

ANATOMÍA DEL PLEXO BRAQUIAL DE LA RATA WISTAR COMO MODELO EXPERIMENTAL. INVESTIGACIÓN ANATÓMICA CON APLICACIONES A LA MICROCIURUGÍA.

Anatomy of the Brachial Plexus of the Wistar Rat as an Experimental Model. Anatomical Research with Applications in Microsurgery.



Sebastián A. Iezzi

IEZZI, SEBASTIÁN A.; POSTAN, DANIEL; MARTÍNEZ GRILLO, FEDERICO G.; VIDALES RACHINI, JAZMÍN F. & POITEVIN, LUCIANO A.

II Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires. Argentina.

E-Mail de Contacto: danielpostan@yahoo.com.ar

Recibido: 12 – 06 – 2013

Aceptado: 20 – 08 – 2013

Revista Argentina de Anatomía Online 2014, Vol. 5, Nº 1, pp. 21 – 28.

Resumen

Los trabajos científicos con modelos experimentales en animales para el desarrollo y entrenamiento de modelos y técnicas microquirúrgicas han logrado en los últimos tiempos grandes avances. Sin embargo, ninguno de éstos ha establecido una vía de abordaje al plexo braquial murino para su utilización en estos aspectos.

Los objetivos de la presente investigación son: el estudio de la anatomía del plexo braquial de la rata Wistar, sus relaciones vasculares, musculares y con estructuras circundantes para establecer, de esta manera, parámetros de localización del mismo en la axila y una vía de abordaje que permita explorarlo.

Para este trabajo se disecaron 10 ratas (20 plexos) Wistar macho de entre 300 y 350 gramos, previamente sacrificadas. Se realizaron disecciones con magnificación de 4 a 12 aumentos bajo microscopio quirúrgico. Se inyectó látex a nivel arterial y se disecó el espacio axilar, estudiando el plexo braquial y sus relaciones vasculares y musculares. Se tomaron mediciones y ángulos entre la clavícula y el plexo braquial.

Se observó un plexo constituido desde C5 a T1, conformado por tres troncos, tres fascículos y cinco ramos terminales. Respecto al músculo pectoral mayor murino, éste carece de inserciones claviculares importantes. De los resultados de las mediciones se observó que: la clavícula presenta un ángulo de 50° con respecto a la columna cervical, y de 30° con respecto al plexo braquial, ambos en el plano coronal. La distancia entre la línea hemiclavicular y el plexo braquial fue en promedio de 8 mm, en un ángulo de 30° hacia dorsal y podálico.

Hemos observado que: a) La clavícula y el plexo braquial presentan una disposición divergente y sus trayectos no se cruzan entre sí, lo que determina que el plexo braquial murino es enteramente infraclavicular; b) el músculo pectoral mayor carece de inserciones claviculares de importancia, por lo cual es posible acceder al hueso axilar a través del borde superior de este músculo.

Del estudio de la anatomía de la región se elaboró una vía de acceso al plexo braquial poco cruenta, que permite la exploración de entre 13 y 14 mm de longitud del plexo braquial, pasible de ser utilizada en modelos experimentales microquirúrgicos con la finalidad de evaluar reparaciones nerviosas, injertos vascularizados y no vascularizados, entre otros.

Palabras claves: plexo braquial; rata wistar; microcirugía; anatomía experimental; anatomía comparada.

Abstract

Scientific studies on experimental models in animals for the development and training of microsurgical techniques and models have made great progresses in the last years. Nevertheless, a surgical approach to the murine brachial plexus has not been described in any of these studies for its use in these aspects.

Objectives of this investigation include: a study of the Wistar rat's brachial plexus anatomy, its relations with vessels, muscles and other structures in order to establish location parameters of the plexus in the axilla, and a surgical approach to explore it.

Ten (10) male Wistar rats (20 plexus) weighting from 300 to 350 g were dissected, with and without fixation techniques, under a 4-12 x magnification with surgical microscope. Latex was injected in the arterial system, and the axillary space was dissected, studying the brachial plexus and its vascular and muscular relations. Measurements and angles between the plexus and the clavicle were taken.

The plexus was formed from C5 to T1, constituted by three trunks, three fascicles and five terminal branches. Regarding to the murine's pectoralis major, it does not present an important clavicular insertion.

From the results of these measurements we observed that: the clavicle presents a 50° angle with the cervical column, and a 30° angle with the disposition of the plexus, both in the coronal plane. The distance between the hemi-clavicular line and the plexus was an average of 8 mm, with a 20° angle in a dorsal and podalic orientation.

We have observed that: a) the brachial plexus and the clavicle present a divergent direction, which determinates that these two never cross each other, and that the brachial plexus presents an entirely infra-clavicular situation; b) the pectoralis major muscle does not present an important clavicular insertion, what makes it possible to approach the axillary space trough the superior margin of this muscle.

From the anatomical study of the axillary region we elaborated a surgical approach to the brachial plexus that allows an exploration of 13 to 14 mm, plausible to be used for microsurgical experimental models in studies for neural reparations, vascularized and non vascularized nerve grafts, among others.

Key words: brachial plexus; wistar rat; microsurgery; experimental anatomy; compared anatomy.

INTRODUCCIÓN.

Los modelos experimentales en animales para el desarrollo y entrenamiento de modelos y técnicas microquirúrgicas han logrado en los últimos tiempos grandes avances. En el campo de los nervios periféricos distintos modelos han sido utilizados siguiendo esta línea, tal es el caso de los modelos microquirúrgicos del nervio ciático y de plexo braquial, realizados particularmente en la rata (1-7).

Si bien las investigaciones anatómicas sobre el plexo de la rata aún no son abundantes, Bertelli y col. han estudiado el plexo braquial y ramas terminales de la rata Wistar como modelo similar al del hombre,

el cual brinda algunas ventajas respecto al modelo del nervio ciático (8). Angelica-Almeida y col. establecieron similitudes y diferencias entre la anatomía del plexo de la rata con la del humano tanto en su formación como en su vascularización, estableciendo la posibilidad de realizar injertos vascularizados de nervios (9). Riva y col. también estudiaron la anatomía de los nervios pectorales del plexo de rata concluyendo en la posibilidad de utilizarlo como modelo experimental por su similitud al humano (10). De esta forma, el conocimiento de la anatomía del plexo murino y sus relaciones cobra importancia en la realización de trabajos experimentales.

