پژوهنده (مجله پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)
سال هفدهم، شماره ۶، پی در پی ۹۰، صفحات ۳۰۷ تا ۳۱۱
بهمن و اسفند ۱۳۹۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۲/۱۰

بررسی اثر غلظت و حجم لیدوکائین بر شروع اثر و میزان موفقیت بلوک اینفراکلاویکولار

دکتر فرامرز مصفا[۱]، دکتر بابک قرائی[۲]، دکتر سید سجاد رضوی[۱]، فرزانه احمدی[۳]، دکتر فهیمه حسینی[۴]، دکتر هدایت‌الله الیاسی[۵]، دکتر غلامرضا محسنی[۳]*

۱. دانشیار، متخصص بیهوشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۲. استادیار، متخصص بیهوشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد آمار حیاتی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۴. رزیدنت بیهوشی، دانشگاه علوم پزشکی اراک
۵. استاد، متخصص بیهوشی، مرکز تحقیقات بیهوشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

چکیده

سابقه و هدف: بی‌حسی موضعی روشی مناسب برای انجام جراحیهای اندام فوقانی است ولی در میزان تأثیر غلظت، حجم و دوز کلی داروی تزریق شده بر میزان موفقیت بلوک حسی و حرکتی اختلافاتی وجود دارد. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر غلظت و حجم ماده بی‌حس کننده موضعی بر زمان شروع بی‌حسی و کیفیت آن در جراحیهای ارتوپدی اندام فوقانی انجام شده است.

مواد و روشها: در این کارآزمایی بالینی دوسوکور، ۶۰ بیمار ۸۵-۱۸ ساله با ASA کلاس I,II کاندیدای جراحی ارتوپدی اندام فوقانی مراجعه کننده به بیمارستان اختر تهران بر اساس معیارهای ورود و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه به صورت تصادفی به دو گروه (n=۳۰) لیدوکائین ۲٪ (۷ سی‌سی) و لیدوکائین ۱/۳٪ (۱۰ سی‌سی) تقسیم شدند. برای انجام بی‌حسی موضعی از روش بی‌حسی اینفراکلاویکولار با استفاده از سونوگرافی استفاده شد. سطح بلوک حسی و حرکتی اندام مورد بررسی در محدوده هر یک از اعصاب مدین، اولنار، رادیال و موسکولوکوتانئوس هر ۵ دقیقه تا ۲۰ دقیقه ثبت و بین دو گروه مقایسه گردید.

یافته‌ها: زمان شروع بلوک حسی و حرکتی در گروه لیدوکائین ۱/۳٪ به صورت معنی‌داری کوتاهتر از گروه لیدوکائین ۲٪ بود (p<۰/۰۵). میزان موفقیت بلوک حسی و حرکتی نیز در گروه لیدوکائین ۱/۳٪ بیشتر بود ولی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت (به ترتیب ۸۲/۸٪ و ۷۸/۶٪، p>۰/۰۵). کیفیت بلوک حسی عصب موسکولوکوتانئوس و بلوک حرکتی عصب رادیال به صورت معنی‌داری در گروه لیدوکائین ۱/۳٪ بهتر بود.

نتیجه‌گیری: حجم ماده تزریق شده در شروع سریعتر بلوک حسی و حرکتی شبکه بازویی مؤثر بوده ولی بر میزان موفقیت بلوک تأثیری ندارد.

واژگان کلیدی: حجم ماده بی‌حسی، شبکه بازویی، لیدوکائین، بی‌حسی موضعی، بلوک عصبی

لطفاً به این مقاله به صورت زیر استناد نمایید:
Mosaffa F,Gharaei B,Razavi S,Ahmadi F,Hosseini F,Elyasi H, Mohseni GH. The effect of local anesthetic concentration and volume on the block onset time and success rate in infraclavicular approach. Pejouhandeh 2013;17(6):307-11.

