



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Medicina

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL  
GENERAL "DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ"

**"Abordaje Quirúrgico del Nervio Temporal Profundo: Estudio  
Anatómico en Modelo Cadavérico"**

TESIS: QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA

PRESENTA: DRA. ERIKA DE LA CONCHA BLANKENAGEL

ASESOR: DR. ALEXANDER CÁRDENAS MEJÍA

JEFE DE SERVICIO DE LA DIVISIÓN DE CIRUGÍA PLÁSTICA Y  
RECONSTRUCTIVA DEL HOSPITAL GENERAL "DR. MANUEL GEA  
GONZÁLEZ"

CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO DEL 2017.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

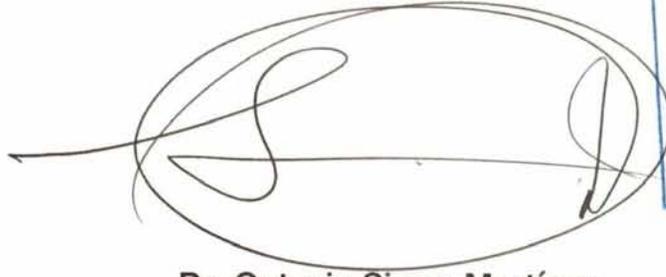
**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

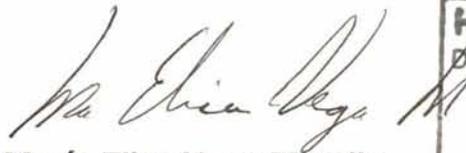
HOSPITAL GENERAL "DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ"

**AUTORIZACIONES**



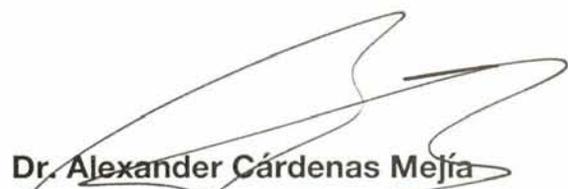
**Dr. Octavio Sierra Martínez**

Director de Enseñanza e Investigación



**Dra. María Elisa Vega Memije**

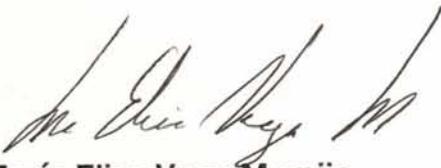
Subdirectora de Investigación Biomédica



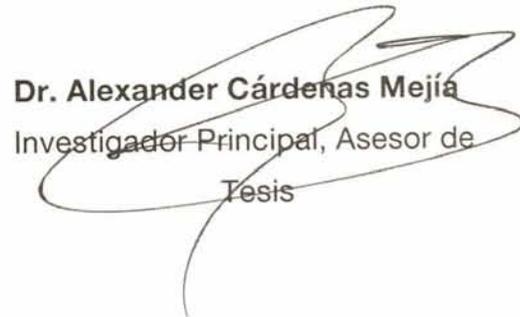
**Dr. Alexander Cárdenas Mejía**

Jefe División de Cirugía Plástica y Reconstructiva  
Investigador Principal

Este trabajo de tesis con **No . 05-70-2016**, presentado por la alumna Erika de la Concha Blankenagel se presenta en forma con visto bueno por el Tutor Principal de la Tesis Dr. Alexander Cárdenas Mejía, con fecha 02 Febrero del 2017 para su impresión final.