Sin embargo, a pesar de los trabajos descriptivos realizados en este

área, la vía de abordaje al plexo braquial murino no está claramente establecida. En este sentido, el abordaje a los troncos primarios del plexo por vía posterior ha sido descripta, pero la vía de acceso al del resto del plexo es un tema aún a establecer (11-12).

Los objetivos de la presente investigación son: el estudio de la anatomía del plexo braquial de la rata Wistar, sus relaciones vasculares y su relación con los músculos y estructuras circundantes para establecer, de esta manera, parámetros de localización del mismo en la axila y una vía de abordaje que permita explorarlo.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se utilizaron 10 ratas (20 plexos) Wistar macho de entre 300 y 350 gramos, previamente sacrificadas, las cuales se disecaron en una primera etapa sin fijación y en una segunda etapa fijadas con fenoxetol solución al 1%. Se realizó una toracotomía para exponer el mediastino y se inyectó látex con colorante rojo en el ventrículo izquierdo de cada animal. Posteriormente se realizó una laparotomía xifopubiana y evisceración toracoabdominal.

Se procedió a la disección en todos los casos con el animal en decúbito dorsal y con los miembros superiores en abducción de 90°, con magnificación entre 4 y 12 aumentos con microscopio quirúrgico. En 5 animales (10 plexos) se resecaron los músculos esternocleidomastoideo e infrahioideos del cuello y los músculos pectorales mayor y menor en la axila. Se accedió así al plexo braquial en toda su extensión, desde los troncos primarios hasta los ramos terminales, así como también a los vasos axilares y sus principales ramos con los que el plexo se relaciona. Se estudió posteriormente la anatomía del plexo braquial y sus relaciones vasculares.

En los 5 animales restantes (10 plexos) se estudió la anatomía de los músculos pectorales mayor y menor, sus inserciones y sus relaciones con el plexo braquial. Se establecieron los ángulos de la clavícula con respecto a la línea media en el plano coronal, y de la clavícula con respecto al plexo braquial en los planos coronal y parasagital. Se realizaron mediciones lineales desde la línea hemiclavicular al plexo. Una correlación con la anatomía humana se realizó en algunos aspectos estudiados.

Por último, y teniendo en cuenta los resultados de la anatomía de la

región y de las mediciones, se planeó una vía de abordaje al plexo braquial, la cual se efectuó en el segundo grupo de animales. Posteriormente se midió la longitud máxima del plexo a la cual se puede acceder a través de la vía de acceso planteada.

En relación con los animales utilizados, los mismos fueron cedidos por el Bioterio de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. Los mismos correspondieron a animales de descarte y no fueron utilizados en experimentos previos ni presentaron patologías previas a la implementación del método humanitario de sacrificio, el cual se llevó a cabo en el Bioterio de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA (con cámara de dióxido de carbono) respetando las reglas nacionales e internacionales para el tratamiento de animales de laboratorio.

RESULTADOS.

Anatomía del Plexo Braquial.

El plexo braquial de la rata Wistar está formado por los ramos anteriores de las raíces espinales de C5 a T1. Se constituye de la siguiente manera:

Troncos: Las raíces de C5 y C6 se unen formando un tronco superior, recibiendo un ramo comunicante de C4. La raíz C7 forma de manera independiente el tronco medio, mientras que los ramos C8 y T1 forman el tronco inferior (ver Fig. 1)

Divisiones: Cada uno de los troncos da origen a dos divisiones, anterior y posterior.

Fascículos: El fascículo superior es formado por la división anterior del tronco superior. Las tres divisiones posteriores se unen para formar el fascículo posterior, mientras que las divisiones anteriores de los troncos medio e inferior constityen el fascículo inferior (ver Fig. 1)

Ramos Terminales: El nervio musculocutáneo se origina del fascículo superior, junto a otros ramos colaterales, entre los cuales se encuentra el nervio supraescapular. Los nervios axilar y radial se originan del fascículo posterior, y los nervios mediano y cubital surgen de un tronco común proveniente del fascículo medial (ver Fig. 1).

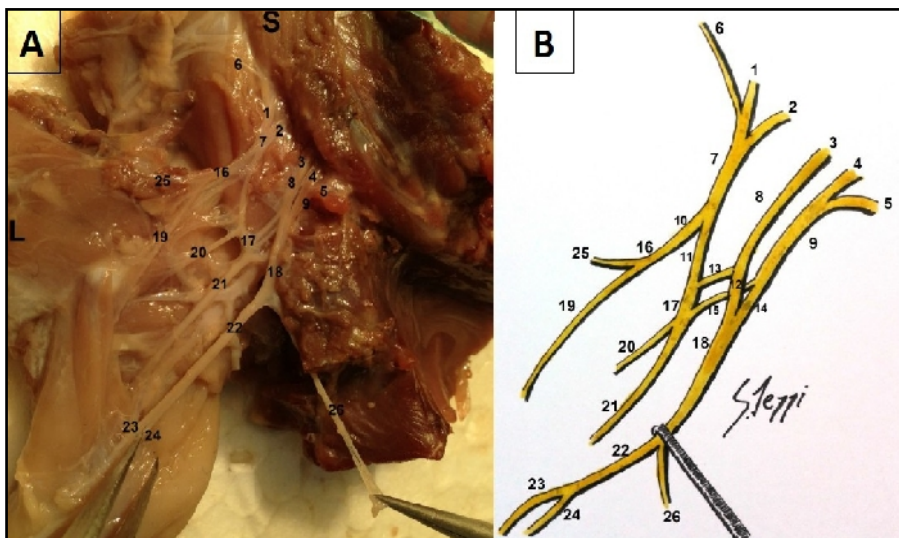


Fig. 1. A. Vista anterior del plexo braquial. **B.** Esquema aumentado de la imagen A. Referencias: L. Lateral, S. Superior. (1) Raíz de C5; (2) Raíz de C6; (3) Raíz de C7; (4) Raíz de C8; (5) Raíz de T1; (6) Ramo comunicante de C4; (7) Tronco superior; (8) Tronco Medio; (9) Tronco Inferior; (10) División anterior del tronco superior; (11) División posterior del tronco superior; (12) División anterior del tronco medio; (13) División posterior del tronco medio; (14) División anterior del tronco inferior; (15) División posterior del tronco inferior; (16) Fascículo Lateral; (17) Fascículo Posterior; (18) Fascículo Medial; (19) Nervio Musculocutáneo; (20) Nervio Axilar; (21) Nervio Radial; (22) Tronco Mediano-Cubital; (23) Nervio Mediano; (24) Nervio Cubital; (25) Nervio Pectoral Lateral; (26) Nervio Pectoral Medial.

