



## Neuroestimulación y bloqueo de nervios periféricos en anestesia regional

Dra. G. Zaragoza-Lemus,\* Dr. G. Mejía-Terrazas,\* Dra. B. Sánchez-Velasco,\*  
Dra. L. González-Flores,\* Dra. A. Peña-Riveron,\* Dr. D. Unzueta-Navarro,\* Dra. V. López-Ruiz\*

\* Servicio de Anestesiología del Instituto Nacional de Rehabilitación.

*Solicitud de sobretiros:*

Dra. G. Zaragoza-Lemus  
Av. México-Xochimilco Núm. 389, Col. Arenal de Guadalupe. Tlalpan, 14289 México, D.F.  
Tel. 59 99 10 00 ext. 11219.  
zaragoza\_lemus@yahoo.com.mx

Recibido para publicación: 24-06-07

Aceptado para publicación: 27-08-07

### RESUMEN

Recientemente la anestesia regional se ha desarrollado a la par de la tecnología disponible. El perfeccionamiento de la localización nerviosa a través de una corriente eléctrica, ha permitido conocer las diferentes respuestas motoras de nervios periféricos, y con ello brindar procedimientos anestésicos y analgésicos seguros, confiables y eficaces. La neuroestimulación es una técnica de localización nerviosa basada en la anatomía, en el conocimiento de los abordajes clásicos descritos hace más de 8 décadas. Este artículo revisa las bases, la técnica, respuestas ideales y respuestas esperadas, así como dosis y volúmenes recomendados; indicaciones de cada abordaje y estimulaciones múltiples y selectivas o únicas tanto desde el punto de vista anglosajón como el europeo. Todo lo anterior con el único objetivo de la difusión de la neuroestimulación dentro de la anestesia regional ya que en México no existe un texto, para que el anestesiólogo acceda de forma práctica al conocimiento de esta técnica.

**Palabras clave:** Neuroestimulación, bloqueo, nervio periférico, abordaje, plexo braquial, plexo lumbar.

### SUMMARY

*Recently regional anesthesia has been developed with the technology available. The improvement of the nervous location through an electrical current has allowed to know the different responses motor from peripheral nerves, and with it to offer to anesthetic procedures and analgesic insurances, reliable and effective. The neurostimulation has been a technique of nervous location based on the anatomy, in the knowledge of the described classic approach for more than 8 decades. This issue articulate reviews the bases, the ideal technique, ideal responses and eliciting for responses well as recommended doses and volumes; multiple and selective or unique indications of each approach and stimulations as much from the point of view anglosajon like european. Due to the previous thing with the only objective of the diffusion of the neurostimulation within the regional anesthesia since in Mexico a text does not exist, so that the anesthesiology accedes of practical form to the knowledge of this one technique.*

**Key words:** Neurostimulation, block, peripheral nerve, approach, plexus bra-  
chial, plexus lumbar.

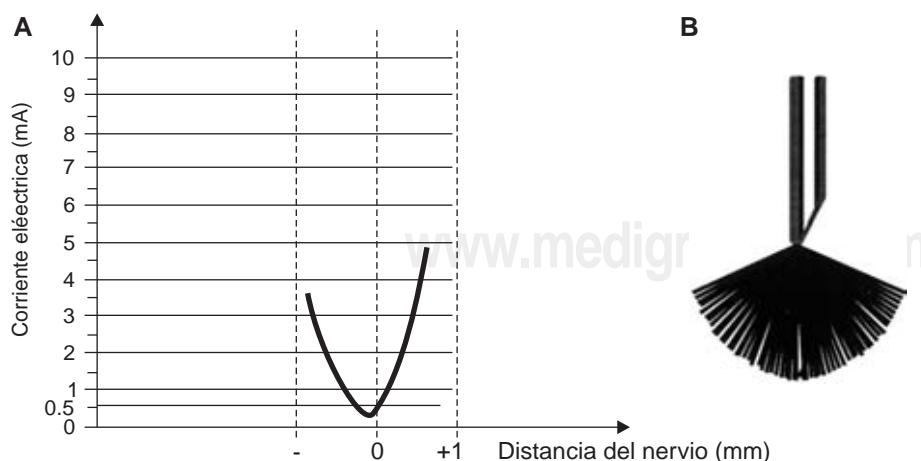
## INTRODUCCIÓN

Hace 100 años que Hirschel<sup>(1)</sup> realizó el primer bloqueo percutáneo de un nervio periférico. En los siguientes 60 años la anestesia regional fue una verdadera forma de «arte». Era necesario tener un completo conocimiento de la anatomía y de la farmacología de los anestésicos locales. Mientras que estas dos ciencias básicas continúan siendo esenciales para asegurar la función del bloqueo y la seguridad del paciente, el arte de la realización de un bloqueo gradualmente ha sido replanteado por la ciencia. La clave del éxito dependía de la agudeza de la colocación de la aguja, de la localización del nervio y de la inyección del anestésico local. Hace 30 años los pioneros de anestesia regional describieron la misticidad popular de ésta, hasta que fue introducido el neuroestimulador de nervios periféricos para asistir a la localización e identificación de nervios periféricos por Ballard Wright<sup>(2)</sup>. En 1952 Stanley y Charlotte Sarnoff en Boston desarrollaron el primer neuroestimulador transcutáneo para localizar el nervio frénico, estimulando así la ventilación en los pacientes con poliomielitis<sup>(3)</sup>. Fue Von Perthes, médico alemán quien dio el primer paso en el diseño de un neuroestimulador prototípico, para que después Grenblatt en 1962 trabajara en el diseño de las agujas, y fue Montgomery junto a Raj en 1973 quienes manejaron las primeras agujas sin corriente y aisladas. Una publicación importante en esta historia es la de Hadzic et al<sup>(4)</sup> quien nos habla de las características y falta de perfeccionamiento de los NES (neuroestimuladores) actuales. Cuando esta tecnología apareció no había agujas de diseño específico atramático y se requerían altos niveles de corriente para producir una estimulación de respuesta motora (3 a 5 mA). La estimulación de la actividad motora no era muy específica y la punta de la aguja a la proximidad del nervio podía ser bastante distante y el bloqueo fallido era común. Pero esto ha cambiado y se ha desarrollado, con el advenimiento de tecnología más fina, específica y sofisticada.

La anestesia regional en países en vías de desarrollo como el nuestro, se ha realizado bajo el marco de la auténtica economía que ofrecen estas técnicas y una necesidad, sin alternativas a falta de otros recursos. Sin embargo, ahora la anestesia regional ha tomado otros caminos. Apenas hace 2 años se realizaron en México los primeros reportes sobre neuroestimulación<sup>(5,6)</sup>; sin embargo, aún no está al alcance de todos los anestesiólogos. Nos encontramos frente a la puerta de una nueva era la *neuroestimulación* o localización selectiva de nervios periféricos y no hay retorno. Las técnicas actuales de localización nerviosa real sobre superficies marcadas estiman la localización de las estructuras blanco-nervios; por lo que no podemos dejar de asistir a este momento de la historia de la anestesia regional, es prioritario la difusión masiva, accesible y sencilla a todos los anestesiólogos, motivo y objetivo de esta revisión.

## BASES DE LA NEUROESTIMULACIÓN

La estimulación de los nervios periféricos se logra al establecer un circuito eléctrico, entre los dos polos de este circuito se coloca el nervio periférico a estimular. La corriente mínima efectiva para la estimulación nerviosa se denomina umbral (Figura 1). El campo eléctrico creado por las pulsaciones tendrá un efecto despolarizador máximo cuando el cátodo (polo negativo) entre en contacto con el nervio. La magnitud de esta corriente depende de la velocidad en alcanzar la cumbre y el tiempo total de su utilización. Un factor importante para determinar la magnitud de la corriente es la resistencia (impedancia) del cuerpo en el que el nervio se encuentra localizado y la resistencia interna del estimulador. Este hecho sigue la ley de Ohm donde la corriente es directamente proporcional a la diferencia de potencial o al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia<sup>(7)</sup>. La corriente que fluye durante cada pulso sigue el camino de menor resistencia; entre los elec-



**Figura 1A.** Campo eléctrico y densidad de corriente de la aguja de neuroestimulación, **B** Campo eléctrico, aguja cubierta de teflón hasta la punta, bisel corto.

trodos la corriente se dirige del ánodo, formado por un electrodo situado en la piel, hacia el cátodo constituido por la aguja. Por esta situación se aíslan eléctricamente los cuerpos de las agujas para evitar falsas localizaciones al hacer contacto con éste<sup>(8)</sup>. La corriente es la variable más importante en la neuroestimulación, ya que el umbral de corriente es la misma para todos los nervios periféricos y no tiene variaciones interindividuales. Las fibras motoras tienen un umbral más bajo que las fibras sensoriales: la estimulación de baja frecuencia provoca respuestas musculares mientras que las estimulaciones de alta frecuencia producen dolor. La energía necesaria para iniciar un potencial de acción está expresada en la ley de Coulomb, donde hay una relación inversa entre la energía y el cuadrado de la distancia que va del electrodo al nervio cuando ambos están dentro de un cuerpo conductor. Lo que se traduce que a menor distancia menor energía para desencadenar un potencial de acción y por tanto una contracción muscular<sup>(9)</sup>. La resistencia eléctrica del cuerpo humano va de 1-10 KΩ (kiloOhms) y al penetrar la dermis sólo tiene 0.5 KΩ por lo que el neuroestimulador del futuro deberá usar nanocoulomb (nC). Para sobrepasar el umbral se requiere una mínima cantidad de corriente necesaria para disparar un impulso nervioso, esta mínima amplitud de corriente (estímulo) es llamada *rheobase*. Otro término importante en estimulación nerviosa es el de *cronaxia*, que se define como la duración de un estímulo eléctrico eficaz para desencadenar una respuesta, es el punto donde la amplitud de éste, es dos veces el valor de la *rheobase*<sup>(10)</sup>. La *biofase* o interfase se refiere al fenómeno donde una corriente eléctrica puede dispersar y no transmitir, debido a una sustancia acuosa entre el nervio y la punta de la aguja por ejemplo sangre, anestésico local o agua<sup>(11)</sup>. Se han estudiado variaciones en la corriente de salida en función a la edad o la patología del paciente normal 120 nC, en niños 60 nC, en diabéticos más de 1,000 nC.

#### Descripción básica de la técnica

- I. Encender el neuroestimulador
- II. Se ilumina la pantalla e inicia el sonido
- III. Seleccionar la frecuencia de 1 Hz ó 2 Hz
- IV. Conectar el cable pinza caimán al electrodo de la piel
- V. Conectar la aguja al conector del cable
- VI. Escoger la corriente de salida en promedio a 1.0 mA
- VII. Insertar la aguja en el sitio de punción
- VIII. La luz amarilla centellea de nuevo, indicando que el circuito se ha cerrado
- IX. Avanzar la aguja hacia el plexo hasta ver contracciones musculares (Cuadro I)
- X. Reducir la corriente y optimizar la posición de la aguja hasta reaparecer las contracciones

XI. La posición óptima de la aguja se alcanza cuando las contracciones musculares aparecen a menos de 0.5 mA y por arriba de 0.2 mA con una escala de respuesta motora grado II<sup>(6)</sup>

XII. Despues de la inyección de la dosis, un test de anestésico local es la ausencia de contracciones musculares en 5 segundos

#### Técnica de neuroestimulación según Sala-Blanch<sup>(12)</sup>

Fase de localización

Fase de acercamiento

Fase de inyección

Fase de instauración

A continuación los cuadros I, II y III nos ofrecen en resumen las respuestas motoras ideales esperadas según el nervio buscado del plexo braquial, así como el volumen del anestésico local recomendado; y por último las agujas existentes en el mercado actual y su aplicación clínica.

