

Glênio Bitencourt Mizubuti

**Avaliação Prospectiva das Características das Diversas
Técnicas de Anestesia do Plexo Braquial
em Hospital Terciário de Ensino**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anestesiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Adj. Paulo do Nascimento Jr

Botucatu - SP
2012

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Hugo e Marlene que
sempre estiveram ao meu lado e não
mediram esforços para me ver crescer.
Exemplos vivos de honestidade e boa índole.

E à Milena, pelo amor, companheirismo e
compreensão há tantos anos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus em primeiro lugar. A Ele toda adoração, todo louvor,
toda glória e todo mérito.

Ao Prof. Dr. Paulo do Nascimento Júnior pela influência direta que
exerceu sobre minha formação profissional. Minha sincera gratidão
pela confiança e paciência que permitiram a elaboração desse
trabalho.

Ao casal de colegas Rodrigo Moreira e Lima e Laís Helena Navarro
e Lima pela prazerosa convivência que tivemos durante meus anos
de residência médica, pelo incentivo ao ingresso no Programa de
Pós-Graduação e por toda gentileza que ainda me prestam.

Verdadeiros exemplos de dedicação e responsabilidade
profissional.

Ao colega André Marques Mansano pela visão crítica e científica
que sempre margeou e impulsionou minha vida acadêmica.

Aos professores do Departamento de Anestesiologia da Faculdade
de Medicina de Botucatu, UNESP que, com dedicação e
profissionalismo, viabilizaram minha formação profissional neste
centro de excelência.

À Prof. Dra. Lídia Raquel de Carvalho pelo auxílio na análise estatística.

À minha amada Milena Aramaki Bianco e ao meu irmão Marcio Bitencourt Mizubuti pela participação fundamental na confecção das figuras utilizadas nesse trabalho.

Aos colegas de Residência Médica pelo auxílio no preenchimento dos protocolos, e aos pacientes que consentiram em participar dessa pesquisa.

Aos colegas da Anestvel pela compreensão e incentivo durante o período de minha Pós-Graduação.

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão do auxílio à pesquisa.

Aos funcionários do Departamento de Anestesiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu: Neli Aparecida Pavan, Joana Jacirene Costa Teixeira, Marcelo Donizeti Vieira e André Passaroni, pela amizade e atenção que sempre me dispensaram.

EPÍGRAFE

“Ainda que eu fale as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver amor, serei como o sino que ressoa ou como o prato que retine.

Ainda que eu tenha o dom de profecia e saiba todos os mistérios e todo o conhecimento, e tenha uma fé capaz de mover montanhas, se não tiver amor, nada serei.

Ainda que eu dê aos pobres tudo o que possuo e entregue o meu corpo para ser queimado, se não tiver amor, nada disso me valerá.

O amor é paciente, o amor é bondoso. Não inveja, não se vangloria, não se orgulha. Não maltrata, não procura seus interesses, não se ira facilmente, não guarda rancor. O amor não se alegra com a injustiça, mas se alegra com a verdade. Tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.

O amor jamais acaba...”

1 Coríntios 13: 1-8.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Anatomia do Plexo Braquial.....	16
Figura 2	Distribuição da Inervação Sensitiva Cutânea do Membro Superior.....	19
Figura 3	Plexo Braquial. Abordagens Anestésicas Disponíveis, Regiões onde são Realizadas e Distribuição Cutânea Esperada para cada Abordagem.....	24
Figura 4	Abordagem Interescalênica.....	27
Figura 5	Abordagem Supraclavicular.....	29
Figura 6	Abordagem Infraclavicular.....	31
Figura 7	Abordagem Axilar.....	33
Figura 8	Taxas de Sucesso dos Bloqueios do Plexo Braquial Realizados pelos Médicos em Especialização (ME) do 1º (ME1), 2º (ME2) e 3º (ME3) Anos, em cada Trimestre (Tri) do Período Estudado, bem como a Taxa de Sucesso Geral Observada em cada Trimestre.....	42
Figura 9	Técnica de Winnie. Distribuição das Anestesias Segundo Sítio Cirúrgico Distal (incluindo cotovelo, antebraço, punho e mão) e Proximal (braço e ombro) e suas respectivas Taxas de Sucesso.....	46
Figura 10	Frequência do Emprego do Ultrassom (US) Segundo Graduação dos Médicos em Especialização (ME).....	48
Figura 11	Taxas de Sucesso para as Diferentes Graduações de Médicos em Especialização (ME) Segundo o Emprego ou Não do Ultrassom (US).....	49
Figura 12	Incidência de Punção Vascular Acidental Segundo Emprego ou Não do Ultrassom (US).....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características Demográficas. Idade, Sexo, Índice de Massa Corporal (IMC), Estado Físico ASA (<i>American Society of Anesthesiologists</i>) e Clínica Cirúrgica Envolvida...	40
Tabela 2	Distribuição das Anestesias Segundo a Graduação do Médico em Especialização (ME), Taxas de Sucesso e Tempo Médio para Realização do Bloqueio.....	43
Tabela 3	Distribuição das Anestesias, Taxas de Sucesso e Tempo Médio para a Realização do Bloqueio do Plexo Braquial Segundo o Índice de Massa Corporal (IMC) dos Pacientes...	44
Tabela 4	Distribuição das Anestesias e Taxas de Sucesso para a Realização do Bloqueio do Plexo Braquial Segundo a Técnica Anestésica Empregada.....	45
Tabela 5	Distribuição das Anestesias e Taxas de Sucesso Segundo o Equipamento Empregado.....	47
Tabela 6	Taxas de Sucesso no HC-FMB-UNESP e Taxas de Sucesso Relatadas na Literatura, segundo Abordagem Anestésica.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Avaliação da Satisfação Pós-Operatória, realizada 12 horas após o Procedimento.....	51
-----------------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

PB	Plexo Braquial
HC-FMB	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu
UNESP	Universidade Estadual Paulista
mL	Mililitro
ENP	Estimulador de Nervos Periféricos
US	Ultrassom, Ultrassonografia
ME	Médico em Especialização
ME1	Médico em Especialização do Primeiro Ano
ME2	Médico em Especialização do Segundo Ano
ME3	Médico em Especialização do Terceiro Ano
AL	Anestésico Local
C3	Terceiro Nervos Espinhal Cervical
C4	Quarto Nervos Espinhal Cervical
C5	Quinto Nervos Espinhal Cervical
C6	Sexto Nervos Espinhal Cervical
C7	Sétimo Nervos Espinhal Cervical
C8	Oitavo Nervos Espinhal Cervical
T1	Primeiro Nervos Espinhal Torácico
T2	Segundo Nervos Espinhal Torácico
et al.	Colaboradores
ASA	Sociedade Americana de Anestesiologistas
mm	Milímetros
EUA	Estados Unidos da América
MHz	Megahertz
mA	MiliAmpere
IMC	Índice de Massa Corporal
kg.m ⁻²	Quilogramas por Metro Quadrado
mg	Miligramas
µg	Microgramas
Min	Minutos
Tri	Trimestre

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por Cento
®	Marca Registrada
β	Beta
α	Alfa
=	Igual
\pm	Mais ou Menos
\geq	Maior ou Igual
<	Menor

Mizubuti, Glênio Bitencourt. Avaliação Prospectiva das Características das Diversas Técnicas de Anestesia do Plexo Braquial em Hospital Terciário de Ensino. Botucatu, 2012. 85p. Dissertação (Mestrado em Anestesiologia) – Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP.

RESUMO

São várias as técnicas disponíveis para realização de bloqueio do plexo braquial (PB). Este estudo teve como objetivo a análise epidemiológica dos bloqueios do PB realizados no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP (HC-FMB-UNESP). Realizou-se estudo observacional que incluiu pacientes submetidos à anestesia do PB no período de 1 ano, contemplando as técnicas e as características da anestesia, bem como a satisfação dos pacientes. Entre Fevereiro de 2009 e Janeiro de 2010, 150 pacientes (16 a 89 anos) foram incluídos. Houve sedação pré-anestésica em 77% dos casos com o midazolam, associado ou não ao fentanil. Os bloqueios foram realizados com 15 a 20 mL de lidocaína 1,5% seguidos de igual volume de ropivacaína 0,5%. A incidência total de falhas foi de 22%. A técnica de Winnie foi empregada em 32% dos bloqueios, a perivascular subclávia em 27%, a axilar em 32% e a descrita por Vieira em 9%. O estimulador de nervo periférico (ENP) e o ultrassom (US) foram empregados isoladamente em 49% e 21% dos pacientes, respectivamente, sendo esses aparelhos usados simultaneamente em 21% dos casos. Dentre as anestésias realizadas com o ENP, com o US, sem esses equipamentos ou com ambos, simultaneamente, 28%, 16%, 15% e 16%, respectivamente, falharam. Dos 150 bloqueios, 43% foram realizados por médicos em especialização (ME) do 3º ano (ME3), 32% por ME2 e 25% por ME1, havendo falha em 16%, 25% e 29%, respectivamente. Houve parestesia não intencional (6%) e punção vascular acidental (6%), além de 49% de elevação de cúpula diafragmática nos bloqueios supraclaviculares. No HC-FMB-UNESP verificou-se diversidade na escolha da técnica anestésica para bloqueios do PB, sendo a incidência de falhas dentro do que se observa na literatura. O US sobrepuja o ENP em termos de taxa de sucesso. Desenhou-se curva de aprendizado para os ME e não houve complicações graves associadas aos bloqueios.

Palavras-chave: Anestesia; Plexo Braquial; Complicações; Residência Médica.

Mizubuti, Glênio Bitencourt. Prospective Evaluation of the Characteristics of the Various Brachial Plexus Blockade Techniques in a Tertiary Teaching Hospital. Botucatu, 2012. 85p. Botucatu Medical School, UNESP.

ABSTRACT

There are several approaches for the brachial plexus blockade. This study aimed the epidemiologic analysis of the brachial plexus blocks performed at the Hospital das Clínicas of the Botucatu Medical School, São Paulo State University (UNESP). Observational study was carried out including patients who underwent brachial plexus blockade throughout 1 year, contemplating the techniques and anesthetic features, as well as patient satisfaction. From February 2009 to January 2010, 150 patients (16 to 89 years) were included. Pre-anesthetic sedation was administered to 77% of the patients with midazolam associated or not with fentanyl. The blocks were carried out with 15 to 20 mL of lidocaine 1.5% followed by the same volume of ropivacaine 0.5%. Total failure incidence was 22%. The Interscalene Block (Winnie's technique) was used in 32% of the blocks, the Subclavian Perivascular Block in 27%, the Axillary Block in 32% and the Supraclavicular Block described by Vieira in 9%. Peripheral nerve stimulator (PNS) and Ultrasound (US) were used alone in 49% and 21% of the blocks, respectively, and in 21% of the patients, simultaneously. Among the anesthetics carried out with PNS, with US, without those devices or with both, simultaneously, 28%, 16%, 15% and 16%, respectively, failed. Of the 150 blocks, 43% were performed by Postgraduate Year 3 (PGY3) residents, 32% by PGY2 residents and 25% by PGY1 residents, with failure rates of 16%, 25% and 29%, respectively. Unintended paresthesia (6%) and accidental vascular puncture (6%) were observed. Also, a 49% incidence of hemidiaphragmatic dome elevation (phrenic nerve palsy) was observed among patients submitted to supraclavicular approaches. At the Hospital das Clínicas of the Botucatu Medical School, UNESP, a great diversity on the choice of the brachial plexus block technique was verified, with failure rates similar to those observed in the current literature. The US overcomes the PNS in terms of success. The resident's learning curve was drawn and no major complications were reported.

Keywords: Anesthesia; Brachial Plexus; Complications; Medical Residency.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE SÍMBOLOS

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Anatomia do Plexo Braquial.....	16
1.2 Histórico.....	20
1.3 Abordagens Anestésicas.....	24
1.3.1 Abordagem Interescalênica.....	25
1.3.2 Abordagem Supraclavicular.....	28
1.3.3 Abordagem Infraclavicular.....	30
1.3.4 Abordagem Axilar.....	32
2 OBJETIVO.....	35
3 MÉTODO.....	37
4 RESULTADOS.....	40
4.1 Curva de Aprendizado.....	42
4.2 Técnica Anestésica.....	45
4.3 Equipamento Empregado.....	47
4.4 Intercorrências, Complicações e Avaliação Pós-Anestésica...	51
5 DISCUSSÃO.....	54
5.1 Curva de Aprendizado.....	54
5.2 Técnica Anestésica.....	56
5.3 Equipamento Empregado.....	58
5.4 Intercorrências, Complicações e Avaliação Pós-Anestésica....	61
6 CONCLUSÃO.....	63
7 REFERÊNCIAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A anestesia regional do membro superior se tornou uma importante ferramenta na prática do anestesiológico desde que Hall(1), em 1884, descreveu o primeiro bloqueio do plexo braquial. Por promover anestesia cirúrgica e analgesia pós-operatória de todo o membro superior, o bloqueio do plexo braquial oferece inúmeras vantagens sobre a anestesia geral(2-6) e está intimamente ligado aos avanços da anestesia ambulatorial(7). Além disso, o desenvolvimento recente da anestesia regional guiada por ultrassonografia despertou grande interesse dos anestesiólogos nessa área. Entretanto, a despeito de tal entusiasmo, existem diversas variações nas técnicas empregadas para realização do bloqueio do plexo braquial, especialmente no que diz respeito à abordagem e ao método (parestesia, neuroestimulação, ultrassonografia) empregados na localização do plexo.

1.1 Anatomia do Plexo Braquial

A prática de anestesia regional requer profundo conhecimento anatômico das estruturas envolvidas.

O plexo braquial (Figura 1) é uma estrutura formada pelas raízes ventrais dos nervos espinais cervicais (C5 a C8) e torácico (T1)(8-11). Pode ainda apresentar contribuições do 4º nervo espinal cervical (C4 – conhecido como pré-fixado), e do 2º torácico (T2 – pós-fixado)(9). O plexo pré-fixado apresenta disposição mais vertical no pescoço, enquanto o pós-fixado é mais horizontalizado(9).

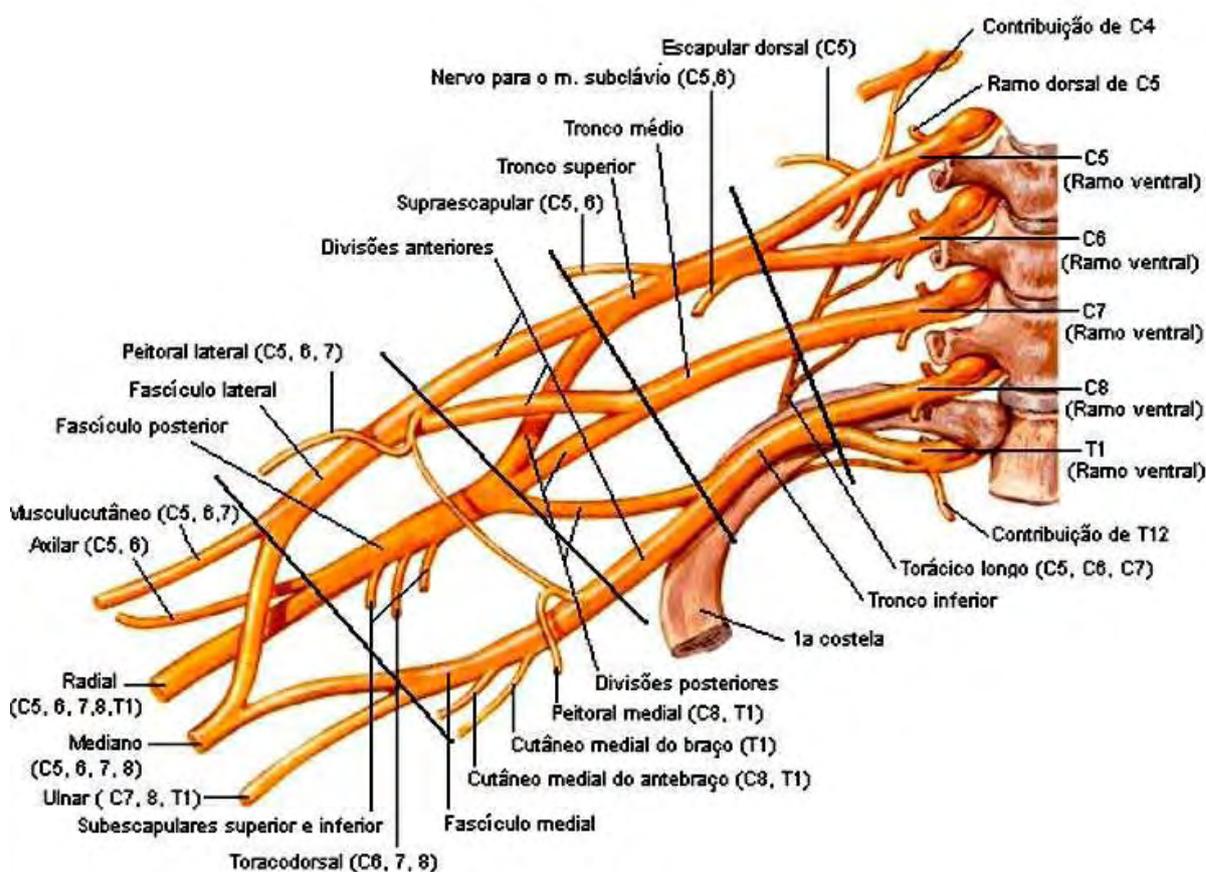


Figura 1 – Anatomia do Plexo Braquial

A confluência das raízes espinhais forma 3 troncos nervosos (superior, médio e inferior) que, mais adiante, se reorganizam em 3 fascículos (lateral, medial e posterior). Estes originam os nervos terminais que suprem o membro superior(8-10).

