

Consideraciones anestésicas en trauma de extremidad superior

Angel Villeda-Mejía*, Guadalupe Zaragoza-Lemus*, Rafael Reynoso Campo**,
Alejandro Espinoza-Gutierrez***

RESUMEN

El trauma de extremidad superior es tal vez, la más frecuente de las lesiones cotidianas y tiene gran impacto psicológico, social y económico. Estas lesiones requieren tratamiento quirúrgico mayor y pueden limitar la función significativamente. El manejo anestésico adecuado es clave en la atención integral del paciente; anestesiólogo y cirujano deben evaluar la lesión crónica o aguda, profunda o superficial. En ésta revisión se exponen las diferentes opciones con las que cuenta el anestesiólogo que se enfrenta al paciente con trauma de mano. Se describe la anestesia regional dentro del contexto de las ventajas ofrecidas por el bloqueo de plexo braquial; incluyendo la descripción de las investigaciones realizadas para perfeccionar la vía axilar, pensando que éste será el manejo idóneo cuando finalmente se logre entender la fisiología del paquete neurovascular de la extremidad superior (*Rev Mex Anest* 1998;21:113-128).

Palabras clave: Trauma, extremidad superior, anestesia, bloqueo axilar.

ABSTRACT

Anesthetic Considerations in the Trauma of Upper Extremities. The trauma of the upper extremity is maybe, the most common of the injuries and have psychology, social and economic impact. These injuries request major surgical treatment and these can limit the function significantly. The adequate anesthetic manage is the key in the integral patient attention; anesthesiologist and surgeon duty evaluated chronic or acute, deep and superficial injuries. In this review, the different options for the anesthesiologist that confront to patient with hand trauma are expound. The regional anesthesia within of context of the benefits that offer the brachial plexus block is described; it included the description of other investigations for to improve the approach axillar, we think that these will be the best manage when finally we understand the physiology of neurovascular space of the upper extremity (*Rev Mex Anest* 1998;21:113-128).

Key Word: Trauma, upper extremity, anesthesia, approach axilar.

LOS TRAUMAS de mano son problemas comunes en el departamento de emergencias. Se pueden asociar con incapacidad a largo tiempo y con impacto financiero significativo para el paciente y la sociedad. En muchas áreas de la medicina clínica el diagnóstico altamente tecnológico y las modalidades terapéuti-

cas han necesitado un centro de concentración. Una historia aguda y la realización de un cuidadoso examen físico de la mano adquiere un rol pivote en la evaluación y tratamiento¹.

La complejidad de la mano necesita una evaluación cuidadosa de cualquier lesión. El acabado de la cubierta requiere cuidadosa valoración del tejido disponible para la cobertura y la consideración de la funcionalidad y los aspectos cosméticos².

La mano es quizá, uno de los órganos del cuerpo humano, que al lesionarse provoca al paciente un

*Médico anestesiólogo adscrito al Hospital Central Norte de PEMEX, **Cirugía Plástica y Reconstructiva, Cirugía de mano y microcirugía. Hospital Mocel. ***Jefe de Cirugía de mano y microcirugía. Instituto Nacional de Ortopedia. Correspondencia: Angel Villeda Mejía. Horacio 543-D501, Col. Polanco, 11590 México, D.F.

estado de incapacidad, ansiedad y angustia extremas. Cada lesión "menor" puede alcanzar una morbilidad considerable.

Por ejemplo, la tasa de complicaciones de reimplante digital es del 50%³.

Estadísticas seguras, arrojan 20,000 casos de amputación digital accidental que ocurren en Philadelphia por año, esto representa sólo una fracción de todos los traumas severos de mano sufridos anualmente. El trauma de mano es más común de lo que nos imaginamos. Estas lesiones requieren tratamiento quirúrgico mayor, el costo inicial del tratamiento se estima en promedio de \$ 22,000 dólares⁴; y los costos subsecuentes, que pueden incluir re-intervenciones, rehabilitación, pérdida de la productividad y pagos, además de compensaciones; lo que usualmente excede los cuidados agudos. ¿está el anesthesiólogo preparado para el manejo adecuado del reto que plantea la extremidad superior?

MECANISMOS DE LESION

La necesidad de adecuar programas de prevención de lesión de mano ha empezado a enfatizar en las medidas de seguridad. La efectividad de estas maniobras se empieza a sentir, aunque es limitada por el grado y naturaleza de las lesiones. Los factores de riesgo que se han identificado incluyen fatiga, inexperiencia con maquinaria poderosa, falla en el uso apropiado de herramientas potentes, operación de equipos después de comer y bajo estrés, estados de intoxicación y violencia en aumento; todo ello forma parte de la evaluación preanestésica⁵.

Algunos estudios interesantes encontraron que el mecanismo más común de amputación digital es a través de un aparato de sierra, J.S. Taras sugiere que los individuos zurdos tienen un riesgo relativo de sufrir una amputación, que es 4.9 veces mayor que los individuos diestros, mientras que el trauma menor de mano ocurre a tasas proporcionales sobre los individuos zurdos dentro de la población.

Las lesiones de "sobreuso" o microtraumas crónicos son un importante e incrementado problema en atletas, (jugadores de golf y tenis) artistas (pintores y escritores) y otros. La inacostumbrada aplicación de estrés repetitivo a algún tejido puede causar disrupción estructural suficiente para desarrollar la capacidad de adaptabilidad de los tejidos y entonces causar lesión sin necesariamente causar pérdida completa de la función, clasificando así el trauma de mano en agudo y crónico. En cuanto a éste último,

los eventos que llevan a la lesión, así como, el nivel de estrés requerido para iniciar esto, varían dependiendo del tejido y el individuo. La vía común de daño involucra microdaño al tejido de colágena, tejido óseo combinado con efecto directo o indirecto sobre la microvasculatura, con privación consecuyente de oxígeno⁶. El proceso de inflamación y reparación es común a todos los tejidos y es bien descrito; un entendimiento de este procesos es crítico en el tratamiento óptimo de éstas lesiones⁷. La modificación de factores tanto intrínsecos como extrínsecos, es importante en el manejo anestésico y en el programa de rehabilitación que permitirá el retorno del individuo a sus actividades⁸.

EVALUACION INICIAL

Es importante determinar los mecanismos de lesión y las fuerzas que ocurren sobre la extremidad superior en el momento de un evento agudo, agregando una mayor evaluación a los síntomas crónicos, si es que existen, dentro del contexto de la práctica de rutina, demandas competitivas y características de funcionamiento, por ejemplo la actividad que reproduce dolor a un mecánico o a un boxeador. En general se trata de pacientes con estómago lleno, muy ansiosos que pueden seguir dos rutas: manejo quirúrgico inmediato o estabilización y secundariamente tratamiento quirúrgico de la extremidad.

El examen inmediato después de cambios inflamatorios y dolor induce a espasmo muscular que puede orientar dentro del diagnóstico y que no se podría disponer de él más tarde. Se evalúa la lesión aguda, para el diagnóstico de lesiones crónicas para la reconstrucción, se evalúa la función y la dishabilidad. Es importante la observación y evaluación en lo siguiente: a. El mecanismo de lesión y la posición de las articulaciones de la extremidad en el momento del impacto. b. Las áreas de puntos delicados. c. Alguna evidencia de subluxaciones junto a fracturas. d. La deformidad. e. Test de estabilidad. g. Algún daño neurológico o vascular y h. Manejo del dolor⁹.

Considerar si el paciente fuma, debido a que el tabaquismo esta asociado a un incremento de complicaciones postoperatorias en procedimientos como ritidectomía¹⁰, reconstrucción arterial¹¹ y microcirugía¹². El efecto vasoactivo directo de fumar es mediado neuralmente y se debe probablemente a efectos estimulatorios nicotínicos sobre las fibras simpáticas postganglionares. Se debe considerar la anes-

Cuadro I. Técnicas de diagnóstico en trauma de mano que también requieren anestesia.

No invasiva	Radiografía estándar Fluoroscopia Tomografía Triaxial Resonancia Magnética
Semi invasiva	Scan de hueso Artrografía
Invasiva	Artroscopia

tesia regional cuando se realizan reconstrucciones de colgajos o reinplantes en pacientes quienes son fumadores, aunque otros efectos colaterales del tabaquismo sobre la presión sanguínea¹³ y la coagulabilidad¹⁴ no pueden ser revertidos por bloqueo simpático local¹⁵. Las técnicas de diagnóstico en trauma de mano que también requieren de anestesia local, se resumen en el Cuadro I.

TIPOS DE ANESTESIA

Las necesidades del paciente y consideraciones quirúrgicas demandan las opciones del manejo anestésico más adecuado, por lo que se puede realizar cualesquiera de las siguientes técnicas: anestesia general, cualquier tipo de bloqueo de conducción ya sea, tópico, local, de campo, o regional. También se puede sumar a cualesquiera de ellos anestesia general "ligth" tal es el caso de la cirugía microvascular de reconstrucción realizada con altas tasas de éxito en niños pequeños haciendo una combinación de anestesia general con bloqueo de plexo axilar¹⁶. E incluso, los franceses, reportan bloqueos peridurales a nivel de C7-T1 con bupivacaina para cirugía de mano con éxito considerable¹⁷. En lo consecutivo se expondrán los criterios y la experiencia de otros autores para elegir una técnica sobre otra.

Anestesia locorregional

Los agentes anestésicos se pueden administrar en forma de infiltración local, un bloqueo de campo, bloqueo nervioso o en forma tópica¹⁸. La infiltración local, la cuál involucra la inyección subcutánea de un agente, es útil para anestesiarse pequeñas áreas. Un bloqueo de campo involucra la inyección de un agente en un círculo alrededor del sitio de operación y se usa

para incisión y drenaje de abscesos y reparación de laceraciones complejas. Un bloqueo de nervio o regional consiste en la inyección cerca de un nervio o nervios de un área específica. Finalmente la anestesia tópica involucra la aplicación del agente directamente a la lesión y es útil para anestesiarse zonas ulceradas.