### PLEXO BRAQUIAL VÍA INTERESCALÉNICA

#### Abordaje anterior y posterior

El primero que describió la técnica del bloqueo continuo del plexo braquial fue Ansbro en 1846, utilizando la vía supraclavicular para aliviar el dolor y mejorar la circulación después de accidentes vasculares de la extremidad superior. A continuación se describen los eventos científicos que contribuyeron al desarrollo de las técnicas actuales. Posteriormente fue bajo visión directa (a cielo abierto a nivel del cuello del plexo) por Halstedt en 1884. Crile emplea una técnica parecida, y ya en 1911 se comienza con las técnicas percutáneas, Kulenkampff inyección única por vía supraclavicular, en 1912 Kappis por vía posterior paravertebral, 1914 Bazy línea de anestesia entre el tubérculo de Chassaignac y la apófisis coracoides, 1919 Mulley abordaje lateral paravertebral, 1922 Labat inyecciones múltiples supraclaviculares, 1925 July Etienne triángulo omotrapezoide, 1940 Patrick pared anestésica en la envoltura aponeurótica por vía supraclavicular, 1964 Winnie técnica perivasculares subclavia. La descripción por Burnham en 1958, De Jong en 1961, Winnie en 1964<sup>(14)</sup> de un «espacio neurovascular» permitió perfeccionar las diferentes técnicas, Dekrey en 1969<sup>(15)</sup> y nuevamente Winnie en 1970<sup>(16)</sup>, describieron nuevas técnicas de bloqueo continuo en 1990, el acceso posterior fue reintroducido por Pippa<sup>(17)</sup>.

El plexo braquial está formado por el entrelazamiento de las ramas anteriores de las raíces nerviosas C5 a C8 y T1. No es infrecuente que también reciban anastomosis de C4 (2/3 de los pacientes) y T2 (1/3 de los pacientes). Al abandonar

**Cuadro I.** Neuroestimulación en el plexo braquial\*.

Nervios periféricos	Raíz	Tronco	División	Cordón	Músculos inervados	Respuesta motora
Radial	C7, C8, C6	Medial/lateral	Posterior	Posterior	Tríceps	Extensión de muñeca
		Superior	Posterior	Posterior	Braquio radialis	Abducción del pulgar
		Superior/medial	Posterior	Posterior	Extensor carpi radialis	Extensión metacarpofalángica
	C7, C8, T1	Medial/lateral	Posterior	Posterior	Anconeus	
		Medial/lateral	Posterior	Posterior	Extensor digitorum	
		Medial/lateral	Posterior	Posterior	Extensor indicis	
Cubital	C7, C8, T1	Medial/lateral	Anterior	Lateral/medial	Flexor carpi ulnaris	Desviación cubital de la muñeca
		Medial/lateral	Anterior	Lateral/medial	Flexor digitorum profundus (III-IV)	Flexión metacarpofalángica
		Medial/lateral	Anterior	Lateral/medial	Flexor digitorum profundus (III-IV)	Aducción del pulgar
Mediano	C6, C7, C8, T1	Medial/lateral	Anterior	Lateral/medial	Pronador teres	Flexión de muñeca
		Superior/medial/lat	Anterior	Lateral/medial	Flexor carpi radialis	Flexión de dedos
		Lateral	Anterior	Medial	Pronator quadratus	Oposición del pulgar
		Lateral	Anterior	Medial	Opponens pollicis	
		Medial/lateral	Anterior	Lateral/medial	Flexor digitorum profundus	
Musculocutáneo	T1, C5, C6	Superior	Anterior	Lateral	Bíceps brachii	Flexión y supinación del codo
Anterior braquialis						

\* Modificado de Dumitru D<sup>(13)</sup>.

**Cuadro II.** Respuesta motora y volumen ideal según abordaje.

Abordaje	Mejor respuesta motora	Volumen mL técnica selectiva
Axilar	Músculo intrínseco de la mano	30
Interescalénico	Deltoides o bíceps	20
Lumbar	Cuadríceps	40
Femoral	Cuadríceps	30
Ciático	Dorsiflexión y flexión plantar del pie	40

**Cuadro III.** Tipos de agujas para neuroestimulación bisel corto, no cortantes ángulo 30°.

Longitud, mm	Calibre	Aplicación clínica
25	24	Bloqueos de extremidad superior en pediatría
50	22	Bloqueos de extremidad superior adulto
100	21	Bloqueo femoral adulto, ciático vía lateral y ciático pediátrico, poplíteo
150	20	Ciático vía anterior, vía posterior, compartimento del psoas

estos nervios los agujeros de conjunción convergen formando tres troncos situados por detrás de los músculos escaleno anterior y medio; es decir, el tronco superior (C4-C6), medio (C7) e inferior (C8-T1). En el borde externo de la prime-

ra costilla se produce una división y cada tronco forma una rama anterior y otra posterior que, por debajo de la clavícula, forman los troncos del plexo braquial, separándose a su vez en ramas terminales:

- *Cordón lateral (C5, C6, C7)*: De él se originan los nervios musculocutáneo, mediano lateral y pectoral lateral.
- *Cordón mediano (C5-C8, T1)*: Da lugar a los nervios braquiales cutáneos mediales, mediano (medio), cubital y pectoral medio.
- *Cordón posterior*: Da origen a los nervios, radial, axilar, toracodorsal, subescapular inferior y superior.

En cuanto a la inervación simpática, las raíces nerviosas reciben ramas comunicantes, los ganglios simpáticos cervicales inferiores, más frecuentemente del ganglio estrellado y también del plexo simpático asociado a la arteria vertebral. Las fibras simpáticas vasoconstrictoras llegan a los vasos periféricos a través de los nervios somáticos del plexo, distribuyéndose de esta manera en el sistema arterial distal<sup>(18)</sup>.

La técnica descrita por Winnie en 1970, se realiza en el cuello a nivel del canal interescalénico, entre el escaleno anterior y medio (anterior lateral) con el paciente en decúbito supino, con la cabeza girada al lado opuesto y los brazos a lo largo del cuerpo. Se pide que levante la cabeza para resaltar la inserción clavicular del músculo esternocleidomastoideo. Se colocan los dedos índice y medio justo por debajo del borde lateral del músculo a nivel del cartílago cricoideas y a continuación se hace apoyar nuevamente la cabeza, al relajarse el músculo esternocleidomastoideo los dedos quedarán sobre el vientre del músculo escaleno anterior. Se movilizan los dedos hacia afuera hasta encontrar el surco interescalénico a nivel de la apófisis transversa de C5. Conectándose adecuadamente, el electrodo del paciente deberá estar cercano de la extremidad superior por estimular<sup>(19)</sup> la aguja respectivamente, en dirección perpendicular a la piel, ligeramente hacia abajo, hacia atrás y hacia dentro hasta la obtención de respuesta motora de deltoides, bíceps y pectoral mayor<sup>(20-22)</sup>. Si no se encuentran seguimos introduciendo la aguja hasta contactar con la apófisis transversa, buscándolas sobre ella. Tras aspirar cuidadosamente se inyecta la solución anestésica elegida. Durante la inyección del volumen adecuado, es conveniente la presión digital por encima del punto de inyección, a fin de evitar la difusión craneal del anestésico y conseguir que progrese en dirección distal la mayor parte del volumen. Otro abordaje es la vía posterior en la cual se le pide al paciente que se coloque en decúbito lateral del lado contrario al que se realizará el procedimiento, se marcan las apófisis espinosas a nivel C6 y C7, entre estas dos apófisis se marca una línea media a tres centímetros por arriba de la base de estas apófisis, este será el punto a colocar la aguja en dirección posteroanterior y en dirección al cricoideas, haciendo preferencia en este punto para tener éxito, se obtiene respuesta del deltoides y bíceps braquial, no existe diferencia entre ambas técnicas clínicamente<sup>(23)</sup>. La mejor técnica de neuroestimulación es la selectiva en dosis múltiples, es decir ir buscando cada

uno de los cordones, con esto se aumenta la tasa de éxito y se disminuye el volumen<sup>(24)</sup>.

Las indicaciones del bloqueo interescalénico son anestesia quirúrgica, analgesia postoperatoria o de rehabilitación de todo el hombro<sup>(25)</sup>, procedimientos de artroscopía, dolor crónico y para mejorar el flujo sanguíneo de la extremidad superior, tiene también especial utilidad en reconstrucciones, injertos musculocutáneos y reimplantes secundarios a traumatismo del miembro superior por su acción vasodilatadora selectiva.

Complicaciones: Alain Borgeat<sup>(26)</sup> reporta 0.4%, parestesias y disestesias, dolor no relacionado a cirugía, síndrome saco cubital, síndrome túnel del carpo. Bloqueo peridural, subaracnoidal, bloqueo nervio frénico unilateral en el 90% de los casos, bloqueo plexo cervical superficial, bloqueo del nervio vago o recurrente 0.9%, bloqueo del ganglio estrellado, toxicidad sistema nervioso central, toxicidad cardíaca y neumotórax entre otras. Se pueden presentar además el reflejo de Bezold-Jarisch que consiste en hipotensión severa y bradicardia, y síndrome de Horner con afección del 6%<sup>(27)</sup>.

## VÍA SUPRACLAVICULAR

La técnica clásica de Kulenkampff fue descrita en 1911, tiene un gran valor histórico, y se practica en el lugar en que el plexo braquial cruza la primera costilla para alcanzar el hueco axilar. Con el paciente en decúbito supino, los brazos a lo largo del cuerpo, la cabeza ligeramente elevada en hiperextensión girada al lado opuesto. Se hace descender el hombro para liberar la primera costilla haciendo que el plexo y la arteria subclavia resalten sobre ella. Los puntos de referencia son el punto medio clavicular o bien el punto en que la yugular externa cruza la clavícula, y la arteria subclavia que se palpa 1 cm por encima del punto medio clavicular. El plexo braquial está en contacto con ella por fuera. En este punto se introduce una aguja de 4 cm, 22 G de bisel corto, oblicuamente hacia abajo, atrás y adentro hasta obtener respuesta motora o bien hasta que se contacta con la primera costilla, pero teniendo en cuenta que el objetivo es alcanzar los troncos nerviosos y no la costilla<sup>(28)</sup>. En 1964 Winnie describe la técnica utilizando las mismas referencias anatómicas, pero utilizando el concepto perivascular para la dirección de la aguja, identificando el espacio interescalénico se desliza el dedo índice hasta palpar la arteria subclavia y se inserta la aguja en dirección caudal y tangencial a la arteria, siguiendo la dirección de los escalenos. La ventaja de esta técnica es un mayor recorrido de la aguja dentro de la vaina y menor riesgo de punción pleural<sup>(29)</sup>. Posteriormente se han descrito otras técnicas por diversos autores Vonguisés en 1979, y Dalens en 1987, quienes describen el mismo sitio de punción, la diferencia de estas técnicas radi-

ca en la dirección de la punta de la aguja con el objeto de disminuir la incidencia de neumotórax y colocan una almohada debajo de los hombros para aproximar el plexo a la superficie<sup>(30)</sup>. En 1988 Brown describe la técnica de la pómada, y Korbon describe la importancia de la palpación de la primera costilla en la técnica de este bloqueo<sup>(31)</sup>.