Si bien se observó un patrón variable en la formación de los fascículos del plexo braquial, la constitución de los mismos presentó un patrón constante así como su el sitio desde donde surgieron los ramos terminales.

Arterias.

En el total de la muestra se observó una arteria axilar discurriendo a través de la axila inferiormente al plexo. De ésta se originó la arteria vertebral, que discurrió anteriormente a las raíces del plexo hasta alcanzar el conducto vertebral. De la misma también se originó una arteria supraescapular que cruzó el plexo por su cara anterior a nivel de los fascículos, en sentido de medial a lateral y de superior a inferior, hasta alcanzar el foramen supraescapular (ver Fig. 2).

La vena axilar discurrió en todos los casos inferior a la arteria.

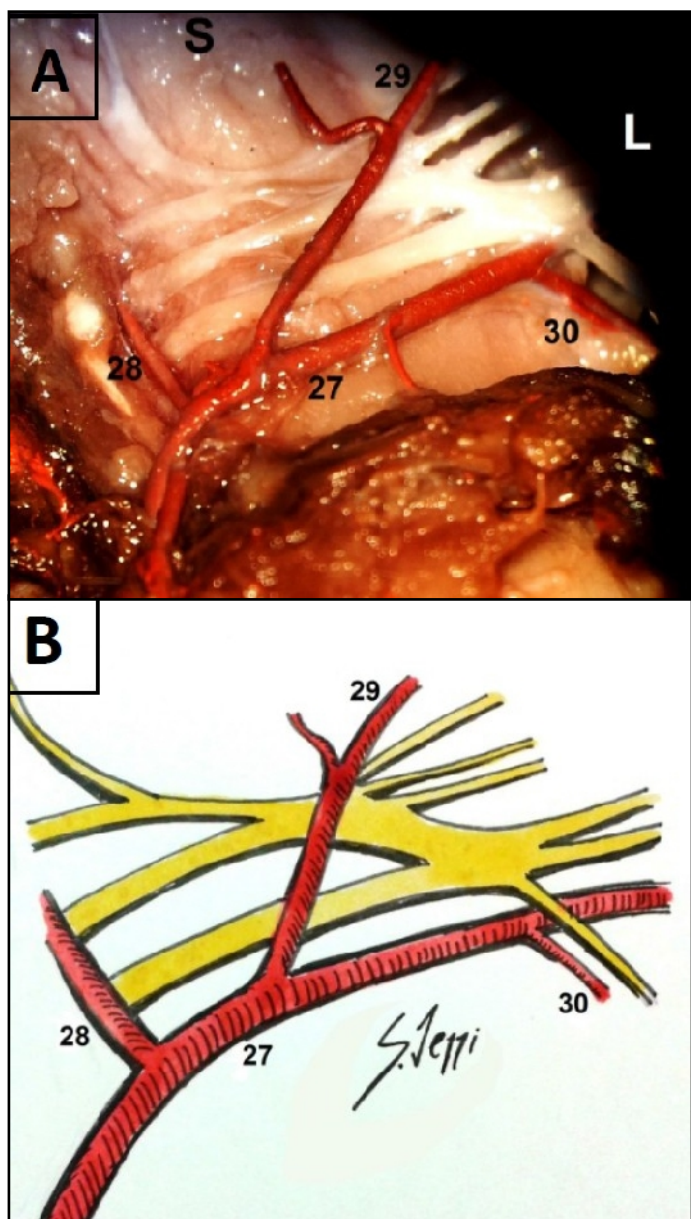


Fig. 2. A. Vista con magnificación 6x del plexo braquial y la arteria axilar con algunos de sus ramos principales. **B.** Esquema de la imagen A. Referencias: L. Lateral, S. Superior. (27) Arteria Axilar; (28) Arteria Vertebral; (29) Arteria Supraescapular; (30) Arteria Pectoral Medial.

Morfometría.

Ángulos.

Todas los ángulos se tomaron con el animal en posición decúbito dorsal y con el miembro superior en abducción a 90°.

- El ángulo de la clavícula con respecto a la columna cervical en el plano coronal fue de 50° en todos los casos. Se lo denominó ángulo "A". (ver Fig. 3.A)

- El ángulo de la disposición de la clavícula con respecto a la del plexo en el plano coronal, con vértice en la articulación esternoclavicular, fue de 30°. Se lo denominó ángulo "B" (ver Fig. 3.A)

-El ángulo formado entre una línea cefalocaudal que cruza la línea hemiclavicular, y una línea que va desde la línea hemiclavicular hasta el plexo, fue de 30° con orientación hacia posterior. Se lo denominó ángulo "C" (ver Fig. 3.B)

Mediciones lineales.

- Desde la línea hemiclavicular al plexo (distancia CP): 8 mm, con un rango de 7 a 9 mm. (ver Fig. 3.B)

-Posterior a la realización de la vía de abordaje planteada en la discusión del presente trabajo, se tomó la medición de la longitud máxima del plexo a la cual se puede acceder desde ésta. El resultado fue de entre 13 y 14 mm.

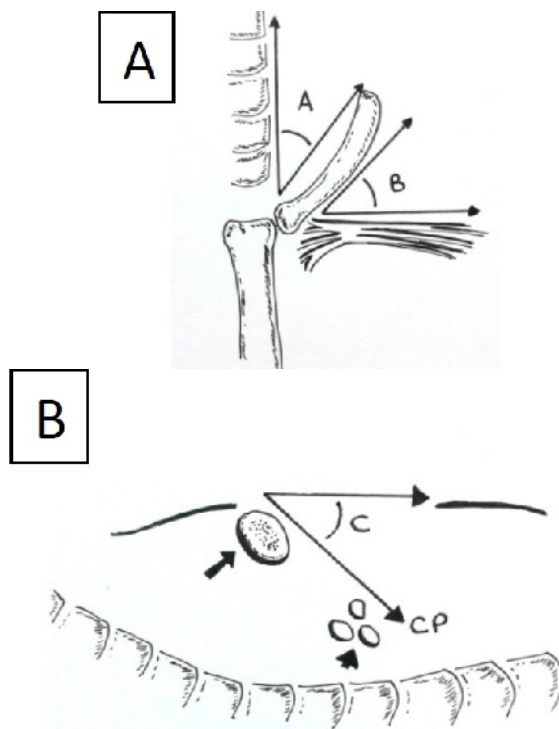


Fig. 3. Esquemas que representan los ángulos y mediciones tomadas en relación a la clavícula. A. Esquema que muestra los ángulos "A" y "B" trazados entre la columna cervical, la clavícula y el plexo braquial. **B.** Esquema de un corte parasagital que pasa por la línea hemiclavicular, donde se representan el ángulo "C" y la distancia CP. Flecha larga: clavícula; Flecha corta: plexo braquial.