O tronco superior é formado pela confluência das raízes de C5-C6, o tronco médio por C7 e o tronco inferior pela união entre C8-T1. Os 3 troncos cursam lateral e inferiormente em direção à axila, passando sobre a primeira costela, por trás da artéria subclávia e entre os músculos escalenos anterior e médio (“fenda interescalênica”)(9). Ao nível do terço médio da clavícula cada tronco ramifica-se em divisões anterior e posterior, que formarão os fascículos(8-10).

As divisões posteriores unem-se para formar o fascículo posterior. Por sua vez, as divisões anteriores originam o fascículo medial (a partir do tronco inferior) e o fascículo lateral (troncos superior e médio).

Cada fascículo origina basicamente 2 nervos terminais e um número variável de ramos intermediários menores. O fascículo posterior forma os nervos axilar e radial. O fascículo lateral origina o nervo musculocutâneo e o principal ramo para o nervo mediano. Finalmente, do fascículo medial surge o outro ramo para o nervo mediano e, ainda, o nervo ulnar e os nervos cutâneo-mediais do braço e antebraço (ramos intermediários).

- Nervo axilar (C5-C6): inerva articulação do ombro, músculo deltóide e região escapular(8).
- Nervo radial (C5-C6-C7-C8-T1): inerva porção posterior do membro superior, incluindo a musculatura extensora (tríceps e extensor radial do carpo)(8).
- Nervo mediano (C5-C6-C7-C8-T1): provê ramos motores à maioria dos músculos flexores e pronadores do antebraço(9) (exceto ao flexor ulnar do carpo e à porção medial do flexor digital profundo – nervo ulnar)(8). Na mão, promove inervação motora à eminência tenar e aos dois

primeiros quirodáctilos(8); e inervação sensitiva à porção palmar lateral e à extremidade dorsal dos 3,5 primeiros quirodáctilos, incluindo o leito ungueal(8).

- Nervo Ulnar (C8-T1): seu componente motor supre o flexor ulnar do carpo e a porção medial do flexor digital profundo. Os ramos sensitivos suprem o terço medial da mão, incluindo o 5º quirodáctilo e a porção dorso-medial do 4º(8).
- Nervo Cutâneo Medial do Braço (T1): exclusivamente sensitivo, inerva a porção medial do braço(8).
- Nervo Cutâneo Medial do Antebraço (T1): também sensitivo, inerva a porção medial anterior do antebraço(8).
- Nervo Musculocutâneo (C5-C6-C7): inervação motora basicamente aos músculos coracobraquial e bíceps(8). Abaixo do cotovelo, passa a ser exclusivamente sensitivo, inervando a porção lateral anterior do antebraço e punho(8).

Apenas 2 regiões do membro superior não são inervadas pelo plexo braquial(9, 11): a porção póstero-medial do braço (nervo intercostobraquial – T2) e a porção medial do ombro (nervo supraclavicular – C3-C4). A figura 2 apresenta a inervação sensitiva do membro superior.

Inervação Sensitiva

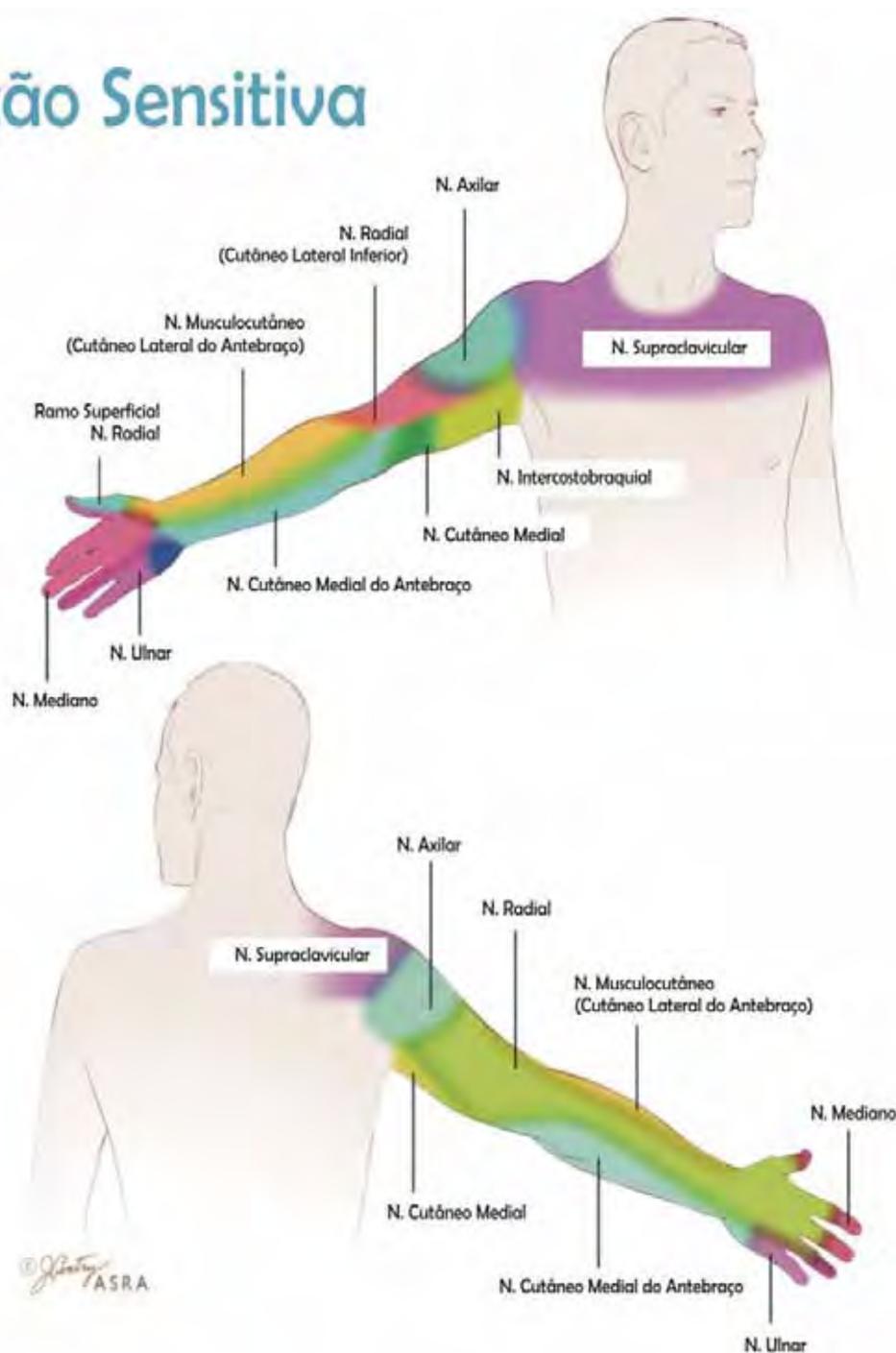


Figura 2 – Distribuição da inervação sensitiva cutânea do membro superior. Os nervos terminais do plexo braquial provêm inervação sensitiva ao membro superior. A distribuição sensitiva desses nervos é variável e se sobrepõem, conforme evidenciado pela mescla de cores nas regiões de convergência.

1.2 Histórico

O primeiro bloqueio do plexo braquial foi realizado por Hall, em 1884(1). Posteriormente, em 1902, Crile descreveu uma abordagem a “céu aberto” em que o plexo braquial permanecia exposto para aplicação direta de cocaína(12). Sua aplicação clínica, entretanto, era limitada em virtude da necessidade de procedimento cirúrgico para exposição do plexo braquial. As primeiras abordagens através de punção percutânea datam do início dos anos 1900. Em 1911, Hirschel(13) descreveu a primeira abordagem percutânea pela via axilar e apresentou importante contribuição para a anestesia regional ao demonstrar a razão de o bloqueio axilar ser incompleto: por meio de disseções do plexo, foi o primeiro a afirmar que os nervos musculocutâneo e axilar deixam o plexo muito acima da axila. No mesmo ano, Kulenkampff realizou a primeira abordagem percutânea supraclavicular tendo, entretanto, publicado a técnica apenas em 1928(14), com a ressalva de apresentar elevado risco de pneumotórax. Em 1919, Mulley descreveu uma abordagem interescalênica lateral visando evitar a ocorrência de pneumotórax associada à técnica de Kulenkampff, todavia os pontos de referência descritos eram muito vagos(15). Mais tarde, em 1925, Etienne apresentou a descrição mais precisa para esta técnica(12).

A popularidade do bloqueio supraclavicular permaneceu alta durante a primeira metade do século 20, passando por diversas modificações, a maioria visando reduzir o risco de pneumotórax. Em 1944, Murphey(16) descreveu uma técnica de injeção única realizada lateralmente ao músculo escaleno anterior. Mais tarde, Winnie estabeleceu o conceito de “bloqueio perivascular subclávio”(17) utilizando técnica semelhante à de Murphey. Finalmente, em 1993, Brown et al. publicaram a técnica conhecida como “*plumb-bob*”(18).

Já em 1970, Winnie(19) descreveu uma técnica em que o anestésico local (AL) era depositado na fenda existente entre os músculos escalenos anterior e médio (“fenda interescalênica”), ao nível da cartilagem cricóide. Esta abordagem, ainda muito utilizada, tornou-se amplamente difundida e é

considerada a primeira técnica de anestesia do plexo braquial realmente efetiva e adequada(12).

A introdução de técnicas de bloqueio pela via axilar por Accardo e Adriani(20) em 1949 e especialmente por Burnham(21) em 1958 levou ao declínio no interesse pelas técnicas supraclaviculares. No entanto, a popularização do bloqueio axilar se deu particularmente após a publicação de De Jong(22) na revista americana *Anesthesiology*, em 1961. Ele calculou que, para um adulto mediano, seriam necessários 42 ml de AL para preencher a bainha neurovascular e, desse modo, bloquear todos os nervos terminais ao nível axilar. Inúmeras pesquisas sucederam a publicação de De Jong na tentativa de se encontrar medidas que facilitariam a dispersão proximal do AL dentro da bainha com o intuito de reduzir a incidência de falhas, especialmente no território dos nervos musculocutâneo e axilar. O uso de torniquete(23) e/ou compressão digital(24) imediatamente abaixo do ponto de punção foram medidas amplamente utilizadas durante longo período. Mais tarde, demonstrou-se que tais manobras eram inefetivas(25-27).

Até os anos 60, as técnicas de bloqueio axilar mais prevalentes consistiam em dupla ou múltiplas injeções(28). Depois de estabelecido o conceito de bainha neurovascular por De Jong(22) em 1961, a injeção única, por ser mais simples, tornou-se padrão. Mais recentemente, entretanto, o desenvolvimento do estimulador de nervo periférico (ENP) e de agulhas atraumáticas permitiu a eletro-localização e o bloqueio de cada nervo terminal em separado(28) (múltiplas injeções) e diversos estudos demonstraram a sua superioridade, promovendo maior taxa de sucesso e menor período de latência(29-35). Em estudo prospectivo incluindo 1650 pacientes submetidos a bloqueio axilar por múltiplas injeções, Faneli et al.(36) observaram taxa de sucesso de 93%, embora associada à neuropraxia em 1,7% dos casos.

As técnicas de abordagem infraclavicular constituem boa alternativa ao bloqueio axilar. Em 1914, Bazy descreveu uma técnica de bloqueio infraclavicular que, após longo período no esquecimento, foi modificada e reintroduzida por Raj(37), em 1973. Raj descreveu o sítio de punção no ponto

médio da clavícula, direcionando a agulha lateralmente para a axila, utilizando o ENP. Com esta técnica o risco de pneumotórax era virtualmente inexistente, além de permitir bloqueio mais completo, incluindo os nervos musculocutâneo, intercostobraquial e ulnar. Esta abordagem, no entanto, não suplantou o bloqueio axilar em popularidade e outros pesquisadores não obtiveram a mesma taxa de sucesso descrita por Raj(38). Pouco depois, Sims(39) sugeriu modificações à técnica e, mais tarde, Whiffler descreveu a técnica conhecida como bloqueio coracóide(40). A partir da década de 1990, o bloqueio infraclavicular ressurgiu em popularidade e novas técnicas foram descritas(41-43).

Desde o surgimento da anestesia do plexo braquial, grande evolução ocorreu nos métodos empregados para localização do plexo. Inicialmente, os bloqueios eram realizados através de acesso cirúrgico. Em seguida, técnicas através punção percutânea foram descritas e baseavam-se na pesquisa de parestesia. Contudo, o trauma direto da agulha sobre o nervo e conseqüente desconforto (parestesia) sofrido pelo paciente constituía importante desvantagem. Posteriormente, grande interesse surgiu no desenvolvimento de instrumentos capazes de facilitar a localização do nervo-alvo e, desse modo, reduzir a incidência de falhas e o desconforto do paciente, bem como aumentar a segurança do procedimento. Assim, surgiu o eletroestimulador de nervo periférico (ENP) e, mais recentemente, a ultrassonografia (US) também foi incorporada à prática de anestesia regional, com importantes benefícios documentados.

A primeira demonstração de que a eletricidade podia estimular nervos foi realizada por Luigi Galvani, em 1780(44). Von Perthes, em 1912, foi o primeiro a utilizar a eletro-localização de nervos em anestesia regional(45), porém seu equipamento era grande e desajeitado, o que limitou seu uso. Um grande hiato se deu até que, Greenblatt e Denson(46), em 1962, demonstraram que a resposta motora de nervos periféricos poderia ser estimulada sem dor concomitante. Embora descrito como utilidade em anestesia regional desde a década de 1910, o uso do ENP só veio a ser

incorporado na prática da anestesia regional na década de 1980, quando Galindo(47) declarou que a despolarização nervosa era determinada pela corrente elétrica, e não pela voltagem. Hoje em dia é reconhecido como um instrumento importante para melhorar a qualidade e a segurança dos bloqueios periféricos, sendo considerado por muitos como o padrão-ouro em anestesia regional(48). Algumas vantagens foram atribuídas ao uso do ENP incluindo aumento na taxa de sucesso, dispensa de parestesia e possível lesão neurológica associada, além da possibilidade de evitar lesão vascular(29, 49-51). Contudo, não existem estudos randomizados e controlados em humanos que comprovem a maior segurança oferecida pelo ENP(52).

Finalmente, o recente surgimento da anestesia regional guiada por ultrassonografia concentrou as atenções de pesquisadores e praticantes dessa modalidade anestésica. Este dispositivo permite a realização do procedimento sob visualização direta das estruturas anatômicas (nervos, vasos, músculos) e da agulha de bloqueio(53), promovendo diagnóstico imediato de variações anatômicas(54-58) e evitando complicações como punção vascular inadvertida, lesão nervosa e pneumotórax(53). Estudos com US demonstraram que a agulha de bloqueio pode estar em íntima proximidade com o nervo sem ser acompanhada de sensação de parestesia e/ou resposta motora ao ENP(59-62). Por outro lado, a agulha de bloqueio pode carrear quantidades variáveis de gel (utilizado para o exame ultrassonográfico) para o interior dos tecidos, com implicações que ainda necessitam ser estudadas(63). De qualquer modo, em virtude dos inúmeros benefícios documentados, tendências atuais sugerem que o US se tornará instrumento indispensável na prática de anestesia regional(64), já sendo considerado por muitos o padrão-ouro nesse tipo de procedimento(65).

1.3 Abordagens Anestésicas

O termo “abordagem” refere-se ao ponto onde o plexo braquial é acessado. Assim, as diversas técnicas anestésicas podem ser didaticamente agrupadas em (Figura 3):

- ✓ Abordagem interescalênica;
- ✓ Abordagem supraclavicular;
- ✓ Abordagem infraclavicular;
- ✓ Abordagem axilar.