La infiltración muy lenta de un anestésico local puede disminuir el dolor asociado con la inyección, pero debido al valioso tiempo en el servicio de emergencias, es muchas veces difícil hacer una infiltración suficientemente lenta¹⁹. Varios anestésicos locales están etiquetados en una forma ácida (Ph 5.0 a 7.0) para prolongar su vida media²⁰. Los buffers de los anestésicos locales son el bicarbonato de sodio en una dilución 10:1 que disminuye el dolor sin comprometer la eficacia del anestésico local²¹.

Un bloqueo regional de mano da facilidades para el examen apropiado y extensión del daño que puede ser exhaustivo, brinda analgesia profunda y debe brindar seguridad. Los bloqueos regionales permiten la sutura de laceraciones, de heridas, reparación de tejido blando dañado, remoción de cuerpos extraños, la aplicación de grapas en piel y la incisión en paroniquias y otros abscesos pequeños.

La lidocaína es el anestésico más comúnmente usado para bloqueos de nervios de extremidad superior debido a su pronto inicio de acción (15 minutos) y adecuada duración de acción (60 a 90 minutos). Para bloqueos sensoriales la lidocaína al 1% da una adecuada anestesia, la solución al 1 o 2% se usa cuando se requiere bloqueo motor²².

Comúnmente las técnicas anestésicas usadas para reparar lesiones de mano en el servicio de urgencias incluyen bloqueos de muñeca, bloqueos intermetacarpianos y anestesia por infiltración local. Estas técnicas cuidadosamente revisadas dan un amplio rango de cirugías de mano menor que pueden ser realizadas bajo bloqueo locorregional²³. El torniquete sobre el codo es la única limitante, pero son útiles para dar analgesia postoperatoria durante la anestesia general, y en algunos casos para mejorar la eficiencia del Bloqueo de plexo braquial²⁴.

Bloqueos de muñeca

Estos bloqueos dan anestesia satisfactoria sin inducir parálisis de músculos extrínsecos. La localización de los nervios puede ocasionar parestesias, esto es posible pero no necesario, después de la inyección del anestésico. Dolor severo sobre el sitio de la inyección indica que la aguja está colocada intraneuralmente, necesitando recolocar la aguja para evitar el desarrollo de neuritis.

Los tres tipos de bloqueo de muñeca son mediano, ulnar y radial.

Bloqueo de nervio mediano. El nervio mediano tiene arcos sensoriales que dan el aspecto palmar de los tres dedos lateral y uno medio, además del lado radial de la palma. El nervio mediano se une a la muñeca entre el flexor *carpi radialis* y el tendón largo palmar. Una aguja calibre 25 se usa para hacer una circunferencia subcutánea entre los dos tendones a nivel del pliegue proximal de la muñeca.

Un bloqueo de nervio mediano es administrado por la colocación de la aguja justo en lo profundo del tendón largo del palmaris; 5 a 8 ml de anestésico inyectado lentamente²⁵. Si el paciente tiene ausencia congénita o adquirida del músculo palmar largo, la inyección puede hacerse sobre el lado medial del tendón carpi radialis²⁶.

Bloqueo del nervio ulnar. El nervio ulnar da sensibilidad al brazo que da el aspecto ulnar del dedo medial y el dedo medio, y el lado ulnar de la palma y el dorso de la mano. El nervio se une a la muñeca entre el tendón flexor carpiano ulnaris y la arteria ulnar. Para realizar un bloqueo de nervio ulnar, se hace una circunferencia subcutánea en el pliegue proximal de la muñeca, entre el tendón y la arteria. La aguja se inserta en circunferencia y se avanza 1 cm en forma medial y profunda a la arteria ulnar. 5 ó 7 ml de anestésico se inyecta, con aspiraciones frecuentes para evitar la inyección intraarterial. La rama cutáneo dorsal del nervio ulnar, la cuál aumenta 5 cm proximal a la muñeca y atraviesa distalmente para inervar el dorso de la mano, puede ser bloqueado por la inyección subcutánea de anestésico, justo distal al estiloides ulnar con 3 ó 4 ml²⁷. Bloqueo de Nervio Radial. El nervio radial da ramas sensoriales a la porción dorsal del radial y una área variable del dorso y el lado lateral de los 3 dedos. Las ramas terminales del nervio radial pueden ser bloqueadas en el estiloides del radial subcutáneamente con 5 ml de anestésico. El borde proximal de la tabaquera anatómica es la señal para la inyección.

Bloqueo combinado de Nervios. Dado que el pulgar es inervado por los nervios radial y mediano, y el cuarto dedo por el nervio ulnar y mediano, los bloqueos combinados son necesarios para completar la anestesia de éstas dos áreas para anestesiarse el dorso de la mano, ya que ambos pueden ser bloqueados tanto el radial como el ulnar.

Bloqueos digitales intermetacarpianos

Estos bloqueos se usan para reparar laceraciones y reducir fracturas de un solo dedo. El

bloqueo digital a diferencia del bloqueo metacarpiano es más eficaz y requiere significativamente menos tiempo de instalación²⁸. La mano del paciente tiene una tendencia hacia arriba y la unión metacarpofalángica del dígito afectado está ligeramente hiperextendida. A nivel del pliegue palmar distal sobre ambos lados del hueso metacarpiano, una aguja calibre 25 se usa para inyectar 2 a 3 ml de anestésico local a lo largo del trayecto del nervio digital común. Para prevenir la isquemia la epinefrina debe evitarse. Se han podido realizar reinplantos digitales con éxito. Los criterios para bloqueo digital en reinplantos de más de 3 hrs son: pacientes jóvenes sanos, lesión de mano solitaria, capacidad para entender el procedimiento y estabilidad emocional²⁹.

Infiltración local

La infiltración local de piel y tejido subcutáneo es la técnica usada para el cierre de laceraciones menores, lesiones salientes de piel pequeñas y, simultáneamente con bloqueos de nervios, reducción de fracturas cerradas después de aspiración e infiltración de hematomas (bloqueo de hematoma) alrededor del sitio de fractura³⁰. Y es el método ampliamente usado para aliviar el dolor postquirúrgico donde se infiltra el sitio de la incisión quirúrgica obteniendo analgesia superior a la administración de otros agentes vía sistémica³¹.

ANESTESIA REGIONAL

Todas las estructuras profundas de la extremidad superior y la piel distal a la mitad del brazo pueden hacerse insensibles mediante bloqueo de los nervios que forman el plexo braquial. Dichos nervios pueden ser bloqueados en cualquier lugar a lo largo de sus recorridos: desde la salida de los agujeros vertebrales y la entrada a la aponeurosis entre los músculos escalenos anterior y medio, hasta que finalizan en los nervios específicos de la mano. Las técnicas del bloqueo del plexo comprenden infiltración en una de las cinco áreas anatómicas, es decir, paravertebral o interescalénico, infraclavicular o supraclavicular, y axilar. Así, cualquier procedimiento quirúrgico en el brazo (p. ej., reducción de fracturas o luxaciones, sutura de tendones o reparación de laceraciones) es una indicación para el uso de este tipo de anestesia. Sin embargo, con frecuencia la indicación primaria para escoger el bloqueo nervioso del plexo braquial en lugar de la anestesia general es el deseo del paciente o de el cirujano o la habilidad del anestesiólogo.

VENTAJAS

El bloqueo de plexo braquial, como todos los otros procedimientos de la anestesia regional, ofrece ciertas ventajas al paciente, al cirujano y al anestesiólogo que pueden no lograrse con la anestesia general. Estas incluyen:

1. La anestesia se restringe a la región del cuerpo que se desea operar, dejando los centros vitales intactos. La fisiología del paciente resulta menos afectada que con la anestesia general porque el metabolismo del resto del cuerpo no es alterado. Esta consideración es importante en el paciente de alto riesgo que no puede tolerar el estrés de la anestesia general. Los pacientes que presentan una patología asociada, como enfermedad cardíaca, renal y pulmonar, lesiones torácicas, diabetes, etc., son capaces de tolerar la cirugía realizada con bloqueo de plexo braquial sin que empeore su enfermedad. Esto no implica que la técnica este reservada para los pacientes de alto riesgo. Por el contrario, casi todos los pacientes candidatos para la cirugía de la extremidad superior pueden recibir los beneficios de ésta forma de anestesia regional.
2. Es posible y deseable para el paciente ambulatorio con trauma menor de mano. Los pacientes ambulatorios pueden ser enviados a sus casas después de procedimientos como la reducción cerrada de fracturas y reparación de laceraciones. El creciente aumento de la cirugía ambulatoria ha obligado a los anestesiólogos a buscar recursos anestésicos que permitan la recuperación rápida y eficaz de los pacientes lo que implica que se encuentren conscientes y sin efectos colaterales incapacitantes que los obliguen a hospitalizarse, es aquí, donde la anestesia regional juega un papel crucial.
3. El bloqueo de plexo braquial también está indicado en los ancianos, en los que la deambulación temprana es necesaria para prevenir complicaciones postoperatorias.
4. Evita riesgos ambientales, siempre que la fluoroscopia sea una ayuda necesaria al procedimiento quirúrgico, el bloqueo del plexo braquial elimina los peligros potenciales de la anestesia general, explosión, depresión u obstrucción respiratoria en una habitación oscura en la que el paciente no puede observarse con facilidad.
5. La cooperación del paciente también permite que éste colabore con el cirujano o el radiólogo cuando se necesite realizar maniobras técnicas.
6. Evita que las náuseas postanestésicas, el vómito y otras complicaciones de la anestesia general, como atelectasias, hipotensión, íleo y deshidratación, sean menos frecuentes.
7. Permite al paciente mantener una dieta regular, y así, beneficiarse de la alimentación oral en el período postoperatorio temprano.
8. Las intervenciones prologadas de la extremidad superior, cuando se realizan bajo anestesia general, son algunas veces seguidas por depresión postoperatoria debido a los requerimientos relativamente mayores de fármacos. Las intervenciones como reparaciones de tendones y procedimientos de cirugía plástica pueden tener complicaciones desproporcionadas en relación con la magnitud de la intervención.
9. El bloqueo de plexo braquial permite al paciente que teme perder la conciencia continuar despierto. Si se realiza en forma adecuada ocasiona una molestia mínima.
10. Los pacientes que llegan al quirófano en estado de shock franco o inminente pueden mejorar tan pronto como se alivie el dolor con el bloqueo. La mejoría de la circulación por el bloqueo simpático puede ser un factor positivo en el pronóstico de la extremidad superior traumatizada que presenta áreas cuya circulación se halla gravemente comprometida y su viabilidad hística es dudosa.
11. Cualquier paciente sometido a cirugía con el estómago lleno presenta el peligro de aspiración, si vomita.
12. Se pueden obtener las condiciones ideales para operar satisfaciendo los requerimientos quirúrgicos. Pueden obtenerse una relajación motora completa; si se desea que el paciente se mueva y coopere como en la reparación quirúrgica de los tendones- ello es posible utilizando una concentración menor de anestésico local.
13. Si no hay anestesiólogo disponible, como en las regiones rurales el bloqueo del plexo braquial permite la máxima utilización del personal disponible. El cirujano puede realizar el bloqueo y luego llevar a cabo la operación, o un anestesiólogo puede proporcionar la anestesia a más de un paciente.
14. Las enfermeras de sala aprecian particularmente el uso de anestesia regional. Los pacientes que regresan a la sala despiertos, sin náuseas ni vómito, y son capaces de asistirse a si mis-

