



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Official Publication of the Brazilian Society of Anesthesiology
www.sba.com.br



ARTIGO CIENTÍFICO

Determinação do volume mínimo efetivo de bupivacaína 0,5% para bloqueio do plexo braquial por via axilar guiado por ultrassom

Leonardo Henrique Cunha Ferraro*, Alexandre Takeda,
Luiz Fernando dos Reis Falcão, André Hosoi Rezende,
Eduardo Jun Sadatsune e Maria Angela Tardelli

Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva, Escola Paulista de Medicina,
Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 19 de dezembro de 2012; aceito em 20 de março de 2013

PALAVRAS-CHAVE

Anestesia regional;
Plexo braquial;
Volume mínimo;
Ultrassom;
Bupivacaína

Resumo

Justificativa e objetivo: o uso do ultrassom para acompanhar o correto posicionamento da agulha e a dispersão do anestésico local permitiu a redução do volume de anestésico local necessário para o bloqueio de nervos periféricos. Existem poucos trabalhos sobre o volume mínimo efetivo de anestésico local para o bloqueio do plexo braquial via axilar (BPVA). Este estudo foi conduzido com o objetivo de determinar o volume mínimo efetivo (VE90) de bupivacaína 0,5% com adrenalina (1:200.000) para o BPVA guiado por ultrassom.

Método: o método *up-and-down* proposto por Massey e Dixon foi usado para o cálculo do volume mínimo efetivo. A dose inicial foi de 5 ml por nervo (radial, mediano, ulnar e musculocutâneo). No caso de falha do bloqueio, o volume era aumentado em 0,5 mL por nervo. O sucesso do bloqueio resultava na diminuição do volume em 0,5 mL por nervo para o paciente subsequente. O sucesso do bloqueio foi definido como bloqueio da função motora ≤ 2 segundo a escala de Bromage modificada, ausência de sensibilidade térmica e de resposta ao *pinprick*. Foi definido como critério para término do estudo a obtenção de cinco casos de falha seguidos de casos de sucesso.

Resultados: foram incluídos 19 pacientes no estudo. O volume mínimo efetivo (VE90) de bupivacaína 0,5% com 1:200.000 de adrenalina foi de 1,56 ml (IC 95% 0,99-3,5) por nervo.

Conclusão: este trabalho corrobora alguns estudos que mostram que é possível obter anestesia cirúrgica com baixos volumes de anestésico local para bloqueios de nervo periférico guiados por ultrassom.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

* Autor para correspondência.

E-mail: leohcferraro@yahoo.com.br (L.H.C. Ferraro).

Introdução

O bloqueio do plexo braquial é uma técnica anestésica frequentemente usada para os procedimentos cirúrgicos do membro superior. O bloqueio do plexo braquial por via axilar (BPVA) é uma das técnicas mais comumente usadas para se obter anestesia regional dos membros superiores e é feita por meio da anestesia dos ramos terminais do plexo braquial, que seriam os nervos ulnar, mediano, radial e musculocutâneo. Acreditava-se que as falhas ou os bloqueios incompletos por causa dessa técnica eram consequência do mau posicionamento da agulha ou decorrentes de septações do plexo braquial na região axilar.¹⁻³ Para aumentar a taxa de sucesso, volumes de até 80 ml foram relatados.⁴ Entretanto, o uso de grandes volumes de anestésico local aumenta a probabilidade de ocorrência de toxicidade sistêmica.^{5,6} Portanto, uma possível técnica para prevenir essa complicação, e aumentar a segurança do paciente, seria a redução da massa de anestésico local usada durante o procedimento.

Na atualidade, tecnologias como o estimulador de nervo periférico e o ultrassom asseguram a correta localização da agulha em relação ao plexo e reduzem a necessidade de altos volumes de anestésico local.⁷⁻¹³ Alguns estudos demonstraram que o uso do ultrassom permitiu a redução do volume de anestésico local para o bloqueio do plexo braquial via interescaelênica, para o bloqueio do nervo femoral e para o bloqueio ilioinguinal-ilio-hipogástrico sem comprometer a qualidade. Entretanto, existem poucos trabalhos sobre o volume mínimo efetivo de anestésico local para o BPVA. Portanto, o presente estudo foi feito com a finalidade de calcular o volume mínimo efetivo de bupivacaína 0,5% em 90% (VE90) dos casos para feitura do bloqueio de plexo braquial via axilar guiado por ultrassom.