**Dra. María Elisa Vega Memije**  
Subdirectora de Investigación Biomédica



**Dr. Alexander Cárdenas Mejía**  
Investigador Principal, Asesor de  
Tesis

Este trabajo fue realizado en el Hospital de la Universidad de Texas Southwestern en Dallas, Texas en colaboración con el Dr. Shai Rozen, Dr. Phillip Dauwe, Austin Hembd, Dr. Sam Saba, y el Dr. Charles White.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias al Dr. Alexander Cárdenas por siempre impulsarnos a la investigación, a seguir investigando en los temas más recientes e innovadores a nivel mundial. Sobre todo por su calidad de persona, por guiar a los residentes y por dirigir el Servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva del Hospital General “Dr. Manuel Gea González” a ser el mejor servicio de Cirugía Plástica de América Latina. El servicio actualmente se conforma de cada una de las personas que lo integran pero lo que lo hacen especial es el compromiso que tienen hacia la atención de los pacientes, al Hospital al que pertenecen y su dedicación a cada día ser mejores médicos. Gracias a todos los adscritos del servicio que día a día nos enseñan como ser mejores cirujanos, mejores médicos y mejores personas. Finalmente quiero agradecer al Dr. Carlos Valenzuela por su dedicación y esfuerzo en la enseñanza y disciplina que se requiere para poder ser grandes médicos con calidad humana y compromiso profesional. Gracias por su apoyo constante en esta trayectoria.

## **“Abordaje Quirúrgico del Nervio Temporal Profundo: Estudio Anatómico en Modelo Cadavérico”**

Erika de la Concha M.D.<sup>1</sup>, Alexander Cárdenas-Mejía M.D.<sup>1</sup>, Phillip Dauwe M.D.<sup>2</sup>, Austin Hembd, B.S.<sup>2</sup>, Sama Saba M.D.<sup>3</sup>, Charles White M.D.<sup>2</sup>, Shai Rozen M.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Cirugía Plástica y Reconstructiva del Hospital General “Dr. Manuel Gea González” en Ciudad de México, México.

<sup>2</sup> Departamento de Cirugía Plástica de la Universidad de Texas Southwestern en Dallas, Texas.

<sup>3</sup> Departamento de Patología de la Universidad de Texas Southwestern en Dallas, Texas.

### **Resumen:**

**Introducción:** La parálisis facial tiene un impacto importante en la expresión. Actualmente sólo existen procedimientos estáticos para mejorar la posición de la ceja en casos de parálisis del tercio superior de la cara. El nervio temporal profundo es el nervio más cercano a la zona frontal y se propone como probable nervio donador para reinervar un músculo libre transferido o para transferencias nerviosas en pacientes con parálisis facial. Existen un gran número de descripciones anatómicas del nervio temporal profundo sin embargo no existe información sobre el abordaje quirúrgico para disección del nervio. De la misma forma, no se conoce la cuenta axonal para poder determinar la potencia de dicho nervio motor y evaluar su capacidad para reinervar un músculo.

**Métodos:** Se disecaron 30 hemi-caras de cadáveres para establecer la localización precisa del nervio temporal profundo, la variabilidad anatómica y diseñar un abordaje quirúrgico anterior. Adicionalmente, se realizó un análisis histopatológico de los nervios disecados para realizar una cuenta axonal.

**Resultados:** Se encontraron dos (53%) o tres (47%) ramas del nervio temporal profundo, siendo la rama más consistente la media (100%). Esta rama se localizó aproximadamente a 4.1cms (rango 3.7 – 4.5cms) anterior al trago al nivel del arco cigomático, con un curso intramuscular corriendo paralelo a las fibras del músculo temporal. Se encontró que por cada 1cm por arriba del arco cigomático el nervio se dirige 1cm hacia posterior. El número de axones encontrados en el nervio temporal profundo al nivel del arco cigomático fue de 1469, de 889 a 1 cm por arriba del arco, de

682 a 2cms, de 534 a 3cms, 355 a 4cms, de 377 a 5cms y de 256 a 6cms por arriba del arco cigomático.

**Conclusión:** De acuerdo a su localización, consistencia anatómica, cuenta axonal y a que la rama media del nervio temporal profundo es prescindible, por la rica inervación de músculo temporal a través de sus diversas ramas, se considera este nervio como un nervio donador viable para su uso en reanimación dinámica facial con transferencias nerviosas o para transferencia muscular libre.