مقدمه

مزایای بسیار بی‌حسی موضعی همچون اداره بهتر راه هوایی، کنترل بهتر درد حاد بعد از عمل، هوشیاری مطمئن بیمار، و همچنین تعدیل پاسخ پاتوفیزیولوژیک به جراحی و در نتیجه کاهش مورتالیتی و موربیدیتی عمل، این روش را به عنوان جایگزین برتر بیهوشی عمومی مطرح نموده است (۱). فاکتورهای مختلفی چون شدت جریان در عصب محیطی حین تحریک، نوع پاسخ برانگیخته حرکتی عصب پس از تحریک، روش انجام بی‌حسی، تعداد تزریقها، استفاده از بی‌حسی‌های مکمل، استفاده از سونوگرافی در یافتن محل عصب و تزریق، حجم و غلظت بی‌حس کننده موضعی شانس موفقیت بلوک اعصاب محیطی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲).

*نویسنده مسؤول مکاتبات: ، دکتر فهیمه حسینی؛ اراک، بیمارستان ولیعصر(عج)، دپارتمان بیهوشی و مراقبتهای ویژه؛ پست الکترونیک: f.hosseini2009@gmail.com

برخی مطالعات نشان داده‌اند که غلظت و حجم ماده بی‌حسی یک عامل تأثیرگذار بر زمان شروع بلوک و میزان موفقیت آن می‌باشد. حجم ماده بی‌حسی در فضاهای آناتومیک وسیعی چون فضای اپیدورال، آگزیلاری و پوپلیتئال عامل بسیار مهمی در موفقیت بلوک عصبی است. از سوی دیگر استفاده از غلظتهای بالاتر دارو در بلوک اعصاب محیطی با قطر پری‌نوریوم بیشتر سبب شروع سریعتر بلوک و افزایش ماندگاری آن می‌شود (۸-۲).

با توجه به آنچه آمد مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر غلظت و حجم ماده بی‌حس کننده موضعی (لیدوکایین ۲٪ در مقایسه با ۱/۳٪) بر زمان شروع بی‌حسی و کیفیت آن در جراحیهای ارتوپدی اندام فوقانی انجام گردید.

مواد و روشها

در این کارآزمایی بالینی ۶۰ بیمار (با فرض حدود اطمینان ۹۵٪، توان ۸۰٪، واریانس ۰/۶۹ و خطای ۰/۵) ۸۵-۱۸ ساله با ASA کلاس I,II که کاندید جراحی ساعد، مچ دست و دست بوده و به بیمارستان اختر تهران مراجعه کردند بر اساس معیارهای ورود و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه مورد بررسی قرار گرفتند. حاملگی، هر نوع بیماری شناخته شده عصبی و عصبی عضلانی، اختلالات انعقادی، عفونت پوستی در محل ورود سوزن و عدم تمایل بیمار معیار خروج از مطالعه بود.

در ابتدا اطلاعات دموگرافیک و بالینی بیماران از جمله سن، جنس، قد، وزن و محل جراحی ثبت شد. بیماران به صورت تصادفی به دو گروه لیدوکائین ۲٪ (گروه اول) (n=۳۰) و لیدوکائین ۱/۳٪ (گروه دوم) (n=۳۰) تقسیم شدند. در سه بیمار (دو بیمار از گروه اول و یک بیمار از گروه دوم) به دلیل تغییر برنامه جراحی، تحت عمل جراحی قرار نگرفتند و از آنالیز آماری حذف شد.

در اتاق عمل برای همه بیماران رگ مناسب گرفته شد و روشهای استاندارد مانیتورینگ بیمار لحاظ شد و کلیه بیماران ۰/۱ mg/kg میدازولام داخل وریدی به عنوان پیش داروی بی‌حسی دریافت نمودند.