Método

O estudo foi feito no centro cirúrgico do Setor de Cirurgia da Mão e Membro Superior, com coordenação do serviço de anestesia pela disciplina de anesthesiologia, dor e terapia intensiva da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina, de dezembro de 2011 a junho de 2012. O estudo foi registrado no Clinicaltrials.gov sob o número NCT01421914.

Após aprovação pelo comitê de ética da Universidade Federal de São Paulo, pacientes que seriam submetidos à cirurgia de mão foram convidados a participar do estudo. Os critérios de inclusão foram idade maior de 18 anos e inferior a 65 anos, termo de consentimento livre, esclarecido e informado assinado pelo paciente (TCLE), indicação de bloqueio de plexo braquial para anestesia e analgesia em candidatos a intervenção cirúrgica eletiva da mão com duração menor do que duas horas, estado físico ASA I ou II conforme a Associação Americana de Anesthesiologia e índice de massa corpórea (IMC) < 35 kg/m². Os critérios de exclusão foram comprometimento cognitivo ou condição psiquiátrica ativa, infecção no sítio de punção do bloqueio, coagulopatia e história de alergia à bupivacaína.

Desenho do protocolo

Após inclusão do paciente no estudo, todos tiveram registrados seus dados demográficos. Foi feita em seguida a monitoração de rotina para procedimento cirúrgico com eletrocardioscópio, pressão arterial não invasiva e oximetria de pulso. O acesso intravenoso foi feito no membro superior contralateral ao do procedimento e mantido com infusão de cristalóide.

O bloqueio do plexo braquial foi feito por via axilar, com auxílio do ultrassom (M-Turbo R System with HFL 38x linear transducer 6-13 MHz, SonoSite, Bothell, WA, USA) e estimulador de nervo periférico (Stimuplex R DIG RC, B. Braum, Mellsung, Germany) com paciente em decúbito dorsal horizontal. A agulha usada foi a 22G x 50 mm (AEQ2250, BMD Group, Venezia, Italy). Após assepsia e antisepsia da pele com clorexidina, infiltrou-se o local de punção com lidocaína 1%. Após visualização dos nervos do plexo braquial pelo ultrassom, houve confirmação da identificação das estruturas com estimulador de nervo periférico. Uma dose inicial de 5 ml de bupivacaína 0,5% com adrenalina 1:200.000 foi injetada ao redor de cada nervo. A agulha era reposicionada durante a injeção do anestésico local e a injeção perineural era assegurada pela imagem ultrassonográfica. O paciente era removido do estudo se fosse visualizada alteração do diâmetro do nervo ou se apresentasse dor importante durante a injeção. Nesses casos, os pacientes eram acompanhados no pós-operatório por causa da possível injeção intraneural.

O término da injeção da solução de anestésico local foi considerado o momento zero para avaliação da efetividade do bloqueio. Um observador que não estava presente durante o procedimento e que não conhecia o volume de anestésico usado avaliou os bloqueios nos nervos estudados. Essa avaliação ocorreu a cada cinco minutos até ser obtida anestesia cirúrgica ou até o 30º minuto após a injeção do anestésico local.

O sucesso ou a falha do bloqueio determinou a diminuição ou o aumento do volume do anestésico local para o próximo paciente, respectivamente. Quando o bloqueio foi eficaz, o paciente subsequente recebeu a redução de 0,5 mL do volume do anestésico local. Na falha do bloqueio, os pacientes receberam complementação do bloqueio ao nível do cotovelo e o volume do anestésico local foi acrescido em 0,5 mL para o próximo paciente. Depois da avaliação dos bloqueios, os pacientes eram liberados para o procedimento cirúrgico. Durante o procedimento cirúrgico, os pacientes receberam propofol 15-25 mcg/kg/min para sedação. Além disso, no caso de o paciente referir dor durante o procedimento, o bloqueio era considerado como falha e anestesia geral era feita.

