

Curva de Aprendizado da Sonoanatomia do Plexo Braquial na Região Axilar*

Learning Curve for the Ultrasound Anatomy of the Brachial Plexus in the Axillary Region

Pablo Escovedo Helayel, TSA¹, Diogo Bruggeman da Conceição², Bruno S. Nascimento³, Anderson Kohler³, Gustavo Luchi Boos², Getúlio Rodrigues de Oliveira Filho, TSA⁴

RESUMO

Helayel PE, Conceição DB, Nascimento BS, Kohler A, Boos GL, Oliveira Filho GR — Curva de Aprendizado da Sonoanatomia do Plexo Braquial na Região Axilar.

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: A proficiência em bloqueios guiados por ultrassom exige quatro habilidades: reconhecimento da sonoanatomia, capacidade de geração de imagens, alinhamento da agulha ao feixe ultrassonográfico e reconhecimento da dispersão do anestésico local. O objetivo deste estudo foi construir e avaliar curvas de aprendizado da geração de imagens e identificação ultrassonográfica das estruturas neurovasculares axilares.

MÉTODO: Sete médicos em especialização em Anestesiologia receberam noções teóricas e práticas sobre princípios básicos da ultrassonografia e sonoanatomia axilar visando identificar ramos terminais do plexo braquial e vasos axilares. Cada um dos ME realizou seis exames. Foram avaliados a acurácia e o tempo transcorrido para identificação das estruturas. Em cada exame foram calculadas taxas de sucesso. Regressão linear simples avaliou o tempo para identificação de cada estrutura em relação ao número do exame.

RESULTADOS: Os vasos axilares foram identificados em 100% dos exames. O nervo mediano foi identificado em 83% dos exames entre o primeiro e quinto. O nervo radial foi identificado em 100% dos exames. O nervo ulnar foi encontrado em 67% dos casos no primeiro exame e em 83% dos casos do segundo ao quinto procedimento. O nervo músculo-cutâneo foi localizado em 50% dos casos no primeiro exame, em 83% no quarto e no quinto exa-

mes. Todas as estruturas foram corretamente detectadas no sexto exame. O tempo médio para identificação das estruturas diminuiu significativamente entre o primeiro e sexto exames ($r = -0,37$).

CONCLUSÕES: A memorização sonoanatômica axilar e a aquisição de habilidade manual de exame ultrassonográfico foram obrigatórias para progressão do aprendizado e taxas de sucesso crescentes se associaram com redução significativa do tempo para identificação das estruturas.

Unitermos: ANESTESIA, Regional; EQUIPAMENTOS, Ultrassom; TÉCNICAS ANESTÉSICAS, Regional

SUMMARY

Helayel PE, Conceição DB, Nascimento BS, Kohler A, Boos GL, Oliveira Filho GR — Learning Curve for the Ultrasound Anatomy of the Brachial Plexus in the Axillary Region.

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Proficiency in ultrasound-guided blocks demands four skills: recognition of the ultrasound anatomy, capacity to generate images, aligning the needle with the ultrasound beam, and recognizing the dispersion of the local anesthetic. The objective of this study was to construct and evaluate learning curves for image generation and ultrasound identification of the neurovascular structures in the axilla.

METHODS: Seven Anesthesiology residents received theoretical and practical notions on the basic principles of ultrasound and the ultrasound anatomy of the axillary region with the objective to identify the terminal branches of the brachial plexus and axillary vessels. Each resident performed six exams. The accuracy and the time to identify the structures were evaluated. The success rate of each exam was calculated. Simple linear regression evaluated the time necessary to identify each structure in relation to the number of the exam.

RESULTS: The axillary vessels were identified in 100% of the exams. The median nerve was identified in 83% of the cases from the first to the fifth exams. The radial nerve was identified in 100% of the exams. The ulnar nerve was identified in 67% of the cases in the first exam, and in 83% of the cases from the second to the fifth exams. The musculocutaneous nerve was identified in 50% of the cases in the first exam and in 83% of the cases in the fourth and fifth exams. All structures were identified correctly on the sixth exam. The mean time for the correct identification of the structures decreased considerably from the first to the sixth exam ($r = -0.37$).