برای انجام بی‌حسی موضعی اینفراکلاویکولار بیمار در حالت طاق‌باز (supine) قرار گرفت و سر بیمار به سمت مخالف چرخانده شد. جهت ثبات لندمارک‌ها و شبکه بازویی نیز بازو دور از بدن (abduction) قرار گرفت. در این وضعیت زیر مچ دست بالا آورده شد تا دست آزاد بوده و پرشهای عضلانی آن به راحتی قابل بررسی باشد. محل تزریق در این بلوک قسمت تحتانی کلاویکل و زائده کوراکوئید در شیار بین عضله پکتورالیس ماژور و دلتویید بود. در این مرحله محل عمل استریل شده و پوست بیمار با استفاده از cc ۴-۳ لیدوکائین ۱٪ بی‌حس شد؛ سپس با قرار دادن پروب Linear دستگاه سونوگرافی با فرکانس ۱۵-۱۰ هرتز سوزن به صورت in plane از قسمت فوقانی پروب وارد شد.

موقعیت سه طناب شبکه بازویی (داخلی، خارجی و خلفی) با کمک شریان سابکلاوین مشخص شد و پس از یافتن شریان و نمای لانه زنبوری و هیپواکوی طنابهای شبکه بازویی در اطراف آن، با سوزن با روش in plane به طرف اعصاب حرکت شد (gauge-۲۲، mm ۸۰). برای افزایش ضریب اطمینان، همزمان از محرک عصب (Nerve Stimulator) با شدت ۰/۵- ۰/۲ میلی‌آمپر و فرکانس ۲ میلی‌هرتز استفاده شد (۲).

پس از مشاهده حرکت فلکشن مچ دست (flexion) که منطبق بر تحریک طناب داخلی است و کاهش شدت جریان محرک عصب به ۰/۲ میلی‌آمپر و پایداری پاسخ برانگیخته حرکتی، در یک گروه ۷ سی‌سی لیدوکائین ۲٪ و در یک گروه ۱۰ سی‌سی لیدوکائین ۱/۳٪ در محل طناب داخلی تزریق شد. سپس با هدایت سونوگرافی به سمت طناب خلفی و طناب خارجی حرکت شد و همین مراحل تزریق با دوزهای یاد شده انجام گردید. جهت حصول اطمینان از قرارگیری صحیح مجاور عصب مورد نظر و انتخاب درست محل تزریق، از محرک عصب استفاده شد. حرکت اکستنشن (extension) مچ دست ناشی از تحریک عصب رادیال برای بلوک طناب خلفی و حرکت فلکشن بازو (flexion) ناشی از تحریک عصب موسکولوکوتانئوس برای بلوک طناب خارجی مد نظر قرار گرفت.

در هر تزریق شرایط ذیل رعایت شد: عدم وجود پاسخ برانگیخته حرکتی در شدت کمتر از ۰/۲میلی‌آمپر، عدم وجود درد و پارستزی و یا هر نوع احساس ناخوشایند حین تزریق، روانی پیستون سرنگ زیر دست و عدم نیاز به نیروی زیاد برای تزریق و عدم بروز تورم در عصب حین تزریق (در سونوگرافی).

فشار خون، تعداد تنفس در دقیقه، درصد اشباع اکسیژن خون شریانی و سطح بلوک حسی و حرکتی اندام مورد بررسی در محدوده هر یک از اعصاب مدین، اولنار، رادیال و موسکولوکوتانئوس تا ۲۰ دقیقه ثبت شد. پزشک مسؤول ثبت این اطلاعات از نوع دارو و حجم تزریق مطلع نبود.

بلوک حسی در سه گروه فقدان حس (anesthesia)، حس مبهم (analgesia) و حس نرمال دسته‌بندی شد (به ترتیب نمره ۰، ۱ و ۲). بلوک حسی کامل در محدوده توزیع هر یک

از اعصاب مورد بررسی زمانی رخ می‌دهد که خراش سوزن ۲۲-gauge در پایان دقیقه ۲۰، فقدان حس را نشان دهد، در غیر این صورت بلوک حسی کامل نیست.

