

REVISIÓN**Variaciones anatómicas en los nervios simpáticos torácicos, características histológicas e implicaciones clínicas asociadas: Revisión ampliada de la literatura****Mayra Alejandra Borda Cárdenas MD.**

Maestría en Morfología Humana Departamento de Morfología, Facultad de Medicina.
Universidad Nacional de Colombia.
mbordac@unal.edu.co

**VARIACIONES ANATÓMICAS EN LOS NERVIOS SIMPÁTICOS TORÁCICOS,
CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS E IMPLICACIONES CLÍNICAS ASOCIADAS:
REVISIÓN AMPLIADA DE LA LITERATURA****ANATOMIC VARIATIONS IN THE THORACIC SYMPATHIC NERVES,
HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ASSOCIATED CLINICAL
IMPLICATIONS: EXPANDED LITERATURE REVIEW****RESUMEN**

Se considera de suma importancia que se describan las variaciones del sistema nervioso simpático torácico reportadas hasta el momento y que los profesionales de ciencias de la salud tengan pleno conocimiento de la caracterización histológica y las implicaciones clínicas asociadas. En este documento, se recopilieron las publicaciones sobre el tema de la última década a nivel internacional, y se realizó un análisis de las repercusiones en algunas técnicas quirúrgicas, como lo son la simpaticotectomía, simpaticotomía y ramicotomía. Así mismo, desde un punto de vista clínico, la caracterización de estas variaciones anatómicas permitió formular hipótesis que podrían explicar los fallos quirúrgicos, como lo es la hiperhidrosis persistente, o las respuestas inadecuadas al mismo, como ocurren en la hiperhidrosis compensatoria.

De otra parte, se permitió hacer un acercamiento a una serie de situaciones clínicas, en las que el común denominador fue el dolor intenso, de tal forma que caracterizar la vía nerviosa por la cual se transmite esta información nociceptiva al sistema nervioso central, con las posibles variaciones, permite una resección más segura de la misma y de esta manera

proporcionar una mejor calidad de vida a pacientes con trastornos dolorosos del abdomen superior.

Palabras clave: Cadena simpática torácica; tronco simpático torácico; variaciones anatómicas; implicaciones clínicas; cirugía; morfología.

ABSTRACT

It's important that variations of the thoracic sympathetic nervous system are described and the health science professionals have full knowledge of the histological characterization and associated clinical implications. In this document, international publications on the subject of the last decade were compiled, and an analysis of the repercussions was carried out on some surgical techniques, such as sympathotectomy, sympathicotomy and ramicotomy.

As well, in the same way, the characterization of these anatomical variations made it possible to formulate hypotheses that could explain surgical failures, like a persistent hyperhidrosis or inadequate responses to it, such as compensatory hyperhidrosis.

On the other hand, it was possible to make an approach to a series of clinical situations, in which of the common denominator was the intense pain, so knowing the way which is transmitted to central nervous system most frequently and the possible variations, allows to act upon, and thus provide better life quality for patients with upper abdominal pain disorders.

Keywords: Thoracic sympathetic chain, thoracic sympathetic trunk, anatomical variations, clinical implications, surgery, morphology.

INTRODUCCIÓN

El sistema nervioso autónomo es la parte del sistema nervioso encargada de mantener el medio interno en un estado de equilibrio, ejerciendo una actividad que escapa casi en su totalidad a la voluntad y la conciencia (Latarjet, 2009; Pró, 2014). Está conformado por tres porciones anatómica y fisiológicamente distintas: la porción simpática, parasimpática y entérica. La porción simpática está compuesta por un ganglio, dos fibras nerviosas (pre y pos ganglionar) y un

órgano efector. Los ganglios forman una cadena unida con axones interganglionares a cada lado de la columna vertebral, desde la base del cráneo hasta el cóccix (Latarjet, 2009), lugar donde se une con la cadena contralateral a través de un ganglio medial impar. Posteriormente, se establece una conexión con los nervios espinales regionales a través de los ramos comunicantes blanco y gris (Moore, 2001). Esta cadena recibe el nombre de tronco

simpático y a medida que se extiende por la longitud del cuello y el tronco, origina estructuras nerviosas que se encargan de la regulación de funciones viscerales, vasomotoras, pilomotoras y sudoríparas con una topografía metamérica.