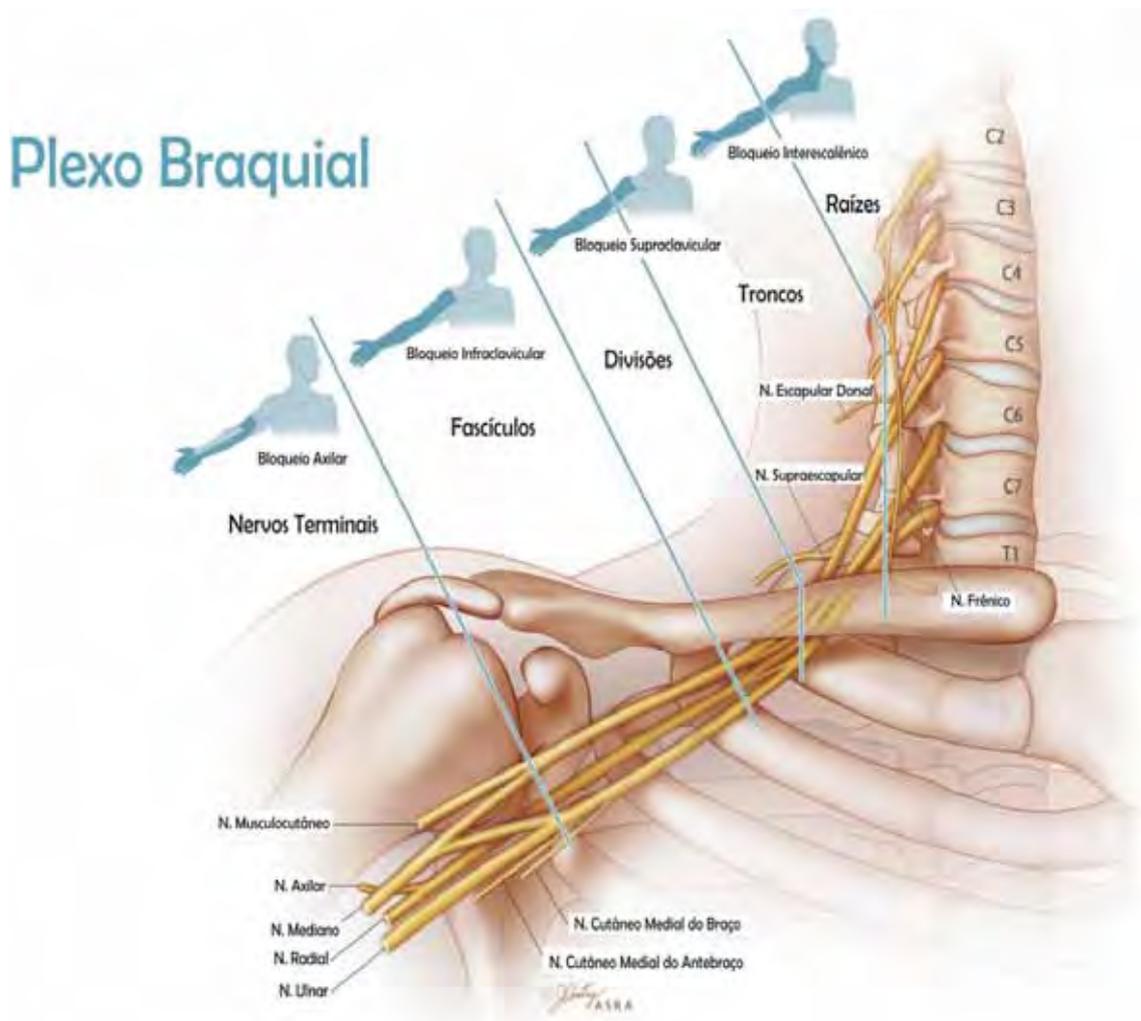


Figura 3 – Plexo Braquial. Abordagens anestésicas disponíveis, regiões onde são realizadas e distribuição cutânea esperada para cada abordagem.

1.3.1 Abordagem Interescalênica

O AL é depositado ao nível de troncos (Figura 4).

A principal indicação do bloqueio interescalênico é para cirurgias proximais (úmero proximal e ombro)(12, 15) e as taxas de sucesso variam entre 75%(66) e 97%(5).

Quatro variações desta abordagem foram descritas:

- ✓ Técnica clássica de Winnie(19);
- ✓ Técnica lateral modificada(67-69);
- ✓ Técnica posterior(70);
- ✓ Técnica transescalênica (escaleno médio) guiada por US(71).

A dispersão do AL após injeção interescalênica se estende das raízes distais/troncos proximais e segue distribuição dos dermatômos superiores do plexo braquial(72), incluindo o nervo supraclavicular (ramo do plexo cervical superficial, C3-C4), responsável pela inervação sensitiva da porção medial do ombro(73) (Figura 2). Entretanto, a dispersão caudal do AL é dificultada e, geralmente, insuficiente para bloquear o tronco inferior, especialmente o território do nervo ulnar(12), que permanece não bloqueado em 30-50% dos casos(74). Nesse aspecto, o emprego de US permite bloqueio mais completo do membro superior(75). Na verdade, técnicas por eletroestimulação ou por parestesia tipicamente utilizam injeção única, enquanto o bloqueio guiado por US baseia-se em múltiplas injeções para garantir a dispersão do AL ao redor do plexo(19, 71, 76, 77). De qualquer maneira, a obtenção de parestesia ou resposta motora em braço ou região anterior do ombro é apropriada para cirurgias do ombro(78, 79). Por outro lado, a contração diafragmática indica posição muito anterior da agulha, estimulando o nervo frênico, localizado no interior do músculo escaleno anterior(15). Finalmente, a contração do músculo rombóide resulta do estímulo de C5 (nervo escapular) e indica posicionamento muito posterior da agulha de bloqueio(80).

A proximidade do nervo frênico (C3-C5) com o plexo braquial(81) freqüentemente resulta em seu bloqueio não intencional, com conseqüente disfunção diafragmática. O comprometimento hemidiafragmático ocorre em 100% dos pacientes(82-86). Todavia, Riazi et al. demonstraram que a redução do volume de AL de 20 para 5 mL utilizando técnica guiada por US pode diminuir tanto a incidência quanto a gravidade do comprometimento diafragmático(87). Ainda assim, este efeito deve ser considerado na avaliação pré-operatória de pacientes portadores de disfunção pulmonar, e não se recomenda a realização de bloqueio interescalênico bilateral, mesmo em pacientes hígidos. Outros efeitos adversos incluem rouquidão(12, 15, 88) (10-20%) devido ao bloqueio do nervo laríngeo recorrente; síndrome de Claude-Bernard-Horner(12, 15, 88, 89), caracterizada por miose, ptose, anidrose e enoftalmia devido ao bloqueio da cadeia simpática cervical; bloqueio do nervo laríngeo superior(12) (40-60%); e reflexo de Bezold-Jarisch(12, 15, 90) (15-30%), caracterizado por súbita bradicardia e hipotensão, acometendo principalmente pacientes em posição sentada.

A incidência de pneumotórax é de 0,2%(91). Outras complicações relatadas incluem injeção peridural(12, 15, 89, 92-94) e/ou intratecal(12, 15, 89, 95-97); lesão nervosa/neuropatia(12, 15, 98-100); broncoespasmo(101) e infecção(12).

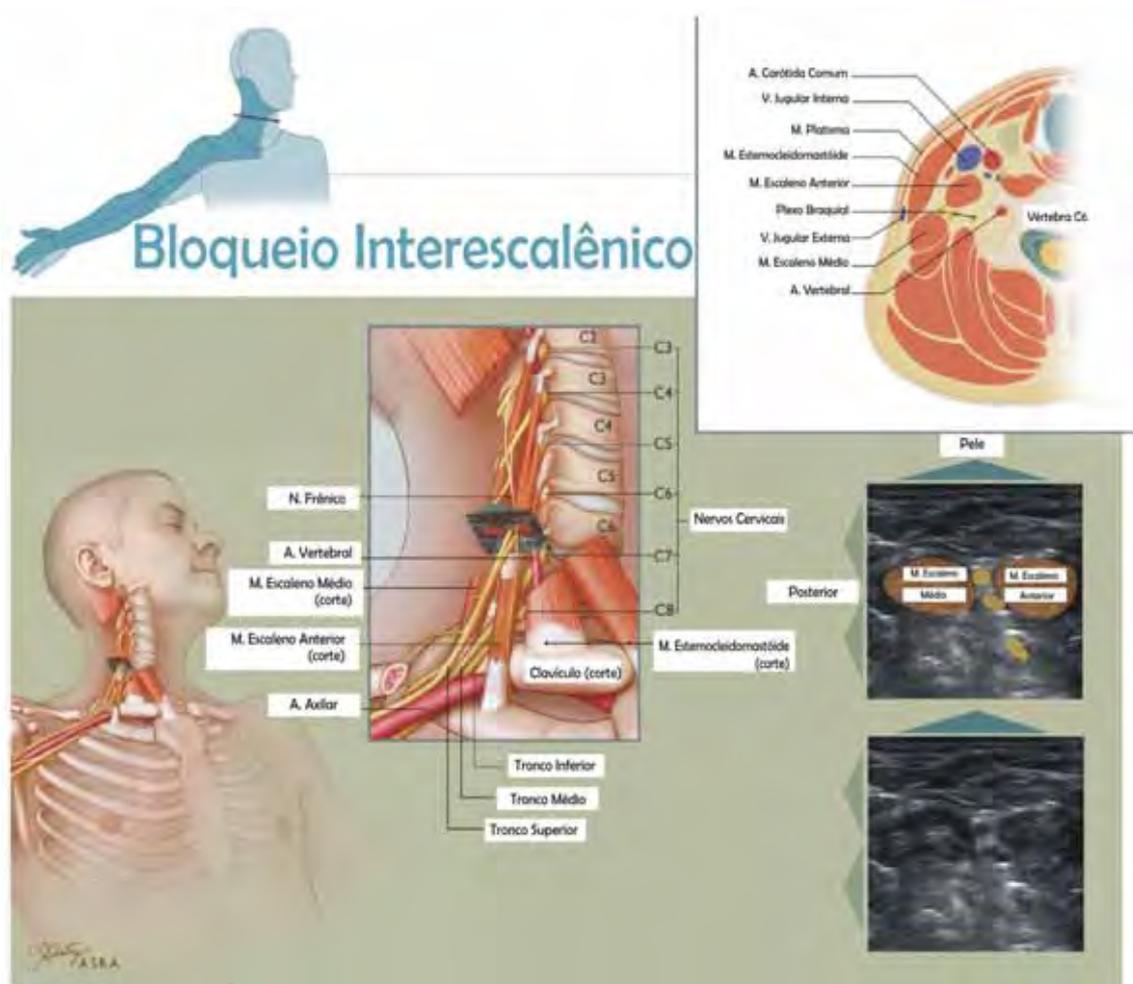


Figura 4 – Abordagem Interescalênica. A porção superior a esquerda representa a distribuição anestésica esperada para o bloqueio interescalênico. As raízes convergem para formar troncos na borda medial do músculo escaleno médio. A artéria vertebral é medial ao músculo escaleno anterior e anterior ao plexo. A imagem ultrassonográfica clássica demonstra as raízes superiores hipocóicas (mais comumente C5-C7) empilhadas umas sobre as outras dentro da fenda interescalênica. A porção superior a direita mostra a proximidade do plexo braquial de artérias e do canal espinhal.

1.3.2 Abordagem Supraclavicular

O AL é depositado ao nível de divisões (Figura 5).

As indicações usuais para o bloqueio supraclavicular são cirurgias da mão e do braço. Também é utilizado para cirurgias do ombro podendo, contudo, requerer complementação no território do nervo supraclavicular (C3-C4). É realizado na região onde o plexo braquial apresenta-se mais compactado, na transição entre troncos e divisões, o que justifica sua rápida instalação. Através de injeção única, a abordagem supraclavicular atinge o território do nervo ulnar, geralmente poupado no bloqueio interescalênico(102). Também permite anestesia do nervo musculocutâneo, conferindo vantagem sobre a abordagem axilar(102). Por essas razões, a abordagem supraclavicular é considerada a mais efetiva, produzindo um bloqueio mais homogêneo e de curta latência(102). As taxas de sucesso variam entre 71%(103) e 97%(104). Três variações desta abordagem foram descritas:

- ✓ Técnica Perivascular Subclávia – técnica clássica de Winnie(17) e técnica descrita por Vieira(105);
- ✓ Técnica “*Plumb-bob*”(18);
- ✓ Técnica guiada por US(106).

O comprometimento do nervo frênico ocorre em 50% dos casos e não está associado a sintomas respiratórios ou alterações na função pulmonar(107). Ainda assim, não deve ser realizado bilateralmente(108) ou em pacientes com doenças pulmonares subjacentes(102). Síndrome de Horner(102, 109), paralisia do nervo laríngeo recorrente(102) e rouquidão(102) também podem ocorrer.

Para cirurgias da mão, a obtenção de estímulo correspondente ao tronco médio (resposta motora/parestesia da mão) está associada a taxas de sucesso mais elevadas(110).

Pneumotórax é, definitivamente, a complicação mais temida podendo atingir 6,1% dos pacientes(111). Por outro lado, sua ocorrência tem sido raramente relatada na literatura moderna(112) e o emprego do US pode, teoricamente, reduzir o risco desta complicação(52). A proximidade do plexo braquial de estruturas vasculares oferece risco de formação de hematoma e/ou injeção intravascular(108) que deve ser descartada através de aspiração e estrita monitoração(102).

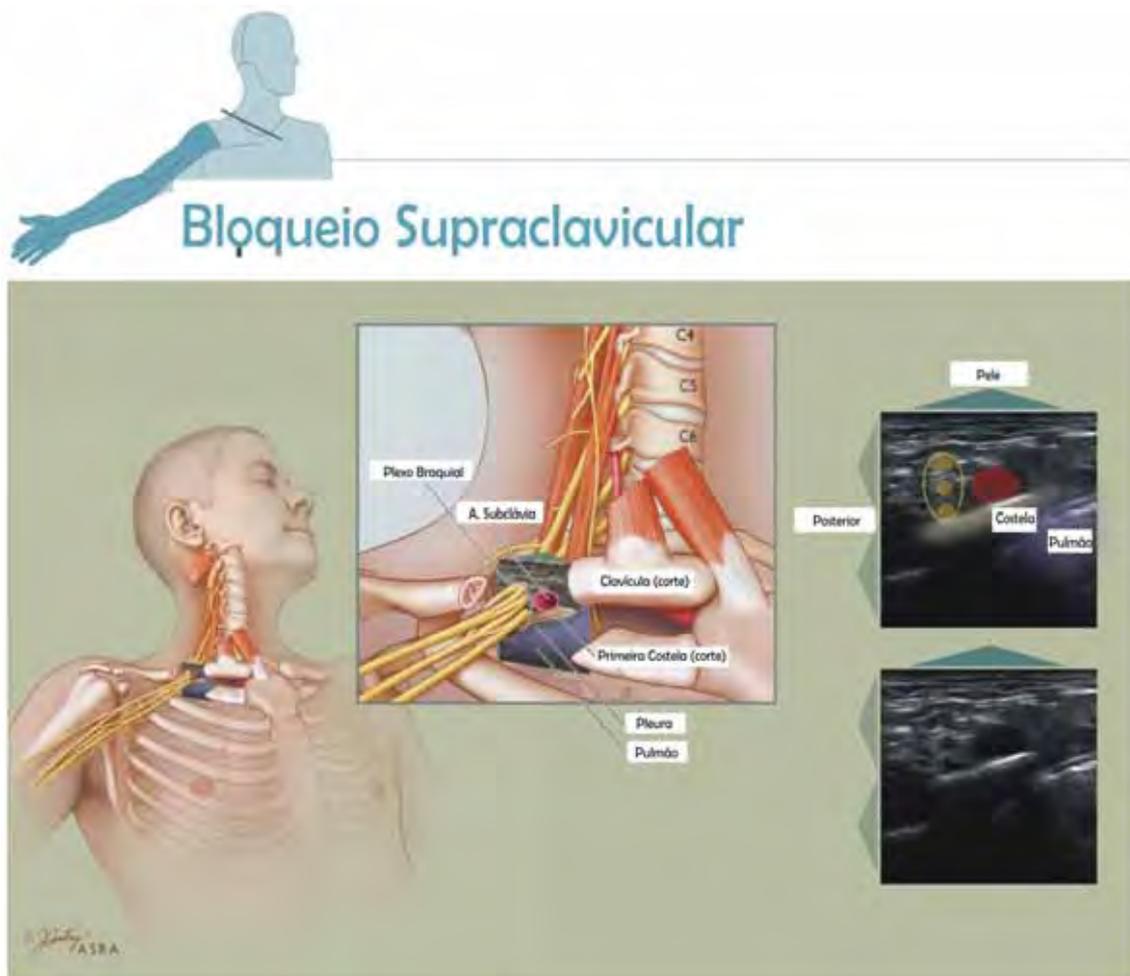


Figura 5 – Abordagem Supraclavicular. A porção superior a esquerda representa a distribuição anestésica esperada para o bloqueio supraclavicular. Os troncos dividem-se (divisões anterior e posterior) conforme o plexo braquial cursa abaixo da clavícula e acima da primeira costela. O plexo é posterior e lateral à artéria subclávia e ambos cruzam a primeira costela em íntima proximidade à pleura e ao pulmão. A imagem ultrassonográfica clássica demonstra as divisões hipocóicas laterais à artéria subclávia e acima da primeira costela que, por sua vez, forma uma sombra acústica pela atenuação do feixe de ultrassom.

1.3.3 Abordagem Infraclavicular

O AL é depositado ao nível de fascículos (Figura 6).

O bloqueio infraclavicular está indicado para cirurgias de todo membro superior abaixo do ombro, com taxas de sucesso variando entre 53%(113) e 100%(114). Consiste em excelente alternativa ao bloqueio axilar e é ideal para locação de cateter (técnica contínua) pela anatomia da região onde é realizado(38, 115).

Existem 3 variações do bloqueio infraclavicular (de lateral para medial):

- ✓ Técnica “coracóide”(40, 43, 116);
- ✓ Técnica sagital lateral(117, 118);
- ✓ Técnica vertical(41, 119) .

Frente às abordagens supraclaviculares, o bloqueio infraclavicular apresenta menor impacto sobre a função pulmonar, o que permite ser realizado bilateralmente(38). Todavia, é mais provável poupar a distribuição do nervo radial se uma única injeção é utilizada(103). Assim, quando se dispõe do ENP, a dupla injeção aumenta a taxa de sucesso, particularmente quando uma delas é realizada próxima ao fascículo posterior(103, 120-124). Finalmente, para os bloqueios guiados por US, a dispersão do AL ao redor da artéria axilar(125, 126) e, particularmente posterior a ela(123), aumenta a taxa de sucesso.

