

Tesis Doctoral

**Analgesia postoperatoria en la cirugía del hombro
mediante el bloqueo interescalénico continuo
con catéteres estimulables.**

Albert García Muret

**Facultat de Medicina
Universitat Autònoma de Barcelona
2011**

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA

FACULTAD DE MEDICINA Y CIRUGÍA

Universidad Autónoma de Barcelona

Tesis doctoral: “Analgésia postoperatoria en la cirugía del hombro mediante el bloqueo interescalénico continuo con catéteres estimulables: estudio clínico comparativo y estudio anatómico”

Presentada por D. Albert García Muret para la obtención del grado de Doctor en Medicina y Cirugía.

D. Vicenç Artigas i Raventós, Profesor Titular del Departamento de Cirugía de la Universidad Autónoma de Barcelona, Director de Unidad del Servicio de Cirugía General y Digestiva del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona.

CERTIFICA:

Que, D. Albert García Muret, ha realizado bajo su dirección el trabajo titulado “Analgesia postoperatoria en la cirugía del hombro mediante el bloqueo interescalénico continuo con catéteres estimulables” y que está en condiciones de ser presentada para optar al grado de Doctor en Medicina y Cirugía.

Para que así conste a todos los efectos oportunos, expedimos y firmamos la presente certificación en Barcelona, Mayo del 2011.

Dr. V. Artigas i Raventós

AGRADECIMIENTOS:

- A mi madre, por su apoyo incondicional y su visión serena de la vida. Ahora ya no podrá guiarme de cerca pero sí con su recuerdo y su sonrisa.
- A mi padre por introducirme en la anestesia y darme consejos que muchas veces no aparecen en las últimas publicaciones pero que determinan un manejo más clínico y humanizado del paciente. También, y junto a mi madre, por insistir una y otra vez en realizar el trabajo de tesis doctoral.
- Quiero expresar mi agradecimiento al Servicio de Anestesiología, Reanimación y Clínica del Dolor del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona, en particular al Dr. José María Villar Landeira, al Dr. Ignacio Casas y a la Dra. María Victoria Moral por permitirme profundizar en el campo de la Anestesia Regional y al Dr. Fernando Vilanova por su amistad y apoyo todos estos años en el “Sant Pau”.
- Al Dr. Vicenç Artigas por la dirección, ayuda y paciencia en mi lentitud para desarrollar esta tesis.
- Al Dr. Luís Aliaga, por introducirme en el mundo del neuroestimulador y por incluirme en su grupo de expertos en Anestesia Regional participando en congresos y publicaciones.
- A la Dra. Elena Catalá, por su ayuda para el desarrollo de esta tesis y por incluirme en la Clínica del Dolor de nuestro hospital estimulando el uso de las técnicas locoregionales en el tratamiento del dolor crónico.
- Al Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona, especialmente al Dr. Alfonso Rodríguez, por ayudarme en la disección del plexo braquial y la inserción del catéter estimable en el cadáver.
- Al Dr. Joan Itarte y al Dr. Ignasi Proubasta, cirujanos traumatólogos del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau especialistas en miembro superior, que siempre me han apoyado con las técnicas de anestesia regional, protocolos y cursos de bloqueos, haciendo fácil y agradable el día a día.
- A las enfermeras de quirófano de COT, de Reanimación de COT y de la Clínica del Dolor por su ayuda y apoyo inestimable, profesional y personal.
- A Ignasi Guix del Departamento de Estadística del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, por su imprescindible ayuda en el desarrollo de la metodología estadística.

A mis padres y a mis profesores de Anestesia...

A Bárbara, por animarme y por soportar mis guardias y
horarios laborables interminables....

A Bruno, para que siga con su sonrisa y sus ojos curiosos bien abiertos...

ÍNDICE:

I. INTRODUCCIÓN.....	Pág. 9-10
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA LITERATURA.....	Pág. 11-64
2.1 ANATOMÍA DEL PLEXO BRAQUIAL	
2.1.1 Estructura nerviosa	
2.1.2 Disposición del plexo braquial	
2.1.2.1 Porción supraclavicular	
2.1.2.2 Porción infraclavicular	
2.1.3 Relaciones anatómicas	
2.1.3.1 Relaciones musculares	
2.1.3.2 Relaciones vasculares	
2.1.4 Variaciones anatómicas frecuentes	
2.1.5 Vaina axilar	
2.1.6 Ramas supraclaviculares	
2.1.7 Ramas sensitivas no dependientes del plexo braquial: plexo cervical superficial y nervio intercostobraquial	
2.2 TÉCNICAS DE BLOQUEOS MEDIANTE NEUROESTIMULACIÓN	
2.2.1 Historia	
2.2.2 Consideraciones generales sobre la neuroestimulación	
2.2.3 Técnica	
2.3 TÉCNICAS LOCOREGIONALES EN LA CIRUGÍA DEL HOMBRO	
2.3.1 Inervación de la extremidad superior	
2.3.1.1 Inervación motora	
2.3.1.2 Inervación sensitiva	
2.3.2 Técnicas anestésicas locoregionales para la cirugía del hombro	
2.3.2.1 Bloqueo interescalénico	
2.3.2.1.1 Abordaje de Winnie	
2.3.2.1.2 Abordaje posterior de Pippa	
2.3.2.1.3 Abordaje de Meier	
2.3.2.1.4 Abordaje lateral modificado de Borgeat	
2.3.2.1.5 Abordaje de Winnie modificado por Hadzic	
2.3.2.2 Bloqueo del nervio supraescapular	
2.3.2.3 Perfusiones locales (subacromial)	
2.3.3 Estudios clínicos comparativos	
2.3.3.1 Estudios generales	
2.3.3.1.1 Escala visual analógica (EVA)	
2.3.3.1.2 Escala verbal numérica (EVN)	
2.3.3.2 Estudios de analgesia postoperatoria en la extremidad superior	
2.3.3.3 Complicaciones del bloqueo interescalénico	

2.4 CATÉTERES ESTIMULABLES

- 2.4.1 Aparición y desarrollo de los catéteres estimulables
 - 2.4.1.1. Primeros equipos
 - 2.4.1.2. Equipos disponibles en la actualidad
- 2.4.2 Técnicas de inserción del catéter
 - 2.4.2.1. Estimular al retirar
 - 2.4.2.2. Estimular al introducir o en tiempo real
- 2.4.3 Estudios clínicos comparativos
 - 2.4.3.1. Estudios generales
 - 2.4.3.2. Analgesia postoperatoria en la cirugía del hombro

III. HIPÓTESIS..... Pág. 65-66

IV. OBJETIVOS..... Pág. 67-68

V. PACIENTES Y MÉTODOS..... Pág. 69-80

5.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

5.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

5.3 NÚMERO DE PACIENTES

5.4 DISEÑO DEL ESTUDIO

5.5 DESARROLLO DEL ESTUDIO

- 5.5.1 Randomización
- 5.5.2 Valoración preoperatoria
- 5.5.3 Intervención quirúrgica
- 5.5.4 Postoperatorio

5.6 VALORACIÓN DE LA RESPUESTA

- 5.6.1 Variables estudiadas
 - 5.6.1.1 Variable principal
 - 5.6.1.2 Variables secundarias
- 5.6.2 Análisis estadístico

5.7 MORBILIDAD Y MORTALIDAD

5.8 ASPECTOS ÉTICOS (ANEXOS 1 Y 2)

VI RESULTADOS..... Pág. 81-117

6.1 DISECCIÓN ANATÓMICA CON INSERCIÓN DE UN CATÉTER INTERESCALÉNICO

- 6.1.1. Descripción de la disección anatómica
- 6.1.2 Observaciones durante la inserción del catéter en el cadáver

6.2 HOMOGENEIDAD BASAL DE LOS DOS GRUPOS

- 6.2.1 Factores demográficos
- 6.2.2 Intervención quirúrgica

6.3 DATOS DE LA REALIZACIÓN DEL BLOQUEO Y DE LA INSERCIÓN DEL CATÉTER

- 6.3.1 Duración del bloqueo
- 6.3.2 Respuesta motora al estimular con el catéter
- 6.3.3 Incidencias durante la inserción del catéter

6.4 EVOLUCIÓN POSTOPERATORIA

- 6.4.1 Dolor postoperatorio
 - 6.4.1.1 Evolución de la EVN
 - 6.4.1.2 Consumo de analgésicos
 - 6.4.1.3 Calidad del descanso nocturno
- 6.4.2 Complicaciones

VII. DISCUSIÓN..... Pág. 118-128

VIII. CONCLUSIONES..... Pág. 129-130

IX. BIBLIOGRAFÍA..... Pág. 131-147

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN.

Desde principios de los años 90, la anestesia regional ha recibido un impulso muy importante gracias a la aparición del neuroestimulador (1-4). Bloqueos nerviosos que estaban prácticamente en desuso han recobrado un papel importante en la actividad clínica diaria y debido al mejor manejo de las técnicas regionales, se han descrito nuevos abordajes y nuevas indicaciones.

La eficacia de los bloqueos para el manejo intraoperatorio se ha ido prolongando progresivamente en el postoperatorio con las técnicas de cateterización y con nuevos anestésicos locales más seguros y de mayor duración (5-10).

El esfuerzo por mejorar los equipos de anestesia regional ha llevado, en los últimos años, al desarrollo de nuevos catéteres que permiten estimular eléctricamente al nervio para confirmar, igual que en el caso de las agujas de neuroestimulación, su correcta colocación, es decir a pocos milímetros del nervio que nos interesa bloquear (11-12). Sin duda es un paso más en la neuroestimulación, el cual requiere un aprendizaje y una justificación, que hoy por hoy, diez años después de su aparición, todavía se discute su eficacia, sus indicaciones y su relación coste-beneficio.

El objetivo del presente estudio ha sido, mediante un estudio prospectivo realizado en 4 años consecutivos en el Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, valorar la eficacia de estos catéteres estimulables en un bloqueo particular en cuanto a dificultad de cateterización, el bloqueo interescalénico. El estudio clínico se basó en un estudio piloto con catéteres estimulables para el bloqueo interescalénico y presentado en el congreso mundial de anestesia en abril del 2004 (13).

Al estudio clínico, en el capítulo de material y métodos, se añade un estudio anatómico en cadáver, realizado por el autor de la tesis en el Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona, con el fin de observar la disposición del catéter dentro del espacio interescalénico y su relación con las estructuras anatómicas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA LITERATURA

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA LITERATURA

2.1 ANATOMÍA DEL PLEXO BRAQUIAL

Para una óptima realización de los bloqueos nerviosos es necesario un conocimiento anatómico profundo, y en particular del plexo braquial para los bloqueos de la extremidad superior. El bloqueo interescalénico consiste en el abordaje del plexo braquial en el espacio entre los dos músculos escalenos (anterior y medio) y por su situación en el cuello, presenta relaciones anatómicas muy importantes para efectuar el bloqueo con eficacia y seguridad (14,15).

2.1.1 Estructura nerviosa

La porción más externa del nervio periférico, el EPINEURO, está constituida por tejido conectivo por continuidad de la dura, el cual recubre la raíz nerviosa a partir del foramen intervertebral. Por dentro de este tejido de soporte inerte, los axones se organizan en fascículos por una aponeurosis superficial llamada PERINEURO. El ENDONEURO se sitúa entre los fascículos rodeando los axones con tejido conectivo. El perineuro contiene múltiples capas de epitelio metabólicamente activo que controla el medio endoneural de la misma manera que la pia-aracnoides hace para el sistema nervioso central. Al crear una barrera de difusión, el endotelio de los vasos endoneurales y el perineuro actúan como una barrera hemato-nerviosa para los fascículos (16).

2.1.2 Disposición del plexo braquial

Por sus diferentes relaciones anatómicas, el plexo braquial se divide principalmente en una porción supraclavicular e infraclavicular (17,18). En el bloqueo interescalénico es importante conocer ambas porciones para indicarlo y realizarlo correctamente.

2.1.2.1. Porción supraclavicular

La porción más proximal del plexo braquial se sitúa en el triángulo posterior del cuello. Los bordes anatómicos de este triángulo incluyen la clavícula por debajo, el músculo trapecio por detrás y el músculo esternocleidomastoideo por delante (figura 1) (19). El triángulo está cubierto de dentro a fuera por la aponeurosis cervical superficial, el platisma del cuello, el tejido celular subcutáneo y la piel (figura 2) (20).

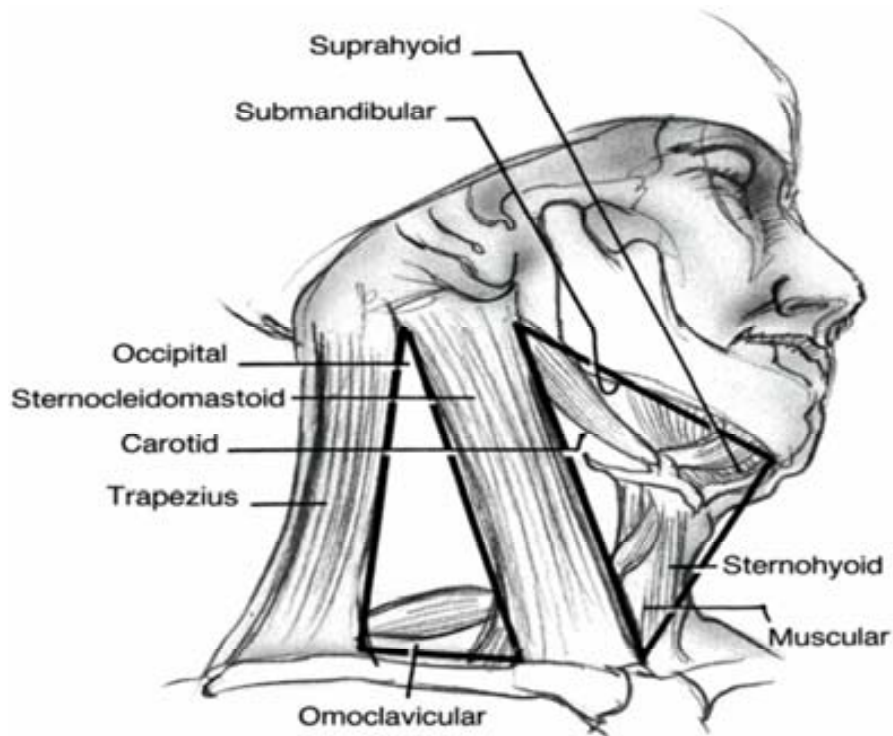


Figura 1: Triángulos anatómicos del cuello: el cuello se divide en un triángulo anterior y uno posterior por el músculo esternocleidomastoideo (modificado por Le Beuf HJ y Quinn FB a partir de Jurkovich GJ: The neck, en: Early care of the injured patient. EE Moore, Ed BC Becker, 1990:126)



Figura 2: Disección anatómica de los triángulos anatómicos del cuello: posterior y anterior o carotideo (De: Atlas de anatomía humana. Rohen JW, Yokochi Ch, Lütjen-Drecoll E. 6ª Edición, Elsevier 2007: 178)

El plexo braquial se forma de la unión de las ramas anteriores de los ramos primarios cervicales de C5 a C8 y del ramo primario dorsal de T1. Las ramas anteriores de los ramos primarios de C4 y T2 hacen aportaciones variables (21). Las ramas anteriores constituyen las RAÍCES del plexo braquial. Son de tamaños parecidos pero diferentes en su modo de unirse. Las raíces de C5 y C6 se sitúan laterales y se unen cerca del borde externo del músculo escaleno medio para formar el TRONCO SUPERIOR del plexo. La raíz de C7 se convierte directamente en el TRONCO MEDIO y las raíces de C8 y T1 se unen detrás del músculo escaleno anterior para formar el TRONCO INFERIOR.

El espacio interescalénico es el lugar donde se realizan dichas anastomosis y se delimita por dentro por los forámenes de conjunción de C5 a T1, por delante por el músculo escaleno anterior, por detrás por el músculo escaleno medio y por fuera por el surco interescalénico, el cual es la hendidura que se palpa (en pacientes delgados incluso se visualiza) en la piel entre los músculos escaleno medio y anterior a la altura del cartílago cricoides (figuras 3 y 4). En este punto es donde se sitúa el punto de entrada de la aguja para localizar las raíces y troncos del plexo braquial en el bloqueo interescalénico (figuras 5 y 6) (14,20).

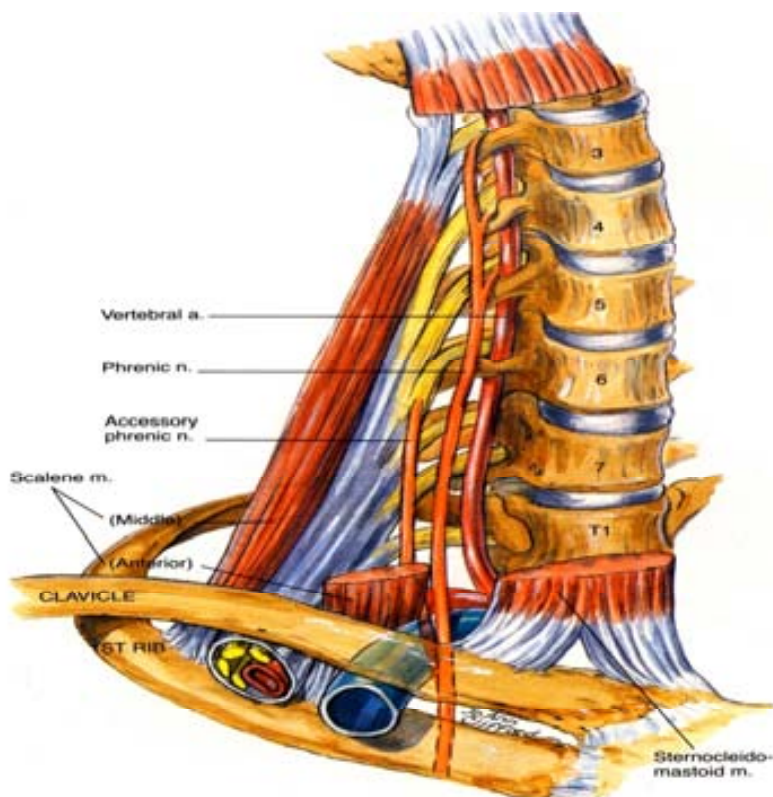


Figura 3: Dibujo de la disposición del plexo braquial en el espacio interescalénico (De: Brown DL. Atlas of Regional Anesthesia. WB Saunders 1992; 20)



Figura 4: Referencias de superficie del bloqueo interescalénico: surco interescalénico y cartílago cricoides (foto de paciente del HSCSP)

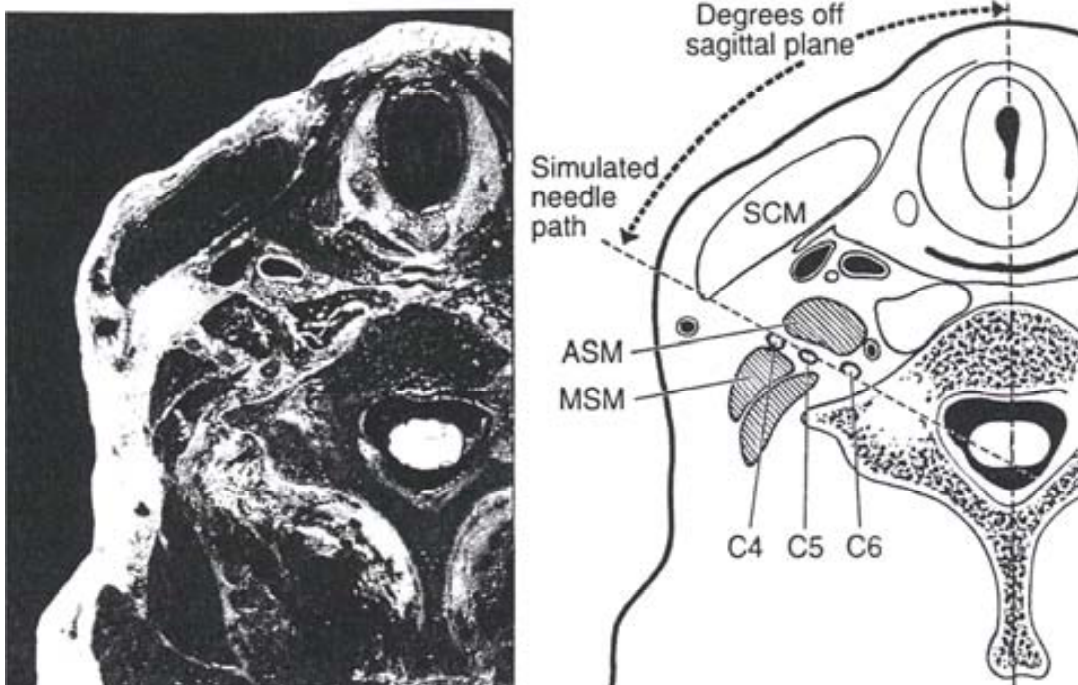


Figura 5: Estudio con RMN demostrando la disposición de las raíces cervicales en el espacio interescalénico. (De: Wong GY, Brown DL, Miller GM, Cahill DR. Defining the cross-sectional anatomy important to interscalene brachial plexus block with magnetic resonance imaging. Reg Anesth Pain Med 1998; 23: 77-80)

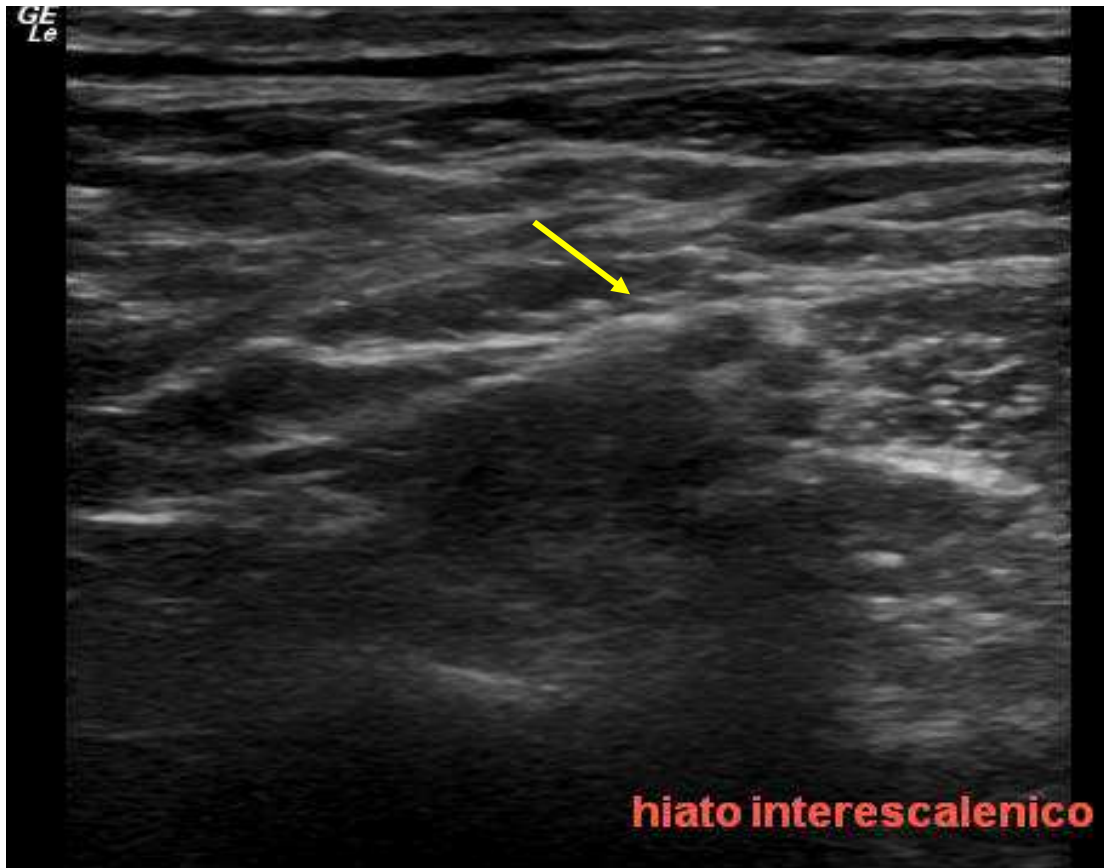


Figura 6: Imagen obtenida por ecografía mostrando (flecha amarilla) la disposición de los troncos del plexo braquial en el espacio interescalénico (imagen obtenida en el HSCSP con ecógrafo Esaote MyLab 25)

2.1.2.2. Porción infraclavicular

Al pasar por detrás de la clavícula, los tres troncos se sitúan laterales y por debajo de la arteria subclavia, apoyándose en la primera costilla. En el borde externo de dicha costilla se dividen en divisiones anteriores (inervarán los músculos flexores) y divisiones posteriores (inervarán músculos extensores) y al alcanzar el ápex de la axila se reorganizan en fascículos: la división anterior de los troncos superior y medio forman el FASCÍCULO LATERAL, las divisiones posteriores de los tres troncos forman el FASCÍCULO POSTERIOR y la división anterior del tronco inferior forma el FASCÍCULO MEDIAL (figura 7).

Los fascículos se denominan según su ubicación respecto la arteria axilar, la cual se sitúa por detrás del músculo pectoral menor. En el borde lateral de dicho músculo los fascículos se dividen en las diferentes RAMAS TERMINALES:

* El fascículo lateral tiene tres ramas terminales:

- el nervio musculocutáneo (C4, C5, C6 y C7): se inserta en el músculo coracobraquial, inerva el músculo bíceps y termina dando el nervio cutáneo antebraquial lateral del antebrazo.

- la porción lateral del nervio mediano (C5, C6 y C7)

- el nervio pectoral lateral (C5, C6 y C7), rama secundaria que atraviesa la fascia clavipectoral de Richie e inerva al músculo pectoral mayor.

* El fascículo posterior tiene cinco ramas que inervan la región dorsal de la extremidad superior:

- el nervio axilar (C5 y C6): rama terminal que inerva el músculo deltoideos y pronador menor y una rama cutánea para la piel de la región deltoidea del brazo.

- el nervio radial (C5, C6, C7, C8 y T1)

- el nervio subescapular superior (C5 y C6)

- el nervio subescapular inferior (C5 y C6)

- el nervio toracodorsal (C6, C7 y C8)

* El fascículo medial tiene cinco ramas:

- el nervio cubital (C7, C8 y T1)

- la porción medial del nervio mediano (C8 y T1)

- el nervio braquial cutáneo interno (C8 y T1)

- el nervio accesorio al braquial cutáneo interno (C8 y T1) el cual inerva la región axilar y cara interna del brazo junto al nervio intercostobraquial

- el nervio pectoral medial (C8 y T1), el cual atraviesa el músculo pectoral menor y alcanza el músculo pectoral mayor inervando a ambos.

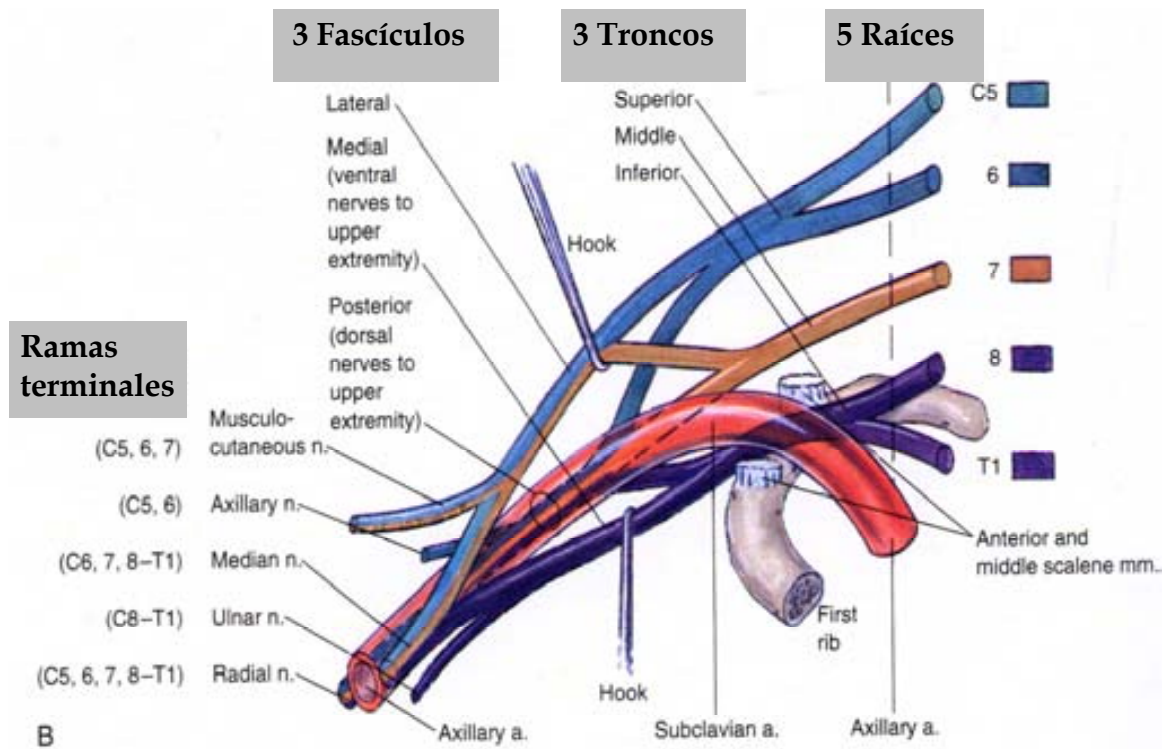


Figura 7: Organización del plexo braquial (De: Brown DL. Atlas of Regional Anesthesia. WB Saunders 1992; 15)

2.1.3 Relaciones anatómicas

2.1.3.1 Relaciones musculares

Las relaciones musculares son muy importantes como referencias anatómicas para realizar el bloqueo interescalénico. En el espacio supraclavicular el plexo se sitúa entre los músculos escalenos anterior (por delante) y medio (por detrás), siendo cruzado más superficialmente por el músculo omohioideo (vientre posterior). El músculo esternocleidomastoideo se sitúa generalmente por delante y medial al surco interescaleno pero en ocasiones lo recubre parcial o totalmente, dificultando su palpación.

2.1.3.2 Relaciones vasculares

Las relaciones vasculares son importantes para la seguridad del bloqueo debido a la posibilidad de producir hematomas o inyecciones intravasculares del anestésico local (figuras 8 y 9):

- la vena yugular externa cruza habitualmente el surco interescalénico en el punto de punción del bloqueo interescalénico y se debe intentar evitar puesto que, debido a su

superficialidad, es fácilmente visible. Su punción nos originará pequeños hematomas o un sangrado difícil de detener alrededor del catéter interescalénico.

- las arterias vertebrales se originan en el tronco braquiocefálico derecho y en la arteria subclavia izquierda respectivamente y ascienden en profundidad por la cara anterior de las apófisis transversas cervicales.

- la arteria subclavia se une al plexo cervical situándose por delante y debajo del plexo, por detrás del músculo escaleno anterior y de la clavícula y por encima de la primera costilla. En el borde externo de la primera costilla se convierte en la arteria axilar siendo rodeada progresivamente por las ramas terminales del plexo braquial.

- las arterias cervical transversa, escapular superior y posterior son arterias de pequeño tamaño pero cruzan por delante al plexo braquial en su trayecto interescaleno con el consiguiente riesgo de punción e inyección intraarterial.

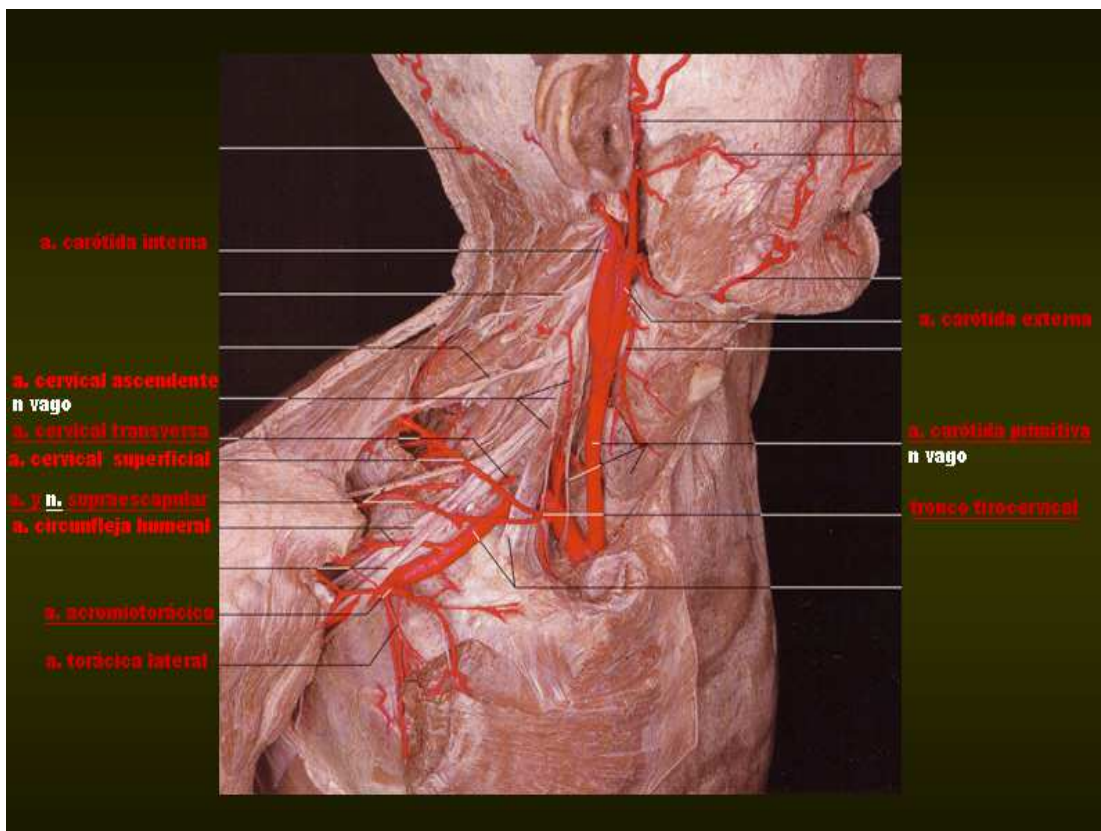


Figura 8: Relaciones vasculares del plexo braquial a nivel interescalénico en el cuello (vista anterior y lateral) (De: Atlas de anatomía humana. Rohen JW, Yokochi Ch, Lütjen-Drecoll E. 6ª Edición, Elsevier 2007: 170)

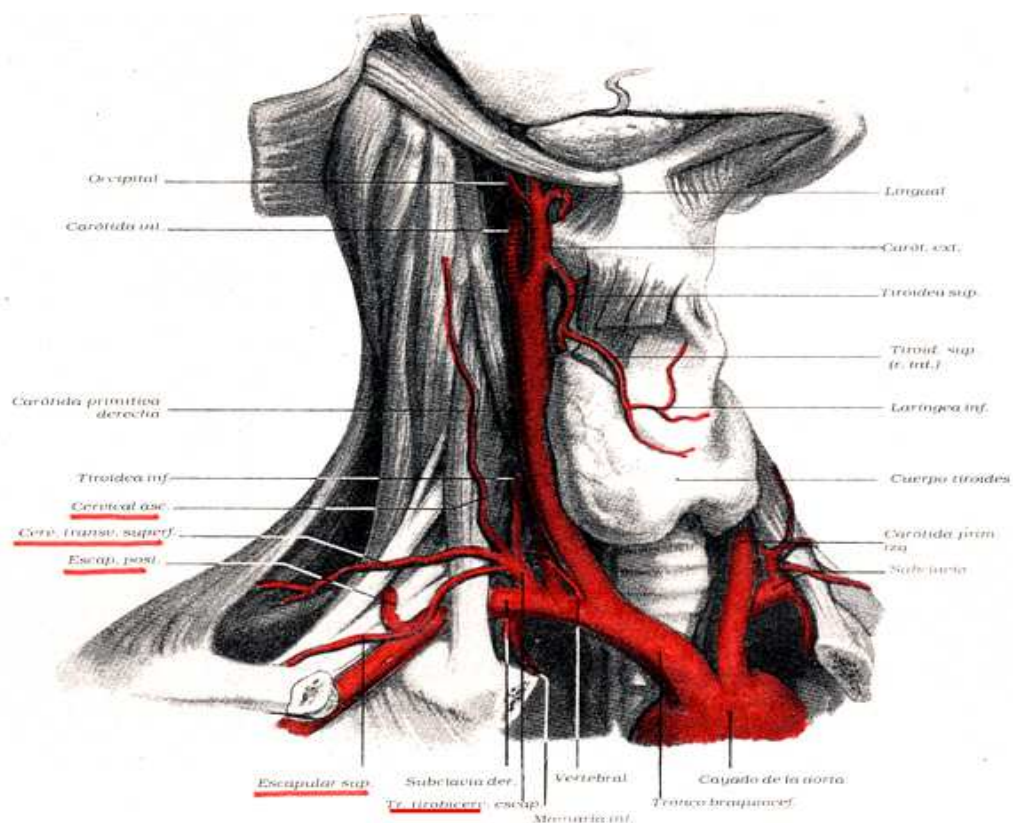


Figura 9: Relaciones vasculares del plexo braquial a nivel interescalénico (dibujo anatómico subrayando en rojo las arterias con mayor relación) (De: Anatomía Humana. Latarjet-Ruiz Liard, Tomo 1, 4ª Edición, 2004)

2.1.4 Variaciones anatómicas frecuentes

Las variaciones anatómicas son frecuentes en el plexo braquial, son casi la norma. El plexo se origina de las raíces de C5 a T1 pero son frecuentes las aportaciones de C4 y de T2. También existen variaciones anatómicas respecto a los huesos como es el caso de la costilla cervical que aparece en el 1% de los casos, siendo sintomáticas (por atrapamiento) un 10% (22). También nos podemos encontrar un músculo accesorio, el escaleno mínimo, el cual depende del músculo escaleno anterior: se origina en la apófisis transversa de C7 y se inserta en el borde interno de la primera costilla posterior a la arteria subclavia y anterior al tronco inferior del plexo. En una disección de 51 cadáveres, Harry y cols encontraron que el escaleno mínimo se hallaba en el 46% de los casos y que la relación clásica del plexo y de los músculos escalenos sólo se halló en el 32% de los cadáveres de forma bilateral (23).

2.1.5 Vaina axilar

La vaina axilar es una colección de tejido conectivo que rodea las estructuras neurovasculares del plexo braquial. Es una continuación de la fascia prevertebral que separa los músculos escalenos anterior y medio. Las descripciones iniciales de la vaina axilar en los años 60, la consideraban una estructura tubular densa que se extendía desde la porción superior a la primera costilla hasta un punto distal en la axila (24,25). Se pensaba que la vena y la arteria axilar, los nervios cubital, radial y mediano se situaban en el centro de dicha estructura tubular. La implicación clínica de este concepto era que el bloqueo anestésico de conducción de la extremidad superior se podía realizar con una sola inyección en cualquier lugar a lo largo de la vaina, siendo el volumen de anestésico local el factor determinante para un bloqueo exitoso.

Sin embargo, en los años posteriores, varios investigadores han cuestionado esta estructura tubular (Thompson 1983, Partridge 1987, Cornish 1997). Así, Thompson (26) y Partridge (27), proponen que la vaina es una estructura multicompartimental formada por finas capas de tejido fibroso que rodean el plexo y se extienden entre las fibras nerviosas creando diferentes septos. El resultado son compartimientos individuales para cada nervio que limitarían la difusión del anestésico local y que obligarían a realizar una inyección múltiple para obtener un bloqueo más eficaz de todo el plexo. Los estudios más recientes de las técnicas de estimulación múltiple confirmarían dicha teoría, especialmente para los bloqueos más distales del plexo braquial (bloqueo axilar, especialmente) (28).

2.1.6 Ramas supraclaviculares

Las ramas supraclaviculares son importantes para la realización de un bloqueo interescalénico puesto que son ramas que abandonan el plexo braquial antes de llegar a la clavícula y que si se estimulan con la aguja de neuroestimulación (fuera de la vaina que rodea al plexo braquial) producirán respuestas musculares que no hemos de confundir con las obtenidas al estimular los troncos del plexo braquial (tabla 1 y figura 10).

El más importante es el nervio supraescapular el cual inerva la porción posterior del hombro y la porción proximal de la extremidad superior. Deriva de C5 y C6 y se origina en el tronco superior del plexo braquial. Se sitúa lateralmente al plexo braquial por debajo de los músculos trapecio y omohioideo hasta entrar en la fosa supraespinosa y dar ramas al músculo infraespinoso y supraespinoso y ramas sensitivas al hombro, a la articulación acromioclavicular y a la región cutánea posterior del tercio proximal del brazo (figura 11).