mos inmediatamente, permiten al equipo de enfermería el cuidado de muchos más pacientes a la vez.

15. La anestesia regional tiene mejor control sobre la modulación a la Respuesta Endocrino metabólica al Trauma³².
- 16., Mediante los bloqueos nerviosos regionales se puede ofrecer a los pacientes no solo un mejor servicio en el momento de la cirugía, sino también en la analgesia postoperatoria reduciendo el consumo de analgésicos parenterales (ya sea narcóticos o AINES)³³.

COMPLICACIONES

Toda acción anestésica implica un riesgo, aunque el no encontrar problemas, no quiere decir que el riesgo sea de cero; sino mas bien indica la incidencia variable esperada estadísticamente de un suceso poco frecuente.

1. Neumotórax, las complicaciones serias son excepcionales. La complicación, más específica del abordaje supraclavicular para el bloqueo del plexo braquial es el neumotórax. Su frecuencia es del 0.5-6% y disminuye a medida que aumenta la habilidad del anestesiólogo. Quienes presentan ésta complicación con mayor frecuencia son los pacientes altos y delgados que tienen una pleura apical alta. El riesgo de Neumotórax es bajo si se presta atención a los detalles, se toma el tiempo necesario y se realizan las maniobras con suavidad, se evita el uso de múltiples intentos indiscriminados y se emplean aguja cortas, relativamente finas. Las agujas finas limitan la capacidad de lograr parestesias y de detectar inyecciones intravasculares pero producen menos lesión al pulmón.
2. Bloqueo del nervio frénico. Ocurre en el 40-60% de los casos, y por lo general, no producen síntomas. Si ocurre un bloqueo frénico bilateral en un paciente con una enfermedad torácica asociada pueden aparecer signos de hipoxia. Por lo común el bloqueo unilateral no requiere tratamiento. Si hay síntomas, éstos desaparecen cuando el bloqueo finaliza. Si hay signos de hipoxia se debe administrar oxígeno por mascarilla u otra forma de oxigenoterapia.
3. Síndrome de Horner (bloqueo de ganglio estrellado). Ocurre en el 70-90 % de los bloqueos del plexo braquial cuando se utilizan volúmenes grandes (50 ml o más) de anestésico local. Los

síntomas desaparecen al finalizar el bloqueo y no requieren tratamiento. Se debe explicar con claridad la situación al paciente, asegurándole que los signos y síntomas desaparecerán al finalizar la acción del anestésico local.

4. Lesión nerviosa o neuritis. Son complicaciones raras, pero es posible que sucedan en todos los bloqueos nerviosos, incluyendo la técnica supraclavicular. Cuando ocurre la causa más frecuente es la posición incorrecta del brazo anestesiado durante la cirugía o el postoperatorio, más que el bloqueo *per se*. Otros traumatismos son la lesión por la aguja, la isquemia prolongada por el uso de vasoconstrictores o una solución anestésica muy concentrada. El tratamiento consiste por lo general en "dejar pasar el tiempo". Estas lesiones pueden persistir durante días o meses. La fisioterapia por médicos entrenados y los ejercicios en la casa son inapreciables para prevenir la atrofia muscular. Se debe realizar una interconsulta neurológica para establecer el nivel, la extensión y el tratamiento de la lesión y también para protegerse contra una acción médico legal. Existe un reporte serio de 1996 de Stark³⁴ revisan el daño neurológico seguido de bloqueo braquial, y éste es más común de lo que se cree y, puede ser una complicación devastadora.
5. Reacciones tóxicas por niveles sanguíneos elevados del anestésico local. La reacción más frecuente en el bloqueo supraclavicular del plexo braquial es una inyección intravascular no intencionada o el uso de una cantidad excesiva de anestésico. Si se trata en forma adecuada no constituye una complicación seria.
6. Hemorragias y Hematomas, al utilizar los vasos sanguíneos como puntos de referencia, por ejemplo, la técnica Perivascular la incidencia de llegar a lesionar alguna de éstas estructuras aumenta.
7. Con frecuencia se critica la anestesia regional por el tiempo más largo que implica su ejecución en comparación con la inducción de la anestesia regional. Esta objeción puede ser legítima, pero si con éste tiempo adicional se mejora el bienestar del paciente, la demora esta justificada. No es aconsejable emprender la ejecución de bloqueos nerviosos detallados y prolongados con prisa y frente al personal quirúrgico. Lo ideal es que el bloqueo nervioso esté ya establecido antes de la hora prevista para la operación³³.

¿ QUE VIA ELEGIR ?

Antes de que conteste ésta pregunta, analice que áreas de la extremidad quiere anestésicar : el bloqueo interescalénico se distribuye bien , pero sólo bloquea el nervio ulnar en aproximadamente 50% de los casos³⁵, el bloqueo supraclavicular produce anestesia en toda la extremidad superior excepto la piel sobre los hombros, de igual manera el bloqueo infraclavicular³⁶. La inyección axilar produce bloqueo seguro del aspecto medial de la extremidad, antebrazo y mano, pero puede fallar para anestésicar el nervio musculocutáneo y radial en el 50% de los pacientes³⁵.

Por lo anterior, el acceso supraclavicular, por lo fácil de realizar y la seguridad de la distribución del bloqueo ha llegado a ser la vía standard, en comparación con otras técnicas. El acceso interescalénico y el axilar no dan un bloqueo tan confiable de distribución, pero la inyección axilar particularmente tiene un bajo riesgo de complicaciones, especialmente en principiantes. El bloqueo infraclavicular produce un bloqueo confiable en manos experimentadas, pero es técnicamente más difícil de realizar³⁷. El bloqueo interescalénico produce una analgesia satisfactoria en la mayoría de los casos, con una anestesia sensorial completa hasta los dermatomas C4-C5; sin embargo, causa un alta incidencia de paresia hemidiafragmática³⁸, y disminuye la función pulmonar normal, la capacidad vital forzada y el volumen expiratorio forzado al 1seg³⁹. Estas disminuciones son completas después de 15 minutos de la aplicación del bloqueo. Reduciendo el volumen de inyección de 45 a 20 ml, no reduce la incidencia de paresia diafragmática⁴⁰. La paresia hemidiafragmática causa reducciones en la ventilación y perfusión del lóbulo pulmonar inferior sobre el lado afectado provocando disociación y aumento de la diferencia alveolo-arterial de oxígeno e hipoxemia leve⁴¹. El bloqueo es realizado en la posición supina, en la cuál, el contenido abdominal del sujeto empuja el diafragma en dirección cefálica e incrementa el grado de alteración de la ventilación-perfusión. La frecuencia respiratoria y la distensibilidad torácica aumentan incrementando el volumen corriente para compensar la reducción del movimiento abdominal, mantener el volumen minuto, pero esto se traduce en una disminución significativa en la tensión arterial de oxígeno, lo que agravaría el estado del paciente cardiopata, neumopata o con enfermedades neuromusculares⁴².

Lejos de satanizar las temidas complicaciones de neumotórax, o inyección peridural, los autores

recomiendan que este tipo de bloqueos debe realizarse por anestesiólogos altamente entrenados con tal habilidad y destreza que sus complicaciones caigan a cero, pero como esto es casi imposible, recomendamos no exponer un paciente al clásico "a ver si funciona", le queremos recordar que el bloqueo de plexo braquial con bupivacaina causa miotoxicidad e inflamación reversible en el conejo; una semana después del bloqueo continuo, las fibras musculares inician su regeneración. La elección entre éstos métodos esta influenciada usualmente por la familiaridad o habilidad individual del anestesiólogo, la distribución requerida del bloqueo y el riesgo de complicaciones. Sin embargo, recientes trabajos sobre la inyección axilar han sugerido que el bloqueo confiable puede ser alcanzado. Y si éste es el caso, nosotros podríamos llegar a la técnica de elección.

BLOQUEO AXILAR

Una de las principales teorías que explican el fracaso de la inyección axilar para lograr una anestesia segura de mano, es la existencia de septas dentro de la vaina evitando así, la dispersión uniforme del agente⁴⁴. Vester-Andersen y colegas⁴⁵ hicieron estudios en cadáveres y fueron incapaces de demostrar la presencia de alguna septa. Sin embargo, encontraron que cuando la mano se encontraba en abducción, el paquete neurovascular se estrechaba progresivamente alcanzando la pared lateral de la axila. Esto parecía tener el efecto de limitar la dispersión circunferencial especialmente a los nervios radial, musculocutáneo y axilar. Ellos concluyeron que esta restricción física de dispersión de la solución inyectada era responsable del fenómeno de bloqueo incompleto, y sugirieron que la inyección con el brazo de lado puede ayudar a promover la dispersión.