El bloqueo supraclavicular presenta una serie de ventajas, se realiza un bloqueo más completo ya que a nivel supraclavicular es donde los elementos nerviosos están más juntos, envueltos en una densa fascia se pueden bloquear los 3 troncos y sus divisiones requiriendo de menor volumen anestésico, con menor tiempo de latencia, por lo que se ha utilizado con eficacia en cirugía ambulatoria de codo, antebrazo, muñeca y mano. Es posible realizarlo en pacientes con incapacidad para la abducción del brazo, no precisa movilizar la extremidad y es practicable en caso de infección en otras zonas de abordaje. Se ha utilizado satisfactoriamente en el paciente obeso en 455 pacientes, asociándose con mínimas complicaciones<sup>(32)</sup>, siendo la principal complicación el riesgo de neumotórax, incidencia que varía según los diferentes estudios, por lo que no es aconsejable su aplicación en pacientes ambulatorios. Esta técnica no debe ser realizada por anestesiólogos sin experiencia debido a las complicaciones peligrosas, como la punción de la arteria subclavia, es muy frecuente (25%), el síndrome de Horner transitorio en 64-90% de los casos cuando se utilizan volúmenes altos 50 mL o más, la parálisis del nervio frénico que es sintomática en 1% y ronquera por parálisis del nervio recurrente 1-1.3%, raramente inyección subaracnoidea o epidural, y enfisema en mediastino. Por lo que se contraindica en pacientes con adenopatías en la zona, con insuficiencia respiratoria, en cirugía ambulatoria. Y no debe realizarse en forma bilateral<sup>(33)</sup>. En 1986 Conde Zamora<sup>(34)</sup> da a conocer una técnica de localización basada en la ubicación de un punto de punción por medio de coordenadas.

## VÍA INFRACLAVICULAR

La vía infraclavicular fue utilizada por primera vez por Hirschel en 1911 y posteriormente Bazy en 1914 bloqueó el plexo a través del abordaje infraclavicular dirigiendo la aguja en sentido proximal o distal a la clavícula<sup>(35)</sup>. Raj en 1977 realiza el abordaje distal. Con esta técnica el depósito del anestésico local se realiza a nivel de los cordones y ramas del plexo braquial por encima y por debajo de la formación del nervio axilar y del musculocutáneo<sup>(36,37)</sup>. El paciente en decúbito supino con la cabeza girada hacia el lado contralateral y el brazo en abducción de 90°, se marcan 3 referencias anatómicas siendo la línea que las une el trayecto del plexo braquial: punto medio de la clavícula, tubérculo de Chaissaignac y la arteria humeral. Se pincha 2-2.5 cm abajo del punto medio clavicular en ángulo de 45° hasta

encontrar respuesta motora proximal (codo) o distal (muñeca, mano). Las ventajas de esta técnica son la comodidad de la posición del paciente y que alcanza una eficacia del 95%, así como ausencia de parálisis frénica, bloqueo simpático cervical o parálisis del nervio recurrente<sup>(38)</sup>.

Wilson<sup>(38)</sup> con la técnica de coracoides utilizó imágenes de resonancia magnética en el plexo braquial para determinar la profundidad y la orientación de la aguja al contacto con el plexo braquial localizando en un punto de 2 cm caudal al proceso coracoides y la profundidad desde la piel a la pared anterior de la arteria axilar fue  $4.24 \pm 1.49$  cm en hombres y de  $4.01 \pm 1.29$  cm en mujeres, se han descrito otras técnicas con diferentes angulaciones de la aguja. Sims describe eficacia con una angulación inferior y lateral de la aguja y Whifler<sup>(39)</sup> perpendicular a la piel, por dentro y debajo de la apófisis coracoides, realiza la punción por sobre la línea trazada entre la arteria subclavia y la zona apical del hueco axilar, con la profundidad de 4 cm en este movimiento existe un riesgo mayor de penetrar la cavidad torácica. Kilka<sup>(40)</sup> estudió 175 pacientes en cirugía de extremidad superior usando la técnica infraclavicular, dividiendo la distancia entre la fosa yugular y el proceso ventral del acromion en partes iguales e insertando la aguja debajo de la clavícula en el punto medio, con la aguja en dirección posterior<sup>(41)</sup>.

En el abordaje infraclavicular las complicaciones como punción venosa se presentaron en 10.3%, síndrome de Horner en 6.8% y no se presentaron punciones arteriales y pleurales. Este bloqueo se realiza a nivel de las divisiones y cordones del plexo braquial donde se envuelven con la arteria subclavia. Al igual que el bloqueo supraclavicular y axilar, se aplica en procedimientos de codo, antebrazo, muñeca y mano; y con rara incidencia de provocar neumotórax ya que en estudios con resonancia magnética se demostró la presencia de pleura a 6.5 cm, de profundidad. Otras de las ventajas es que es fácil de realizar y la inyección a este nivel permite bloquear los nervios musculocutáneo y circunflejo. No requiere de una posición especial del brazo, por lo que se indica en cirugía de traumatología, y buena tolerancia para la colocación de catéter de larga duración<sup>(42,43)</sup>.

Se puede utilizar la técnica de estimulación única obteniendo la respuesta motora del nervio mediano, radial o cubital. La respuesta motora del nervio musculocutáneo (flexión del codo), es una mala respuesta, señala que la aguja está en posición externa y superficial y se debe redirigir medial y profundamente. Si utilizamos la técnica de estimulación múltiple debemos obtener como mínimo dos estimulaciones, una del tronco secundario posterior y otra del tronco secundario lateral. En la práctica una estimulación del radial y otra del mediano y posteriormente la del musculocutáneo el volumen a inyectar es de 8 a 10 mL en musculocutáneo 5 mL<sup>(44)</sup>.

El bloqueo infraclavicular ha demostrado ser mejor en cirugía de húmero distal, codo y mano usando la técnica de dos estimulaciones, en comparación con otras técnicas tales como la axilar y humeral en la que se requiere utilizar la técnica de estimulación de 3 a 4 nervios. La triple inyección del bloqueo coracoides no es realmente beneficiosa ya que los pacientes reportan punciones vasculares, dificultad para la localización de una tercera punción, así como malestar en los pacientes con respecto a la técnica dual. Los volúmenes de anestésicos utilizados disminuyen conforme aumenta el número de punciones, utilizando 42 mL de mepivacaína en punción única, 22 y 14 mL en punción dual y triple respectivamente<sup>(45,46)</sup>.

## VÍA AXILAR

El bloqueo por vía axilar constituye la forma de anestesia del plexo braquial más utilizada en la actualidad, debido al escaso número de complicaciones relacionadas con su realización<sup>(47)</sup>. Los nervios terminales del plexo braquial están contenidos en una vaina común con la arteria axilar, y está demostrado que este paquete neurovascular es pluricompartimental, estos tabiques no impiden la difusión de los anestésicos en la mayoría de los casos, pero podrían explicar la distribución irregular y los fracasos que ocurren en ciertas ocasiones<sup>(48)</sup>. La arteria axilar es el punto de referencia más importante, los nervios mantienen una orientación predecible con respecto a la arteria, el nervio mediano se localiza por encima de la arteria, el cubital anteromedial y el radial por detrás y algo por fuera. Esto se ha observado en estudios clínicos y actualmente por resonancia magnética y ultrasonido se ha visto que los nervios circunflejo, musculocutáneo y axilar se encuentran por fuera de esta vaina. A nivel axilar el nervio musculocutáneo ya ha abandonado la vaina y se encuentra englobado en el músculo coracobraquial. Cuando se utiliza la técnica de volumen único es bloqueado en un 40-60% de los casos, por lo que se requieren utilizar volúmenes altos para alcanzar ambos compartimentos<sup>(49,50)</sup>; otra opción es bloquearlo en forma separada a nivel axilar con el estimulador en el vientre muscular del coracobraquial inyectando un promedio de 5 mL de anestésico. El nervio intercostobraquial rama del segundo nervio intercostal inerva una zona de la piel situada en el lado interno del brazo, localizada fuera de la vaina del plexo braquial, el cual debe bloquearse por medio de un habón subcutáneo por encima de la arteria, dirigiéndonos perpendicularmente a ésta; aquí se aplican 5 mL de anestésico. Generalmente se deben bloquear estos últimos cuando se utiliza un manguito de isquemia<sup>(51,52)</sup>.

La fácil realización de la técnica, la seguridad de la misma, así como la fácil palpación de la arteria, permite que la técnica de parestesias, transarterial y neuroestimulación han sido utilizadas satisfactoriamente en cirugía de codo, ante-

brazo, muñeca y mano. Lo que contribuye a la técnica más comúnmente realizada en Norteamérica. La técnica perivascular de Winnie descrita en 1973 identifica el latido de la arteria axilar que discurre en el surco formado por los músculos coracobraquial y tríceps lo más cerca del tendón del pectoral mayor, con el brazo en abducción de 90° y el antebrazo en flexión sobre el brazo. Los dedos medio e índice se sitúan sobre la arteria con una dirección de la aguja de 30°<sup>(53)</sup>.

Esta técnica se encuentra en desventaja por la posible formación de hematomas, que pueden obliterar la arteria y requerir revisión quirúrgica, además de datos de neuro y cardiotoxicidad por absorción sistémica del anestésico aplicado. Para la realización de la técnica con neuroestimulación utilizamos la técnica con estimulación única o múltiple. Con técnica de Winnie y el paciente en posición ya descrita se recomienda hiperabducción del brazo porque con frecuencia se oblitera el pulso y se puede impedir la difusión cefálica de la solución anestésica. Se utilizan agujas aisladas, con una angulación del bisel a 30° con extensión de plástico flexible para facilitar la aplicación del anestésico. Con localización del plexo en 0.5 a 1 mA y frecuencia de 1 Hz, se avanza la aguja hasta obtener la respuesta muscular satisfactoria, de preferencia en el territorio correspondiente al acto quirúrgico que se realizará<sup>(52-54)</sup>. El volumen del anestésico en punción única es de 35 a 60 mL de solución. Todos los anestésicos pueden usarse dependiendo del tiempo quirúrgico y el grado de relajación deseado. En la técnica de localización múltiple con la técnica de Fane-lli<sup>(55)</sup> se coloca el brazo en hiperabducción, colocando la mano detrás de la cabeza para palpar el latido de la arteria axilar más superficial. Con una sola punción modificando la dirección de la aguja, se localizan 2 territorios no anatómicos, un compartimiento anterior incluye a los nervios mediano, cubital, braquial cutáneo interno y accesorio del braquial cutáneo interno y otro compartimento posterior que incluye exclusivamente al nervio radial. En seguida con el paciente en la misma posición, se realiza la primera punción por debajo de la arteria para localizar el compartimento del radial, se aplican 10 mL del anestésico deseado y posteriormente en el mismo sitio de punción, pero por arriba de la arteria, con una angulación de 45° hasta obtener una respuesta flexora o extensora distal del nervio mediano y cubital inyectando 20 mL del volumen del anestésico. El empleo de esta técnica aumenta la tasa de éxitos a un 95% y disminuye las dosis de anestésicos locales, evitando la toxicidad a éstos. Otra de las ventajas es un bloqueo sencillo, que se puede realizar por anestesiólogos poco entrenados en la técnica, es fácil de realizar en obesos.

La principal desventaja es que se limita la posición en algunos pacientes con férulas o determinadas fracturas, así como la molestia en múltiples estimulaciones para conseguir un bloqueo adecuado, por lo que se recomienda seda-

ción en los pacientes<sup>(56,57)</sup>. La selección del anestésico local se determina de acuerdo al tipo de cirugía, duración de la misma y características del paciente, además de conocer las propiedades fisicoquímicas y la farmacodinamia de los mismos. En cirugías prolongadas se utilizan con eficacia ropivacaína y bupivacaína, demostrando mayor efectividad utilizando concentraciones mayores de éstos.