ORIGEN	NERVIO	MUSCULO INERVADO
RAICES	N. m. Largo del cuello	m. Largo del cuello
RAICES	N. m. Escalenos	m. Escalenos anterior, medio y posterior
RAICES	N. Torácico largo	m. Serrato anterior
RAICES	N. Dorsal de la escápula	m. Angular de la escápula, m. Romboides mayor y menor
TRONCOS	N. Supraescapular	m. Supraespinoso Infraespinoso, ramas sensitivas articulación hombro
TRONCOS	N. m. Subclavio	m. Subclavio

Tabla 1: Ramas supraclaviculares del plexo braquial: origen e inervación

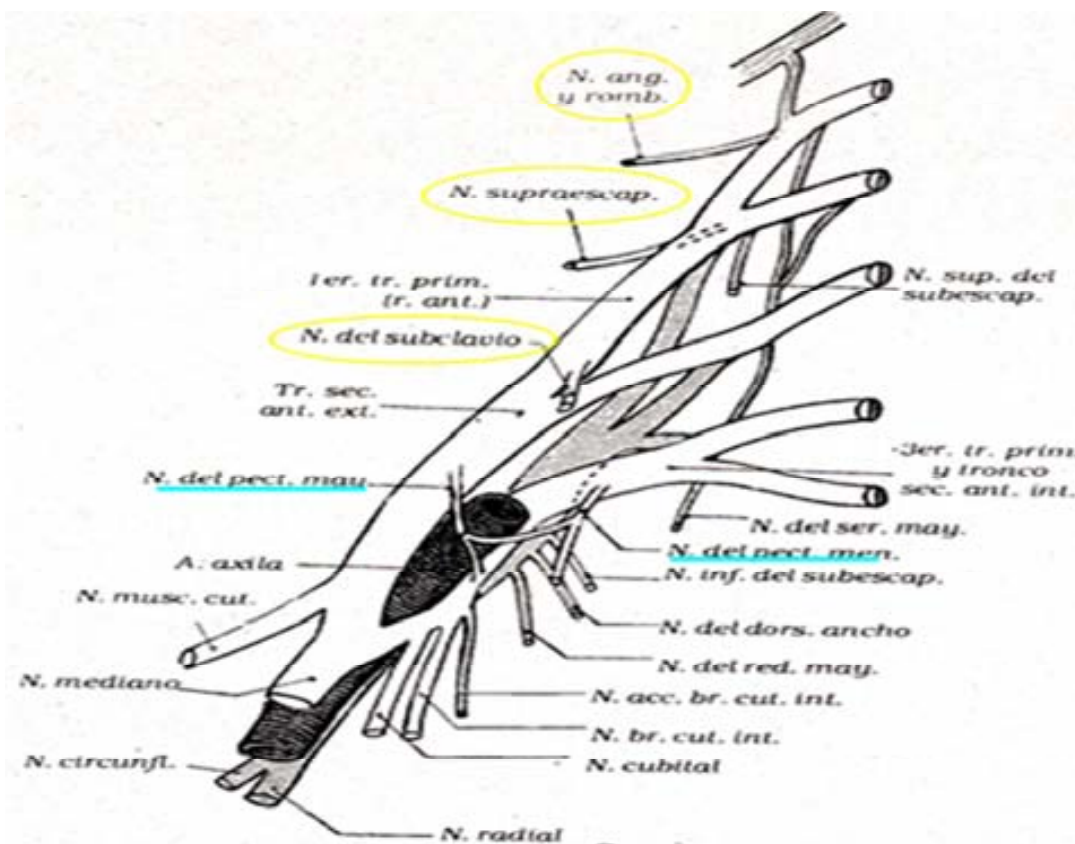


Figura 10: Ramas supraclaviculares del plexo braquial (dibujo anatómico) (De: Anatomía Humana. Latarjet-Ruiz Liard, Tomo 1, 4ª Edición, 2004)

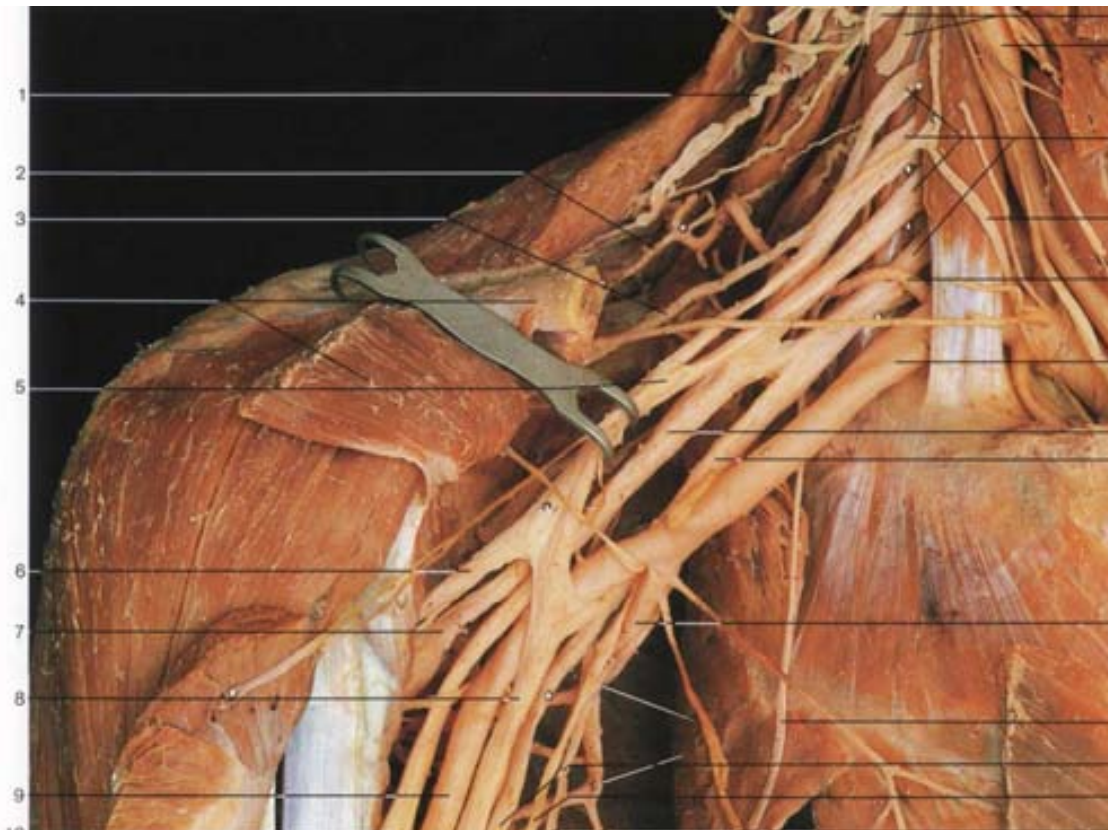


Figura 11: Disección anatómica mostrando el nervio supraescapular en su recorrido hacia la cara posterior del hombro. La clavícula y los músculos pectorales han sido parcialmente resecados (**1-** n. espinal, **2-** n. dorsal de la escápula, **3-** n. supraescapular, **4-** fascículo externo plexo braquial) (De: Atlas de anatomía humana. Rohen JW, Yokochi Ch, Lütjen-Drecoll E. 6ª Edición, Elsevier 2007: 413)

2.1.7 Ramas sensitivas no dependientes del plexo braquial: plexo cervical superficial y nervio intercostobraquial

- Las ramas del PLEXO CERVICAL SUPERFICIAL provienen de las raíces anteriores de C3 y C4, formando un tronco común que emerge del borde posterior del músculo esternocleidomastoideo aproximadamente a mitad de distancia entre la inserción en la apófisis mastoideas y la inserción en el esternón (punto de Erb). Descienden por detrás del platysma y de la fascia cervical profunda dando ramas mediales, intermedias y laterales, las cuales perforan la fascia justo por encima de la clavícula (figuras 12 y 13). Al inervar la región cutánea del cuello y parte proximal del hombro (figura 14), el bloqueo del plexo cervical será necesario para complementar al bloqueo interescalénico como técnica anestésica única para la cirugía del hombro. En caso de realizar una anestesia combinada (general más bloqueo interescalénico) no será necesario realizarlo puesto que la incisión cutánea ya estaría cubierta con la anestesia general y en el postoperatorio no origina dolor importante.

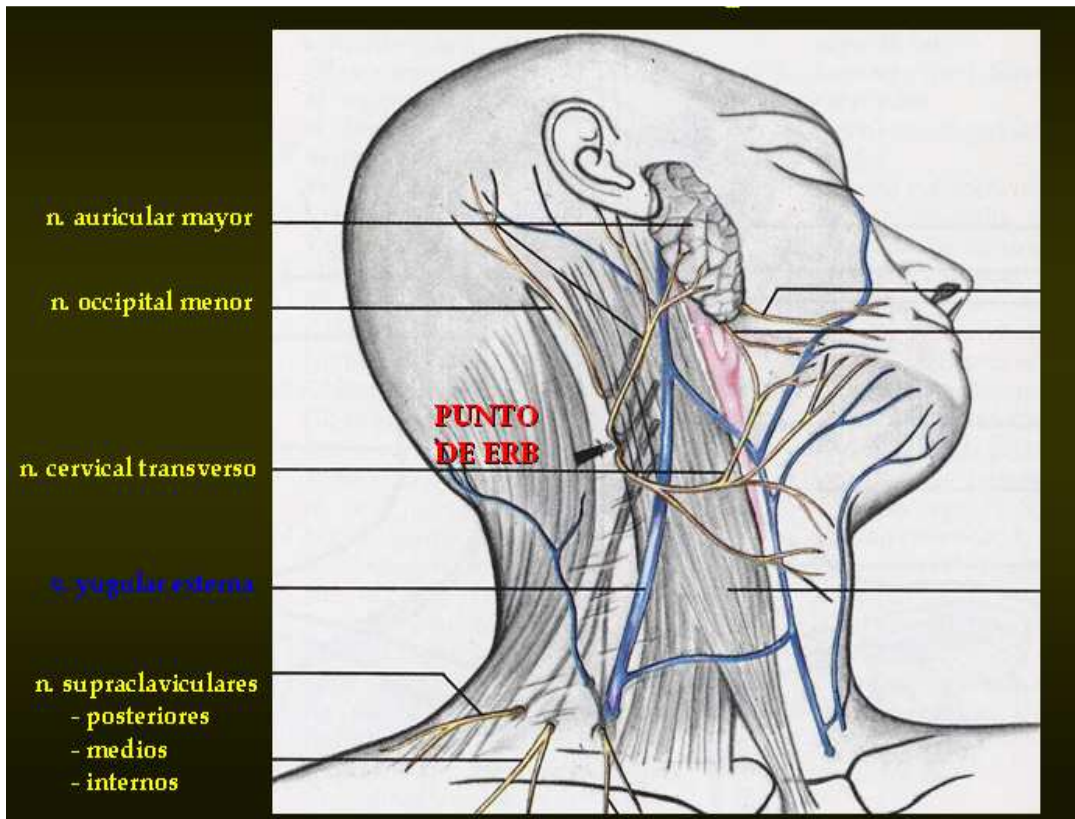


Figura 12: Plexo cervical superficial (dibujo anatómico).

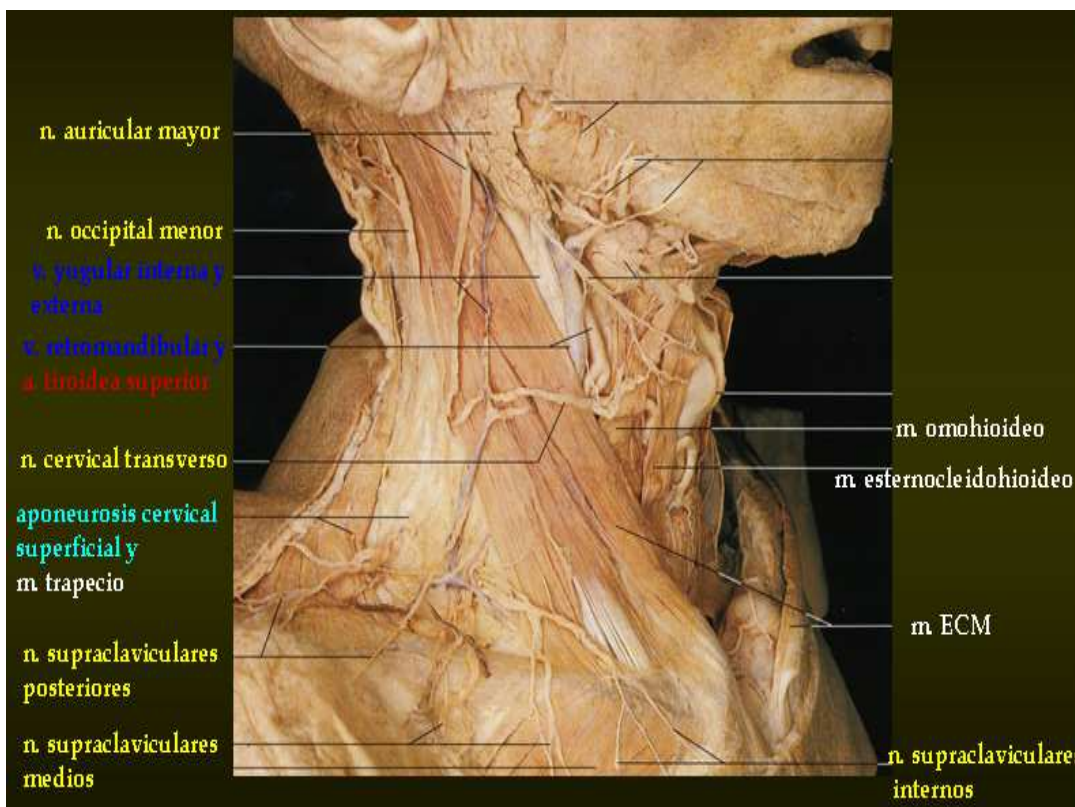


Figura 13: Plexo cervical superficial (De: Atlas de anatomía humana. Rohen JW, Yokochi Ch, Lütjen-Drecoll E. 6ª Edición, Elsevier 2007: 178)

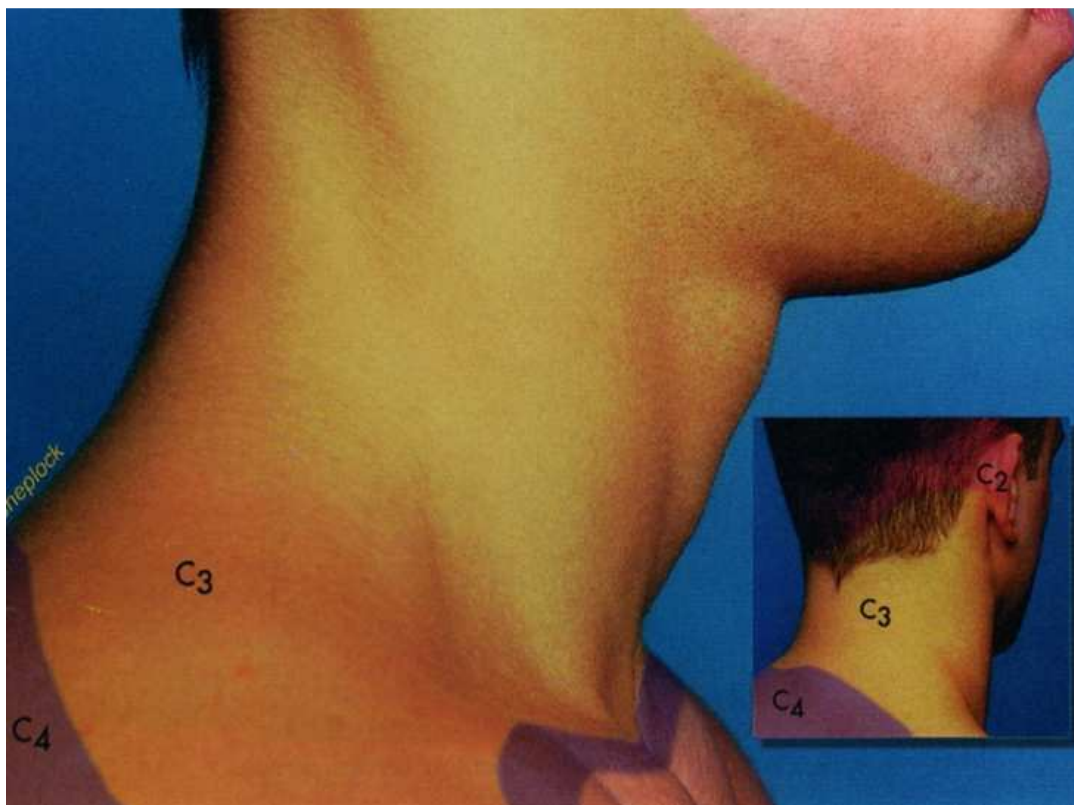


Figura 14: Dermatomas cutáneos cervicales dependientes del plexo cervical superficial (De: Regional Anesthesia: An Atlas of Anatomy and Techniques. Hahn MB et al, Ed. Mosby 1996: 72)

- EL NERVIO INTERCOSTOBRAQUIAL es la rama cutánea lateral del 2º nervio intercostal. Discurre lateralmente posterior al músculo pectoral menor y entra en la axila anterior al músculo latissimus dorsi. Continúa en el suelo de la axila hacia la región interna del brazo junto al nervio accesorio del braquial cutáneo interno. Ambos perforan la fascia profunda e inervan la piel de la mitad superior posterior y medial del brazo. Se bloquean de forma aislada administrando el anestésico subcutáneo en la cara interna de la porción más proximal del brazo para permitir la tolerancia del manguito en la cirugía de la extremidad superior (figura 15).

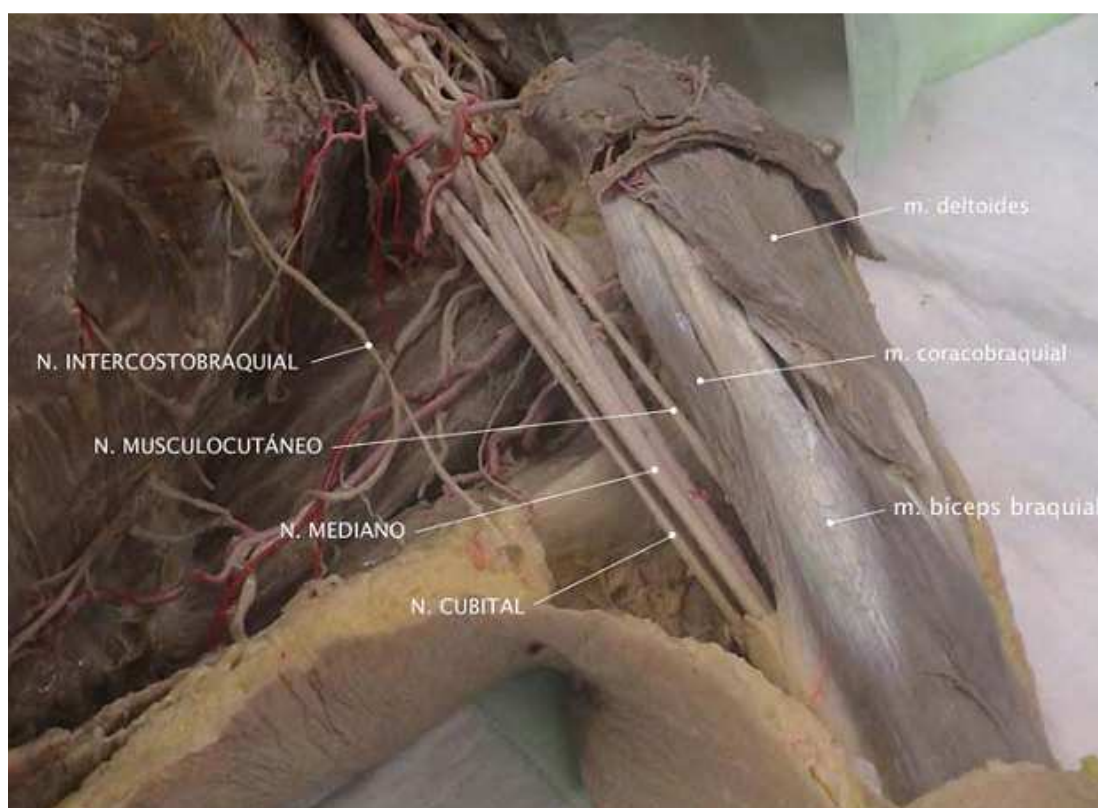


Figura 15: Disección anatómica mostrando el nervio intercostobraquial en su recorrido hacia la cara interna del brazo (Disección anatómica realizada en el Hospital Clinic de Barcelona, gentileza del Dr. X Sala-Blanch)

2.2 TÉCNICAS DE BLOQUEOS MEDIANTE NEUROESTIMULACIÓN

2.2.1 Historia

La primera demostración de estimulación eléctrica sobre un nervio se remonta a los estudios de Luigi Galvani en 1780. Pero los mecanismos electrofisiológicos no se comprendieron hasta en 1912 por los estudios de Von Perthes G el cual desarrolló el primer neuroestimulador eléctrico. Los resultados clínicos no fueron brillantes por la poca funcionalidad del neuroestimulador y el modo artesanal de aislar la aguja con laca y la técnica se abandonó. El uso del neuroestimulador para la realización de bloqueos periféricos no fue introducido hasta 1962 por Greenblatt GM y Denson JS, los cuales utilizaron un neuroestimulador transistorizado y agujas recubiertas por una vaina plástica. Estos autores demostraron que era posible estimular el componente motor de los nervios mixtos sin necesidad de llegar a la intensidad para estimular el componente sensitivo y provocar malestar al paciente (29).

Respecto a otras técnicas anteriores como la percepción de un clic al atravesar una fascia, la búsqueda de parestesias, las técnicas transarteriales o la inyección en abanico, la

búsqueda de una respuesta muscular al estimular el nervio con una pequeña corriente producida por un neuroestimulador ha mostrado poseer diversas ventajas:

- una mayor incidencia de bloqueos efectivos (actualmente se considera habitual una incidencia de un 6-8% de bloqueos fallidos respecto a técnicas previas con bloqueos incompletos hasta en 50% de los casos)

- la posibilidad de realizar el bloqueo en pacientes sedados o poco cooperadores, como en particular los niños o pacientes muy ansiosos. Incluso se puede realizar, en casos concretos (valorando la relación riesgo-beneficio) asociado a una anestesia general, siempre y cuando no se utilicen relajantes musculares previamente a la neuroestimulación y extremando las medidas de precaución.

- al evitar las parestesias en principio se reducirían las lesiones nerviosas debido a una inyección intraneural puesto que la parestesia supone un contacto directo con el nervio y con la neuroestimulación tenemos respuesta motora sin contactar directamente con el nervio.

- al no atravesar forzosamente estructuras vasculares se evitan hematomas posteriores o la aparición de espasmos arteriales.

2.2.2 Consideraciones generales sobre la neuroestimulación

Todas las células del organismo tienen una diferencia de voltaje (90 mV) a ambos lados de la membrana celular, llamado potencial de membrana. Las células nerviosas y musculares tienen la capacidad de crear un pequeño impulso eléctrico, o potencial de acción en respuesta a un estímulo apropiado. Este estímulo provoca la despolarización de la membrana. Los potenciales de acción o impulsos nerviosos tienen una amplitud (120 mV), forma y duración (1 ms) uniformes. Cuando el estímulo supera cierto umbral se genera el potencial de acción que se propaga a lo largo de la membrana de la célula nerviosa.

Una estimulación eléctrica puede inducir la despolarización de la membrana celular de la fibra nerviosa y originar un potencial de acción, fenómeno eléctrico, que según la fibra implicada, hará aparecer una percepción sensitiva o una contracción muscular.

El valor umbral para la excitación eléctrica es característico para cada célula y puede ser definido por los valores de Reobase (I_r = intensidad mínima de corriente continua necesaria para excitar la célula si se aplica durante un tiempo suficientemente prolongado) y de Cronaxia (C = tiempo mínimo de aplicación de una corriente continua de intensidad el doble de la reobase, que hace aparecer un potencial de acción). Al existir una reobase diferente en las fibras motoras y en las sensitivas, podemos utilizar la

electroestimulación con una intensidad y duración del estímulo de tal manera que se estimule sólo la despolarización de las células motoras.

Las características del estímulo eléctrico determinan la respuesta del nervio. La intensidad del estímulo variará en función de la distancia a la que se encuentre el nervio estimulado (figura 16). Ello queda reflejado por la ley de Coulomb que demuestra que la corriente necesaria es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

Los neuroestimuladores utilizados actualmente cumplen las siguientes características (30):

- son compactos, manejables, transportable y económicos
- requieren limitadas operaciones de regulación de los parámetros de estimulación
- suministran una corriente constante regulable por las resistencias halladas (0,5-10kOhm)
- suministran impulsos eléctricos de tipo rectangular monofásico
- la intensidad de estimulación es regulable de 0,05 a 5mA
- la duración del impulso es variable entre 0,1 y 1ms
- la frecuencia de estimulación es regulable a 1 o 2Hz
- deben estar claramente diferenciados los extremos que corresponden al cátodo (negro) y ánodo (rojo).
- pantalla para la visualización de la intensidad de la corriente suministrada
- no permiten suministrar señales erróneas de alta intensidad, que pudieran ser peligrosas para el paciente
- poseen alarma o señal de aviso en caso de falta de corriente, resistencia del circuito demasiado elevada, carga de batería insuficiente o disfunción interna del aparato.

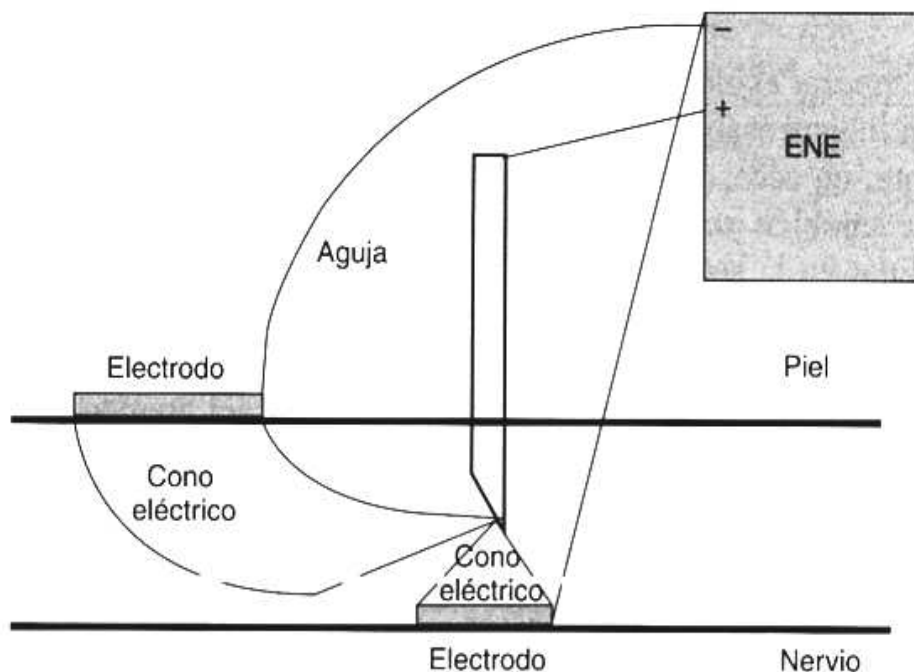


Figura 16. Técnica de aproximación al nervio con la ayuda de la electroneuroestimulación (De: Flo A, Aliaga L: Técnicas de aproximación nerviosa (I): Electroneuroestimulación. En: Aliaga L et al: Anestesia Regional Hoy, 3ª Ed, Publicaciones Permanyer, 2006: (3)76)

2.2.3 Técnica

La técnica de neuroestimulación se realiza, tras puncionar la piel en el lugar de punción adecuado para cada bloqueo, mediante una aproximación al nervio con una intensidad de estimulación de 1-1,5 mA hasta obtener la respuesta muscular deseada. En ese momento se reduce la intensidad de estimulación progresivamente mientras nos acercamos al nervio hasta obtener respuesta muscular con una intensidad de estimulación por debajo de 0,5 mA. Por precaución, se recomienda retirar ligeramente la aguja en caso de obtener respuesta con una intensidad inferior o igual a 0,2 mA, pues estaríamos demasiado cerca del nervio y podríamos administrar el anestésico intraneural y producir una lesión nerviosa. Estas recomendaciones, hasta ahora dogmáticas, actualmente se están poniendo en duda debido al uso del ecógrafo, el cual ha demostrado inyecciones intraneurales con intensidades superiores a 0,2 mA (31). Sin embargo, deberían seguir utilizándose, junto a otros signos de inyección intraneuronal como son el dolor, una gran resistencia y la no desaparición de la respuesta motora al inicio de la administración del anestésico local (32-36).

Las ventajas ofrecidas por el neuroestimulador respecto al método tradicional de los bloqueos nerviosos son notables con el inconveniente de un modesto aumento del coste del material utilizado y del tiempo invertido en su realización:

La anestesia regional con esta técnica permite (37-40):

- realizar bloqueos muy selectivos y fácilmente reproducibles con un elevado índice de éxitos, aun en manos poco expertas, minimizando la influencia de factores subjetivos y la incidencia de variaciones anatómicas.
- limitar de forma importante las incomodidades al paciente (evitando parestesias, a menudo molestas)
- permitir efectuar bloqueos en pacientes no colaboradores, en edad pediátrica, en obesos o en pacientes traumáticos e inmovilizados, ofreciendo confirmación objetiva a pesar de una sedación más o menos profunda o incluso, en casos seleccionados, con una anestesia general (siempre que no se hayan administrado relajantes musculares previamente).
- disminuir de forma importante el volumen de anestésico (30-50%) reduciendo así el riesgo de toxicidad y el tiempo de latencia (5-10min según el bloqueo y el anestésico local utilizado).
- reducir en gran manera ($<1/10000$) el riesgo de neurolesión, que está estimado con el método tradicional de búsqueda de parestesias a una incidencia del 3-5%.
- intervenir en zonas en las que debido a la patología existente (traumatismo, tumor, etc...) la anatomía está distorsionada.
- facilitar de forma importante el proceso de aprendizaje de anesthesiólogos no expertos con la técnica de la anestesia de nervios periféricos.

Este resurgimiento de la anestesia de plexos ha dado un nuevo impulso en la realización de bloqueos considerados tradicionalmente difíciles como son los de la extremidad inferior (obturador, ciático en la nalga...) o nuevos abordajes (infraclavicular, mediohumeral, lumbar posterior, subglúteo lateral...) (41-44).

Con los anestésicos locales de larga duración más utilizados, inicialmente la bupivacaina y recientemente la ropivacaina y la levobupivacaina, el bloqueo analgésico obtenido tenía una duración limitada en el tiempo, siendo habitual entre 12 y 24 horas. Para mantener la analgesia un mayor tiempo (bloqueo secundario), se han generalizado el uso de catéteres para la administración continuada de anestésicos de larga duración en bolos fraccionados o mediante bombas de infusión continua (bombas electrónicas o bombas elastoméricas) (45-49).

2.3 TÉCNICAS LOCOREGIONALES EN LA CIRUGÍA DEL HOMBRO

2.3.1 Inervación de la extremidad superior

2.3.1.1 Inervación motora (ver tabla 2)

NERVIO	MUSCULO	FUNCION / RESPUESTA AL ESTIMULADOR
Axilar (C5, C6)	Deltoides.....	Abducción brazo
	Teres minor.....	Rotación lateral y aducción brazo
Supraescapular (C5,C6)	Supraespinatus.....	Abducción brazo
	Infraespinatus.....	Rotación lateral brazo
Subescapular superior (C5,C6)	Subscapularis.....	Rotación medial brazo
Subescapular inferior (C5,C6)	Teres mayor.....	Aducción, extensión y rotación medial del brazo
Musculocutáneo (C5, C6)	Coracobraquial.....	Flexión y aducción del brazo
	Bíceps (porción larga).....	Flexión del brazo y antebrazo
	Bíceps (porción corta).....	Supinación mano
	Braquial.....	Flexión antebrazo
Radial (C5-C8)	Tríceps (porción larga).....	Extensión y aducción del brazo
	Tríceps (porción lateral).....	Extensión antebrazo
	Tríceps (porción medial).....	Extensión antebrazo
	Brachioradialis.....	Flexión antebrazo
	Extensor carpi radialis.....	Extensión y abducción mano
	Extensor digiti.....	Extensión dedos
	Extensor carpi ulnaris.....	Extensión y aducción mano
	Supinator.....	Supinación antebrazo
	Abductor pollicis longus.....	Abducción y extensión pulgar
Mediano (C6-T1)	Pronator teres.....	Pronación y flexión antebrazo
	Flexor carpi radialis.....	Flexión y abducción mano en la muñeca
	Palmaris longus.....	Flexión mano en la muñeca
	Flexor digitorum superficiales	Flexión mano, 1ª y 2ª falanges
	Flexor pollicis longus.....	Flexión mano y falanges
	Pronador cuadrado.....	Pronación antebrazo

Cubital (C8-T1)	Flexor carpi ulnaris.....	Flexión y aducción mano en la muñeca
	Flexor digitorum	Flexión de todas las falanges y mano en la muñeca
	Profundus.....	la muñeca
	Músculos intrínsecos de la mano.....	Flexión, extensión, abducción y aducción de las falanges

Tabla 2: inervación motora de la extremidad superior y respuesta a la estimulación nerviosa

2.3.1.2. Inervación sensitiva

En la cirugía del hombro, no solo nos interesará la inervación sensitiva dependiente del plexo braquial sino también la dependiente del plexo cervical. En ambos casos son frecuentes las variaciones anatómicas y la superposición de dermatomas (ver figuras 14 y 17).

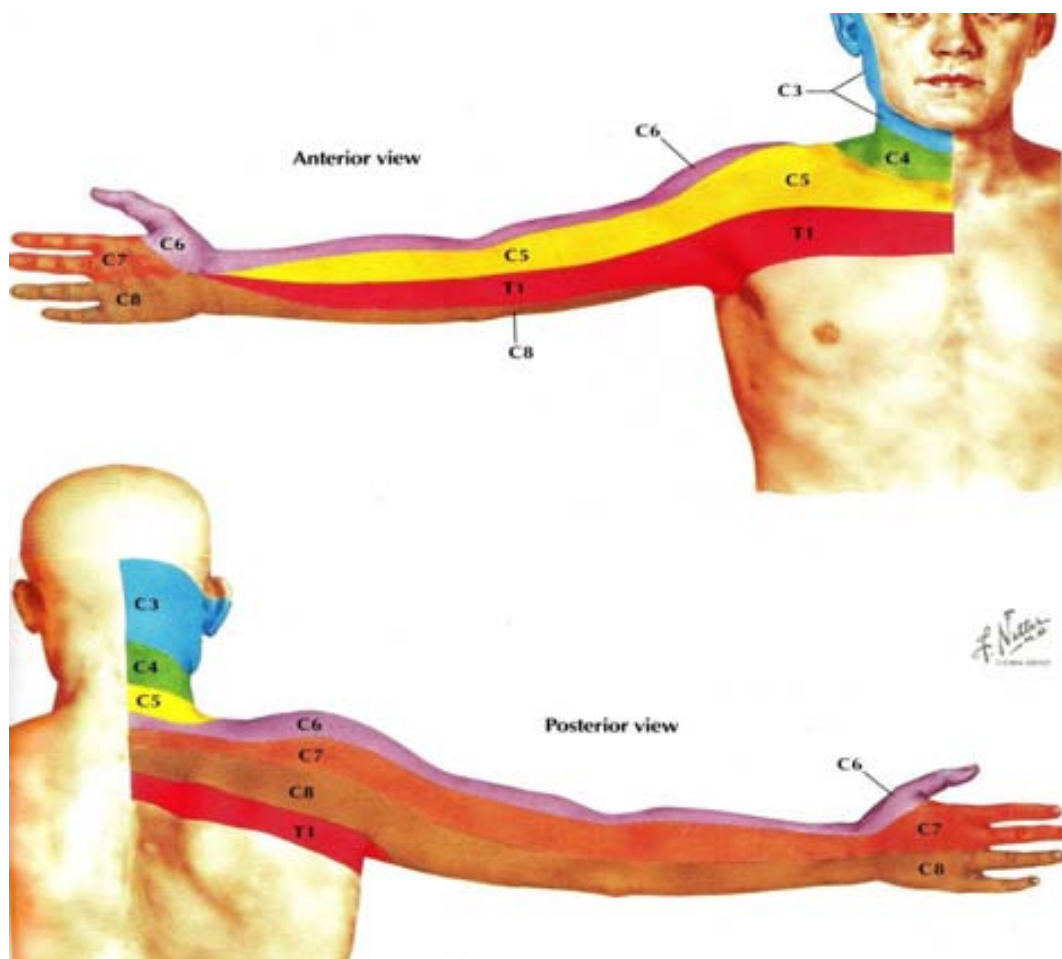


Figura 17. Dermatomas cutáneos del plexo braquial (De: Netter FH. Atlas of human anatomy. Ed Summit, 1993: 455)

Solo tres ramas del plexo braquial tienen una representación cutánea en el hombro: La más proximal es una rama del nervio axilar, el nervio braquial cutáneo lateral superior, el cual inerva la piel lateral del hombro y la piel sobre el músculo deltoides. La porción superior y medial del brazo está inervada por el nervio braquial cutáneo interno y el nervio intercostobraquial. En la porción anterior del brazo, la piel está inervada por nervio cutáneo medial antebraquial (figura 18) (50-52).



Figura 18. Inervación sensitiva de la extremidad superior (De: Hahn MB, McQuillan PM, Sheplock GJ. Regional Anesthesia. An Atlas of Anatomy and Techniques. Mosby Ed, 1996: 93)

Pero la inervación más importante es la propia de la articulación: anteriormente, el nervio axilar y el nervio supraescapular proporcionan la mayoría de la inervación de la cápsula y de la articulación glenohumeral. Posteriormente, el nervio supraescapular inerva principalmente en la parte superior y el nervio axilar en la parte inferior (figuras 19 y 20).

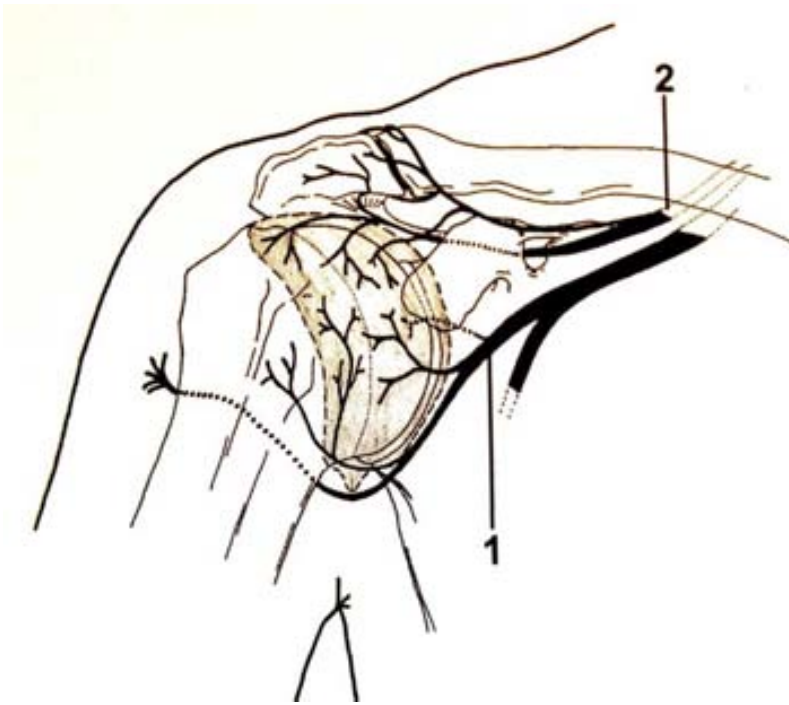


Figura 19. Inervación profunda de la cara anterior del hombro. El nervio axilar (1) y el nervio supraescapular (2) constituyen la mayor parte de la inervación de la cápsula y de la articulación glenohumeral (De: Anaesthesia for shoulder surgery. A Borgeat, G Ekatodramis. Best Practice & Research Clin Anaesth 2002; 16 (2): 211-225).