Embora associado à maior latência, o bloqueio infraclavicular provê anestesia mais consistente dos nervos axilar e musculocutâneo quando comparado à abordagem axilar(113, 115, 127). Além disso, permite que o ato anestésico seja realizado com o membro superior em posição neutra, outra vantagem sobre a via axilar(38, 115).

Pneumotórax tem sido relatado particularmente com a abordagem mais medial (técnica vertical), originalmente descrita por Kilka(41). No entanto, o bloqueio coracóide também apresenta risco desta complicação(128, 129).

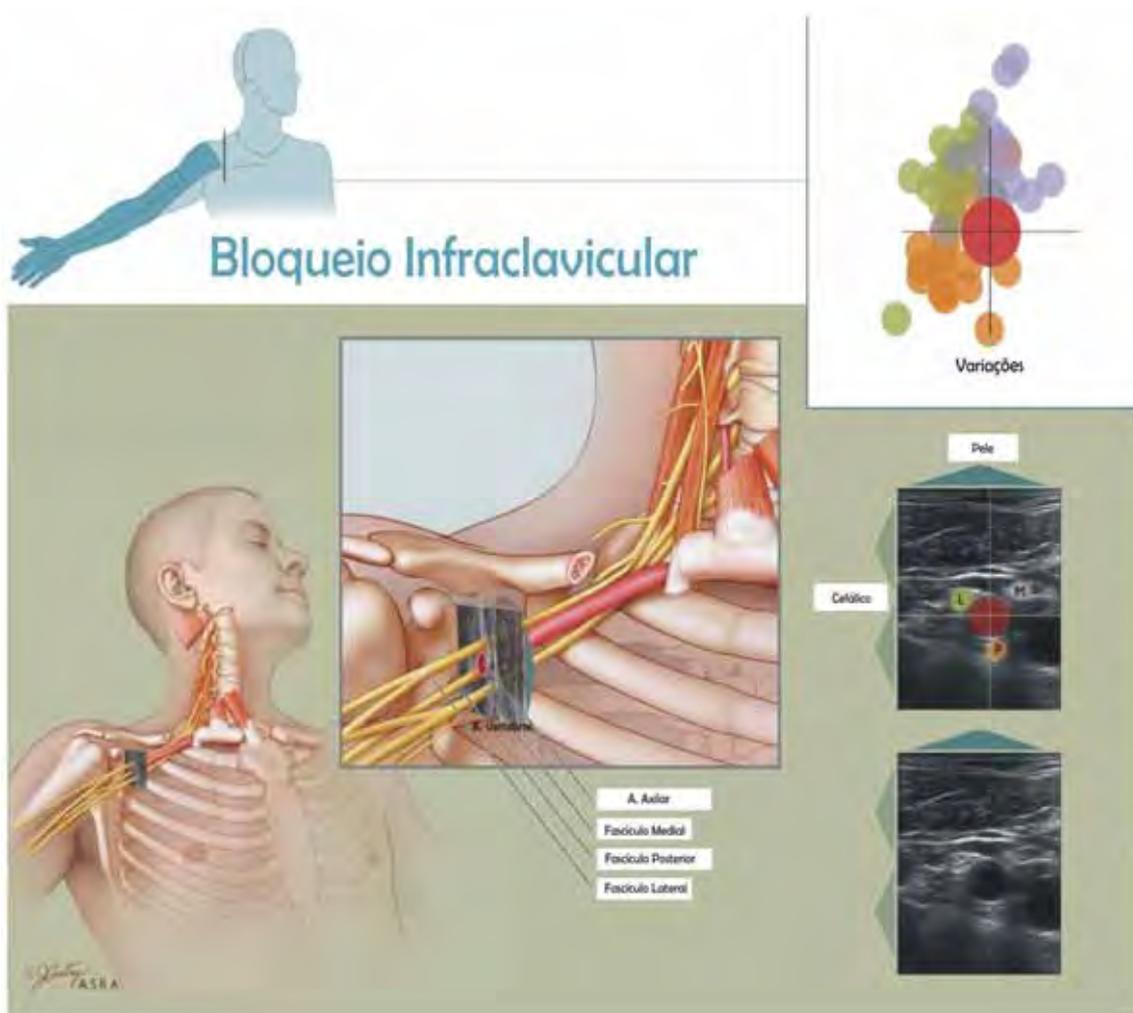


Figura 6 – Abordagem Infraclavicular. A porção superior a esquerda representa a distribuição anestésica esperada para o bloqueio infraclavicular. Os fascículos apresentam sua posição característica (lateral, medial e posterior) em relação à artéria axilar. O fascículo medial frequentemente corre entre a artéria e veia axilares. Existe considerável variação na relação entre a artéria axilar e os fascículos conforme evidenciado na porção superior à direita (fascículo lateral = verde, fascículo medial = azul e fascículo posterior = laranja). A intensidade da coloração correlaciona-se com a frequência esperada para localização de cada fascículo.

1.3.4 Abordagem Axilar

O AL é depositado em nível de nervos terminais (Figura 7).

Apresenta indicações similares às do bloqueio infraclavicular e as taxas de sucesso variam entre 58%(130) e 93%(5, 36). Em estudo retrospectivo, Schroeder et al. encontraram maiores taxas de sucesso do bloqueio axilar (89%) quando comparado aos bloqueios interescalênico (75%) e supraclavicular (78%) para cirurgias do cotovelo(66).

A abordagem axilar por múltiplas injeções é superior à técnica de injeção única(35, 131-134) e a identificação do nervo radial parece ser mais importante para o sucesso do bloqueio, enquanto a identificação do nervo ulnar é menos importante e até desnecessária quando os demais nervos foram localizados(135, 136).

Inúmeras técnicas foram descritas:

- ✓ Pesquisa de parestesia(137);
- ✓ Neuroestimulação(130);
- ✓ Perivascular(138);
- ✓ Transarterial(139);
- ✓ Guiada por US(140).

O ponto comum entre as técnicas é que todas trabalham ao nível de nervos terminais e sua relação com a artéria axilar, considerada o principal ponto de referência para realização do bloqueio. Existe grande variação na posição dos nervos com relação à artéria axilar(141-143) como mostra a figura 7.

A relação do nervo musculocutâneo com o plexo braquial merece atenção especial já que ele deixa o plexo acima da axila (ao nível do processo coracóide)(28), alojando-se no interior do músculo coracobraquial ou entre as fâscias dos músculos coracobraquial e bíceps. Por isso, a anestesia do nervo

musculocutâneo é mais bem assegurada através de uma injeção direcionada ao interior do músculo coracobraquial(138, 144), ou por visualização direta guiada por US(145).

Suas principais vantagens são a presença de um ponto de referência facilmente palpável (artéria axilar) e a ausência de comprometimento da função pulmonar ou risco de pneumotórax. No entanto, a ocorrência de punção vascular é freqüente incorrendo em risco de injeção intravascular e/ou formação de hematoma(28, 134).

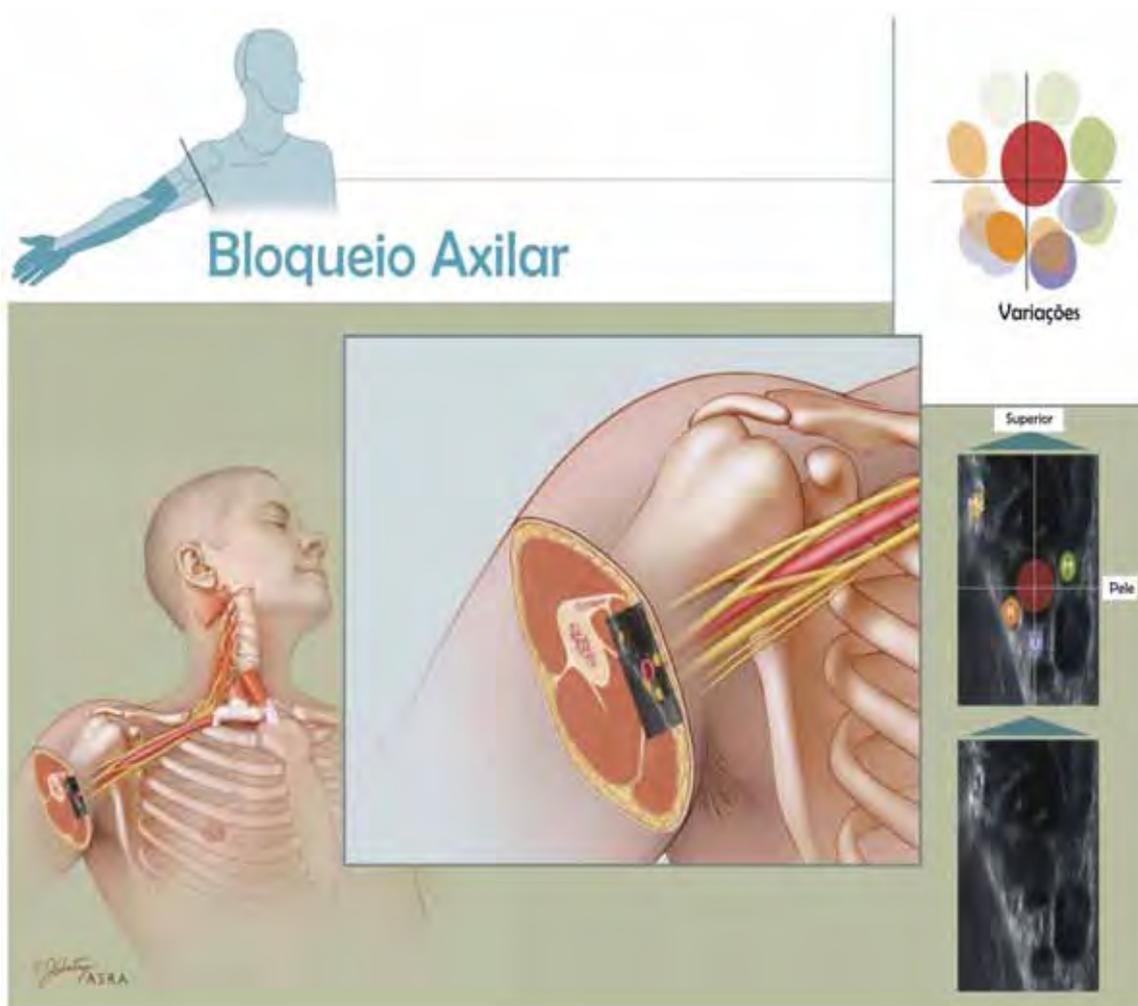


Figura 7 – Abordagem Axilar. A porção superior a esquerda representa a distribuição anestésica esperada para o bloqueio axilar. Os 4 nervos terminais são mostrados em sua posição clássica em relação à artéria axilar. Existe variação significativa na relação entre nervos e artéria axilar, como mostrado na porção superior à direita (nervo radial = laranja, nervo ulnar = azul, nervo mediano = verde). A intensidade da coloração correlaciona-se com a freqüência esperada para localização de cada nervo. O nervo musculocutâneo localiza-se entre os músculos bíceps e coracobraquial.

2 OBJETIVO

2 OBJETIVO

Tendo em vista as inúmeras possibilidades (técnicas) de abordagem do plexo braquial, além da escassez de levantamentos epidemiológicos relacionados à anestesia do plexo braquial em instituições de ensino brasileiras, o presente estudo teve por objetivo a análise prospectiva das anestésias do plexo braquial realizadas por médicos em especialização (ME) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP (HC-FMB-UNESP), em período de um ano, visando determinar (1) a curva de aprendizado, (2) as técnicas e equipamentos empregados e seus resultados, bem como (3) a satisfação dos pacientes.

3 MÉTODO

3 MÉTODO

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, e obtenção do consentimento esclarecido dos pacientes, foram avaliados prospectivamente e consecutivamente pacientes maiores de 16 anos submetidos a procedimento cirúrgico apenas sob anestesia do plexo braquial, no período compreendido entre 01 de Fevereiro de 2009 e 31 de Janeiro de 2010, no HC-FMB-UNESP. Os pacientes com programação de anestesia geral associada ao bloqueio foram excluídos do estudo, devido à impossibilidade de se avaliar as características do bloqueio. Também foram excluídos da pesquisa pacientes com contra-indicação para anestesia regional. O protocolo de pesquisa contou com as seguintes informações: (1) dados de identificação, antropométricos e clínicos (classificação da *American Society of Anesthesiologists* – ASA) e definição do sítio operatório; (2) medicações sedativas e dosagens utilizadas no ato anestésico; (3) técnica anestésica empregada; (4) tempo para realização do bloqueio; (5) intercorrências e complicações; (6) equipamento(s) utilizado(s); (7) falha da anestesia e descrição da conduta adotada; e (8) avaliação pós-operatória. Ainda, os pacientes submetidos às abordagens interescalênica e supraclavicular foram submetidos à radiografia de tórax (com decúbito elevado a 45°) quando admitidos na sala de recuperação pós-anestésica (SRPA) visando detectar pneumotórax e/ou elevação da cúpula diafragmática ipsilateral ao bloqueio (comprometimento do nervo frênico).

Todos os bloqueios foram realizados com agulha de bisel curto de 50 mm de comprimento e eletricamente isolada (Stimuplex A 50®, B. Braun). Em parte, optou-se pelo emprego de ENP modelo HNS12®, B. Braun (Alemanha) e/ou equipamento de US portátil modelo MicroMaxx®, SonoSite (EUA), com probe linear (38 mm) de alta frequência (5-10 MHz). Inicialmente foram injetados 15 a 20 mL de lidocaína 1,5% com adrenalina (1:200.000) seguidos de mesmo volume de ropivacaína 0,5%. Nos casos em que se

empregou o ENP, a injeção de AL se deu com resposta motora adequada entre 0,3 e 0,6 mA.

A escolha da técnica anestésica foi feita livremente pelo supervisor do residente, de acordo com sua experiência e julgamento clínico.

O tempo para realização da anestesia foi considerado entre o final da anti-sepsia até a retirada da agulha de bloqueio. As intercorrências envolveram queixa de dor, parestesia não intencional e punção vascular acidental.

A falha anestésica foi definida como necessidade de complementação anestésica (novo bloqueio) e/ou realização de anestesia geral, decorridos 20 minutos do ato anestésico inicial.

Os pacientes foram reavaliados 12 horas após o ato anestésico para detecção de possível complicação tardia (neuropraxia, hematoma, pneumotórax e/ou dor em sítio de punção). Neste momento, os pacientes foram solicitados a atribuir uma nota de 0 (insatisfeito) a 10 (totalmente satisfeito) em relação ao ato anestésico.

Realizaram-se testes estatísticos para verificar a possibilidade de comparações no caso de falha dos bloqueios, nas análises da proficiência do executor (médico residente em treinamento), equipamento auxiliar empregado (ENP e/ou US) e técnica anestésica empregada. Determinou-se o número mínimo da amostra necessário para tais comparações, levando-se em consideração a incidência média de falhas de 20%(146) conforme revisão da literatura, para $\beta = 0,80$ e $\alpha = 0,05$. Caso a comparação estatística não pudesse ser executada, a análise descritiva dos dados seria realizada.

4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

No total, 150 pacientes foram incluídos na pesquisa. A tabela 1 mostra as características demográficas dos pacientes estudados. Houve falha do bloqueio anestésico em 33 casos (22% do total), sendo, desse modo, a taxa de sucesso geral igual a 78%.

Tabela 1 – Características Demográficas. Idade, Sexo, Índice de Massa Corporal (IMC), Estado Físico ASA (*American Society of Anesthesiologists*) e Clínica Cirúrgica Envolvida

N = 150	
Idade (anos)*	42,5 ± 17,2 (16 a 89 anos)
Sexo (Masculino/Feminino)**	105 (70%)/45 (30%)
Índice de Massa Corporal (kg.m ⁻²)*	25,4 ± 4,74 (17,6 a 41,0)
Estado Físico ASA (%)**	
I	79 (53%)
II	42 (28%)
III	22 (15%)
IV	7 (5%)
Clínica Cirúrgica (%)**	
Ortopedia	131 (87%)
Cirurgia Vasculare	17 (11%)
Cirurgia Plástica	2 (1%)

*Dados expressos como média ± desvio padrão e faixa de variação dos valores, entre parênteses; **Dados representados por número absoluto e porcentagem do total.

Em 75% dos casos, a cirurgia envolveu a área do cotovelo ou foi realizada distalmente ao mesmo e em 25% dos pacientes a cirurgia foi proximal ao cotovelo.

Treze pacientes (9%) pediram para não receber sedação durante o ato anestésico-cirúrgico. A sedação foi administrada previamente a realização do bloqueio em 116 pacientes (77%) e após a realização do bloqueio em 21 pacientes (14%), objetivando ansiólise/sedação consciente. A totalidade dos pacientes sedados recebeu midazolam, intravenoso, na dose de $4,4 \pm 2,3$ mg (média \pm desvio padrão), que foi associado ao fentanil, intravenoso, em 82% dos casos, na dose de $50 \pm 26,8$ μ g (média \pm desvio padrão).

4.1 Curva de Aprendizado

A figura 8 apresenta a evolução da taxa de sucesso geral observada, bem como de acordo com a graduação do médico em especialização, em cada trimestre do período estudado.