Músculos pectorales.

Pectoral Mayor: De forma trapezoidal, toma inserción medial a lo largo del esternón, en la articulación esternoclavicular y en los cartílagos costales. Su borde superior sigue el borde inferior del deltoides, al que se une por una fascia deltopectoral, hasta insertarse distalmente en la mitad superior del húmero, en el borde externo de la corredera bicipital (ver Fig. 4)

Relaciones: Sus tercios medial y lateral se relacionan posteriormente con el plexo braquial, mientras que su tercio medio se relaciona con el músculo pectoral menor. Su borde superior forma el borde inferior del surco deltopectoral. En el tercio medial del surco deltopectoral se observó cruzar a la vena yugular externa junto con una arteria subcutánea que sigue el trayecto vertical de la vena, y una arteria acromiotorácica que transcurre longitudinalmente por el surco.

Pectoral Menor: Se dirige hacia la parrilla costal de forma oblícuo de inferior a superior y de medial a lateral, con vértice en la apófisis coracoides.

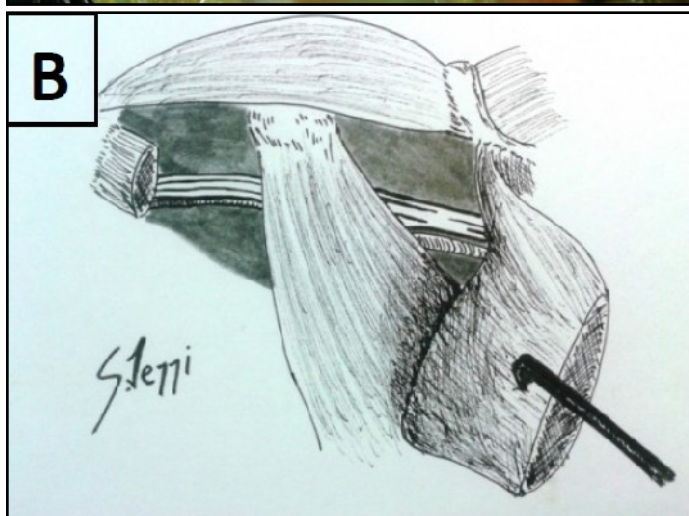
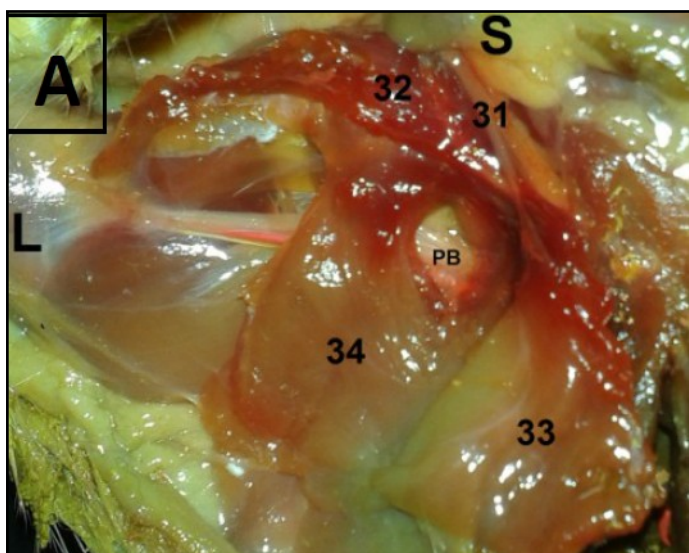


Fig. 4. A. Vista anterior de los músculos pectorales. **B.** Esquema de la imagen A. Se observan los tres sectores del plexo braquial en la axila: retropectoral mayor medial, retropectoral menor y retropectoral mayor lateral. Referencias: S. Superior; L. Lateral. PB. Plexo Braquial; (31) Clavícula; (32) Músculo Deltoides; (33) Músculo Pectoral Mayor; (34) Músculo Pectoral Menor.

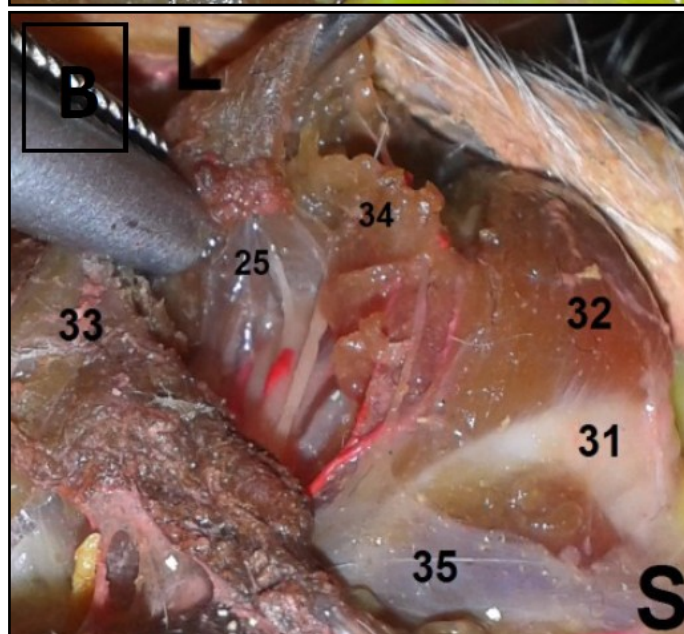
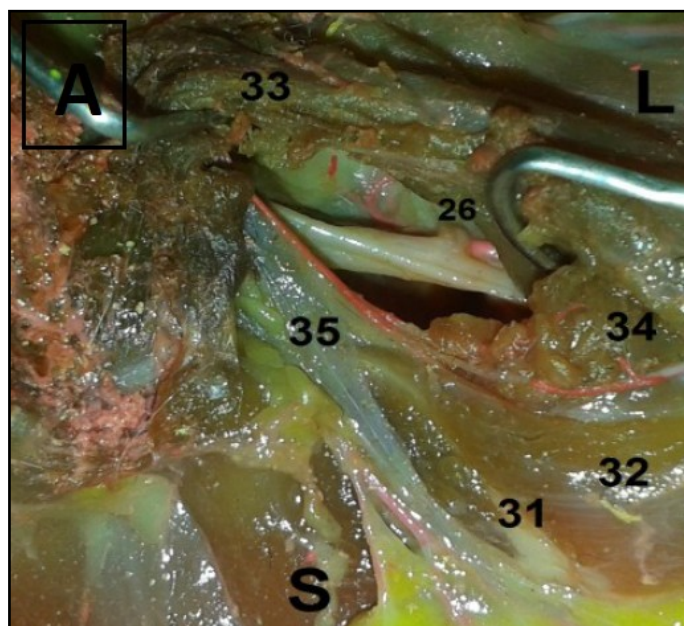