بلوک حرکتی نیز در سه گروه حرکت نرمال، کاهش حرکت و بدون حرکت دسته‌بندی شد. بلوک کامل حرکتی در محدوده توزیع هر یک از اعصاب مورد بررسی زمانی رخ می‌دهد که بیمار قادر به انجام حرکت مربوط به عصب آن درماتوم در پایان دقیقه ۲۰ نباشد، در غیر این صورت بلوک حرکتی ناکامل است. برای ارزیابی بلوک حرکتی در محدوده عصب مدین از تست فلکشن مچ دست و انگشتان؛ عصب رادیال از ارزیابی اکستنشن مچ دست و انگشتان؛ عصب اولنار از ارزیابی رو به روی هم قرار گرفتن انگشتان (opposition) و عصب موسکولوکوتانئوس از ارزیابی فلکشن بازو استفاده شد.

در صورت عدم بی‌حسی کامل بیمار از فنتانیل با دوز ۱/۵ µg/kg و پمپ پروپوفول با دوز ۵۰ µg/kg/min استفاده شد. در صورت وجود درد حین عمل جراحی نیز از روش بیهوشی عمومی استفاده گردید.

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ و با استفاده از آزمونهای آماری chi^2، آزمون دقیق فیشر، و آزمون تی مستقل آنالیز شد. سطح معنی‌داری نیز ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک بیماران همچون سن، جنس، قد و وزن بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱). عدم موفقیت در بی‌حسی در دو بیمار از گروه اول (۶/۶۷٪) و دو بیمار از گروه دوم (۷/۱۴٪) دیده شد. همچنین در ۳ بیمار از گروه لیدوکائین ۱/۳٪ و ۴ بیمار از گروه لیدوکائین ۲٪ نتیجه بی‌حسی نسبی بود که از فنتانیل و پروپوفل به عنوان هوشبر استفاده گردید. نتایج بی‌حسی با متغیر گروه مداخله ارتباط معنی‌داری نداشت.

جدول ۱. توزیع فراوانی متغیرهای دموگرافیک و بالینی بیماران *

متغیر		لیدوکائین ۱/۳٪	لیدوکائین ۲٪
سن		۴۰/۷(۱۴/۵۷)	۳۶/۸(۱۶/۰)
جنس	مرد	۲۱(٪۷۲/۴)	۲۱(٪۷۵)
	زن	۸(٪۲۷/۶)	۷(٪۲۵)
قد (cm)		۱۷۰/۲(۱۰/۵۲)	۱۶۹/۸(۹/۱۹)
وزن (kg)		۷۵/۴(۱۲/۱۱۴)	۷۰/۳(۹/۵۸)
محل بی‌حسی	ساعد	۲۰(٪۶۹)	۱۳(٪۴۶/۴)
	مچ دست	۵(٪۱۷/۲)	۸(٪۲۸/۶)
	دست	۴(٪۱۳/۸)	۷(٪۲۵)

*داده‌ها به صورت میانگین (انحراف معیار) گزارش شده و اختلاف دو گروه در هیچ موردی معنی‌دار نبود.

زمان شروع بلوک حسی و حرکتی در گروه لیدوکائین ۱/۳٪ به‌صورت معنی‌داری کوتاهتر از گروه لیدوکائین ۲٪ بود (p<۰/۰۵). میزان موفقیت بلوک حسی و حرکتی نیز در گروه لیدوکائین ۱/۳٪ بیشتر بود (۸۲/۸٪ در گروه ۱/۳٪ در مقابل ۷۸/۶٪ در گروه ۲٪) ولی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت. میانگین شدت تحریک (stimulation) در گروه لیدوکائین ۲٪ به صورت معنی‌داری بیش از گروه لیدوکائین ۱/۳٪ بود (جدول ۲). در هر گروه، ۴ بیمار تحریک بیش از ۰/۵ میلی‌آمپر داشتند.