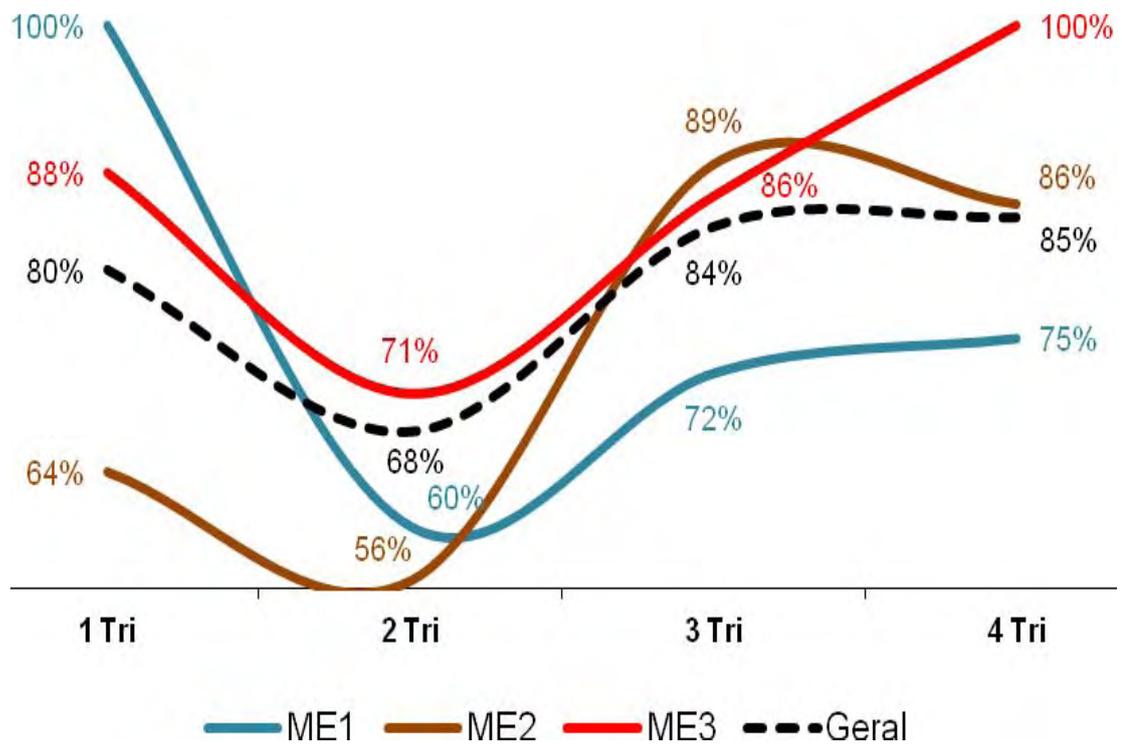


Figura 8 – Taxas de sucesso dos bloqueios do plexo braquial realizados pelos médicos em especialização (ME) do 1º (ME1), 2º (ME2) e 3º (ME3) anos, em cada trimestre (Tri) do período estudado, bem como a taxa de sucesso geral observada em cada trimestre.

A tabela 2 apresenta a distribuição das anestésias, as taxas de sucesso e o tempo médio para realização do bloqueio, segundo a graduação do médico em especialização.

Tabela 2 – Distribuição das Anestésias Segundo a Graduação do Médico em Especialização (ME), Taxas de Sucesso e Tempo Médio para Realização do Bloqueio

	Número de Bloqueios Realizados (%)	Taxa de Sucesso (%)	Tempo Médio para Realização do Bloqueio (minutos)*
ME1	38 (25%)	71%	11,7 ± 5,7
ME2	48 (32%)	75%	11,9 ± 6,2
ME3	64 (43%)	84%	9,1 ± 6,1
Total	150 (100%)	78%	10,7 ± 6,1

ME1: Médico em Especialização de 1º ano; ME2: Médico em Especialização de 2º ano; ME3: Médico em Especialização de 3º ano. *Valores expressos em Média ± Desvio Padrão.

A tabela 3 ilustra a distribuição das anestésias, as taxas de sucesso e o tempo médio para realização do bloqueio, segundo o índice de massa corporal (IMC) dos pacientes, sendo, por conveniência, divididos em valores iguais ou superiores a 25 kg.m^{-2} (sobrepeso/obesidade) ou inferiores a 25 kg.m^{-2} (eutrófico).

Tabela 3 – Distribuição das Anestésias, Taxas de Sucesso e Tempo Médio para a Realização do Bloqueio do Plexo Braquial Segundo o Índice de Massa Corporal (IMC) dos Pacientes

IMC (kg.m^{-2})	Número de Bloqueios (%)	Taxa de Sucesso (%)	Tempo Médio para Realização do Bloqueio (minutos)*
≥ 25	66 (44%)	71%	$11,7 \pm 7,1$
< 25	84 (56%)	83%	$9,9 \pm 5,1$
Total	150 (100%)	78%	$10,7 \pm 6,1$

*Valores expressos em Média \pm Desvio Padrão.

4.2 Técnica Anestésica

Quatro técnicas anestésicas foram empregadas durante o período estudado e suas respectivas taxas de sucesso são apresentadas na tabela 4.

Tabela 4 – Distribuição das Anestesias e Taxas de Sucesso para a Realização do Bloqueio do Plexo Braquial Segundo a Técnica Anestésica Empregada

Técnica Anestésica Empregada	Número de Bloqueios Realizados (%)	Taxa de Sucesso (%)
Winnie	48 (32%)	64%
Perivascular Subclávia	40 (27%)	85%
Vieira	14 (9%)	86%
Axilar	48 (32%)	83%
Total	150 (100%)	78%

Em virtude dos baixos índices de sucesso (64%) associados à técnica de Winnie, optou-se pelo estudo de sua aplicação clínica segundo o sítio cirúrgico. A figura 9 apresenta a distribuição das anestésias pela técnica de Winnie segundo o sítio cirúrgico proximal (incluindo braço e ombro) e distal (cotovelo, antebraço, punho e mão) e suas respectivas taxas de sucesso.

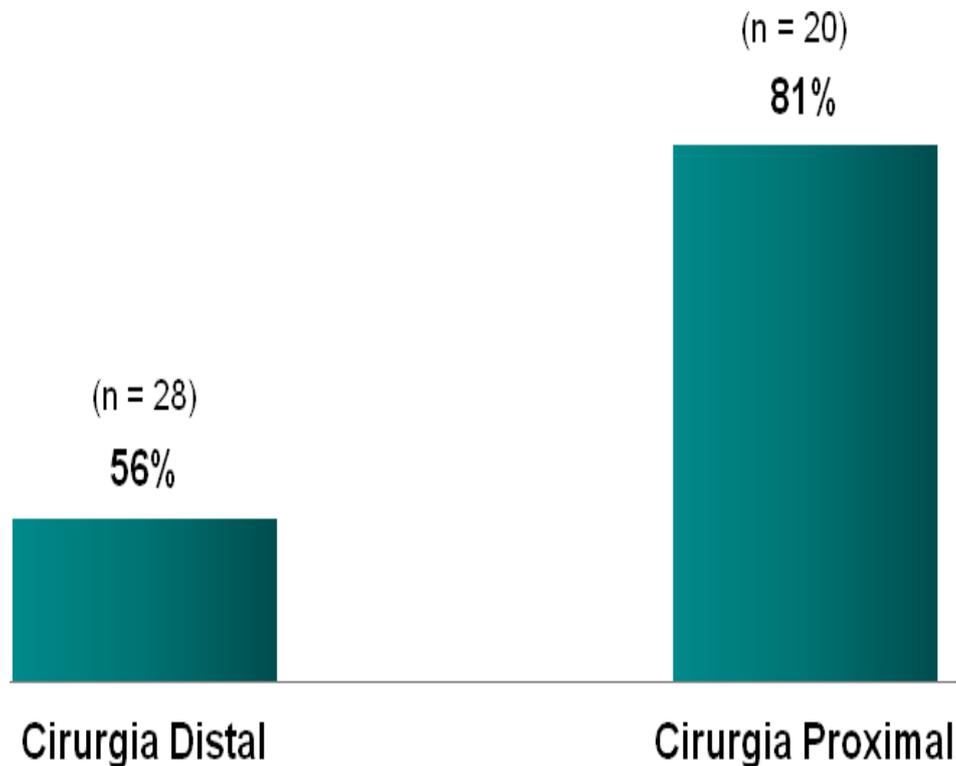


Figura 9 – Técnica de Winnie. Distribuição das anestésias segundo sítio cirúrgico distal (incluindo cotovelo, antebraço, punho e mão) e proximal (braço e ombro) e suas respectivas taxas de sucesso

4.3 Equipamento Empregado (ENP e US)

A tabela 5 demonstra a distribuição das anestésias segundo o equipamento utilizado para a realização do bloqueio anestésico e suas respectivas taxas de sucesso.

Tabela 5 – Distribuição das Anestésias e Taxas de Sucesso Segundo o Equipamento Empregado

Equipamento	Número de Bloqueios (%)	Taxa de Sucesso (%)
ENP*	74 (49%)	72%
US** + ENP	31 (21%)	84%
US	32 (21%)	84%
Nenhum Equipamento	13 (9%)	85%
Total	150 (100%)	78%

*ENP: Estimulador de Nervos Periféricos; **US: Ultrassom.

A frequência com que o US foi empregado no ato anestésico variou entre as diferentes graduações de ME, conforme evidenciado na figura 10.

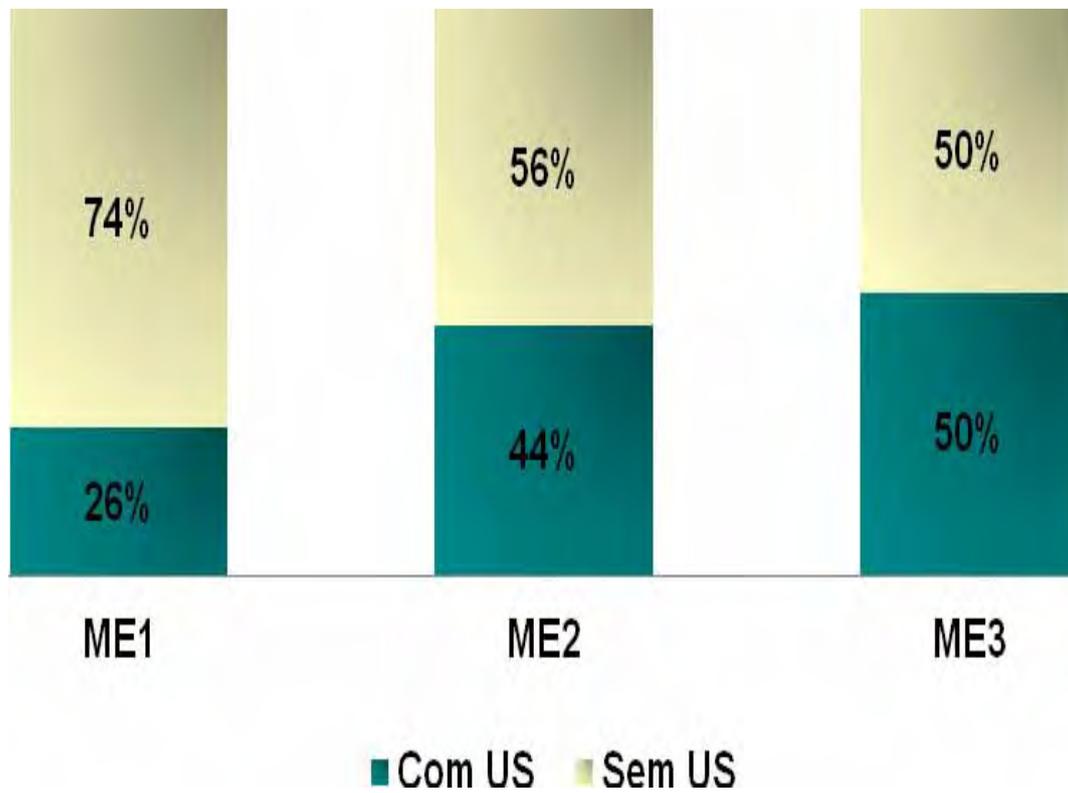


Figura 10 – Frequência do emprego do ultrassom (US) segundo graduação dos médicos em especialização (ME).

A figura 11 mostra as taxas de sucesso para as diferentes graduações de ME segundo o emprego ou não do ultrassom.

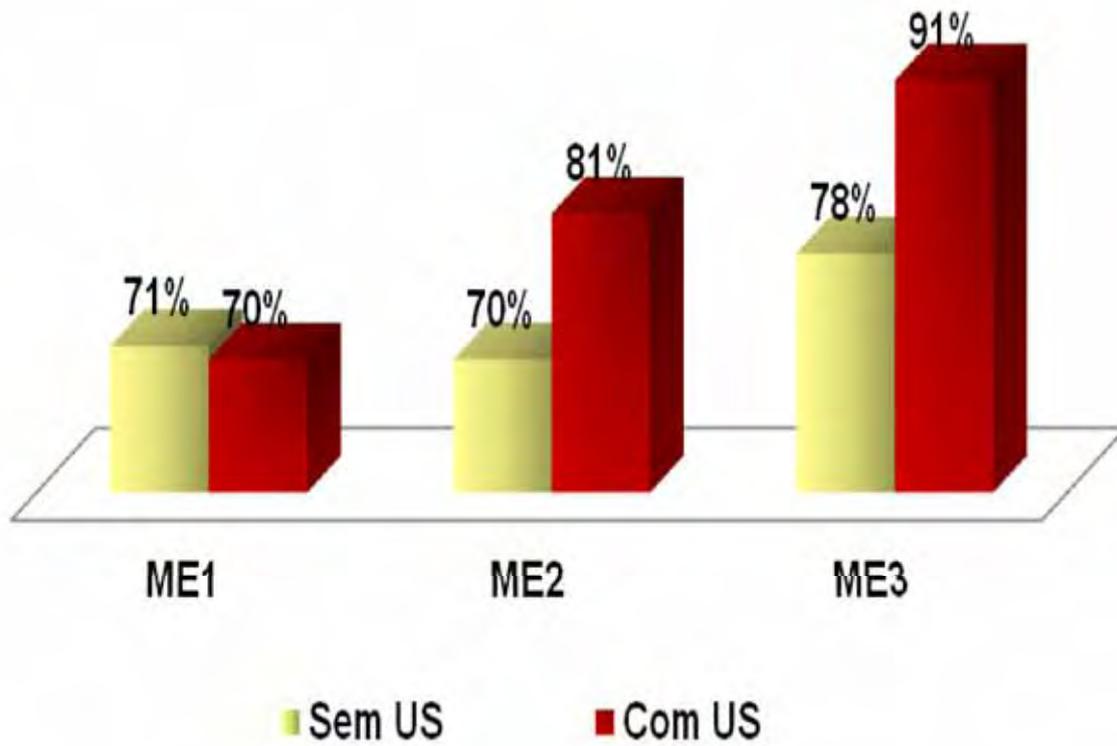


Figura 11 – Taxas de sucesso para as diferentes graduações de médicos em especialização (ME) segundo o emprego ou não do ultrassom (US).

Finalmente, o emprego do US permitiu reduzir substancialmente a incidência de punção vascular acidental, conforme figura 12.

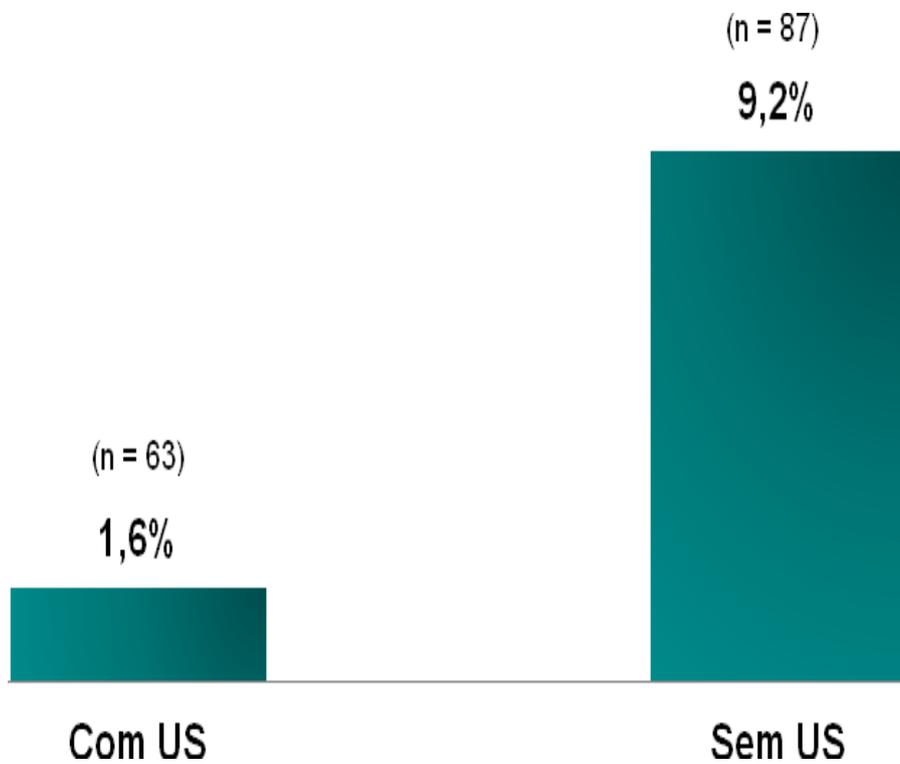


Figura 12 – Incidência de punção vascular acidental segundo emprego ou não do ultrassom (US).