CONCLUSIONS: Learning progression required the memorization of the ultrasound anatomy of the axillary region and acquisition of manual ability, and increasing success rates were associated with a significant reduction in the time to identify the structures.

Key Words: ANESTHESIA, Regional; ANESTHETIC TECHNIQUES, Regional; EQUIPMENT, Ultrasound.

*Recebido (Received from) do Hospital Governador Celso Ramos — CET/SBA Integrado de Anestesiologia da Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina (SES-SC), Núcleo de Ensino e Pesquisa em Anestesia Regional (Nepar), Florianópolis, SC

1. Anestesiologista; Instrutor Co-Responsável do CET/SBA Integrado de Anestesiologia da SES-SC, Coordenador e Pesquisador do Nepar do CET/SBA Integrado de Anestesiologia da SES-SC
2. Anestesiologista; Pesquisador do Nepar do CET/SBA Integrado de Anestesiologia da SES-SC
3. ME do CET/SBA Integrado de Anestesiologia da SES-SC
4. Anestesiologista; Doutor em Anestesiologia; Responsável do CET/SBA Integrado de Anestesiologia da SES-SC; Pesquisador do Nepar do CET/SBA Integrado de Anestesiologia da SES-SC

Apresentado (Submitted) em 16 de maio de 2008
Aceito (Accepted) para publicação em 17 de novembro de 2008

Endereço para correspondência (Correspondence to):
Dr. Pablo Escovedo Helayel
Av. Governador Irineu Bornhausen, 3440/204 — Agrônômica
88025-200 Florianópolis, SC
E-mail: pehelayel@hotmail.com

© Sociedade Brasileira de Anestesiologia, 2009

INTRODUÇÃO

Bloqueios nervosos guiados por ultrassom constituem-se em novo paradigma da anestesia regional ^{1,2}. Através da visualização direta das estruturas nervosas e das estruturas adjacentes, a ultrassonografia possibilita melhor distribuição do anestésico local ao redor do nervo, aumentando as taxas de sucesso e diminuindo as de complicações dos bloqueios ^{3,4}. O ultrassom demonstrou ser instrumento de ensino muito útil, capaz de encurtar a curva de aprendizado em anestesia regional de médicos em especialização em Anestesiologia ⁵. Entretanto, para adquirir proficiência em bloqueios guiados por ultrassom, é necessário preencher quatro requisitos fundamentais: o reconhecimento da sonoanatomia, a capacidade de geração de imagens de alta qualidade, o alinhamento da agulha ao feixe de ultrassom e o reconhecimento do padrão adequado de dispersão da solução de anestésico local ^{6,7}.

O objetivo deste estudo foi construir e avaliar curvas de aprendizado da geração de imagens e identificação ultrassonográfica das estruturas neurovasculares na região axilar.

MÉTODO

Após a obtenção da aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Governador Celso Ramos, um grupo de exame foi constituído, voluntariamente, por sete médicos em especialização em Anestesiologia. O grupo foi composto de 3 ME₃, 2 ME₂ e 2 ME₁ em que nenhum deles possuía qualquer experiência prévia em ultrassonografia. Todos os participantes receberam, 48 horas antes do início do estudo, um artigo de revisão sobre anestesia regional guiada por ultrassom que descrevia princípios básicos da ultrassonografia (geração de imagens, técnica de exame e ajustes do equipamento) e ilustrando a sonoanatomia do plexo braquial e das estruturas vasculares na axila ⁸. Imediatamente antes do início da série de exames, todos participantes receberam, individualmente, instruções de um médico anesthesiologista (com experiência de mais de 500 bloqueios guiados por ultrassom) a respeito do manuseio dos comandos do aparelho de ultrassom para otimização das imagens. Posteriormente, a anatomia ultrassonográfica da região axilar foi demonstrada enfatizando as características das seguintes estruturas: artéria e veia axilares, nervos mediano, radial, ulnar e músculo-cutâneo (Figura 1). As imagens foram geradas e armazenadas no disco rígido de um aparelho de ultrassonografia (Sonoace 8000 SE[®], Medison, Coreia do Sul) equipado com transdutor linear de banda larga (5 a 10 MHz). Para a realização do estudo, os médicos em especialização a serem examinados permaneceram em decúbito dorsal tendo o braço abduzido em 90°, antebraço fletido em 90° e rodado externamente de maneira que o dorso da mão ficasse sobre a mesa e o antebraço paralelo ao eixo do corpo. Após aplicação de gel ultrassonográfico so-