جدول ۲. اطلاعات بی‌حسی بیماران در دو گروه مورد مطالعه

	لیدوکائین ۱/۳٪	لیدوکائین ۲٪	P value
شدت تحریک	۰/۴(۰/۰۹۲)	۰/۴(۰/۰۶۵)	٭۰/۰۲
درصد موفقیت کامل	٪۸۲/۸	٪۷۸/۶	۰/۷
زمان شروع بلوک حسی(دقیقه)			
عصب رادیال	۷/۹۳(۳/۶۶۴)	۱۰/۷(۴/۸۵۲)	٭۰/۰۱
عصب مدین	۷/۵(۳/۴۳۸)	۱۰/۵(۴/۷۸)	٭۰/۰۱
عصب اولنار	۷/۵(۳/۴۳۸)	۱۰/۷(۴/۸۵۲)	٭۰/۰۰۷
عصب موسکولوکوتانئوس	۶/۵(۲/۷۰۷)	۹/۱(۴/۵۲۴)	٭۰/۰۱
زمان شروع بلوک حرکتی(دقیقه)			
عصب رادیال	۸/۹(۴/۵۰۸)	۱۳/۳(۵/۱۰۱)	٭۰/۰۰۱
عصب مدین	۸/۹(۴/۵۰۸)	۱۳/۲(۴/۷۵۶)	٭۰/۰۰۱
عصب اولنار	۹/۱(۴/۴۴۶)	۱۳/۳(۵/۱۰۱)	٭۰/۰۰۱
عصب موسکولوکوتانئوس	۶/۸(۳/۳۸۵)	۱۰/۱(۵/۱۷۹)	٭۰/۰۰۶

داده‌ها به صورت میانگین (انحراف معیار) گزارش شده است.

٭: از نظر آماری معنی دار

کیفیت بلوک حسی عصب موسکولوکوتانئوس (p:۰/۰۴۶) و بلوک حرکتی عصب رادیال (p:۰/۰۱۷) بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت ولی تفاوت کیفیت بلوک حسی و حرکتی سایر اعصاب مورد بررسی معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).

بحث

این کارآزمایی بالینی دو سو کور نشان داد که تزریق ۱۰ سی‌سی لیدوکائین ۱/۳٪ نسبت به ۷ سی‌سی لیدوکائین ۲٪ در زمان کوتاهتری سبب بلوک کامل حسی و حرکتی اعصاب شبکه بازویی می‌گردد ولی علی‌رغم موفقیت بیشتر بلوک با حجم بیشتر دارو، این تأثیر از نظر آماری معنی‌دار نبود. از آنجا که نحوه تزریق و ارزیابی فرآیند در همه بیماران یکسان بود و از سوی دیگر تزریقات با استفاده از سونوگرافی دقیقاً در محل عصب صورت گرفت، به نظر می‌رسد زمان کوتاهتر بلوک در تزریق لیدوکائین ۱/۳٪ تنها ناشی از حجم بیشتر ماده بی‌حسی تزریق شده باشد.

طی سالهای اخیر تکنیک بی‌حسی موضعی در جراحیهای شانه و اندام فوقانی پیشرفتهای مهمی داشته و فوایدی چون

ایجاد بی‌دردی مناسب حین و بعد از جراحی و استفاده کمتر از مخدرها سبب شده تا بررسیها جهت یافتن بهترین داروی بی‌حسی و دوز مناسب آن در اولویت پژوهشی بسیاری از محققین قرار گیرد (۹). نتایج بالینی و اهمیت تأثیر دوز ماده بی‌حسی مورد استفاده و غلظت آن سبب انجام مطالعات گوناگونی شده است. این مسأله در موارد سرپایی از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا سرعت و نتیجه خوب بالینی با حداقل داروی مورد استفاده و رضایت بیمار بسیار مهم است (۶). در بعضی مطالعات تأثیر appraochهای مختلف در انجام بلوک بر موفقیت آن سنجیده شده است (۱۰).