### VÍA MEDIO-HUMERAL

Alternativamente al abordaje axilar, el abordaje mediohumeral es una técnica de reciente descripción dirigida a respuestas individuales más distales, cuando las ramas individuales han abandonado el curso de la arteria. Este abordaje fue descrito por primera vez por Dupré<sup>(58)</sup> en 1994. En esta sección anatómica las cuatro ramas terminales del plexo pueden identificarse con más definición dado que el nervio radial y musculocutáneo ya se han separado del resto a nivel del canal humeral entre el tercio superior y el medio de la mano, justo donde se palpa la arterial braquial, la aguja se coloca tangencialmente sobre la piel entre la arteria braquial y el dedo que palpa en dirección al plexo braquial. Una vez que la aguja es colocada subcutáneamente, previo habón, el NES se activa a frecuencia e intensidad de 2 Hz y 2.5 mA, respectivamente. Después de anestesiar el mediano con 10 mL de AL, se reorienta en posición perpendicular a la mesa de operaciones justo medial a la arteria, se avanza para localizar y anestesiar al nervio cubital; después la aguja se reorienta justo bajo el músculo bíceps y se avanza 2-4 cm para localizar y anestesiar el nervio musculocutáneo. Finalmente la aguja se remueve a posición subcutánea y se introduce hasta que la punta se coloque por detrás del húmero donde el nervio radial se une al surco. En total se usan 40 mL de volumen. Las respuestas motoras esperadas son las mismas para cada una de las 4 ramas terminales. Bouaziz et al<sup>(59)</sup>, encontraron que el tiempo de latencia se alarga (10 min  $\pm$  8), comparando con el abordaje axilar aunque, con respecto a la tasa de éxito no hay diferencias. La mayor diferencia respecto al abordaje axilar es mayor intensidad de bloqueo motor con el abordaje mediohumeral, tal vez debido a la neuroestimulación selectiva. Este abordaje tiene su mayor indicación en cirugías que involucran el nervio radial, es decir, cirugía de muñeca. Es preferido como técnica continua por la facilidad de fijación del catéter en un área libre de movimiento articular. No hay reportadas complicaciones con este abordaje específico.

### BLOQUEO DEL PLEXO LUMBAR O COMPARTIMENTO DEL PSOAS

El plexo lumbar consta de seis nervios a cada lado del eje neuroaxial, el primero de los cuales emerge entre la 1ra y

2da vértebra lumbar; el último nervio emerge de la última vértebra lumbar y la base del sacro. Tan pronto como las raíces nerviosas L2, L3 y L4 dejan la foramina intervertebral se internan en el músculo psoas mayor. Esto se debe a que el psoas se ancla de la superficie lateral y de los procesos transversos de las vértebras lumbares. Dentro del músculo estas raíces se parten en división anterior y posterior, los cuales se reúnen para formar nervios individuales del plexo. Las ramas mayores del plexo lumbar son el nervio genitofemoral, el nervio cutáneo femoral lateral, el femoral y el obturador<sup>(60)</sup>.

La técnica anestésica fue descrita inicialmente por Winnie en 1974 posteriormente Chayan, Hannah y Parkinson describieron modificaciones al abordaje<sup>(61)</sup>. El plexo lumbar discurre por delante del plano de las apófisis transversas de las vértebras lumbares. Sus ramas más importantes están localizadas dentro de un compartimento fascial producido por los músculos cuadrado lumbar, psoas e ilíaco<sup>(62,63)</sup>. Para la realización del bloqueo del plexo lumbar, como también es llamado, el paciente se coloca en decúbito lateral con el lado a bloquear en la parte superior y la cadera flexionada<sup>(64)</sup>.

A continuación la descripción de los diferentes abordajes al plexo lumbar publicados en la literatura médica:

1. L4 (Capdevilla): Se identifica el punto medio de L4 y la línea intercrestas, se traza una línea paralela a L4 que pasa por la cresta ilíaca posterosuperior y en el punto donde esta línea se intersecta con la intercrestas es el sitio de punción.
2. L4 (Alternativo): Sobre la línea intercrestas se marca un punto a 4 cm de la línea media de L4 y en este sitio se punciona.
3. L4-L5 (Winnie): Se identifica el punto medio de L4-L5 y la línea intercrestas, se traza una línea paralela a L4-L5 que pasa por la cresta ilíaca posterosuperior y en el punto donde esta línea intersecta con la intercrestas es el sitio de punción.
4. L4 (Chayan): Se identifica L4 y se traza una línea de 3 cm caudalmente y luego otra lateralmente de 5 cm este es el punto de punción.
5. L3 (Parkinson): Se localiza la línea media de L3 y 3-4 cm lateral se introduce la aguja.

En cada uno de los abordajes se introduce la aguja hasta contactar con el proceso espinoso de L3, L4 o L5 de acuerdo al sitio de punción, se redirige la aguja en sentido caudal o craneal hasta obtener respuesta del músculo cuadríceps femoral con desplazamiento patelar respectivo, es decir movimiento superior e inferior de la rótula en la rodilla. Las indicaciones quirúrgicas de este bloqueo avanzado son todos los procedimientos en la región de la cadera y en combi-

nación con bloqueo del ciático todo el miembro pélvico. Las indicaciones terapéuticas como: dolor postoperatorio tras cirugía de cadera y rodilla, posttraumático de cadera, dolor por osteoartritis, dolor por fractura de cadera, enfermedad arterial oclusiva, síndrome de dolor regional complejo tipo I y II, edema postradioterapia, dolor postampulación, neuropatía diabética, dolor tumoral en cadera o pelvis<sup>(65)</sup>.

Para las indicaciones quirúrgicas se utiliza un volumen de 20 a 30 mL de bupivacaína al 0.25-0.5% sin sobrepasar una dosis 3 mg/kg de peso. También se puede utilizar ropivacaína al 7.5% con un volumen de 20-30 mL con una dosis máxima de 3 mg/kg. Para procedimientos diagnósticos y terapéuticos se utiliza un volumen de 20 mL con una dosis de ropivacaína o bupivacaína de 1.5 mg/kg.

Esta técnica tiene una relación alta de complicaciones aproximadamente del 80/10,000<sup>(66)</sup> y éstas son las siguientes: lesión neural<sup>(67)</sup>, inyección intravascular, inyección subaracnoidea o epidural, toxicidad cardíaca o neurológica por AL<sup>(68)</sup>, hematoma retroperitoneal<sup>(69)</sup>, punción renal, hematoma renal; estas complicaciones renales se dan principalmente cuando se utiliza el abordaje sobre L3<sup>(70)</sup>, dolor postinyección debido al espasmo muscular lumbar.

A continuación el cuadro IV describe las respuestas motoras del plexo lumbar según el bloqueo realizado.

### BLOQUEO DEL NERVIO CIÁTICO

El plexo sacro da origen al nervio ciático (L4, L5, S1, S2, S3, S4). Resulta de la fusión de dos troncos nerviosos principales: el nervio tibial y el nervio peroneo. Al abandonar la pelvis se une al nervio cutáneo posterior del muslo. La elección para abordar el nervio ciático depende de la capacidad de girar al paciente sin provocar molestias, de las condiciones generales del paciente y del área quirúrgica<sup>(71)</sup>.

**Vía anterior:** Descrita en 1963 por Beck y modificada por Chelly. Se traza una línea desde la espina ilíaca anterosuperior hasta la síntesis del pubis, se traza una segunda línea perpendicular desde el trocánter mayor hasta el tro-

cánter menor. La primera línea se divide en tercios y se traza una línea que une el tercio medial con el trocánter menor y el punto de intersección es el sitio de punción. Se sugiere rotación interna de la pierna para favorecer la localización del nervio. Erickson et al sugieren que se realice el abordaje 4 cm más inferior<sup>(72)</sup>. **Lateral:** Descrito en 1959 por Ichinagai. Es el abordaje de mayor dificultad. Se localiza el trocánter mayor se traza una línea sobre el borde inferior del fémur y a una distancia de 5 a 6 cm se encuentra el sitio de punción. La distancia media para localizar la respuesta es de  $91 \pm 20$  mm<sup>(73)</sup>.

**Posterior:** Clásica (Labat) descrito en 1920<sup>(74)</sup>. Se coloca al paciente en posición de Sims. Se traza una línea desde la espina ilíaca posterosuperior hasta el trocánter mayor. A la mitad de ésta se traza una segunda línea de 5 cm perpendicular a la primera, este es el sitio de punción.

**Posterior:** Modificada (Winnie) en posición de Sims se trazan las líneas para el abordaje clásico, se traza una línea adicional desde el hiato sacro hasta el trocánter mayor, la intersección de esta línea con la perpendicular de 5 cm del abordaje clásico deben coincidir, este es el sitio de punción. **Parasacro:** Abordaje descrito por Mansour en 1996<sup>(75)</sup>. Se coloca al paciente en decúbito lateral con el lado a bloquear en posición superior, con la cadera y rodillas flexionadas, se traza una línea de la espina ilíaca posterosuperior hasta la tuberosidad isquiática, sobre esta línea a 6 cm de la espina ilíaca se encuentra el sitio de punción<sup>(76)</sup>.

**Subglúteo:** Descrito en 2001 por Benedetto<sup>(77)</sup>. En posición de Sims, se traza una línea del trocánter mayor a la tuberosidad isquiática, a la mitad se traza una segunda línea en sentido caudal a 4 cm. Franco<sup>(76)</sup> refiere que se debe trazar a 10 cm ya que es más efectivo para ambos sexos y diferentes edades. Este es el sitio de punción, la profundidad es de  $45 \pm 13$  mm<sup>(78,79)</sup>.

**Neuroestimulación:** La respuesta motora en cualquiera de sus abordajes es la siguiente: La estimulación de las fibras del ciático poplíteo interno inducen inversión plantar y flexión del pie y dedos. Cuando se estimula el ciático poplíteo externo se induce flexión dorsal y eversión del

**Cuadro IV.** Neuroestimulación del plexo lumbar.

Bloqueo	Respuesta muscular a buscar	Articulación	Componente
Plexo lumbar	Contracción cuadríceps	Cadera	L1-L3, L4L5 S1
Femoral	Contracción cuadríceps	Rodilla	L3, L4
Ciático	Tibial: dorsiflexión plantar e inversión del pie Peroneo superficial: abducción del pie Peroneo profundo: eversión del pie		L3-L5
Poplíteo	Las mismas respuestas del ciático	Tobillo	L4L5
Safeno	Las mismas respuestas del ciático	Pie	L5S1

pie<sup>(80)</sup>. La frecuencia con la que se encuentran las respuestas motoras son tibial en 52%, peroneal 33% y ambas 12%<sup>(81)</sup>. Las respuestas motoras encontradas se correlacionan con un menor tiempo de latencia y una mayor efectividad del bloqueo en este orden: inversión, flexión plantar, eversión<sup>(82)</sup>. Las complicaciones de este bloqueo son: Lesión neurológica (1.9 por 10,000 bloqueos)<sup>(83)</sup> debida a inyección intra-neuronal<sup>(84)</sup>, formación de hematoma principalmente en abordajes clásico y parasacro. Incontinencia urinaria en abordaje parasacro bilateral se manifiesta como enuresis, anestesia glútea y perineal<sup>(85)</sup>.

## BLOQUEO DE NERVIO FEMORAL

El bloqueo del nervio femoral o crural fue descrito ya desde 1973 por Winnie como una técnica inguinal paravascular a la cual denominó como el bloqueo «3 en 1», ya que se pensaba que al utilizar volúmenes altos y aplicando presión distalmente a la aguja durante algunos minutos podía obtenerse bloqueo del nervio femoral, lateral femoral cutáneo y del nervio obturador, pero los diferentes estudios realizados no han podido demostrar la efectividad de esas maniobras<sup>(86)</sup>.

El nervio femoral es una rama del plexo lumbar que junto con el nervio femoral lateral cutáneo y el nervio obturador son los nervios más importantes para la cirugía de la extremidad inferior.

El nervio femoral está formado por las divisiones dorsales de la rama anterior del segundo, tercero y cuarto nervios lumbares, penetra al muslo posterior, al ligamento inguinal y ahí se encuentra, está situado lateral y posterior a la arteria femoral. En el muslo se divide en una rama anterior y una posterior, la rama anterior emite los nervios cutáneo y medial que inervan la piel de la superficie medial y anterior del muslo, así como ramas musculares al sartorio y al músculo pectíneo y ramas articulares a la cadera. La división posterior emite el nervio safeno que es la rama cutánea más larga del nervio femoral, ramas musculares al músculo cuadríceps y ramas articulares a la rodilla. La analgesia en la rodilla 60% la brinda el nervio femoral, 25% el nervio ciático y el 15% el nervio obturador.