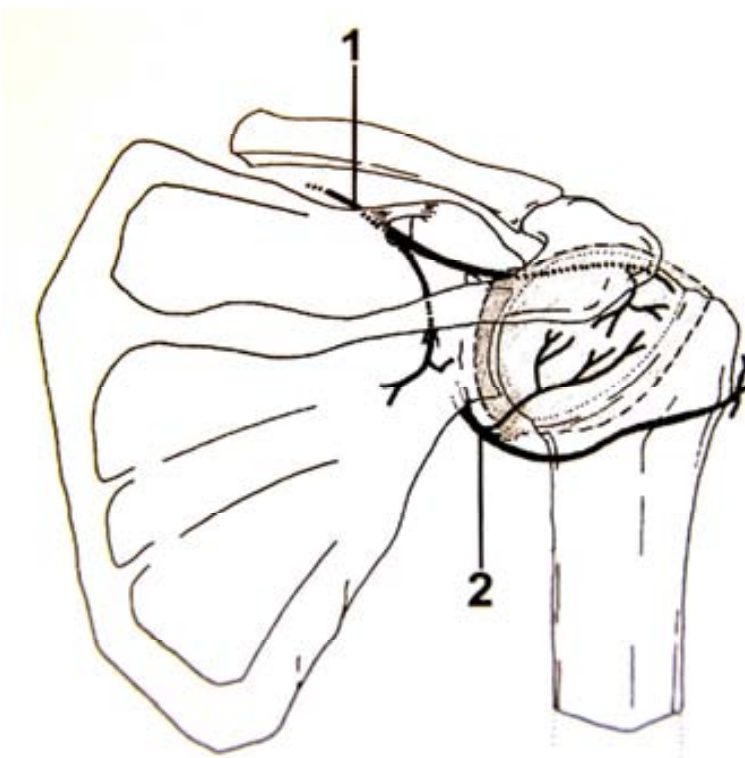


Figura 20: Inervación profunda de la cara posterior del hombro. Los nervios principales son el nervio supraescapular (1) y el nervio axilar (2) (De: Anaesthesia for shoulder surgery. A Borgeat, G Ekatodramis. Best Practice & Research Clin Anaesth 2002; 16 (2): 211-225)

2.3.2 Técnicas anestésicas locoregionales para la cirugía del hombro

2.3.2.1 Bloqueo interescalénico

Tal y como hemos podido observar en la descripción anatómica de la inervación del hombro, el bloqueo interescalénico es, dentro de los diferentes bloqueos que se pueden realizar a lo largo del plexo braquial (bloqueo supraclavicular, bloqueo infraclavicular, bloqueo axilar, etc.), el que mejor alcanza las ramas implicadas en la inervación del hombro.

Pero para ello se han descrito diversos abordajes (casi como autores que lo realizan...) pero para la realización con técnica de parestesias o con neuroestimulación, se han utilizado principalmente cuatro: las técnicas de Winnie, Pippa (abordaje posterior), Meier y el abordaje lateral modificado de Borgeat.

2.3.2.1.1 Abordaje de Winnie

El abordaje clásico de Winnie (23,78) se realiza a la altura de la sexta vértebra cervical y originalmente, se utilizaba la técnica de obtención de parestesias, aunque poco a poco se fue sustituyendo por la obtención de respuestas musculares con el neuroestimulador.

El paciente se coloca en decúbito supino con la cabeza ligeramente rotada hacia el lado contralateral al lado de punción. Se le pide al paciente realizar una elevación de la cabeza (por ejemplo, levantar la cabeza y mirarse los pies de forma mantenida) para remarcar la inserción clavicular del esternocleidomastoideo. Palpamos con el índice y el dedo medio el borde posterolateral del músculo esternocleidomastoideo a este nivel, apoyándonos en el músculo escaleno anterior y desplazando lateralmente dichos dedos, llegamos al surco interescalénico, definido por el espacio entre el músculo escaleno anterior por dentro y el músculo escaleno medio por fuera. Con los dedos situados en dicho surco interescalénico a nivel de C6, puncionamos con una aguja de máximo 5 cm y 22G en dirección perpendicular a la piel en todos los planos, es decir medial, ligeramente caudal y ligeramente posterior. El objetivo era producir una parestesia más allá del hombro (una parestesia en el hombro podía originarse por una estimulación del nervio supraescapular). Si se encuentra una estructura ósea probablemente se debe al contacto de la apófisis transversa, aunque la profundidad del plexo a este nivel raramente supera los 3 cm. En pacientes normales la profundidad del plexo en el surco se sitúa entre 0,7-1,5 cm y solo en pacientes muy obesos puede llegar a superar los 2,5 cm.

Actualmente, con el neuroestimulador, el objetivo es obtener alguna de estas 3 respuestas principalmente: la flexión del codo (bíceps), la extensión del codo (tríceps) y/o la abducción de la extremidad superior (deltoides). A pesar de la controversia existente, la respuesta de estimulación del deltoides o de parestesia en el hombro, son correctas puesto que el bloqueo interescalénico se realiza a nivel de las raíces y el nervio supraescapular (parestesia en hombro) y el nervio axilar (contracción del deltoides) son ramas de los troncos, es decir más distales (53-55). Incluso una contracción del músculo pectoral (generalmente junto a otras respuestas) también es válida para un bloqueo interescalénico por la misma razón (56).

Una vez obtenida una respuesta satisfactoria, tras una aspiración negativa de sangre y de líquido cefalorraquídeo (LCR), administramos lentamente 20-30 ml de anestésico local.

Con la técnica de Winnie se han descrito múltiples complicaciones, algunas de ellas graves como la anestesia espinal total, la anestesia epidural alta o inyecciones en la arteria vertebral o en la médula espinal, todas ellas atribuidas a la dirección medial del abordaje, hacia la médula espinal cervical (57-60). También se han descrito neumotórax con este abordaje (por su dirección caudal y medial).

2.3.2.1.2 Abordaje posterior o de Pippa

El abordaje por vía posterior o de Pippa, se realiza mediante la técnica de pérdida de resistencia y requiere dibujar en la piel las siguientes referencias de superficie (61):

Punto a: punto intermedio entre las proyecciones cutáneas de las apófisis espinosas de C6 y C7

Línea b: proyección cutánea del borde superior y externo del músculo trapecio (línea aponeurótica)

Punto de inserción de la aguja: intersección entre la línea horizontal por el punto a y la línea b.

El punto de punción se sitúa 3 cm lateral a la línea interespinal entre C6 y C7 y corresponde al borde superior de la apófisis transversa de la 7ª vértebra cervical.

Tras realizar un habón cutáneo, introducimos una aguja de 9 cm y 21G perpendicular a la piel, a través del músculo trapecio, el músculo esplenio del cuello y el músculo elevador de la escápula hasta alcanzar la apófisis transversa de la 7ª vértebra cervical. Pedimos al paciente que gire la cabeza hacia el lado contralateral y avanzamos la aguja sobre la apófisis transversa hasta notar una pérdida de resistencia a la inyección de

aire o líquido (con una jeringa de baja resistencia conectada a la aguja). En ese momento, el paciente gira de nuevo la cabeza hasta la posición neutra y tras una aspiración negativa de LCR y de sangre, inyectamos la solución anestésica.

Aparte de efectos secundarios transitorios como una reducción clínica de la función pulmonar y el síndrome de Claude Bernard-Horner, no se han descrito complicaciones serias con la técnica de Pippa, probablemente porque se emplea raramente (62). Sin embargo, al ser un abordaje muy parecido a un bloqueo paravertebral, también habría el riesgo de aparición de complicaciones graves (bloqueo espinal total, inyección en la arteria vertebral...) como en el abordaje de Winnie (mucho más empleado), aunque sí un menor riesgo de neumotórax.

2.3.2.1.3 Abordaje de Meier

Con la idea de reducir las complicaciones posibles de la técnica de Winnie y para facilitar la entrada de un catéter para la analgesia postoperatoria, Meier presentó unas modificaciones a la técnica de Winnie (63):

Se utilizan las mismas referencias que para la técnica de Winnie pero el lugar de punción se sitúa 2-3 cm craneal al cartílago cricoides (con una aguja 18G y de 5 cm de longitud) y la punción no se realiza perpendicular a la piel sino con un ángulo de 30° con la piel y en dirección a la unión del tercio medio y del tercio lateral de la clavícula. Tras obtener respuesta motora con el neuroestimulador, se inyecta anestésico local por la aguja y se introduce el catéter (20G) unos 3 cm en el espacio interescalénico. A continuación retiramos la aguja y se fija apropiadamente el catéter para iniciar la perfusión de anestésico local postoperatoria.

2.3.2.1.4 Abordaje lateral modificado de Borgeat

Descrita por Borgeat, representa una pequeña modificación de la técnica de Winnie: la posición de la cabeza, las referencias y la palpación del surco interescalénico se realiza igual que en la técnica de Winnie pero en este caso se dibuja una línea a lo largo de todo el surco interescalénico. Igual que en la técnica de Winnie, el lugar de punción se sitúa a nivel del cartílago cricoides pero la dirección de punción es caudal y ligeramente lateral, siguiendo el plano del surco interescalénico. Se intenta colocar la punta de la aguja en la parte posterior del tronco superior o medio del plexo braquial y obtener una respuesta muscular preferentemente del músculo tríceps, ocasionalmente del músculo deltoides (figura 21). Con esta técnica, Borgeat y colaboradores refieren un alto porcentaje de

bloqueos continuos exitosos y un menor riesgo de complicaciones graves al no dirigir la aguja hacia el eje neuroespinal. En un estudio prospectivo con 521 pacientes tuvieron un caso de neumotórax en un paciente tipo Marfan y una inyección intravascular (64).

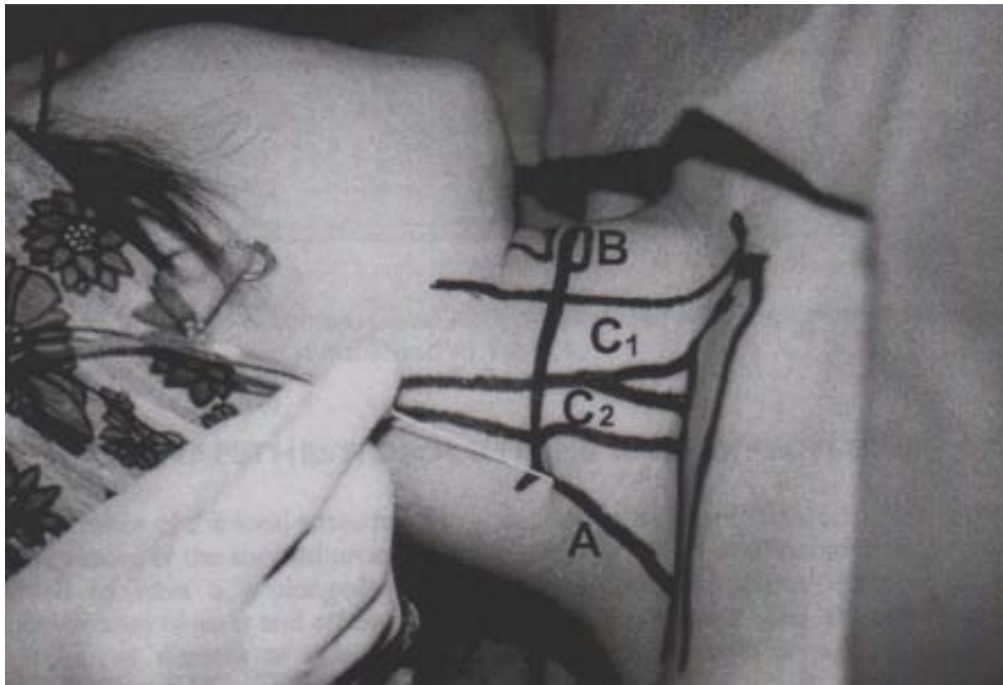


Figura 21. Abordaje lateral modificado de Borgeat: la aguja se inserta 0,5 por debajo del nivel del cartílago cricoides y se dirige al plano del espacio interescalénico (A) (A Borgeat, G Ekatodramis. Anaesthesia for shoulder surgery. Best Practice & Research Clin Anaesth 2002; 16 (2): 211-225)

2.3.2.1.5 Abordaje de Winnie modificado por Hadzic

La escuela de Nueva York, con Hadzic y Vloka al frente, recomienda una ligera variación de la técnica de Winnie, en su página Web <http://www.nysora.com>, con un punto de punción situado en el surco interescalénico, no a la altura del cricoides como proponía Winnie, sino ligeramente más cerca de la clavícula (0,5-1 cm por debajo), puesto que a este nivel se palparía mejor el surco y además nos situamos más laterales, con lo cual habría menos riesgo de complicaciones mayores (neumotórax, punción de arteria vertebral y del neuroeje). Una vez localizado el plexo, para insertar un catéter, simplemente inclinamos la aguja hacia el plano del surco interescalénico en dirección caudal para facilitar la entrada del catéter.

Este abordaje también es el que utilizamos habitualmente en nuestro hospital (Hospital de San Pau) y para la realización de este trabajo de tesis doctoral (figura 22)



Figura 22. Abordaje de Winnie modificado por Hadzic (el utilizado en nuestro trabajo)

2.3.2.2 Bloqueo del nervio supraescapular

El nervio supraescapular proporciona inervación sensitiva al 70% de la articulación del hombro, incluyendo las regiones superior y posterosuperior de la articulación del hombro, cápsula y, con variaciones, la piel que lo recubre. En la parte anterior y en la inferior, la articulación y la piel están inervadas por el nervio axilar y los nervios subescapulares superior e inferior. El nervio supraescapular también proporciona inervación motora a los músculos supraespinoso e infraespinoso. El bloqueo del nervio supraescapular se ha mostrado muy efectivo para el tratamiento del dolor crónico pero, por sí solo, no es suficiente para la cirugía del hombro (65-68). Sin embargo, Ritchie y cols. demostraron que el bloqueo supraescapular con 10 ml de bupivacaina al 0,5% previos a la cirugía, proporcionaba una buena analgesia tras la artroscopia de hombro ambulatoria, reduciendo, respecto al grupo control con suero fisiológico subcutáneo, los requerimientos de analgésicos un 30% y acortando la estancia hospitalaria un 24% (69,70). Para otras cirugías del hombro, en principio más dolorosas, como artroplastias u osteosíntesis de

fracturas de húmero no se ha estudiado hasta la fecha debido a que el bloqueo supraescapular no cubriría gran parte de la zona intervenida (170).

2.3.2.3 Perfusiones locales (subacromial)

La administración de anestésicos locales en dosis única o en perfusión en el espacio subacromial se ha demostrado superior al placebo para la analgesia en cirugía del hombro, especialmente para la acromioplastia (71,72). Comparado con la infusión interescalénica, la infusión intraarticular o subacromial presenta varias ventajas: el catéter se introduce fácil y rápidamente, bajo visión directa, el riesgo de desplazamiento posterior es bajo y lo más importante, tiene pocas complicaciones. Sus limitaciones principales son el riesgo posible de infección articular (muchos cirujanos son reacios debido a este motivo) y que en cirugías importantes de hombro (hemiartroplastias, osteosíntesis) no proporcione analgesia suficiente. Incluso para la analgesia tras la reparación de manguito de rotadores por artroscopia, varios estudios, como el de Delaunay y cols, han demostrado que el bloqueo interescalénico continuo proporciona una analgesia más efectiva (una disminución del VAS en reposo y a la movilización pasiva, un menor consumo de anestésico local y de suplementos de morfina oral) que la perfusión subacromial (ambas con ropivacaina 0,2% a 5 ml/h durante 48h + 5 ml / 30min a demanda) aunque a costa de una mayor incidencia de efectos secundarios (2 catéteres interescalénicos desplazados fueron excluidos del estudio, en el grupo interescalénico 70% de los pacientes refirieron hormigueo y/o debilidad en la extremidad intervenida y 20% síndrome de Horner) (73).

La explicación de este mejor alivio del dolor con el bloqueo interescalénico puede ser que, al igual que ocurre en la cirugía de la rodilla, parte del dolor proviene de la contractura de la musculatura del hombro por las tracciones realizadas durante la cirugía y el propio dolor postoperatorio (74).

Recientemente se ha visto que la administración de anestésicos locales puede provocar condrotoxicidad. De hecho han aparecido casos de condrolisis glenohumeral catastrófica en pacientes jóvenes que habían recibido perfusiones de bupivacaina intrarticulares (198,199). Debido a estos casos publicados, últimamente se está desaconsejando dicha técnica para la analgesia postoperatoria (170).

2.3.3 Estudios clínicos comparativos

2.3.3.1 Estudios generales

De forma general, el dolor postoperatorio, como cualquier dolor, puede originar una respuesta psicológica, hemodinámica, metabólica y neuroendocrina que provoque una mayor morbilidad e incluso mortalidad postoperatoria (75). De hecho, el estado hiperadrenérgico, consecuencia del dolor, puede producir isquemia miocárdica, disminución del peristaltismo, aumento del catabolismo proteico e inmunodepresión. El dolor no tratado puede ser responsable del aumento de complicaciones pulmonares y de infecciones quirúrgicas.

La principal barrera en la evaluación del dolor es la discrepancia entre lo que valora el personal que atiende al paciente y el propio paciente. La mejor forma de evaluar el dolor es preguntar al propio paciente. El dolor es una sensación subjetiva y, por tanto, las sensaciones referidas por el paciente son la base para tomar decisiones. Existen diferentes factores que pueden modificar la percepción dolorosa del paciente, como la edad, su situación cognitiva y el estado emotivo, las experiencias dolorosas previas y su expectación del dolor.

Las escalas ideales de evaluación del dolor deben ser simples, precisas, con mínima variabilidad interpersonal, deben cuantificar el dolor y discernir la respuesta al tratamiento.

2.3.3.1.1 Escala Visual Analógica (EVA)

La más empleada es la Escala Visual Analógica (EVA), en la cual, la intensidad del dolor se representa en una línea de 10 cm (figura 23). En uno de los extremos consta la frase de “no dolor” y en el extremo opuesto “el peor dolor imaginable”. La distancia en centímetros desde el punto de “no dolor” a la marcada por el paciente representa la intensidad del dolor. Puede disponer o no de marcas cada centímetro, aunque para algunos autores, la presencia de estas marcas disminuye su precisión (76).

Se necesita buena coordinación visual y motora por tanto tiene limitaciones en el paciente anciano y en el paciente sedado.

Un valor inferior a 4 en la EVA significa dolor leve o leve-moderado, un valor de 4 a 6 implica la presencia de un dolor moderado-grave y un dolor por encima de 6 implica la presencia de un dolor muy intenso.

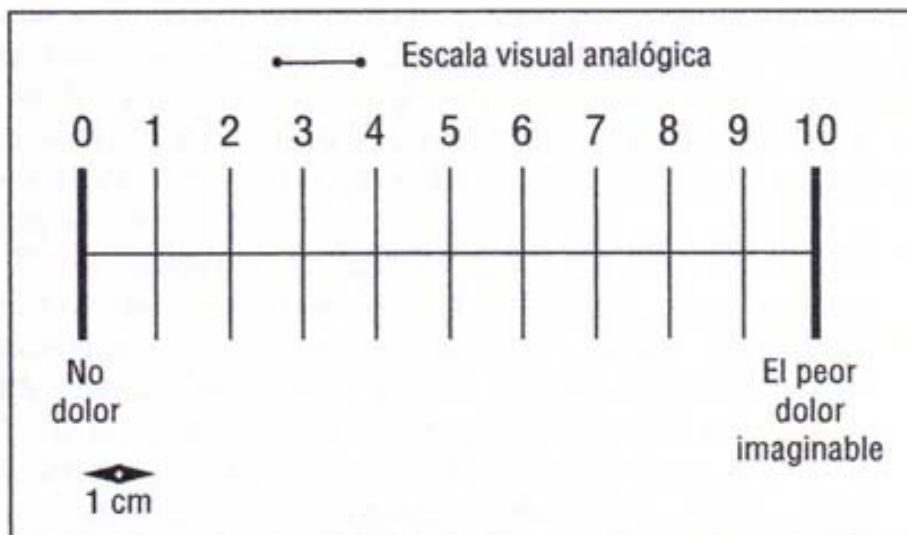


Figura 23: Graduación del dolor: de 1 a 3 dolor leve-moderado, de 4 a 6 dolor moderado-grave y más de 6 dolor muy intenso (De: C Pardo y Cols. Monitorización del dolor Recomendaciones del grupo de trabajo de analgesia y sedación de la SEMICYUC. Med Intensiva 2006; 30(8): 379-85)

2.3.3.1.2 Escala Verbal Numérica (EVN)

En la Escala Verbal Numérica (EVN) el paciente expresa su percepción del dolor desde el 0 (“no dolor”) al 10 (el “peor dolor imaginable”). Puede ser por tanto hablada o escrita y por consiguiente más útil en pacientes críticos, en el postoperatorio inmediato o geriátricos. La EVN tiene muy buena correlación con la EVA, con una menor incidencia de no respondedores (2% frente 11%) (77). Por todo ello, la EVN fue la escogida en nuestro estudio para valorar la intensidad del dolor.

2.3.3.2 Estudios de analgesia postoperatoria en la extremidad superior

El dolor postoperatorio después de la cirugía del hombro es intenso, como se puede fácilmente comprobar en las salas de reanimación obteniendo el EVA tras una cirugía del hombro con anestesia general sin bloqueo analgésico complementario (78). De hecho Bonica ya refería que en la cirugía mayor del hombro y de la rodilla se produce dolor intenso en 70% de los pacientes, más que en la histerectomía (60%), gastrectomía o toracotomía (60%) (75).

El dolor se produce por el input masivo de estímulos de las articulaciones ricamente inervadas que producen un dolor somático profundo, continuo y sordo, junto a exacerbaciones por espasmos de la musculatura dependiente de los mismos segmentos

medulares (79). Además, las estructuras periarticulares presentan aferencias no solo de fibras C sino también A-alfa y A-delta, estas últimas con escaso bloqueo por los opioides (80).

Dicho dolor se exagera especialmente al movilizar la articulación lo que dificulta inicialmente el descanso del paciente postoperado y más adelante, la recuperación funcional de la extremidad, lo que hoy en día es fundamental, para obtener un alta precoz y una recuperación completa.

Numerosos artículos en los últimos años han demostrado la eficacia de la dosis única y de las perfusiones a nivel interescalénico para proporcionar una buena analgesia (81-99) y por tanto un postoperatorio mejor, incluso permitiendo en algunos centros, realizar dicha cirugía de forma ambulatoria (100-106).

Los primeros bloqueos interescalénicos se realizaron por Halsted en 1885, con un abordaje cruento y utilizando cocaína como anestésico. Los primeros abordajes percutáneos del espacio interescalénico se describieron en 1919 por Mulley (un abordaje paravertebral) y por July Etienne en 1925. No fue hasta 1970 que Alon Winnie describió el bloqueo interescalénico en el surco interescaleno a nivel del cartílago cricoides (107), como se realiza actualmente (con sus múltiples variaciones, según los autores) y desde entonces, ha ido ganando popularidad entre los anesthesiólogos. De hecho, Hadzic en 1998 presentó una encuesta entre los anesthesiólogos de los EEUU en la que, el 61% de los que contestaban al estudio, realizaban bloqueos interescalénicos de forma habitual (1). Sin embargo, en nuestro medio e incluso hoy en día, los bloqueos interescalénicos continuos se realizan mucho menos frecuentemente al ser más dificultosos que otros bloqueos periféricos (axilar, por ejemplo) y por el temor a complicaciones postoperatorias.

En uno de los primeros estudios comparando pacientes con anestesia general \pm bloqueo interescalénico asociado para cirugía artroscópica del hombro, Brown encontró que los pacientes con bloqueo interescalénico presentaban menos dolor postoperatorio (14% versus 45%), náuseas (8% versus 43%), retención urinaria (0% versus 25%) e ingresos hospitalarios (17% versus 48%) (108).

En un estudio posterior, D'Alessio (109) compara para la cirugía artroscópica del hombro en pacientes ambulatorios, el bloqueo interescalénico versus la anestesia general y encuentra que el grupo con bloqueo interescalénico presentó una menor incidencia de ingresos no planeados para manejo de dolor severo, sedación excesiva o náuseas y vómitos respecto al grupo con anestesia general. Además, lo que es muy importante para la presión asistencial actual, estos mejores resultados con el bloqueo interescalénico no conllevaron

un mayor consumo de tiempo de quirófano: de hecho, el tiempo de preparación preoperatoria fue de 13 ± 4 minutos con la anestesia general y de 24 ± 7 minutos con el bloqueo interescalénico, en cambio el tiempo total no quirúrgico (incluyendo inducción, posicionamiento y despertar) se redujo 20 minutos en el grupo interescalénico (29 ± 9 vs. 49 ± 12 min.) y el tiempo de estancia en reanimación también fue de 30 minutos menos en el grupo interescalénico (72 ± 24 vs. 102 ± 40 min.). Por tanto los 11 minutos perdidos al inicio se “recuperan” de forma clara a posteriori y esto aún se puede mejorar más si se dispone de una sala de bloqueos (o un antequirófano bien acondicionado) para poder realizar los bloqueos con tranquilidad y seguridad (110).

El dolor tratado inadecuadamente puede originar varias alteraciones fisiológicas como un aumento de la actividad del sistema nervioso simpático, un aumento de la secreción de hormona antidiurética, cortisol, glucagón y catecolaminas. Estos cambios pueden originar taquicardia, hipertensión, aumento del trabajo cardíaco (causando potencialmente isquemia coronaria), hiperglicemia y menor motilidad intestinal. A pesar de que no existen estudios de evolución a largo plazo, comparando el bloqueo interescalénico versus la anestesia general versus el bloqueo interescalénico combinado con anestesia general, parece prudente asumir que el reducir dichas respuestas fisiológicas es importante, especialmente para los pacientes de mayor riesgo (por ejemplo, pacientes coronarios). Si el efecto beneficioso se puede mantener en el postoperatorio mediante la perfusión continua con catéteres interescalénicos, la diferencia será aún más notable (111-114,170)

Tuominen y cols en 1989 ya demostraron la eficacia de la perfusión interescalénica con bupivacaina al 0,25% para el dolor postoperatorio de la cirugía del hombro (115-116) (tabla 3). Tras una dosis inicial de bupivacaina 1,25 mg/kg al 0,5% y una perfusión de bupivacaina de 0,25 mg/kg/h al 0,25% durante 24 horas, se obtuvo un buen control del dolor, con una disminución de los suplementos analgésicos con oxicodona intramuscular. Los niveles de bupivacaina libre en sangre fueron indetectables, la mayoría estando unida a la alfa glicoproteína (la cual aumenta en el postoperatorio inmediato) y las concentraciones en sangre fueron comparables a estudios previos con perfusiones con catéteres axilares. A destacar 2/24 casos de bloqueo fallido en reanimación y un 25% de catéteres desplazados lo que se solventó fijando los catéteres con un punto de sutura en lugar de un apósito transparente como en los primeros casos.

Tiempo de estudio	4 PM	10pm	8am
Mareo	-	2	1
Tinnitus	-	2	-
Sabor metálico	-	2	-
Ronquera	4	5	5
Anisocoria	2	1	1
Ptosis	1	2	3
Debilidad facial asimétrica	-	-	1
Fatiga	2	3	2
Nauseas	1	2	-
Parestesias en la mano	15	12	4
Cefalea	1	-	-

Tabla 3: Efectos secundarios o complicaciones (en número) en los diferentes momentos de registro durante las primeras 24 horas del postoperatorio (los casos se realizaron durante la mañana) en pacientes intervenidos de cirugía mayor del hombro y con perfusiones interescalénicas para analgesia postoperatoria (De Tuominen M et al: Continuous interscalene brachial plexus block: clinical efficacy, technical problems and bupivacaine plasma concentrations. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1989; 33:84-88).

Los catéteres en el espacio interescalénico se han utilizado para todo tipo de cirugía mayor del hombro (principalmente la reparación del manguito de los rotadores pero también para prótesis de hombro, fracturas de húmero, osteosíntesis y cirugía oncológica) y generalmente, tras una dosis inicial (de 20-30 ml según el autor), se instaura una perfusión continua de 4-8 ml / h o en modo PCA (o combinando una perfusión continua de 5 ml / h y bolus de 2,5 ml a demanda cada 30 min) (87,88,90,91).

Igual como se ha descrito para la prótesis de rodilla y la anestesia espinal, varios autores han demostrado un menor sangrado intraoperatorio en los pacientes intervenidos de cirugía del hombro con bloqueo interescalénico versus una anestesia general (108,109). El mecanismo no está del todo claro pero parece que, al reducir el dolor (de forma constante, independientemente de la profundidad anestésica como ocurre en la anestesia general), se reducen las catecolaminas circulantes y por tanto, se disminuye la tensión arterial durante todo el acto quirúrgico, lo que disminuiría el sangrado intraoperatorio (esto último se

evidencia clínicamente durante las artroscopias de hombro, en las que la visibilidad se reduce al aumentar la tensión arterial del paciente y por tanto el sangrado intraarticular).

Incluso se ha descrito un efecto “anestésico general” (efecto analgésico-sedante) con el bloqueo interescalénico igual que ocurre con la anestesia espinal por dos posibles mecanismos (por desaferenciación central o por efecto de los anestésicos locales en el SNC) (117).

Tanto el volumen como la concentración de anestésico local recomendada para los catéteres interescalénicos no están totalmente definidos, todavía hoy en día (170). Al inicio se administraban volúmenes de hasta 10 ml/h (91) pero en los artículos se han ido reduciendo progresivamente las velocidades de perfusión y se ha preferido administrar bolus a demanda (88,201,202). Los volúmenes deben restringirse, no solo porque se reducen probablemente los efectos secundarios sino porque el volumen de las bombas elastoméricas (para el tratamiento ambulatorio) es limitado (170). En cuanto a la concentración, al aumentar ésta se ha observado un mayor bloqueo motor en la extremidad pero, aunque existen divergencias y la mayoría de autores utilizan ropivacaina al 0,2 % para las perfusiones, algunos autores han encontrado una mejor analgesia con ropivacaina al 0,4% (202). La ropivacaina al 0,2 % produce asimismo menos bloqueo motor que la bupivacaina al 0,15% con igual efecto analgésico (93).

2.3.3.3 Complicaciones del bloqueo interescalénico

El bloqueo interescalénico, al realizarse en el cuello y debido a la vecindad a estructuras nobles (vasos, nervios, canal vertebral) es un bloqueo con complicaciones serias y no tan infrecuentes.

Algunas incidencias son en realidad más efectos secundarios que verdaderamente complicaciones y se deben a la difusión del anestésico local en el cuello y por tanto el bloqueo por vecindad al plexo braquial (tabla 4).

El efecto secundario más importante se debe al bloqueo del nervio frénico debido a su proximidad a los troncos del plexo braquial y se produce por tanto una paresia diafragmática unilateral independiente del volumen y de la concentración del anestésico local utilizado (118,119). Ello origina una disminución de la capacidad vital (un 27%) y del volumen espiratorio máximo. Por tanto el bloqueo interescalénico está contraindicado en los pacientes que no tolerarían una reducción del 25% en su función respiratoria (120).

De hecho, estudios en voluntarios sanos han demostrado que tras un bloqueo interescalénico se producían las siguientes variaciones en los parámetros respiratorios:

- la contribución de la caja torácica a la inspiración aumenta (de un 30 a un 50%)
- la frecuencia respiratoria aumenta de $14,6 \pm 3$ / min a $16,3 \pm 3$ / min
- la PaO₂ desciende de $84,7 \pm 7$ mm Hg a $78,0 \pm 9$ mm Hg (debido a una disfunción entre ventilación-perfusión).

La perfusión de anestésico local a baja concentración (bupivacaina 0,125% en el estudio de Pere) mantiene dicha paresia aunque no tan intensa como tras la dosis única inicial (30% de la motilidad diafragmática inicial al cabo de 3h y 50% al cabo de 24 de perfusión) (121,122).

Hace años se recomendaba la presión digital por encima del punto de punción para reducir la difusión del anestésico (hacia las raíces cervicales, principalmente) pero diversos estudios han demostrado que el grado de bloqueo del diafragma no varía con dicha actuación (123).

Con el bloqueo supraclavicular, puesto que el punto de punción se sitúa más distante del trayecto del nervio frénico en el cuello, parece que se reduce la incidencia de paresia hemidiafragmática (50% versus 100% con bloqueo interescalénico) y ésta presenta una duración menor al bloqueo sensitivo y motor de la extremidad, aumentando sin embargo el riesgo de neumotórax (124).

En nuestra experiencia, apoyada por algunos casos clínicos publicados (125), en caso de insuficiencia respiratoria clínicamente significativa, el cuadro mejora notablemente incorporando al paciente. Suele presentarse en los primeros 10-20 minutos tras un bloqueo interescalénico y si añadimos una ligera sedación o realizamos una anestesia general, al finalizar la cirugía (al cabo de 1-2 horas) la disnea no vuelve aparecer.

En pacientes semisentados y en situación de estrés (aumento de catecolaminas en sangre) como es el caso de los pacientes con bloqueo interescalénico y en posición sentada para la cirugía del hombro, se ha descrito un reflejo vagal que ocurre hasta en 20% de los casos, el reflejo de Bezold-Jarish. Se manifiesta como una bradicardia severa e hipotensión y se debe a una situación de un corazón hipercontráctil (por las catecolaminas) y relativamente vacío (por la reducción en la precarga al estar sentado el paciente) (126-128). Si asociamos una anestesia general profunda al bloqueo, dicho reflejo prácticamente desaparece aunque es frecuente una hipotensión inicial asociada a la inducción anestésica y la colocación del paciente en sedestación importante para la realización de la cirugía (> 45°).

El bloqueo del nervio frénico es pues transitorio pero en algunos casos publicados en la literatura, dicho bloqueo se mantiene durante tiempo (meses o años) debido a que se

ha producido una lesión del nervio frénico durante el bloqueo interescalénico (50). En principio la incidencia es baja y debería ser menor a la del riesgo general de neurotoxicidad en los bloqueos periféricos (transitoria en 3% de los bloqueos e irreversible en casos aislados en la revisión de Brull y cols, transitoria en el 4% de los bloqueos y en ningún caso a largo plazo en 4000 bloqueos periféricos en el estudio multicéntrico de Fanelli) (129, 41) puesto que la punción se realiza en principio a distancia del nervio frénico.

La incidencia de neuropatía del plexo braquial tras el bloqueo interescalénico es difícil de conocer puesto que hay lesiones menores y transitorias que no se llegan a diagnosticar si no se estudian específicamente y algunas no se deben al bloqueo sino a otros factores como la posición en quirófano (estiramiento o compresión del plexo), la cirugía e incluso la rehabilitación (130-132). Sin embargo, y aunque de forma muy rara, se han descrito casos aislados de lesión grave del plexo braquial, algunos asociados a la realización del bloqueo con el paciente anestesiado por lo que se desaconseja especialmente este bloqueo en pacientes con anestesia general o con sedación intensa excepto en casos muy seleccionados (60,133-137).

El síndrome de Claude Bernard-Horner (CBH) reversible se asocia muy frecuentemente al bloqueo interescalénico debido a la difusión del anestésico local hacia el simpático cervical (ganglio estrellado) y de hecho algunos autores lo consideran un efecto colateral y no una complicación del bloqueo interescalénico (138). Sin embargo, y aunque es muy raro, se ha descrito algún caso de CBH irreversible (139).

A destacar como posibles complicaciones graves y no tan infrecuentes por su localización en el cuello y cerca del eje neuroespinal y de múltiples vasos, la aparición de convulsiones (especialmente con ropivacaina) y de bloqueos espinales totales (58-60).

Asimismo, además de la posible toxicidad por su inyección intravascular (140), los anestésicos locales, en dosis altas y localizadas, pueden producir mionecrosis por un mecanismo no muy bien conocido hasta la fecha (alteración de la homeostasis del calcio) y han aparecido en la literatura varios casos asociados a la bupivacaina. Estudios en laboratorio han demostrado, sin embargo, que la ropivacaina produce una lesión histológica muscular menor (141).

Complicaciones	Efectos secundarios	Casos raros
Inyección intravascular	Bloqueo frénico ipsilateral	Atelectasia lóbulo inferior: dolor torácico y derrame pleural
Convulsiones (más frecuente con ropivacaina)	Síndrome de Claude Bernard-Horner	Parálisis del plexo braquial
Bloqueo espinal total (inyección subaracnoidea) → hipotensión franca, pérdida de conciencia y apnea	Ronquera por bloqueo del nervio laríngeo recurrente	Lesión nervio frénico irreversible
Neumotórax	Reflejo de Bezold-Jarish (semisentado)	Plexitis braquial postoperatoria (¿por cirugía o por bloqueo?)
Lesión nerviosa: parestesias, disestesias, paresia		Síndrome Claude Bernard-Horner irreversible
Toxicidad SNC (mareo, habla incoherente)		Bloqueo subdural → pérdida de conciencia y apnea
Bloqueo epidural alto		

Tabla 4: Efectos secundarios y complicaciones del bloqueo interescalénico (revisión de la literatura)

El bloqueo interescalénico continuo presenta además complicaciones propias debidas a la cateterización. En primer lugar, según los estudios aparecidos, el espacio interescalénico se presenta como un lugar donde es difícil insertar un catéter debido a la resistencia encontrada al avance (13 % en el estudio de Singelyn) (142).

Aparte de las complicaciones propias del bloqueo (tabla 4), existen las complicaciones de cualquier perfusión de anestésico local: así, Bergman y cols, estudiando una serie de 405 catéteres axilares detectaron una infección local (solucionada retirando el catéter y administrando antibióticos), un hematoma axilar, un fragmento de catéter retenido y que requirió extracción quirúrgica y dos pacientes refirieron signos de intoxicación leve por anestésicos locales. 4 pacientes presentaron déficits neurológicos nuevos en el

postoperatorio (dos de ellos asociados al acto quirúrgico), por tanto la incidencia de déficits neurológicos no era mayor con las perfusiones que con las inyecciones únicas (143).

En las perfusiones interescalénicas se ha descrito algún caso de derrame pleural y dolor torácico (144).

En los equipos en los que se inserta el catéter a través de una vaina que está por fuera de la aguja de estimulación, la deformación de dicha vaina al puncionar con la aguja, puede dificultar la entrada del catéter o insertarlo lejos de la punta de la aguja (145,146). De ahí que para nuestro estudio se haya escogido un set en el que el catéter entra directamente por una aguja rígida estimulante.

En una serie de 221 catéteres interescalénicos, Wiegel y cols no registraron ningún paciente con disnea en el postoperatorio aunque sí síntomas menores bastante frecuentes (14% disfonía transitoria, CBH 11%) seguramente debido a que el bolus inicial era bastante generoso (30-40 ml) (147).

2.4 CATÉTERES ESTIMULABLES

2.4.1 Aparición y desarrollo de los catéteres estimulables

2.4.1.1. Primeros equipos

Desde la inserción del primer catéter axilar por Ansbro en 1946 (111) se han desarrollado diferentes catéteres para facilitar la inserción, evitar acodamientos, etc.

La localización del nervio con la aguja mediante neuroestimulación se ha convertido con los años en la norma habitual, aunque últimamente se está sustituyendo por el ecógrafo, dependiendo de la disponibilidad de esta tecnología más costosa (148-151).

Sin embargo, hasta la aparición de este último, la localización de la punta del catéter sólo se podía determinar de forma indirecta:

- la inyección de suero fisiológico frío a través del catéter origina una parestesia si está cerca del tronco nervioso pero es una técnica que requiere la colaboración del paciente y deberemos inyectar varias veces si estamos lejos del nervio por lo que es poco precisa (152). De hecho se utiliza raramente por su poca sensibilidad y especificidad.

- la más utilizada clásicamente es la utilización de contraste radiológico a través del catéter y su comprobación radiológica (153). De esta manera podemos observar la difusión del contraste y por tanto del anestésico aunque técnicamente es complicado (debemos trasladar al paciente a rayos o en quirófano hacer traer el arco con el consiguiente gasto y

pérdida de tiempo, a parte de la irradiación del paciente y del personal) y además a veces la imagen observada no se correlaciona con el resultado obtenido (figura 24).



Figura 24: 3 imágenes diferentes obtenidas de la administración de contraste a través de un catéter femoral en 3 bloqueos igualmente efectivos (imágenes obtenidas de pacientes del HSCSP)

- recientemente, con el ecógrafo se puede observar directamente la inyección del anestésico a través del catéter y en ocasiones, incluso el desplazamiento del tronco nervioso al introducir el catéter. Sin embargo, éste no siempre es visible por lo que se requiere mucha experiencia. Otro inconveniente es que precisamos la colaboración de otra persona para manejar al mismo tiempo el ecógrafo y el catéter y todo ello, manteniendo la asepsia.

- teniendo en cuenta el éxito de la neuroestimulación con la aguja, otra posibilidad era dotar al catéter con la posibilidad de estimular el nervio con la punta y así confirmar la correcta colocación del catéter.