Figura 1 — Imagem Ultrassonográfica do Corte Transversal da Região Axilar. Os vasos axilares são demonstrados como estruturas arredondadas e anecoicas (pretas). Os nervos mediano, ulnar e radial situam-se ao redor da artéria axilar tendo um aspecto “fascicular” (pontos hipoecoicos, acinzentados, internamente dispostos em uma matriz de tecido conjuntivo hiperecoico (branco)). Imagem obtida com transdutor linear de banda larga 5 — 10 MHz (Sonoace 8000 SE[®], Medison, Coreia do Sul).

bre a pele, o transdutor foi colocado sobre a região axilar de maneira que gerasse um corte transversal da região. Todos os exames foram realizados com o examinador segurando o transdutor com a mão não-dominante com o equipamento de ultrassom colocado a sua frente, a fim de preparar o aprendiz conforme a técnica de exame preconizada para realização de bloqueios nervosos guiados por ultrassom. Durante três dias, cada médico em especialização examinou e teve sua região axilar examinada seis vezes, visando à identificação dos ramos terminais do plexo braquial e dos vasos axilares. Foram avaliados a acurácia da identificação de cada estrutura e o tempo transcorrido entre o início do exame e a identificação de cada estrutura. O contato do transdutor com a pele foi convenicionado como momento zero para avaliar a duração do exame sendo iniciada, simultaneamente, a avaliação do aprendiz por parte do instrutor. O término do exame foi caracterizado pela identificação da última estrutura neurovascular da região axilar ou pela desistência do aprendiz. As taxas de sucesso, em cada exame foram calculadas. A regressão linear simples avaliou o tempo para identificação de cada estrutura em relação ao número do exame.

RESULTADOS

A artéria e a veia axilares foram identificadas em 100% dos exames a partir do primeiro. O nervo mediano foi localizado em 83% dos exames entre o primeiro e quinto (Figura 2). O nervo radial foi visto corretamente em 100% dos exa-

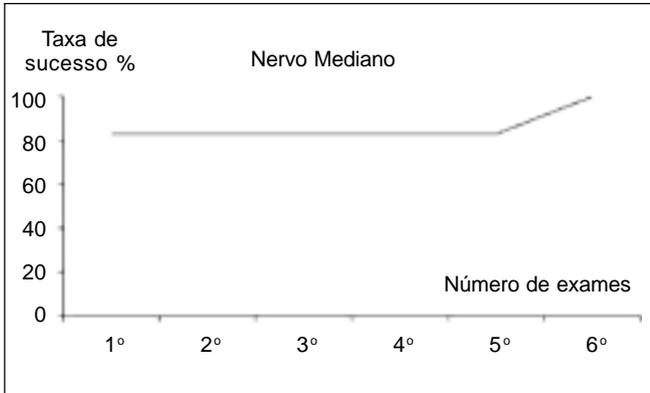


Figura 2 — Representação Gráfica da Progressão da Taxa de Sucesso Percentual da Identificação do Nervo Mediano em Função do Número de Exames Realizados.