Las indicaciones para el bloqueo de nervio femoral incluyen la anestesia para procedimientos de la cara anteromedial del muslo, rodilla y cara medial de la pantorrilla, resultando de gran utilidad en procedimientos como las arroscopías en las que se incluyen: meniscectomías, limpiezas articulares, liberaciones retinaculares y plicaturas<sup>(87,88)</sup>. Así como también es conocida su utilización y beneficio como método analgésico en cirugías de reconstrucción de ligamento cruzado<sup>(89,90)</sup>, prótesis de rodilla<sup>(91)</sup> y fracturas de fémur<sup>(92)</sup>. Es importante tener en cuenta que este bloqueo debe ser combinado con un bloqueo del nervio ciático cuando se

utiliza brazalete de isquemia, con lo cual resulta también posible realizar cirugías como la reparación de *Hallux valgus* y otras cirugías de pie (Cuadro V).

El bloqueo de nervio femoral se realiza con el paciente en posición supina, las piernas extendidas, con los pies formando un ángulo de 90 grados con el plano horizontal, el muslo con ligera abducción. Los puntos de referencia más importantes que deben determinarse son: el ligamento inguinal, el pliegue femoral y la arteria femoral. En la literatura se han propuesto varios métodos para facilitar la localización del punto de inyección, entre éstos se menciona en un estudio en cadáveres realizado por Vloka y cols.<sup>(93)</sup> en el cual encontraron que la inserción de la aguja en pliegue inguinal e inmediatamente lateral al borde de la arteria femoral produjo el mayor número de contactos entre la aguja y el nervio. El de la escuela de NYSORA (New York School Regional Anesthesia)<sup>(94)</sup>, describe la posición de las estructuras en el orden que guardan en el área para lo cual proponen la nemotecnica «VAN», (vena, arteria, nervio) de medial a lateral, también se ha propuesto otro método basado en puntos de acupuntura, en el cual se propone una medición del dedo pulgar a nivel de la articulación interfalángica distal, la cual es definida como 1CUN, y hacen una correlación con el peso y talla, y proponen que este sistema es superior a las marcas convencionales para localizar el nervio a 1 ó 2 cm lateral a la arteria<sup>(95)</sup>.

Una vez localizado el punto, se realiza asepsia y antisepsia de la región, se infiltra el sitio de punción y se inicia la localización del nervio con una aguja aislada de 5 cm de bisel corto y estimulador de nervios periféricos. La dirección de la aguja es craneal con un ángulo de 60 grados aproximadamente. Se inicia con un voltaje de 1 mA hasta localizar la respuesta esperada que corresponde a la contracción del músculo cuadríceps, así como al desplazamiento patelar (danza patelar), se inicia entonces la disminución del voltaje hasta 0.5 mA, debiendo mantenerse esta respuesta, lo cual indicará que estamos en el sitio adecuado y resulta entonces seguro aplicar el anestésico elegido. Hay que recordar que es importante la sedación adecuada del paciente para la realización de estas técnicas. El volumen recomendado es de 25 a 30 mL, pero Fanelli et al<sup>(96)</sup> recomiendan de 15 hasta 21 mL en la técnica de neuroestimulación selectiva en dosis múltiples.

Las contraindicaciones son similares a las de cualquier técnica anestésica regional, dentro de las absolutas se encuentra la negativa del paciente, infecciones en el sitio de punción, hematoma local, anatomía distorsionada y dentro de las relativas se incluyen las coagulopatías, y enfermedades neurológicas preexistentes.

Las complicaciones asociadas con los bloqueos de nervios periféricos son raras. Se mencionan complicaciones relacionadas con factores diversos asociados a toxicidad sistémica por anestésicos locales, la cual en teoría debería

ser elevada debido a las dosis generalmente altas utilizadas en este tipo de bloqueos, sin embargo en un estudio de Casati y colaboradores<sup>(87)</sup>, en una serie de 2,175 pacientes con bloqueo femoral y ciático combinado, no reportaron reacciones adversas debidas a anestésico local. La mayoría de las reacciones tóxicas ocurren típicamente durante la inyección o inmediatamente después, lo que sugiere que el mecanismo de esos eventos es frecuentemente una inyección intravascular no intencionada del anestésico a la circulación. La punción vascular durante el bloqueo de nervio femoral ha sido reportada con una frecuencia de 5.6%<sup>(96)</sup>, aunque las complicaciones son raras. No existen reportes de casos de infección después de inyecciones únicas en bloqueo de nervios de extremidad inferior. Existen pocos reportes publicados relacionados a lesión nerviosa asociados con el bloqueo de nervios periféricos con neuroestimulación, y pueden estar relacionadas a una variedad de factores, unos relacionados al bloqueo que incluyen el trauma con la aguja, inyección intraneuronal e isquemia neuronal. Pero también es importante investigar otras causas debidas a factores quirúrgicos (posición, uso de separadores y formación de hematomas)<sup>(97)</sup>.

## NERVIO CIÁTICO POPLÍTEO

El bloqueo de este nervio fue descrito originalmente por Labat hacia 1923. Desde su introducción ha demostrado ser de utilidad en las intervenciones realizadas sobre los dos tercios inferiores de la pierna y el pie, cuenta entre sus ventajas al igual que los demás bloqueos de nervios periféricos tronculares con la producción de una buena anestesia con escasas alteraciones hemodinámicas y respiratorias, lo que le confiere gran utilidad en pacientes con patologías cardiorrespiratorias<sup>(98-100)</sup>. Este nervio es rama del plexo sacro, el cual se forma dentro de la pelvis por la unión de la rama ventral del cuarto y quinto nervios lumbares y los primeros 3 ó 4 nervios sacros. Tiene tres partes anatómicas y funcionales: el nervio cutáneo posterior del muslo, el nervio tibial y el nervio peroneal común. Las técnicas de bloqueo proximal de este nervio proporcionan bloqueo motor de los músculos semitendinosos y de los flexores y extensores del tobillo y dedos. El bloqueo sensorial incluye el muslo, rodilla y pantorrilla en su cara posterior y pie, así como parte de la articulación de la rodilla. Los abordajes distales (fosa poplítea) dejan libres los músculos semitendinosos y las sensaciones del muslo posterior<sup>(100)</sup>.

Indicado en cirugía de pie y tobillo, puede ser utilizado como técnica anestésica única, cuando se requiere evitar técnicas asociadas a efectos colaterales y complicaciones, en los que es conveniente evitar alteraciones hemodinámicas o respiratorias; igualmente resulta muy conveniente para el paciente ambulatorio. Es importante tener en cuenta que

muchos de los procedimientos quirúrgicos realizados en pie y tobillo son productores de dolor importante y estas técnicas proporcionan efectos analgésicos adecuados para el control del dolor postoperatorio. Los componentes del nervio ciático pueden ser bloqueados en la fosa poplítea por dos vías: posterior y lateral. La posición del paciente prona, lateral o supina (con las piernas flexionadas sobre la cadera y rodilla) pueden determinar el óptimo abordaje para cada paciente en forma individual. El abordaje clásico posterior es realizado con el paciente en posición prona.

Tradicionalmente el nervio ciático está localizado 5 cm por arriba de la fosa poplítea, aunque se recomienda el bloqueo del nervio antes de su división a 7 cm y a 10 cm de distancia<sup>(101)</sup>. Este acceso tiene el inconveniente de que además de suponer una molestia adicional para el paciente, puede ocasionar alteraciones importantes en pacientes obesos, neumópatas y cardiópatas y en pacientes politraumatizados puede ocasionar dolor y/o desplazamientos de fracturas, lo que puede dificultar la correcta colocación de la posición.

Para solucionar el inconveniente anterior desde hace unos años se han buscado nuevas vías de abordaje, siendo la que más aceptación ha tenido la vía lateral, la cual se realiza con el paciente en decúbito supino<sup>(98)</sup>. El bloqueo del nervio ciático en la fosa poplítea está asociado con un rango variable de éxito elevado de hasta 90%. Debido a que el nervio peroneo común está localizado más superficialmente que el nervio tibial, la aguja de estimulación suele encontrarlo primero. En caso del *abordaje posterior*: se localiza el ápex de la fosa poplítea (determinado por el punto que cruza el bíceps femoral, y los músculos semitendinoso y semimembranoso), evaluados por palpación manual. El sitio de punción se marca 0.5 cm, por abajo del ápex, del lado medial del músculo bíceps femoral, este es un abordaje posterior modificado descrito por Blumenthal y Borgeat<sup>(102)</sup>, quien reporta que la profundidad media del nervio fue de 4.5 cm, y el promedio de la distancia del pliegue de la piel de la rodilla al ápex de la fosa poplítea fue de 9 cm. En el abordaje tradicional el nervio ciático está localizado 5 cm por encima de la fosa poplítea, pero como ya se mencionó se ha recomendado realizar la punción a 7 cm y 10 cm arriba de la fosa antes de que el nervio se divida.

El *abordaje lateral* se realiza con el paciente en posición supina y las piernas extendidas, el eje largo del pie en un ángulo de 90 grados a la mesa quirúrgica, la aguja se introduce en un plano horizontal a 11 cm cefálica al punto más prominente del epicóndilo lateral, en el surco entre el bíceps femoral y el músculo vasto lateral hasta que se hace contacto con el hueso femoral. Una vez conseguido este contacto se retira la aguja y se redirige posteriormente a un ángulo de 30 grados al plano horizontal hasta obtener respuesta.

Las respuestas esperadas con este bloqueo y teniendo en cuenta que el nervio ciático se divide a este nivel en sus dos componentes que son el nervio tibial y el nervio peroneo común serán las que corresponden a estos nervios y que son la flexión plantar, la inversión del pie, que parece ser la mejor respuesta para predecir el éxito del bloqueo ya que es debida a estimulación de ambos componentes y la dorsiflexión, que también se considera ideal. Se ha sugerido que para mejorar la tasa de éxito en este bloqueo es conveniente buscar tanto la respuesta del nervio tibial, como la del peroneal, con una técnica de doble inyección. La técnica de estimulación es similar a la del nervio femoral, considerándose que una respuesta sostenida con un voltaje de 0.5 mA, es indicativa de la cercanía de la punta de la aguja al componente nervioso. El volumen recomendado va de 20 a 30 mL. Las contraindicaciones no difieren de las antes mencionadas. Son extremadamente raras, pero posibles dentro de las cuales se mencionan neuritis y disestesias, inyección intravascular y formación de hematomas.

## NERVIO SAFENO

La anestesia en la distribución cutánea del nervio safeno es requerida con frecuencia para procedimientos quirúrgicos por debajo de la rodilla. Diversas técnicas para anestesiar este nervio han sido descritas, pero hay pocos datos publicados acerca de su eficacia<sup>(103)</sup>. El nervio safeno es un nervio puramente sensorial, el cual resulta de la división posterior del nervio femoral y corresponde a su rama cutánea más larga. Inerva la piel de la parte medial, anteromedial y posteromedial de la pierna inferior, desde la zona por debajo de la rodilla hasta el nivel del maléolo tibial y en algunas personas la parte medial del primer dedo. Junto con el nervio sural, el cutáneo sural lateral y el nervio plantar medial dan toda la sensibilidad por debajo de la rodilla.