Fig. 7. A. Vista desde anterior y cefálico del acceso al plexo braquial donde se muestra el nervio pectoral medial. **B.** Vista desde anterior y cefálico donde se muestra el nervio pectoral lateral. Referencias: L. Lateral; S. Superior. (25) Nervio Pectoral Lateral; (26) Nervio Pectoral Medial; (31) Clavícula; (32) Músculo Deltoides; (33) Músculo Pectoral Mayor; (34) Músculo Pectoral Menor; (35) Vena Yugular Externa.

Relaciones: Anteriormente con el pectoral mayor y posteriormente con el plexo braquial y el paquete vascular axilar

Nervios pectorales: Se encontraron dos: el pectoral mayor lateral proveniente del fascículo lateral y el pectoral medial, proveniente del fascículo medial (ver Fig. 1 y Fig. 7).

DISCUSIÓN.

Las posibilidades de experimentación con plexos de ratón Wistar han ido creciendo en el último tiempo. Su similitud con el plexo humano, la

viabilidad de la rata como animal de experimentación y los avances en el campo de la microcirugía nerviosa confluyen en la posibilidad de utilizarlo como modelo. En este sentido, diversas utilidades se le han encontrado, no solo en el campo del entrenamiento microquirúrgico, sino también en modelos experimentales para evaluar regeneración neuronal post-traumática, isquemia neuronal, injertos nerviosos con y sin vascularización, evaluación y clasificación de lesiones plexo, técnicas de neurotización, entre otras (4-7; 13-16). A pesar de lo dicho, los trabajos descriptivos de anatomía de plexo de rata son escasos en número. Bertelli ha estudiado el mismo en 42 animales, y describe la formación del plexo desde C4 a T1 (8). Sin embargo, otros autores (Angelica-Almeida y col) describen el plexo desde C4 hasta T2 (9). En este trabajo observamos al plexo conformado desde C4 hasta T1. Almeida y col. considera que la formación del plexo de la rata es inconstante y que es difícil establecer la formación de fascículos como ser el medial, el lateral y el posterior, clásicos en la descripción del plexo humano, así como tampoco fue claro el origen de las ramas terminales y colaterales. En la presente investigación, observamos un patrón variable en la formación de los fascículos del plexo, sin embargo, la constitución de los mismos presentó un patrón constante (conformado por los tres fascículos antes mencionados) así como lo fue el origen de los ramos terminales, surgiendo los nervios musculocutáneo y supraescapular del fascículo lateral, el axilar y radial del posterior y el mediano y cubital del medial. Algunas diferencias se presentaron respecto al plexo humano como ser la ausencia de la "M" del nervio mediano, y del asa pectoral. Destacamos la importancia de la relación del plexo braquial de la rata con la clavícula, dado que tanto el plexo como las arterias que lo acompañan, no cruzan la clavícula en su trayecto, lo que sí sucede en el humano. Hemos observado que estos presentan un trayecto divergente y formando un ángulo de 30°, siendo el plexo enteramente infraclavicular. Esta característica anatómica del plexo murino fue aprovechada para la elaboración de la vía de abordaje que describiremos más adelante en este trabajo.

La vascularización del plexo ha sido estudiada extensamente en el humano (17-19), y como sucede con su anatomía, en menor medida en la rata. Almeida afirma que la variabilidad en la irrigación de cada nervio es alta, incluso en el mismo espécimen, comparando los plexos contralaterales del mismo animal (9). Las arterias y venas que irrigan el plexo, según esta autora, son dependientes de los vasos que acompañan el trayecto de éste, incluso de las arterias musculares de la cercanía. En este sentido, existen algunos nervios con un patrón de irrigación constante como ser los ramos de los pectorales y el nervio toracodorsal. Estos nervios son, según esta autora, candidatos para experimentar injertos nerviosos vascularizados. Sin embargo, esta autora no hace referencia ni al diámetro del nervi-vasorum ni a su localización. Bertelli también ha mencionado la posibilidad de realizar estos injertos en rata utilizando el nervio mediano y cubital (8). En este trabajo hemos observado al plexo braquial relacionarse con tres grandes arterias. La arteria vertebral, que discurre por delante de las raíces del plexo, la arteria supraescapular, que cruza por la cara ventral del plexo de medial a lateral y de podalico a cefálico, y por último la arteria axilar que lo acompaña en su trayecto por la axila, en relación inferior al plexo. Hemos observado la vascularización del epineuro por ramas vecinas al plexo, sin poder establecer un patrón. Nuevas investigaciones en este sentido harán falta para determinar el sitio de origen de estas arterias, su calibre, y la presencia o no un patrón constante.

Topográficamente el trayecto del plexo braquial de la rata podría dividirse en 3 regiones o sectores: 1) retropectoral mayor medial, 2) retropectoral menor, y 3) retropectoral mayor lateral. El sector retropectoral mayor medial incluye principalmente a los troncos y la formación de los fascículos, el retro pectoral menor abarca desde los fascículos al origen y porción proximal de los ramos terminales, mientras que el sector retropectoral mayor lateral incluye la porción axilar distal de los ramos terminales (ver Fig. 4).

Vía de abordaje.