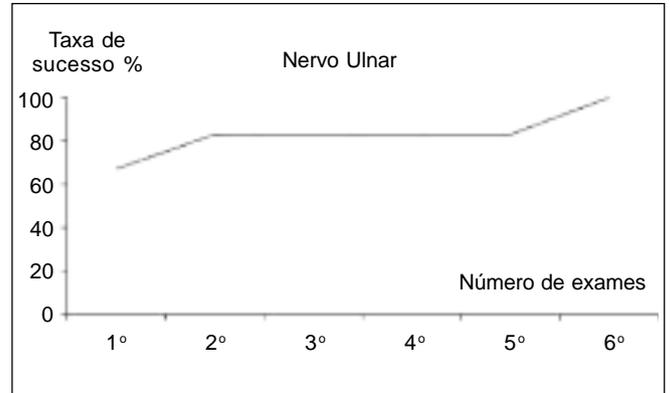


Figura 4 — Representação Gráfica da Progressão da Taxa de Sucesso Percentual da Identificação do Nervo Ulnar em Função do Número de Exames Realizados.

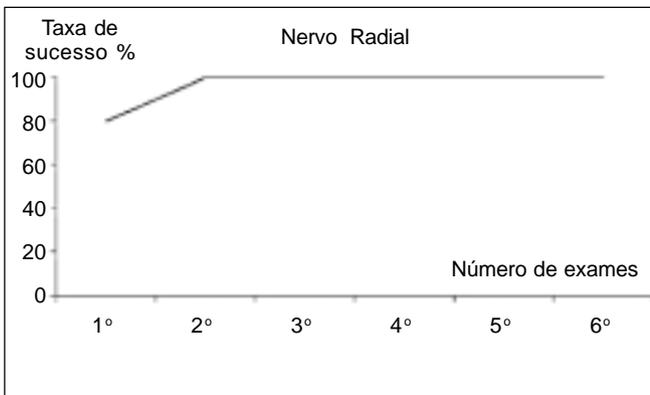


Figura 3 — Representação Gráfica da Progressão da Taxa de Sucesso Percentual da Identificação do Nervo Radial em Função do Número de Exames Realizados.

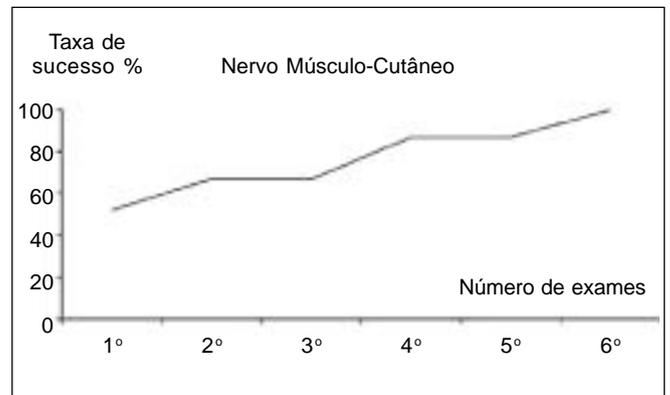


Figura 5 — Representação Gráfica da Progressão da Taxa de Sucesso Percentual da Identificação do Nervo Músculo-Cutâneo em Função do Número de Exames Realizados.

mes a partir do segundo procedimento (Figura 3). O nervo ulnar foi detectado corretamente em 67% dos casos no primeiro exame e em 83% dos casos do segundo ao quinto procedimento (Figura 4). O nervo músculo-cutâneo foi corretamente encontrado em 50% dos casos no primeiro exame, em 67% no segundo e no terceiro, em 83% no quarto e no quinto exames (Figura 5). Todas as estruturas foram corretamente identificadas em 100% dos casos no sexto exame. O tempo médio para a identificação das estruturas diminuiu significativamente entre o primeiro e sexto exames ($r = -0,37$).