Un mayor examen del paquete axilar fue realizado por Patridge y colegas en 1987⁴⁶. En cadáveres, ellos demostraron la presencia de extensas septas como velos formando compartimentos alrededor del contenido de la vaina. Sin embargo, se encontró que estas septas eran incompletas y no era una barrera al anestésico. Inyecciones únicas de azul de metileno dentro de la vaina axilar teñían los nervios ulnar, mediano y radial.

Ang y colegas⁴⁷ encontraron que la inyección aún fuera de la vaina puede producir bloqueo, aunque algunas veces más lentamente. Sin embargo, podría ser justo asumir que la inyección en un sitio más remoto tiene el mayor parecido al bloqueo en parche. Selander⁴⁸ estableció que una razón para la

falla de la técnica de inyección única axilar puede ser una dispersión inadecuada por volumen insuficiente.

En 1987, Cockings y colegas⁴⁹ describieron la técnica transarterial de bloqueo axilar. Esto involucra la penetración deliberada de la arteria axilar. Ellos reportaron una tasa extremadamente exitosa del 99%, incluyendo la distribución del músculo radial y musculocutáneo; esto es considerablemente mayor que la que algún autor haya reportado. Ellos atribuyen su éxito a algunos factores: volumen y concentración de la droga, depósito de la profundidad del anestésico local respecto a la arteria axilar e identificar las referencias anatómicas precisas⁵⁰.

Usando la técnica del catéter descrita por Selander⁵¹, Vester-Andersen y colegas⁵² inyectaron mepivacaina al 1% con adrenalina 40 ml dentro de la vaina axilar, reportando bloqueo completo en el 63% de los casos, con un bloqueo motor deficiente en el 37% de los casos. El nervio radial fue bloqueado en el 75% y el musculocutáneo en el 80%. Muchas variables fueron examinadas en un intento para encontrar una relación con el bloqueo incompleto, incluyendo edad, peso, talla, punción pero no se identificaron.

La tasa de éxito entonces depende entonces del sitio sobre el que se va a realizar la cirugía, por lo tanto el bloqueo axilar para operaciones en la distribución del nervio ulnar y medial puede inevitablemente alcanzar grandes tasa de éxito a diferencia de las cirugías realizadas en el área de distribución cutánea radial o musculocutáneo. Todas las investigaciones de Vester-Andersen y cols⁵³⁻⁵⁶, estuvieron bien controlados y esto permitió que la información de todos sus reportes fuera analizada en conjunto. Ellos concluyeron que: incrementos en el volumen extienden el área de analgesia; incrementando las concentraciones aumenta el bloqueo motor; y un incremento en las dosis mejora la calidad del bloqueo sensorial alcanzado, con una tasa de éxito del 56 al 99% dependiendo de los factores utilizados. Sobre la base de estos estudios, ellos sugieren que 50 ml de mepivacaina al 1% con adrenalina, puede dar "incidencia alta de aceptabilidad" de bloqueo confiable.

Youssef y Desgrand⁵⁷ compararon dos técnicas de inyección axilar: el método convencional y la transarterial, alcanzando un bloqueo completo de la mano en 59 % y 48% de pacientes respectivamente. El método transarterial tiende a incrementar el bloqueo de nervio radial y axilar, mientras que la técnica

convencional tiende a incrementar el bloqueo musculocutáneo, estas diferencias no fueron estadísticamente significantes. Ellos reportaron el doble de falla en el grupo transarterial comparado con la técnica convencional, relacionando esta tasa de falla con la falta de familiaridad con el procedimiento sugieren que la practica regular de una técnica particular puede incrementar la tasa de éxito. Mientras que esto es indudablemente verdadero, no vale la pena nada de eso, en el estudio de Cockings los bloqueos fueron realizados por personal en entrenamiento.

Un acceso transarterial modificado ha sido descrito por Gibbons y Leonard⁵⁸. Ellos retiraron la aguja dentro del lumen y repuncionaron la pared posterior de la arteria después de inyectar cada 5ml. de anestésico hasta que se administraron dosis totales de 48ml., realizando una evaluación no formal alcanzando una tasa de éxito del 96%.

Desde la introducción del catéter axilar continuo en 1977, muchos autores han descrito modificaciones de la técnica. El catéter da algunas ventajas sobre la técnica de la aguja, incluyendo menos riesgo de trauma cuando se avanza al punto de inyección medial, prolonga la analgesia por infusión o inyecciones repetidas⁵⁹, la oportunidad de mejorar un bloqueo inadecuado antes de la cirugía⁶⁰ y la habilidad para hacer la inyección con la mano por el lado del paciente; esto relaja la vaina, permitiendo mejor dispersión circunferencial y también evita la compresión por la cabeza humeral promoviendo la mejor dispersión proximal⁶¹.

PERFECCIONANDO EL BLOQUEO AXILAR

La técnica del bloqueo axilar transarterial descrita por Cockings* fue el standard supremo en cuanto a seguridad de éxito; sin embargo como sabemos la punción deliberada de una arteria mayor no esta exenta de riesgo, especialmente si se realizar penetraciones múltiples, como se ha demostrado ampliamente⁶². se enfatiza que el daño a la arteria es una realidad. Las complicaciones del bloqueo axilar son relativamente bajas; sin embargo se ha observado que provocar parestesias esta asociada con 2.8% de incidencia de daño al nervio⁶³ El riesgo de complicaciones neurales⁶⁴ y vasculares han llevado al uso de la técnica de canulación mediante el reconocimiento de un «clic» o por una sensación de "vía de ferrocarril" del catéter dentro de la vaina sobre una guía flexible⁶⁵. Sin embargo, estas técnicas no son siempre fáciles de realizar.

En 1990 Baranowski y Pither⁶⁶ comparan los tres métodos en 100 pacientes: inserción de un catéter dentro de la vaina del plexo, uso de parestesias y el uso de neuroestimulador. Los éxitos mayores fueron cuando se identificaba con mayor precisión el nervio, pero sin diferencias en los dermatomas bloqueados; por lo que éste autor recomendó el neuroestimulador en vista del posible riesgo de daño neurológico asociado con parestesias y las dificultades técnicas asociadas con la técnica del catéter.

En 1992 Hill y Campbell⁶⁷ realizaron un nuevo método para canular la vaina mediante la pérdida de la resistencia a solución salina comparándolo con la búsqueda de parestesias y midiendo su efectividad, pero no demostraron ventaja de una técnica sobre la otra, ambas fallaron en el 7% de los casos. Sin embargo, encontraron una mejor calidad de bloqueo del nervio axilar y musculocutáneo en el grupo de solución salina debido a que la cánula vence las restricciones en la difusión del anestésico comparada con una aguja de bisel corto; aunado a que no se produce daño directo al nervio.

En 1993 el grupo de Pitkanen et al⁶⁸ comparó clínica y radiológicamente la técnica transarterial vs. la técnica perivascular sin encontrar diferencia estadística entre el bloqueo motor o sensitivo pero el scan de la TAC demostró más difusión después de la técnica perivascular que transarterial.

En 1994, Pippa et al⁶⁹ propone la teoría de los "canales preferenciales" de la solución anestésica inyectada dentro de la vaina axilar perivascular, mediante tres agujas con diferente acceso e inclinación inyectando la solución cerca de las tres ramas principales del plexo braquial, observando un flujo retrógrado en las dos agujas restantes donde no se inyectaba solución anestésica, la solución anestésica difunde preferencialmente mediante un gradiente, siguiendo la dirección de la aguja. Un año después, confirmaron la eficacia de éste trabajo y crean la técnica ortogonal de dos agujas⁷⁰ que consiste en la colocación de dos agujas en ángulo recto respecto al sendero del bulto neurovascular principalmente hacia el compartimento de la fascia posterior que contiene el nervio radial, una superior a la arterial y otra en la parte inferior con ésta técnica se involucro con más frecuencia todas las ramas terminales, incluyendo la distribución del nervio musculocutáneo. Y además demostró en un estudio aparte, que existe una clara asociación entre la difusión del anestésico a todas las ramas del plexo braquial y la velocidad de inyección lenta⁷¹. Para 1997, únicamente les restaba conocer si mediante ésta técnica necesitaban volúmenes de anestésico diferentes.

Definitivamente los resultados del bloqueo mejoran aumentando el volumen de solución anestésica, debido tal vez a una presión "Intravaina" mayor con disrupción de las septas de la vaina, o de una mayor disponibilidad de droga para todas las ramas terminales de plexo, o ambas⁷².

Mientras otros autores comparaban la efectividad entre las técnicas, Koscielniak-Nielsen y colegas⁷³ iniciaron la búsqueda en los 90's, para ir perfeccionando el bloqueo axilar perivascular. Basado en todo lo anterior sometieron a 45 pacientes en abducción y 45 en aducción de la mano y tomaron radiografías al azar al momento de la dispersión de la solución anestésica, ellos no observaron superioridad en el tiempo de latencia, ni dispersión de la analgesia, ni en el bloqueo motor o la tasa de éxito con la mano en aducción. El flujo de la solución del anestésico local, proximal a la cabeza del húmero no garantiza el bloqueo de todos los nervios.

Para 1995 se recomendó conjuntamente que el torniquete y la presión digital firme aplicada a la vaina neurovascular, distalmente al sitio de inyección mejoraba la difusión del flujo proximal del anestésico y por lo tanto aumentaba la tasa de éxito, pero⁷⁴, ambas maniobras fueron realizadas por Koscielniak-Nielsen et al⁷⁵, quienes después tomaron radiografías seriadas de la difusión del anestésico realizando simultáneamente presión digital y aducción de la mano, efectivamente la presión digital proximal previno la dispersión distal del anestésico, pero la difusión proximal no mejoró la tasa de éxito. Ellos explicaron esta discrepancia por la diferente dirección de la inyección, paralela a los troncos nerviosos, más que perpendicular como en un estudio de Winnie y colaboradores⁵⁰. La presencia del anestésico local por arriba del proceso coracoides, indica difusión proximal únicamente, pero no garantiza el éxito del bloqueo y es igualmente importante la distribución circunferencial de la solución anestésica dentro de la vaina neurovascular.