Como objetivo final y resultante del estudio de la anatomía de la región, planteamos el desarrollo de una vía de abordaje al plexo braquial murino. Considerando que el músculo pectoral mayor no presenta una inserción ósea en la clavícula a lo largo de su borde superior, y que el plexo braquial es enteramente infraclavicular, interpretamos factible explorar el plexo braquial a través del surco deltopectoral. La vía de abordaje propuesta se detalla con los siguientes pasos, a ser realizados con el animal posicionado en decúbito dorsal, con ambos miembros superiores a 90° de abducción (ver Fig. 5):

1°. Se identifican la clavícula y la apófisis coracoides mediante palpación. Se realiza una incisión longitudinal a lo largo del borde superior del pectoral mayor desde la articulación esternoclavicular hasta la apófisis coracoides.

2°. Se identifica la vena yugular externa en el tercio medial del surco deltopectoral.

3°. Diéresis de la aponeurosis deltopectoral desde la apófisis coracoides hasta el borde lateral de la vena yugular externa.

4°. Se separa el músculo pectoral mayor en sentido anterior e inferior, para luego acceder por detrás de la mitad medial del mismo hasta la cavidad axilar, a través del orificio formado entre el borde superior del pectoral mayor y el borde inferior del deltoides. De esta manera se puede observar el plexo braquial en su porción retropectoral mayor medial, discurrendo inferior y posterior a la clavícula según las medidas tomadas en este trabajo (ver Fig. 3).

5°. Se identifica al pectoral menor en la mitad lateral del surco deltopectoral, se rebate hacia anterior la porción muscular que está en contacto con el plexo por detrás, pudiendo de esta manera explorar el plexo en su porción retropectoral menor, donde se encuentran los ramos terminales del plexo.

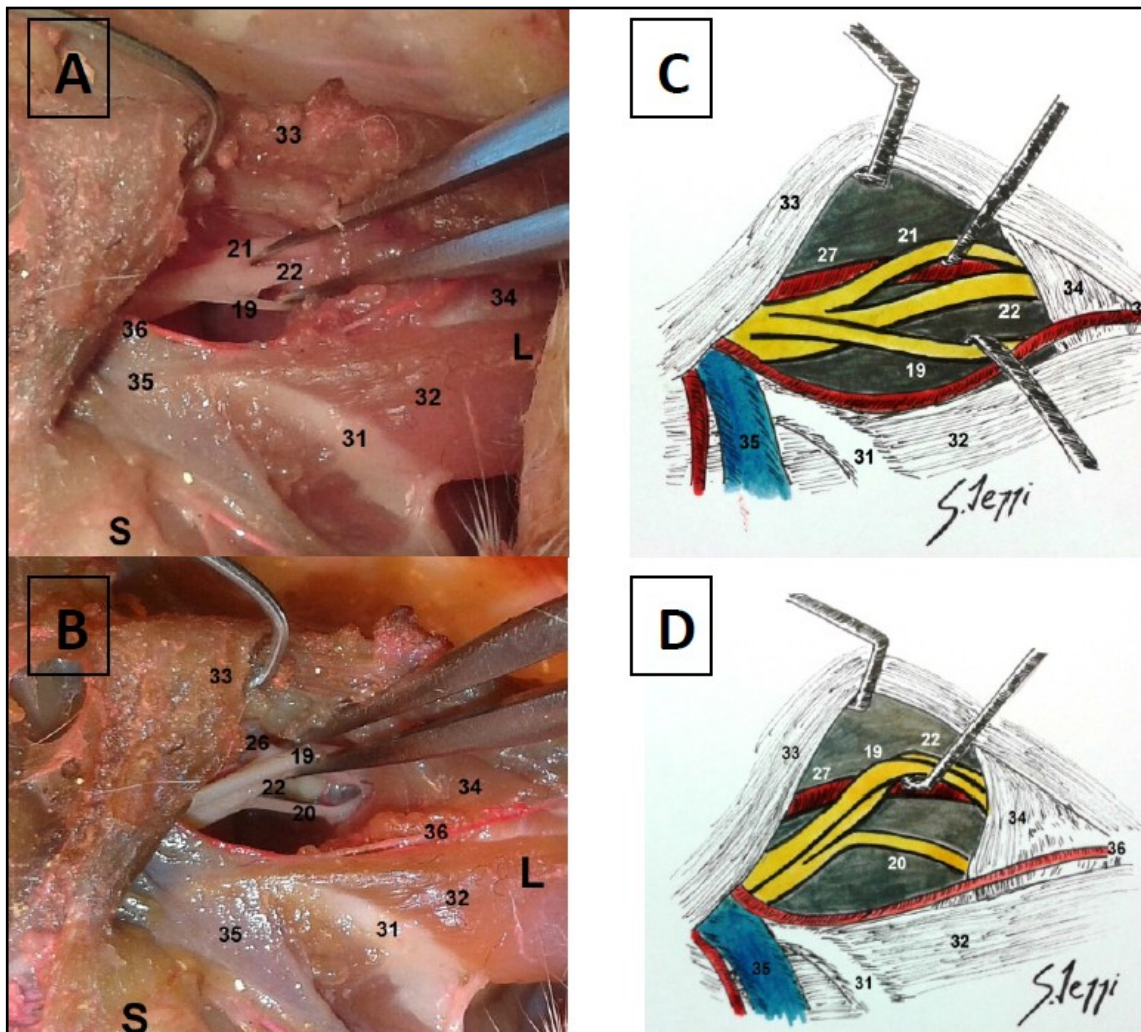
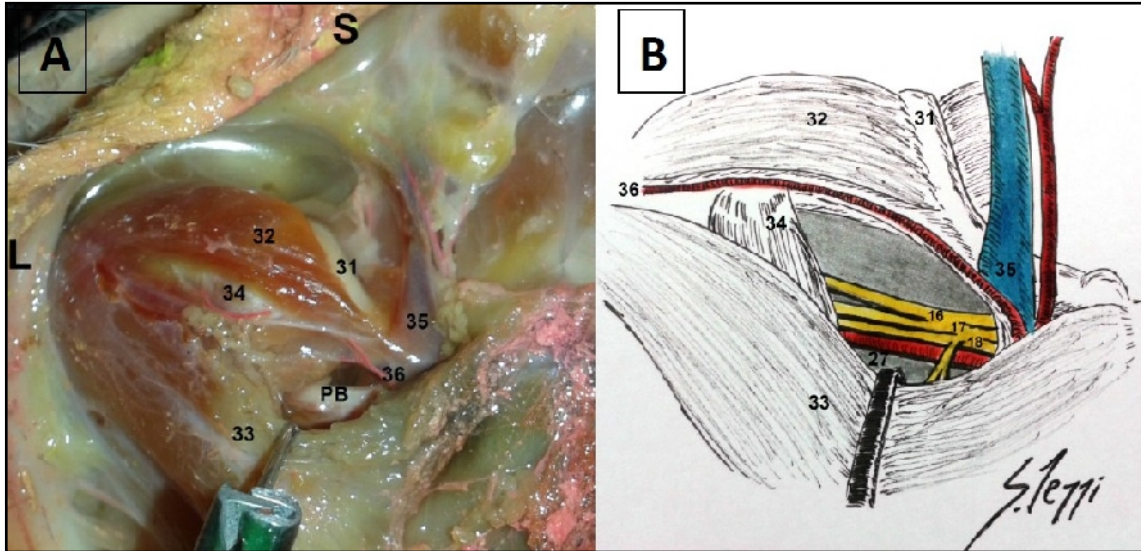
Es de importancia remarcar que el cirujano deberá situarse desde el polo cefálico del animal, ya que la angulación del plexo respecto a la clavícula en el plano parasagital es de 30° hacia dorsal y podálico, ubicándose el plexo a 8mm de distancia de la clavícula en su línea hemi-clavicular, con lo cual esta posición brinda mejor campo visual al cirujano (ver Fig. 6).