4.4 Intercorrências, Complicações e Avaliação Pós-Anestésica

Dentre os 102 pacientes anestesiados com punção supraclavicular (técnicas de Winnie, Perivascular Subclávia e Vieira) 50 (49%) apresentaram elevação evidente da cúpula diafragmática ipsilateral ao bloqueio na radiografia de tórax, indicando comprometimento do nervo frênico. Apesar disso, nenhum deles apresentou queixa de dispnéia e/ou queda da saturação de oxigênio. As demais intercorrências observadas foram: (1) punção vascular acidental – 9 casos, dos quais apenas 1 ocorreu com o uso de US (Figura 12); e (2) parestesia não intencional – 9 casos. Nenhuma complicação grave (pneumotórax, lesão de nervos, intoxicação por AL, parada cardiorrespiratória) foi relatada.

Por fim, do total de 150 pacientes, 139 (93%) foram reavaliados 12 horas após a realização do bloqueio. Os demais (11 pacientes) tiveram alta hospitalar antes da visita pós-anestésica. O quadro 1 mostra o questionário aplicado, relacionado à avaliação da satisfação dos pacientes.

Quadro 1 – Avaliação da Satisfação Pós-Operatória, realizada 12 horas após o procedimento

Aspectos Avaliados (n = 139 pacientes)	Sim	Não
Lembra-se do ato anestésico?	71 (51%)	68 (49%)
Sentiu dor durante a realização do bloqueio?	15 (11%)	124 (89%)
Em caso de necessidade, submeter-se-ia a novo bloqueio do plexo braquial?	134 (96%)	5 (4%)
Atribua uma nota de 0 (insatisfeito) a 10 (totalmente satisfeito) para o ato anestésico.	Média 9,7 ± 0,7	

No mesmo momento, os pacientes foram avaliados quanto à presença de neuropraxia, hematoma, dor no sítio de punção e/ou sinais e sintomas sugestivos de pneumotórax, não sendo observado nenhum caso.

Os testes estatísticos realizados para o cálculo do poder estatístico indicaram que o número de anestésias do plexo braquial realizadas durante o período de 12 meses no HC-FMB-UNESP e incluídas nesta análise, de acordo com a distribuição e o perfil observados, não permitiu comparação estatística para se obter poder estatístico de 80% com $\alpha = 0,05$. Desse modo, a análise dos valores observados é apenas descritiva.

5 DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

As taxas de sucesso relatadas para anestesia do plexo braquial são extremamente variáveis e podem ser influenciadas por diversos fatores. Na verdade, a própria definição de falha anestésica é ampla(52). Enquanto alguns autores consideram o “bloqueio cirúrgico” (aquele que dispensa o emprego de anestesia geral, mesmo que poupe territórios não operados), outros defendem a anestesia completa de todo o membro superior como critério de sucesso(52). Não obstante, a taxa de sucesso geral (78%) observada no presente estudo pode ser considerada boa em se tratando de um serviço de ensino, onde diversas técnicas são empregadas e os bloqueios são realizados por médicos em especialização sob supervisão direta dos instrutores. Observam-se na literatura taxas de sucesso entre 58% (130) e 97% (104), razão pela qual avaliamos como satisfatório o observado neste estudo.

5.1 Curva de Aprendizado

Por sua maior experiência, os médicos em especialização do 3º ano (ME3) foram encarregados pela maior parte (43%) das anestésias do plexo braquial no período estudado (Tabela 2) e apresentaram maior taxa de sucesso (84%). Ressalta-se que os pacientes com preditores de dificuldade para realização do bloqueio (pescoço curto, sobrepeso/obesidade, urgências) foram preferencialmente anestesiados por ME3, predispondo esse grupo à maior incidência de falhas.

No HC-FMB-UNESP, o início do treinamento de médicos em especialização do 1º ano (ME1) em anestesia do plexo braquial é focado no estudo teórico e na observação de bloqueios realizados por ME mais graduados. Assim, no primeiro trimestre, apenas dois bloqueios foram realizados por ME1, havendo sucesso em ambos. A partir do segundo trimestre, a maior atividade em anestesia do plexo braquial por ME1 resultou

em taxa de sucesso de 60%, com valores crescentes ao longo do período estudado, correspondente à sua curva de aprendizado (Figura 8).

Dois fatores justificam a queda na taxa de sucesso geral (Figura 8) observada no segundo trimestre do estudo: o início da atividade em anestesia do plexo braquial por ME1 e a falta de experiência de toda equipe anestésica do HC-FMB-UNESP com anestesia regional guiada por US, uma vez que esse equipamento foi adquirido pela instituição em maio de 2009 (correspondente ao 2º trimestre do estudo). Apesar disso, nota-se a rápida recuperação nas taxas de sucesso nos trimestres subsequentes, correlacionando-se com maior familiarização com esse dispositivo.

A figura 8 evidencia o aumento progressivo nas taxas de sucesso ao longo do período estudado. Portanto, o método de ensino em anestesia do plexo braquial adotado pelo HC-FMB-UNESP foi efetivo. Ademais, a ausência de falha anestésica (100% de sucesso) em todos os bloqueios realizados por ME3 durante o último trimestre de seu treinamento corrobora este fato.

Considerando-se o sobrepeso/obesidade ($IMC \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$) uma condição que pode impor dificuldade técnica, verifica-se que mais tempo foi necessário para a realização do bloqueio e, ainda assim, houve menores taxas de sucesso quando comparados aos pacientes com $IMC < 25 \text{ kg.m}^{-2}$ (Tabela 3).

5.2 Técnica Anestésica

Quatro técnicas anestésicas foram empregadas durante o período estudado:

1. Técnica Interescalênica de Winnie(19);
2. Técnica Perivascular Subclávia de Vieira(105), aqui denominada simplesmente Técnica de Vieira. Essa técnica foi desenvolvida pelo Dr. João Lopes Vieira e motivo de sua tese de doutorado apresentada junto ao Departamento de Anestesiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP em 1998. Permite realizar o bloqueio do plexo braquial baseado apenas em referências anatômicas (basicamente fenda interescalênica e 1^a costela), sem necessidade do emprego de ENP e/ou pesquisa de parestesia;
3. Técnica Perivascular Subclávia de Winnie(17), aqui denominada simplesmente Técnica Perivascular Subclávia e;
4. Técnica Axilar, realizada através de “múltiplas injeções” (localização de pelo menos 2 nervos em nível axilar).

Por se tratar de equipe anestésica composta por 15 anesthesiologistas (supervisores), verificou-se grande variação na escolha da técnica empregada, conforme segurança e experiência de cada um. As técnicas mais praticadas foram o bloqueio por via axilar (32%) e a técnica de Winnie (32%) (Tabela 4). Por outro lado, a técnica de Vieira vem sendo progressivamente abandonada no HC-FMB-UNESP em detrimento do uso crescente de ENP e/ou US. É evidente que outras técnicas anestésicas poderiam ter sido utilizadas. O bloqueio infraclavicular, por exemplo, tem boa indicação para procedimentos cirúrgicos distais e favorece a fixação de cateter (técnica contínua) pela região anatômica onde é realizado. No entanto, esta e outras abordagens não foram as preferidas pelos instrutores do serviço de anestesiologia.

As taxas de sucesso relatadas na literatura variam muito, de acordo com a abordagem empregada. A tabela 6 ilustra comparativamente o observado no HC-FMB-UNESP e em publicações diversas.

Tabela 6 – Taxas de Sucesso no HC-FMB-UNESP e Taxas de Sucesso Relatadas na Literatura, segundo Abordagem Anestésica

Abordagem Anestésica	Taxa de Sucesso	
	HC-FMB-UNESP	Publicações diversas
Interescalênica (Winnie)	64%	75% ⁶⁶ - 97% ⁵
Supraclavicular	85%* - 86%**	71% ¹⁰³ - 97% ¹⁰⁴
Axilar	83%	58% ¹³⁰ - 93% ³⁶

*Técnica Perivascular Subclávia; ** Técnica de Vieira.

Em pesquisa incluindo 1248 pacientes submetidos ao bloqueio supraclavicular e 665 pacientes ao bloqueio axilar, Thompson et al.(147) observaram taxas de sucesso de 83% e 85%, respectivamente, muito próximas às encontradas no HC-FMB-UNESP. Assim, o emprego destas abordagens apresentou incidência de falhas condizente com a literatura vigente. Todavia, a taxa de sucesso associada à abordagem interescalênica (técnica de Winnie) esteve abaixo da esperada.

A técnica de Winnie é mais bem indicada para cirurgias da porção proximal do membro superior. Segundo Lanz (74), a abordagem interescalênica poupa o território do tronco inferior (nervo ulnar) em 30% a 50% dos casos e, assim, apresenta elevada incidência de falhas quando empregada para cirurgias distais.

Verificou-se nesta pesquisa que a técnica de Winnie foi realizada, em 28 casos, para cirurgias realizadas no cotovelo ou distais ao cotovelo, com taxa de sucesso de 56%. Quando essa técnica foi empregada para procedimentos cirúrgicos proximais ao cotovelo (20 casos), a taxa de sucesso

foi de 81% (Figura 9). Desse modo, a escolha da técnica para o procedimento cirúrgico em questão não parece ter sido a melhor, pela possibilidade de anestesia insuficiente no território do tronco inferior, como apontado pela literatura.

5.3 Equipamento Empregado

Tradicionalmente, a pesquisa de parestesia e/ou resposta motora ao ENP tem sido usada como critério de proximidade entre nervo e agulha de bloqueio(148). Estas técnicas de localização são realizadas “às cegas” e tal proximidade é confirmada pelo achado de uma resposta positiva(149); contudo, não têm valor em detectar a proximidade agulha-nervo quando uma resposta não é encontrada. Além disso, existem evidências que sugerem uma baixa sensibilidade destes métodos(61).

Por se tratar de equipamento adquirido há muitos anos pelo HC-FMB-UNESP e também por ser bastante ilustrativo na questão do ensino, o ENP foi utilizado na grande maioria (70%) dos bloqueios, seja isoladamente (49%) ou em associação com o US (21%) (Tabela 5). Por sua vez, o US foi empregado em 42% das anestésias, uma marca importante para um dispositivo totalmente novo para toda equipe anestésica da instituição de ensino em questão. Finalmente, apenas 9% dos bloqueios foram realizados com base apenas em referências anatômicas (todos pela técnica de Vieira), o que denota o abandono progressivo da técnica frente ao surgimento de novas tecnologias atreladas à anestesia regional. Nenhum bloqueio foi realizado por pesquisa de parestesia.

Dentro da proposta de ensino do HC-FMB-UNESP, o ME1 inicia seu aprendizado em anestesia regional com a manipulação do ENP. Mais tarde, após adquirir familiaridade com o equipamento, inicia-se o treinamento em anestesia regional guiada por US, motivo pelo qual o US foi menos utilizado por ME1 (Figura 10). No geral, o emprego do US teve impacto positivo nas taxas de sucesso (84%) quando comparado ao uso do ENP isoladamente (72%)

(Tabela 5), sendo este benefício diretamente proporcional à graduação dos ME (Figura 11). Por outro lado, pacientes anestesiados sem o auxílio de qualquer equipamento apresentaram taxa de sucesso semelhante (85%) aos pacientes que receberam anestesia guiada por US. No período estudado, a técnica de Vieira já era consolidada e amplamente utilizada no serviço do HC-FMB-UNESP. Entretanto, não havia qualquer familiaridade com a ultrassonografia, que foi introduzida justamente em meio ao estudo, podendo favorecer a maior incidência de falhas e justificando a semelhança no sucesso observado com o emprego de US e os bloqueios realizados sem auxílio de qualquer equipamento.

Relata-se que o advento do US trouxe inúmeros benefícios à anestesia regional: permite realização do procedimento anestésico sob visualização direta da agulha de bloqueio e das estruturas anatômicas (53, 150), além da observação da dispersão do AL (125, 150); melhora a qualidade do bloqueio (151); otimiza a localização do nervo quando o método por ENP é problemático, como em pacientes com amputações (152) e/ou anomalias vasculares (57); possibilidade de reduzir o risco de complicações como lesão por injeção intraneural do AL (153), pneumotórax (153, 154), punção vascular acidental (155-159) e intoxicação por AL (153); permite avaliação de anomalias anatômicas(54-58); reduz a latência (151, 160-162) e o tempo despendido para realização do bloqueio (155, 157, 163-165); reduz o número de tentativas/punções (48, 75, 155, 162), promovendo menor desconforto ao paciente; reduz incidência de parestesia não-intencional durante realização do bloqueio (156, 163, 166); e permite diminuir o volume de AL(48, 167-170) e, com isso, reduzir o comprometimento respiratório associado às técnicas supraclaviculares (87, 171, 172).

Por outro lado, o emprego de US requer treinamento. Enquanto a identificação de estruturas anatômicas pode se tornar relativamente fácil com a prática, visualizar a ponta da agulha durante a progressão da mesma é mais difícil(173). Deficiência neste aspecto foi o erro mais comum entre residentes aprendizes de anestesia regional guiada por US(174). Sendo assim, medidas

visando facilitar e, principalmente, assegurar a prática desta modalidade anestésica devem ser adotadas, já que a progressão da agulha e/ou a injeção do AL sem a adequada visualização de sua extremidade pode resultar em lesão (vascular, neural e/ou visceral) inadvertida(175). No presente estudo, o início da prática de bloqueios guiados por US esteve associado a uma evidente queda nas taxas de sucesso (Figura 8), que foram rapidamente restabelecidas após um curto intervalo de tempo (curva de aprendizado).

Apesar de controverso, evidências atuais apontam para um aumento nas taxas de sucesso associado ao emprego de US (75, 157, 165, 176, 177). Antonakakis et al.(153) identificaram 25 estudos randomizados e controlados comparando a qualidade/eficácia do bloqueio guiado por US versus técnicas baseadas em referências anatômicas. Nesta recente revisão, 15 estudos mostraram algum benefício em favor do emprego de US sobre as demais técnicas enquanto os outros 10 não evidenciaram qualquer diferença. De qualquer modo, nenhum estudo foi favorável às técnicas baseadas em referências anatômicas.

Na presente pesquisa a incidência de punção vascular acidental foi baixa com o emprego de US (Figura 12). Como já mencionado, os demais métodos utilizados em anestesia regional são realizados “às cegas” e, desse modo, mesmo anestesiolistas experientes estão sujeitos a punção vascular acidental que, de outro modo, poderia ser evitada com o emprego de US. Assim, mesmo pacientes portadores de distúrbios da coagulação poderiam, eventualmente, se beneficiar do emprego da anestesia regional guiada por US, após pesada a relação risco-benefício.

5.4 Intercorrências, Complicações e Avaliação Pós-Anestésica

A radiografia de tórax evidenciou comprometimento do nervo frênico em 49% dos pacientes submetidos às abordagens interescalênica e supraclavicular. Nenhum caso de pneumotórax foi relatado. Contudo, os pacientes que desenvolvem tal complicação não costumam apresentar sintomas nas primeiras 6 a 12 horas, tornando desnecessário o exame radiográfico precoce(52). De qualquer modo, a avaliação pós-anestésica realizada 12 horas após o bloqueio também não evidenciou indícios desta complicação.

O medo de sentir dor durante o procedimento anestésico é freqüentemente mencionado como uma razão para os pacientes evitarem o bloqueio (48). Esta queixa esteve presente em 15 (11%) pacientes anestesiados no HC-FMB-UNESP (Quadro 1). Verificamos que cinco desses pacientes eram obesos ($IMC > 30 \text{ kg.m}^{-2}$), o que confere maior dificuldade técnica para o procedimento. Dentre os 5 pacientes que não se submeteriam a novo bloqueio do plexo braquial, todos queixaram-se de dor durante o ato anestésico e três experimentaram falha do bloqueio, necessitando de anestesia geral. Por outro lado, nenhuma complicação grave foi observada durante o estudo, apontando para o cuidado com as medidas de segurança adotadas pela equipe. Além disso, houve elevado índice de satisfação com a anestesia do plexo braquial.

6 CONCLUSÃO

6 CONCLUSÃO

No Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, há grande diversidade na escolha da técnica para a realização de anestesia do plexo braquial. No geral, a taxa de sucesso dos bloqueios é aceitável e dentro do que se observa na literatura. Verifica-se curva de aprendizado entre os médicos em especialização e o emprego do ultrassom sobrepõe o estimulador de nervos periféricos em termos de eficiência da anestesia. Também se verificou bastante segurança na prática dos bloqueios do plexo braquial além de grande satisfação relatada por parte dos pacientes. Acreditamos que o perfil da anestesia regional em hospitais de ensino, particularmente do plexo braquial, deve ser entendido e, então, utilizado como ferramenta para o aprimoramento do treinamento dos médicos em especialização.