Sus indicaciones incluyen procedimientos quirúrgicos en la pierna, incluyendo la utilización del manguito de isquemia (recordando que deben ser bloqueados también el nervio peroneal y el tibial). Es recomendable en pacientes ambulatorios, en caso de analgesia postoperatoria o como suplementación de un bloqueo incompleto del nervio ciático o femoral. Siendo este un nervio puramente sensorial los abordajes reportados se basan en infiltraciones de campo por debajo de la rodilla, en donde el nervio emerge de detrás del tendón del músculo sartorio y está situado debajo de la piel<sup>(104)</sup> e infiltraciones en forma de abanico para formar una roncha subcutánea sobre el cóndilo medial del fémur<sup>(102)</sup> (bloqueo de campo paracondilar).

En el *abordaje transarterial* se introduce una aguja de Tuohy calibre 20 pediátrica a través del vientre del músculo sartorio hasta que se encuentra pérdida de resistencia y se inyecta entonces el anestésico local<sup>(105)</sup>. En el *abordaje*

**Cuadro V.** Indicaciones quirúrgicas para aplicar bloqueos por neuroestimulación en extremidad inferior.

Tipo de bloqueo	Cirugía
Plexo lumbar	Cadera
Plexo lumbar	Fracturas de fémur
Plexo lumbar	Fractura acetabular
Plexo lumbar + ciático	Amputación por arriba del tobillo
Ciático-femoral	Artroscopía de rodilla
Ciático-femoral	Amputación por debajo de la rodilla
Ciático-femoral o safeno	Cirugía de tobillo
Ciático-femoral o poplíteo	Cirugía de pie

*paravenoso* se identifica la vena safena utilizando un torniquete en la pierna y posteriormente se realiza una inyección subcutánea alrededor de la vena<sup>(106)</sup>.

El abordaje *a través de neuroestimulación* se realiza con una aguja aislada de 5 cm, calibre 22, la cual se inserta en la prominencia del cóndilo femoral medial para encontrar parestesias en la vecindad del maléolo interno. Se coloca al paciente en decúbito supino, la rodilla con ligera flexión, se identifican tuberosidad de la tibia, cabeza medial del músculo gastrocnemio.

Se utiliza una aguja aislada de 5 cm, calibre 22, la cual se inserta 3.5 cm posterior al centro de la prominencia del cóndilo femoral medial. Se inicia la búsqueda a 2 mA, hasta encontrar parestesias en el área del maléolo medial y se disminuye paulatinamente, considerándose adecuada una respuesta mantenida a 0.4 mA<sup>(105)</sup> con un volumen de 5 a 10 mL. Las complicaciones son muy raras pero frecuentes cuando se utilizan los métodos de localización basados en parestesias.

## TÉCNICA DE CATÉTERES PARA INFUSIÓN CONTINUA

Los catéteres continuos ya se usaban desde 1946 por Ansboro FP<sup>(107)</sup>. La limitación de los catéteres continuos era la ausencia de un método simple, seguro y consistente para la inserción del mismo. Singelyn et al<sup>(108)</sup> reportaron buenos resultados, pero dificultad de la técnica de inserción en el 66% de los casos con la inserción por técnica de Seldinger. Ganapaty et al<sup>(108)</sup> demostraron radiográficamente que el 40% de los catéteres están mal colocados.

El objetivo primario del bloqueo de nervio periférico continuo es la inserción y colocación de un catéter dentro del espacio perineural. Para el bloqueo nervioso continuo se usan catéteres periféricos que involucran y excitan un

área específica, usados especialmente como una herramienta en la analgesia postoperatoria. Dado el crecimiento del interés clínico y el avance de la tecnología, la mayoría de las publicaciones actuales son descripciones de algunos pacientes o serie de casos de pacientes sanos, bajo cirugía ambulatoria.

Actualmente se cuenta con un kit de catéter con punta que transmite corriente (Arrow®) y gracias a esta tecnología se puede saber dónde se coloca la punta del catéter guiados siempre con el neuroestimulador. Para mejorar nuestro conocimiento, recientemente se han introducido catéteres que transmiten la electricidad en la punta para las técnicas de neuroestimulación y así poder verificar y confirmar la colocación de dichos catéteres con tasas de éxito del 94%. Algunas características de esta técnica se han descrito de forma general por ejemplo, las respuestas motoras encontradas con la aguja en ocasiones difieren de las encontradas con el catéter debido a las diferentes posiciones donde se coloca dicho catéter.

En el bloqueo axilar se inicia la estimulación del catéter con el nervio mediano seguida del nervio musculocutáneo, tal vez debido a que conforme avanza el catéter dentro del compartimento perineurial se vuelve más distal o proximal a la porción del plexo. Las malas posiciones no van precedidas de un paso fácil del catéter. En el bloqueo interesterno-cleidomastoideo el catéter pasa fácilmente cuando la aguja-introductor estimula el tronco medio del plexo braquial, de esta posición el catéter pasa más fácilmente dentro de una posición infraclavicular.

Durante el bloqueo femoral el fácil paso del catéter hasta 15 cm se conjunta con la ausencia de respuesta a esta profundidad, la posición final de la punta del catéter es incierta. Es más difícil encontrar posiciones aberrantes de los catéteres que transmiten la corriente eléctrica en la punta<sup>(110)</sup>. La ausencia del equipo adecuado contribuye a la dificultad de la colocación. Esto último ha contribuido a la falta de una amplia difusión o de uso restringido en ciertos hospitales donde el equipo se coloca ensamblado. Los actuales sistemas utilizan una aguja Tuohy # 18 ó 17 con un sistema de conexión al neuroestimulador, la aguja está aislada, cubierta de teflón. En el punto proximal la aguja tiene un

adaptador luer-lock, lo que permite la aspiración de sangre, inyección del AL, y el paso del catéter No. 20, sin cambiar la posición de la aguja o desconectar el tubo<sup>(111)</sup>. Las principales complicaciones incluyen: hematoma, lesiones neurales y potencial de infección; todos ellos sin evidencia ligada significativamente. La tasa de infusión depende del nervio a infundir y el agente más estudiado de disposición en México es ropivacaína entre 0.2-0.375% en cualquier dispositivo de infusión continua (Cuadro VI).

## NEUROESTIMULACIÓN EN PEDIATRÍA

August Bier, a principios de 1899 fue el primero en reportar el uso de la anestesia espinal en niños<sup>(112)</sup>. El resurgimiento de la anestesia regional fue a partir de los años 80, con los estudios de Shandling y Steward<sup>(113)</sup>, en los cuales demostraron la eficacia de combinar la anestesia general con la anestesia regional para el alivio del dolor postoperatorio en niños. El uso de la anestesia caudal en niños, fue descrito en la literatura urológica en los años 30<sup>(114)</sup>. En México el primer reporte de neuroestimulación en niños se realizó en el 2005 para bloqueo de plexo braquial vía axilar<sup>(5)</sup>. En los niños, la mielinización se completa hasta los 12 años de edad, sin embargo, para fines prácticos se considera que entre los 2 y 3 años ésta ya está prácticamente completa. El grado de mielinización del nervio afecta la velocidad de conducción del impulso nervioso. La velocidad de conducción nerviosa en el recién nacido es la mitad de la del adulto debido a una mielinización incompleta. La mielinización incompleta, la menor distancia internodal, el pequeño tamaño de las fibras nerviosas y el menor grosor de la capa de mielina hacen que la velocidad de conducción sea menor en los recién nacidos y lactantes. Así pues, para obtener bloqueos completos, se necesitan concentraciones menores de anestésicos locales en comparación con los adultos. Por ello concentraciones de lidocaína 1% y de bupivacaína 0.25% se consideran suficientes en pacientes menores de 8 años<sup>(115)</sup>.

Los bloqueos de nervios periféricos requieren de la identificación de un nervio con tanta precisión como sea posible y depositar un volumen adecuado del anestésico local cerca del mismo. La localización de un nervio periférico puede ser difícil en los pacientes pediátricos, principalmente en los lactantes. Existe una gran variación en las profundidades relativas de las estructuras anatómicas utilizadas como referencia en el período de crecimiento del niño. Las referencias topográficas están menos desarrolladas que en el adulto y resulta complicado de identificar a través del espesor variable de los tejidos, de la elasticidad de éstos, principalmente en los lactantes<sup>(116)</sup>.

En los niños a diferencia de los adultos es importante la falta de osificación de las estructuras óseas, que generalmente nos sirven de punto de referencia en los marcas.

**Cuadro VI.** Tasa de infusión para catéteres continuos colocados por neuroestimulación.

Abordaje	Tasa de infusión mL/h
Plexo lumbar	8-10
Bloqueos femoral-ciático	8-10
Abordaje axilar	5-12
Abordaje infraclavicular	5-10
Abordaje supraclavicular	5-8

Hay una mayor proporción de tejido cartilaginoso que tiene menor consistencia y nos puede dar prueba de pérdida de la resistencia positiva y por tanto inyectar el anestésico local de forma intraósea, teniendo las mismas repercusiones clínicas que una inyección intravascular, por ejemplo en el bloqueo ciático-femoral. La distribución de la grasa subcutánea en los lactantes puede dificultar los bloqueos de los nervios periféricos<sup>(117)</sup>.

El método ideal para la anestesia regional en el paciente pediátrico, es el uso del neuroestimulador con el que se localiza el componente motor de un nervio. Cuando la mayor parte de los bloqueos se realizan con sedación profunda o con anestesia general ligera se deben provocar contracciones musculares con estímulos eléctricos de 1.0 a 0.5 mA, 1 a 5 Hz con impulsos de 50 a 100 ms. En estas condiciones se producen contracciones musculares cuando nos encontramos a menos de 1 mm de distancia.

Los niños con secuelas neuroparalíticas de poliomielitis necesitan corrientes de estimulación más alta (2.0 a 2.5 mA). La degeneración de las motoneuronas responsables de la inervación de este grupo muscular es la responsable de este fenómeno. Las técnicas de neuroestimulación son de elección en niños, la estimulación múltiple en el bloqueo axilar no tiene ventajas sobre la estimulación única en pacientes pediátricos debido a la mayor difusión de los anestésicos locales dentro de la vaina perivascular que hace que la frecuencia de bloqueos incompletos sea menor que en los adultos<sup>(118)</sup>. Las vainas perineurovasculares rodean firmemente las fibras nerviosas en los niños y ofrecen la ventaja de una mayor difusión de los anestésicos locales mediante una infiltración única<sup>(119)</sup>. En los lactantes, el bloqueo interescalénico, presenta el riesgo de producir parálisis diafragmática ipsilateral por la cercanía del nervio frénico y esto puede llevar a insuficiencia respiratoria grave, por lo que en estos pacientes se prefiere el abordaje axilar<sup>(119)</sup>. Esta técnica se ha realizado con altas tasas de éxito, siguiendo una neuroestimulación de inyección única, volúmenes de 0.7 mL - 1 mL x kg bajo sedación ya sea tanto inhalatoria como intravenosa, obteniendo excelente analgesia postoperatoria<sup>(6)</sup>. Por lo general, las técnicas de anestesia regional bajo neuroestimulación en el paciente pediátrico, por muy sencillas que sean de realizar y parecidas técnicamente a las del adulto (es decir el mismo equipo y, tal vez con la misma salida de corriente y frecuencia), presentan el obstáculo la falta de cooperación del paciente. Incluso con una adecuada ansiolisis es muy difícil que un niño, no perciba la aguja como una agresión. Es por esto que la neuroestimulación en anestesia regional se debe realizar con sedación profunda o con anestesia general ligera. El mayor cambio respecto al adulto sucede en las dosis, concentraciones y volumen de los fármacos a utilizar. En la literatura internacional no hay muchos reportes en la población pediátrica de estas técnicas

por lo que queda un campo abierto a la investigación de la anestesia regional del paciente pediátrico.