**Palabras clave:** nervio temporal profundo, parálisis facial, transferencia muscular libre, transferencias nerviosas.

**Secretaría de Salud. Hospital General "Dr. Manuel Gea González".**

## **REPORTE DE SERIE DE CASOS**

### **Abordaje Quirúrgico del Nervio Temporal Profundo: Estudio Anatómico en Modelo Cadavérico**

#### **Introducción:**

La ptosis de la ceja y ausencia de movimiento en la región frontal debido a parálisis facial es un padecimiento común por el cual los pacientes buscan tratamiento. Este padecimiento cuando se presenta unilateral crea un asimetría importante y en casos bilaterales crea un apariencia poco expresiva que causa conflictos sociales hasta inclusive obstrucción visual por redundancia de tejidos. Se han descrito una multitud de procedimientos tanto estáticos como dinámicos para reconstruir las diferentes áreas de la cara en parálisis facial. Sin embargo, en el tercio superior de la cara para reanimación de la ceja actualmente solo existen procedimientos estáticos para suspensión de la ceja o se puede realizar parálisis temporal del lado contralateral con toxina botulínica o definitiva realizando una neurectomía. En casos de parálisis aguda, cuando la placa neuromuscular del músculo frontal está intacta, se pueden realizar transferencias nerviosas locales para neurotizar nuevamente el músculo frontal. En casos de parálisis de larga evolución o en casos de parálisis del desarrollo la única opción de reanimación dinámica es la transferencia muscular libre. Previo a realizar un protocolo de reanimación dinámica frontal se debe establecer la anatomía neurovascular precisa para evaluar la posibilidad de una transferencia muscular al área frontal. De acuerdo a su proximidad a la zona de la ceja y al nervio frontal se propone el nervio temporal profundo como un posible nervio donador. Un gran número de descripciones anatómicas del nervio temporal profundo han sido publicadas, sin embargo no existe información publicada en la literatura del abordaje quirúrgico para la disección de este nervio para determinar si es accesible quirúrgicamente desde un abordaje anterior sin lesionar el músculo. De la misma forma no se conoce la cuenta axonal para determinar la potencia de dicho nervio motor para ser un nervio donador con capacidad de reinervar un músculo transferido a esa zona.

#### **Reporte o descripción del caso:**

Se adquirieron 32 hemi-caras de cadáveres frescos, no embalsamados, de una edad promedio de 72 años (rango de 54 -100 años) del Programa Willed Body de la Universidad de Southwestern en Texas, para su estudio. Se estandarizaron

disecciones en 30 hemi-caras para establecer la anatomía precisa del nervio temporal profundo y se realizó el abordaje quirúrgico propuesto en las 2 hemi-caras restantes.

#### Disección Cadavérica

El abordaje se realizó por una incisión preauricular con extensión anterior y posterior hacia región temporal para exponer la fascia temporo-parietal. Se diseco la fascia temporo-parietal hasta el arco cigomático preservando los vasos temporales superficiales. Posteriormente se incide en la fascia temporal y el músculo temporal para levantar ambos del cráneo y exponer las ramas del nervio temporal profundo en la superficie inferior del músculo temporal. Se realizaron osteotomías del arco cigomático para disecar el músculo lo más inferior posible y visualizar el trayecto del nervio desde su salida de la base del cráneo.

Se identificaron las ramas del nervio temporal profundo como “anterior”, “media” y “posterior”. Se tomaron medidas detalladas del trayecto de las ramas del nervio temporal profundo con respecto al borde superior del arco cigomático y el trago. Realizando un marcaje del trayecto nervioso midiendo la distancia del trago desde el arco cigomático y en incrementos 5mm hasta que se adelgazaba el nervio y se profundizaba en las fibras musculares. Finalmente se tomaron dichos nervios para colocarlos en frascos y enviarlos al departamento de Neuropatología para su procesamiento y cuenta axonal.