De esta manera, concluimos que la vía de abordaje propuesta establece un acceso que permite explorar entre 13 y 14 mm del plexo braquial murino, y que presenta las siguientes ventajas: a) Poco cruento, dado que no se observaron grandes inserciones musculares pectorales en el borde inferior de la clavícula; b) Seguro, dado que el

sitio de incisión en el surco deltopectoral está lo suficientemente alejado de la ubicación de los nervios pectorales y de los vasos axilares y sus principales ramos (ver Fig. 7); c) De fácil y rápido acceso, como puede deducirse de la explicación previamente detallada, y lo cual podría ser una ventaja en estudios experimentales de lesión y regeneración neuronal, en donde abordajes del plexo en múltiples tiempos podrían ser necesarios. Este último punto necesitará de futuras investigaciones para comprobar la utilidad de esta vía de

acceso en ese sentido.

La vía de abordaje descrita en este trabajo no sería útil para acceder a la porción retropectoral mayor lateral, donde se encuentra la porción distal de los ramos terminales dentro de la axila. Para esto, debería desinsertarse al músculo pectoral mayor en su inserción humeral. El espacio retro pectoral mayor lateral, podría ser explorado por un acceso debajo del borde inferior del pectoral mayor.



CONCLUSIONES.

De los resultados sobre la anatomía del plexo braquial murino, concluimos que: a) El plexo braquial se forma por el entrecruzamiento de las fibras provenientes de las raíces de C5 a T1; b) Su constitución anatómica, si bien es variable, permite determinar en la mayoría de los casos tres fascículos (lateral, posterior y medial); y c) Origina cinco ramos terminales principales (radial, axilar, mediano, cubital y musculocutáneo), de distribución similar al humano, como ya describieran en sus trabajos Bertelli y col. (8).

De los resultados sobre las relaciones entre el plexo braquial murino y la clavícula, concluimos que: a) La clavícula tiene una angulación de 50° en el plano coronal con respecto a la columna cervical; b) El plexo braquial y la clavícula forman un ángulo de 30°, presentando direcciones divergentes, por lo cual el plexo braquial no cruza por detrás de la clavícula como en el humano; c) El plexo braquial con respecto a la clavícula está a 20° de angulación hacia inferior y posterior en el plano sagital, a 8 mm en promedio de distancia.

De los resultados sobre las relaciones entre el plexo braquial murino y los músculos pectorales, concluimos que: a) El borde superior del músculo pectoral mayor no toma inserción en la clavícula, sino en la aponeurosis del músculo deltoides, a nivel del borde inferior de éste; b) el plexo braquial se relaciona anteriormente con el sector medial del músculo pectoral mayor, a nivel de los troncos y el origen de los fascículos, con el pectoral menor, a nivel de los fascículos y el origen de los ramos terminales, y con el sector lateral del pectoral mayor, a nivel de los ramos terminales del plexo.

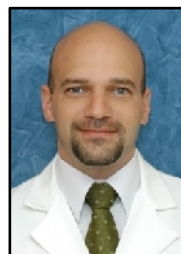
En base a estos resultados planteamos una vía de abordaje a través del surco deltopectoral, permitiendo la exploración de entre 13 y 14 mm de longitud del plexo braquial murino en su sector retropectoral mayor medial y retropectoral menor.

REFERENCIAS.

1. Wu, P.; Spinner, R. J.; Gu, Y.; Yaszemski, M. J.; Windebank, A. J.; Wang, H. *Delayed repair of the peripheral nerve: a novel model in the rat sciatic nerve*. J. Neurosci. Methods. 2013; 214(1):37-44.
2. Rustemeyer, J.; Dicke, U. *Correlation of three sciatic functional indices with histomorphometric findings in a rat sciatic nerve allograft repair model*. Microsurgery 2009; 29(7):560-567.
3. Siu, S.; Fahrer, M. *Microsurgical anatomy of the sciatic nerve in rat*. J. Anat. 1974; 118(Pt 2):394-395.
4. Rodríguez, A.; Chuang, D. C.; Chen, K. T.; Chen, R. F.; Lyu, R. K.; Ko, Y. S. *Comparative study of single-, double-, and triple-nerve transfer to a common target: experimental study of rat brachial plexus*. Plast. Reconstr. Surg. 2011; 127(3):1155-1162.
5. Song, J.; Chen, L.; Gu, Y. *Effect of ipsilateral C7 nerve root transfer on restoration of rat upper trunk muscle and nerve function after brachial plexus root avulsion*. Orthopedics 2010; 33(12):886.
6. Liao, W. C.; Chen, J. R.; Wang, Y. J.; Tseng, G. F. *The efficacy of end-to-end and end-to-side nerve repair (neurorrhaphy) in the rat brachial plexus*. J. Anat. 2009; 215(5):506-521.
7. Lauretti, L.; Pallini, R.; Romani, R.; Di Rocco, F.; Ciampini, A.; Gangitano, C.; Del Fa, A.; Fernandez, E. *Lower trunk of brachial plexus injury in the neonate rat: effects of timing repair*. Neurol. Res. 2009; 31(5):518-527.
8. Bertelli, J. A.; Pecot-Dechavassine, M. *The rat brachial plexus and its terminal branches: an experimental model for the study of peripheral nerve regeneration*. Microsurgery 1995; 16:77-85.
10. Riva, N.; Domi, T.; Lopez, I. D.; Triolo, D.; Fossaghi, A.; Dina, G. *The brachial plexus branches to the pectoral muscles in adult rats: morphological aspects and morphometric normative data*. Front Neuroanat. 2012;6:41.
11. Ibrahim, A. G.; Raisman, G.; Li, Y. *Permanent loss of fore-paw grasping requires complete deprivation of afferent input from a minimum of four dorsal roots of the rat brachial plexus*. Exp. Neurol. 2009; 215(1):142-145.