Así, en Agosto de 1999, Ottmar Kick publicó el primer sistema de catéter estimable, el cual consistía en un catéter con un estilete introducido en su interior y que asomaba distalmente (unos 3mm) para efectuar la estimulación nerviosa (figura 25) (11). Tenía el inconveniente de una vez comprobada la localización del catéter se debía retirar el estilete para poder inyectar el anestésico local, lo que impedía posteriores comprobaciones del catéter. Otro problema era que a veces el catéter no estimulaba porque el estilete retrocedía ligeramente al introducir el catéter y ya no asomaba por la punta, con lo que no podía estimular.

Ese mismo año, Boezaart, utilizando un catéter estimulable de fabricación casera, consiguió demostrar que la colocación correcta del catéter disminuía la incidencia de efectos secundarios del bloqueo interescalénico: el bloqueo frénico completo ocurría en el 20% de los casos frente al 35% sin estimulación, el bloqueo del nervio recurrente laríngeo pasaba del 5% al 0%, el síndrome de Horner del 10% al 0% y el movimiento ipsilateral del diafragma aumentaba de 14 ± 11 mm a 18 ± 8 mm (154).

En el 2001, SJ Copeland presentó un catéter con el estilete incluido en el espesor de la pared, lo que ofrecía mayor seguridad en la estimulación (no habían desplazamientos) y permitía estimular en varias ocasiones a lo largo del tiempo sin movilizar el estilete (figura 26) (12).

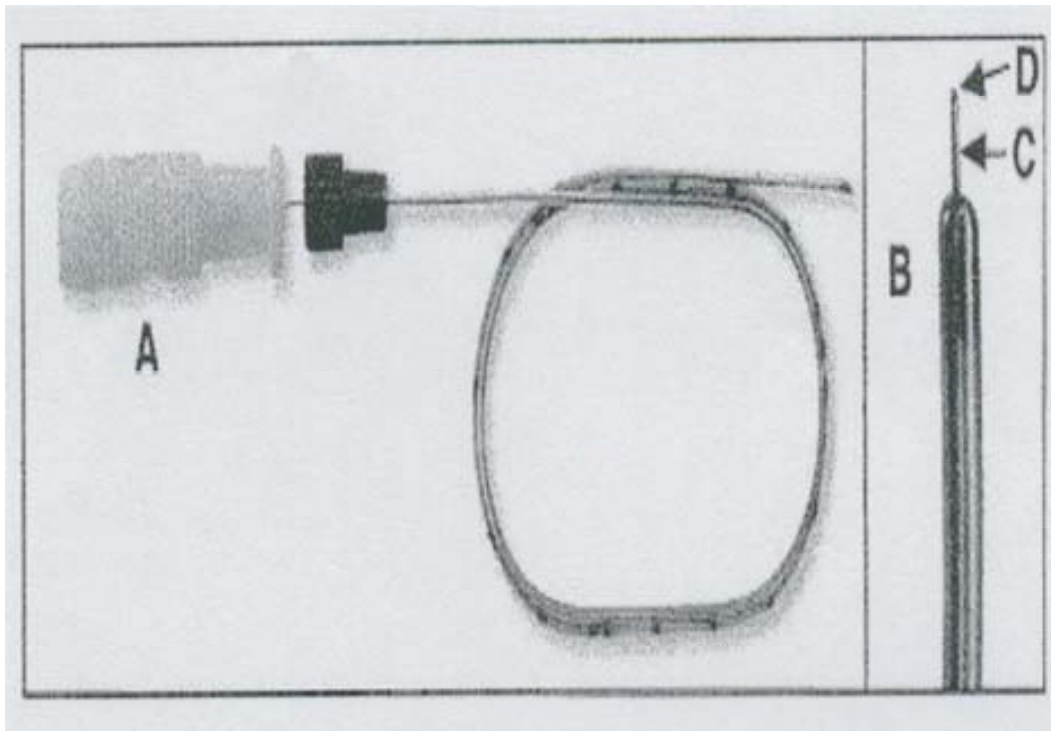


Figura 25: Primer catéter estimulable de Ottmar Kick (De: Kick O, Blanche E, Pham-Dang Ch et al. A new stimulating stylet for immediate control of catheter tip position in continuous peripheral nerve blocks. *Anesth Analg.* 1999; 89(2):533-4)

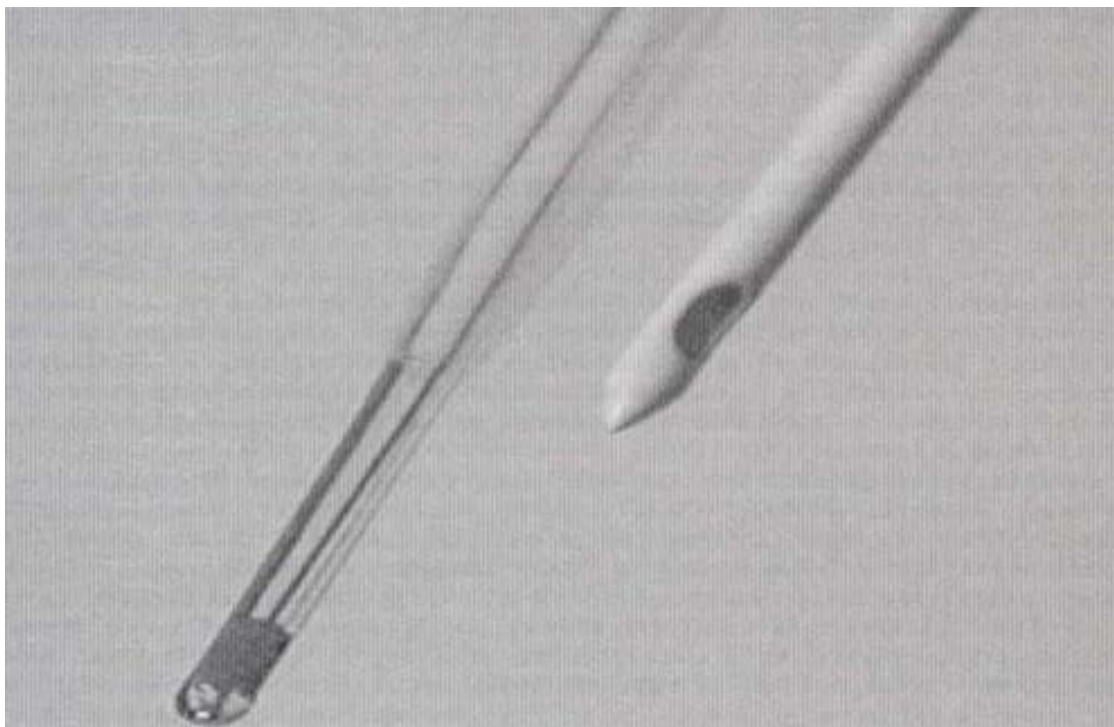


Figura 26: Porción distal del catéter estimable de Polyplex® con el estilete integrado visible (izquierda). Porción distal de la aguja en punta de lápiz de Polyplex® (derecha) (De: Copeland SJ, Laxton MA. A new stimulating catheter for continuous peripheral nerve blocks. Reg Anesth Pain Med. 2001; 26(6):589-90)

2.4.1.2. Equipos disponibles en la actualidad

En nuestro hospital, de forma pionera en España, y gracias a la colaboración de Pajunk® en primer lugar y a continuación de Vygon®, pudimos disponer desde finales del 2000 de unos equipos de catéteres estimulables que se han ido modificando ligeramente a lo largo de estos años pero conservando unos principios básicos extraídos de la experiencia de los primeros catéteres, es decir, catéter integrado en la pared y con punta roma para no lesionar al nervio (figuras 27, 28, 29 y 30). El equipo utilizado en nuestro estudio fue el Stimulong Plus® de Pajunk®, el cual consiste en una aguja de 19,5G y 5 cm con punta biselada, la aguja Plexolong® UP (unipolar), y un catéter 20G de 50 cm con abertura central y punta de oro para la estimulación nerviosa.

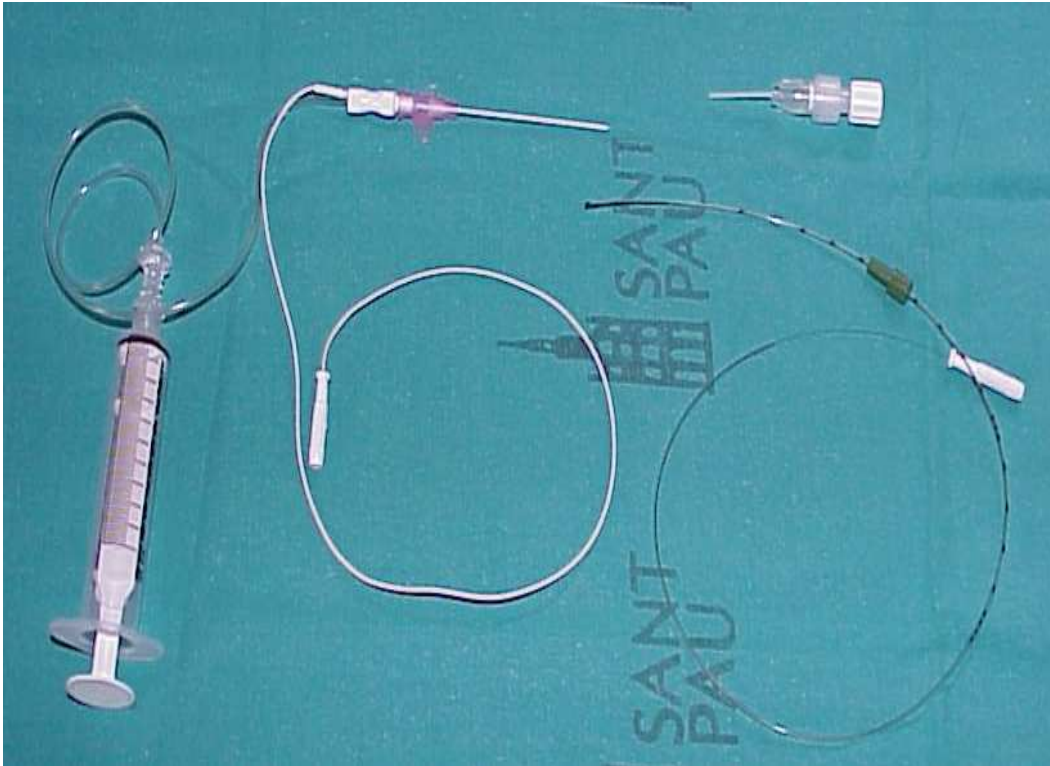


Figura 27: Set Stimulong® de Pajunk utilizado en nuestro hospital a finales del 2000

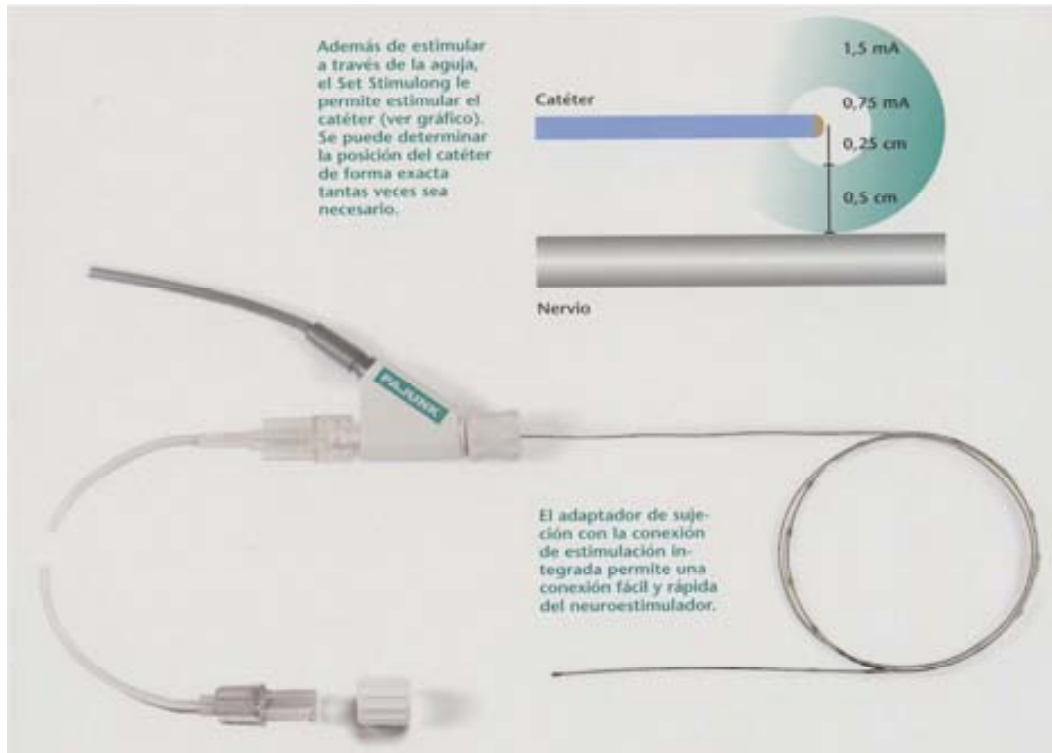


Figura 28: Set de catéter estimable Stimulong Plus® (punta de oro distal atraumática y posibilidad de inyectar y estimular sin retirar el catéter) (2002-2011)



Figura 29: En el set de catéter estimulable de Pajunk®, el Stimulong Plus®, el adaptador de sujeción del catéter con conexión de estimulación integrada permite estimular el catéter e inyectar sin efectuar desconexiones.



Figura 30: En el set de catéter estimulable de Pajunk®, el Stimulong Plus®, el catéter presenta una porción libre del estilete incluido en la pared del catéter que debe insertarse adecuadamente (hasta notar un tope) en el adaptador de sujeción del catéter.

2.4.2 Técnicas de inserción del catéter

Los catéteres se insertan a través de la aguja de neuroestimulación, una vez localizado el nervio periférico con ésta y obteniendo la respuesta motora deseada con una intensidad menor al 0,5 mA.

Clásicamente, en la literatura, se considera que la intensidad de estimulación para confirmar que estamos suficientemente cerca del nervio y decidamos administrar el anestésico local, debe estar comprendida entre 0,5 mA y 0,2 mA. Ésta última constituye la intensidad mínima de estimulación establecida para evitar las inyecciones intraneurales, aunque últimamente varias publicaciones de bloqueos realizados con ecografía han demostrado que no es totalmente cierto, puesto que podemos no obtener respuesta con 0,2 mA y estar intraneurales (200). Sin embargo, los comités de expertos siguen recomendando estos valores para realizar bloqueos con neuroestimulación.

Con los catéteres todavía no disponemos de estudios suficientes para establecer unos valores de intensidad de estimulación recomendados (155). La casa comercial (Pajunk®), a partir de estudios en laboratorio, ha establecido que una intensidad de estimulación de 0,75 mA sería efectiva con un nervio situado a menos de 2,5 mm. de distancia y una intensidad de 1,5 mA con un nervio a menos de 7,5 mm. de distancia (figura 28). Para nuestro estudio hemos escogido una respuesta muscular con una intensidad inferior o igual al 0,7 mA puesto que equivaldría a una distancia de la punta del catéter al nervio de menos de 2,5 mm., lo cual parece a priori suficiente para una analgesia efectiva.

2.4.2.1 Estimular al retirar

Podemos insertar el catéter unos 5 a 10 cm y a continuación, retirar la aguja y conectar el estimulador al catéter, estimular con una intensidad de 1,5 mA y observar si hay la respuesta motora deseada. En caso de no obtener respuesta, la técnica consiste en ir retirando lentamente el catéter mientras se mantiene la estimulación y observar si en algún momento aparecen las respuestas motoras correctas. Si ello ocurre manteniendo un mínimo el catéter insertado en el lugar de punción (no < a 3 cm), fijamos el catéter a la piel y administramos el bolus inicial de anestésico y a continuación, iniciamos la perfusión. En caso de no obtener respuesta al retirar o si nos queda poco catéter insertado es preferible volver a realizar la punción y reinsertar el catéter.

2.4.2.2 Estimular al introducir o en tiempo real

Otra técnica consiste en, una vez localizada la respuesta motora con la aguja, insertamos el catéter en la aguja y lo conectamos al estimulador: a continuación avanzamos el catéter estimulando de forma continua hasta obtener la respuesta motora deseada. El único inconveniente de esta técnica es que si se realiza a través de una aguja, al retirar se puede seccionar el catéter (figura 31) (156). En equipos en los que se retira la aguja y se deja una vaina para introducir el catéter no habrá ningún problema para realizar estas manipulaciones (por ejemplo en el de Vygon®: figura 32). Sin embargo, estas vainas se pueden doblar como un “calcetín” al introducirlas debido a la resistencia de los tejidos al avanzar la aguja y luego no permitir la entrada del catéter o insertarlo lejos de la punta de la aguja (146).

En nuestro estudio, al realizarlo con el set de Pajunk® Stimulong plus®, el cual se introduce el catéter directamente a través de la aguja, preferimos emplear la técnica de estimular retirando el catéter (una vez retirada la aguja) para evitarnos dicha complicación

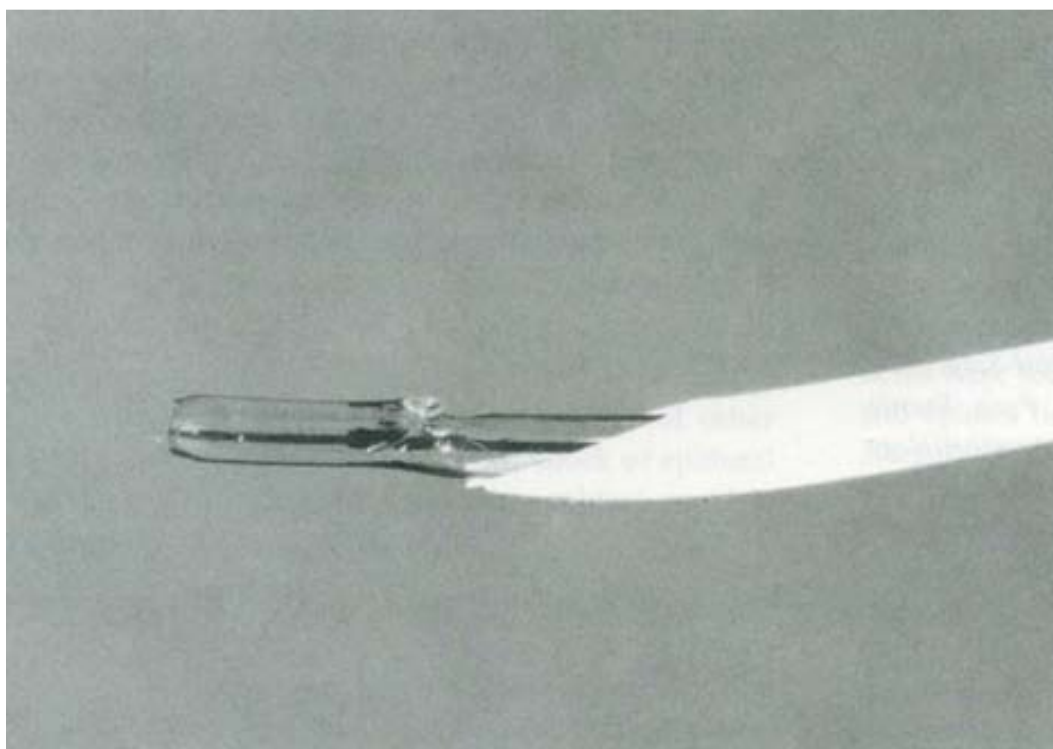


Figura 31: Sección parcial del catéter al retirarlo con la aguja colocada (De: Coventry DM. Perineural catheter placement: another potential complication. Reg Anesth Pain Med 2004; 29(2): 174-5)

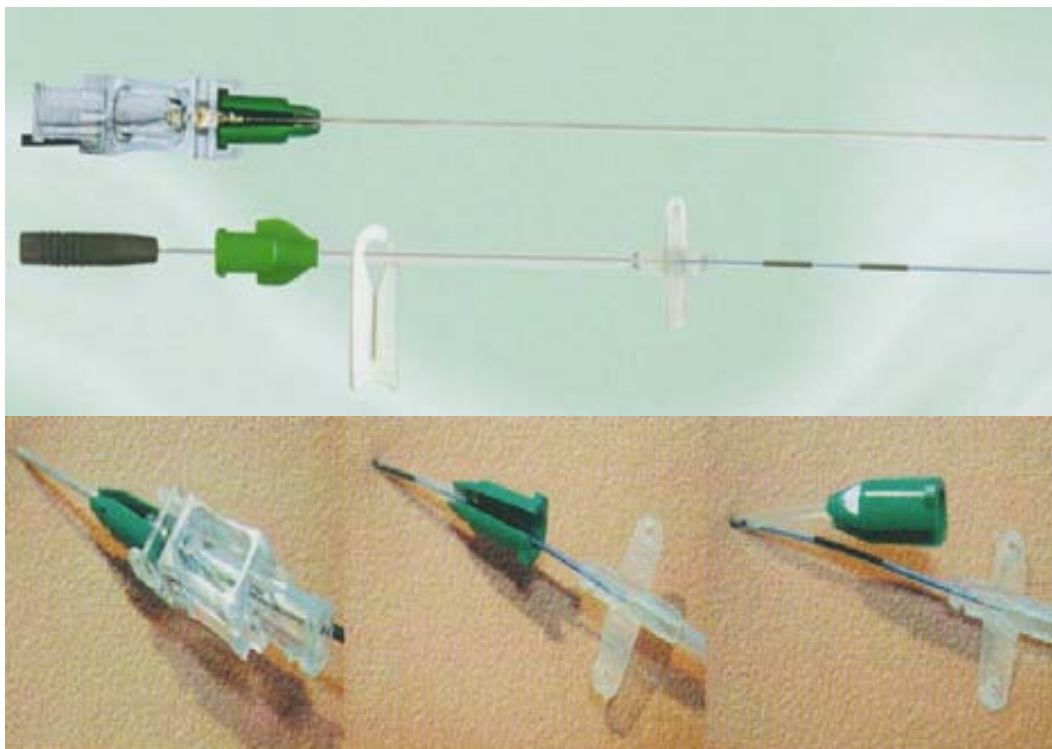


Figura 32: Set de catéter estimulable de Vygon Multiplex® (inserción a través de una cánula con una ranura y retirada a continuación de la cánula)

2.4.3 Estudios clínicos comparativos

2.4.3.1 Estudios generales

La utilidad del catéter estimulable en el bloqueo del nervio periférico es un tema controvertido, incluso ahora, diez años después de su aparición en el mercado (157-170)

Los estudios con series importantes de pacientes con catéteres no estimulables demuestran hasta un 10-40 % de fallos del bloqueo secundario (el bloqueo al cabo de unas horas, cuando la dosis inicial a través de la aguja deja de ser efectiva y entonces se observa el efecto del anestésico administrado a través del catéter) (112,46-48). Una posibilidad que tenemos de reducir dicha incidencia de bloqueo secundario sería administrando la dosis inicial a través del catéter y así detectar si el catéter es ineficaz desde el principio. Sin embargo, en tal caso, deberemos recolocar el catéter en una zona bañada con anestésico local y por tanto será más difícil localizar el nervio con el neuroestimulador (pero no con el ecógrafo).

Los primeros estudios con catéteres estimulables, como el de Péron y Pham Dang comparaban los resultados incluyendo bloqueos continuos en diferentes localizaciones incluyendo miembro superior e inferior. Con el tiempo se ha visto que, puesto que las

características anatómicas varían en cada localización, los resultados en un bloqueo determinado pueden no ser extrapolables a todos los bloqueos, de ahí que se deba estudiar cada abordaje por separado (171). La existencia de vainas rodeando los troncos nerviosos (plexo braquial, bloqueo del psoas) puede dificultar la llegada por difusión del anestésico local y por tanto la efectividad del bloqueo y de ahí la importancia de ubicar la punta del catéter a proximidad del nervio (y por dentro de la vaina).

Así, el primer estudio con un número importante de pacientes fue el de Pham Dang y Kick en 2003 (130 catéteres estimulables: 40 intersternocleidomastoideos, 24 axilares, 47 femorales, 19 ciáticos laterales mediofemorales), obteniéndose varias observaciones (172):

- a excepción del bloqueo femoral, donde siempre se obtenía una contracción del cuádriceps, en los otros bloqueos, se obtenía una respuesta diferente con la aguja y con el catéter (por tanto no se estimulaba exactamente en el mismo lugar del tronco nervioso).

- la intensidad de estimulación fue significativamente más alta con el catéter que con la aguja (1,6 –de 0,2 a 4 mA- versus 0,5 –de 0,4 a 1 mA- $p < 0,0001$). Dicha diferencia puede explicarse por la mayor distancia del catéter al nervio (en teoría es más difícil movilizar el catéter para aproximarlos al nervio una vez que obtenemos una respuesta muscular) pero también, como se ha discutido posteriormente en otros artículos, porque los autores administraban 5 ml de suero fisiológico previamente a insertar el catéter y tal y como demostró Tsui posteriormente, el suero fisiológico es un buen conductor de la corriente y por tanto el campo eléctrico en la punta del catéter perdería intensidad (y de ahí la necesidad de una intensidad mayor de estimulación) (173,174).

- la obtención de una respuesta motora con el catéter se correlacionó con un buen bloqueo anestésico en 124 pacientes (y con una imagen con contraste radiológico compatible)

- en 3 catéteres para bloqueos del miembro superior no se obtuvo respuesta, tuvieron un bloqueo regular o fallido y tuvieron una imagen radiológica aberrante. Sin embargo, aunque no se obtuvo respuesta motora en 3 catéteres del bloqueo ciático, dichos bloqueos fueron efectivos clínicamente y el estudio radiológico demostró una imagen correcta. Esta diferencia entre extremidad superior e inferior se puede explicar por la existencia de vainas rodeando a los nervios y que dificultarían la llegada del anestésico local (en el plexo braquial).

- excluyendo los catéteres ciáticos, el 60% de los catéteres (axilar, femoral y intersternocleidomastoideo) se insertaron al primer intento y 89% al segundo intento. En algunos casos se precisaron hasta 4 intentos. A mayor manipulación del catéter a través de

la aguja, existe mayor riesgo de seccionarlo, por lo que es un factor a considerar. Cuando se desplaza el catéter a través de una vaina de plástico, como en el catéter de Vygon Multiplex®, el riesgo de seccionar el catéter es mínimo.

Hasta la fecha no hay estudios sobre la intensidad de estimulación aceptada para los catéteres estimulables. Con la aguja, clásicamente se acepta una intensidad entre 0,3 y 0,5 mA: por debajo habría riesgo de inyección intraneural y por encima riesgo de administrar el anestésico por fuera de la vaina y por tanto de tener un bloqueo fallido. Sin embargo, hoy en día, el ecógrafo ha demostrado que dichos valores umbrales establecidos son teóricos y de hecho, se han observado inyecciones intraneurales sin obtener respuesta a 1,7 mA con el estimulador (200). Con los catéteres la duda es aún mayor y cada equipo puede tener además unas características propias por lo que no existe consenso para decidir una intensidad de estimulación mínima. Según Pajunk®, con el catéter Stimulong® si obtenemos respuesta con una intensidad de 0,75 mA el nervio en teoría está a menos de 2,5 mm de distancia (ver figura 26). Si se busca una respuesta con una intensidad baja (< 0,5 mA), como el catéter es difícil de movilizarlo (a diferencia de la aguja), la falta de respuesta nos obligará a realizar varias inserciones del catéter, con el riesgo de sección del catéter, infecciones y molestia para el paciente y por ello, en nuestro trabajo se decidió aceptar una intensidad mínima de respuesta de 0,75 mA. Todo ello teniendo en cuenta que no debemos utilizar suero fisiológico para distender el espacio y facilitar la entrada del catéter (como se recomienda clásicamente para los catéteres no estimulables), ya que, como hemos visto anteriormente a través de los estudios de Tsui, el suero fisiológico es un buen conductor eléctrico y la intensidad del estímulo eléctrico en la punta del catéter se reduce en gran manera, dificultando la obtención de respuestas motoras.

Para evitar los múltiples factores que intervienen en el dolor postoperatorio, Salinas y cols realizaron un estudio muy interesante en el laboratorio, analizando los catéteres estimulables para el bloqueo femoral y demostrando una mayor efectividad y calidad del bloqueo con el catéter estimable (100%) respecto al catéter no estimable (85%) (175). El estudio se realizó con voluntarios, insertando junto al nervio femoral un catéter estimable en una extremidad y un catéter no estimable en la otra y valorando la calidad del bloqueo en ambas extremidades tras una dosis inicial y tras una perfusión de 4 horas (grado de bloqueo motor y de tolerancia a la estimulación con Tens). Esta mayor eficacia “in vitro” de los catéteres femorales estimulables, incluso en esta localización donde su uso es controvertido debido a que no existen fascias rodeando al nervio femoral y donde la mayoría de las perfusiones son eficaces para analgesia postoperatoria, es muy interesante.

De hecho, para algunos autores como Pham Dang, con los catéteres insertados con tanta proximidad al tronco nervioso, se podría incluso reducir el volumen de la perfusión administrada obteniendo igualmente una buena analgesia (158). Esto puede ser muy útil para cuando empleamos dos catéteres al mismo tiempo (un ciático y un femoral, por ejemplo) y entonces nos vemos obligados a reducir los volúmenes totales administrados (para no alcanzar dosis tóxicas).

En un estudio realizado en 2004 comparando catéteres estimulables (Stimucath Arrow ®) y no estimulables para el bloqueo femoral continuo tras una prótesis de rodilla, Hayek mostró un tendencia a usar menos volumen en el grupo estimulable pero al no cubrirse el dolor dependiente del nervio ciático y al usar también una perfusión endovenosa de fentanilo los resultados son poco concluyentes (176).

Morin en el 2005, tampoco encuentra diferencias empleando los mismos catéteres estimulables (Stimucath Arrow ®) en el bloqueo femoral para cirugía mayor de rodilla (141 pacientes) (177). Los catéteres estimulables se avanzaban manteniendo una estimulación con una corriente de 0,5 mA y retirando si desaparecía la respuesta. El tiempo de inserción fue algo mayor el grupo estimulable (5 min versus 4 min) y en 58% de los casos hubo que redirigir el catéter (de 1 a 20 veces). No hubo diferencias en el inicio del bloqueo motor ni sensitivo ni en el consumo de analgesia suplementaria.

En un estudio retrospectivo de 419 pacientes intervenidos de prótesis de rodilla, Jack y cols tampoco encontraron ventajas en el bloqueo femoral continuo con catéteres estimulables versus no estimulables (introducidos 3-5 cm) (178).

En otro estudio a nivel femoral, esta vez prospectivo, en 70 pacientes intervenidos de plastia de ligamento cruzado, Sidiropoulou encuentra un bloqueo más rápido y menor analgesia suplementaria con los catéteres estimulables frente a los no estimulables (179).

Así, para el bloqueo femoral continuo, por su disposición anatómica (por detrás de la fascia ilíaca), los catéteres estimulables parece que no mejoran en gran manera la analgesia obtenida pero sí que pueden ofrecer un bloqueo más rápido y con menos volúmenes. De hecho, en el estudio de Capdevila en el 2002 comprobando los catéteres femorales (introducidos 16 cm) con contraste radiológico, observó que el 30% de los catéteres se situaban muy laterales, un 30% junto al tronco femoral y otro 30% mediales, siendo los catéteres situados junto al tronco femoral los que bloqueaban en mayor proporción (91% versus 33% y 37%) a las tres ramas del plexo lumbar, femoral, obturador y femorocutáneo (153). Si se introducen poco los catéteres, como en el estudio de Jack, es posible que a nivel femoral no existan importantes diferencias respecto a la calidad del

bloqueo con o sin estimulación y sin embargo, la búsqueda de respuestas motoras con el catéter nos puede dificultar la realización del bloqueo.

En 2005, Andrea Casati realizó un estudio prospectivo comparando la inserción de catéteres estimulables para bloquear el nervio ciático en el hueco poplíteo (abordaje posterior) para pacientes intervenidos de cirugía del hallux valgus (180). El catéter se ubicaba sin estimular en el grupo control insertándolo 2-4 cm tras obtener respuesta motora con la aguja o 0,5 mA y estimulando en el grupo estimable aceptando una respuesta muscular con intensidad < 1 mA (con el catéter). Emplearon 25 ml de mepivacaína 1,5% como dosis inicial (a través del catéter) y una PCA de ropivacaina 0,2%. El tiempo necesario para insertar los catéteres estimulando fue algo mayor (7 ± 2 min versus 5 ± 2 min) pero el tiempo de instauración del bloqueo sensitivo (en ambas ramas, tibial posterior y peroneos) y motor fue significativamente menor estimulando con el catéter (motor: 20 min versus 30 min). No hubo diferencias en el control del dolor (en reposo y en movimiento) y sí en la cantidad total de anestésico utilizado en las primeras 48 horas (239 ml versus 322 ml) y en la necesidad de opioides de rescate (25% versus 58% de los pacientes).

Los catéteres estimulables no solo se han utilizado para bloqueos periféricos sino que también se han mostrado útiles para el bloqueo epidural (Tsui, 2002) para determinar la localización de la punta del catéter en el espacio subcutáneo, epidural, en proximidad a una raíz, intravascular, subdural, subaracnoideo e incluso para guiar al catéter y ubicarlo junto a la raíz que nos interesa bloquear (181). La casa Pajunk® incluso ha creado un set específico para esta indicación aunque no ha tenido mucho éxito ni para la analgesia postoperatoria ni para su utilización en el dolor crónico. Sin embargo, para casos concretos parece que puede aportar mucha información aunque se necesitan más estudios para valorar la eficacia de dichos catéteres.

2.4.3.2 Analgesia postoperatoria en la cirugía del hombro

El primer estudio publicado con catéteres estimulables para la cirugía del hombro fue el de André Boezaart en el 2003, efectuando la inserción mediante un abordaje paracervical (182). En esta serie importante (256 pacientes), Boezaart también registra un alto número de intentos hasta obtener respuesta con el catéter (promedio $2,56 \pm 1,2$ veces pero un rango de 1 a 7 intentos). El volumen empleado es considerable (bolus inicial de 30 ml de ropivacaina 0,5% y perfusión de 0,1 ml/kg/h de ropivacaina 0,2% + bolus de 10 ml de ropivacaina 0,2 % para dolor incidental) por lo que la analgesia obtenida fue muy buena

(VAS de $0,27 \pm 1,04$ cm a $0,78 \pm 1,56$ cm durante las primeras 48 horas) pero la incidencia de efectos secundarios fue importante (Horner 40%, disnea 8%, difusión epidural contralateral 8%, sensación de extremidad “muerta” 8%, dolor en la parte posterior del cuello 22%). También este tipo de abordaje del plexo braquial, por vía posterior, conlleva una inserción más profunda del catéter y por tanto, mayor riesgo de complicaciones.

En el 2004, Volk presentó en el congreso de la ASA, la primera serie de catéteres estimulables para el bloqueo interescalénico aunque fue únicamente un estudio descriptivo y no comparativo frente a catéteres no estimulables (183). Se buscaba una respuesta muscular (contracción del deltoides) con 0,5 mA con la aguja y a continuación el catéter se avanzaba estimulando con dicha intensidad un máximo de 5 cm y sin inyectar suero fisiológico para facilitar la entrada. En dicha serie de 104 catéteres, los volúmenes empleados fueron importantes, con un bolus inicial de 35 ml de ropivacaina 0,75% y una perfusión de 8 ml/h de ropivacaina 0,2% y no hubieron complicaciones diferentes a las habituales en este bloqueo, destacando un 12,5% de reinsertaciones (iniciales) del catéter y una menor incidencia de fallos del bloqueo secundario (<10%).

En el 2007, Birnbaum compara, de forma prospectiva y randomizada en 60 pacientes, las tres opciones posibles para insertar un catéter interescalénico en la cirugía de hombro: en el grupo 1, el anestésico local (40 ml de ropivacaina 0,75) se inyecta a través de la aguja y se inserta el catéter 2-3 cm a ciegas, en el grupo 2, el anestésico local se inyecta a través del catéter tras introducirlo 2-3 cm a ciegas y en el grupo 3, el catéter se introduce manteniendo la estimulación y a continuación se administra el anestésico local. 4 horas más tarde se inicia una perfusión de ropivacaina 0,2% a 7 ml/h más bolus de 7ml cada 20 min si era necesario. El tiempo de realización del bloqueo fue significativamente menor en el primer grupo (6 min versus 11 y 12 min respectivamente). El dolor en reposo a los 15 min, a las 3, 4 y 24 horas fue significativamente menor en el grupo de catéteres estimulables aunque el dolor en movimiento no mostró diferencias entre los grupos. En ningún paciente con catéter estimulable el VAS fue superior a 3 ni requirió suplementos analgésicos. Los niveles de anestésico local en sangre fueron un tanto altos, especialmente al cabo de 30 minutos, aunque no hubo síntomas en ningún paciente. Los propios autores concluyen que los catéteres estimulables para el bloqueo interescalénico optimizan la analgesia postoperatoria tras la cirugía del hombro y que se requieren más estudios con una menor cantidad de anestésico local (para reducir los niveles plasmáticos) y valorar entonces mejor las diferencias entre los catéteres estimulables y los catéteres convencionales (184).

Sin embargo, con el paso de los años, sigue habiendo controversia respecto a las ventajas de los catéteres interescalénicos estimulables versus los no estimulables y varios autores han presentado recientemente estudios en los que no se justificaría su uso (185, 203,204)

III. HIPÓTESIS

III. HIPÓTESIS

La analgesia postoperatoria continua ha demostrado ser efectiva para el control del dolor postoperatorio de la cirugía del hombro. En los últimos años, han aparecido catéteres estimulables que permiten confirmar su correcta colocación en la cercanía del tronco nervioso a bloquear.

Hipótesis:

El uso de catéteres estimulables y su inserción lo más cercano posible al nervio a bloquear puede mejorar la analgesia postoperatoria, especialmente en la cirugía del hombro y reducir la incidencia de efectos secundarios.

El estudio anatómico en el cadáver, describiendo la inserción del catéter con la técnica de Hadzic modificada, puede describir la relación anatómica entre el catéter y las diferentes estructuras anatómicas de las fascias cervicales y contribuir a valorar los resultados obtenidos en el estudio clínico.

IV. OBJETIVOS

IV. OBJETIVOS

Objetivo principal:

Valorar la utilidad del catéter estimulable insertado en el espacio interescalénico para el control continuo del dolor postoperatorio de la cirugía del hombro.

Objetivos secundarios:

Valorar si la correcta colocación del catéter, comprobada mediante estimulación, nos permite reducir la concentración de la perfusión interescalénica de ropivacaina postoperatoria.

Determinar si 0,7 mA constituye un umbral adecuado de estimulación para aceptar la correcta colocación del catéter estimulable en el espacio interescalénico.

Comprobar y describir anatómicamente en el cadáver la inserción de dicho catéter alrededor del plexo braquial a nivel interescalénico y su relación con las fascias que recubren el plexo braquial

V. PACIENTES Y MÉTODOS

V. PACIENTES Y MÉTODOS

Se estudiaron de forma prospectiva y randomizada una serie de 127 pacientes intervenidos de cirugía mayor del hombro en el Hospital de la Santa Creu i Sant Pau desde febrero del 2004 a diciembre del 2007 tras aprobación por el protocolo de estudios del hospital.

5.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se incluyeron pacientes (varones o mujeres) ASA I a III, de edad entre 18 y 90 años, intervenidos de cirugía mayor de hombro no ambulatoria. Era imprescindible la firma del consentimiento informado autorizando su inclusión en el estudio.

5.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se consideraron criterios de exclusión los siguientes:

- negación del paciente a participar en el estudio
- mujer embarazada o lactante
- participación en otro estudio de fármacos o productos en investigación paralelo, o en los 30 días anteriores a la inclusión en este estudio.
- antecedentes de alcoholismo o drogodependencia
- trastornos psiquiátricos o neurológicos graves
- déficits neurológicos o cognitivos que dificulten la comunicación con el paciente y la valoración de los resultados
- alteraciones de la coagulación
- insuficiencia respiratoria crónica (moderada o severa)

5.3. NÚMERO DE PACIENTES

El cálculo de pacientes a incluir en el presente estudio fue de un mínimo de 120 pacientes repartidos en tres grupos de forma equitativa.

Para dicho cálculo se ha tomado la variable principal (dolor en reposo evaluado mediante la EVN) y a partir de datos previos se estima una variabilidad alta, con un coeficiente de variación del 70%. Así, en uno de los grupos el promedio a las 12 horas (hora principal de valoración del efecto) se prevé que mostrará una clara diferencia, del orden del doble de efecto. Todos estos valores se han introducido en el programa Sample Power (V2.0) arrojando aproximadamente 32 casos por grupo.

Como sea que pueden haber pérdidas y que los valores son estimas de datos previos, se ampliará el número de pacientes hasta tener aproximadamente 40 por grupo para compensar dicho efecto.