Após o procedimento cirúrgico, o paciente era admitido na sala de recuperação pós-anestésica, onde permanecia monitorizado (eletrocardioscopia, pressão arterial não invasiva e oximetria de pulso) até o preenchimento das condições de alta em regime ambulatorial. A analgesia pós-operatória foi avaliada na sala de recuperação anestésica com o uso da escala visual analógica, três horas após a feitura do bloqueio.

Tabela 1 Escala de Bromage modificada

Grau	Definição
4	Força muscular completa em grupos musculares relevantes
3	Redução da força, mas capaz de mover-se contra resistência
2	Capacidade de mover-se contra a gravidade, mas não contra a resistência
1	Movimentos discretos (trêmulos) dos grupos musculares
0	Ausência de movimentos

Avaliação do sucesso do BPVA

Considerou-se como sucesso do bloqueio a função motora ≤ 2 segundo a escala de Bromage modificada, ausência de sensibilidade térmica e de resposta ao *pinprick* nas regiões dos nervos mediano, ulnar, radial e musculocutâneo. Além disso, o procedimento deveria ser feito sem analgesia complementar para confirmar o sucesso do procedimento anestésico.

Avaliação da função motora

Para avaliação da função motora foi usada a escala de Bromage modificada (Tabela 1).

Os testes para a avaliação da função motora foram: flexão dos dedos (nervo mediano), extensão do punho (nervo radial), adução do polegar (nervo ulnar) e flexão do cotovelo (nervo musculocutâneo). Foram considerados sucesso do bloqueio os valores ≤ 2 pela escala de Bromage modificada.

Avaliação da sensibilidade térmica

A avaliação da sensação térmica do membro superior foi feita com gaze e álcool, para testar a sensibilidade dos dermatomos inervados pelos nervos ulnar (eminência hipotênar), mediano (eminência ténar), radial (dorso da mão) e musculocutâneo (base do primeiro metacarpo). A sensação de frio foi considerada como 1 e a não percepção de frio como 0. O sucesso do bloqueio foi considerado quando não havia percepção de frio nos dermatomos estudados.

Avaliação da sensibilidade dolorosa

A avaliação da sensação dolorosa do membro superior foi feita com teste de *pinprick* com o uso de agulha 23G, para testar a sensibilidade nas regiões dos dermatomos dos nervos ulnar, mediano, radial e musculocutâneo.

A resposta positiva ao *pinprick* foi considerada como 1 e a ausência de resposta ao *pinprick* como 0. O sucesso do bloqueio foi considerado como ausência da sensação do *pinprick* nos dermatomos avaliados.

Tabela 2 Característica demográfica dos pacientes

Idade (anos)	36,5 (27,5-46,5)
Gênero (M:F)	14:5 (M-F)
ASA	
I	12
II	7

Crerios para finalização do estudo

O critério para chegar ao fim do estudo foi definido como a obtenção de cinco casos de falhas seguidos de casos de sucesso.

Análise estatística

O volume efetivo mínimo de bupivacaína 0,5% foi estimado com o uso da sequência *up-and-down* proposta por Massey e Dixon, com o foco na análise no volume mínimo efetivo com a probabilidade de 50% de bloqueio nervoso efetivo.^{14,15} Mais adiante, as sequências também foram examinadas pela regressão de *probits*, para cálculo dos volumes efetivos em 90% dos casos. Dados não paramétricos foram apresentados como medianas e quartis (P25-P75). Dados categóricos foram apresentados como frequências absolutas e relativas. Os cálculos foram feitos em planilha eletrônica Microsoft Excell for Windows™ (Microsoft Corp, Redmond, WA, USA) e GraphPad Prism™ for Windows (GraphPad Software Inc, San Diego, CA, USA).