12. Han, L.; Kan, S.; Yuan, J. *Experimental study on reimplantation of ventral root into spinal cord after brachial plexus avulsion*. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. 2007; 21(9):948-952
13. Bertelli, J. A. *Concepts of nerve regeneration and repair applied to the brachial plexus reconstruction*. Microsurgery 2006; 26:230-244.
14. Yanase, Y. *Micronerve suture and graft in the rat*. En: Tamai, S.; Usui, M.; Yoshizu, T. (Eds). *Experimental and Clinical Reconstructive Microsurgery*. New York, Springer-Verlag, 2004. pp.44-51.
15. Breindenbach, W. T. *The anatomy of free vascularized nerve grafts*. Clin. Plast. Surg. 1984;11:65-71.
16. Koshima, I. H. *Experimental studies on vascularized nerve grafts in rats*. J. Microsurg. 1981; 2:225-226.
17. Lagraña, R. A.; Apter, J.; Terraes, R. A.; Lagrana, R. *Irrigación del plexo braquial*. Bibliografía Anatómica [online]. 1994; 31(5):91.
18. Cozzi, E.; Ferreira, L. N. *Irrigación arterial perineurilemática de los nervios del miembro superior*. Bibliografía Anatómica [online]. 1977-78; 15(8):58-59.
19. Levy, S. M.; Taylor, G. I.; Baudet, J.; Guérin, J.; Casoli, V.; Pan, W. R.; Houseman, N. D. *Angiosomes of the brachial plexus: an anatomical study*. Plast. Reconstr. Surg. 2003; 112(7):1799-1806.

**Comentario sobre el artículo de Anatomía Aplicada:
Anatomía del Plexo Braquial de la Rata Wistar
como Modelo Experimental. Investigación Anatómica
con Aplicaciones a la Microcirugía.**



DR. MARIANO SOCOLOVSKY

- Jefe de la Sección de Cirugía de Nervios Periféricos y Plexos, Servicio de Neurocirugía, Hospital de Clínicas Gral. San Martín, CABA
- Docente de las Cátedras de Anatomía y Neurocirugía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires

Revista Argentina de Anatomía Online 2013, Vol. 5, Nº 1, pp. 27

Los autores Iezzi y colaboradores realizan una detallada descripción del plexo braquial de la Rata Wistar en 10 animales (20 plexos), evidenciando las grandes similitudes que existen en dicha estructura entre todos los mamíferos, incluido el hombre.

Es destacable mencionar, en colaboración con el Dr. Jorge Bustamante y en concordancia con lo expuesto por los autores, que si bien existen vastos artículos sobre experimentación en animales de laboratorio y en especial de roedores, dichos textos reparan escasamente en la anatomía y en los abordajes utilizados para sus diferentes modelos experimentales, aún más en lo referente a los nervios periféricos. Es por ello que trabajos como el de Iezzi y cols adquieren una gran importancia tanto en docencia como en investigación básica.

El cuidado en la disección, así como en la fotografía y la calidad de las ilustraciones, son de gran nivel, y contribuyen enormemente a clarificar y elevar el nivel científico del trabajo.

Durante el reconocimiento de las ramas del plexo, la relación entre el nervio musculocutáneo que perfora al músculo coracobraquial es relevante, al igual que sucede en el humano. Tampoco debemos dejar pasar inadvertido que el estudio fue realizado en cadáveres, siendo de gran importancia la fijación de los miembros superiores durante el posicionamiento quirúrgico en el animal vivo: debiendo fijarse al plano al miembro a abordar, pero con una fijación laxa al miembro contralateral, ya que de esta manera se permiten las incursiones respiratorias torácicas, lo que evita que el animal entre en estado de hipoxia durante el procedimiento quirúrgico.

En nuestro grupo de investigación en sistema nervioso periférico y de docencia en microcirugía, nos encontramos abocados a la investigación de distintas técnicas de neurorrafias utilizando como modelo el nervio ciático de la Rata Wistar. Si bien no contamos con experiencia en investigación con el plexo braquial de dicho animal, sí contamos con la realización de numerosas prácticas

de entrenamiento para cursos de postgrado, para lo cual utilizamos un abordaje con sección transversal de las fibras musculares del pectoral mayor en la unión de los dos tercios proximales con el tercio distal, lo cual obviamente es más invasivo que el abordaje descrito por los autores. Sin embargo, el abordaje utilizado por nosotros no sólo permite una más amplia exposición del plexo braquial sino también un trabajo más en superficie, para eliminar la dificultad de la profundidad del campo a los cursillistas. Creemos que el abordaje descrito en el presente artículo es de elección si se desea trabajar con el segmento retropectoral mayor medial y buscar una mejor recuperación postoperatoria del animal, debido al hecho de ser menos invasivo. A tal efecto, es conveniente resaltar que los roedores no poseen la capacidad de reinervar un músculo denervado mediante una transferencia nerviosa intra o extraplexual, capacidad que sí poseen animales superiores y obviamente el hombre. Cualquier diseño de investigación en el cual se deseen estudiar este tipo de técnicas, tan en boga en la cirugía de plexo moderna, debe tener en cuenta este hecho para no fracasar.

Remarcamos nuevamente la excelente descripción anatómica, la particularidad de la posición del plexo respecto a la clavícula a diferencia del humano, la delineación de las relaciones vasculares y en especial la clasificación topográfica en relación a los músculos pectorales mayor y menor. Solo queda felicitar a los autores por este gran aporte a la literatura en investigación anatómica y microquirúrgica de uno de los modelos más utilizados mundialmente por investigadores y microcirujanos en entrenamiento.

Dr. Mariano Socolovsky