Para obtener estos valores en el programa mencionado, se ha fijado el error de tipo I en el usual del 5% ($\alpha = 0.05$), aproximación bilateral y la potencia se ha buscado de un mínimo del 80%.

5.4 DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio randomizado, a doble ciego en cuanto a la valoración de los resultados y continuo en el tiempo (duración 4 años), que incluyó 3 grupos de pacientes:

- Grupo 0,375% (n = 43): estimulación a través del catéter, bolus de 20 ml de ropivacaina al 0,75%, perfusión de ropivacaina al 0,375% a 5ml/h durante 48h.
- Grupo 0,2% (n = 42): estimulación a través del catéter, bolus de 20 ml de ropivacaina al 0,75% y perfusión de ropivacaina al 0,2% a 5ml/h durante 48h.
- Grupo no estimulado (n = 42): no estimulación por el catéter, bolus de 20 ml de ropivacaina al 0,75%, perfusión de ropivacaina al 0,375% a 5ml/h durante 48h.

Se escogió para la dosis inicial la concentración de ropivacaina al 0,75% por su rapidez de instauración del bloqueo, comparable según los estudios de Casati a la mepivacaína al 2% (186).

5.5 DESARROLLO DEL ESTUDIO

5.5.1 Randomización

Durante el diseño del estudio se creó una tabla para distribuir a los pacientes en los diferentes grupos, de forma aleatoria y randomizada según su orden de llegada al quirófano.

5.5.2 Valoración preoperatoria

Los pacientes fueron valorados mediante un protocolo de visita anestesiológica preoperatoria, donde se explica y se obtiene el consentimiento informado para la técnica anestésica habitual en nuestro Centro en este tipo de cirugías, es decir el bloqueo interescalénico combinado con anestesia general.

Los pacientes que acudían por Urgencias (fracturas de húmero) no acudían a la entrevista preoperatoria habitual sino que el traumatólogo responsable del paciente solicitó las pruebas preoperatorias necesarias. Seguidamente el anestesiólogo responsable del área de COT o el anestesiólogo responsable del estudio, realizó la valoración adecuada al paciente durante el ingreso hospitalario previo a la intervención.

5.5.3 Intervención quirúrgica

Al llegar a la zona operatoria, los pacientes eran recibidos por el anestesiólogo responsable del estudio donde se incluían en los diferentes grupos según la tabla de randomización y se ratificaba el consentimiento informado para participar en el estudio.

A continuación, en todos los casos se efectuó:

- colocación de vía endovenosa al llegar a quirófano (si no la llevaba previamente)
- premedicación con midazolam 1-2mg junto a fentanilo 50mcg si se preveía dolor durante el bloqueo interescalénico (pacientes con fractura de húmero)
- profilaxis antibiótica con Cefazolina 1g o Vancomicina 500mg en caso de alergia a la penicilina.
- bloqueo interescalénico con catéter estimulable: en el Box de preanestesia y con el paciente monitorizado procedíamos a la realización del bloqueo interescalénico según la técnica de Winnie modificada por Hadzic, es decir buscando el surco interescalénico justo por fuera del músculo intercostobraquial a la altura del cartílago cricoides o justo por debajo, dónde se palpe adecuadamente el surco interescalénico. Una vez obtenida una respuesta motora apropiada (flexión o

extensión del brazo y abducción del hombro) con una intensidad de estimulación inferior o igual a 0,5 mA (pero no inferior a 0,3 mA), insertábamos el catéter interescalénico unos 5-7 cm. A continuación, se procedía de forma diferente según el grupo:

1.- GRUPO 0,375%: una vez insertado el catéter se conectaba el cable de estimulación a la porción proximal del catéter y estimulábamos a 1,5 mA (intensidad suficiente para estimular un nervio situado como máximo a 7.5 mm) en busca de una de las respuestas correctas (las mismas que con la aguja, es decir flexión o extensión del brazo y abducción del hombro). En tal caso se reducía progresivamente la intensidad de estimulación hasta 0,7 mA (intensidad suficiente para estimular un nervio situado como máximo a 2.5 mm). En caso de no obtener respuesta, en primer lugar efectuábamos una rotación del catéter sobre sí mismo para intentar obtener un desplazamiento lateral de la punta del catéter y sino procedíamos a retirar el catéter lentamente manteniendo la estimulación a 1,5 mA. Al obtener respuesta deteníamos la retirada del catéter y administrábamos 20 ml de ropivacaina 0,75% y al llegar a reanimación se iniciaba una perfusión de ropivacaina 0,375% a 5 ml/h para mantenerla durante 48h. En caso de no hallar respuesta con el catéter o de retirarlo excesivamente (catéter a 3 cm de la piel), repetíamos todo el bloqueo una vez más.

2.- GRUPO 0,2%: se realizó el mismo protocolo que en el grupo 0,375% con la única diferencia que al llegar a reanimación se iniciaba una perfusión de ropivacaina 0,2% a 5 ml/h para mantenerla durante 48h.

3.-GRUPO No Estimulado (GNE): una vez insertado el catéter no se podía modificar su colocación. Se realizaba una estimulación para observar si obteníamos respuesta (solo para registrar más datos) y a continuación, administrábamos 20 ml de ropivacaina 0,75% a través del catéter y al llegar a reanimación, iniciábamos una perfusión de ropivacaina 0,375% a 5 ml/h para mantenerla durante 48h.

En todos los casos se fijaba el catéter con un apósito especialmente diseñado para la fijación de catéteres, el clamp Perifix® de Portex®, para evitar desplazamientos durante la colocación del paciente durante la cirugía y para el postoperatorio. Otras fijaciones del catéter, como el uso de Steri Strips® o poner puntos de fijación ya los habíamos empleado

en estudios anteriores y no resultaban tan efectivos y fáciles de utilización como los clamps anteriormente citados (figura 33).



Figura 33: Fijación del catéter interescalénico mediante el clamp Perifix® de Portex®

En todos los pacientes, una vez realizado el bloqueo, se procedió a realizar una anestesia general balanceada con propofol, sevoflurano, atracurio y fentanilo (con el paciente colocado en posición semisentada e intubación orotraqueal) para el mantenimiento intraoperatorio.

5.5.4 Postoperatorio

Al acabar la cirugía se despertaba al paciente y se trasladaba a reanimación donde una vez monitorizado, se iniciaba la perfusión interescalénica de ropivacaina al 0,375% (en los grupos no estimulable y 0,375%) y al 0,2% (en el grupo 0,2%), en ambos casos a 5 ml/h y para mantenerlas 48 horas. El paciente era dado de alta a la sala en cuanto recuperaba la movilidad en los dedos y mano de la extremidad intervenida y una vez controlada la sintomatología postoperatoria inicial (dolor, náuseas, vómitos, somnolencia).

Para todos los grupos, la analgesia suplementaria de rescate consistió en el siguiente protocolo y con el siguiente orden:

1º- Paracetamol 1g ev / 6 h (si dolor VAS > 3, a criterio de la enfermera de Reanimación o de la planta)

2º- Dipirona magnésica (Nolotil®) 1 amp. ev. / 6 h (si dolor)

3º- Cloruro mórfico 3mg. sc / 6 h si persistía el dolor

El control de los catéteres se efectuaba en las mañanas siguientes por la enfermera de la Unidad del Dolor Agudo dependiente de la Unidad del Dolor de nuestro hospital y si ocurría algún problema por la tarde o por la noche, las enfermeras de la planta avisaban al anestesiólogo de guardia en la Reanimación de COT o al de Urgencias si la anterior unidad estaba cerrada (noche y fin de semana).

El anestesiólogo responsable del estudio estaba en contacto con la enfermera de la unidad del dolor y pasaba asimismo visita a las 48h para valorar la eficacia de la analgesia postoperatoria, las diferentes eventualidades y la calidad del descanso nocturno en las dos primeras noches del postoperatorio.

TAREA →		Randomización	Estudio preoperatorio	Consentimiento informado	Vía ev + premedicación	Profilaxis antibiótica	Bloqueo interescalénico	Dosis inicial AL	Anestesia general	Valoración EVN	Inicio perfusión AL	Valoración descanso nocturno	Revisión historia
TIEMPO ↓													
Previo a la IQ		X	X	X									
Día IQ	Box preanest				X	X	X	X					
	Quirófano								X				
	UCIPOCOT									X	X		
1er día postop										X		X	
2º día postop										X		X	
al mes													X

Tabla 5: Diagrama de flujo del estudio

5.6. VALORACIÓN DE LA RESPUESTA:

5.6.1 Variables estudiadas

5.6.1.1 Variable principal

La variable principal fue la evolución del dolor en el hombro medido por la Escala Verbal Numérica (EVN) en reposo al llegar a reanimación (EVN 0 horas), a las 3 horas

(EVN 3h), a las 12 horas (EVN 12h), a las 24 horas (EVN 24h) y a las 48 horas (EVN 48h). El grado del dolor lo evaluaba la enfermera de reanimación y luego las enfermeras de la sala según el protocolo habitual del hospital, preguntando al paciente su grado de dolor en una escala numérica del 0 al 10, puntuándose 0 cuando no existía ningún dolor y hasta 10 en caso de dolor muy acentuado (severo), casi insoportable. Los datos obtenidos del EVN se contrastaban a posteriori (el anestesiólogo responsable del estudio) con las anotaciones en el curso de enfermería respecto a la situación del paciente.

5.6.1.2 Variables secundarias

Las variables secundarias fueron de 2 tipos:

- en primer lugar, el **consumo de analgésicos** durante las primeras 48 horas. Se contabilizaron el número de administraciones del fármaco de rescate, no la dosis total.
- en segundo lugar, la **calidad del descanso nocturno** durante las dos primeras noches del postoperatorio (preguntando directamente al paciente y contrastando con las anotaciones en el curso por las enfermeras de noche y el consumo de analgésicos a demanda durante la noche). Se consideraron tres categorías: **BUENO, REGULAR** (duerme a ratos) y **MALO** (dormir poco y mal por un dolor importante).

5.6.2 Análisis estadístico

La descripción de las variables dependía del nivel de información de éstas, así para las variables categóricas se facilitó el número de casos con su porcentaje. Para las variables cuantitativas se facilitó el valor medio con su desviación típica.

Se procedió al análisis de cada lectura, mediante la comparación de los valores medios con un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor. Así mismo para aumentar la información disponible e integrar la evolución en el estudio, se aplicó un ANOVA de dos factores (factor grupo, 3 tratamientos de diseño independiente y factor evolución, con 5 niveles de diseño repetido) añadiendo en dicho análisis la posible interacción de ambos factores (Evolución*Grupo) que respondería a la pregunta de si el dolor evoluciona de forma distinta en función del tratamiento administrado.

Todo el análisis se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS (V18.0).

Diseño independiente → diseño paralelo

Diseño repetido → diseño cruzado

5.7 MORBILIDAD Y MORTALIDAD

Tal y como se ha comentado, los pacientes eran visitados diariamente por la enfermera de la Unidad del Dolor Agudo de nuestro hospital durante los días de tratamiento con el catéter y por los traumatólogos responsables hasta el día del alta. En ambos casos, si existía cualquier eventualidad se avisaba al anestesiólogo responsable del estudio o, en caso de no estar disponible, al anestesiólogo de reanimación de COT o de urgencias. El anestesiólogo responsable acudía a las 48 horas para valorar como había transcurrido el postoperatorio inicial (sin interferir).

Posteriormente (máximo 6 meses), el anestesiólogo responsable del estudio revisaba la historia y en particular la evolución durante su ingreso para la intervención del hombro y las visitas sucesivas a su traumatólogo o los posibles reingresos, con el objetivo de detectar cualquier complicación tardía.

A partir de todas estas visitas se registraron las incidencias y complicaciones detectadas a corto y largo plazo, analizadas en el apartado de resultados.

5.8 ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio se llevó a cabo siguiendo rigurosamente las recomendaciones éticas internacionales para investigación y ensayos clínicos en humanos recogidas en la Declaración de Helsinki (revisada en Tokio en 1975 y Venecia en 1983) y siguiendo las recomendaciones del Ministerio de Sanidad y Consumo español en materia de estudios clínicos.

El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.

Todos los sujetos seleccionados para participar en el estudio otorgaron su consentimiento por escrito para participar en el mismo, una vez informados de la naturaleza, alcance y posibles consecuencias de participar en él (anexos 1 y 2).

ANEXO 1. INFORMACIÓN DEL ESTUDIO

Nos dirigimos a usted para pedirle si desea participar en un estudio sobre tratamiento del dolor postoperatorio que se está llevando en el servicio de Anestesiología del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.

Para ello, lo primero que deseamos es informarle lo más claramente posible sobre las características de dicho estudio. Si, al terminar de leer este escrito, tiene alguna duda, por favor no dude en preguntarnos.

La finalidad de este estudio es demostrar si unos catéteres que han aparecido recientemente en el mercado y que permiten confirmar su correcta colocación mediante estimulación nerviosa, es decir una pequeña corriente que estimula al nervio y produce un movimiento de la extremidad (de igual manera como se realizan en la actualidad los bloqueos nerviosos, con una aguja que estimula eléctricamente al nervio), son adecuados para la analgesia postoperatoria en la cirugía del hombro. La idea es usar dichos equipos en todos los pacientes aunque solo realizar la estimulación por el catéter en algunos grupos, para valorar si mejora el resultado de las perfusiones analgésicas respecto a los grupos que no se comprueba la posición del catéter con la nueva técnica.

Para ello escogemos todos los paciente operados del hombro en nuestro hospital y tal y como hacemos habitualmente, primero se les hace un bloqueo en el cuello para anestesiarse los nervios que inervan el hombro y a continuación dejamos un catéter junto al nervio para administrar anestésicos locales durante 48 horas y así evitar en lo posible el dolor postoperatorio. Dicha técnica de bloqueo continuo se realiza ya desde hace años en nuestro hospital con buenos resultados pero la idea es mejorarla con esta nueva característica de los catéteres empleados.

Una vez colocado el catéter y administrada una dosis inicial se le entrará en quirófano y se le realizará una anestesia general como es habitual en este tipo de cirugía, para evitar cualquier dolor intraoperatorio y para que esté lo más confortable posible. Al final de la cirugía se le despertará y se le llevará a la sala de reanimación o de despertar postoperatorio. En caso de que tenga dolor se le administrarán analgésicos de rescate en todo momento que usted lo pida y de forma protocolizada. Al cabo de unas horas, cuando

esté en perfectas condiciones (totalmente despierto y sin dolor ni nauseas u otro síntoma adverso) se le dará el alta a su habitación, con una jeringa conectada a su catéter en el cuello y que le irá administrando anestésicos durante 48 horas para evitar en lo posible el dolor postoperatorio.

Las enfermeras de la planta lo controlarán y una enfermera de la Unidad del dolor se pasará las dos mañanas siguientes para interesarse por usted y para valorar el control del dolor. Al cabo de 48 horas del inicio de la perfusión, la enfermera de la sala le retirará el catéter, lo cual se realiza estirando con suavidad y retirando los 3-4 cm introducidos (no es doloroso).

El anestesiólogo responsable del estudio y de su anestesia está localizable en todo momento para cualquier problema que surja y si no es posible, se localizará al anestesiólogo de urgencias si es necesario.

Al entrar en este estudio le puede reportar la ventaja de que se le practicará la técnica habitual de anestesia para la cirugía del hombro de nuestro hospital si le incluyen en el grupo control o sino con una estimulación a través del catéter que sin producirle más molestias que quizás un mayor tiempo de colocación, le puede como mínimo mejorar, nunca empeorar en principio, la analgesia postoperatoria en esta cirugía de por sí muy dolorosa.

Queremos que usted sepa que tiene derecho a retirarse del estudio si así lo desea en cualquier momento del mismo sin que en ningún momento se intente forzarlo a seguir y sin que esto afecte a la calidad de su tratamiento o del trato humano que le seguirá siendo dispensado.

Únicamente el personal que se ocupe de usted, médicos, enfermeras, auxiliares tiene acceso a sus datos de los que no se enterarán terceras personas.

El hospital tiene contratada una póliza de seguros, que cubrirá cualquier riesgo derivado del ensayo.

No entrará usted a formar parte de este estudio si no ha firmado un consentimiento escrito, después de pensar en toda la información que le hemos dado.

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del ensayo: “Analgésia postoperatoria en la cirugía del hombro mediante el bloqueo interescalénico continuo con catéteres estimulables”

Yo, (nombre y apellidos).....

- He leído la hoja de información que se me ha entregado
- He podido hacer preguntas sobre el estudio
- He recibido suficiente información sobre el estudio
- He hablado con: (nombre del investigador).....

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones
- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del participante.

Firma del investigador.

Fecha:.....

Fecha:.....

Revoco mi autorización para participar en el estudio.

Firma del participante.

Firma del investigador.

Fecha:.....

Fecha:.....

VI. RESULTADOS

VI. RESULTADOS

Los resultados se dividirán en dos partes principales:

- 1ª Parte.- Descripción anatómica de la inserción del catéter en cadáver, realizada por el anesestesiólogo responsable del estudio, en el departamento de anatomía de la Facultad de Medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) en Bellaterra.

- 2ª Parte.- Datos del estudio clínico:

El análisis de los datos se dividió en tres partes:

1/ Valoración de la homogeneidad basal de los tres grupos.

2/ Datos de la técnica de realización del bloqueo y de la inserción de los catéteres según las dos técnicas diferentes.

3/ Evolución clínica postoperatoria según los grupos.

1ª Parte.- Descripción anatómica:

6.1 DISECCIÓN ANATÓMICA CON INSERCIÓN DE UN CATÉTER INTERESCALÉNICO.

Si bien esta observación anatómica fue un objetivo secundario en nuestro trabajo de tesis doctoral, lo referimos inicialmente en los resultados para seguir una cronología lógica del estudio global de la tesis.

6.1.1 Descripción de la disección anatómica

En la sala de disección de la Facultad de Medicina de la UAB en Bellaterra y con la colaboración de los profesores de anatomía de dicha facultad, en particular el Dr. Alfonso Rodríguez, procedimos a la disección del plexo braquial en un cadáver, para observar la inserción de la aguja de estimulación en el bloqueo interescalénico, con el abordaje empleado en el estudio clínico de esta tesis doctoral y la progresión del catéter a través de las fascias del cuello.

En las siguientes figuras podemos ver los diferentes planos anatómicos del plexo braquial en los espacios supra e infraclavicular y su correspondiente descripción en el pie de figura. Se prestó especial interés a la región del hiato interescalénico por ser la zona directamente implicada en el bloqueo interescalénico.

Como podemos observar en la figura 41, se realizó asimismo una punción con una aguja Stimulong® tomando las referencias utilizadas en nuestro estudio, es decir el abordaje lateral de Winnie modificado por Hadzic, dibujando una línea desde el cartílago cricoides hacia fuera y situando el punto de punción 0,5-1 cm por debajo del cruce de esta línea con el surco interescalénico. Aunque la aguja está muy vertical en la foto y la dirección de punción debería ser hacia dentro, abajo y atrás (perpendicular a la piel en todos los planos), se puede observar como efectivamente el punto de punción con este abordaje se sitúa justo encima del plexo braquial.



Figura 34: Inicio de la disección anatómica: incisión de la piel en la región supra e infraclavicular



Figura 35: Disección anatómica de la fascia clavipectoral y del tejido graso y glandular mamario

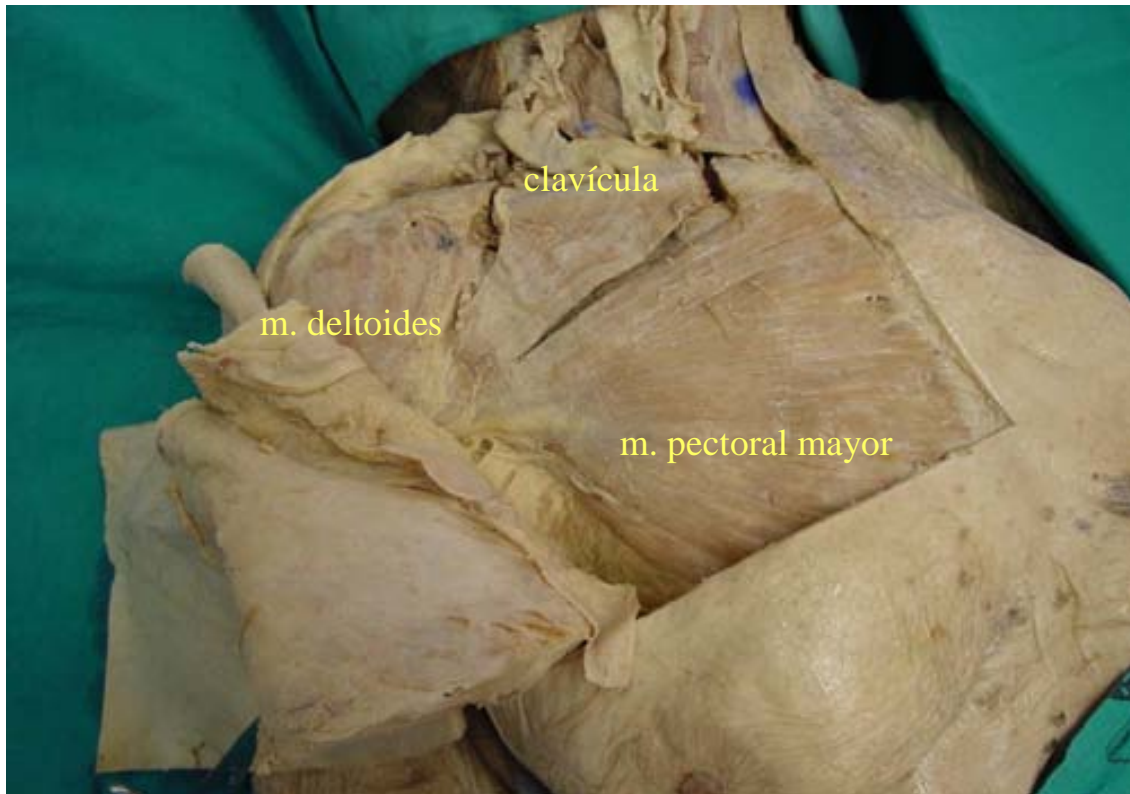


Figura 36: Músculos pectoral mayor y deltoides con su inserción en la clavícula (seccionada en tres partes) tras retirar la fascia clavipectoral

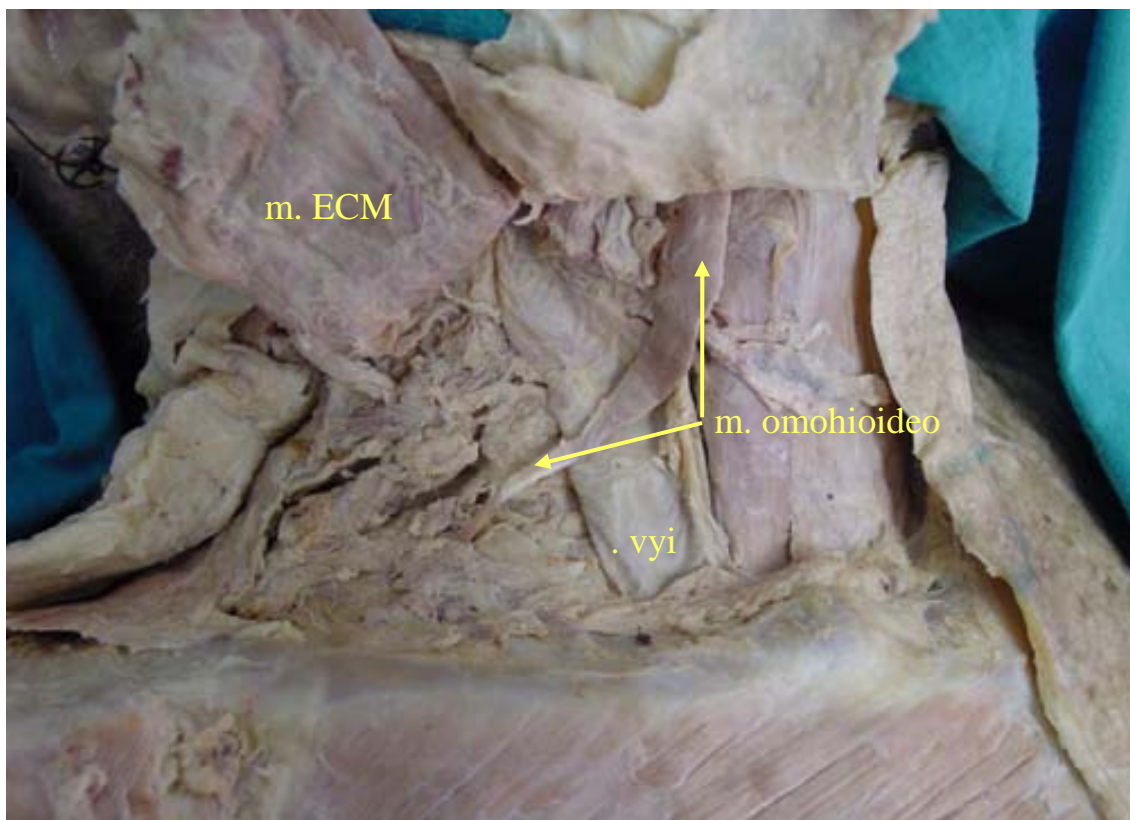


Figura 37: Tras retirar el músculo esternocleidomastoideo, vemos al músculo omohioideo cruzando la vena yugular interna (vyi) y el hiato interescalénico.

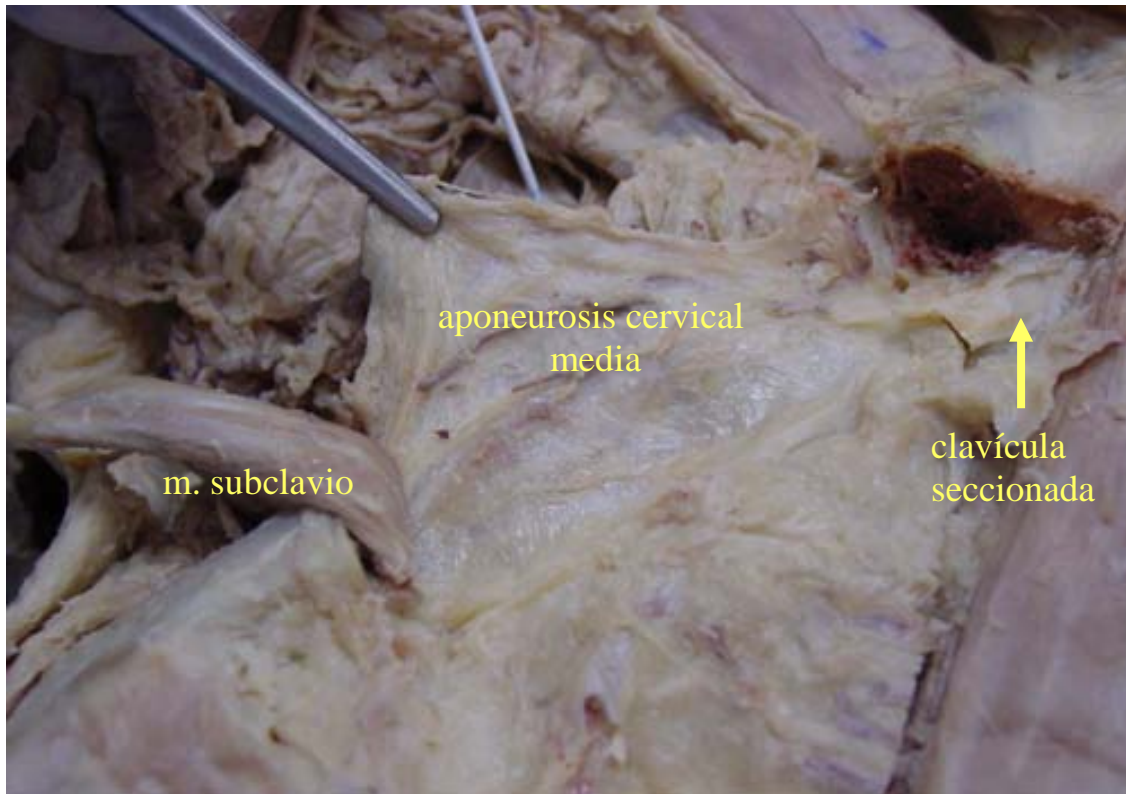


Figura 38: Aponeurosis cervical media por debajo del músculo subclavio y recubriendo el plexo braquial y la arteria subclavia (clavícula resecada y retirada).

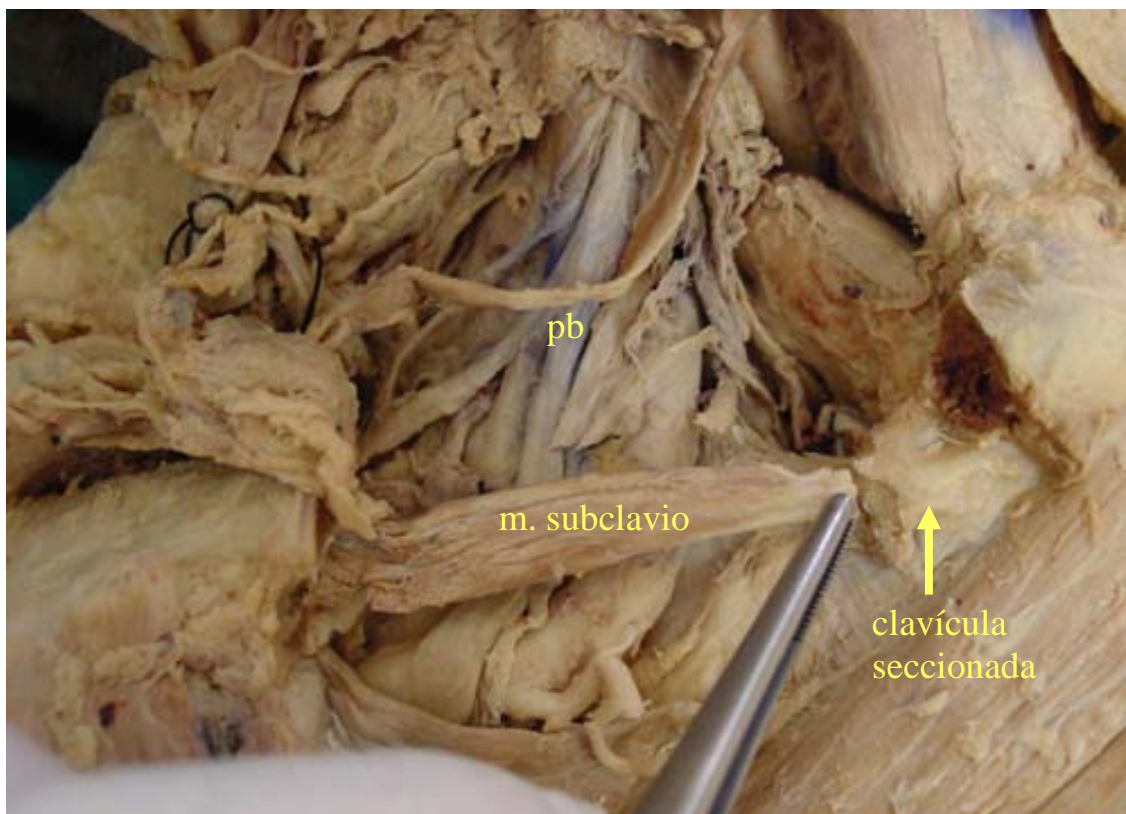


Figura 39: Músculo subclavio cubriendo la arteria y vena subclavia y el plexo braquial (pb) en su recorrido supraclavicular (aponeurosis cervical media retirada).



Figura 40: Ápex pulmonar visible en la parte inferointerna de la arteria subclavia, muy próximo al lugar de punción (al estar retraído el pulmón, en el cadáver solo vemos la porción superior de la caja torácica) (pb: plexo braquial; sc: arteria subclavia)



Figura 41: El lugar de punción en el cadáver estudiado se sitúa 1 cm por debajo del plano transversal que pasa por el cartilago cricoides (referencia de Winnie)

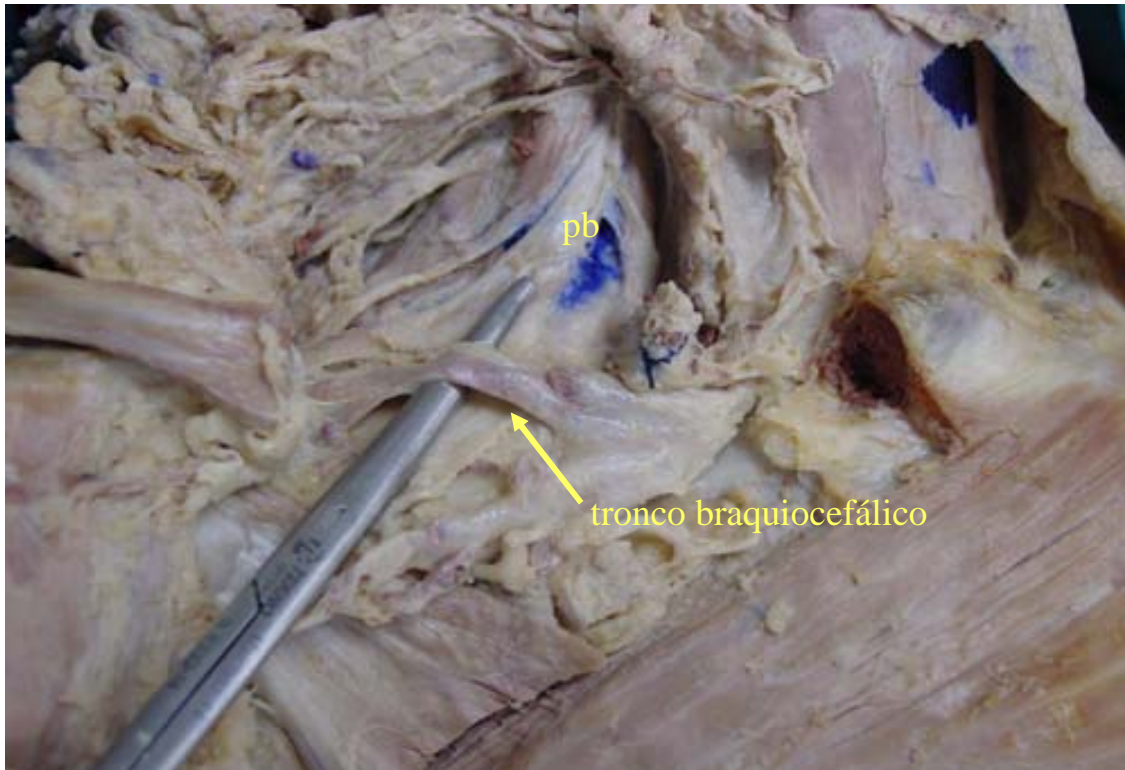


Figura 42: Tras resecar la aponeurosis cervical media vemos como cruza el tronco braquiocefálico por delante del plexo braquial en el hiato interescalénico.

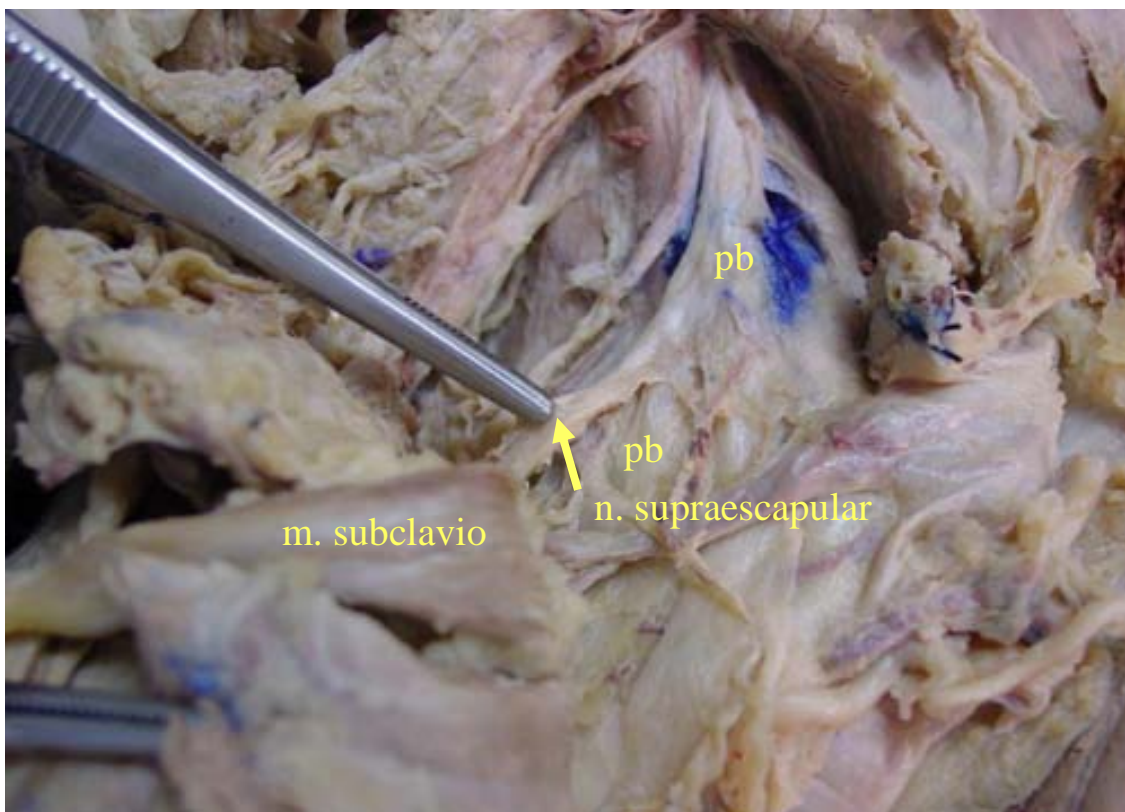


Figura 43: Tras resecar la aponeurosis cervical media vemos como la rama del nervio supraescapular abandona los troncos del plexo braquial (pb) (recubierto por la aponeurosis cervical profunda) en la región supraclavicular

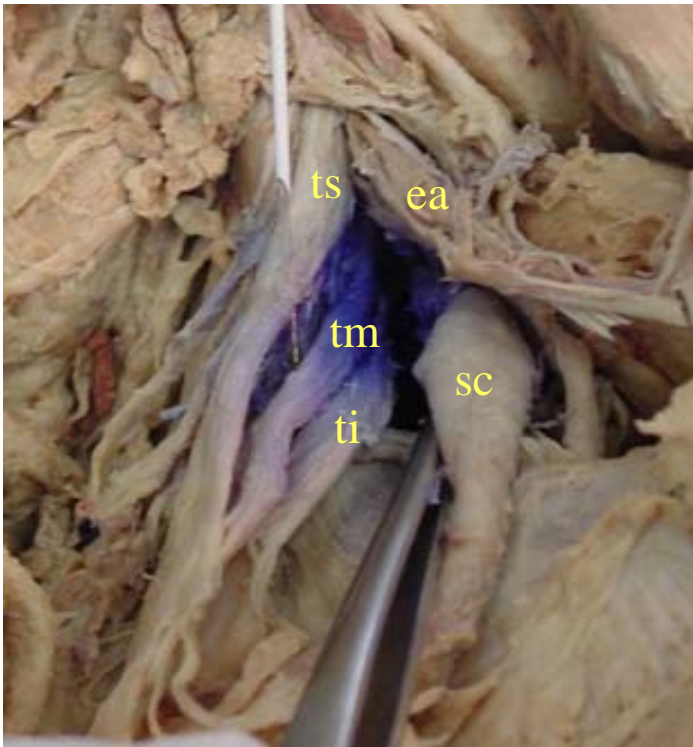


Figura 44: Detalle de la íntima relación de la arteria subclavia (por dentro y debajo) con el plexo braquial (especialmente los troncos medio e inferior) en el espacio supraclavicular

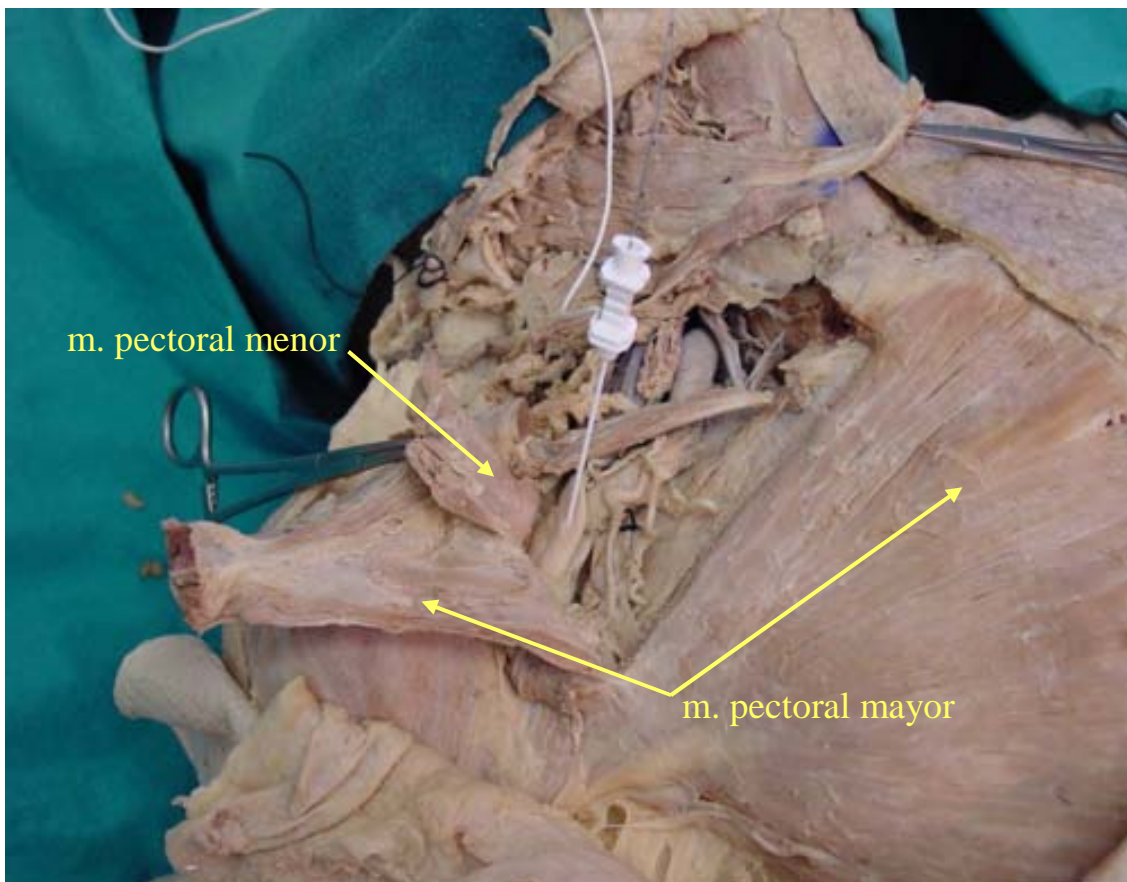


Figura 45: Abordaje infraclavicular del plexo braquial. La aguja contacta el fascículo lateral una vez retirados los músculos pectoral menor y mayor

6.1.2 Observaciones durante la inserción del catéter en el cadáver

Al disecar las diferentes capas que recubren el plexo braquial observamos que la aponeurosis cervical media es de un grosor importante y recubre todo el plexo braquial en el surco interescalénico, rodeando por debajo al músculo subclavio y continuándose por la fascia clavipectoral (figura 46). Probablemente en la práctica clínica, al atravesarla se origina el clic aponeurótico que frecuentemente se percibe al introducir la aguja. En cambio la aponeurosis cervical profunda recubre las raíces del plexo rodeándolas y formando una estructura compacta en la cual se percibe una ligera resistencia al introducir la aguja pero sobre todo el catéter tiene dificultad para avanzar, situación que se observa frecuentemente en la clínica diaria durante la realización de los bloqueos interescalénicos continuos, como observamos posteriormente en el estudio clínico realizado para esta tesis doctoral (figura 47).