En 1995 se realizó otro nuevo intento mediante la técnica llamada "perivenosa" que consistió en la visualización de la difusión de la tinta que colorea un catéter de teflón para verificar la posición exacta de éste dentro de la vaina neurovascular mediante fluoroscopia. Obviamente alcanzaron una tasa de éxito y de falla de 100% y 0% respectivamente, pero definitivamente el uso del fluoroscopio en una sala de quirófano no es precisamente lo más fácil y práctico, aunque ellos también cronometraron 10 min. en promedio para la instalación del mismo, su uso se restringe a pacientes en quienes el bloqueo braquial debe ser garantizado⁷⁶.

La localización del plexo braquial con un neuroestimulador fue descrita por primera vez en los años 60's^{77,78}. El uso del neuroestimulador para anestesia de plexo no ha resultado precisamente en un alta tasa de éxito comparada con otros métodos⁷⁹⁻⁸¹ pero han reportado las tasas más altas de éxito, sin embargo; ésta técnica requiere un neuroestimulador y preferiblemente el uso de agujas insultantes⁸² Lavoie et al⁸³ reportan que cuando se realiza un bloqueo axilar usando un estimulador nervioso periférico, la estimulación del nervio musculocutáneo, y algún otro de los nervios mayores que inerve el sitio quirúrgico, resulta en una tasa de éxito similar a la obtenida con la estimulación de los cuatro nervios aislados mayores del pliegue axilar. Más recientemente, el método de inducir parestesias con solución salina fría se recomendó para confirmar la colocación del catéter dentro del espacio neurovascular axilar con una tasa de éxito del 100% y con recursos disponibles en quirófano como el agua fría, aunque si ésta se llega aplicar fuera de la vaina causa mucho discomfort⁸⁴.

Por lo que un estudio español de 1996 con Rodríguez y colaboradores⁸⁵ comparó la estimulación eléctrica vs. la provocación de parestesias mediante agua salina fría y no encontraron diferencias estadística en el bloqueo individual nervioso en cada uno de los grupos. Stevens y colegas⁸⁶ en 1996 describen que la estimulación de alta frecuencia sobre los nervios periféricos no influye en acortar los tiempos de inicio del bloqueo braquial, ni en la calidad de éste.

En 1997, Bouaziz et al⁸⁷ trato un acceso a nivel medio humeral para involucrar los cuatro nervios mayores utilizando un neuroestimulador, bajo el principio de que la tasa de éxito de la estimulación de un solo nervio es similar a la vista con otras técnicas tradicionales; pero esto es falso, cuando son estimulados nervios múltiples. Estos son estimulados en la unión del tercio superior y medio de la mano donde el nervio radial y musculocutáneo están anatómicamente apartados de los nervios mediano y ulnar, reportando mayores tasas de éxito que el bloqueo axilar convencional. La elección entre éstas dos técnicas depende del área quirúrgica involucrada y la intensidad de bloqueo motor requerido. El cuadro II, muestra un resumen sobre el reporte de éxito de bloqueo axilar

¿ QUE AGENTE ANESTÉSICO ADMINISTRAR?

Sólo Palve⁸⁸ ha reportado la dosis de lidocaina con epinefrina en el bloqueo de plexo braquial

específicamente axilar vía transarterial y puede ser tan alta como 900 mg, sin síntomas de toxicidad.

En la mayor parte de la literatura hasta anglosajona se usa como agente de elección mepivacaina al 1%, pero ésta no se encuentra disponible en nuestros hospitales, por lo que nos referiremos a otros agentes que se han tratado de sinergizar, potencializar o substituir a los anestésicos como lidocaina y bupivacaina.

En 1991, basados en reportes que sugieren que la morfina tiene acción analgésica inyectada periféricamente^{89,90} se realiza un estudio randomizado a doble ciego para evaluar si la morfina unida al anestésico local tiene influencia sobre el bloqueo axilar; desafortunadamente no se demostró que acortara el tiempo de inicio, la calidad del bloqueo ni prolongo la analgesia postoperatoria⁹¹. Pero en 1993, se repitió este estudio y se evaluó los requerimientos de analgésicos suplementarios a las 24 hrs, entonces si, la morfina a dosis de 0.1mg/Kg. agregada a la solución anestésica mejoró la analgesia postoperatoria sin efectos colaterales⁹².

Al auge de la llegada de Ropivacaina también se comparó clínica y farmacológicamente contra bupivacaina en el bloqueo de plexo axilar pero sin nada extraordinario⁹³. La adición de 100 µgs. de fentanyl al anestésico local en bloqueo axilar no cambia las características anestésicas ni el tiempo de analgesia postoperatoria⁹⁴. Gormley et al⁹⁵ agrego alfentanil más lidocaina bajo la premisa aún controversial del efecto antinoceptico de los opioides en administración periférica; ya que estos administrados periduralmente mejoran la anestesia regional sin los efectos colaterales mediados centralmente, esto podría ser claramente benéfico durante la anestesia de plexo braquial; sin embargo, estudios clínicos han observado deferentes resultados de mejoramiento en la calidad de la anestesia y analgesia postoperatoria^{96,97} y otros estudios reportan sin efecto alguno^{91,94}. Pensando que el alfentanil es altamente no ionizado a pH 7.4 tenga la habilidad de penetración en la mielina axonal y en la membrana del nervio; aunque se tuvieron buenos resultados no se puede concluir, dado que se discute la vía de absorción por la cuál realiza sus efectos antinoceptivos. Siguiendo éste contexto, Francois et al⁹⁸ en 1996 agregaron una dosis mínima de clonidina a mepivacaina logrando prolongar la duración de la anestesia y analgesia después de bloqueo axilar, basados en estudios preliminares⁹⁹⁻¹⁰¹; y encontraron que a dosis de 0.5 µg/kg. de clonidina no induce sedación, hipotensión o bradicardia. Ahora bien, cuando se

Cuadro II. Tasa de éxito del bloqueo axilar por autor

Autor	Técnica	Tasa de éxito	Número de pacientes	Referencia	Observaciones
Selander	Catéter continuo	63%		65	*
Ang	Perivascular con bisel corto	98%		47	*
Youssef and Desgrand	Transarterial o convencional	48 - 59%		57	*
Hill and Campbell	Solución salina	73%	30	67	*
Koscielniak-Nielsen	Brazo en aducción		45	73	****
Koscielniak-Nielsen	Presión digital proximal	72%	49	75	****
Pham-Dang	Perivenosa por fluoroscopia	100%	18	76	***
Rodríguez	Solución salina fría	95%	20	85	****
Bouaziz	Neuroestimulador	88%	32	87	****
Aantaa	Transarterial	94 - 98%	346	116	***
Shchoreder	Parestesias, EN y combinada	89%	283	117	**

*No define en que consiste el éxito; ** Valora bloqueo motor y sensitivo: completo y parcial; *** Exitos equivale a realización de la cirugía; **** Valora los cuatro nervios principales del plexo

evalúa en 1996 por Gormley et al¹⁰² el efecto de la alcalinización de lidocaina, al igual que otros procedimientos el incremento del PH se traduce en una reducción en el tiempo de instalación de anestesia axilar útil, además de disminuir los requerimientos de adyuvantes.

En 1997, Mezzatesta et al¹⁰³ compararon la eficacia y seguridad de bupivacaina al 0.25% administrada en bolos intermitentes o en infusión continua y no encontraron diferencias en cuanto a escores de dolor, grado de bloqueo motor, requerimientos de narcóticos o niveles plasmáticos tóxicos, esto para aquellos que gustan de las modernas bombas de infusión aplicadas a bloqueo axilar.

INFLUENCIA DEL BLOQUEO AXILAR SOBRE EL FLUJO SANGUÍNEO

Para optimizar las dosis de anestésico local el anestesiólogo debe conocer que la instilación de éste último en el espacio perivascular axilar causa no solo bloqueo motor y sensorial; sino además, bloqueo autonómico de la extremidad superior¹⁰⁴. En pacientes que sufren de insuficiencia circulatoria aguda de la mano este efecto es benéfico, debido a la mejoría de la circulación después de bloqueo simpático y debido al alivio del dolor por bloqueo sensorial.

Sin embargo, esto puede dificultar, la evaluación del efecto regional circulatorio.

Cuando la arteria braquial es ligada el aporte sanguíneo principal del mano y antebrazo se ve in-

terumpido. Entonces el flujo sanguíneo puede, con sus excepciones, ser substituido por pequeños vasos que surgen de arterias por arriba de la oclusión. La función de las arterias colaterales inicia en segundos después de la oclusión, esto es si los vasos de alrededor existen, pero el incremento en el tamaño aparece en semanas¹⁰⁵. El bloqueo simpático aumenta el flujo sanguíneo colateral y entonces salva las regiones de tejido amenazadas durante las primeras horas críticas después del corte de flujo. El incremento del flujo sanguíneo colateral esta elevado por disminución del tono del músculo liso de las arteriolas y las anastomosis arteriovenosas de la mano. La apertura de las arteriolas incrementa principalmente el flujo nutricio donde se abren las anastomosis arteriovenosas incrementado el flujo de termoregulación. De tal manera, la anestesia regional combinada es una alternativa a la anestesia general en la microcirugía prolongada ya que parece mejorar la perfusión de la extremidad transplantada¹⁰⁶.

Existe un caso reportado donde estos fenómenos no bien entendidos parecieran un "fenómeno de robo"¹⁰⁷ pero lo cierto es que el bloqueo viene a mantener el flujo sanguíneo aún en extremidades amputadas quirúrgicamente para trasplante.