#### Abordaje Quirúrgico

Se realizó el abordaje quirúrgico propuesto en las 2 hemi-caras restantes para exponer la rama media del nervio temporal profundo. Se realizó una incisión preauricular con extensión a cuero cabelludo como hemi-coronal, se realizó la disección hasta identificar la fascia temporoparietal y galea hasta poder delimitar el reborde orbitario superior y el arco cigomático. Se hace una incisión en la fascia temporal profundo en los sitios determinados de forma preliminar por las medidas recolectadas en este estudio. Se disecan las fibras musculares del temporal de forma roma y se identifica el músculo en la sustancia muscular. Se diseco el nervio en su totalidad, se dividió y se realizó trasposición hacia la zona de la ceja.

#### Cuenta Axonal

Se seleccionó la rama media de acuerdo a su consistencia anatómica para media la cuenta axonal. Se recolectaron 2 muestras de la rama media del nervio temporal profundo de 2 hemi-caras desde su salida de la base del cráneo hasta su fin. Se realizó procesamiento de las muestras por parte del Departamento de

Neuropatología de la Universidad de Southwestern Texas. Se realizaron cortes de la muestra del nervio en intervalos de 1cm, se fijaron en parafina y se colocaron en laminillas de vidrio. Se les realizó inmunohistoquímica con SMI-31 antineurofilamento H y M para delimitar los axones gruesos y delgados. Se escanearon las muestras utilizando el Escáner Digital Aperio ScanScope Cs2 y se analizaron utilizando el software de Aperio ImageScope. Se optimizó el software con la guía del Algoritmo de Análisis de Imagen Aperio IHC. El conteo se realizó manual y automático utilizando este software. (Figura 1)

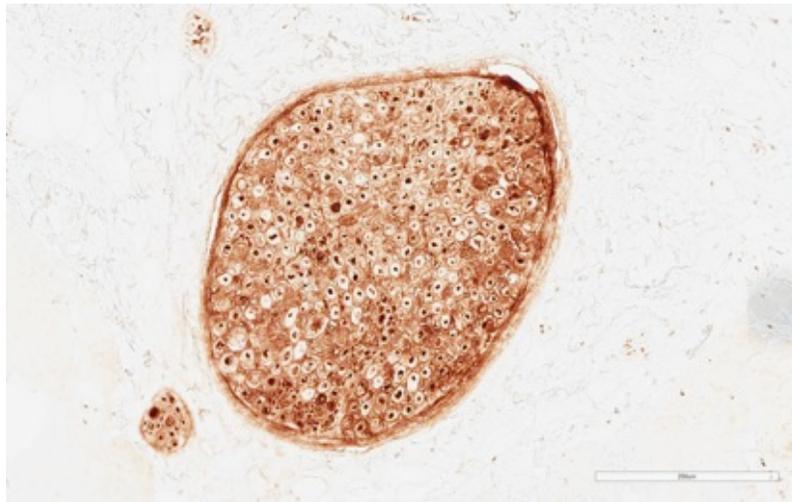


Figura 1. Inmunohistoquímica de un corte transversal de la rama media del nervio temporal profundo.

## Resultados

De las 30 hemi-caras disecadas, 16 hemi-caras (53%) tuvieron 2 ramas del nervio temporal profundo y 14 (47%) tuvieron las 3 ramas. La rama más consistente fue la rama media, a cual se encontró en las 30 hemi-caras (100%), seguido por la rama anterior en 23 casos (77%) y, por último, la rama posterior en 20 casos (67%).

La rama anterior terminó a 2cms por arriba del arco cigomático en 13%, a 2.5cms en 30%, a 3cms en 30%, 3.5cms en 13%, a 4cms en 4% y, finalmente, a 5cms en sólo 9% de los casos. La rama media terminó 2.5cms por arriba del arco cigomático en el 30%, a 3cms en 33%, a 3.5cms en 20%, a 4cms en 7%, a 4.5cms en 0%, a 5cms en 3%, a 5.5cms en 0%

y, por último, a 6cms en 7% de los casos. La rama posterior terminó a 1.5cms por arriba del arco cigomático en 10%, a 2cms en 30%, a 2.5cms en 20%, a 3cms en

10%, a 3.5cms en 10%, a 4cms en 15%, a 4.5cms en 0% y, finalmente, a 5cms en únicamente el 5% casos. (Tabla 1).