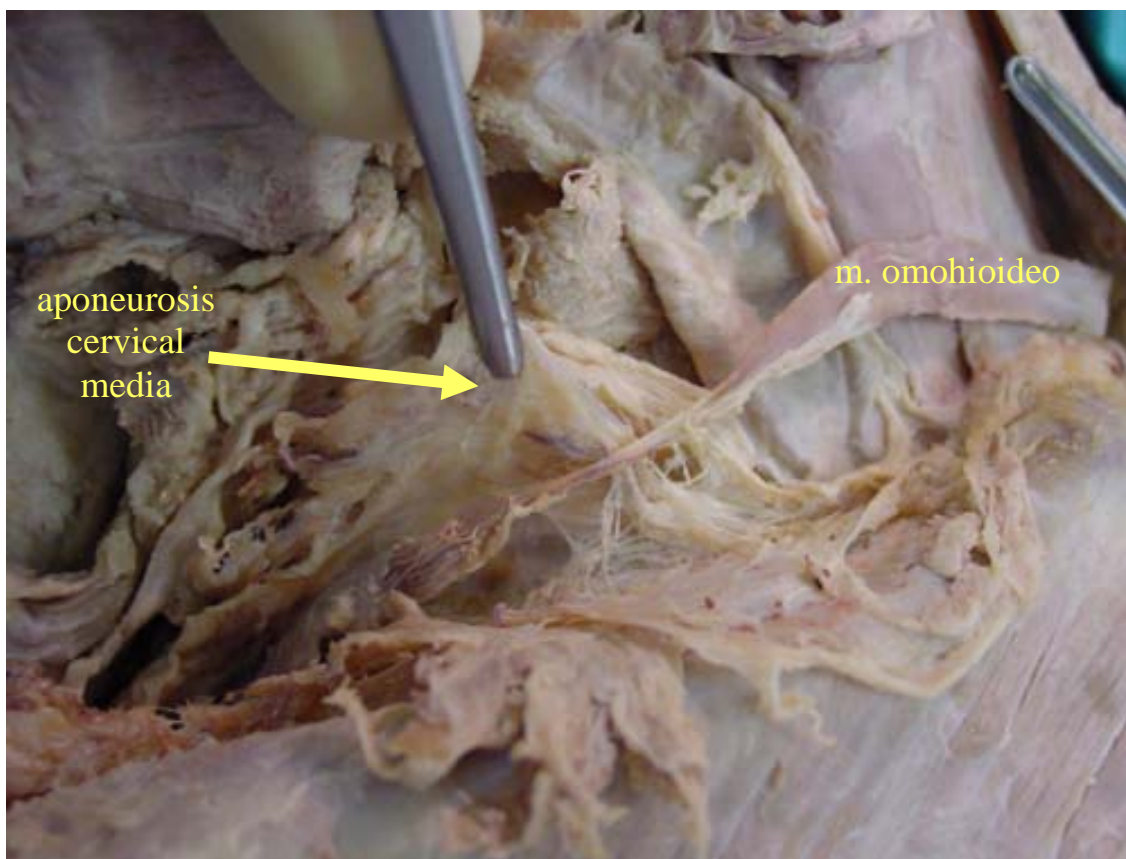


Figura 46: Disección anatómica: aponeurosis cervical media (traccionada con la pinza) y músculo omohioideo (por delante)

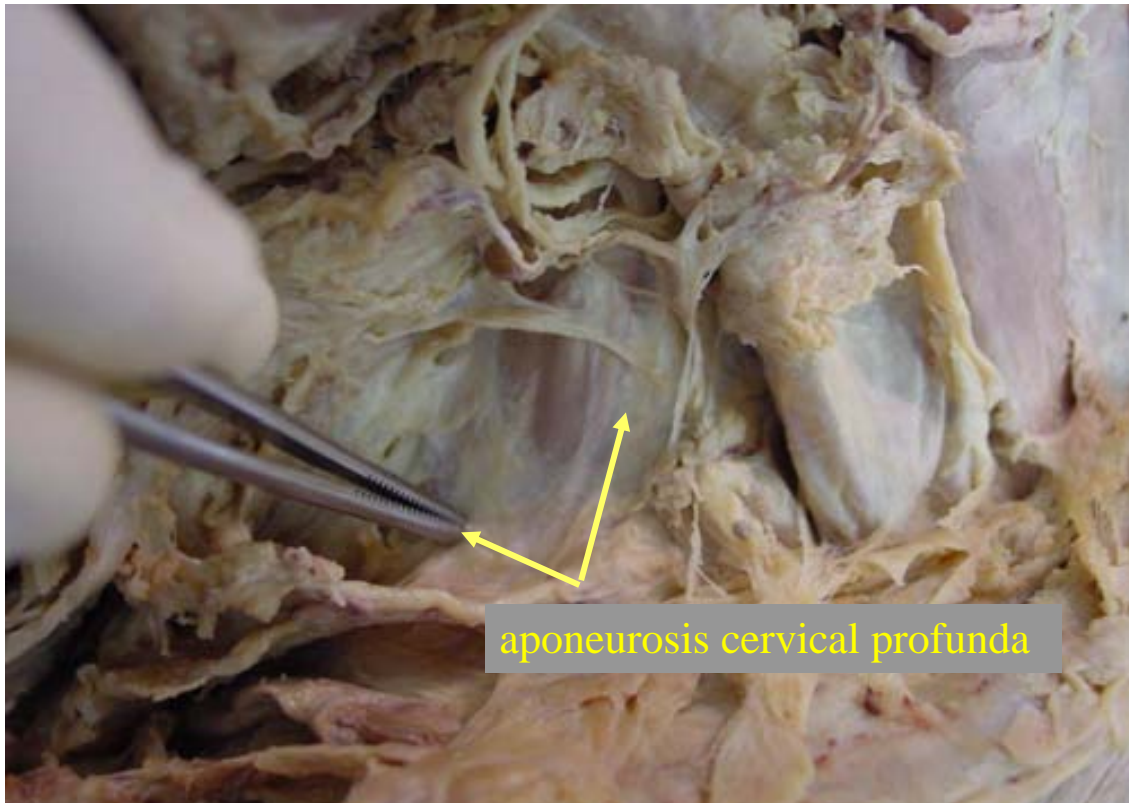


Figura 47: Disección anatómica mostrando la aponeurosis cervical profunda (cubriendo el plexo braquial entre el músculo escaleno anterior y medio)



Figura 48: Disección anatómica: aguja y catéter insertados según técnica de bloqueo interescalénico continuo (la punta del catéter ha atravesado el tronco superior del plexo)



Figura 49: Detalle de la entrada del catéter interescalénico (la punta del catéter ha atravesado el tronco superior del plexo) (ea: escaleno anterior; sc: arteria subclavia)

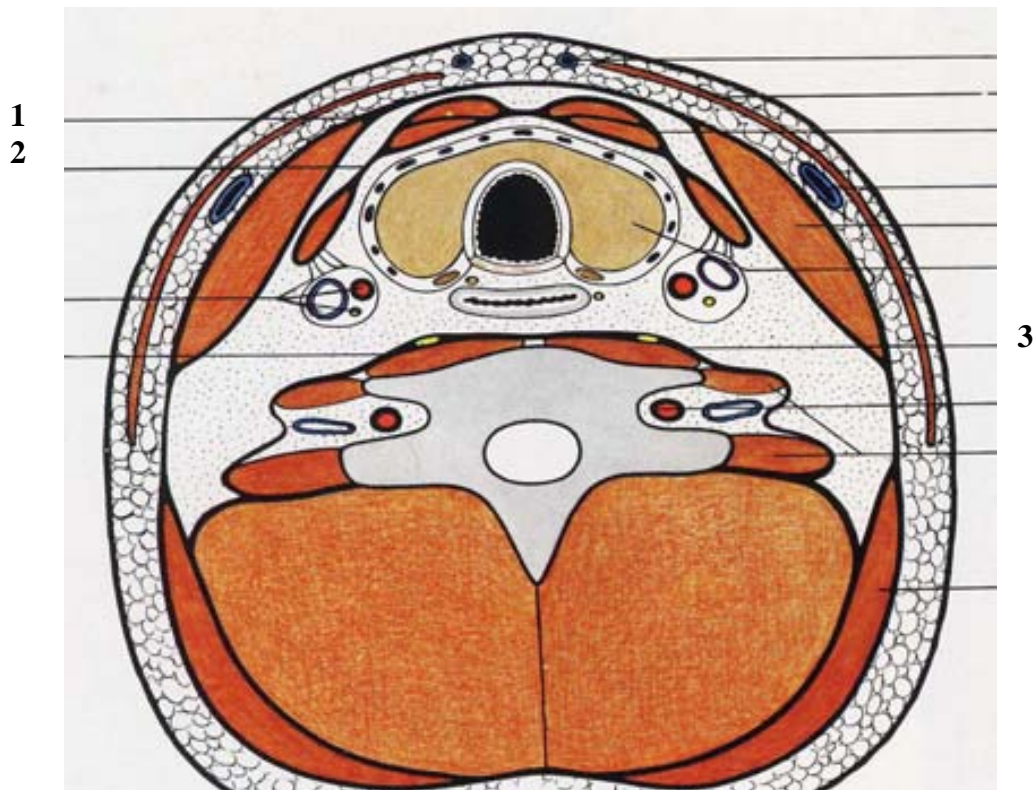


Figura 50: Esquema de corte transversal del cuello en la glándula tiroides mostrando las diferentes aponeurosis y su relación con la musculatura del cuello: aponeurosis cervical superficial (1), media (2) y profunda (3) (De: Atlas de anatomía humana. Rohen JW, Yokochi Ch, Lütjen-Drecoll E. 6ª Edición, Elsevier 2007: 174)

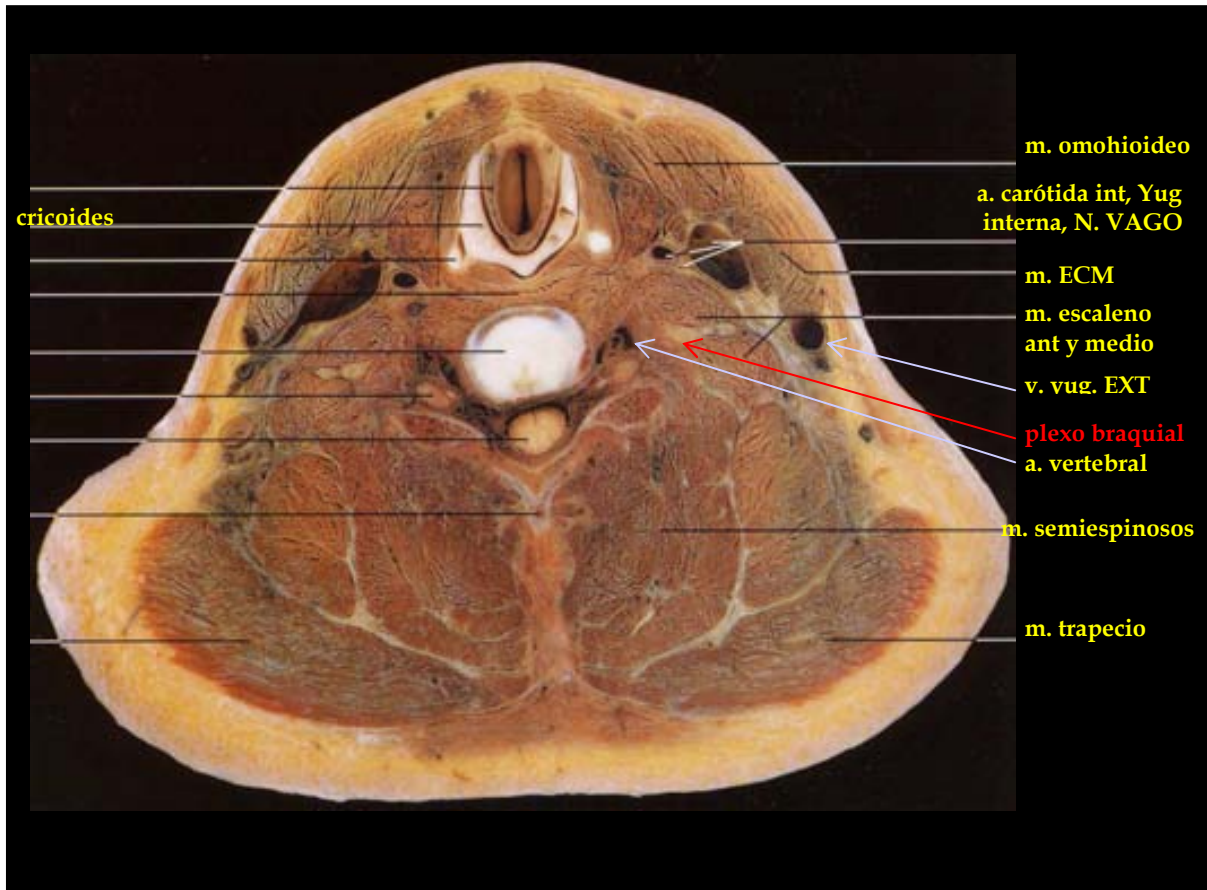


Figura 51: Corte transversal anatómico del cuello a la altura del cartílago cricoides mostrando la relación del plexo braquial con la musculatura del cuello y demás estructuras importantes (vena yugular interna, nervio vago, arteria carótida interna y arteria vertebral) (De: Atlas de anatomía humana. Rohen JW, Yokochi Ch, Lütjen-Drecoll E. 6ª Edición, Elsevier 2007: 156)

2ª Parte.- Análisis de los datos obtenidos:

6.2 HOMOGENEIDAD BASAL DE LOS DOS GRUPOS

6.2.1 Factores demográficos

Ciento veintisiete pacientes fueron incluidos y asignados de forma randomizada a uno de los tres grupos del estudio.

Las principales características demográficas y clínicas de los pacientes, se resumen en las tablas 6 y 7, no encontrando diferencias significativas entre los grupos.

	Grupo 0,375%	Grupo 0,2%	Grupo no st	%	P
N	43	42	42		
Peso	76,6 ± 11,6	69 ± 11	72,7 ± 11,5		Ns
Edad	66,6 ± 11	63,7 ± 13,4	66,9 ± 14,4		Ns
ASA	2,3 ± 0,5	2 ± 0,6	2,38 ± 0,5		Ns
<u>Realización bloqueo:</u>					
Residente	7	10	9	20,5	Ns
Res→Adj	12	6	6	19	
Adjunto	24	26	27	60,5	

Tabla 6: Características demográficas y clínicas de los pacientes (ns: no significativo) (Res→Adj: si el residente no conseguía realizar el bloqueo o insertar el catéter el adjunto responsable del estudio lo realizaba)

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
PESO (kg)	127	40	120	72,83	11,659
EDAD	127	21	90	65,76	13,436
DURACIÓN BLOQUEO (min)	127	2	40	11,46	6,509
CAT INTROD (cm)	126	2	16	6,77	2,680
CAT FINAL (cm)	126	2	15	6,02	2,295
INTENSIDAD ST (mA)	122	0,3	1,7	0,543	0,2332
DURACION IQ (min)	123	40	300	114,88	48,335

FENTANILO INTRA (mcg)	123	0,1	0,6	0,145	0,0781
EVN 0h	124	0	8	0,90	1,944
EVN 3h	124	0	7	1,01	1,665
EVN 12h	126	0	9	2,03	2,246
EVN 24h	125	0	7	2,23	1,921
EVN 48h	124	0	7	1,73	1,753
RETIRADA CATÉTER (h)	127	0	48	35,06	15,657
NOLOTIL 1 (n° dosis)	115	0	7	3,13	1,335
NOLOTIL 2 (n° dosis)	115	0	7	2,84	1,715
PARACETAMOL 1 (n° dosis)	117	0	4	2,29	0,974
PARACETAMOL 2 (n° dosis)	117	0	4	2,20	1,233
MORFINA 1 (mg)	117	0	4	0,33	0,830
MORFINA 2 (mg)	117	0	2	0,09	0,371
ALTA (h)	97	24	336	76,70	45,839
N VÁLIDO (según lista)	83				

Tabla 7: Resultados estadísticos descriptivos de los datos principales (en los analgésicos, 1 significa primer día y 2 segundo día) (EVN: escala verbal numérica del dolor)

6.2.2 Intervención quirúrgica

Los pacientes estudiados debían ser intervenidos de cirugía mayor de hombro. En la tabla 8 se describen las cirugías realizadas en los diferentes grupos. En la tabla 9 se han agrupado las cirugías en tres grupos principales (según el tipo de cirugía) y en la 10 se estudia la distribución de cada una de estas categorías en el grupo de estudio.

Cirugías / grupo		0,375%	0,2%	No st
1	Acromioplastias	41,8 %	45 %	28,6 %
2	Hemiartroplastias/Recambios	53,4 %	30,1 %	38 %
3	Cerclaje/Otros	4,6 %	23,8 %	33,3 %

Tabla 8: Tipos de cirugía según el grupo del estudio

Grupos de cirugías		Frecuencia	Porcentaje
1	Acromioplastias	49	38,6 %
2	Hemiartróplastias/Recambios	52	40,9 %
3	Cerclaje/Otros	26	20,5 %
	Total	127	100,0 %

Tabla 9: Frecuencias del tipo de cirugía (agrupando en tipos principales)

Grupo / Cirugía	0,375% n = 43	0,2% n = 42	No estimulación N = 42
Acromioplastia (abierta o por artroscopia)	18	19	12
Hemiartróplastia	20	11	14
Osteosíntesis con cerclaje	2	9	13
Artroplastia invertida	1	1	0
Recambio de artroplastia	2	1	2
Osteosíntesis endomedular	0	1	1

Tabla 10: Frecuencias del tipo de cirugía en cada grupo de estudio

Aunque el estudio fue randomizado y los pacientes se distribuían por orden de llegada, hay una mayor incidencia de cirugías en principio más dolorosas (a priori, las hemiartróplastias, debido a que el trauma quirúrgico es mayor que en las otras cirugías) en el grupo de estimulación y mayor concentración de anestésico local (grupo 0,375%). En los otros dos grupos las cirugías están distribuidas uniformemente (con 1/3 cirugías aproximadamente en cada uno de los tres grupos).



Figura 52: Fractura de húmero subcapital (foto a la izquierda) y osteosíntesis mediante agujas y cerclaje (foto a la derecha) (foto gentileza del Dr. Itarte, HSCSP)

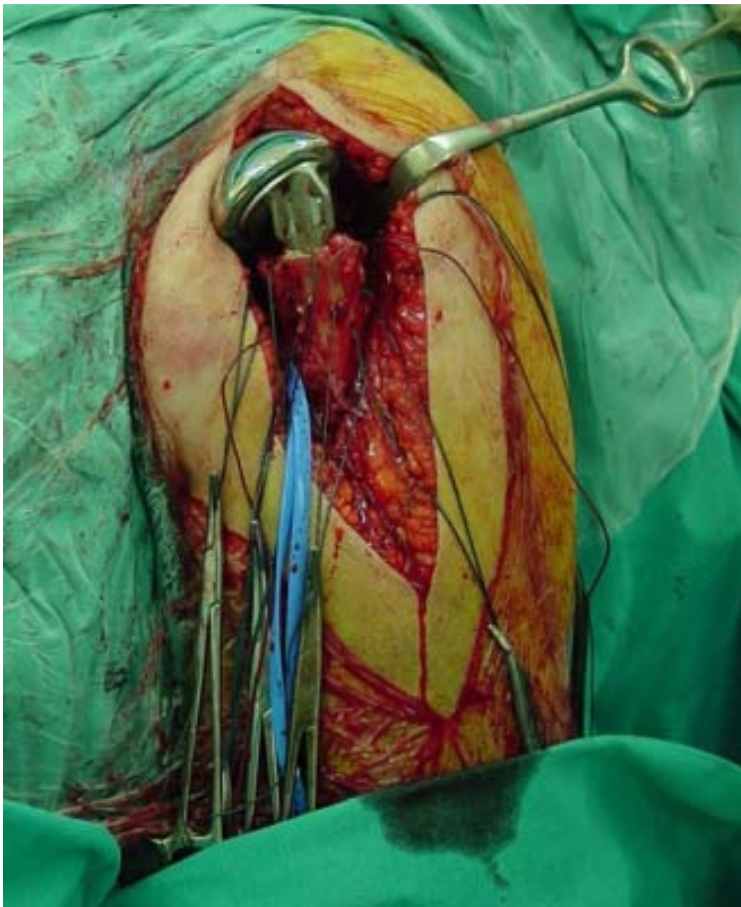


Figura 53: Imagen peroperatoria de la inserción de una prótesis de hombro invertida tipo Bigliani (foto gentileza del Dr. Itarte, HSCSP)

6.3 DATOS DE LA REALIZACIÓN DEL BLOQUEO Y DE LA INSERCIÓN DEL CATÉTER

6.3.1 Duración del bloqueo

Los bloqueos se realizaban todos en el box de preanestesia. La duración máxima aceptada para realizar el bloqueo fue de 40 minutos. Si se superaba ese intervalo se suspendía la técnica y se pasaba a realizar una anestesia general.

	0,375% n = 43	0,2% n = 42	No estimulación n = 42
Duración del bloqueo (min.)	14,14 ± 7,99	12,04 ± 4,62	8,13 ± 4,92
Catéter introducido (cm)	7,4 ± 2,6	7,4 ± 2,8	5,6 ± 1,9
Catéter final (cm)	6,1 ± 2,3	6,4 ± 2,6	5,6 ± 1,9
Intensidad de estimulación por catéter	0,54 ± 0,17	0,48 ± 0,15	0,6 ± 0,3 (10 casos > 0,7)

Tabla 11: Resultados obtenidos en la inserción del catéter interescalénico

Al tener que verificar la posición de la punta del catéter, retirar y reinsertar el catéter en caso necesario, parece lógico que en los grupos con estimulación, la duración del bloqueo sea mayor. La tabla siguiente y el estudio estadístico con la prueba de Scheffé así lo confirman (tablas 12 y 13). En cambio, como era de esperar, no hubieron diferencias significativas en la duración del bloqueo en los dos grupos en los que se comprobaba el catéter (grupos 0,2% y 0,375%).

En los grupos 0,2 % y 0,375 % se introducía el catéter unos 2 cm más de promedio que en el grupo sin estimulación, seguramente debido a que, al tener que retirarlo luego hasta obtener una respuesta motora, se tiende a insertar más el catéter para no dejar poco catéter introducido al final del procedimiento. De hecho, los cm de catéter introducidos al final de la colocación son parecidos en todos los grupos, siendo de +/- 6 cm (desde la piel hasta la punta del catéter).

Duración del bloqueo	N	Media	Desviación típica	Error típico
- no st	42	8,13	4,920	0,759
- 0,2%	42	12,04	4,620	0,713
- 0,375%	43	14,14	7,993	1,219
Total	127	11,46	6,509	0,578

Tabla 12: Duración del bloqueo según el grupo de estudio.

DURACIÓN DEL BLOQUEO	Intervalo de confianza para la media del 95%		Mínimo	Máximo
	Límite Inferior	Límite Superior		
- no st	6,60	9,66	2	30
- 0,2%	10,60	13,48	4	20
- 0,375%	11,68	16,60	3	40
Total	10,31	12,60	2	40

(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza para la media del 95%	
					Límite Inferior	Límite superior
no st	0,2%	-3,905*	1,322	0,015*	-7,18	-0,63
	0,375%	-6,009*	1,314	0,000*	-9,26	-2,75
0,2%	no st	3,905*	1,322	0,015*	0,63	7,18
	0,375%	-2,104	1,314	0,281	-5,36	1,15
0,375%	no st	6,009*	1,314	0,000*	2,75	9,26
	0,2%	2,104	1,314	0,281	-1,15	5,36

Tabla 13: Pruebas post hoc “duración del bloqueo”: Variable dependiente: duración del bloqueo (min.). Scheffé (* la diferencia de medias es significativa al nivel 0,05)

6.3.2 Respuesta motora al estimular con el catéter

En la tabla 14 y en la figura 54 se describen las respuestas motoras obtenidas. Como podemos observar, la respuesta más frecuente con el catéter estimulable sería la flexión del codo (51% de los casos) y a continuación la abducción del brazo (18,9%) y la extensión del codo (16,5%). Todas son respuestas proximales, las que generalmente se recomiendan para la realización del bloqueo interescalénico con la aguja de neuroestimulación. El resultado es el esperado y se debe seguramente a la estimulación eléctrica por el catéter de las capas más superficiales de los troncos del plexo braquial, antes de su división en las ramas terminales.

RESPUESTA MOTORA	Frecuencia	Porcentaje
- ABD (abducción)	24	18,9
- Cubital + pectoral	1	0,8
- Elevación hombro + extensión codo	1	0,8
- Extensión brazo+ pectoral	1	0,8
- Extensión codo	20	15,7
- Extensión mano	1	0,8
- Flexión codo	60	47,2
- Flexión codo + abducción	3	2,4
- Flexión codo + extensión mano	1	0,8
- Flexión codo + pectoral	1	0,8
- Flexión mano	7	5,5
- No respuesta a < 0,7 mA	10	8
- Parestesia hombro	1	0,8
- Pectoral	1	0,8
TOTAL	127	100

Tabla 14: Respuestas motoras obtenidas con el catéter estimulable ($I < 0,7 \text{ mA}$) en el total de los casos

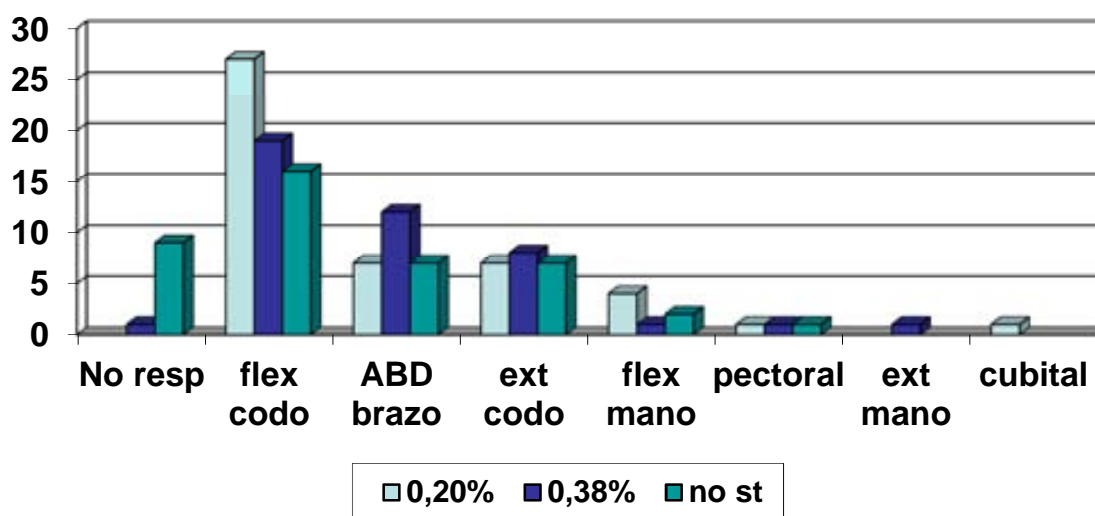


Figura 54: Diagrama de las respuestas obtenidas con el catéter estimulable ($I < 0,7$ mA) según el grupo

En 10 pacientes no se obtuvo respuesta con $I < 0,7$ mA y en un paciente no se consiguió insertar el catéter. Todos (excepto uno del grupo 0,375% en el que no se consiguió mejorar la respuesta con el catéter a pesar de varias inserciones y un paciente en el que no se pudo insertar el catéter) corresponden al grupo no st y se deben a que en dicho grupo, como característica propia, no se volvían a recolocar en caso de no observar respuesta. En la tabla 23, realizamos un análisis de la evolución de dichos pacientes.

6.3.3 Incidencias durante la inserción del catéter.

La colocación del catéter, como hemos podido ver en la tabla 15, origina incidencias de forma frecuente (164 en 127 pacientes), aunque la mayoría son menores y algunas, como las parestesias o el dolor irradiado al inyectar, nos indican que el catéter está cerca del plexo, con lo que son una ayuda más que una complicación.

Incidencias punción	0,2% n = 42 (% dentro del grupo)	0,375% n = 43 (% dentro del grupo)	No estimulación n = 42 (% dentro del grupo)
Acodamiento catéter	12 (28,6 %)	7 (16,3 %)	4 (9,5 %)
Nuevo equipo	12 (28,6 %)	7 (16,3 %)	4 (9,5 %)
Parestesia al introducir catéter	6 (14,3%)	1 (2,3%)	5 (11,9%)
Alta resistencia a la entrada del catéter	4 (9,5 %)	4 (9,3 %)	3 (7,1%)
Parestesia al inyectar	7 (16,7%)	7 (16,3 %)	6 (14,3%)
Alta resistencia a la inyección	1 (2,4%)	1 (2,3%)	1 (2,4%)
Catéter no estimula: re inserción catéter	8 (19,0%)	5 (11,6%)	0
Dificultad localizar plexo con aguja	3 (7,1%)	3 (7,0%)	4 (9,5%)
Dolor referido a escápula al introducir catéter	1 (2,4%)	2 (4,6%)	1 (2,4%)
Dolor referido a escápula al inyectar	0	1 (2,3%)	1 (2,4%)
Dolor local entrada catéter	4 (9,5 %)	7 (16,3 %)	5 (11,9%)
Dolor local al inyectar	2 (4,8%)	5 (11,6%)	5 (11,9%)
Pelo no asoma (defecto fabrica)	1 (2,4%)	2 (4,6%)	0
Catéter estimula frénico: retiramos 1 cm	1 (2,4%)	1 (2,3%)	0
Punta catéter muy superficial (<3cm): se repite técnica	0	2 (4,6%)	1 (2,4%)
Sangrado pericatóter	0	0	3 (7,1%)
Imposible insertar catéter	0	1 (2,3%)	0
Afonía a los 10 min.	1 (2,4%)	0	0
Cuadro vagal a los 15 min.	1 (2,4%)	0	0
Nº TOTAL	65	55	44

Tabla 15: Incidencias aparecidas durante la inserción del catéter

Así mismo, en el estudio hemos detectado que algunos catéteres (3 de 131 catéteres utilizados) presentan un fallo de fabricación grave que, si no se detecta, impide que el catéter estimule: el defecto consiste en que el pelo que debería asomar en la parte proximal del catéter, la que unimos al acople que permite conectar el estimulador por un lado e inyectar por el otro, no asoma con lo que la estimulación eléctrica no llega a la punta del catéter. En el estudio, la detección de ese fallo ha originado desechar el equipo y si el catéter ya estaba insertado, retirarlo y volver a empezar la técnica. Dicho fallo en el equipo, aunque no llega al 5% de los equipos, por su importancia, nos obliga a verificar la parte proximal del equipo antes de emplearlo. Dicha incidencia se notificó a la casa comercial (Pajunk®) y parece que se ha subsanado puesto que en los últimos años ocurre muy raramente.

En la tabla 16 se realiza un análisis más detallado de las incidencias más frecuentes durante la inserción del catéter.

Incidencias punción	0,2% n = 42 (% dentro del grupo)	0,375% n = 43 (% dentro del grupo)	No estimulación n = 42 (% dentro del grupo)	Significación estadística de la diferencia entre grupos
Acodamiento catéter	12 (28,6 %)	7 (16,3 %)	4 (9,5 %)	0,017 *
Nuevo equipo	12 (28,6 %)	7 (16,3 %)	4 (9,5 %)	0,017 *
Parestesia al introducir catéter	6 (14,3%)	1 (2,3%)	5 (11,9%)	0,427
Alta resistencia a la entrada del catéter	4 (9,5 %)	4 (9,3 %)	3 (7,1%)	0,424
Catéter no estimula: reinserción catéter	8 (19,0%)	5 (11,6%)	0	0,003 *
Dificultad localizar plexo con aguja	3 (7,1%)	3 (7,0%)	4 (9,5%)	0,421
Dolor local entrada catéter	4 (9,5 %)	7 (16,3 %)	5 (11,9%)	0,435
Dolor local al inyectar	2 (4,8%)	5 (11,6%)	5 (11,9%)	0,178

Tabla 16: Estudio estadístico de las diferencias entre grupos en las complicaciones más frecuentes (incidencia total > 10) (Pruebas de chi-cuadrado: Significación. exacta, unilateral. Asociación lineal por lineal).

Como hemos podido observar a partir de las tablas 15 y 16, en el grupo no st hay una incidencia significativamente menor de reinserciones del catéter (como era de esperar según el diseño del estudio) y, por tanto, menos acodamientos y menos consumo de equipos. En el resto de complicaciones, todas menores en nuestra serie de 127 pacientes, no hay diferencias significativas lo cual es interesante de cara a recomendar reinserciones del catéter en caso de no hallar una respuesta adecuada.

Este mayor número de reinserciones podría originar una diferencia en la aceptación de la técnica por el paciente, sin embargo, tal y como se describe en las tablas 17 y 18, interrogando directamente al paciente al finalizar la técnica, no existen diferencias en el grado de las molestias originadas durante la realización del bloqueo.

Molestia técnica	0,375% n = 43	0,2% n = 42	No estimulación n = 42	Total
IMPORTANTE	1 2,3%	0 0%	1 2,4%	2 1,6%
MODERADA	11 25,6%	12 28,6%	12 28,6%	35 27,6%
LIGERA	30 69,8%	29 69%	29 69%	88 69,3%

Tabla 17: Molestia referida por el paciente debida a la técnica anestésica (bloqueo interescalénico continuo)

	Valor	Gl	Sig. Asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,506 ^a	8	,751
Razón de verosimilitudes	6,081	8	,638
N de casos válidos	127		

Tabla 18: Molestia referida por el paciente debida a la técnica anestésica. Pruebas de chi-cuadrado a 9 casillas (60%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,33.

Así pues, cerca del 30 % de los pacientes refieren una molestia durante la inserción del catéter pero solo en 1 % de los pacientes, la molestia es importante y generalmente con una premedicación adecuada y explicando previamente al paciente que dicha técnica se realiza para evitar el dolor postoperatorio, los pacientes aceptan de buen grado dicha molestia.

6.4 EVOLUCIÓN POSTOPERATORIA

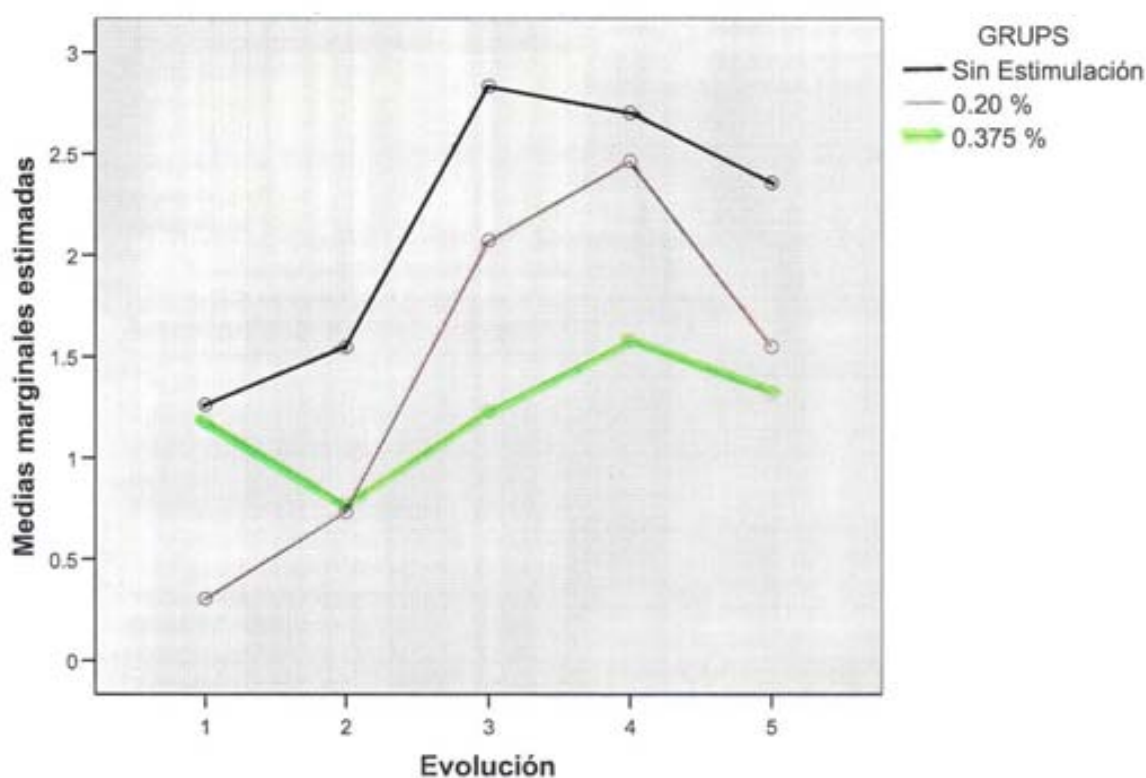
6.4.1 Dolor postoperatorio

6.4.1.1 Evolución del EVN

	N	Media	Desviación típica	Error típico
EVN 0h				
- no st	42	1,26	2,322	0,358
- 0,2%	41	0,30	1,018	0,159
- 0,375%	41	1,12	2,124	0,332
Total	124	0,90	1,944	0,175
EVN 3h				
- no st	42	1,55	2,149	0,332
- 0,2%	41	0,73	1,423	0,222
- 0,375%	41	0,73	1,141	0,178
Total	124	1,01	1,665	0,150
EVN 12h				
- no st	42	2,83	2,419	0,373
- 0,2%	42	2,02	2,412	0,372
- 0,375%	42	1,23	1,547	0,239
Total	126	2,03	2,246	0,200
EVN 24h				
- no st	42	2,70	2,069	0,319
- 0,2%	42	2,43	1,918	0,296
- 0,375%	41	1,54	1,587	0,248
Total	125	2,23	1,921	0,172

EVN 48h				
- no st	42	2,36	1,973	0,304
- 0,2%	42	1,51	1,647	0,254
- 0,375%	40	1,29	1,441	0,228
Total	124	1,73	1,753	0,157

Tabla 19: Evolución del dolor en reposo según el EVN (ANOVA de un factor). O horas se considera el momento de llegar a reanimación el paciente (despierto y orientado).