La posibilidad de evaluar la circulación sanguínea de la mano por exámenes sanguíneos venosos esta basada en el principio de Fick acorde al cuál el flujo sanguíneo de una región o de un órgano puede ser determinada por la relación entre el consumo de oxígeno tisular (VO_2) y la diferencia AV.

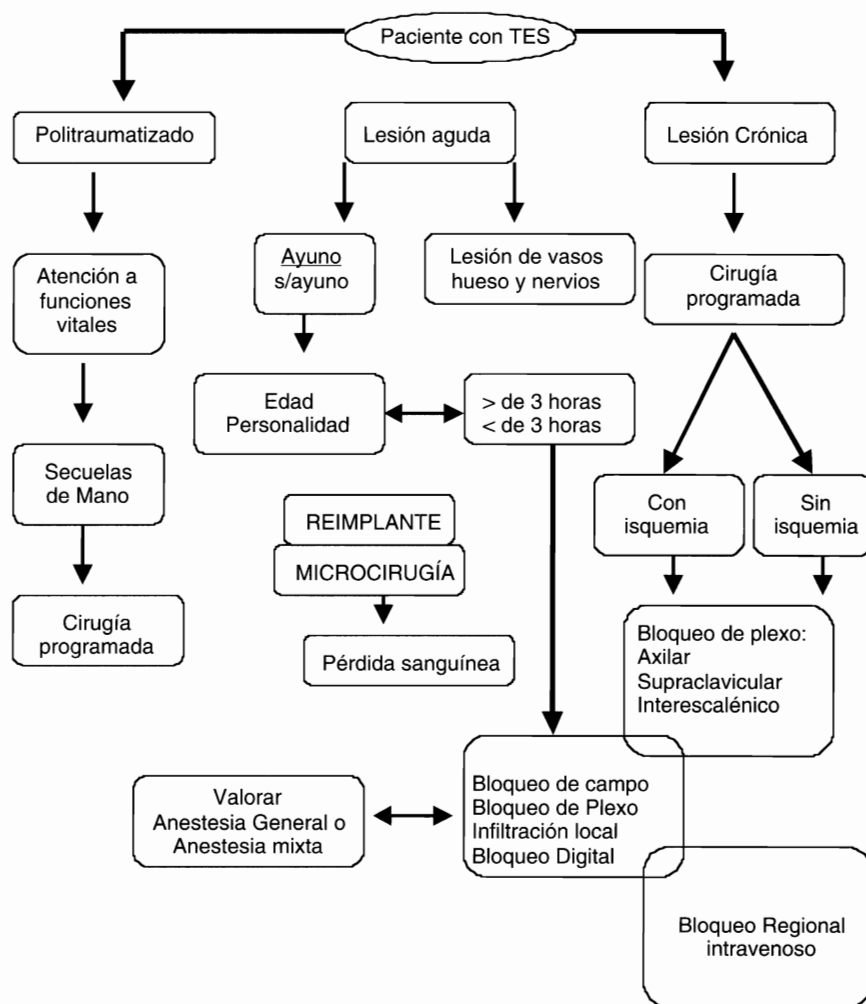


Figura 1. Algoritmo para anestesia de trauma en extremidad superior (TES)

Diferentes métodos de medición para evaluar el flujo sanguíneo de los dedos incluyen pletismografía, impedancia y ultrasonido Doppler¹⁰⁸ con el fin de documentar el efecto circulatorio del plexo braquial sobre la mano. Estos métodos pueden estimar los cambios relativos del flujo sanguíneo pero contrario al análisis de gases sanguíneos venosos no pueden evaluar el estado de oxigenación del tejido. El análisis de los gases sanguíneos venoso permite estimar el contenido, la capacidad y afinidad del oxígeno en sangre.

Las mediciones frecuentes de gases sanguíneos/pH son importantes parámetros durante el tratamiento del colapso circulatorio agudo de mano y puede evaluar el inicio del desarrollo de un caso crítico. Si el colapso circulatorio no es global y es limi-

tado a cierta región los gases simples de las venas reflejan el grado de hipoxemia tisular local¹⁰⁹.

APLICACION DE ISQUEMIA

Un torniquete neumático se emplea usualmente durante la cirugía de mano y muñeca para dar un campo libre de sangre. Aunque tradicionalmente se ha usado el torniquete en la mano, actuales investigaciones han observado que el torniquete sobre el antebrazo tiene algunas ventajas. Un estudio reciente de tolerancia al dolor como una función de la localización del torniquete observó que el torniquete sobre el antebrazo es mejor tolerado que los torniquetes en la mano de pacientes no sedados¹¹¹. Otros estudios informan que el uso del torniquete mejora la

seguridad de la anestesia regional intravenosa reduciendo las dosis de anestésico local a niveles no tóxicos. Debemos considerar que la localización del torniquete puede interferir con el procedimiento quirúrgico o si el paciente tiene problemas vasculares preexistentes al uso del mismo; sin embargo, tiene sus indicaciones precisas y su aplicación debe realizarse previa toma de tensión arterial sistólica 50 a 125 mmHg por abajo de la toma del paciente y la banda colocarse a 5 cm por debajo del epicóndilo, además de registrar el tiempo de inicio y final de la isquemia¹¹². ¿Porque? Hasta la fecha se ha podido medir el MDA (malondialdehído) que es uno de los productos de bajo peso molecular formado de la descomposición de la peroxidación de lípidos, esta formación esta correlacionada con la producción de radicales libres durante la isquemia. La producción de radicales libres está implicada durante el fenómeno de reperfusión como causa primaria de muerte celular en tejido isquémico. En el tratamiento de urgencia de extremidades amputadas en las que está indicado el trasplante, por rutina existen retardos en el restablecimiento de la circulación. Tiempos largos del traslado del paciente al hospital, equipo quirúrgico insuficiente y amputaciones digitales múltiples contribuyen a intervalos largos de isquemia¹¹³.

CONCLUSIONES

En 1995 Cooper et al¹¹⁴, publican un artículo para evaluar las percepciones del paciente respecto a los efectos colaterales después de usar Bloqueo axilar en cirugía ambulatoria, en sus resultados reportan la incidencia de efectos colaterales 19% con contusión, el sitio de punción adolorido 39.7%, con persistencia de parálisis 11%, y náusea 10.8%.

Solo el 51% de los pacientes reportaron algún tipo de efecto colateral, insignificante, 93% elegiría nuevamente bloqueo axilar, indicaron una alta satisfacción.

El estudio que le siguió, 1996, encontró toxicidad local 3.5%, hematoma 12% y disestesias 12.5 %, los pacientes igualmente mostraron gran satisfacción 97%¹¹⁵.

En un análisis retrospectivo de 346 casos Aantaa et al¹¹⁶ administraron dosis de 70 ml con técnica transarterial para demostrar que los anesthesiólogos con experiencia aumentan la tasa de éxito de un 90 a 98%, sin encontrar ningún record de toxicidad para éste volumen de solución.

Hasta la fecha se cuenta con tres técnicas básicas de bloqueo: parestesias con 95% de éxito,

neuroestimulador con 88% y, perivascular 81%¹¹⁷; incluya en su arsenal la ortogonal, la perivenosa, la media humeral que afinan detalles para aumentar el éxito.

La cirugía de mano con trauma requiere un verdadero equipo de atención multidisciplinario: valore la urgencia, seleccione el manejo anestésico bajo las premisas arriba mencionadas (Figura 1). Tenga presente, que estructuras se van a trabajar hueso, tendón, cartílago, tejido blando. No olvide que la efectividad del control del dolor postoperatorio se alcanzará cuando los pacientes son medicados al iniciar la "sensación de dolor" y no al inicio del dolor¹¹⁸.

La tasa de éxito del bloqueo axilar es variable dependiendo de la experiencia del anesthesiologo, de la técnica usada, del agente anestésico administrado, volumen de solución anestésica y los criterios usados para definir un bloqueo exitoso.

Es necesario un mayor entendimiento tanto anatómico como funcional del plexo braquial para usar este bloqueo de forma efectiva; así también como un mayor conocimiento entre las diferencias prácticas clínicas de los bloqueos¹¹⁹.

La seguridad del bloqueo axilar es tal, que médicos del Centro Médico Naval de Sn. Diego Cal. proponen que se considere el monitoreo mínimo standard como establece la ASA Standards para monitoreo anestésico básico, avalando así, la seguridad y eficacia de ésta práctica¹²².

REFERENCIAS

1. Overton DT, Uehara D.: Evaluation of the injured hand. *Emerg Med Clin North Am.* 1993;11:585-600.
2. Rockwell WB, Ister GD. Soft tissue reconstruction. Coverage of the hands. *Orthop Clin North Am.* 1993;24:411-24.
3. Muir L, Foucher G, Marian - Braun F. Ax injuries of the hand. *J Trauma* 1997;42:927-32.
4. Gaul JS Jr. Identifiable costs and tangible benefits resulting from treatment of acute injuries of the hand. *J Hand Surg* 1987;12A:966-70.
5. Taras JS, Behrman MJ, Degnan GG, Spring S. Left-hand dominance and hand trauma. *J Hand Surg* 1995;20A:1043-45.
6. Benson LS, Bailie DS. Proximal interphalangeal joint injuries of the hand. Part II: Treatment and complications. *Am J Orthop* 1996;25:527-30.
7. Weeks PM. Hand injuries. *Curr Probl Surg* 1993;30:721-807.
8. Pitner MA. Pathophysiology of overuse injuries in the hand and wrist. *Hand Clinics* 1990;6:355-62.
9. Koman LA, Mooney JF, Poehling GG. Fractures and ligamentous injuries of the wrist. *Hand Clinics* 1990;6:477-90.
10. Gupta A, Kleinert HE. Evaluating the injured hand. *Hand Clin* 1993;9:195-212.
11. Innis PC. Office and treatment of finger and hand injuries in children. *Curr Opin Pediatr* 1995;7:83-7.
12. Reus WF, Colen LB, Straker DJ. Tobacco smoking and