<b>Longitud del nervio por arriba del arco cigomático</b>			
<b>Distancia (mm)</b>	<b>Rama Anterior</b>	<b>Rama Media</b>	<b>Rama Posterior</b>
15mm	0%	0%	10%
20	13%	0%	30%
25	30%	30%	20%
30	30%	33%	10%
35	13%	20%	10%
40	4%	7%	15%
45	0%	0%	0%
50	9%	3%	15%
55	0%	0%	0%
60	0%	7%	0%

Tabla 1. Longitud del nervio por arriba del arco cigomático.

#### Abordaje quirúrgico

Se expone la fascia temporal profunda a través de una incisión hemi-coronal, se marcan las localizaciones de la rama media y anterior del nervio temporal profundo para poder guiar la disección intramuscular. Se incide la fascia temporal profunda y se realiza disección roma para encontrar el nervio que cursa pegado al periostio (Figura 2). Ambos nervios pueden disecarse fácilmente hasta el arco cigomático y realizar la trasposición hacia la ceja.

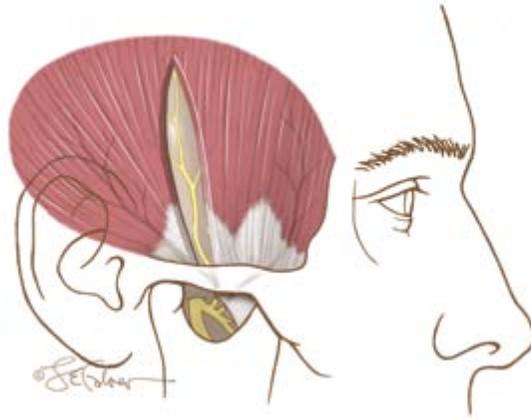


Figura 2. Abordaje quirúrgico para disecar la rama media del nervio temporal profundo.

#### Rama media del nervio temporal profundo

La rama media del nervio temporal profundo se encuentra a 4.1cms (rango 3.7-4.4cms) del borde posterior del trago a nivel del arco cigomático. A 2 cms por arriba del arco cigomático el nervio se encuentra a 4.7cms (rango 4.2-5.1cms) del borde posterior del trago. A 4cms por arriba del arco cigomático el nervio se encuentra a 5.5cms (rango 5.3-5.7cms) del borde posterior del trago. Finalmente a 6cms por arriba del arco el nervio se encuentra a 6.8cms (6.5-7.1cms) del borde posterior del trago. El nervio tiene un trayecto paralelo a las fibras del músculo temporal y se va desplazando 1mm posterior por cada 1cm arriba del arco cigomático.

#### Rama anterior del nervio temporal profundo

La rama anterior del nervio temporal profundo sigue un trayecto paralelo a las fibras del músculo. Se encuentra la rama a 5.4cms (rango 4.7-6.0cms) del borde posterior del trago a nivel del arco cigomático; a 6.6cms (rango 6-7.1cms) 2cms por arriba del arco cigomático; y finalmente, a 7.7cms (rango 7.3-8.1cms) 4cms por arriba del arco cigomático.

#### Cuenta axonal

La rama media del nervio temporal profunda cuenta con 1469 axones al nivel del arco cigomático, 889 axones a 1cm por arriba del arco, 534 axones a 3cms, 355 axones a 4cms, 377 axones a 5cms y 256 axones a 6cms. (Tabla 2)

Cuenta Axonal	
Distancia (mm)	Rama media del nervio temporal profundo
0	1469
10	889
20	682
30	534
40	355
50	377
60	256

Tabla 2. Cuenta axonal de la rama media del nervio temporal profundo de acuerdo a su nivel del arco cigomático (nivel 0)

### Discusión:

El nervio temporal profundo es un nervio motor que es rama de la división mandibular del nervio trigémino, el cual sale de la base del cráneo a través del foramen oval hacia la fosa infratemporal. Este origen es compartido con el nervio maseterino, el cual es utilizado de primera elección como nervio donador para transferencias nerviosas en reanimación facial dinámica del tercio medio.