EVN 0h EVN 3h EVN 12h EVN 24h EVN 48h

Figura 55: Gráfico de la evolución de los promedios de la EVN según el grupo y en función del tiempo (primeras 24h)

En el gráfico de la figura 55, podemos observar según la evolución de las curvas y a partir del estudio estadístico (ANOVA) que existe en todos los grupos en conjunto, una progresión ascendente del dolor hasta las 24 horas y luego un ligero descenso a las 48h. Así mismo, a partir de las 3 horas y hasta las 48 horas, en los grupos 0,2 % y 0,375 % la media del dolor es menor que en el grupo no st. A destacar también que en el grupo 0,375 %, en

todo momento el dolor referido es menor que en los otros dos grupos (incluso partiendo de un dolor al llegar a reanimación mayor, aunque la diferencia no sea significativa, que en el grupo 0,2%).

Según el ANOVA de la evolución de la EVN del dolor en el postoperatorio, las diferencias entre los diferentes grupos son significativas a las 3, 12, 24 y 48 horas partiendo de un dolor parecido a las 0h. Las diferencias dentro del grupo no son significativas en todo momento, lo que equivale a decir que los grupos son homogéneos (tabla 21).

	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
	Límite Inferior	Límite Superior		
EVN 0h				
- no st	0,54	1,99	0	8
- 0,2%	0,2	0,63	0	4
- 0,375%	0,45	1,79	0	7
Total	0,55	1,24	0	8
EVN 3h				
- no st	0,88	2,22	0	7
- 0,2%	0,28	1,18	0	7
- 0,375%	0,37	1,09	0	5
Total	0,71	1,30	0	7
EVN 12h				
- no st	2,08	3,59	0	8
- 0,2%	1,27	2,78	0	9
- 0,375%	0,74	1,71	0	6
Total	1,63	2,42	0	9
EVN 24h				
- no st	2,06	3,35	0	7
- 0,2%	1,83	3,03	0	7
- 0,375%	1,04	2,04	0	7
Total	1,89	2,57	0	7

EVN 48h				
- no st	1,74	2,97	0	7
- 0,2%	1,00	2,03	0	7
- 0,375%	0,83	1,75	0	7
Total	1,41	2,04	0	7

Tabla 20: Tabla descriptiva de la evolución de la EVN

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
EVN 0	Inter-grupos	22,042	2	11,021	3,011	,053
	Intra-grupos	442,948	121	3,661		
	Total	464,990	123			
EVN 3	Inter-grupos	18,490	2	9,245	3,469	,034
	Intra-grupos	322,502	121	2,665		
	Total	340,992	123			
EVN 12	Inter-grupos	54,242	2	27,121	5,787	,004
	Intra-grupos	576,411	123	4,686		
	Total	630,653	125			
EVN 24	Inter-grupos	30,741	2	15,371	4,392	,014
	Intra-grupos	427,011	122	3,500		
	Total	457,752	124			
EVN 48	Inter-grupos	26,347	2	13,173	4,531	,013
	Intra-grupos	351,831	121	2,908		
	Total	378,177	123			

Tabla 21: ANOVA de la evolución en el tiempo de la EVN

6.4.1.2 Consumo de analgésicos

A partir de las tablas 22 y 23 vemos que la necesidad de analgésicos de rescate, especialmente Nolotil® y morfina (el paracetamol se daba más como pauta fija), presenta una tendencia a disminuir al pasar del grupo de no estimulación al de ropivacaina 0,2% y posteriormente al 0,375%. Por tanto, la correcta colocación del catéter permitiría disminuir el consumo de analgésicos de rescate y la perfusión al 0,375% requeriría menos suplementos analgésicos que la del 0,2%

	N	Media	Desviación típica	Error típico
NOLOTIL ®				
1er día (n° dosis)				
- no st	37	3,35	1,620	0,266
- 0,2%	39	3,03	1,246	0,199
- 0,375%	39	3,03	1,112	0,178
Total	115	3,13	1,335	0,124
NOLOTIL ®				
2º día (n° dosis)				
- no st	37	2,89	2,157	0,355
- 0,2%	39	3,13	1,592	0,255
- 0,375%	39	2,51	1,295	0,207
Total	115	2,84	1,715	0,160
PARACETAMOL				
1er día (n° dosis)				
- no st	37	2,59	0,832	0,137
- 0,2%	39	2,10	1,021	0,163
- 0,375%	41	2,20	1,005	0,157
Total	117	2,29	0,974	0,090
PARACETAMOL				
2º día (n° dosis)				
- no st	37	2,24	1,211	0,199
- 0,2%	39	2,18	1,335	0,214
- 0,375%	41	2,17	1,181	0,184
Total	117	2,20	1,233	0,114
MORFINA ev				
1er día (n° dosis)				
- no st	37	0,49	0,768	0,126
- 0,2%	39	0,31	0,832	0,133
- 0,375%	41	0,22	0,881	0,138
Total	117	0,33	0,830	0,077

MORFINA ev				
2° día (n° dosis)				
- no st	37	0,14	0,419	0,069
- 0,2%	39	0,10	0,384	0,061
- 0,375%	41	0,05	0,312	0,049
Total	117	0,09	0,371	0,034

Tabla 22: Consumo de analgésicos según el grupo en el primer y segundo día del postoperatorio (Nolotil®, Paracetamol ev y Cloruro mórfico ev según dolor).

	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
	Límite inferior	Límite superior		
NOLOTIL ®				
1er día (n° dosis)				
- no st	2,81	3,89	0	7
- 0,2%	2,62	3,43	0	6
- 0,375%	2,67	3,39	1	6
Total	2,88	3,38	0	7
NOLOTIL ®				
2° día (n° dosis)				
- no st	2,17	3,61	0	7
- 0,2%	2,61	3,64	0	6
- 0,375%	2,09	2,93	0	5
Total	2,53	3,16	0	7
Proeffergan ®				
1er día (n° dosis)				
- no st	2,32	2,87	1	4
- 0,2%	1,77	2,43	0	4
- 0,375%	1,88	2,51	0	3
Total	2,11	2,47	0	4

Proefferalgan				
2° día (n° dosis)				
- no st	1,84	2,65	0	4
- 0,2%	1,75	2,61	0	4
- 0,375%	1,80	2,54	0	4
Total	1,97	2,42	0	4
MORFINA ev				
1er día (n° dosis)				
- no st	0,23	0,74	0	2
- 0,2%	0,04	0,58	0	4
- 0,375%	0,06	0,50	0	4
Total	0,18	0,49	0	4
MORFINA ev				
2° día (n° dosis)				
- no st	0,00	0,27	0	2
- 0,2%	0,02	0,23	0	2
- 0,375%	0,05	0,15	0	2
Total	0,03	0,16	0	2

Tabla 23: Tabla descriptiva del consumo de analgésicos

En la tabla 24 intentamos destacar los datos que mejor reflejan el posible fallo del bloqueo. En la literatura de los bloqueos periféricos continuos para analgesia postoperatoria, se denomina fallo primario al fallo de la analgesia de la dosis inicial (generalmente por la aguja y en nuestro estudio, a través del catéter) y fallo secundario, cuando la perfusión del anestésico local (por el catéter) no es efectiva (a partir de las 6-8h dependiendo de la duración de acción del anestésico local administrado en la dosis inicial). Así pues, tal y como viene reflejado en la tabla, algunos datos reflejarían más un fallo de la dosis inicial y otros de la perfusión y algunos datos, de ambos por igual.

Datos indicativos de bloqueo ineficaz	No estimulación n = 42 (% dentro del grupo)	0,2%	0,375%
		n = 42 (% dentro del grupo)	n = 43 (% dentro del grupo)
Dolor VAS > 5 en REA (fallo 1ario)	5	0	3
Fentanilo intraoperatorio > 250 mcg (fallo 1ario)	8	1	3
Dolor VAS > 5 a partir de las 12h (fallo 2ario)	6	4	1
Nº de dosis de morfina primeras 24h (fallo 1ario y/o 2ario)	18	12	9
Nº de pacientes que requieren morfina primeras 24h (fallo 1ario y/o 2ario)	12 (29%)	7 (16,7%)	3 (7%)

Tabla 24: Tabla descriptiva de los datos que estarían relacionados con un bloqueo interescalénico ineficaz y su incidencia en los diferentes grupos (fallo 1ario: depende de la dosis inicial; fallo 2ario: depende de la perfusión)

En la tabla 24 pues, observamos que el grupo no st presenta más dolor tras la dosis inicial (en el grupo 0,375 % también hay más casos que en el 0,2 % pero puede ser debido a la ya comentada mayor concentración de cirugías más dolorosas). Sin embargo, en cuanto al dolor secundario tanto el grupo 0,2 % como el 0,375 % presentan menos dolor, especialmente este último (partiendo de una situación menos favorable que el grupo 0,2 % como hemos comentado previamente).

Dentro de los grupos hemos separado los casos en los que no se obtenía respuesta con el catéter con una intensidad inferior o igual a 0,7 mA, dato decidido a priori para considerar una colocación del catéter más alejada de 0,25 cm del nervio como inadecuada para un buen efecto analgésico. En la tabla 25 aparece la evolución de la analgesia en estos casos así como las posibles incidencias. En el grupo no st, de los 8 casos obtenidos, en 4 hubo dolor importante y en otro el catéter fue retirado (solo en 3 casos la analgesia fue satisfactoria). Si se eleva el umbral aceptado a priori a 1,2mA tan solo quedan 5 pacientes, de los cuales 4 tuvieron dolor importante y en uno hubo que retirar el catéter por efectos secundarios debido al bloqueo de estructuras vecinas desde muy pronto (en reanimación).

En el único caso que requirió una intensidad mayor de estimulación a 0,7 mA en el grupo 0,375 % la analgesia obtenida fue satisfactoria (se obtuvo una respuesta con una

intensidad de 1,4 mA, por tanto el catéter se hallaba a 0,5 cm del nervio, según los datos de la casa comercial).

Grupo	Intensidad estimulación por catéter	Morfina (nº dosis 1er día)	Analgesia	Incidencias
No ST (9/42)	No < 1 mA	0	Buena	Retirada 30h
	0,8 mA	2	Buena	Retirada 48h
	No < 1 mA (por inyección errónea 1ml previa a st)	-	Caso excluido	Catéter desplazado en REA
	1,2 mA	-	-	CBH y disnea en REA: retirada catéter
	0,8 mA	0	Buena	Retirada 40h
	No < 1 mA	0	Dolor 12 y 24h	Retirada 48h
	1,7 mA	0	Dolor 24 y 48h	Retirada 48h
	1,7 mA	2	Dolor severo REA	Salida catéter 1ª noche
	1,2 mA	1	Dolor severo REA	Retirada 48h
0,375% (2/43)	Inserción no posible	-	-	Caso excluido
	1,4 mA	0	OK	Retirada 24h por fin bomba
0,2 % (0/42)	-	-	-	-

Tabla 25: Evolución de los casos sin respuesta motora con $I < 0,7$ MA en cada grupo de estudio

6.4.1.3 Calidad del descanso nocturno

Para analizar la calidad del descanso nocturno hemos realizado unas tablas de contingencia estudiando por separado la primera y la segunda noche del postoperatorio y a continuación un estudio estadístico con las pruebas de chi-cuadrado de los datos obtenidos (tablas 26, 27 y 28).

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DES1N * GRUPS	124	97,6%	3	2,4%	127	100,0%
DES2N * GRUPS	121	95,3%	6	4,7%	127	100,0%

Tabla 26: Tabla descriptiva del procesamiento de los casos estudiando el descanso nocturno del paciente (DES1N: calidad del descanso la primera noche y DES2N: calidad del descanso la segunda noche).

Tabla de contingencia

			GRUPS			Total
			Sin Estimulación	0.20 %	0.375 %	
DES1N	MAL	Recuento	13	5	2	20
		% dentro de GRUPS	31,7%	12,2%	4,8%	16,1%
	REGULAR	Recuento	4	9	7	20
		% dentro de GRUPS	9,8%	22,0%	16,7%	16,1%
	OK	Recuento	24	27	33	84
		% dentro de GRUPS	58,5%	65,9%	78,6%	67,7%
Total		Recuento	41	41	42	124
		% dentro de GRUPS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,090 ^a	4	,011
Razón de verosimilitudes	13,134	4	,011
Asociación lineal por lineal	7,928	1	,005
N de casos válidos	124		

a. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 6,61.

Tabla 27: Tabla de contingencia y pruebas de chi-cuadrado de la calidad del descanso de la primera noche.

Del estudio estadístico mediante las tablas de contingencia parece pues que existen diferencias entre los diferentes grupos en cuanto al descanso durante la primera noche y revisando las tablas, de hecho, en el grupo sin estimulación observamos una incidencia

mayor en la categoría de “mal descanso” respecto a los otros grupos (31,7% versus 12,2% y 4,8%). Asimismo, en el grupo 0,375 % obtenemos una incidencia mayor de descanso correcto respecto a los otros grupos (78,6%).

Tabla de contingencia

			GRUPS			Total
			Sin Estimulación	0.20 %	0.375 %	
DES2N	MAL	Recuento	7	4	3	14
		% dentro de GRUPS	17,1%	10,3%	7,3%	11,6%
	REGULAR	Recuento	0	8	2	10
		% dentro de GRUPS	,0%	20,5%	4,9%	8,3%
	OK	Recuento	34	27	36	97
		% dentro de GRUPS	82,9%	69,2%	87,8%	80,2%
Total	Recuento		41	39	41	121
	% dentro de GRUPS		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. Asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,728 ^a	4	,008
Razón de verosimilitudes	15,108	4	,004
Asociación lineal por lineal	,974	1	,324
N de casos válidos	121		

a. 6 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,22.

Tabla 28: Tabla de contingencia y pruebas de chi-cuadrado de la calidad del descanso de la segunda noche.

En cuanto a la segunda noche, siguen existiendo diferencias significativas entre los grupos (en el grupo sin estimulación obtenemos una incidencia mayor en la categoría de “mal descanso” respecto a los otros grupos (17,1% versus 10,3% y 7,3%) pero no tan claras como en la primera noche (la asociación lineal por lineal no es significativa).

6.3.2 Complicaciones

En la tabla 29 se describen las complicaciones propias de la perfusión interescalénica siendo la retirada prematura del catéter por varios motivos la más frecuente

(salida prematura, por no seguimiento del protocolo por enfermería o por el traumatólogo, por alta precoz, por analgesia insuficiente o por problemas con la bomba electrónica de infusión).

La complicación más importante por sus posibles consecuencias es la aparición de disnea durante la perfusión. En total son 8 pacientes en una serie de 126 catéteres insertados (en un caso fue imposible cateterizar), es decir un 6% de las perfusiones. Se ha de destacar que en ningún caso el tratamiento fue urgente y la disnea era moderada (por ejemplo, percibían dificultad de realizar inspiraciones profundas) y cedía al parar la perfusión (al cabo de unos 30 minutos) e incorporar ligeramente el paciente. La aparición de la disnea fue en diferentes momentos: al llegar a reanimación, al cabo de 3 horas, durante la primera noche, a las 24 horas... Dicha variedad se debe a que probablemente el catéter se haya desplazado ligeramente con los movimientos del cuello y la punta se aproxima más al nervio frénico provocando una hemiparesia diafragmática homolateral. Aunque no es significativo (necesitaríamos una muestra mucho mayor), en el grupo sin estimulación es donde encontramos más casos (5 de 8), quizás debido a no controlar la posición del catéter de forma tan precisa como en los otros dos grupos.

Dentro de los pacientes que presentaron disnea en el postoperatorio destaca un paciente que a las 24 horas presentó disnea, ligero descenso en la saturación (93% al aire) y dolor costal. Ante la sospecha de TEP se realizó TAC torácico que lo descartó pero demostró un colapso del lóbulo inferior homolateral que fue mejorando en los días posteriores tras suspender la perfusión interescalénica.

Otra complicación relativamente frecuente (4 casos), al igual que en el bloqueo interescalénico en dosis única, es el síndrome de Claude Bernard Horner por bloqueo del simpático cervical, el cual no obliga a la retirada del catéter pero si aparece tardíamente (como en los dos casos a las 24 y 30 horas), es preferible parar la perfusión para la tranquilidad y confort del paciente.

No hubieron casos de infección en la zona de entrada del catéter y sí un reingreso al cabo de unos días por infección de un hematoma en la zona quirúrgica. Este dato es muy importante de cara a que los traumatólogos no sean contrarios a la colocación de perfusiones cerca de la zona intervenida y no interfieran en este tipo de analgesia.

Complicaciones	0,2% n = 42 (% dentro del grupo)	0,375% n = 43 (% dentro del grupo)	No estimulación n = 42 (% dentro del grupo)
Disnea en postoperatorio inicial (ansiedad en ex-toxicómano): no perfusión	1 (2,4%)		
Retirada prematura por salida del catéter	6	3	5
Retirada prematura por orden médica/enfermería	5	5	4
Retirada por fin perfusión	2	1	
Retirada por alta precoz	2	3	1
Retirada por analgesia insuficiente	1 (2,4%)		2
Retirada por disnea	1 (dificultad de realizar inspiraciones profundas a las 3h)	1 (no retirada catéter)	1 (disnea 1ª noche), 1 (a las 6h), 1 (a las 24h: TAC por sospecha TEP: colapso basal lóbulo inferior homolateral)
Sd Claude Bernard Horner tardío: retirada del catéter	I (30h), I (24h)		
Reingreso por infección o hematoma en zona quirúrgica	1 (2,4%)		1
Disminución movilidad general la 1ª semana: TAC craneal normal	1 (2,4%)		
Avisan anestesia de guardia por resistencia en la bomba	1 (2,4%)		
Disestesias		2	
Retirada en REA por ineficaz			1
Retirada en REA por disnea+molestia local+CBH			2
Nº TOTAL	65	55	44

Tabla 29: Complicaciones aparecidas durante la perfusión interescalénica

VII. DISCUSIÓN

VII. DISCUSIÓN

La disección anatómica de las regiones supra e infraclaviculares en el cadáver estudiado nos ha permitido en primer lugar valorar si el abordaje utilizado en el estudio era anatómicamente adecuado para localizar el plexo braquial y sus relaciones en dicho punto de entrada con las estructuras vecinas, especialmente vasos y el pulmón. En segundo lugar, y era el principal motivo del estudio anatómico, pudimos observar las características y la relación de las diversas fascias del cuello, especialmente en el punto de entrada de los catéteres interescalénicos.

Como las diferentes descripciones anatómicas ya indicaban (2,14,18), el lugar escogido para la punción era efectivamente el lugar donde el plexo braquial se halla más superficial. Así pues, el abordaje de Hadzic nos proporciona un acceso muy directo al plexo, efectuando la punción en un lugar donde se palpa muy bien el surco interescalénico puesto que el músculo esternocleidomastoideo ya no lo cubre.

También hemos podido valorar como ramas importantes para la inervación del hombro, como el nervio supraescapular, emergen ligeramente más distales a este punto de entrada y por tanto serán bien bloqueadas con un bloqueo con anestésico local administrado previo a su salida del plexo braquial.

Tal y como hemos podido observar en nuestra disección, el ápex pulmonar se sitúa no demasiado lejos del punto de entrada de la aguja para realizar el bloqueo interescalénico mediante el abordaje lateral de Hadzic (el ápex pulmonar estaba situado a unos 3-4 cm de distancia del plexo braquial en dirección medial e inferior). Por tanto, aunque clásicamente solo se comenta en los tratados de anestesia regional para el bloqueo supraclavicular, al realizar un bloqueo interescalénico debemos procurar no introducir excesivamente la aguja, especialmente en dirección medial e inferior. De hecho como varios estudios demuestran, el plexo en este abordaje lateral se halla a 2-3 cm de profundidad y por tanto no es necesario introducir más de 3 cm la aguja para localizarlo (38,40,64). Tal y como recomiendan autores como Brown, en caso de no obtener respuesta a una profundidad prudencial es preferible retirar la aguja y volver a entrar con la misma angulación pero un poco más externos o internos, según el caso, siempre en un plano perpendicular al surco interescalénico (parestesia seeking plane) (14).

En cuanto al tema controvertido de las fascias, la disección nos ha permitido observar que la fascia cervical media es la que presenta mayor consistencia y de hecho, en

el bloqueo interescalénico, al atravesarla con agujas de cierto grosor, como las que se requieren para introducir un catéter (19,5G en nuestro estudio), es frecuente percibir un clic aponeurótico. A continuación, si profundizamos ligeramente la aguja se suele obtener una respuesta muscular a 1 mA por estimulación del plexo braquial. Para ello seguramente debemos de atravesar también la fascia cervical profunda. De hecho, combinando la ecografía y la neuroestimulación con la aguja vemos que hay respuesta cuando se contacta el tronco y a veces, incluso habiendo contacto entre ambos puede ocurrir que no se obtenga respuesta, como han demostrado algunos autores (200,201,202).

En nuestra disección, tras atravesar la fascia cervical media, el catéter no presentaba dificultad para avanzar pero en cambio, si atravesábamos la fascia cervical profunda, debido a su íntima adhesión a los troncos del plexo braquial al inicio de la disección (antes de disecarla), el avance era muy dificultoso, lo que nos encontramos muy a menudo en la clínica diaria. Así, la gran compactación de las fibras que continúan la fascia prevertebral alrededor de los troncos del plexo braquial explicaría la resistencia encontrada al avance del catéter y el consiguiente acodamiento que ocurre a menudo.

Otro detalle importante que hemos podido apreciar durante la disección es la estrecha relación del tronco medio y el inferior con la arteria subclavia, con el consiguiente riesgo de punción vascular si realizamos una punción excesivamente cercana a la clavícula. Por tanto, las respuestas dependientes del tronco superior serían las más seguras de cara a evitar una punción de la arteria subclavia aunque existe todavía el riesgo de puncionar otras arterias de menor tamaño como por ejemplo, la arteria cervical transversa y la arteria supraescapular, puesto que cruzan el plexo braquial a nivel del surco interescalénico.

En cuanto a los resultados obtenidos en el estudio clínico, es importante destacar que los grupos de estudio se escogieron para determinar la importancia y eficacia de colocar o no el catéter mediante neuroestimulación a través del propio catéter, de cara a conseguir una analgesia postoperatoria eficaz. Así el objetivo era comparar los resultados entre los grupos con concentraciones de ropivacaina al 0,2 % y al 0,375 % en conjunto frente al grupo de pacientes sin estimulación. En el grupo de pacientes sin estimulación (grupo no st), se escogió para la perfusión postoperatoria la mayor concentración de ropivacaina (0,375 %) de los otros dos grupos, para optimizar el efecto analgésico y que únicamente dependiese de la colocación del catéter. El motivo de incluir un grupo con menor concentración de analgésico local (0,2 %) fue para determinar si podíamos usar dosis menores globales de anestésico local y así reducir los efectos secundarios sin alterar el efecto analgésico.

La duración del bloqueo es un dato importante, no sólo por el consumo de tiempo en sí, lo cual tiene su importancia para no retrasar el inicio de la cirugía, sino también porque nos indica indirectamente la dificultad de realización del bloqueo. La duración promedio de los grupos en los que se modificaba la posición del catéter según la neuroestimulación con el catéter (grupos 0,2% y 0,375%) fue de unos 13 minutos. En nuestro trabajo, hemos observado de forma significativamente estadística que la estimulación con el catéter interescalénico prolonga el tiempo necesario para realizar el bloqueo, pero la diferencia con los grupos en los que no se estimula a través del catéter, es mínima y totalmente aceptable (5 minutos más de promedio). Todo ello, siempre y cuando se establezca previamente un máximo de tiempo de duración del bloqueo (40 minutos en nuestro estudio), para no mortificar al paciente (a pesar de la sedación) ni arriesgarnos a producir más complicaciones debido a que las condiciones empeoran al prolongarse excesivamente la técnica (tensión, cansancio, posible sangrado local o hematoma, etc.).

Además, se ha de considerar que, al ser un centro universitario con médicos en formación, una parte importante de los bloqueos de este estudio fueron realizados por residentes en primer lugar (39,5% de los casos), tutelados directamente por el médico responsable del estudio. De estos, cerca de la mitad, tras un máximo de 2 intentos por parte del médico en formación, fueron finalmente realizados por el médico responsable del estudio. Todo ello comporta, sin duda, una duración mayor de los bloqueos en conjunto (de los 3 grupos por igual) y quizás un mayor número de complicaciones.

A pesar de todo ello, en nuestro estudio valoramos específicamente la molestia que se le provocaba al paciente durante la realización del bloqueo con una premedicación ligera y, de los resultados vistos anteriormente, hemos podido comprobar que no había diferencias entre los grupos. Así, muy pocos pacientes se quejaron de que se les produjera mucha molestia (2% de los pacientes), en cerca del 28% de ellos la molestia era algo mayor aunque soportable y en el 70% presentaban una muy buena tolerancia al procedimiento.

En cuanto a las cirugías, el catéter interescalénico se indicó en toda la cirugía mayor del hombro que se realizó en nuestro hospital durante el período estudiado y una vez obtenidos los resultados, hemos podido reunir todas las cirugías practicadas, en tres grupos principales:

- las acromioplastias, por su corta duración (aproximadamente 45 minutos de cirugía) y la edad de los pacientes (generalmente, son más jóvenes)
- las artroplastias, por su larga duración (alrededor de los 120 minutos) y su mayor trauma quirúrgico

- los cerclajes, por su duración menor (alrededor de 60 minutos) y en pacientes mayores.

Los requerimientos analgésicos es probable que difieran en estos tres subgrupos y en principio se han distribuido de forma equivalente al ser de forma aleatoria. Sin embargo, tal y como se ha comentado previamente en el apartado de resultados, el estudio estadístico de la distribución de las cirugías en los grupos de estudio, mostró una mayor incidencia de cirugías en principio más dolorosas (artroplastias y acromioplastias) en el grupo 0,375%. Esa mayor “exigencia” de eficacia en el grupo 0,375% implica que, en caso de obtener mejor analgesia en ese grupo, se ha obtenido en una situación desfavorable y por tanto reforzaría la superioridad de la inserción del catéter con estimulación y dicha concentración de anestésico.

En la literatura de la analgesia en la cirugía del hombro no hay datos respecto a si son más dolorosas las artroplastias que las acromioplastias o los cerclajes con lo cual no hemos considerado estadísticamente esta diferencia. Sin embargo, en nuestra revisión bibliográfica, sí que hemos encontrado artículos que diferencian el dolor tras la cirugía artroscópica de hombro respecto a la cirugía abierta (ésta última presentando más dolor postoperatorio) (69,70)

La inserción del catéter en nuestro estudio (de promedio, 7,5 cm al principio y 6 cm al final) es algo mayor de lo que se aconseja en la literatura de las perfusiones interescalénicas (87,88,91,170). Inicialmente se aconsejaba introducir más el catéter pero con la experiencia y una mejor fijación los autores han ido reduciendo los centímetros de catéter a introducir. Ejemplo de ello es el caso de Borgeat, autor de referencia para las perfusiones interescalénicas, el cual en un estudio de 1997 recomendaba insertar el catéter 7-8 cm (86) y en cambio en estudios posteriores (87) únicamente 3-4 cm más una vez localizado el plexo con la aguja. Otros autores de referencia como Boezaart o Singelyn también recomiendan introducir el catéter un máximo de 5 cm a partir de la punta de la aguja, especialmente por el riesgo de curvatura del catéter alrededor de los nervios con el riesgo de lesión nerviosa al retirarlo (105,88,145).

El motivo de insertar más profundamente el catéter se debe, por un lado, a un intento de que el catéter quede más fijo y por tanto con menor riesgo de salida prematura durante el postoperatorio. Por otro lado, el hecho de que probablemente estemos obligados a retirar el catéter unos centímetros hasta obtener respuesta, nos parece necesario introducirlo algo más para retirarlo a continuación. El principal riesgo de introducir

excesivamente el catéter es precisamente alejarse del plexo (localizado previamente con la aguja) pero, puesto que en nuestro estudio comprobamos específicamente mediante estimulación que la punta del catéter esté cerca del plexo, no nos preocupa y preferimos las ventajas que nos aporta.

Un dato interesante aportado por el estudio es el tipo de respuesta que se obtienen con el catéter estimulable a nivel interescalénico. Así, las respuestas, tal y como aparecen en la tabla 13 son variadas y de predominio en las zonas proximales de la extremidad superior (hombro y codo). En este mismo sentido, Urmey y colaboradores han descrito resultados similares respecto a la estimulación con la aguja, recomendando la respuesta en el bíceps o en el deltoides para realizar el bloqueo interescalénico (192). La respuesta con la aguja no coincidió a menudo con la respuesta obtenida finalmente con el catéter y aunque este hecho no se registró de forma protocolizada, probablemente hubiese sido interesante ver las diferencias. Seguramente la causa de este fenómeno se debe a la distancia de varios centímetros entre la punta de la aguja y la disposición final de la punta del catéter.

Uno de los principales problemas encontrados durante el estudio fue el acodamiento de los catéteres, probablemente debido a un fallo de rigidez en la pared del catéter. De hecho, estos mismos sets, recientemente se han mejorado, introduciendo una anilla metálica encajada en el interior del catéter (Stimulong Plus Stimulating Catheter®). Desde la introducción de los nuevos equipos, de forma posterior al estudio clínico realizado, dicho problema de acodamiento y la necesidad de utilizar un nuevo equipo ocurre raramente.

Para valorar la eficacia de la analgesia obtenida con los catéteres interescalénicos, tal y como hemos presentado en el apartado de resultados, se estudió por un lado de forma directa evaluando el dolor expresado por el paciente durante las primeras 48 horas (con la escala verbal numérica, EVN) y de forma indirecta, evaluando la calidad del descanso nocturno y con el consumo de analgésicos.

Excepto algunos pacientes en los que el bloqueo no fue efectivo y manifestaron un EVN de hasta 8-9 durante las primeras 12 horas, los resultados promedio del EVN obtenidos durante las primeras 48 horas son inferiores a 3 sobre 10 en todo momento, convirtiendo pues un dolor que sería severo (sin una analgesia suficientemente intensa) en un dolor de moderado a ligero. Ello de por sí ya justifica el uso de los catéteres (como ya se ha visto en diferentes estudios en la literatura) en este tipo de cirugía.

Hemos detectado además, en todos los grupos, un pico de dolor a las 12 horas de llegar a reanimación. Seguramente se debe a dos motivos: por un lado, a que el efecto de la

dosis inicial (volumen amplio y alta concentración) desaparece teniendo en cuenta la vida media de la ropivacaina y por otro lado, a que, al ser cirugías que se realizan por la mañana, ese pico ocurrirá durante la noche, que es cuando clásicamente se percibe el dolor con más intensidad (al disminuir los estímulos externos), peor se trata al haber menos recursos de personal (enfermería de noche, médicos de guardia, etc..) y por tanto se alterará la calidad del sueño.

El resultado del EVN al llegar a reanimación no difiere estadísticamente de forma significativa entre los grupos. No obstante, sí se observa una tendencia en el grupo no st y en el grupo 0,375% a ser algo mayor. En el primero podría ser por una eficacia menor de los catéteres; es posible que algunos de ellos estuvieran incorrectamente insertados y así el bolus administrado por el catéter al inicio de la cirugía fuese poco efectivo durante la operación y al llegar a reanimación. En el segundo, tal y como hemos comentado anteriormente, por ser un grupo con mayores requerimientos de analgesia al haber incluido pacientes intervenidos de cirugías más agresivas. Durante el resto de horas, el dolor en el grupo no st es superior a los demás grupos en todo momento y en el grupo 0,375% vemos que desde la primera determinación, a las 3 horas, el control del dolor es mejor manteniéndose hasta las 48 horas, en un grupo, insistimos, con un mayor requerimiento teórico de analgesia.

En cuanto al consumo de analgésicos, el dato del porcentaje de pacientes que requieren morfina durante las primeras 24 horas nos parece que es el que mejor refleja globalmente los casos con un bloqueo insuficiente, puesto que los dos otros analgésicos (dipirona y paracetamol endovenosos) se daban prácticamente en pauta fija. Así vemos que el grupo no st presenta una incidencia suplementos de morfina de cerca del 30% y los otros dos un 16% y un 7% respectivamente. De hecho, en los bloqueos nerviosos periféricos se acepta generalmente una incidencia de bloqueos fallidos (parcial o totalmente) de alrededor del 7 %, tal y como demostraron Fanelli y colaboradores en una revisión de 28 hospitales italianos con 3996 pacientes (37). En las perfusiones, debido a la limitación en la exactitud de la colocación del catéter (precisamente el motivo de éste trabajo), se aceptan incluso datos peores, habiendo estudios que hablan de un 30 % en catéteres axilares no estimulables (189,190). De ahí que nuestros datos concuerdan con lo esperado a partir de la literatura y de hecho, nos indican que añadiendo la estimulación por el catéter y una perfusión de ropivacaina al 0,375 % nos acercamos al valor “óptimo” de bloqueos fallidos.

El resto de datos destacados en la tabla 22 nos indican una mayor incidencia de pacientes con bloqueo fallido primario (en las primeras horas) y secundario (a partir de las

12 horas del postoperatorio) en el grupo no st. Así, no solo globalmente en el grupo no st se obtiene un EVN mayor sino que un mayor número (15-30%) de pacientes se pueden incluir en la categoría de pacientes con bloqueo ineficaz.

A partir de los datos obtenidos hemos observado también que 0,7 mA de intensidad mínima aceptada al estimular con el catéter, quizás es demasiado baja y sólo en los casos con $I > 1$ mA se ha visto claramente una menor eficacia analgésica y una mayor incidencia de efectos secundarios. En la actualidad y basándonos en estos resultados, en nuestra práctica diaria fijamos el umbral de estimulación en 1mA para aceptar la colocación del catéter interescalénico.

En cuanto al descanso nocturno en el grupo no st sólo el 60 % presentaron un buen descanso nocturno la primera noche en comparación de los grupos 0,2% (un 66%) y 0,375% (78%). Destaca especialmente la diferencia con los pacientes con mal descanso (32% frente 12% y 5% respectivamente). En la segunda noche ocurre algo parecido pero, como es lógico al disminuir el dolor, los valores se reducen en todos los grupos aunque persisten las diferencias significativas entre el grupo no st y los demás.

Las incidencias registradas durante la inserción de los catéteres demuestran que el bloqueo interescalénico continuo no es una técnica de fácil realización, requiere experiencia (hace unos años en la página de la New York Society of Regional Anesthesia aparecía como un bloqueo para expertos) y ello es debido a la resistencia de los tejidos al avance del catéter en esta localización anatómica, la falta de espacio que disponemos para maniobrar (sobre todo en cuellos cortos) y la relación anatómica con estructuras importantes (carótida, yugular interna, nervio vago, nervio frénico, arteria vertebral, forámenes de conjunción vertebrales cervicales, etc..). En nuestro estudio anatómico se ha visto claramente la estrecha relación entre la aponeurosis cervical profunda y los troncos del plexo braquial en el espacio interescalénico, lo que explicaría esta dificultad de inserción del catéter en caso de estar con la punta de la aguja situada entre ambos al intentar introducir el catéter. Todo ello hace que el bloqueo interescalénico sea una técnica de analgesia en la que se requiere experiencia en anestesia regional, incluso algunos autores como Fredrickson sugieren que, para poder realizarla con seguridad, se requieran unos requerimientos mínimos de entrenamiento (170).

Asimismo, durante la inserción son frecuentes las parestesias y el dolor local (al puncionar o al inyectar), pero todo ello se tolera aceptablemente con una premedicación ligera, como hemos podido observar en nuestro estudio.

En cuanto a las complicaciones, la más frecuente es la retirada prematura del catéter por varios motivos:

- la salida prematura del catéter se ha reducido con el clamp Perifix® de Portex® (ver figura 33) que hemos utilizado en el estudio (respecto a estudios anteriores nuestros) (13) pero quizás se podría mejorar con otros sistemas. La sujeción con un punto de sutura a la piel o incluso una tunelización de 2-3 cm probablemente fijaría mejor el catéter pero se prolongaría el tiempo de colocación del catéter, se complicaría la retirada por parte de enfermería y se le producirían más molestias al paciente (193). La fijación con cintas adhesivas tipo Steri-Strip®, se ha mostrado de poca eficacia para mantener los catéteres, especialmente en el cuello y para el bloqueo interescalénico (115). En este tipo de perfusiones la alta incidencia de desplazamientos se puede explicar debido a que el plexo está poco profundo (unos 2-3 cm en el abordaje lateral) y el catéter poco insertado (3-4 cm) y con los movimientos del cuello, especialmente si el paciente se moviliza mucho al no tener dolor, es muy posible que la punta del catéter se quede subcutánea o incluso fuera de la piel. Además, al estar poco introducido, el anestésico local administrado por la bomba de infusión difunde en parte alrededor del catéter y en dirección proximal y por tanto empapa las cintas de fijación y estas pierden toda su adherencia a la piel.

- el seguimiento del protocolo por parte de la enfermería y por los traumatólogos puede mejorarse con un seguimiento mayor por nuestra parte y especialmente por el equipo de guardia o por la unidad de dolor agudo para atender cualquier incidencia, específicamente con las bombas de perfusión de fármaco analgésico. Las sesiones de formación en analgesia postoperatoria, dirigidas tanto a enfermería como a los traumatólogos, con el fin de mejorar el cuidado postoperatorio de los pacientes también son muy útiles como se ha demostrado en diferentes estudios de analgesia postoperatoria (194). Una vez más el trabajo multidisciplinar en equipo es fundamental para obtener un buen resultado final en el manejo de la analgesia de estos pacientes.

- las complicaciones más serias registradas, con las perfusiones interescalénicas de nuestra serie, son el síndrome de Claude Bernard-Horner (CBH) y la disnea moderada, ambas aparecidas en diferentes momentos pero principalmente en las primeras horas (139,121,122).

En nuestro estudio, el síndrome de CBH no fue excesivamente frecuente (4 casos). A pesar de que no hubo una especial repercusión en el estado general de los pacientes, con el fin de evitar la incomodidad que ello representa y por el hecho de que en dos casos se asoció a disnea, se retiró el catéter en todos los casos.

En cuanto a la disnea, como ya hemos destacado, en ningún momento requirió un tratamiento intenso (trasladar al paciente a una reanimación, ventilación asistida, etc.), cediendo progresivamente la sintomatología al suspender la perfusión e incorporar al paciente. Es por ello que consideramos que no es necesaria una monitorización específica de los pacientes con catéteres interescalénicos (saturador de oxígeno, telemetría, ingreso en una reanimación, etc.). Así, el paciente que presenta una disnea ligera, la cual generalmente se manifiesta como una limitación para realizar una inspiración profunda, simplemente se le suspende la perfusión analgésica, cediendo la disnea al cabo de poco tiempo (unos 30 minutos). En muchos centros se realizan perfusiones interescalénicas en pacientes ambulatorios, aunque para ello se requiera una asistencia (telefónica o en domicilio) rápida y eficaz (187-191).

Aunque los primeros bloqueos con ecografía se realizaron por la escuela de Viena en los años 90, no es hasta el 2002-2003 en que aparecen trabajos sobre bloqueos interescalénicos con ecografía en la literatura (149,151,195) y en nuestro medio, en la mayoría de los centros no pudimos disponer de ecógrafos para los bloqueos periféricos hasta el 2006. Así este trabajo se inició justo antes de la aplicación de la ecografía en la rutina diaria para la realización de bloqueos y de hecho, todavía en nuestro centro, en la mayoría de los casos, seguimos insertando los catéteres interescalénicos con o sin la ayuda del ecógrafo pero sí comprobándolos mediante neuroestimulación.