Resultados

Foram incluídos no protocolo 19 pacientes. Em todos os pacientes foi possível visualizar as estruturas anatômicas relevantes para a feitura do bloqueio. O estudo terminou quando ocorreu uma sequência de cinco ciclos falha/sucesso. As características demográficas dos pacientes e dos procedimentos cirúrgicos feitos estão relacionadas nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

A sequência de respostas positivas e negativas para os bloqueios nos pacientes consecutivos é apresentada na figura 1. O VE90 de bupivacaína 0,5% com adrenalina 1:200.000 para o bloqueio do plexo braquial via axilar guiado por ultrassom foi de 1,56 mL (intervalo confiança 95% [IC]: 0,99-3,5).

Tabela 3 Distribuição dos procedimentos cirúrgicos feitos

Procedimentos	n (%)
Fratura de metacarpo	5 (26)
Retirada de material de síntese	1 (5)
Lesão de extensores	3 (16)
Correção de fratura de escafoide	1 (5)
Sinovectomia	3 (16)
Dupuytren	2 (11)
Lesão de flexores	1 (5)
Pseudoartrose de falange	2 (11)
Exérese de tumor ósseo	1 (5)
Duração, min (P25-75)	65 (50-77,5)

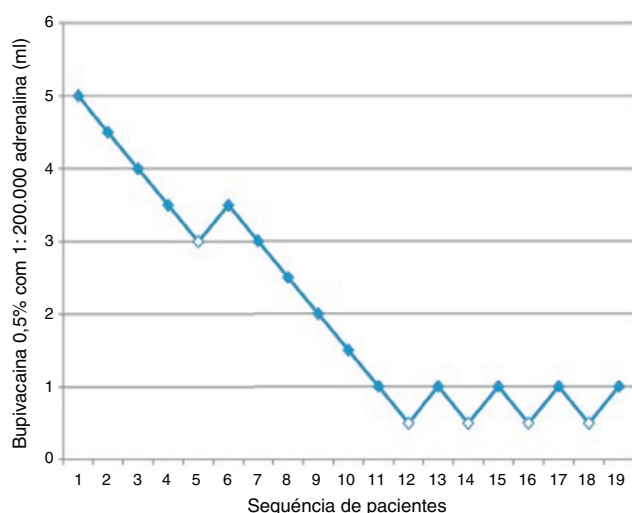


Figura 1 Representação gráfica da sequência *up-down* dos pacientes subsequentes. (◆), bloqueio efetivo; (◇), falha de bloqueio.

A mediana da latência dos bloqueios efetivos foi de 20 minutos (10-30). Quando considerados apenas os bloqueios com volumes de 1 ml, a mediana da latência foi de 25 minutos (20-30). Para os procedimentos cirúrgicos nos quais os bloqueios foram feitos com 1 mL por nervo, a mediana da duração foi de 60 minutos (35-75). No estudo, não foi avaliado o tempo de duração dos bloqueios sensitivo e motor.

O procedimento cirúrgico ocorreu sem intercorrências em todos os pacientes nos quais o bloqueio foi considerado como sucesso e não houve necessidade de complementação anestésica.

Em relação à analgesia pós-operatória, nenhum paciente referiu dor até três horas após a feita do bloqueio. Não ocorreu complicação, como punção vascular ou intoxicação por anestésico local, durante a feita do estudo. Todos os pacientes receberam alta no mesmo dia do procedimento e não houve caso de readmissão hospitalar.

Discussão

Na prática moderna da anestesia regional, as reduções do volume e da dose do anestésico local tornaram-se estratégias importantes para prevenir a toxicidade sistêmica pelos anestésicos locais.

Para isso, o uso do ultrassom para guiar com precisão o local de injeção do anestésico local em bloqueios de nervos periféricos tem se tornado cada vez mais frequente. O avanço nos equipamentos e métodos de ultrassom possibilitou identificar com alta precisão estruturas vasculares e neurais, com benefícios em relação às técnicas clássicas com menor incidência de falhas e diminuição da dose do anestésico local.¹⁶

A via axilar para a feita do bloqueio do plexo braquial foi a escolhida para a feita do estudo por ser uma das técnicas mais usadas na prática clínica. Considerando o território de anestesia provido por esse bloqueio, apenas pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos de mão foram selecionados.

Como não se tinha conhecimento da duração do bloqueio com baixos volumes de bupivacaína, optou-se por selecionar os procedimentos com duração menor do que duas horas.