La anatomía del nervio temporal profundo ha sido bien estudiada y se ha demostrado ser constante. En 1998, Ziccardi demostró en 8 cadáveres 2 divisiones constantes del nervio temporal profunda, la rama anterior y la posterior. Encontró mayor inervación, densidad, calibre del nervio y masa muscular en la porción anterior del músculo temporal. En el 2002, Burggasser demostró en 60 disecciones cadavéricas la gran redundancia en la inervación del músculo temporal. Siendo esto una característica importante para poder utilizar este nervio como donador ya que al seccionar una rama para el músculo transferido el músculo temporal no queda denervado.

En nuestro estudio encontramos mayor variabilidad de la rama anterior (presente en el 77% casos) y en la rama posterior (presente en el 67%) y mayor consistencia en la rama del nervio temporal profundo (presente en el 100% de los casos). La variabilidad de la inervación del músculo temporal se ha reportado en estudios cadavéricos previos y también se ha mencionado la dificultad para diferenciar entre los vasos sanguíneos y los nervios dentro de la fosa infratemporal.

Sin embargo, en nuestro estudio realizamos evaluación histológica de los nervios confirmando la presencia de tejido neural. En nuestro estudio encontramos que el nervio se encuentra de buen calibre y con adecuada carga axonal al menos 2.5cms por arriba del arco cigomático, siendo entonces factible su trasposición para utilizar para neurotizarse un músculo libre transferido en la zona de la ceja o una transferencia nerviosa.

Idealmente para poder seleccionar un nervio como donador para reanimación dinámica, no debe resultar en una disfunción muscular, por lo tanto dicho músculo debe tener inervación redundante. La redundancia de inervación del músculo temporal se ha documentado previamente en la literatura. Mostrando mayor inervación, calibre nervioso, mayor número de ramas nerviosas y mayor densidad muscular en la porción anterior. El músculo temporal tiene forma de abanico con sus fibras alineadas paralelas al vector de la fuerza de mordida en la porción anterior y en la porción posterior se encuentran perpendicular a este vector. Esto hace que el nervio que inerva la porción posterior del músculo contribuya menos a la masticación y menos probable de causar morbilidad en la zona donadora. Este concepto se correlaciona con datos electromiográficos donde muestran poca contribución de la porción posterior del músculo a la masticación. En nuestro estudios, encontramos que la rama media fue la más consistente y la más larga, lo que la hace la rama más favorable para seccionar y realizar la trasposición para reanimación dinámica de la ceja, por lo que la proponemos como primera opción en nuestro algoritmo. (Figura 3).



Figura 3. Algoritmo para uso de ramas del nervio temporal profundo.

Potenciales usos para el nervio temporal profundo se limitan al tercio superior de la cara ya que su trayecto por debajo del arco cigomático restringen su movimiento para reinervar tercio medio de la cara. Posibles objetivos para este tratamiento de reinervación con transferencia nerviosa o muscular incluyen la rama frontal del nervio facial, neurotización directa del orbicular del ojo en casos de parálisis facial aguda. En casos de parálisis facial de larga evolución se puede realizar una transferencia muscular libre utilizando el nervio temporal profundo para su reinervación. En estos casos se podría utilizar un músculo gracilis, el cual es el de primera elección para reinervación de tercio medio de la cara debido a su excursión potente. Sin embargo el grosor del músculo gracilis puede ser notorio en el tercio superior por lo que otras opciones podrían ser pectoral menor, platisma, parcial del serrato anterior, occipitalis, extensor corto del orjejo y parcial del aductor largo.