Aunque el uso de la ecografía permite observar directamente el plexo y las estructuras vecinas, no elimina totalmente la posibilidad de complicaciones, incluso pudiendo ofrecer una falsa seguridad (196). Al realizar el bloqueo interescalénico continuo con ecografía tenemos mayor dificultad que en otras localizaciones por la falta de espacio (especialmente en pacientes con cuello corto) y se requiere generalmente una sonda lineal no muy grande (para tener más espacio) y a menudo un colaborador para sujetar el transductor, todo ello sin perder la asepsia. El catéter generalmente no se consigue observar por ecografía aunque sí a veces el desplazamiento de las estructuras que se produce al avanzar el catéter o la salida del anestésico por la punta del catéter al inyectar. Además, existe controversia si se recomienda para la cateterización el abordaje en el plano o fuera del plano. Quizás sería mejor realizarlo fuera del plano ya que la aguja y por tanto el catéter entraría como en el abordaje clásico, en una dirección casi paralela al eje del plexo braquial, lo que en principio facilitaría su entrada. En nuestra realidad actual no siempre disponemos de ecógrafo (porque nuestro centro no lo tenga en su dotación o porque, como

ocurre frecuentemente, esté ocupado en otro quirófano) y por ello, hoy por hoy, debemos saber realizar la técnica con el neuroestimulador, como en el estudio clínico realizado.

También se pueden combinar las ventajas del abordaje de la aguja con el ecógrafo e insertar a continuación un catéter estimulable para confirmar la correcta colocación de la punta del catéter aunque este tema requiere estudios específicos y bien diseñados (197,207), así como el desarrollo de catéteres con buena visualización mediante ecografía, generalmente con espirales metálicas integradas para ser ecogénicos, como por ejemplo los catéteres Stimulong Sono® de Pajunk® o el catéter Contiplex® Stim de Braun® aparecidos recientemente (208,209,210). Y quizás, dentro de unos años, si la economía nos lo permite, la aplicación de la ecografía en 3D de forma rutinaria para los bloqueos periféricos permitirá observar con exactitud la localización de dichos catéteres (211).

VIII. CONCLUSIONES

VIII. CONCLUSIONES

- El estudio anatómico demuestra la disposición de las fascias en el cuello, especialmente la aponeurosis cervical profunda, cuya estrecha relación con el plexo braquial explicaría la resistencia encontrada al insertar el catéter interescalénico.
- La hipótesis planteada al inicio del estudio clínico se confirma a través de los datos obtenidos y así, la verificación de la colocación de los catéteres interescalénicos mediante estimulación permite optimizar la analgesia después de la cirugía del hombro, reduciendo asimismo los efectos secundarios.
- La correcta colocación del catéter permite mejorar la analgesia obtenida incluso con una concentración menor de anestésico local. Sin embargo y especialmente en los casos (por la agresividad de la cirugía o la sensibilidad del paciente) que requiramos una analgesia más potente, se recomienda la concentración de ropivacaina al 0,375% para la perfusión interescalénica.
- El umbral de estimulación por el catéter establecido a priori a 0,7 mA puede aumentarse a 1 mA puesto que con esta intensidad de estimulación, los catéteres son igualmente eficaces.

IX. BIBLIOGRAFÍA

IX. BIBLIOGRAFÍA

- 1- Hadzic A, Vloka JD, Kuroda MM. The practice of peripheral blocks in the United States: A national survey. *Reg Anesth Pain Med.* 1998; 23(3):241-246.
- 2- Hahn MB, McQuillan PM, Sheplock GJ. *Regional Anesthesia. An Atlas of Anatomy and Techniques.* Mosby Ed, 1996.
- 3- Flo A, Aliaga L, Fanelli G. Uso de la electroestimulación en bloqueos regionales. En *Anestesia Regional Hoy.* Publicaciones Permanyer. 1998; Cáp. 15:213-229.
- 4- García Muret A, Aliaga L, Villar Landeira JM. “Bending Sign Technique”: a trick to perform femoral block. Selective nerve stimulation in femoral block. *Reg Anesth Pain Med.* 2000; 25(6):661-662.
- 5- Ben-David B. Continuous peripheral neural blockade for postoperative analgesia: practical advantages. *Anesth Analg.* 2003; 96(5):1537.
- 6- Liu S, Salinas F. Continuous plexus and peripheral nerve blocks for postoperative analgesia. *Anesth Analg.* 2003; 96:263-72.
- 7- Mazzeo et al. Comparison of epidural anesthesia, general anesthesia and general anesthesia + ropivacaine 3 in 1 block for arthroscopic anterior cruciate ligament repair. *Reg Anesth Pain Med.* 1998; 23(3):88.
- 8- Edwards ND, Wright EM. Continuous low-dose 3-in-1 nerve blockade for postoperative pain relief after total knee replacement. *Anesth Analg.* 1992; 75:265-7.
- 9- Capdevila X, Biboulet Ph, Bouregba M, Barthelet Y, Rubenovitch J. Comparison of the Tree-in-One and Fascia Iliaca Compartment Blocks in Adults: Clinical and Radiographic analysis. *Anesth Analg.* 1998; 86(5):1039-1044.
- 10- Klein SM, Greengrass RA, Steele SM et al. A comparison of 0,5% bupivacaine, 0,5% ropivacaine, and 0,75% ropivacaine for interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg.* 1998; 87(6):1316-9.
- 11- Kick O, Blanche E, Pham-Dang Ch et al. A new stimulating stylet for immediate control of catheter tip position in continuous peripheral nerve blocks. *Anesth Analg* 1999; 89(2): 533-534.
- 12- Copeland SJ. A new stimulating catheter for continuous peripheral nerve block. *Reg Anesth Pain Med* 2001; 589-590.

- 13- García Muret A, Solans JR, Fernández de Gamarra A, Català E, Villar Landeira JM. Continuous interscalenic brachial plexus block with a stimulating catheter after shoulder surgery: ropivacaine 0,375% versus ropivacaine 0,2%. Poster. 13th World Congress of Anesthesiologists. Paris, 18-23 Abril 2004.
- 14- Brown DL, Atlas of Regional Anesthesia, WB Saunders 1992; 15. -693.
- 15- Vongvises P, Beokhaimook N. Computed tomographic study of parascalene block. *Anesth Analg.* 1997; 84:379-82.
- 16- Shanthaveerappa TR, Bourne GH. Perineural epithelium: a new concept of its role in the integrity of the peripheral nervous system. *Science.* 1966; 154:1464-7.
- 17- Rozing PM. The topographical anatomy of the brachial plexus. *Clin Neurol Neurosurg.* 1993; 95 (Suppl):S12-S16.
- 18- Rohen JW, Yokochi Ch, Lütjen-Decroll E. Atlas de anatomía humana. Estudio fotográfico del cuerpo humano. 6ª Edición: Elsevier, 2007: 178.
- 19- Jurkovich GJ: The neck, en: Early care of the injured patient. EE Moore, Ed BC Becker, 1990:126
- 20- Wong GY, Brown DL, Miller GM, Cahill DR. Defining the cross-sectional anatomy important to interscalene brachial plexus block with magnetic resonance imaging. *Reg Anesth Pain Med.* 1998; 23(1):77-80.
- 21- Williams PL, Warwick R, Dyson M, Banister LH. The brachial plexus. En: Gray's Anatomy. 37th ed. London: Churchill Livingstone. 1989:1131-37 y 1150-1153.
- 22- Reede DL. MR imaging of the brachial plexus. *MRI Clin North Am.* 1997; 5:897-906.
- 23- Harry WG, Bennet JDC, Guha SC. Scalene muscles and the brachial plexus: anatomical variations and their clinical significance. *Clin Anat.* 1997; 10:250-2.
- 24- De Jong RH. Axillary block of the brachial plexus. *Anesthesiology* 1961; 22:215-25.
- 25- Winnie AP, Collins VJ. The subclavian perivascular technique of brachial plexus anesthesia. *Anesthesiology* 1964; 25: 353-63.
- 26- Thompson GE, Rorie DK. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology* 1983; 59: 117-22.
- 27- Partridge BL, Benirschke K. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: implications for anesthesia. *Anesthesiology* 1987; 66: 743-7.
- 28- Koscielniak-Nielsen ZJ et al. Comparison of transarterial and multiple stimulation techniques for axillary block using high dose of mepivacaine with adrenaline. *Acta Anaesth Scand,* Apr 1999; 43 (4): 398-404.

- 29- Greenblatt GM, Denson JS. Needle nerve stimulator: nerve blocks with a new instrument for locating nerves. *Anesth Analg (Current researches)*, 1962; 41: 599-602.
- 30- Flo A, Aliaga L. Técnicas de aproximación nerviosa (I). Electroneuroestimulación. En *Anestesia Regional Hoy (3ª edición)*. Publicaciones Permanyer 2006; Cáp.3:65-80.
- 31- Sala X, Domingo V, Bargallo X, Carrera A. Punción intraneural del nervio ciático en la región poplítea. Demostración mediante el uso de la ecografía. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2006; 53: 269-70.
- 32- Weller R, Gerancher J. Brachial plexus block: “best” approach and “best” evoked response- where are we? *Reg Anesth Pain Med*. 2004; 29(6): 520-523.
- 33- Fusier R, Singelyn F. The minimal current output required to stimulate a peripheral nerve is not influenced by the anode electrode position. *Anesthesiology*. 2004; 101: A889.
- 34- Richez S, Fusier R, Singelyn F. The minimal charge of current required to stimulate a nerve is not constant when different pulse durations of nerve stimulation are applied. *Anesthesiology*. 2004; 101:A890.
- 35- Doty R, Kataria T, Kula AO et al. Nerve stimulator assisted interscalene brachial plexus block: pattern of evoked motor response versus latency to sensory/motor block. *Anesthesiology*. 2004; 101:A914.
- 36- Hadzic A. Peripheral nerve stimulators: cracking the code- one at a time. Editorial, *Reg Anesth Pain Med*. 2004; 29(3): 185-188.
- 37- Fanelli G, Casati A, Garancini P et al. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance and neurologic complications. *Anesth Analg*. 1999; 88:847-52.
- 38- Salonen M, Haasio J, Bachmann M, Xu M, Rosenberg P. Evaluation of efficacy and plasma concentrations of ropivacaine in continuous axillary brachial plexus block: high dose for surgical anesthesia and low dose for postoperative analgesia. *Reg Anesth Pain Med*. 2000; 25(1):47-51.
- 39- Vester-Andersen T, Christiansen C, Hansen A et al. Interscalene brachial plexus block: area of analgesia, complications and blood concentrations of local anesthetics. *Acta Anesthesiol Scand*. 1981; 25(2):81-4.
- 40- Tuominen M, Pitkanen M, Rosenberg PH. Postoperative pain relief and bupivacaine plasma levels during continuous interscalene brachial plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1987; 31: 276-8.

- 41- Ganapathy S. Update on peripheral regional analgesia. *Tech in Reg Anesth Pain Manag* 2003; 7 (3): 148-154.
- 42- Seet E, Leong WL, Yeo AS et al. Effectiveness of 3-in-1 continuous femoral block of differing concentrations compared to patient controlled intravenous morphine for post total knee arthroplasty analgesia and knee rehabilitation. *Anaesth Intens Care*. 2006; 34(1):25-30.
- 43- Zaric D, Boysen K, Christiansen Ch et al. A comparison of epidural analgesia with combined continuous femoral-sciatic nerve blocks after total knee replacement. *Anesth Analg*. 2006; 102:1240-1246.
- 44- Chelly JE, Ben David B, Scott J et al. Continuous sciatic blocks improved postoperative pain management after knee arthroplasty. *ASA annual meeting 2006, Chicago: A975*.
- 45- Singelyn FJ, Deyaert M, Joris D, Pendeville E, Gouverneur JM. Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty. *Anesth Analg*. 1998; 87: 88-92.
- 46- Singelyn FJ. Continuous techniques of nerve conduction blockade. *Best Practice & Research Clin Anaesth* 2001; 15 (1): 113-126.
- 47- Macaire P, Gaertner E, Capdevila X. Continuous postoperative regional analgesia at home. *Minerva Anest* 2001; 67 (9 suppl 1): 109-16.
- 48- Ganapathy S. Continuous nerve blocks for orthopedic injuries. *Reg Anesth Pain Med*. 2002; 6(1): 27-32.
- 49- Boezaart AP, Prax M, Med M. Perineural infusion of local anesthetics. *Anesthesiology*. 2006; 104(4):872-880.
- 50- Testut L, Latarget A. Plexo braquial. *En: Tratado de Anatomía Humana*. Salvat ediciones, Barcelona, 1988:259-268.
- 51- Bannister LH et al. Plexo braquial. *En: Anatomía de Gray*. Tomo II. Churchill Livingstone ediciones. 1998:1266-1270.
- 52- Latarjet M, Ruiz Liard A. Nervios del miembro superior. *En: Anatomía Humana*. Tomo 1, 4ª edición. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires. 2004:630-639.
- 53- Silverstein WB, Saiyed MU, Brown AR. Interscalene block with a nerve stimulator: a deltoid motor response is a satisfactory endpoint for successful block. *Reg Anesth Pain Med*. 2000; 25(4):356-359.

- 54- Saiyed MU, Silverstein WB, Brown AR. Interscalene block with a peripheral nerve stimulator: a deltoid twitch is as successful an indicator of correct needle placement as a biceps twitch. *Reg Anesth* 1998; 23 (3):31.
- 55- Sukhani R, Candido KD. Interscalene brachial plexus block: shoulder paresthesia versus deltoid motor response: revisiting the anatomy to settle the controversy. *Anesth Analg* 2002; 95: 1818-1819.
- 56- Tonidandel WL, Mayfield JB. Successful interscalene block with a nerve stimulator may also result after a pectoralis major motor response. *Reg Anesth Pain Med* 2002; 27(5): 491-3.
- 57- Bashein G, Robertson HT, Kennedy WF. Persistent phrenic nerve paresis following interscalene brachial plexus block. *Anesthesiology*. 1985; 63:102-4.
- 58- McGlade DP. Extensive central neural blockade following interscalene brachial plexus blockade. *Anaesth Intens Care*. 1992; 20(4):514-516.
- 59- Korman BB, Riley RH. Convulsions induced by ropivacaine during interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg*. 1997; 85(5):1128-29.
- 60- White JL. Catastrophic complications of interscalene nerve block. *Anesthesiology*. 2001; 95(5):1301.
- 61- Pippa P, Cominelli E, Marinelli C, Aito S. brachial plexus block using the posterior approach. *European Journal of Anesthesia* 1990; 7: 411-420.
- 62- Dagli G, Guzeldemir ME, Acar V. The effects and side effects of interscalene brachial plexus block by posterior approach. *Reg Anesth Pain Med*. 1998; 23 (1):87-91.
- 63- Meier G, Bauereis Ch, Heinrich Ch. Der interscalenäre plexuskatheter zur anästhesie und postoperativen schmerztherapie: erfahrungen mit einer modifizierten technik. *Der Anaesthesist* 1997; 46: 715-9.
- 64- Borgeat A, Ekatothramis G. Anaesthesia for shoulder surgery. *Best Practice & Research Clin Anaesth* 2002; 16 (2): 211-225.
- 65- Emery P. Supraescapular nerve block for chronic shoulder pain in rheumatoid arthritis. *Br Med J* 1989; 299: 1079-80.
- 66- Meyer-Witting M. Supraescapular nerve block in the management of cancer pain (letter). *Anaesthesia* 1992; 47: 626.
- 67- Wassef MR. Supraescapular nerve block: a new approach for the frozen shoulder. *Anaesthesia* 1992; 47: 120-4.
- 68- Mercadante S. Supraescapular nerve block by catheter for breakthrough shoulder cancer pain. *Reg Anesth* 1995; 20(4): 342-346.

- 69- Ritchie ED, Tong D, Chung F et al. Suprascapular nerve block for postoperative pain relief in arthroscopic shoulder surgery: a new modality? *Anesth Analg*. 1997; 84:1306-12.
- 70- Risdall JE. Suprascapular nerve block: new indications and a safer technique. *Anaesthesia* 1992; 47: 626.
- 71- Mallon WJ, Thomas CW. Patient-controlled lidocaine analgesia for acromioplasty surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9: 85-88.
- 72- Muittari P, Kirvela O. The safety and efficacy of intrabursal oxycodone and bupivacaine in analgesia after shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med*. 1998; 23(5):474-8.
- 73- Delaunay L et al. Analgesia after arthroscopic rotator cuff repair: subacromial versus interscalene continuous infusion of ropivacaine. *Reg Anesth Pain Med*. 2005; 30(2): 117-122.
- 74- Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet Ph, Ryckwaert Y, Rubenovitch J, D'Athis F. Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology*. 1999; 91:8-15.
- 75- Bonica JJ. Postoperative pain. In Bonica JJ. *The management of pain*, Vol 1, 2nd Ed, Philadelphia: Lea&Febiger; 1990: 461-480.
- 76- Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med*. 2001; 8:1153-7.
- 77- Pardo C, Muñoz T, Chamorro C et al. Monitorización del dolor Recomendaciones del grupo de trabajo de analgesia y sedación de la SEMICYUC. *Med Intensiva*. 2006; 30(8):379-85.
- 78- Gohl MR, Moeller RK, Olson R et al. The addition of interscalene block to general anesthesia for patients undergoing open shoulder procedures. *AANA Journal*. 2001; 69(2):105-9.
- 79- Pirec V, Laurito CE et al. The combined effects of N-type calcium channel blockers and morphine on A δ versus C fiber mediation nociception. *Anesth Analg* 2001; 92: 239-243.
- 80- Long T, Wass Th, Burkle Ch. Perioperative interscalene blockade: an overview of its history and current clinical use. *J Clin Anesth*. 2002; 14: 546-556.
- 81- Borgeat A, Blumenthal S. Anesthesia for shoulder surgery. *Current orthopedics*. 2004; 18:109-117.

- 82- Neal JM, Hebl JR, Gerancher JC et al. Brachial plexus anesthesia: essentials of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med.* 2002; 27:402-428.
- 83- Zetlaoui P, Choquet O. Techniques d'anesthésie locorégionale du membre supérieur. *EMC Anesth Réanim.* 2004: 267-293.
- 84- Brull R et al. The indications and applications of interscalene brachial plexus block for surgery about the shoulder. *Acute Pain.* 2004; 6: 57-77.
- 85- Dorman BH, Conroy JM, Duc TA, et al. Postoperative analgesia after major shoulder surgery with interscalene brachial plexus blockade: etidocaine versus bupivacaine. *South Med J* 1994; 87: 502-5.
- 86- Borgeat A, Schappi B, Biasca N, Gerber C. Patient-controlled analgesia after major shoulder surgery. *Anesthesiology.* 1997; 87:1343-7.
- 87- Borgeat A, Tewes E, Biasca N, Gerber C. Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine after major shoulder surgery: PCIA vs. PCA. *Br J Anaesth.* 1998; 81:603-605.
- 88- Singelyn FJ, Seguy S, Gouverneur J. Interscalene brachial plexus analgesia after open shoulder surgery: Continuous versus patient-controlled infusion. *Anesth Analg.* 1999; 89(5):1216.
- 89- Carr DB, Sternlicht A, Carabuena JM et al. Efficacy and safety of pre-emptive levobupivacaine in elective shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 2000; 25(2):20.
- 90- Borgeat A, Perschak H, Bird P et al. Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine 0,2% versus patient-controlled intravenous analgesia after major shoulder surgery. *Anesthesiology.* 2000; 92(1):102-108.
- 91- Klein SM, Grant SA, Greengrass RA et al. Interscalene brachial plexus block with a continuous catheter insertion system and a disposable infusion pump. *Anesth Analg.* 2000; 91:1473-8.
- 92- Lehtipalo S, Koskinen LO et al. Continuous interscalene brachial plexus block for postoperative analgesia following shoulder surgery. *Acta Anaesth Scand.* 2000; 44(4):495.
- 93- Borgeat A, Kalberer F, Jacob H et al. Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine 0,2 % versus bupivacaine 0,15% after major open shoulder surgery: the effects on hand motor function. *Anesth Analg.* 2001; 92(1):218-223.
- 94- Maurer K, Ekatothramis G, Hodler J. Bilateral continuous interscalene block of brachial plexus for analgesia after bilateral shoulder arthroplasty. *Anesthesiology.* 2002; 96(3):762-764.

- 95- Iskandar H, Bernard A et al. The analgesic effect of interscalene block using clonidine as an analgesic for shoulder arthroscopy. *Anesth Analg.* 2003; 96:260-2.
- 96- Casati A, Borghi B, Fanelli G et al. Interscalene brachial plexus anesthesia and analgesia for open shoulder surgery: a randomized, double-blinded comparison between levobupivacaine and ropivacaine. *Anesth Analg.* 2003; 96:253-9.
- 97- Hanna M, Rebel A, Hamann S et al. A randomized, double-blind, prospective clinical trial comparing a single dose of 0,5% levobupivacaine versus 0,5% ropivacaine for interscalene block analgesia for shoulder arthroscopy. *Anesthesiology.* 2004; 101:A932.
- 98- Eroglu A et al. A clinical comparison of equal concentration and volume of ropivacaine and bupivacaine for interscalene brachial plexus anesthesia and analgesia in shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 2004; 29(6): 539-543.
- 99- Urban MK. The interscalene block for shoulder surgery. *Tech in Should and Elbow Surg.* 2004;5(2):61-65
- 100- Capdevila X, Pirat P, Bringuier S et al. Continuous peripheral nerve blocks on hospital wards after orthopaedic surgery. A multicenter prospective analysis of their efficacy and incidences and characteristics of adverse events in 1416 patients. *Anesthesiology.* 2005; 103:1035-45.
- 101- Bruin G, Mc Guire G. Low-volume interscalene brachial plexus block for perioperative shoulder pain. *Reg Anesth Pain Med.* 1996; 21(4):371.
- 102- Al-Kaisy A, Mc Guire G, Chan VWS et al. Analgesic effect of interscalene block using low-dose bupivacaine for outpatient arthroscopic shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 1998; 23(5):469-473.
- 103- Krone S, Chan V, Regan J et al. Analgesic effects of low-dose ropivacaine for interscalene brachial plexus block for outpatient shoulder surgery- a dose-finding study. *Reg Anesth Pain Med.* 2001; 26(5): 439-443.
- 104- Rawal N, Allwin R, Axelsson K et al. Patient-controlled regional analgesia (PCRA) at home: controlled comparison between bupivacaine and ropivacaine brachial plexus analgesia. *Anesthesiology.* 2002; 96(6):1290-1296.
- 105- Boezaart A. Continuous interscalene block for ambulatory shoulder surgery. *Best Pract & Research Clin Anaesth.* 2002;16(2):295-310.
- 106- Ilfeld B, Morey T, Wright T et al. Continuous interscalene brachial plexus block for postoperative pain control at home: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Anesth Analg.* 2003; 96(4):1089-1095.

- 107- Winnie AP. Interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg.* 1970; 49: 455-66.
- 108- Brown AR, Weiss R, Greenberg C et al. Interscalene block for shoulder arthroscopy: comparison with general anesthesia. *Arthroscopy* 1993; 9:295-300.
- 109- D'Alessio JG, Rosenblum M et al. A retrospective comparison of interscalene block and general anesthesia for ambulatory surgery shoulder arthroscopy. *Reg Anesth* 1995; 20: 62-8.
- 110- Williams BA, Kentor ML, Williams JP et al. Process analysis in outpatient knee surgery: effects of regional and general anesthesia on anesthesia-controlled time. *Anesthesiology* 2000; 93: 529-38.
- 111- Ansbro FP. A method of continuous brachial plexus block. *Am J Surg* 1946; 716-22.
- 112- Selander D. Catheter technique in axillary plexus block. *Acta anesthesiol Scand.* 1977; 1:324-329.
- 113- Winnie AP. Interscalene technique of brachial plexus block. In: Winnie AP, *Plexus Anesthesia: Perivascular Techniques of Brachial Plexus Block.* Philadelphia: WB Saunders Co; 1990:167-186.
- 114- Brown DL. Brachial plexus anesthesia: an analysis of options. *Yale Journal of Biology and Medicine.* 1993; 66(5):415-31.
- 115- Tuominen M, Haasio J, Hekali R, Rosenberg PH. Continuous interscalene brachial plexus block: clinical efficacy, technical problems and bupivacaine plasma concentrations. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1989; 33:84-88.
- 116- Haasio J, Tuominen M, Rosenberg PH. Continuous interscalene brachial plexus block during and after shoulder surgery. *Ann Chirurg Gynaecol.* 1990; 79(2):103-7.
- 117- Amar J, Bernard N, Falquet Y et al. Evaluation of general anesthetic effects of an interscalene plexus block. A prospective randomized study. *Anesthesiology.* 2004; 101:A918.
- 118- Fujimura N, Namba H et al. 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.
- 119- Casati A, Fanelli G et al. Pulmonary function changes after interscalene brachial plexus anesthesia with 0,5% and 0,75% ropivacaine: a double-blind comparison with 2% mepivacaine. *Anesth Analg.* 1999; 88:587-92.

- 120- Petitfaux F, Pham-Dang C et al. Course diaphragmatique après bloc inter-sterno-cleido-mastoidien, en fonction du site d'injection. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2000; 19: 517-22.
- 121- Pere P, Pitkanen M, Rosenberg P et al. Effect of continuous interscalene brachial plexus block on diaphragm motion and on ventilatory function. *Acta Anaesth Scand.* 1992; 36:53-57.
- 122- Pere P. The effect of continuous interscalene brachial plexus block with 0,125% bupivacaine plus fentanyl on diaphragmatic motility and ventilatory function. *Reg Anesth* 1993; 18: 93-97.
- 123- Urmev WF, Grossi P, Sharrock NE et al. Digital pressure during interscalene block is clinically ineffective in preventing anesthetic spread to the cervical plexus. *Anesth Analg.* 1996; 83:366-70.
- 124- Neal JM, Moore JM, Kopacz DJ et al. Quantitative analysis of respiratory, motor, and sensory function after supraclavicular block. *Anesth Analg.* 1998; 86:1239-44.
- 125- Fernández de Gamarra A, Martí A, Solans JR, García Muret A, Casas JL, Villar Landeira JM. Parálisis diafragmática tardía tras bloqueo interescalénico continuo: a propósito de un caso. 1er Congreso de la Societat Catalana d'Anestesiologia, Reanimació i Terapèutica del Dolor. Barcelona, 17 Octubre 2003.
- 126- D'Alessio JG, Weller RS, Rosenblum M. Activation of the Bezold-Jarish Reflex in the sitting position for shoulder arthroscopy using interscalene block. *Anesth Analg.* 1995; 80(6):1158-1162.
- 127- Kahn RL, Hargett MJ. B-adenergic blockers and vasovagal episodes during shoulder surgery in the sitting position under interscalene block. *Anesth Analg.* 1999; 88:378-81.
- 128- Sia S, Sarro F, Lepri A, Bartoli M. The effect of exogenous epinephrine on the incidence of hypotensive/bradycardic events during shoulder surgery in the sitting position during interscalene block. *Anesth Analg.* 2003; 97:583-8.
- 129- Brull R, Mc Cartney C, Chan V, El-Beheiry H. Neurological complications after regional anesthesia: Contemporary estimates of risk. *Anesth Analg.* 2007; 104 (4):965-974.
- 130- Casati A, Chelly JE. Neurological complications after interscalene brachial plexus blockade: what to make of it? *Anesthesiology.* 2002; 97(1):279-80.
- 131- Tetzlaff JE, Dilger J, Yap E et al. Idiopathic brachial plexitis after total shoulder replacement with interscalene plexus block. *Anesth Analg.* 1997; 85:644-6.

- 132- Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery. *Anesthesiology* 2001; 95: 875-880.
- 133- Walton JS, Folk JW, Friedman RJ et al. Complete brachial plexus palsy after total shoulder arthroplasty done with interscalene block anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2000; 25 (3): 318-21.
- 134- Benumof JL. Permanent loss of cervical spinal cord function associated with interscalene block performed under general anesthesia. *Anesthesiology*. 2000; 93:1541-4.
- 135- Borgeat A, Ekatodramis G, Gaertner E. Performing an interscalene block during general anesthesia must be the exception. *Anesthesiology*. 2001; 95(5):1302-3.
- 136- Bittar DA. Attempted interscalene block procedures. *Anesthesiology*. 2001; 95(5):1303-4.
- 137- Sciard D, Matuszczak M, Gebhard R et al. Interscalene block, sedation, lateral positioning and hydralazine induced hypotension: is it really prudent? *Anesthesiology*. 2002; 97(1):280-281.
- 138- Avidan A. Horner's Syndrome is not a complication of a brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2004; 29(4):378.
- 139- Sukhani R, Barclay J, Aasen M. Prolonged Horner's Syndrome after interscalene block: a management dilemma. *Anesth Analg*. 1994; 79:601-3.
- 140- Crews J, Rothman T. Seizure after levobupivacaine for interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg*. 2003; 96:1188-90.
- 141- Zink W et al. The acute myotoxic effects of bupivacaine and ropivacaine after continuous peripheral nerve blockades. *Anesth Analg* 2003; 97(4): 1173-9.
- 142- Singelyn F. Difficult insertion of interscalene brachial plexus catheter. *Anaesth Analg*. 2001; 92(4):1074.
- 143- Bergman B, Hebl J, Kent J, Horlocker T. Neurologic complications of 405 consecutive continuous axillary catheters. *Anesth Analg*. 2003; 96:247-52.
- 144- Souron V, Reiland Y, Delaunay L. Pleural effusion and chest pain after continuous interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2003; 28(6): 535-538.
- 145- Offerdahl M, Lennon R, Horlocker T. Successful removal of knotted fascia iliaca catheter: Principles of patient positioning for peripheral nerve catheter extraction. *Anesth Analg*. 2004; 99: 1550-2.

- 146- Lascurain P et al. Cathéter lombaire par voie postérieure: échec technique lié au matériel. Continuous lumbar plexus block sets in France. Our experience. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2003; 22: 909-912.
- 147- Wiegel M et al. Complications and adverse effects associated with continuous peripheral nerve blocks in orthopaedic patients. *Anesth Analg.* 2007; 104(6):1578-1582.
- 148- De Andrés J, Sala Blanch X. Peripheral nerve stimulation in the practice of brachial plexus anesthesia: a review. *Reg Anesth Pain Med.* 2001; 26(5):478-483.
- 149- Chan V. Applying ultrasound imaging to interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2003; 28 (4): 340-343.
- 150- Chan V et al. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Anesth Analg* 2003; 97: 1514-7.
- 151- Marhofer P, Willschke H, Greher M, Kapral S. New perspectives in regional anesthesia: the use of ultrasound- past, present and future. *Can J Anesth.* 2005; 52(6): R1-R5.
- 152- Rodriguez J, Barcena M, Alvarez J. Axillary brachial plexus anesthesia: electrical versus cold saline stimulation. *Anesth Analg.* 1996; 83(4):752-4.
- 153- Capdevila X et al. Continuous three-in-one block for postoperative pain after lower limb orthopedic surgery: where do catheters go? *Anesth Analg.* 2002; 94(4): 1001-6.
- 154- Boezaart AP, De Beer JF, Du Toit C, Van Roye K. A new technique of continuous interscalene nerve block. *Can J Anaesth* 1999; 46: 275-81.
- 155- Wehling M, Koorn R, Leddell C et al. Electrical nerve stimulation using a stimulating catheter: what is the lower limit? *Reg Anesth Pain Med.* 2004; 29(3):230-233.
- 156- Coventry DM. Perineural catheter placement: another potential complication. *Reg Anesth Pain Med* 2004; 29(2): 174-5
- 157- De Andrés J. Updating plexus anesthesia practice- nerve location: nerve stimulating catheters- how good are they? Abstract book. *World Congress on Regional Anesthesia and Pain Therapy.* 2002:228-234.
- 158- Salinas F. Location, location, location: continuous peripheral nerve blocks and stimulating catheters 2003; 28 (2): 79-82
- 159- Chelly JE. Are nonstimulating catheters really inappropriate for continuous nerve bloc techniques? *Reg Anesth Pain Med.* 2003; 23(5):483-4.

- 160- Pandin P, Dardenne G, Larrabure P et al. Stimulation catheter for plexic block in orthopedic anesthesia: initial survey in a northern European academic hospital. *Anesthesiology*. 2004; 101:A1034.
- 161- Boezaart A. The stimulating catheter: is it useful. *Pro. ASRA News February 2005*: 8-11.
- 162- Grant S. Why I prefer a nonstimulating catheter. *Con. ASRA News February 2005*: 9-11.
- 163- Malisse M et al. The analgesic efficiency of continuous femoral nerve blockade after total hip arthroplasty (THA) is not improved by the use of a stimulating catheter. *Reg Anesth Pain Med* 2005; 30(5) Suppl 1: 4.
- 164- J Rodriguez et al. Stimulating popliteal catheters for postoperative analgesia after hallux valgus repair. *Anesth Analg* 2006; 102(1): 258-262.
- 165- Vázquez T, Martínez Navas A. Técnicas continuas con catéter estimulante versus no estimulante. Ponencia. VIII Jornadas de Actualización en Anestesiología y Reanimación. Antequera, Mayo 2006.
- 166- Dauri M, Sidiropoulou T et al. Efficacy of continuous femoral nerve block with stimulating catheters versus nonstimulating catheters for anterior cruciate ligament reconstruction. *Reg Anesth Pain Med* 2007; 32(4): 282-7.
- 167- Tran de QH et al. Ultrasonography and stimulating perineural catheters for nerve blocks: a review of the evidence. *Can J Anaesth* 2008; 55(7): 447-57.
- 168- Le-Wendling L, Enneking FK. Continuous peripheral nerve blockade for postoperative analgesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2008; 21(5): 602-9.
- 169- Hadzic A, Gadsden J, Shariat AN. Local and nerve block techniques for analgesia after shoulder surgery. *Anaesthesia* 2010; 65 (editorial): 547-555
- 170- Fredrickson MJ, Krishnan S, Chen CY. Postoperative analgesia for shoulder surgery: a critical appraisal and review of current techniques. *Anaesthesia* 2010; 65 (review article): 608-624.
- 171- Péron A, Pham-Dang C, Blanche E et al. Control of perineural catheters: experience of a new set. *The Int Monitor* 1999; 11 (3): 130.
- 172- Pham Dang Ch, Kick O, Collet T et al. Continuous peripheral nerve blocks with stimulating catheters. *Reg Anesth Pain Med*. 2003; 28:83-88.
- 173- Tsui BCH, Wagner A, Finucane B. Electrophysiologic effect of injectates on peripheral nerve stimulation. *Reg Anesth Pain Med*. 2004; 29:212-220.

- 174- Pham Dang Ch. Stimulating catheter and electrophysiologic effect of the flush injectates: exciting. *Reg Anesth Pain Med.* 2004; 29(5):509-510.
- 175- Salinas F, Neal J, Sueda L, Kopacz D, Liu S. Prospective comparison of continuous femoral nerve block with nonstimulating catheter placement versus stimulating catheter-guided perineural placement in volunteers. *Reg Anesth Pain Med.* 2004; 29(3):212-220.
- 176- Hayek S, Samuel S, Helfand R et al. Continuous femoral nerve catheter analgesia for total knee arthroplasty: stimulating vs. non-stimulating catheters. *Anesthesiology.* 2004; 101:A1000.
- 177- Morin A et al. Does femoral nerve catheter placement with stimulating catheters improve effective placement? A randomized, controlled, and observer-blinded trial. *Anesth Analg.* 2005; 100: 1503-10.
- 178- Jack NT, Liem EB, Vonhogen LH. Use of stimulating catheter for total knee replacement surgery: preliminary results. *Br J Anaesth* 2005; 95(2): 250-4.
- 179- Sidiropoulou T et al. Efficacy of continuous “three-in-one” block with stimulating catheters for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Reg Anesth Pain Med* 2005; 30(5) Suppl 1: 24.
- 180- Casati A et al. Using stimulating catheters for continuous sciatic nerve block shortens onset time of surgical block and minimizes postoperative consumption of pain medication after hallux valgus repair as compared with conventional nonstimulating catheters. *Anesth Analg.* 2005; 101:1192-7.
- 181- Tsui B, Finucane B. Epidural stimulator catheter. *Tech in Reg Anesth Pain Manag* 2002; 6 (4): 150-154.
- 182- Boezaart AP, Beer JF, Med M, Nell ML. Early experience with continuous cervical paravertebral block using a stimulating catheter. *Reg Anesth Pain Med.* 2003; 28(5): 406-413.
- 183- Volk T. Stimulating catheters for interscalene blocks. *Reg Anesth Pain Med.* 2004; 29(2): 11.
- 184- Birnbaum J. Use of stimulating catheter for femoral nerve block. *Br J Anaesth* 2006; 96(1): 139-42.
- 185- Birnbaum J et al. The effect of stimulating versus nonstimulating catheters for continuous interscalene plexus blocks in short-term pain management. *J Clin Anaesth* 2007; 19: 434-9.

- 186- Chelly J. Continuous perineural infusions at home: narrowing the focus. *Reg Anesth Pain Med*. 2004; 29(1): 1-3.
- 187- Casati A, Fanelli G, Borghi B, Torri G. 0,75% Ropivacaine or 2% mepivacaine for lower limb peripheral nerve blocks. *Anesthesiology*. 1999; 90(4):1047-1052.
- 188- Ilfeld BM, Wright Th, Enneking FK et al. Total shoulder arthroplasty as an outpatient procedure using ambulatory perineural local anesthetic infusion: a pilot feasibility study. *Anesth Analg*. 2005; 101: 1319-22.
- 189- Ilfeld B, Enneking K. Continuous peripheral nerve blocks at home: a review. *Anesth Analg*. 2005; 100: 1822-33.
- 190- Swenson J et al. Outpatient management of continuous peripheral nerve catheters placed using ultrasound guidance: an experience in 620 patients. *Anesth Analg*. 2006; 103(6): 1436-1443.
- 191- Russon K, Sardessai AM, Ridgway S et al. Postoperative shoulder surgery initiative (POSSI): an interim report of major shoulder surgery as a day case procedure. *Br J Anaesth*. 2006; 97(6):869-873.
- 192- Urmey WF. Interscalene block. The truth about twitches. *Reg Anesth Pain Med* 2000; 25(4): 340-2.
- 193- EkatoDRAMIS G, Borgeat A. Subcutaneous tunnelling of the interscalene catheter. *Can J Anaesth* 2000; 47: 716-7.
- 194- Rawal N. Acute pain services revisited- good from far, from good? *Reg Anesth Pain Med* 2002; 27(2): 117-21.
- 195- De Andrés J, Sala-Blanch X. Ultrasound in the practice of brachial plexus anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2002; 27(2): 77-89.
- 196- Brian D et al. Characterizing novice behaviour associated with learning ultrasound guided peripheral regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2007; 107-15.
- 197- Tran de Q H, Muñoz L, Russo G et al. *Can J Anaesth* 2008; 55(7): 447-57
- 198- Bailie DS, Ellembecker T. Severe chondrolysis after shoulder arthroscopy: a case series. *Journal of shoulder and elbow surgery* 2009; 18: 742-7.
- 199- Webb ST, Ghosh S. Intra-articular bupivacaine: potentially chondrotoxic? *Br J Anaesth* 2009; 102: 439-41.
- 200- Tsai TP et al. Intensity of the stimulating current may not be a reliable indicator of intraneural needle placement. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33(3): 207-10.
- 201- Sala-Blanch X, Pomes J, Matute P et al. Intraneural injection during anterior approach for sciatic nerve block. *Anesthesiology* 2004; 101: 1027-30

- 202- Robards C, Hadzic A, Somasundaram L et al. Intraneural injection with low-current stimulation during popliteal sciatic nerve block. *Anesth Analg* 2009; 109(2): 673-7.
- 203- Ilfeld BM et al. Interscalene perineural ropivacaine infusion: a comparison of two dosing regimens for postoperative analgesia. *Reg Anesth Pain Med* 2004; 29: 9-16.
- 204- Le LT et al. Effects of local anesthetic concentration and dose on continuous interscalene nerve blocks: a dual-center, randomized, observer-masked, controlled study. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33: 518-25.
- 205- Stevens MF et al. Does interscalene catheter placement with stimulating catheters improve postoperative pain or functional outcome after shoulder surgery? A prospective, randomized and double-blinded trial. *Anesth Analg* 2007; 104: 442-7.
- 206- Van de Putte, Van der Vost M. Continuous interscalene block using a stimulating catheter: a review of the technique. *Acta Anaesth Belg* 2005; 56: 25-30.
- 207- Hadzic A. Local and nerve block techniques for analgesia after shoulder surgery. *Anesth* 2010; 65: 547-5.
- 208- Hebard S, Hocking G. Echogenic technology can improve needle visibility during ultrasound-guided regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2011; 36(2): 185-9.
- 209- <http://www.contiplexstim.com>
- 210- <http://www.gamida.net/uploads/documents/AR/Perinerveux%20continus%20-%>
- 211- Clendenen SR et al. Real-time three dimensional ultrasound assisted axillary plexus block defines soft tissue planes. *Anesth Analg* 2009; 108(4): 1347-1350.