DISCUSSÃO

O ensino da anestesia regional guiada por ultrassom deve ser dividido em etapas, sendo elas o reconhecimento da sonoanatomia e a geração de imagens em uma primeira etapa seguido pelo aprendizado do alinhamento da agulha em relação ao feixe de ultrassom e pelo reconhecimento do

padrão adequado de dispersão do anestésico local ^{6,7,9}. Para obter sucesso na geração de imagens do plexo braquial, além do conhecimento da sonoanatomia da região, é necessário adquirir algumas habilidades na geração e interpretação de imagens ultrassonográficas. O conhecimento da sonoanatomia normal se faz pelo processo de memorização das características ultrassonográficas de cada estrutura nervosa e vascular e do padrão de posicionamento destas estruturas na região visualizada. A aquisição de habilidades de coordenação visual e motora, conjuntamente, é essencial para produção de movimentos manuais capazes de gerar imagens com padrão de reconhecimento aceitável. A coordenação motora manual é composta de três movimentos básicos do transdutor: deslizamento, inclinação e rotação. A partir da combinação desses três movimentos se torna possível a otimização das características da imagem gerada. A anisotropia é uma forma de atenuação tecidual que ocorre pela irregularidade da superfície do nervo periférico ou do seu trajeto, afastando a incidência e re-

flexão das ondas de ultrassom de um ângulo de 90° em relação à estrutura insonada¹⁰. Em consequência ocorre uma perda de energia sonora que retorna ao transdutor diminuindo a intensidade de eco e a visualização nervosa. Com pequenos ajustes na inclinação do transdutor é possível aproximar-se dessa inclinação ideal do feixe de ultrassom obtendo-se a visualização nervosa adequada¹¹. Outros fatores de dificuldade para o reconhecimento adequado dos nervos periféricos na região axilar consistem na grande mobilidade e na variabilidade de posicionamento em relação à artéria axilar¹². Dessa maneira, a pressão imposta pelo transdutor sobre o braço pode deslocar nervos periféricos vizinhos aproximando-os a ponto de prejudicar a individualização, assim como o posicionamento variável desses nervos pode causar dúvidas em sua identificação pela modificação das relações sonoanatômicas da região. Conforme foi possível demonstrar, o aprendizado das habilidades complexas de manuseio do transdutor e do reconhecimento (memorização) da sonoanatomia axilar pelo aprendiz demandou um maior número de exames para atingir a proficiência. Esses resultados, de acordo com outros estudos^{7,13}, demonstraram que a velocidade de aquisição de habilidades manuais para geração de imagens ultrassonográficas dependia da habilidade individual do aprendiz. Contudo, apesar dessa variabilidade individual de aprendizado e de sua complexidade, observou-se rápida progressão na aquisição de habilidades manuais e de reconhecimento sonoanatômico, em todos voluntários, atingindo um nível de proficiência adequado ao cabo de seis sessões de exame. O nervo músculo-cutâneo foi o que mais se teve dificuldade de identificar nesse estudo. Na região axilar ele encontra-se num septo entre os músculos bíceps e córaco-braquial, apresentando um padrão hiperecoico, com quatro formatos ao longo de seu trajeto¹⁴, o que pode ter dificultado a identificação durante os exames iniciais. Entretanto, os nervos mediano e ulnar, por se tratarem de estruturas mais superficiais, hipoecoicos e sem grandes variações de formato, possivelmente tiveram sua identificação facilitada em comparação ao nervo músculo-cutâneo. O nervo radial ao nível axilar encontra-se, na maioria das vezes, pósteromedial ou pósterolateral à artéria axilar¹². Dessa forma, poderia ter sua identificação prejudicada pelo aumento do ganho de imagem (artefato de imagem) gerada pelo equipamento de ultrassom no aspecto posterior da artéria somado ao brilho excessivo do septo do músculo tríceps¹⁵. Apesar disso, este nervo foi identificado corretamente em 100% dos exames a partir do segundo exame, possivelmente por apresentar menor variação de posicionamento que os demais ramos terminais do plexo braquial¹² facilitando seu reconhecimento pela memorização de suas relações sonoanatômicas. O padrão anecoico de estruturas vasculares, associado à pulsatilidade da artéria axilar e ao colapso das veias axilares à compressão pelo transdutor facilitaram a identificação dessas estruturas. Essas características mecânicas e ecotexturais favoráveis apresentadas pelas estruturas

vasculares axilares não são compartilhadas pelos nervos periféricos, tornando sua visualização tecnicamente mais desafiadora. Dessa maneira, as maiores taxas de identificação positiva foram obtidas num menor número de exames e menor tempo para os vasos axilares quando comparados aos ramos terminais do plexo braquial.