Este estudo demonstrou que, por meio do uso do ultrassom, é possível obter bloqueio do plexo braquial via axilar com o volume mínimo efetivo de bupivacaína 0,5% com adrenalina 1:200.000 de 1,56 mL para cada nervo, para cirurgias de mão.

O'Donnell e Iohom demonstraram bloqueio efetivo do plexo braquial via axilar com 1 ml de lidocaína a 2% com epinefrina 1:200.000 por nervo. Entretanto, uma das limitações do estudo, relatada pelos próprios autores, foi a escolha de procedimentos superficiais como sinovectomia ou tenorrafias.¹⁷ Além disso, Marhofer et al. descreveram o BPVA com volumes similares de mepivacaína a 1%.¹⁸ Entretanto, esse foi apenas um estudo em voluntários, no qual a anestesia cirúrgica foi avaliada apenas pelo teste de *pinprick*. No nosso estudo, mesmo com baixas doses de anestésico local foi possível a feita de procedimentos superficiais, como lesão do extensor do polegar, e cirurgias com manipulação de estruturas ósseas, como fraturas do terceiro e quarto metacarpos, o que demonstra que, apesar da diminuição da dose, foi possível a feita também de procedimentos que envolviam estruturas profundas da mão.

Optou-se pelo uso da bupivacaína por causa das suas características farmacocinéticas, que promovem um bloqueio de maior duração quando comparada com a lidocaína. Por outro lado, obtiveram-se bloqueios com maior latência quando comparados com os achados do estudo de O'Donnell e Iohom.¹⁷

De acordo com Hadzic, o uso de baixos volumes de anestésico local pode resultar em injeção intraneural por causa da dificuldade de visualizar o aumento do diâmetro do nervo nessa situação.¹⁹ Com o intuito de evitar essa complicação, a visualização do nervo e das estruturas adjacentes, assim como a da dispersão do anestésico local pelo ultrassom, torna-se fator importante.

Nosso estudo reafirma que o volume mínimo efetivo para o BPVA é menor do que o descrito previamente. Uma hipótese para esse fato é que, com o auxílio do ultrassom, é possível a feita de um bloqueio dinâmico, que envolve toda a periferia do nervo com anestésico local. O ultrassom permite ao anestesista a visualização da estrutura nervosa durante a feita do bloqueio, o que possibilita o redirecionamento da agulha e a injeção de anestésico local em toda a periferia do nervo e torna possível a feita de bloqueios efetivos com baixos volumes de anestésico local.

Alguns estudos demonstraram que o uso de baixas doses de anestésico local diminuiu a duração do tempo de bloqueio, definido como o tempo entre o início da instalação do bloqueio e o retorno das funções motoras e sensitivas.²⁰ Uma das limitações do nosso estudo foi que não se avaliou o tempo de duração do bloqueio com bupivacaína a 0,5%, apenas constatou-se que os bloqueios com baixas doses de anestésico local foram suficientes para a feita dos procedimentos com duração inferior a duas horas e que todos os bloqueios tiveram uma latência menor ou igual a trinta minutos.

O uso de baixas doses de anestésico local promove um bloqueio mais seguro, com menor risco de complicações, especialmente relacionadas à toxicidade sistêmica dos anestésicos locais. Apesar do desenvolvimento de condutas

eficazes para o tratamento dessas complicações, como o uso de soluções lipídicas,^{21,22} o uso de baixas doses de anestésicos locais promove um bloqueio com uma massa de anestésico com uma ampla faixa de segurança em relação à dose tóxica.