## CONCLUSIONES

Se deben tener en cuenta aspectos fundamentales como son: la anatomía, considerando la existencia de variantes anatómicas, posición del paciente; palpar y delimitar estructuras de referencia. Tener presente siempre las posibles complicaciones inmediatas y mediatas; así como, el resolverlas en su momento. El puncionar varias veces el plexo, puede condicionar lesión nerviosa y tener consecuencias severas (síntomas neurológicos transitorios):

- Elección adecuada del paciente y del cirujano.
- Selección adecuada de la cirugía y el tipo de bloqueo.
- Comunicación con el paciente (expectativas) y aceptación.
- Realizar un cuidadoso marcaje de superficie.
- Contar con el equipo y la ayuda especializada.
- Sedación efectiva. Escala Wilson II.
- Administración lenta con *aspiración* frecuente del anestésico local.
- Contar con el tiempo necesario para la realización del procedimiento.
- Evaluar la calidad del bloqueo al término de la latencia, nunca antes. (Técnica de las 4P's.)
- Recordar que sólo aprendemos si realizamos los procedimientos.

## DIEZ REGLAS DE ORO DE LA ANESTESIA REGIONAL

Según el Dr. Raw de la Universidad de Iowa, California.

- I. No bloquear el lado equivocado
- II. El paciente debe conocer los efectos colaterales más importantes
- III. No inyectar el fármaco equivocado
- IV. Usar neuroestimulación
- V. No inyectar dentro de espacios que no tienen distensión: nervio cubital y peroneo común
- VI. No inyecciones rápidas
- VII. Evitar fármacos con preservativos
- VIII. Ser capaces de tratar toxicidad por anestésico local: Intralipid 1 mL/kg directo IV
- IX. Evitar inyección intravenosa
- X. Con anormalidades neurológicas previas:
  - consignarlas pre y postoperatoriamente
  - informar al paciente
  - similares volúmenes a bajas concentraciones
  - considerar el uso del ultrasonido
  - considerar medicina defensiva

## REFERENCIAS

1. Hirschel G. Local and regional anesthesia. William Wood and Company. New York, 1914. Cap.II pag.23.
2. Wright B. A new use for block-aid monitor. *Anesthesiology* 1969;30:336-337.
3. Sarnoff S, Sarnoff C. Annals of medicine. Clinica Mayo, Boston. 1952.
4. Hadzic A, Vloka J, Thys D, Santos A. Nerve stimulators used for peripheral nerve blocks vary in their electrical characteristics. *Anesthesiology* 2003;98:969-74.
5. Zaragoza G, Sánchez B, González ML, Unzueta D, Peralta E, Mendoza M. Estudio comparativo de dos métodos de sedación en el bloqueo de plexo braquial en el paciente pediátrico. *Rev Mex de Anest* 2005;29:216-219.
6. Zaragoza G, Mejía T, Sánchez B, Gaspar SP. Escala de respuesta motora a la neuroestimulación. *Rev Mex de Anest* 2006;29:221-225.
7. Bases of stimulation nervous. In: Admir Hadzic. Textbook of Regional anesthesia and acute pain management. 1st edition. December McGraw-Hill Publications New York USA 2006. pp. 34-39.
8. Hadzic A, Vloka J. Peripheral nerve stimulator for unassisted nerve blockade. *Anesthesiology* 1996;84:1528-29.
9. Brown D, Rosenquist R. Anestésicos locales y equipo de anestesia regional. En: Brown D. Atlas de anestesia regional. 3ra edición. Masson España 2006. pp. 1-12.
10. Urmey W, Grossi P. Percutaneous electrode guidance a no invasive technique for prelocation of peripheral nerves to facilitate peripheral plexus or nerve block. *Reg Anest Pain Med* 2002;17:261-267.
11. Devera H. Use of the nerve stimulator in teaching regional anesthesia techniques. *Reg Anest* 1991;16:188-90.
12. De Andrés J, Sala-Blanch X. Peripheral nerve stimulation in the practice of brachial plexus anesthesia: A review. *Reg Anest and Pain Med* 2001;26:478-483.
13. Dumitru D. Brachial plexopathies and proximal mononeuropathies. In: Dumitru D, ed. Electrodiagnostic medicine. Philadelphia PA. E and C Hanley and Belfus; 1995:585-642.
14. Winnie AP, Collins VJ. The subclavian perivascular technique of brachial plexus anesthesia. *Anesthesiology* 1964;25:353-63.
15. Dekrey JA, Schroeder CF, Buechel DR. Continuous brachial plexus block. *Anesthesiology* 1969;30:332.
16. Winnie AP. Interescalene brachial plexus block. *Anesth Anal* 1970;49:455.
17. Pippa P, Cominelli E, Marinelli C, Aito S. Brachial plexus block using the posterior approach. *Eur J Anaesthesiol* 1990;7:411-420.
18. Calvo JI, Pezonaga L, Anadon MP. Continuous blockade of the brachial plexus. *Rev Soc Española de Dolor* 2000;7:34-42.
19. Urmey WF, Grossi P. Percutaneous electrode guidance: A noninvasive technique for prelocation of peripheral nerves to facilitate peripheral plexus or nerve block. *Reg Anest and Pain Med* 2002;27:261-267.
20. Silverstein WB, Sayied MU, Brown A. Interescalene block with a nerve stimulator: A deltoid motor response is a satisfactory endpoint for successful block. *Reg Anest and Pain Med* 2000;25:356-359.
21. Tonidandel WL, Mayfield J. Successful interescalene block a nerve stimulator may also result after a pectoralis major motor response. *Reg Anest and Pain Med* 2002;27:491-493.
22. Blumenthal S, Nadig M, Borgeat A. Pectoralis major motor for interscalene block: What to do with it? *Anesthesia and Pain Medicine* 2003;27:14.
23. Rettig HC, Gielen JM, Nigel J. A comparison of the lateral and posterior approach for brachial plexus block. 2006.
24. Fanelli G, Casati A. Interescalene brachial plexus anaesthesia with small volumes of ropivacaine 0.75% effects of the injection technique on the onset time of nerve blockade. *Eur J Anest* 2001;18:54-58.
25. Delaunay L, Souron V. Analgesia after arthroscopic rotator cuff repair: subacromial versus interescalene continuous infusion of ropivacaine. *Reg Anest and Pain Med* 2005;30:117-122.
26. Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associate with interescalene block and shoulder surgery: A prospective study *Anesthesiology* 2001;95: 875-880.
27. D'Alessio RS, Wrller RS, Rosemblum M. Activation of the Bezold-Jarisch reflex in the sitting position for shoulder arthroscopy using interscalene block. *Anesth and Analg* 1995;80:1158-1162.
28. Franco CD, et al. The supraclavicular block with a nerve stimulator, to decrease or not to the decrease, that is the question. *Anesth Analg* 2004;98:1167-71.
29. Neal JM. Quantitative analysis of respiratory, motor and sensory function after supraclavicular block. *Anesth and Analg* 1998;86:1239-1244.
30. Franco CD. Supraclavicular block in the obese population: An analysis of 2,020 blocks. *Anesth Analg* 2006;102:1252-1254.
31. Bedder MD, Kozody R, Craig DB. Comparison of bupivacaine and alkalinized bupivacaine in brachial plexus anesthesia. *Anesth Analg* 1988;67:48-52.
32. Franco CD, Vieira ZE. 1,001 subclavian perivascular brachial plexus blocks: success with a nerve stimulator. *Reg Anest and Pain Med* 2000;25:41-46.
33. Mark PH, Irwin MG, Ooi CG. Incidence of diaphragmatic paralysis following supraclavicular brachial plexus block and its effect on pulmonary function. *Anaesthesia* 2001;56:352-356.
34. Conde ZR. Bloqueo de plexo braquial por vía supraclavicular por el método de las coordenadas. *Memorias XXV Congreso de Anestesiología del Estado de Puebla*. México 1991.
35. Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B. A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand wrist day case surgeries. *Anesthesiology* 2004;101:127-132.
36. Desroches J. The infraclavicular brachial plexus block by the coracoides approach is clinically effective: an observational study 150 patients. *Can J Anaesth* 2003;50:253-257.
37. Koscielniak-Nielsen. A comparison of coracoids and axillary approaches to the brachial plexus. *Acta Anaesth Scand* 2000;44:274-9.
38. Wilson JL, Brown DL, Wong GY. Infraclavicular brachial plexus block: Parasagittal anatomy important to the coracoid technique. *Anesth Analg* 1998;87:870-3.
39. Whiffler K. Coracoid block A safe and easy technique. *Br J Anaesth* 1981;53:845-848.
40. Kilka HG, Geiger P, Mehrkens HH. Infraclavicular vertical brachial plexus blockade: A new method for anaesthesia of the upper extremity. *Anaesthetist* 1985;44:339-344.
41. Harald CR. Vertical infraclavicular block of the brachial plexus: Effects on hemidiaphragmatic movement and ventilatory function. *Reg Anest and Pain Med* 2005;6:529-535.
42. Delgado TJ. Bloqueo infraclavicular del plexo braquial con técnica de inyección múltiple y abordaje en sentido craneal en pacientes con dificultad prevista de intubación traqueal. *Rev Soc Esp de Dolor* 2002;49:105-107.
43. Borgeat A, Ekatodramis G. An evaluation of the infraclavicular block via a modified approach of the Raj technique. *Anesth Analg* 2001;93:436-441.
44. Minville V. A modified coracoid approach to infraclavicular brachial plexus blocks using a double-stimulation technique in 300 patients. *Anesth Analg* 2005;100:263-265.
45. Rodríguez J, Barcena M, Taboada M. A comparison of single versus multiple injections on the extent of anesthesia with cora-