جدول ۳. کیفیت بلوک حسی و حرکتی بیماران در دو گروه درمانی

کیفیت بلوک عصبی	لیدوکائین ۱/۳٪			لیدوکائین ۲٪			P value
	کامل (درصد) تعداد	نسبی (درصد) تعداد	ناموفق (درصد) تعداد	کامل (درصد) تعداد	نسبی (درصد) تعداد	ناموفق (درصد) تعداد	
بلوک حسی							
رادیال	۲۷(۹۳/۱)	۲(۶/۹)	۰	۲۳(۸۲/۱)	۴(۱۴/۳)	۱(۳/۶)	۰/۳
مدین	۲۷(۹۳/۱)	۲(۶/۹)	۰	۲۳(۸۲/۱)	۴(۱۴/۳)	۱(۳/۶)	۰/۳
اولنار	۲۸(۹۶/۶)	۱(۳/۴)	۰	۲۵(۸۹/۳)	۳(۱۰/۷)	۰	۰/۲
موسکولوکوتانئوس	۲۸(۹۶/۶)	۱(۳/۴)	۰	۲۲(۷۸/۶)	۵(۱۷/۹)	۱(۳/۶)	*۰/۰۴
بلوک حرکتی							
رادیال	۲۸(۹۶/۶)	۱(۳/۴)	۰	۱۹(۶۷/۹)	۸(۲۸/۶)	۱(۳/۶)	*۰/۰۱
مدین	۲۵(۸۶/۲)	۴(۱۳/۸)	۰	۲۱(۷۵/۰)	۶(۲۱/۴)	۱(۳/۶)	۰/۴
اولنار	۲۷(۹۳/۱)	۲(۶/۹)	۰	۲۳(۸۲/۱)	۴(۱۴/۳)	۱(۳/۶)	۰/۳
موسکولوکوتانئوس	۲۸(۹۶/۶)	۱(۳/۴)	۰	۲۳(۸۲/۱)	۴(۱۴/۳)	۱(۳/۶)	۰/۱

مطالعه Ilfeld و همکاران نشان داده است که در جراحیهای آرتروپلاستی ران دوز کلی ماده بی‌حسی مورد استفاده مهمترین فاکتور تأثیرگذار بر نتایج بالینی است (۱۱). از سوی دیگر برخی مطالعات نتایج متفاوتی به دست آورده‌اند. در مطالعه Yang تأثیر سه غلظت و حجم گوناگون روپیواکائین در بی‌حسی ورتیکال اینفراکلاویکولار ۱۱۰ بیمار بررسی شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که علی‌رغم بهبود بلوک حرکتی با افزایش دوز به واسطه افزایش حجم ماده تزریق شده، زمان شروع بی‌حسی، میزان موفقیت بلوک و میزان بلوک حسی تفاوت معنی‌داری نداشته و افزایش دوز دارو به واسطه افزایش غلظت یا حجم آن فواید بالینی مشخصی را سبب نشده و حتی ممکن است سبب بروز مسمومیت سیستمیک گردد (۱۲). از سوی دیگر مطالعه Casati نشان داد که افزایش دوز دارو به واسطه افزایش غلظت آن با حجم ثابت، سبب بلوک حسی و حرکتی سریعتر شده ولی تأثیری بر میزان موفقیت بلوک ندارد (۱۳). در مطالعه Bertini نیز حجمهای گوناگون تزریق ۴۰۰ میلی‌گرم مپیواکائین در جراحی اندام فوقانی، تأثیری در میزان موفقیت بلوک حسی و حرکتی و زمان شروع بی‌حسی نداشته ولی بر میزان بی دردی بعد از عمل مؤثر بود (۱۴).

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر بر اهمیت حجم ماده تزریق شده به عنوان یک فاکتور مهم در نتایج بالینی بی‌حسی موضعی اندام فوقانی تأکید دارد که با نتایج برخی از مطالعات یاد شده اختلاف دارد. در نهایت همچنان تأثیر دوز، غلظت و حجم ماده بی‌حسی تزریق شده در بی‌حسی موضعی نامشخص بوده و نیاز به بررسیهای بیشتر حس می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از پرسنل بیهوشی بیمارستان اختر کمال تشکر را دارند.