Esse estudo demonstrou que a memorização da sonoanatomia da axila e a aquisição de habilidade manual no exame ultrassonográfico foram obrigatórias para progressão do aprendizado e das taxas de sucesso crescentes que se associaram, rapidamente, com redução significativa do tempo para identificação correta das estruturas axilares.

Learning Curve for the Ultrasound Anatomy of the Brachial Plexus in the Axillary Region

Pablo Escovedo Helayel, TSA, M.D.; Diogo Bruggeman da Conceição, M.D.; Bruno S. Nascimento, M.D.; Anderson Kohler, M.D.; Gustavo Luchi Boos, M.D.; Getúlio Rodrigues de Oliveira Filho, TSA, M.D.

INTRODUÇÃO

Ultrasound guided nerve blocks represent a new paradigm in regional blocks^{1,2}. Through the direct visualization of the nerves and adjacent structures, the ultrasound allows better distribution of the anesthetic around the nerve, increasing the success rate and decreasing the incidence of complications^{3,4}. The ultrasound has proved to be an invaluable teaching tool in regional blocks for anesthesiology residents⁵. However, to acquire proficiency in ultrasound-guided blocks, one should fulfill four fundamental requirements: recognize the ultrasound anatomy, have the capacity to generate high-quality images, align the needle to the ultrasound beam, and recognize the adequate pattern of dispersion of the local anesthetic^{6,7}.

The objective of this study was to construct and evaluate the learning curve for image generation and ultrasound identification of the neurovascular structures in the axillary region.

METHODS

After approval by the Ethics on Research Committee of the Hospital Governador Celso Ramos, an exam group composed by seven volunteers from the Anesthesiology residency program was formed. The group included 3 third-year (ME₃), 2 second-year (ME₂), and 2 first-year (ME₁) residents; none of them had prior ultrasound experience. Forty-eight hours before beginning the study all participants received a review article on ultrasound-guided regional block describing basic

brightness of the muscular septum of the triceps muscle¹⁵. Despite it all, this nerve was identified correctly in 100% of the cases from the second exam on, probably due to the reduced variation in position than the remainder terminal branches of the brachial plexus¹², facilitating its recognition by memorizing its anatomic relationships. The anechoic pattern of vascular structures, associated with the pulsation of the axillary artery and collapsibility of axillary veins by the transducer facilitated their identification. Peripheral nerves do not share those favorable mechanical and echo characteristics of axillary vascular structures, making their visualization more challenging technically. Thus, the rate of identification of the axillary vessels was higher in a lower number of exams and in shorter time than the terminal branches of the brachial plexus.

This study demonstrated that memorization of the ultrasound anatomy of the axilla and the acquisition of manual ability in ultrasound examination were mandatory for progression of learning and increasing success rates, which were quickly associated with a significant reduction in the time necessary for the correct identification of axillary structures.