- coid infraclavicular brachial plexus block. *Anesth Analg* 2004;99:1225-1230.
46. Minville V, Amathiu R, Guyen N. Infraclavicular brachial plexus block *versus* humeral approach. Comparison of anesthetic time and efficacy. *Anesth Analg* 2005;101:1198-201.
  47. Neal JM, Hebl JR, Gerancher JC, Hogan QH. Brachial plexus anesthesia: Essential of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med* 2002;4:402-428.
  48. Thompson GE, Rorie DK. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology* 1983;59:117-122.
  49. Klein SM, Pietrovon R, Nielsen KC. Peripheral nerve blockade with long-acting local anesthetics: Survey of the Society for Ambulatory Anesthesia. *Anesth Analg* 2002;94:71-76.
  50. Bouaziz H, Narchi P, Mercier FJ, Khouri A, Poirier T, Benhamou D. The use of selective axillary nerve block for outpatient hand surgery. *Anesth Analg* 1998;86:746-748.
  51. Koscielniak-Nielsen ZJ, Rotboll-Nielsen P, Rasmussen H. Patients experiences with multiple stimulation axillary block for hand surgery. *Acta Anesth Scand* 2002;46:789-93.
  52. Sia S, Lepri A, Ponzecchi P. Axillary brachial plexus block using peripheral nerve stimulator: A comparison between double-and triple-injection techniques. *Reg Anesth and Pain Med* 2001;26:499-503.
  53. Winnie A. *Plexus anesthesia. Techniques of brachial plexus block*. WB Saunders Company, 1993.
  54. Rodríguez J, Taboada M, Del Rio S, Barcena M, Alvarez J. A comparison of four stimulation patterns in axillary block. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:324-328.
  55. Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. Study Group on Regional Anesthesia. *Anesth Analg* 1999;88:847-852.
  56. Sia S, Bartoli M. Selective ulnar nerve localization is not essential for axillary brachial plexus block using a multiple nerve stimulation technique. *Reg Anesth and Pain Med* 2001;26:12-16.
  57. Sia S, Lepri A, Magherini M, Doni L. A comparison of proximal and distal radial nerve motor responses in axillary block using triple stimulation. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:458-463.
  58. Dupré LJ. Bloc du plexus brachial au canal húmeral. *Cah Anesthesiol* 1994;42:767-9.
  59. Bouaziz H, Carchi P, Mercier FJ, Labaille T, Zerrouk N, Girod J, Benhamou D. Comparison between conventional axillary block and a new approach the midhumeral level. *Anesth Analg* 1997;84:1058-1062.
  60. Di Benedetto P, Pinto G, Arcioni R, De Blasi RA. Anatomy and imaging of lumbar plexos. *Minerva Anestesiol* 2005;71:549-554.
  61. Capdevila X, Macaire P, Dadure C, Choquet O, Biboulet P, Ryckwaert Y, D'Athis F. Continuous psoas compartment block for postoperative analgesia after total hip arthroplasty: New landmarks, technical guidelines, and clinical evaluation. *Anesth Analg* 2002;94:1606-1613.
  62. Boezaart A, Rosenquist R. Bloqueos paravertebrales. En: Brown D. *Atlas de anestesia regional*. 3ra edición. Masson Barcelona España 2006.p.p 265-75.
  63. Kirchmair L, Entner T, Wissel J, Moriggl B, Kapral S, Mitterschiffthaler G. A study of the paravertebral anatomy for ultrasound-guided posterior lumbar plexus block. *Anesth Analg* 2001;93:477-481.
  64. Capdevila X, Coimbra C, Choquet O. Approaches to the lumbar plexus: Success, risks, and outcome. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2005;30:150-162.
  65. Imad T, Duggan E. Posterior lumbar plexus block: Anatomy, approaches, and techniques. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2005;30:143-149.
  66. Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier FJ, Bouaziz H, Samii K, Mercier F. Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002;97:1274-1280.
  67. Al-Nasser B, Palacios J. Femoral nerve injury complicating continuous psoas compartment block. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2004;29:361-363.
  68. Gentili M, Aveline C, Bonnet F. Total spinal anesthesia complicating posterior lumbar plexus block. *Ann Fr Anesth Reanim* 1998;17:740-742.
  69. Breslin DS, Martin G, Macleod DB, D'ercole F, Grant SA. Central nervous system toxicity following the administration of levobupivacaine for lumbar plexus block: A report of two cases. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:144-147.
  70. Aida S, Takahashi H, Shimoji K. Renal subcapsular hematoma after lumbar plexus block. *Anesthesiology* 1996;84:452-455.
  71. Vloka D, Hadz. The effects of leg rotation. *Anesth Analg* 2001;92:460-462.
  72. Ericksen ML, Swenson JD, Pace NL. The anatomic relationship of the sciatic nerve to the lesser trochanter: implications for anterior sciatic nerve block. *Anesth Analg* 2002;95:1071-1074.
  73. Regional anesthesia in lower extremity. In: Chelly Jaques. *Orthopaedic anaesthesia*. Greenwich Medical April, 2007.p.p. 256-261.
  74. Labat G. *Regional anesthesia its technic and clinical application*. W Saunders, 1924.
  75. Mansour NY, Bennetts FE. An observational study of combined continuous lumbar plexus and single-shot sciatic nerve blocks for postknee surgery analgesia. *Reg Anesth* 1996;21:287-291.
  76. Franco C, Choksi N, Arman A, Voronov G, Almachnouk M. A subgluteal approach to the sciatic nerve in adults at 10 cm from the midline. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:134-38.
  77. Benedetto P, Bertini L, Casati A, Borghi B, Albertin A, Fanelli G. A new posterior approach to the sciatic nerve block a prospective randomized comparison with the classic posterior approach. *Anesth Analg* 2001;93:1040-4.
  78. Benedetto P, Bertini L, Casati A. Continuous subgluteus sciatic nerve block after orthopedic foot an ankle surgery: comparison of two infusion techniques. *Reg Anesth Pain Med* 2002; 27:168-72.
  79. Galindo A. Anestesia de los nervios ciático y femoral. En: Galindo A. *Anestesia regional*. R.M. Scientific Publications Florida Estados Unidos 1983.p.p. 98-113.
  80. Ripart J, Cuvillon P, Nouvellon E, Gaertner E, Eledjam J. Parasacral approach to block the sciatic nerve: A 400-case survey. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2005;30:193-97.
  81. Sukhani R, Nader A, Candido K, Doty R, Benzon H, Yaghmour E, Kendall M. Nerve stimulator assisted evoked motor response predicts the latency and success of a single injection sciatic block. *Anesth Analg* 2004;99:584-8.
  82. Faccenda K, Finucane B. Complications of regional anaesthesia incidence and prevention. *Drug Safety* 2001;24:413-42.
  83. Shah S, Hadzic A, Vloka J, Cafferty M, Moucha C, Santos A. Neurologic complication after anterior sciatic nerve block. *Anesth Analg* 2005;100:1515-15.
  84. Helayel P, Cecon M, Knaesel J, Conceicao D, Deoliveira G. Urinary incontinence after bilateral parasacral sciatic nerve block report of two cases. *Reg Anest Pain Med* 2006;31:120-23.
  85. Winnie AP, Ramamurthy S, Durranz Z. The inguinal paravascular technique of lumbar plexus anesthesia (the «3-in-1 block»). *Anesth Analg* 1973;52:989-996.
  86. Casati A, Capelleri G, Fanelli G, Borghi B, Anelati D, Berti M, Torri G. Regional anaesthesia for outpatient knee arthroscopy: a randomized clinical comparison of two different anaesthetic techniques. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;44:543-547.
  87. Casati A, Fanelli G, Beccaria P, Capelleri G, Berti M, Aldegheri G, Torri G. The effects of the single or multiple injection tech-

- nique on the onset time of femoral nerve blocks with 0.75% ropivacaine. *Anesth Analg* 2000;91:1:181-184.
88. Frost S, Grossfeld S, Kirkley A, Litchfield B, Fowler P, Amandola A. The efficacy of femoral nerve block in pain reduction for outpatient hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: A double-blind, prospective, randomized trial. *Arthroscopy: Journal Arthroscopic Related Surgery* 2000;16:243-248.
  89. Iskandar H, Bernard A, Ruel-Raymond J, Cochard G, Manaud B. Femoral block provides analgesia compared with intra-articular ropivacaine after anterior cruciate ligament reconstruction. *Reg Anesth and Pain Med* 2003;28:29-32.
  90. Jacques EJ, Cuvillon P, Capdevila X, Macaire P, Serri S, Gaertner E, Jochum D, and the French Study Group. Postoperative analgesia by femoral nerve block with ropivacaine 0.2% after major knee surgery: Continuous *versus* patient controlled techniques. *Reg Anesth and Pain Med* 2002;27:604-611.
  91. Gioka M, Manoudis A, Chiotis I, Sklika E, Paisoglou K, Mela A, Kostaki S. «3 in 1» femoral block for preoperative analgesia in femoral bone fractures at the emergency department. *Reg Anesth and Pain Med* 2004;29:21.
  92. Casati A, Magistris L, Fanelli G, Beccaria P, Capelleri L, Aldegheri G, Torri G. Small dose clonidine prolongs postoperative analgesia after sciatic-femoral nerve block with 0.75% ropivacaine for foot surgery. *Reg Anesth and Pain Med* 2000;91.
  93. Vloka J, Hadzic A, Drobnik L, Ernest A, Reiss W, Thys. Anatomical landmarks for femoral nerve block: A comparison of four needle insertion sites. *Anesth Analg* 1999;89:1467-70.
  94. Schulz-Stibner S, Henszel A, Hata S. A new rule for femoral nerve blocks. *Reg Anesth and Pain Med* 2005;30:473-477.
  95. Fanelli G, Casati A. The effects of single or multiple injections on the volume of 0.5% ropivacaine required for femoral nerve blockade. *Anesth Analg* 2001;93:183-186.
  96. Cuvillon P, Ripart J, Lalourcey L, Veyrat E, L'Hemite J, Boisson C, Thouabtia E, Eledjam JJ. The continuous femoral nerve block catheter for postoperative analgesia: Bacteria colonization, infectious rate and adverse effects. *Anesth Analg* 2001;93:1045-1049.
  97. Sánchez-Tirado JA, Carrión-Pareja JC, Viñuales-Cabeza J, Gálligo-Franco J, Sánchez-Uriá LV. Bloqueo del hueco poplíteo por vía lateral. Análisis de 50 casos. *Rev Soc Esp Dolor* 2000;7:301-305.
  98. Klein S, Evans H, Nielsen K, Tucker M, Warner D, Steele S. Peripheral nerve block techniques for ambulatory surgery. *Anesth Analg* 2005;101:1663-76.
  99. Hadzic A, Vloka JD, Singson R, Santos AC, Thys DM. A comparison of intertendinous and classical approaches to popliteal nerve block using magnetic resonance imaging simulation. *Anesth Analg* 2002;94:1321-1324.
  100. Zetlaoui PJ, Bouaziz H. Lateral approach to the sciatic nerve in the popliteal fossa. *Anesth Analg* 1998;87:79-82.
  101. Blumenthal S, Borgeat A, Karovic D, Delbos A, Vienne P. Clinical evaluation of a modified anatomical approach to performing the popliteal block. *Reg Anesth and Pain Med* 2004; 29(2):19.
  102. Kofoed H. Peripheral nerve blocks at the knee and ankle in operations for common disorders. *Clin Orthop* 1982;168:97-101.
  103. Van der Wal M, Lang AS, Yip RW. Transarterial approach for saphenous nerve block. *Can J Anaesth* 1993;40:542-546.
  104. De Mey JC, Deruyck L, Cammu G, De Baerdemaeker L, Portier E. A paravenous approach for the saphenous nerve block. *Reg Anesth and Pain Med* 2001;26:504-506.
  105. Comfort VK, Lang AS, Yip RW. Saphenous nerve anaesthesia—a nerve stimulator technique. *Can J Anaesth* 1996;42:852-857.
  106. Ansboro FP. Method of continuous brachial plexus block. *Am J Surg* 1946;71:716-722.
  107. Singelyn FJ, Seguy S, Gouverneur JM. Interescalene brachial plexus analgesia after open shoulder surgery: Continuous *versus* patient-controlled infusion. *Anesth Analg* 1999;89:1216-1220.
  108. Ganapathy S, Wasserman RA, Watson JT, Bennett J, Armtrosng KP, Stockall CA, Chess DG, MacDonald C. Modified continuos femoral three-in-one block for postoperative pain after total knee arthroplasty. *Anest Analg* 1999;89:1197-1202.
  109. Dang CP, Kick O, Collet T, Gouin F, Panaud M. Continuous peripheral nerve blocks with stimulating catheters. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:83-88.
  110. Grant S, Karen FRCA, Nielsen C, Greengrass R, Steele S, Klein S. Continuos peripheral nerve block for ambulatory surgery. *Regional Anesthesia Pain Med* 2001;26:209-214.
  111. Bier A. Versuche ueber cocainisirung des Rueckenmarkes. *Destsche Zeitschirift fuer Chirurgie* 1899;51:361-368.
  112. Shandling B, Steward DJ. Regional analgesia for postoperative pain in pediatric outpatient surgery. *J Pediatr Surg* 1980;15:477-480.
  113. Campbell FM. Caudal analgesia in children and infants. *J Urol* 1933;30:245.
  114. Busto N, Pérez-Rodríguez B. ANALES Sis San Navarra 1999;22:55-62.
  115. Cebrían PJ. Bloqueos nerviosos periféricos más frecuentes en anestesiología pediátrica. *Act Anest Reanim* 2001;11:47-60.
  116. Eck JB, Zinder AR. Paediatric regional anaesthesia-what makes a difference. Best practice and research clinical? *Anesthesiology* 2002;16:159-174.
  117. Tobias DJ. Brachial plexus anaesthesia in children. *Paediatric Anaesthesia* 2002;11:265-273.
  118. Zwas MS. Regional anesthesia in children. *Anesthesiology Clin N Am* 2005;23:815-835.
  119. Koscielniak-Nielsen, et al. A comparison of coracoids and axillary approaches to the brachial plexus. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;44:274-9.