REFERENCES

1. Wu CL, Fleisher LA. Outcomes research in regional anesthesia and analgesia. Anesth Analg 2000;91(5):1232-42.

2. Taboada Muñiz M, Rodríguez J, Bermúdez M, Valiño C, Blanco N, Amor M, et al. Low volume and high concentration of local anesthetic is more efficacious than high volume and low concentration in labat's sciatic nerve block: A prospective randomized comparison. Anesth Anelg 2008;107(6):2058- 8.

3. Ilfeld BM, Loland VJ, Gerancher JC, Wadhwa AN, Renehan EM, Sessler DI, et al. The effects of varying local anesthetic concentration and volume on continuous popliteal sciatic nerve block: A dual center randomized controlled study. Anesth Anelg 2008;107(2):701-7.

4. Le LT, Loland VJ, Mariano ER, Gerancher JC, Wadhwa AN, Renehan EM, et al. Effects of local anesthetic concentration and dose on continuous inter scalene nerve blocks: A dual center, randomized, observer-masked, controlled study. Reg Anesth Pain Med 2008;33(6):518-25.

5. Taboada M, Rodríguez J, Valiño C, Carceller J, Bascuas B, Oliveira J, et al. What is the minimum effective volume of local anesthetic required for sciatic nerve blockade? A prospective, randomized comparison between a popliteal and a subgluteal approach. Anesth Analg 2006;102(2):593-7.

6. Ilfeld BM, Le LT, Ramjohn J, Loland VJ, Wadhwa AN, Gerancher JC, et al. The effects of local anesthetic concentration and dose on continuous infra clavicular nerve blocks: a multicenter, randomized, observer-masked, controlled study. Anesth & Anelg 2009;108(1):345-50.

7. Krenn H, Deusch E, Balogh B, Jellinek H, Oczenski W, Plainer-Zöchling E, et al. Increasing the injection volume by dilution improves the onset of motor blockade, but not sensory blockade of ropivacaine for brachial plexus block. Eur J Anaesthesiol 2003;20(1):21-5.

8. Casati A, Fanelli G, Borghi B, Torri G. Ropivacaine or 2% mepivacaine for lower limb peripheral nerve blocks. Study group on orthopedic anesthesia of the Italian Society of Anesthesia, Analgesia, and Intensive Care. Anesthesiology1999;90(4):1047-52.

9. Sripada R, Bowens C Jr. Regional anesthesia procedures for shoulder and upper arm surgery upper extremity update--2005 to present. Int Anesthesiol Clin 2012;50(1):26-46.

10. Mosaffa F, Gharaei B, Rafeeyan M, Gachkar L. Comparing vertical and coracoids approaches for infraclavicular block in orthopedic surgery of the forearm and hand. J Clin Anesth 2012;24(3):196-200.

11. Ilfeld BM, Moeller LK, Mariano ER, Loland VJ, Stevens-Lapsley JE, Fleisher AS, et al. Continuous peripheral nerve blocks: is local anesthetic dose the only factor, or do concentration and volume influence infusion effects as well? Anesthesiology 2010;112(2):347-54.

12. Yangs CW, Kang PS, Kwon HU, Lee KC, Lee MJ, Kim HY, et al. Effects of increasing the dose of ropivacaine on vertical infraclavicular block using neurostimulation. Korean J Anesthesiol 2012;63(1):36-42.

13. Casati A, Fanelli G, Aldegheri G, Berti M, Colnaghi E, Cedrati V, et al. Interscalene brachial plexus anesthesia with 0.5%, 0.75% or 1% ropivacaine: a double-blind comparison with 2% mepivacaine. Br J Anaesth 1999;83(6):872-5.

14. Bertini L, Palmisani S, Mancini S, Martini O, Ioculano R, Arcioni R. Does local anesthetic dilution influence the clinical effectiveness of multiple-injection axillary brachial plexus block? : a prospective, double-blind, randomized clinical trial in patients undergoing upper limb surgery. Reg Anesth Pain Med 2009;34(5):408-13.