- complications in elective microsurgery. *Plast Reconstr Surg* 1992;89:490-4.
13. Jensen JT. Effects of smoking on the heart and peripheral circulation. *Am Heart J* 1988;115:263-6.
14. Krupski WC. The peripheral vascular consequences of smoking. *Ann Vasc Surg* 1991;5:291-304.
15. Wigoda P, Netscher DT, Thornby J, Yip B, Rappaport N. Vasoactive effects of smoking as mediated through nicotinic stimulation of sympathetic nerve fibers. *J Hand Surg* 1995; 20A:718-23.
16. Inberg Y, Kassila M, Viikki S, Tarkkila P, Neuvonen P. Anaesthesia for microvascular surgery in children. A combination of general anaesthesia and axillary plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;39:518-22.
17. Biboulet P, Deschodt J, Capdevila X, Landreau L, Aubas P, du Cailar J, d'Athis F. Hemodynamic effects of 0.375% versus 0.25% bupivacaine during cervical epidural anesthesia for hand surgery. *Reg Anesth* 1995;20:33-40.
18. Murphy MF. Local anesthetic agents. *Emerg Med Clin North Am* 1988;6:769-76.
19. Cristph RA, Buchanan L, Begalla K, Schwartz S. Pain reduction in local anesthetic administration through Ph buffering. *Ann Emerg Med* 1988;17:117-20.
20. Bartfield JM, Gennis P, Barbera J, Breuer B, Gallagher EJ. Buffered versus plain lidocaine as a local anesthetic for simple laceration repair. *Ann Emerg Med* 1990;19:1387-9.
21. McKay W, Morris R, Mushlin P. Sodium bicarbonate attenuates pain on skin infiltration with lidocaine, with or without epinephrine. *Anesth Analg* 1987;66:572-4.
22. Melone CP, Isani A. Anesthesia for hand injuries. *Emerg Med Clin North Am* 1985;3:235-43.
23. Porter JM, Inglefield CJ. An audit of peripheral nerve blocks for hand surgery. *Ann R Coll Surg Engl* 1993;75:325-9.
24. Zetlaoui PJ. Truncal and peripheral blocks of the arm. *Can J Anesthesiol* 1993;41:666-72.
25. Murphy MF. Regional anesthesia in the emergency department. *Emerg Med Clin North Am* 1988;6:783-810.
26. Raggi RP. Balanced regional anesthesia for hand surgery. *Orthop Clin North Am* 1986;17:473-82.
27. Willock M, Capan LM. Anesthesia outside the OR. *Emerg Med* 1982;14:98-129.
28. Knoop K, Trott A, Syverud S. Comparison of digital versus metacarpal blocks for repair of finger injuries. *Ann Emerg Med* 1994;23:1296-300.
29. Kour AK, Phone MH, Chia J, Pho RW. Digital replantations under local anaesthesia. *Ann Acad Med* 1995;24:68-72.
30. FerreraP, Chandler R. Anesthesia in the emergency setting: Part I. hand and foot injuries. *American Family Physician* 1994; 50:569-73.
31. Henrik K, Dahl J. The value of "multimodal" or "balanced analgesia" in postoperative pain treatment. *Anesth Analg* 1993;77:1048-1056.
32. Kehlet H. The endocrine-metabolic response to postoperative pain. *Acta Anaesth Scand* 1982;74:173.
33. Bridenbaugh LD. Extremidad Superior: Bloqueo somático. En: Cousins MJ, Bridenbaugh PO: Bloqueos nerviosos. 2da Ed. Barcelona. Doyma S.A. 1995. Pag. 393-420.
34. Starck RH.: Neurologic injury from axillary block anesthesia. *J Hand Surgery Am.* 1996;21:391-6.
35. Hughes TJ, Desgrand DA. Upper limb blocks. En: Practice of Regional Anaesthesia, Capitulo 12. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1987.
36. Raj PP. Handbook of Regional Anesthesia.
37. Brockway MS, Wildsmith JA. Axillary brachial plexus block: method of choice? *Br J Anaesth* 1990; 64: 224-31.
38. Uremy WF, Talts KH, Sharrock En. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg* 1991;72:498-503.
39. Uremy WF, McDonald M. Hemidiaphragmatic paresis during interscalene brachial plexus block: effects on pulmonary function and chest wall mechanics. *Anesth Analg* 1992; 74: 352-7.
40. Uremy WF, Gloeggler PJ. Pulmonary function changes during interscalene brachial plexus block: effects of decreasing local anesthetic injection volume. *Reg Anesth* 1993;18:244-9.
41. Arborelius M, Lilja B, Senyk J. Regional and total function studies in patients with hemidiaphragmatic paralysis. *Respiration* 1975;32:253-64.
42. Fujimara N, Namba H, Tsunoda K, Kawamata T, Taki K, Igarasi M, Namiki A. Effect of hemidiaphragmatic paresis caused by interscalene brachial plexus block on breathing pattern, chest wall mechanics and arterial blood gases. *Anesth Analg* 1995; 81:962-6.
43. Pere P, Watanabe H, Pitkanen M, Wahlstrom T, Rosenberg PH. Local myotoxicity of bupivacaine in rabbits after continuous supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth* 1993;18: 304-7.
44. Thompson GE, Rorie DK. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology* 1993; 59: 117-22.
45. Vester-Andersen T, Broby Johansen U, Bro-resmussen F. Perivascular axillary block. VI The distribution of gelatine solution injected into the axillary neurovascular sheath of cadavers. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986;30:18-22.
46. Patridge BL, Katz J. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: Implications for anesthesia. *Anesthesiology* 1987;66: 743-7.
47. Ang ET, Lassale B, Goldfarb G. Continuous axillary brachial plexus block-A clinical and anatomical study. *Anesth Analg* 1984;63:680-4.
48. Selander D. Axillary plexus blocks: parasthetic or perivascular? *Anesthesiology* 1987;66:726-8.
49. Cockings E, Moore PL, Lewis RC. Transarterial brachial plexus blockade using high doses of 1.5% mepivacaine. *Reg Anesth* 1987;12:159-64.
50. Winnie AP, Radonjic R, Akkineni SR, Durrani Z. Factors influencing distribution of local anesthetic injected into the brachial plexus sheath. *Anesth Analg* 1979;58:225-34.
51. Selander D. Catheter technique in axillary plexus block. *Acta Anesth Scand* 1977;21:324-9.
52. Vester-Andersen T, Christiansen C, Sorensen M, Eriksen C. Perivascular axillary block I: Blockade following 40 ml of 1% mepivacaine with adrenaline. *Acta Anaesthesiol Scand* 1982; 26:519-23.
53. Vester-Andersen T, Christiansen C, Sorensen M, Kaalund-Jorgensen HO, Saugbjerg P, Schultz-Moller K. Perivascular axillary block II: Influence of injected volume of local anesthetic on neural blockade. *Acta Anaesthesiol Scand* 1983;27:95-8.
54. Vester- Andersen T, Eriksen C, Christiansen C. Perivascular axillary block III: Blockade following 40 ml 0.5%, 1.0% or 1.5% mepivacaine with adrenaline. *Acta Anaesthesiol Scand* 1984; 28: 95-8.
55. Vester-Andersen T, Husum B, Lindeburg T, Borrits C, Gothgen Y. Perivascular axillary block IV: Blockade following 40, 50 or 60 ml of mepivacaine with adrenaline. *Acta Anaesthesiol Scand* 1984;28:99-105.
56. Vester-Andersen T, Husum B, Lindeburg T. Perivascular axillary V: Blockade following 60 ml of mepivacaine 1% injected as a bolus or as 30 + 30 ml with a 20 min interval. *Acta Anaesthesiol Scand* 1984;28:612-6.