REFERÊNCIAS — REFERENCES

01. Helayel PE, Conceição DB, Oliveira Filho GR — Bloqueios nervosos guiados por ultrassom. Rev Bras Anestesiologia, 2007;57:106-123.
02. Brull R, Perlas A, Chan VW — Ultrasound-guided peripheral nerve blockade. Curr Pain Headache Rep, 2007;11:25-32.
03. Sites BD, Beach ML, Spence BC et al. — Ultrasound guidance improves the success rate of a perivascular axillary plexus block. Acta Anaesthesiol Scand, 2006;50:678-684.
04. Chan VW, Perlas A, McCartney CJ et al. — Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block. Can J Anaesth, 2007;54:176-182.
05. Grau T, Bartussek E, Conradi R et al. — Ultrasound imaging improves learning curves in obstetric epidural anesthesia: a preliminary study. Can J Anaesth, 2003;50:1047-1050.
06. Oliveira Filho GR, Helayel PE, Conceicao DB et al. — Learning curves and mathematical models for interventional ultrasound basic skills. Anesth Analg, 2008;106:568-573.
07. Sites BD, Gallagher JD, Cravero J et al. — The learning curve associated with a simulated ultrasound-guided interventional task by inexperienced anesthesia residents. Reg Anesth Pain Med, 2004;29:544-548.
08. Marhofer P, Greher M, Kapral S — Ultrasound guidance in regional anaesthesia. Br J Anaesth, 2005;94:7-17.
09. Sites BD, Spence BC, Gallagher JD et al. — Characterizing novice behavior associated with learning ultrasound-guided peripheral regional anesthesia. Reg Anesth Pain Med, 2007;32:107-115.
10. Aldrich JE — Basic physics of ultrasound imaging. Crit Care Med, 2007;35:S131-137.
11. Soong J, Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT — The importance of transducer angle to ultrasound visibility of the femoral nerve. Reg Anesth Pain Med 2005;30:505.
12. Conceição DB, Helayel PE, Carvalho FAE et al. — Imagens ultrassonográficas do plexo braquial na região axilar. Rev Bras Anestesiologia, 2007;57:684-689.
13. Gracias VH, Frankel HL, Gupta R et al. — Defining the learning curve for the Focused Abdominal Sonogram for Trauma (FAST) examination: implications for credentialing. Am Surg, 2001;67:364-368.
14. Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT — The musculocutaneous nerve: ultrasound appearance for peripheral nerve block. Reg Anesth Pain Med, 2005;30:385-390.
15. Sites BD, Brull R, Chan VW et al. — Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part II: a pictorial approach to understanding and avoidance. Reg Anesth Pain Med, 2007;32:419-433.

RESUMEN

Helayel PE, Conceição DB, Nascimento BS, Kohler A, Boos GL, Oliveira Filho GR — Curva de Aprendizaje de la Sonoanatomía del Plexo Braquial en la Región Axilar.

JUSTIFICATIVA Y OBJETIVOS: El desempeño en bloqueos guiados por ultrasonido exige cuatro habilidades: reconocimiento de la Sonoanatomía, capacidad de generación de imágenes, alineación de la aguja al haz ultrasonográfico y reconocimiento de la dispersión del anestésico local. El objetivo de este estudio fue construir y evaluar curvas de aprendizaje de la generación de imágenes e identificación ultrasonográfica de las estructuras neurovasculares axilares.

MÉTODO: Siete médicos en especialización en Anestesiología recibieron nociones teóricas y prácticas sobre principios básicos de la ultrasonografía y sonoanatomía axilar, para identificar ramas terminales del plexo braquial y vasos axilares. Cada ME realizó seis exámenes. Fueron evaluados la exactitud y el tiempo transcurrido para la identificación de las estructuras. Se calcularon las tasas de éxito en cada examen. La regresión lineal simple evaluó el tiempo para la identificación de cada estructura con relación al número del examen.

RESULTADOS: Los vasos axilares fueron identificados en 100% de los exámenes. El nervio mediano fue identificado en un 83% de los exámenes entre el primero y el quinto. El nervio radial fue identificado en 100% de los exámenes. El nervio cubital fue identificado en un 67% de los casos en el primer examen y en un 83% de los casos del segundo al quinto procedimiento. El nervio musculocutáneo fue identificado en un 50% de los casos en el primer examen, en un 83% en el cuarto y en el quinto exámenes. Todas las estructuras fueron correctamente identificadas en el sexto examen. El tiempo promedio para la identificación de las estructuras se redujo significativamente entre el primer y el sexto examen ($r = -0,37$).

CONCLUSIONES: La memorización sonoanatómica axilar y la adquisición de habilidad manual de examen ultrasonográfico, fueron obligatorias para la progresión del aprendizaje y para que las tasas de éxito crecientes se asociasen con una reducción significativa del tiempo para la identificación de las estructuras.