La simetría en reposo mejora considerablemente posterior a la transferencia nerviosa. Un concepto discutido ampliamente en la literatura es que el tono muscular en reposo es más relevante en el tercio superior de la cara que en el tercio inferior. El tono muscular depende completamente en el número de axones transferidos al músculo. Coombs demostró que el nervio maseterino tiene 1542 axones comparado con los 100 a 200 axones que tiene un injerto nervioso cruzado. Por lo que la simetría en reposo y en movimiento fueron superior en transferencias nerviosas utilizando un nervio motor potente comparado con un injerto nervioso cruzado con el nervio facial. El nervio temporal profundo tiene un total 1469 axones al nivel arco cigomático y mantiene más de 500 axones a 3cms por arriba del cigomático (Figura 6). Por lo que creemos que los resultados al utilizar este nervio para transferencias nerviosas serán comparables con el estándar de oro que es el nervio maseterino.

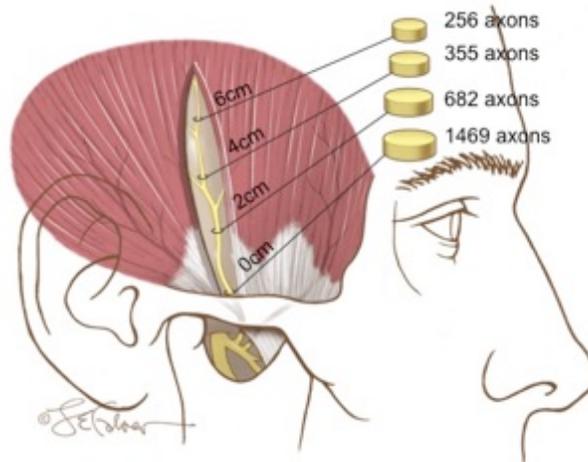


Figura 4. Cuenta axonal de la rama media a intervalos de 2cms.

Desventajas de usar transferencias nerviosas con nervios de diferente origen que el facial son la falta de espontaneidad y la animación inadvertida con el uso de la masticación. Se ha observado retorno de la espontaneidad con transferencias del trigémino y es mas probable que estas ocurran en pacientes jóvenes debido a la adaptación y plasticidad cortical, como descrito por Lifchez en el 2005.

### **Conclusión y recomendaciones:**

Se concluye que el nervio temporal profundo es un nervio donador potencial ya que su localización es cercana a los nervios o músculos para reanimación frontal, ya que presenta consistencia anatómica, una cuenta axonal alta lo que lo hace un nervio donador potente y, finalmente, es una rama prescindible debido la redundancia de inervación del músculo temporal. En la literatura se reporta una gran variabilidad de la anatomía del nervio temporal, sin embargo en nuestro estudio vemos que la rama media es la más consistente así como la rama anterior. En base a este estudio pudimos precisar a localización topográfica exacta, tomando como referencia las medidas desde el trago y por arriba del arco cigomático, y así poder localizar las ramas del nervio temporal profundo desde un abordaje anterior, diseccionar las ramas y utilizarlas para una transferencia nerviosa o muscular libre para reanimación dinámica en pacientes con parálisis facial. De esta forma se establece la anatomía neurovascular del área y se propone que dicha transferencia muscular libre o nerviosa sea factible realizar en un futuro posterior a más estudios.