57. Youssef MS, Desgrand DA. Comparison of two methods of axillary brachial plexus anaesthesia. *Br J Anaesth* 1988;60: 841-4.
58. Gibbons JJ, Leonard PF. A modified approach for axillary block of the brachial plexus. *Reg Anesth* 1988; 13: 20 (S).
59. Gaumann DM, Lennon RL, Wedel DJ. Continuous axillary block for post operative pain management. *Reg Anesth* 1988; 13: 77-82.
60. Butner J, Klose R, Argo A. Continuous axillary plexus block: A prospective evaluation of 1133 cases. *Reg Anesth* 1988;13: 60(S).
61. Winnie AP. Plexus anesthesia. Volum I: Perivascular techniques of brachial plexus anesthesia. *Anesthesiology* 1964;25:353-63.
62. Merrill DG, Brodsky JB, Hentz RV. Vascular insufficiency following axillary block of the brachial plexus. *Anesth Analg* 1981; 60: 162-3.
63. Selander D, Edshage S, Wolff T. Paraesthesia or no paraesthesia? *Acta Anaesthesiol Scand* 1979;23: 27-33.
64. Selander D, Dhuner KG, Lundberg G. Peripheral nerve injury due to injection needles used for regional anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1977;21:182-8.
65. Selander D. Catheter technique in axillary plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand* 1977;21:324-9.
66. Baranowski AP, Pither CE. A comparison of three methods of axillary brachial plexus anaesthesia. *Anaesthesia* 1990;45:362-5.
67. Hill DA and Campbell WL. Two approaches to the axillary brachial plexus. Loss of resistance to saline or paraesthesia? 1992;47:207-9.
68. Pere P, Pitkanen M, Tuominen M, Edgren J, Rosenberg PH. Clinical and radiological comparison of perivascular and transarterial techniques of axillary brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1993;70:276-9.
69. Pippa P, Rucci FS. Preferential channelling of anaesthetic solution injected within the perivascular axillary sheath. *Europ J Anaesthesiol* 1994;11:391-6.
70. Rucci FS, Boccaccini A, Doni L, Pippa P. The orthogonal two-needle technique: a new axillary approach to the brachial plexus. *Europ J Anaesthesiol* 1995;12:333-9.
71. Rucci FS, Pippa P, Boccaccini A, Barbagli R. Effect of injection speed on anaesthetic spread during axillary block using the orthogonal two-needle technique. *Eur J Anaesthesiol* 1995; 12:505-11.
72. Rucci FS, Barbagli R, Pippa P, Boccaccini A. The optimal dose of local anaesthetic in the orthogonal two-needle technique. Extente of sensory block after the injection of 20, 30 and 40 mL of anaesthetic solution. *Europ J Anaesthesiol* 1997;14: 281-6.
73. Koscielniak-Nielsen ZJ, Horn A, Rotboll-Nielsen P. Effect of arm position on the effectiveness of perivascular axillary nerve block. *Br J Anaesth* 1995;74:387-91.
74. Fischer HJB. Brachial Plexus anaesthesia. *Current Anaesthesia Critical Care* 1990;1:128-32.
75. Koscielniak-Nielsen ZJ, Christensen L Q, Pedersen HL. Effect of digital pressure on the neurovascular during perivascular axillary block. *Br J Anaesth* 1995;75:702-6.
76. Pham-Dang Ch, Meunier JF, Poirier P, Kich O, Bourreli B, Touchais S, Le Corre P, Pinaud M. A new axillary approach for continuous brachial plexus block. A clinical and anatomic study. *Anesth Analg* 1995;81:686-93.
77. Greenblatt GM, Denson JS. Needle nerve stimulator-locator. *Anesth Analg* 1962;41:599-602.
78. Wright BD. A new use for the Block-Aid monitor. *Anesthesiology* 1969;30:236-7.
79. Goldberg M, Gregg C, Larijani G. A comparison of three methods of axillary approach to brachial plexus blockade for upper extremity surgery. *Anesthesiology* 1981;66:814-6.
80. McLain D, Finucane B. Interscalene approach to the brachial plexus: paresthesiae versus nerve stimulator. *Reg Anesth* 1987; 12:80-3.
81. Tuominen MK, Pitkanen MT, Numminen MK, Rosenberg PH. Quality of axillary brachial plexus block. *Anaesthesia* 1987; 42:20-2.
82. Ford DJ, Pither C, Raj PP. Comparison of insulated and uninsulated needles for locating peripheral nerves with a peripheral nerve stimulator. *Anesth Analg* 1984;63:925-8.
83. Lavoie J, Martin R, Tétrault JP. Axillary plexus block using a peripheral nerve stimulator: single or multiple injections. *Can J Anaesth* 1992; 39: 583-6.
84. Rodriguez J, Carceller J, Bárcena M. Cold saline is more effective in inducing paresthesia than room temperature saline in axillary block. *Anesth Analg* 1995; 81: 329-31.
85. Rodriguez J, Bárcena M, Alvarez J. Axillary Brachial Plexus Anesthesia: Electrical versus cold saline stimulation. *Anesth Analg* 1996;83:752-4.
86. Stevens MF, Linstedt U, Neruda B, Lipfert P, Wulf H. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on onset of axillary plexus block. *Anaesthesia* 1996;51:916-9.
87. Bouaziz H, Narchi P, Mercier FJ, Labaille T, Zerrouk, Girod J, Benhamou D. Comparison between conventional axillary block and new approach at the midhumeral level. *Anesth Analg* 1997; 84:1058-62.
88. Palve H, Kirvela O, Olin E, Syvalahti and Kanto J: Maximum recommended doses of lignocaine are not toxic. *Br J Anaesth* 1995;74:704-5.
89. Sanchez R, Nielsen H, Heslet L, Iversen AD. Neuronal blockade with morphine. *Anaesthesia* 1984; 39: 788-9.
90. Gissen AJ, Gugino LD, Datta S, Miller J, Covino G. Effects of fentanyl and sufentanil on mammalian nerves. *Anesth Analg* 1987; 66: 1272-6.
91. Racz H, Ffarcz KG, Della Santa D, Forster A. Evaluation of the effect of perineuronal morphine on the quality of postoperative analgesia after axillary plexus block: A randomized double-blind study. *Anesth Analg* 1991;72:769-72.
92. Bourke DL, Furman WR. Improved postoperative analgesia with morphine added to axillary block solution. *J Clin Anesth* 1993;5:114-7.
93. Vainionpää VA, Haavisto ET, Huha TM, Korpi KJ, Nuutinen LS, Hollmen AI, Jozwiak HM, Magnusson AA. A clinical and pharmacokinetic comparison of ropivacaine and bupivacaine in axillary plexus block. *Anesth Analg* 1995;81:534-8.
94. Viñoles C, Cuenca PD, Valloba CJ. Adición de fentanilo a la mepivacaína en el bloqueo axilar de plexo braquial. Efectos sobre la calidad anestésica y analgésica postoperatoria. *Rev Esp Anestesiol Reanim* 1991;38:87-9.
95. Gormley WP, Murray JM, Fee JPH, Bower S. Effect of the addition of alfentanil to lignocaine during axillary brachial plexus anaesthesia. *Br J Anaesth* 1996;76:802-5.
96. Viel EJ, Eledjam JJ, De la Coussaye JE, D'Athis F. Brachial plexus block with ipiods for postoperative pain relief: comparison between buprenorfina and morphine. *Reg Anesth* 1989;14:274-8.
97. Bourke DL, Furman WR. Improved postoperative analgesia with morphine added to axillary block solution. *J Clin Anesth* 1993;5:114-7.
98. Singelyn FJ, Gouverneur JM, Robert A. A minimum dose of clonidine added to mepivacaine prolongs the duration of anesthesia and analgesia after axillary brachial plexus block. *Anesth Analg* 1996;83:1046-50.
99. Büttner J, Ott B, Klose R. Effects of clonidine added to mepivacaine for brachial plexus blockade. *Anaesthesist* 1992;

- 41:548-54.
100. Eledjam JJ, Deschodt J, Viel EJ. Brachial plexus block with bupivacaine: effects of added alpha-adrenergic agonists: comparison between clonidine and epinephrin. *Can J Anaesth* 1991;38:870-5.
101. Macaire P, Bernard JM, Leroux D. Dose-ranging study of clonidine at lidocaine for axillary plexus block in outpatients (abstract) *Anesthesiology* 1995;83:A774.
102. Gormley WP, Hill DA, Murray JM, Fee JP. The effect of alkalisation on axillary brachial plexus anaesthesia. *Anaesthesia* 1996;51:185-8.
103. Mezzatesta JP, Scott DA, Schweitzer SA, Selander DE. Continuous axillary brachial plexus block for postoperative pain relief. Intermittent bolus versus continuous infusion. *Reg Anesth* 1997;22:357-62.
104. Cross GD, Porter JM. Blood flow in the upper limb during brachial plexus. *Anaesthesia* 1988;43:323-6.
105. Berger A, Tizian C, Zenz M. Continuous plexus blockade for improved circulation in microvascular surgery. *Ann Plast Surg* 1985;14:16-9.
106. Inberg P, Tarkkila PJ, Neuvonen PJ, Vilkkki S. Regional anesthesia for microvascular surgery: a combination of brachial plexus, spinal and epidural blocks. *Reg Anesth* 1993;18:98-102.
107. Van-der-Werff JF, Medici G, Hovius SE, Kusuma A. Axillary plexus blockade in microvascular surgery, a steal phenomenon? *Microsurgery* 1995;16:141-3.
108. Jhansen K, Murphy T, Pavlin E, Ledbetter D. Digital ischemia complicating pneumococcal sepsis: reversal with sympathetic blockade. *Crit Care Med* 1991;19:114-6.
109. Larsen VH, Treschow M. Venous blood gas analysis for evaluation of blood circulation of the hand during continuous axillary block. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;39:554-6.
110. Hutchinson DT, McClinton MA. Upper extremity tourniquet tolerance. *J Hand Surg* 1993;18A:206-10.
111. Pun WK, Chow SP, Luk VD, So YC, IP Fk, Chan KC. Sequential forearm IV regional and infiltration anesthesia: value for hemostasis. *J Hand Surg* 1990;15B:115-7.
112. Khuri S, Uhl RL, Martino J, Whipple R. Clinical application of the forearm tourniquet. *J Hand Surg* 1994;19A:861-3.
113. Li X, Cooley BC, Gould JS. Ex vivo perfusion with anticoagulated blood decreases ischemia/reperfusion injury. *J Hand Surg* 1993;18A:629-33.
114. Cooper K, Kelley H, Carrithers J. Perceptions of side effects following axillary block used for outpatient surgery. *Reg Anesth* 1995;20:212-6.
115. Pearce H, Lindsay D, Leslie K. Axillary brachial plexus block in two hundred consecutive patients. *Anaesth Intensive Care*. 1996;24:453-6.
116. Aantaa R, Kirvela O, Lahdenpera A, Nieminen S. Transarterial brachial plexus anesthesia for hand surgery: a retrospective analysis of 346 cases. *J Clin Anesth* 1994;6:189-92.
117. Schroeder LE, Horlocker TT, Schroeder DR. The efficacy of axillary block for surgical procedures about the elbow. *Anesth Analg* 1996;83:747-51.
118. Hekmant N, Burke M, Howell SJ. Preventive pain management in the postoperative hand surgery patient. *Orthop Nurs* 1994; 13:37-42.
119. Brown DL. Brachial plexus anesthesia: an analysis of options. Yale. *J Biol Med* 1993;66:415-31.
120. Randalls B. Continuous brachial plexus blockade. A technique that uses an axillary catheter to allow successful skin grafting. *Anaesthesia* 1990;45:143-4.
121. Kayser V, Gobeaux D, Lombard MC, Guilbaud G, Besson JM. Potent and long lasting antinociceptive effects after injection of low doses of a mu-opioid receptor agonist, fentanyl, into the brachial plexus sheath of the rat. *Pain* 1990;42:215-25.
122. Waters JH, Leivers D, Maher D, Scanlon T, DeGuzman MG. Patient and surgeon satisfaction with extremity blockade for surgery in remote locations. *Anesth Analg* 1997;84:773-6.
123. Blyth MJ, Kinninmonth AW, Asante DK. Bier's block: a change of injection site. *J Trauma* 1995;39:726-8.