralateral Spinal Accessory Nerve Transfer: A New Technique in Panavulsive Brachial Plexus Palsy. **Indian Journal of Surgery**, v. 77, n. 3, p. 247–250, jun. 2015.