7 REFERÊNCIAS

7 REFERÊNCIAS

1. Hall RJ. Hydrochlorate of cocaine. *NY Med J.* 1884;40:643-4.
2. O'Donnell BD, Ryan H, O'Sullivan O, Iohom G. Ultrasound-guided axillary brachial plexus block with 20 milliliters local anesthetic mixture versus general anesthesia for upper limb trauma surgery: an observer-blinded, prospective, randomized, controlled trial. *Anesth Analg.* 2009 Jul;109(1):279-83.
3. Brown AR, Weiss R, Greenberg C, Flatow EL, Bigliani LU. Interscalene block for shoulder arthroscopy: comparison with general anesthesia. *Arthroscopy.* 1993;9(3):295-300.
4. Hadzic A, Williams BA, Karaca PE, Hobeika P, Unis G, Dermksian J, et al. For outpatient rotator cuff surgery, nerve block anesthesia provides superior same-day recovery over general anesthesia. *Anesthesiology.* 2005 May;102(5):1001-7.
5. Urban MK, Urquhart B. Evaluation of brachial plexus anesthesia for upper extremity surgery. *Reg Anesth.* 1994 May-Jun;19(3):175-82.
6. Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B, Karaca PE, Yufa M, Claudio RE, et al. A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. *Anesthesiology.* 2004 Jul;101(1):127-32.
7. De Tran QH, Clemente A, Doan J, Finlayson RJ. Brachial plexus blocks: a review of approaches and techniques. *Can J Anaesth.* 2007 Aug;54(8):662-74.
8. Franco CD, Clark L. Applied anatomy of the upper extremity. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 2008;12(3):134-9.

9. Bollini CA, Wikinski JA. Anatomical review of the brachial plexus. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 2006;10(3):69-78.
10. Ellis H. Applied anatomy for upper limb nerve blocks. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine.* 2007;8(4):144-7.
11. Vries L. Upper limb nerve blocks. *Anaesthesia and intensive care medicine.* 2004;5(4):114-7.
12. Borgeat A, Blumenthal S. Interscalene Brachial Plexus Block. In: Hadzic A, editor. *Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* New York: McGraw-Hill; 2006. p. 403-17.
13. Hirschel G. Die Anesthesierung des Plexus brachialis bei Operationen der oberen Extremitat. *Munch Med Wochenschr.* 1911;58:1555-6.
14. Kulenkampff D. Brachial Plexus Anaesthesia: Its Indications, Technique, and Dangers. *Ann Surg.* 1928 Jun;87(6):883-91.
15. Bollini CA. Interscalene brachial plexus blockade. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 2006;10(3):89-94.
16. Murphey DR. Brachial Plexus Block Anesthesia: An Improved Technic. *Ann Surg.* 1944 Jun;119(6):935-43.
17. Winnie AP, Collins VJ. The Subclavian Perivascular Technique of Brachial Plexus Anesthesia. *Anesthesiology.* 1964 May-Jun;25:353-63.
18. Brown DL, Cahill DR, Bridenbaugh LD. Supraclavicular nerve block: anatomic analysis of a method to prevent pneumothorax. *Anesth Analg.* 1993 Mar;76(3):530-4.
19. Winnie AP. Interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg.* 1970 May-Jun;49(3):455-66.
20. Accardo NJ, Adriani J. Brachial plexus block; a simplified technic using the axillary route. *South Med J.* 1949 Oct;42(10):920-3.

21. Burnham PJ. Regional block of the great nerves of the upper arm. *Anesthesiology*. 1958 Mar-Apr;19(2):281-4.
22. De Jong RH. Axillary block of the brachial plexus. *Anesthesiology*. 1961 Mar-Apr;22:215-25.
23. Eriksson E, Skarby HG. A simplified method of axillary brachial plexus block. *Nord Med*. 1962;68:1325.
24. Winnie AP, Radonjic R, Akkineni SR, Durrani Z. Factors influencing distribution of local anesthetic injected into the brachial plexus sheath. *Anesth Analg*. 1979 May-Jun;58(3):225-34.
25. Koscielniak-Nielsen ZJ, Horn A, Nielsen PR. Effect of arm position on the effectiveness of perivascular axillary nerve block. *Br J Anaesth*. 1995 Apr;74(4):387-91.
26. Koscielniak-Nielsen ZJ, Quist Christensen L, Stens-Pedersen HL. Effect of digital pressure on the effectiveness of perivascular axillary block. *Br J Anaesth*. 1995;75:702-6.
27. Yamamoto K, Tsubokawa T, Ohmura S, Kobayashi T. The effects of arm position on central spread of local anesthetics and on quality of the block with axillary brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 1999 Jan-Feb;24(1):36-42.
28. Koscielniak-Nielsen Z. Axillary Brachial Plexus Block. In: Hadzic A, editor. *Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. New York: McGraw-Hill; 2006. p. 441-51.
29. Baranowski AP, Pither CE. A comparison of three methods of axillary brachial plexus anaesthesia. *Anaesthesia*. 1990 May;45(5):362-5.
30. Lavoie J, Martin R, Tetrault JP, Cote DJ, Colas MJ. Axillary plexus block using a peripheral nerve stimulator: single or multiple injections. *Can J Anaesth*. 1992 Jul;39(6):583-6.

31. Koscielniak-Nielsen ZJ, Stens-Pedersen HL, Lippert FK. Readiness for surgery after axillary block: single or multiple injection techniques. *Eur J Anaesthesiol.* 1997 Mar;14(2):164-71.
32. Koscielniak-Nielsen ZJ, Hesselbjerg L, Fejlberg V. Comparison of transarterial and multiple nerve stimulation techniques for an initial axillary block by 45 mL of mepivacaine 1% with adrenaline. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1998 May;42(5):570-5.
33. Sia S, Lepri A, Ponzecchi P. Axillary brachial plexus block using peripheral nerve stimulator: a comparison between double- and triple-injection techniques. *Reg Anesth Pain Med.* 2001 Nov-Dec;26(6):499-503.
34. Sia S, Lepri A, Campolo MC, Fiaschi R. Four-injection brachial plexus block using peripheral nerve stimulator: a comparison between axillary and humeral approaches. *Anesth Analg.* 2002 Oct;95(4):1075-9, table of contents.
35. Handoll HH, Koscielniak-Nielsen ZJ. Single, double or multiple injection techniques for axillary brachial plexus block for hand, wrist or forearm surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006(1):CD003842.
36. Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. Study Group on Regional Anesthesia. *Anesth Analg.* 1999 Apr;88(4):847-52.
37. Raj PP, Montgomery SJ, Nettles D, Jenkins MT. Infraclavicular brachial plexus block--a new approach. *Anesth Analg.* 1973 Nov-Dec;52(6):897-904.
38. Clark LL. Infraclavicular Brachial Plexus Block. In: Hadzic A, editor. *Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* New York: McGraw-Hill; 2006. p. 427-40.

39. Sims JK. A modification of landmarks for infraclavicular approach to brachial plexus block. *Anesth Analg*. 1977 Jul-Aug;56(4):554-5.
40. Whiffler K. Coracoid block--a safe and easy technique. *Br J Anaesth*. 1981 Aug;53(8):845-8.
41. Kilka HG, Geiger P, Mehrkens HH. [Infraclavicular vertical brachial plexus blockade. A new method for anesthesia of the upper extremity. An anatomical and clinical study]. *Anaesthesist*. 1995 May;44(5):339-44.
42. Klaastad O, Lilleas FG, Rotnes JS, Breivik H, Fosse E. Magnetic resonance imaging demonstrates lack of precision in needle placement by the infraclavicular brachial plexus block described by Raj et al. *Anesth Analg*. 1999 Mar;88(3):593-8.
43. Wilson JL, Brown DL, Wong GY, Ehman RL, Cahill DR. Infraclavicular brachial plexus block: parasagittal anatomy important to the coracoid technique. *Anesth Analg*. 1998 Oct;87(4):870-3.
44. Bollini CA, Cacheiro F. Peripheral nerve stimulation. *Tech Reg Anesth Pain Manag*. 2006;10(3):79-88.
45. Pither C, Raj P, Ford D. The use of peripheral nerve stimulator for regional anesthesia: a review of experimental characteristics, technique and clinical applications. *Reg Anesth Pain Med*. 1985;10(2):49-50.
46. Greenblatt G, Denson J. Needle nerve stimulator-locator: nerve blocks with a new instrument for location of nerves. *Anesth Analg*. 1962;41:559-602.
47. Galindo A. Special needles for nerve blocks. *Reg Anesth*. 1980;5:2-13.

48. McNaught A, Shastri U, Carmichael N, Awad IT, Columb M, Cheung J, et al. Ultrasound reduces the minimum effective local anaesthetic volume compared with peripheral nerve stimulation for interscalene block. *Br J Anaesth.* Jan;106(1):124-30.
49. Sia S, Bartoli M, Lepri A, Marchini O, Ponsecchi P. Multiple-injection axillary brachial plexus block: A comparison of two methods of nerve localization-nerve stimulation versus paresthesia. *Anesth Analg.* 2000 Sep;91(3):647-51.
50. Goldberg ME, Gregg C, Larijani GE, Norris MC, Marr AT, Seltzer JL. A comparison of three methods of axillary approach to brachial plexus blockade for upper extremity surgery. *Anesthesiology.* 1987 Jun;66(6):814-6.
51. Winnie AP. Does the transarterial technique of axillary block provide a higher success rate and a lower complication rate than a paresthesia technique? New evidence and old. *Reg Anesth.* 1995 Nov-Dec;20(6):482-5.
52. Neal JM, Gerancher JC, Hebl JR, Ilfeld BM, McCartney CJ, Franco CD, et al. Upper extremity regional anesthesia: essentials of our current understanding, 2008. *Reg Anesth Pain Med.* 2009 Mar-Apr;34(2):134-70.
53. Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, Fitzgerald R, Gosch M, Weinstabl C. Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg.* 1994 Mar;78(3):507-13.
54. Sites BD, Spence BC, Gallagher JD, Beach ML. On the edge of the ultrasound screen: Regional anesthesiologists diagnosing nonneural pathology. *Reg Anesth Pain Med.* 2006 Nov-Dec;31(6):555-62.

55. Kessler J, Gray AT. Sonography of scalene muscle anomalies for brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med.* 2007 Mar-Apr;32(2):172-3.
56. Duggan E, Brull R, Lai J, Abbas S. Ultrasound-guided brachial plexus block in a patient with multiple glomangiomas. *Reg Anesth Pain Med.* 2008 Jan-Feb;33(1):70-3.
57. Manickam BP, Perlas A, Chan VW, Brull R. The role of a preprocedure systematic sonographic survey in ultrasound-guided regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2008 Nov-Dec;33(6):566-70.
58. Abrahams MS, Panzer O, Atchabahian A, Horn JL, Brown AR. Case report: limitation of local anesthetic spread during ultrasound-guided interscalene block. Description of an anatomic variant with clinical correlation. *Reg Anesth Pain Med.* 2008 Jul-Aug;33(4):357-9.
59. Bigeleisen PE. Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology.* 2006 Oct;105(4):779-83.
60. Perlas A, Chan VW, Simons M. Brachial plexus examination and localization using ultrasound and electrical stimulation: a volunteer study. *Anesthesiology.* 2003 Aug;99(2):429-35.
61. Perlas A, Niazi A, McCartney C, Chan V, Xu D, Abbas S. The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. *Reg Anesth Pain Med.* 2006 Sep-Oct;31(5):445-50.
62. Fredrickson MJ. The sensitivity of motor response to needle nerve stimulation during ultrasound guided interscalene catheter placement. *Reg Anesth Pain Med.* 2008 Jul-Aug;33(4):291-6.

63. Belavy D. Brief reports: regional anesthesia needles can introduce ultrasound gel into tissues. *Anesth Analg.* Sep;111(3):811-2.
64. Awad IT, Chan V. Ultrasound imaging of peripheral nerves: a need for a new trend. *Reg Anesth Pain Med.* 2005 Jul-Aug;30(4):321-3.
65. Hopkins PM. Ultrasound guidance as a gold standard in regional anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2007 Mar;98(3):299-301.
66. Schroeder LE, Horlocker TT, Schroeder DR. The efficacy of axillary block for surgical procedures about the elbow. *Anesth Analg.* 1996 Oct;83(4):747-51.
67. Meier G, Bauereis C, Heinrich C. [Interscalene brachial plexus catheter for anesthesia and postoperative pain therapy. Experience with a modified technique]. *Anaesthesist.* 1997 Aug;46(8):715-9.
68. Borgeat A, Dullenkopf A, Ekatodramis G, Nagy L. Evaluation of the lateral modified approach for continuous interscalene block after shoulder surgery. *Anesthesiology.* 2003 Aug;99(2):436-42.
69. Borgeat A, Ekatodramis G. Anaesthesia for shoulder surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2002 Jun;16(2):211-25.
70. Pippa P, Cominelli E, Marinelli C, Aito S. Brachial plexus block using the posterior approach. *Eur J Anaesthesiol.* 1990;7:411-20.
71. Chan VW. Applying ultrasound imaging to interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med.* 2003 Jul-Aug;28(4):340-3.
72. Vester-Andersen T, Christiansen C, Hansen A, Sorensen M, Meisler C. Interscalene brachial plexus block: area of analgesia, complications and blood concentrations of local anesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1981 Apr;25(2):81-4.

73. Urmeý WF, Grossi P, Sharrock NE, Stanton J, Gloeggler PJ. Digital pressure during interscalene block is clinically ineffective in preventing anesthetic spread to the cervical plexus. *Anesth Analg.* 1996 Aug;83(2):366-70.
74. Lanz E, Theiss D, Jankovic D. The extent of blockade following various techniques of brachial plexus block. *Anesth Analg.* 1983 Jan;62(1):55-8.
75. Kapral S, Greher M, Huber G, Willschke H, Kettner S, Kdolsky R, et al. Ultrasonographic guidance improves the success rate of interscalene brachial plexus blockade. *Reg Anesth Pain Med.* 2008 May-Jun;33(3):253-8.
76. Winnie AP, Ramamurthy S, Durrani Z, Radonjic R. Interscalene cervical plexus block: a single-injection technic. *Anesth Analg.* 1975 May-Jun;54(3):370-5.
77. Salinas FV, Neal JM. A tale of two needle passes. *Reg Anesth Pain Med.* 2008 May-Jun;33(3):195-8.
78. Roch JJ, Sharrock NE, Neudachin L. Interscalene brachial plexus block for shoulder surgery: a proximal paresthesia is effective. *Anesth Analg.* 1992 Sep;75(3):386-8.
79. Silverstein WB, Saiyed MU, Brown AR. Interscalene block with a nerve stimulator: a deltoid motor response is a satisfactory endpoint for successful block. *Reg Anesth Pain Med.* 2000 Jul-Aug;25(4):356-9.
80. Bollini CA, Urmeý WF, Vascello L, Cacheiro F. Relationship between evoked motor response and sensory paresthesia in interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med.* 2003 Sep-Oct;28(5):384-8.

81. Kessler J, Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT. An ultrasound study of the phrenic nerve in the posterior cervical triangle: implications for the interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2008 Nov-Dec;33(6):545-50.
82. al-Kaisy AA, Chan VW, Perlas A. Respiratory effects of low-dose bupivacaine interscalene block. *Br J Anaesth*. 1999 Feb;82(2):217-20.
83. Singelyn FJ, Seguy S, Gouverneur JM. Interscalene brachial plexus analgesia after open shoulder surgery: continuous versus patient-controlled infusion. *Anesth Analg*. 1999 Nov;89(5):1216-20.
84. Urmey WF, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg*. 1991 Apr;72(4):498-503.
85. Urmey WF, McDonald M. Hemidiaphragmatic paresis during interscalene brachial plexus block: effects on pulmonary function and chest wall mechanics. *Anesth Analg*. 1992 Mar;74(3):352-7.
86. Urmey WF, Gloeggler PJ. Pulmonary function changes during interscalene brachial plexus block: effects of decreasing local anesthetic injection volume. *Reg Anesth*. 1993 Jul-Aug;18(4):244-9.
87. Riazi S, Carmichael N, Awad I, Holtby RM, McCartney CJ. Effect of local anaesthetic volume (20 vs 5 ml) on the efficacy and respiratory consequences of ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Br J Anaesth*. 2008 Oct;101(4):549-56.
88. Seltzer JL. Hoarseness and Horner's syndrome after interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg*. 1977 Jul-Aug;56(4):585-6.
89. Baxter AG, Coventry DM. Brachial plexus blockade. *Curr Anaesth Crit Care*. 1999;10:164-9.

90. D'Alessio JG, Weller RS, Rosenblum M. Activation of the Bezold-Jarisch reflex in the sitting position for shoulder arthroscopy using interscalene block. *Anesth Analg*. 1995 Jun;80(6):1158-62.
91. Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study. *Anesthesiology*. 2001 Oct;95(4):875-80.
92. Tetzlaff JE, Yoon HJ, Dilger J, Brems J. Subdural anesthesia as a complication of an interscalene brachial plexus block. Case report. *Reg Anesth*. 1994 Sep-Oct;19(5):357-9.
93. Cook LB. Unsuspected extradural catheterization in an interscalene block. *Br J Anaesth*. 1991 Oct;67(4):473-5.
94. Kumar A, Battit GE, Froese AB, Long MC. Bilateral cervical and thoracic epidural blockade complicating interscalene brachial plexus block: report of two cases. *Anesthesiology*. 1971 Dec;35(6):650-2.
95. Ross S, Scarborough CD. Total spinal anesthesia following brachial-plexus block. *Anesthesiology*. 1973 Oct;39(4):458.
96. Dutton RP, Eckhardt WF, 3rd, Sunder N. Total spinal anesthesia after interscalene blockade of the brachial plexus. *Anesthesiology*. 1994 Apr;80(4):939-41.
97. Norris D, Klahsen A, Milne B. Delayed bilateral spinal anaesthesia following interscalene brachial plexus block. *Can J Anaesth*. 1996 Mar;43(3):303-5.
98. Candido KD, Sukhani R, Doty R, Jr., Nader A, Kendall MC, Yaghamour E, et al. Neurologic sequelae after interscalene brachial plexus block for shoulder/upper arm surgery: the association of patient, anesthetic, and surgical factors to the incidence and clinical course. *Anesth Analg*. 2005 May;100(5):1489-95, table of contents.