## Referencias bibliográficas:

1. Sadr, J., I. Jarudi, and P. Sinha, *The role of eyebrows in face recognition*. Perception, 2003. **32**(3): p. 285-93.
2. Har-Shai, Y., et al., *Brow lift for the correction of visual field impairment*. Aesthet Surg J, 2008. **28**(5): p. 512-7.
3. Meltzer, N.E. and P.J. Byrne, *Management of the brow in facial paralysis*. Facial Plast Surg, 2008. **24**(2): p. 216-9.
4. Burggasser, G., et al., *The temporalis: blood supply and innervation*. Plast Reconstr Surg, 2002. **109**(6): p. 1862-9.
5. Ziccardi, V.B., et al., *Innervation pattern of the temporalis muscle*. J Craniofac Surg, 1998. **9**(2): p. 185-9.
6. Kwak, H.H., et al., *Topographic anatomy of the deep temporal nerves, with references to the superior head of lateral pterygoid*. Surg Radiol Anat, 2003. **25**(5-6): p. 393-9.
7. Dillingham, T.R., N.T. Spellman, and A.S. Chang, *Trigeminal motor nerve conduction: deep temporal and mylohyoid nerves*. Muscle Nerve, 1996. **19**(3): p. 277-84.
8. Klebuc, M.J., *Facial reanimation using the masseter-to-facial nerve transfer*. Plast Reconstr Surg, 2011. **127**(5): p. 1909-15.
9. Coombs, C.J., et al., *Masseteric-facial nerve coaptation--an alternative technique for facial nerve reinnervation*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2009. **62**(12): p. 1580-8.
10. Dennison, K.J. and G.J. Dias, *The posterior deep temporal nerve: its relationship with the human cranial base*. Clin Anat, 2007. **20**(2): p. 126-30.
11. Hwang, K., H.J. Cho, and I.H. Chung, *Innervation of the temporalis muscle for selective electrical denervation*. J Craniofac Surg, 2004. **15**(2): p. 352-7.
12. Lindauer, S.J., T. Gay, and J. Rendell, *Effect of jaw opening on masticatory muscle EMG-force characteristics*. J Dent Res, 1993. **72**(1): p. 51-5.
13. Karagoz, H., et al., *Anatomy of the Anterior Deep Temporal Nerve: Implications for Neurotization in Blinking Restoration in Facial Paralysis*. Ann Plast Surg, 2015.
14. Broniatowski, M., P. Lavertu, and H.M. Tucker, *The deep temporal nerve-orbicularis oculi muscle pedicle as a possible means for reanimation of the upper face*. Ear Nose Throat J, 1990. **69**(3): p. 140-4.
15. Pitanguy, I. and A.S. Ramos, *The frontal branch of the facial nerve: the importance of its variations in face lifting*. Plast Reconstr Surg, 1966. **38**(4): p. 352-6.
16. Stuzin, J.M., et al., *Anatomy of the frontal branch of the facial nerve: the significance of the temporal fat pad*. Plast Reconstr Surg, 1989. **83**(2): p. 265-71.

17. Trussler, A.P., et al., *The frontal branch of the facial nerve across the zygomatic arch: anatomical relevance of the high-SMAS technique*. *Plast Reconstr Surg*, 2010. **125**(4): p. 1221-9.
18. Lifchez, S.D., et al., *The serratus anterior subslip: anatomy and implications for facial and hand reanimation*. *Plast Reconstr Surg*, 2004. **114**(5): p. 1068-76.
19. Terzis, J.K., *Pectoralis minor: a unique muscle for correction of facial palsy*. *Plast Reconstr Surg*, 1989. **83**(5): p. 767-76.
20. Terzis, J.K. and D. Karypidis, *Blink restoration in adult facial paralysis*. *Plast Reconstr Surg*, 2010. **126**(1): p. 126-39.
21. Rayment, R., M.D. Poole, and G. Rushworth, *Cross-facial nerve transplants: why are spontaneous smiles not restored?* *Br J Plast Surg*, 1987. **40**(6): p. 592-7.
22. Manktelow, R.T., et al., *Smile reconstruction in adults with free muscle transfer innervated by the masseter motor nerve: effectiveness and cerebral adaptation*. *Plast Reconstr Surg*, 2006. **118**(4): p. 885-99.
23. Lifchez, S.D., H.S. Matloub, and A.K. Gosain, *Cortical adaptation to restoration of smiling after free muscle transfer innervated by the nerve to the masseter*. *Plast Reconstr Surg*, 2005. **115**(6): p. 1472-9; discussion 1480-2.
24. Rozen, S. and B. Harrison, *Involuntary movement during mastication in patients with long-term facial paralysis reanimated with a partial gracilis free neuromuscular flap innervated by the masseteric nerve*. *Plast Reconstr Surg*, 2013. **132**(1): p. 110e-6e.