Em resumo, este estudo demonstra que a VE90 para o BPVA guiado por ultrassom é de 1,56 mL de bupivacaína 0,5% com 1:200.000 de adrenalina por nervo. Isso corrobora alguns estudos que mostram que é possível obter bloqueio de nervos periféricos com baixos volumes de anestésico local. Estudos adicionais de dose-resposta devem ser conduzidos para avaliar a influência da concentração de bupivacaína para essa técnica.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Thompson GE, Rorie DK. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology*. 1983;59:117–22.
- Klastaod O, Smedby O, Thompson GE, et al. Distribution of local anesthetic in axillary brachial plexus sheath. *Anesthesiology*. 2002;96:1315–24.
- De Jong RH. Axillary block of the brachial plexus. *Anesthesiology*. 1961;2:215–25.
- Vester-Andersen T, Christiansen C, Sørensen M, Kaalund-Jørgensen HO, Saugbjerg P, Schultz-Møller K. Perivascular axillary block II: influence of injected volume of local anesthetic on neural blockade. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1983;27:95–8.
- Groban L. Central nervous system and cardiac effects from long-acting amide local anesthetic toxicity in the intact animal model. *Reg Anesth Pain Med*. 2003;28:3–11.
- Maher LE, Copeland SE, Ladd LA. Acute toxicity of local anesthetics: underlying pharmacokinetic and pharmacodynamic concepts. *Reg Anesth Pain Med*. 2005;30:553–66.
- Fredrickson MJ, Ball CM, Dagleish AJ, et al. A prospective randomized comparison of ultrasound and neurostimulation as needle end points for interscalene catheter placement. *Anesth Analg*. 2009;108:1695–700.
- Gautier P, Vandepitte C, Ramquet C, DeCoopman M, Xu D, Hadzic A. The minimum effective anesthetic volume of 0,75% ropivacaine in ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg*. 2011;113:951–5.
- Renes SH, Van Geffen GJ, Rettig HC, Gielen MJ, Scheffer GJ. Minimum effective volume of local anesthetic for shoulder analgesia by ultrasound-guided block at root C7 with assessment of pulmonary function. *Reg Anesth Pain Med*. 2010;35:529–34.
- Marhofer P, Schrogendorfer K, Wallner T, et al. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Reg Anesth Pain Med*. 1998;23:584–8.
- Ponrouch M, Bouic N, Bringuler S, et al. Estimation and pharmacodynamic consequences of the minimum effective anesthetic volume for median and ulnar nerve blocks: a randomized, double-blind, controlled comparison between ultrasound and nerve stimulation guidance. *Anesth Analg*. 2010;111:1059–64.
- Casati A, Baciarello M, Di Cianni S, et al. Effects of ultrasound guidance on the minimum effective anaesthetic volume required to block the femoral nerve. *Br J Anaesth*. 2007;98:823–7.
- Riazi S, Carmichael N, Awad I, et al. 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;101:549–56.
- Dixon JW. Staircase bioassay – The up-and-down method. *Neurosci Biobehav Rev*. 1991;15:47–50.
- Pace NL, Stylianou MP. Advances in and limitations of up-and-down methodology: a précis of clinical use, study design and dose estimation in anesthesia research. *Anesthesiology*. 2007;107:144–52.
- Neal JM, Chan VW, Grant SA, et al. The ASRA evidence-based medicine assessment of ultrasound-guided regional anesthesia and pain medicine: executive summary. *Reg Anesth Pain Med*. 2010;35:S1–9.
- 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;111:25–9.
- Marhofer P, Eichenberger U, Stockli S, Huber G, Kapral S, Curatolo M, Kettner S. Ultrasonographic guided axillary plexus blocks with low volumes of local anaesthetics: a crossover volunteer study. *Anaesthesia*. 2010;266–71.
- Hadzic A. Volume and dose of local anesthetic necessary to block the axillary brachial plexus using ultrasound guidance. *Anesthesiology*. 2009;111:8–9.
- Fredrickson MJ, White R, Danesh-Clough TK. Low-volume ultrasound-guided nerve block provides inferior postoperative analgesia compared to a higher-volume landmark technique. *Reg Anesth Pain Med*. 2011;36(4):393–8.
- Lesklw U, Weinberg GL. Lipid resuscitation for local anesthetic toxicity: is it really lifesaving? *Curr Opin Anaesthesiol*. 2009;22(5):667–71.
- Bem S, Akpa BS, Kuo I, Weinberg G. Lipid resuscitation: a life-saving antidote for local anesthetic toxicity. *Curr Pharm Biotechnol*. 2011;12(2):313–9.