99. Todd MM, Brown DL. Regional anesthesia and postoperative pain management: long-term benefits from a short-term intervention. *Anesthesiology*. 1999 Jul;91(1):1-2.
100. Kroll DA, Caplan RA, Posner K, Ward RJ, Cheney FW. Nerve injury associated with anesthesia. *Anesthesiology*. 1990 Aug;73(2):202-7.
101. Thiagarajah S, Lear E, Azar I, Salzer J, Zeiligsohn E. Bronchospasm following interscalene brachial plexus block. *Anesthesiology*. 1984 Dec;61(6):759-61.
102. Bollini CA, Cacheiro F, Salgueiro C, Moreno M. Supraclavicular blocks of the brachial plexus. *Tech Reg Anesth Pain Manag*. 2006;10(3):95-105.
103. Arcand G, Williams SR, Chouinard P, Boudreault D, Harris P, Ruel M, et al. Ultrasound-guided infraclavicular versus supraclavicular block. *Anesth Analg*. 2005 Sep;101(3):886-90, table of contents.
104. Riegler FX. Brachial plexus block with the nerve stimulator: motor response characteristics at three sites. *Reg Anesth*. 1992 Sep-Oct;17(5):295-9.
105. Vieira JL. Estudo comparativo entre duas técnicas de bloqueio do plexo braquial pela via perivascular subclávia. *Rev Bras Anesthesiol*. 2000;50:212-6.
106. Chan VW, Perlas A, Rawson R, Odukoya O. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Anesth Analg*. 2003 Nov;97(5):1514-7.
107. Neal JM, Moore JM, Kopacz DJ, Liu SS, Kramer DJ, Plorde JJ. Quantitative analysis of respiratory, motor, and sensory function after supraclavicular block. *Anesth Analg*. 1998 Jun;86(6):1239-44.

108. Franco CD. The subclavian perivascular block. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 1999;3(4):212-6.
109. Franco CD. Supraclavicular Brachial Plexus Block. In: Hadzic A, editor. *Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* New York: McGraw-Hill; 2006. p. 419-25.
110. Hickey R, Garland TA, Ramamurthy S. Subclavian perivascular block: influence of location of paresthesia. *Anesth Analg.* 1989 Jun;68(6):767-71.
111. Brand L, Papper E. A comparison of supraclavicular and axillary techniques for brachial plexus blocks. *Anesthesiology.* 1961;22:226-9.
112. Franco CD, Vieira ZE. 1,001 subclavian perivascular brachial plexus blocks: success with a nerve stimulator. *Reg Anesth Pain Med.* 2000 Jan-Feb;25(1):41-6.
113. Koscielniak-Nielsen ZJ, Rotboll Nielsen P, Risby Mortensen C. A comparison of coracoid and axillary approaches to the brachial plexus. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000 Mar;44(3):274-9.
114. Fleischmann E, Marhofer P, Greher M, Walzl B, Sitzwohl C, Kapral S. Brachial plexus anaesthesia in children: lateral infraclavicular vs axillary approach. *Paediatr Anaesth.* 2003 Feb;13(2):103-8.
115. Grossi P, Coluccia R, Tassi A, Indrizzi VL, Gazzotti F. The infraclavicular brachial plexus block. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 1999;3(4):217-21.
116. Salazar CH, Espinosa W. Infraclavicular brachial plexus block: variation in approach and results in 360 cases. *Reg Anesth Pain Med.* 1999 Sep-Oct;24(5):411-6.

117. Klaastad O, Smith HJ, Smedby O, Winther-Larssen EH, Brodal P, Breivik H, et al. A novel infraclavicular brachial plexus block: the lateral and sagittal technique, developed by magnetic resonance imaging studies. *Anesth Analg*. 2004 Jan;98(1):252-6, table of contents.
118. Koscielniak-Nielsen ZJ, Rasmussen H, Hesselbjerg L, Gurkan Y, Belhage B. Clinical evaluation of the lateral sagittal infraclavicular block developed by MRI studies. *Reg Anesth Pain Med*. 2005 Jul-Aug;30(4):329-34.
119. Rettig HC, Gielen MJ, Boersma E, Klein J, Groen GJ. Vertical infraclavicular block of the brachial plexus: effects on hemidiaphragmatic movement and ventilatory function. *Reg Anesth Pain Med*. 2005 Nov-Dec;30(6):529-35.
120. Gaertner E, Estebe JP, Zamfir A, Cuby C, Macaire P. Infraclavicular plexus block: multiple injection versus single injection. *Reg Anesth Pain Med*. 2002 Nov-Dec;27(6):590-4.
121. Lecamwasam H, Mayfield J, Rosow L, Chang Y, Carter C, Rosow C. Stimulation of the posterior cord predicts successful infraclavicular block. *Anesth Analg*. 2006 May;102(5):1564-8.
122. Rodriguez J, Barcena M, Taboada-Muniz M, Lagunilla J, Alvarez J. A comparison of single versus multiple injections on the extent of anesthesia with coracoid infraclavicular brachial plexus block. *Anesth Analg*. 2004 Oct;99(4):1225-30, table of contents.
123. Bloc S, Garnier T, Komly B, Asfazadourian H, Leclerc P, Mercadal L, et al. Spread of injectate associated with radial or median nerve-type motor response during infraclavicular brachial-plexus block: an ultrasound evaluation. *Reg Anesth Pain Med*. 2007 Mar-Apr;32(2):130-5.

124. Rodriguez J, Barcena M, Lagunilla J, Alvarez J. Increased success rate with infraclavicular brachial plexus block using a dual-injection technique. *J Clin Anesth.* 2004 Jun;16(4):251-6.
125. Ootaki C, Hayashi H, Amano M. Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block: an alternative technique to anatomical landmark-guided approaches. *Reg Anesth Pain Med.* 2000 Nov-Dec;25(6):600-4.
126. Sandhu NS, Capan LM. Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Br J Anaesth.* 2002 Aug;89(2):254-9.
127. Kapral S, Jandrasits O, Schabernig C, Likar R, Reddy B, Mayer N, et al. Lateral infraclavicular plexus block vs. axillary block for hand and forearm surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1999 Nov;43(10):1047-52.
128. Desroches J. The infraclavicular brachial plexus block by the coracoid approach is clinically effective: an observational study of 150 patients. *Can J Anaesth.* 2003 Mar;50(3):253-7.
129. Crews JC, Gerancher JC, Weller RS. Pneumothorax after coracoid infraclavicular brachial plexus block. *Anesth Analg.* 2007 Jul;105(1):275-7.
130. Bouaziz H, Narchi P, Mercier FJ, Labaille T, Zerrouk N, Girod J, et al. Comparison between conventional axillary block and a new approach at the midhumeral level. *Anesth Analg.* 1997 May;84(5):1058-62.
131. Klaastad O, Smedby O, Thompson GE, Tillung T, Hol PK, Rotnes JS, et al. Distribution of local anesthetic in axillary brachial plexus block: a clinical and magnetic resonance imaging study. *Anesthesiology.* 2002 Jun;96(6):1315-24.
132. Chin KJ, Handoll HH. Single, double or multiple-injection techniques for axillary brachial plexus block for hand, wrist or forearm surgery in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011(7):CD003842.

133. Koscielniak-Nielsen ZJ. Multiple injections in axillary block: where and how many? *Reg Anesth Pain Med.* 2006 May-Jun;31(3):192-5.
134. Monkowski DP, Larese CSG. Axillary brachial plexus block. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 2006;10(3):110-4.
135. Rodriguez J, Taboada M, Valino C, Barcena M, Alvarez J. A comparison of stimulation patterns in axillary block: part 2. *Reg Anesth Pain Med.* 2006 May-Jun;31(3):202-5.
136. Sia S, Bartoli M. Selective ulnar nerve localization is not essential for axillary brachial plexus block using a multiple nerve stimulation technique. *Reg Anesth Pain Med.* 2001 Jan-Feb;26(1):12-6.
137. Yamamoto K, Tsubokawa T, Shibata K, Kobayashi T. Area of paresthesia as determinant of sensory block in axillary brachial plexus block. *Reg Anesth.* 1995 Nov-Dec;20(6):493-7.
138. Thompson G. The multiple compartment approach to brachial plexus anesthesia. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 1997;1(4):163-8.
139. Cockings E, Moore PL, Lewis RC. Transarterial brachial plexus blockade using high doses of 1.5% mepivacaine. *Reg Anesth.* 1987;12:159-64.
140. Liu FC, Liou JT, Tsai YF, Li AH, Day YY, Hui YL, et al. Efficacy of ultrasound-guided axillary brachial plexus block: a comparative study with nerve stimulator-guided method. *Chang Gung Med J.* 2005 Jun;28(6):396-402.
141. Partridge BL, Katz J, Benirschke K. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: implications for anesthesia. *Anesthesiology.* 1987 Jun;66(6):743-7.

142. Retzl G, Kapral S, Greher M, Mauritz W. Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus. *Anesth Analg.* 2001 May;92(5):1271-5.
143. Conceicao DB, Helayel PE, Carvalho FA, Wollmeister J, Oliveira Filho GR. [Ultrasound images of the brachial plexus in the axillary region.]. *Rev Bras Anesthesiol.* 2007 Dec;57(6):684-9.
144. Buchanan TS, Erickson JC. Selective block of the brachialis motor point. An anatomic investigation of musculocutaneous nerve branching. *Reg Anesth.* 1996 Mar-Apr;21(2):89-92.
145. Spence BC, Sites BD, Beach ML. Ultrasound-guided musculocutaneous nerve block: a description of a novel technique. *Reg Anesth Pain Med.* 2005 Mar-Apr;30(2):198-201.
146. Neal JM, Rathmell JP, Rowlingson JC. Publishing studies that involve "off-label" use of drugs: formalizing Regional Anesthesia and Pain Medicine's policy. *Reg Anesth Pain Med.* 2009 Sep-Oct;34(5):391-2.
147. Thompson AM, Newman RJ, Semple JC. Brachial plexus anaesthesia for upper limb surgery: a review of eight years' experience. *J Hand Surg Br.* 1988 May;13(2):195-8.
148. Perlas A, Chan VW. Ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 2004;8(4):143-8.
149. Chan VW. Nerve localization--seek but not so easy to find? *Reg Anesth Pain Med.* 2002 May-Jun;27(3):245-8.
150. Broadman L. An introduction to the use of ultrasonography to facilitate the placement of regional anesthetic blocks. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 2004;8(4):141-2.

151. Marhofer P, Schrogendorfer K, Koinig H, Kapral S, Weinstabl C, Mayer N. Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks. *Anesth Analg*. 1997 Oct;85(4):854-7.
152. Assmann N, McCartney CJ, Tumber PS, Chan VW. Ultrasound guidance for brachial plexus localization and catheter insertion after complete forearm amputation. *Reg Anesth Pain Med*. 2007 Jan-Feb;32(1):93.
153. Antonakakis JG, Ting PH, Sites B. Ultrasound-guided regional anesthesia for peripheral nerve blocks: an evidence-based outcome review. *Anesthesiol Clin*. 2011 Jun;29(2):179-91.
154. Perlas A, Lobo G, Lo N, Brull R, Chan VW, Karkhanis R. Ultrasound-guided supraclavicular block: outcome of 510 consecutive cases. *Reg Anesth Pain Med*. 2009 Mar-Apr;34(2):171-6.
155. Orebaugh SL, Williams BA, Kentor ML. Ultrasound guidance with nerve stimulation reduces the time necessary for resident peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med*. 2007 Sep-Oct;32(5):448-54.
156. Sauter AR, Dodgson MS, Stubhaug A, Halstensen AM, Klaastad O. Electrical nerve stimulation or ultrasound guidance for lateral sagittal infraclavicular blocks: a randomized, controlled, observer-blinded, comparative study. *Anesth Analg*. 2008 Jun;106(6):1910-5.
157. Chan VW, Perlas A, McCartney CJ, Brull R, Xu D, Abbas S. Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block. *Can J Anaesth*. 2007 Mar;54(3):176-82.
158. Mariano ER, Loland VJ, Bellars RH, Sandhu NS, Bishop ML, Abrams RA, et al. Ultrasound guidance versus electrical stimulation for infraclavicular brachial plexus perineural catheter insertion. *J Ultrasound Med*. 2009 Sep;28(9):1211-8.

159. Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, Bellars RH, Bishop ML, Afra R, et al. Ultrasound guidance versus electrical stimulation for femoral perineural catheter insertion. *J Ultrasound Med.* 2009 Nov;28(11):1453-60.
160. Perlas A, Brull R, Chan VW, McCartney CJ, Nuica A, Abbas S. Ultrasound guidance improves the success of sciatic nerve block at the popliteal fossa. *Reg Anesth Pain Med.* 2008 May-Jun;33(3):259-65.
161. Danelli G, Fanelli A, Ghisi D, Moschini E, Rossi M, Ortu A, et al. Ultrasound vs nerve stimulation multiple injection technique for posterior popliteal sciatic nerve block. *Anaesthesia.* 2009 Jun;64(6):638-42.
162. Casati A, Danelli G, Baciarello M, Corradi M, Leone S, Di Cianni S, et al. A prospective, randomized comparison between ultrasound and nerve stimulation guidance for multiple injection axillary brachial plexus block. *Anesthesiology.* 2007 May;106(5):992-6.
163. Brull R, Lupu M, Perlas A, Chan VW, McCartney CJ. Compared with dual nerve stimulation, ultrasound guidance shortens the time for infraclavicular block performance. *Can J Anaesth.* 2009 Nov;56(11):812-8.
164. Taboada M, Rodriguez J, Amor M, Sabate S, Alvarez J, Cortes J, et al. Is ultrasound guidance superior to conventional nerve stimulation for coracoid infraclavicular brachial plexus block? *Reg Anesth Pain Med.* 2009 Jul-Aug;34(4):357-60.
165. Sites BD, Beach ML, Spence BC, Wiley CW, Shiffrin J, Hartman GS, et al. Ultrasound guidance improves the success rate of a perivascular axillary plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2006 Jul;50(6):678-84.
166. Soeding PE, Sha S, Royse CE, Marks P, Hoy G, Royse AG. A randomized trial of ultrasound-guided brachial plexus anaesthesia in upper limb surgery. *Anaesth Intensive Care.* 2005 Dec;33(6):719-25.

167. Marhofer P, Schrogendorfer K, Wallner T, Koinig H, Mayer N, Kapral S. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Reg Anesth Pain Med.* 1998 Nov-Dec;23(6):584-8.
168. Barrington MJ, Watts SA, Gledhill SR, Thomas RD, Said SA, Snyder GL, et al. Preliminary results of the Australasian Regional Anaesthesia Collaboration: a prospective audit of more than 7000 peripheral nerve and plexus blocks for neurologic and other complications. *Reg Anesth Pain Med.* 2009 Nov-Dec;34(6):534-41.
169. Casati A, Baciarello M, Di Cianni S, Danelli G, De Marco G, Leone S, et al. Effects of ultrasound guidance on the minimum effective anaesthetic volume required to block the femoral nerve. *Br J Anaesth.* 2007 Jun;98(6):823-7.
170. O'Donnell BD, Iohom G. An estimation of the minimum effective anesthetic volume of 2% lidocaine in ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Anesthesiology.* 2009 Jul;111(1):25-9.
171. Renes SH, Rettig HC, Gielen MJ, Wilder-Smith OH, van Geffen GJ. Ultrasound-guided low-dose interscalene brachial plexus block reduces the incidence of hemidiaphragmatic paresis. *Reg Anesth Pain Med.* 2009 Sep-Oct;34(5):498-502.
172. Renes SH, Spoormans HH, Gielen MJ, Rettig HC, van Geffen GJ. Hemidiaphragmatic paresis can be avoided in ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med.* 2009 Nov-Dec;34(6):595-9.
173. Chapman GA, Johnson D, Bodenham AR. Visualisation of needle position using ultrasonography. *Anaesthesia.* 2006 Feb;61(2):148-58.

174. Sites BD, Spence BC, Gallagher JD, Wiley CW, Bertrand ML, Blike GT. Characterizing novice behavior associated with learning ultrasound-guided peripheral regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2007 Mar-Apr;32(2):107-15.
175. Chin KJ, Perlas A, Chan VW, Brull R. Needle visualization in ultrasound-guided regional anesthesia: challenges and solutions. *Reg Anesth Pain Med.* 2008 Nov-Dec;33(6):532-44.
176. Dhir S, Ganapathy S. Comparative evaluation of ultrasound-guided continuous infraclavicular brachial plexus block with stimulating catheter and traditional technique: a prospective-randomized trial. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2008 Sep;52(8):1158-66.
177. McCartney CJ, Lin L, Shastri U. Evidence basis for the use of ultrasound for upper-extremity blocks. *Reg Anesth Pain Med.* 2010 Mar-Apr;35(2 Suppl):S10-5.