Tradicionalmente se han descrito 11 ganglios en la cadena simpática torácica (Latarjet, 2009). Sin embargo, existen casos que pueden escapar al número y morfología usuales ganglionares y a las características de las raíces nerviosas que origina, lo cual ingresa a la categoría de "variación anatómica", dentro de las que se encuentran la ausencia, variación en el número o las fusiones ganglionares, así como los trayectos nerviosos inusuales y hasta la conformación anormal de los nervios esplácnicos (Hemanth, Swayam, Bapuji, Sree y Jacintha, 2014).

Por otra parte, se desconoce la existencia de una relación entre la presencia de una de estas variaciones anatómicas y alguna situación clínica o implicación quirúrgica. En este sentido, se han establecido relaciones indirectas con cambios vasomotores, hipertensión esencial, tromboangitis obliterante, fenómeno de Raynaud, dolores precordiales o viscerales, síndrome de túnel carpiano o síndrome de salida torácica (Jacob, Wadhwa, Paul y Das, 2005), pero sin establecerse una asociación directa, por lo que se hace necesaria una revisión de la literatura explícita y actual que combine esos resultados y permita hacer una comparación en términos de implicaciones clínicas y quirúrgicas más representativas.

MATERIAL Y MÉTODO

Esta investigación corresponde a una revisión ampliada de la literatura y constituye una búsqueda sistemática de diferentes artículos, usando una estrategia metodológica detallada, ordenada y lógica. Inicialmente, para la búsqueda se incluyeron términos y combinaciones de términos que aparecieron en el título, abstract y palabras clave, con el siguiente motor de búsqueda: 'sympathetic chain' OR 'sympathetic trunk' OR 'thoracic sympathetic nervous system' OR 'autonomic nervous system' AND 'corpse' AND 'surgical findings' AND 'anatomic variations' OR 'anatomic landmark' AND 'clinical implications' AND 'clinical

outcome' AND 'surgical complications' AND 'thorax surgery' AND 'sympathectomy' OR 'symptoms' NOT (parasympathetic); en las bases de datos: Google Scholar, Pubmed, Ovid, Proquest, Science Direct y Embase, y se completó con una búsqueda manual, consultando la bibliografía de los artículos seleccionados.

Fueron considerados como unidad de interés, según el tipo de estudios, los observacionales, reportes de casos y series de casos. Teniendo en cuenta los criterios de inclusión *geográfico* a nivel mundial, *lingüístico*, artículos en inglés y español, *temporal* durante el periodo comprendido

entre 01 de enero de 2000 hasta el 01 de mayo de 2021, es importante aclarar que se incluyó el primer artículo en el que se documentó una variable anatómica del sistema nervioso simpático torácico del año 1927, además de los artículos que cumplieran con los criterios de selección establecidos según estrategia del acrónimo POT (población, outcome o resultados y tipos de estudio), con la siguiente adaptación definida:

- Población: Estudios que incluyen la identificación (cadavérica, imagenológica o quirúrgicamente) de las variaciones de la cadena simpática torácica en adultos de ambos géneros de todas las edades e infantiles.
- Resultado: Identificación de las variaciones del sistema nervioso simpático torácico, hallazgos histológicos e implicaciones clínicas asociadas.
- Tipos de estudios: Observacionales, reportes de caso, series de casos.

Aquellas publicaciones que por su tipo, publicación, idioma, población o resultado abordado no cumplieron con las características previamente expuestas fueron excluidas. Posteriormente, para la extracción de datos, se diseñó y diligenció una tabla de almacenamiento en una hoja

de cálculo electrónica en formato Excel estándar, la cual fue discriminada por asignación de colores según el título, la información bibliográfica correspondiente a los autores y año de publicación, resumen, tipo/diseño de estudio, objetivo principal y características del estudio como características de los participantes y principales resultados.

Evaluación de la calidad metodológica: Se evaluó la calidad del reporte de los estudios seleccionados con la herramienta STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*) (Avery y Rotondi, 2020), en la que se incluyen 22 recomendaciones sobre lo que debe contener una notificación precisa de un estudio observacional. Dichas recomendaciones guardan relación con el título, el resumen, la introducción y las secciones de métodos, resultados y discusión de los artículos. Dieciocho puntos son comunes a las 3 modalidades de estudio y 4 se refieren específicamente a los estudios de cohortes, de casos y controles o transversales. De acuerdo con esto, se estableció que un mayor número de cumplimiento de dichos criterios caracterizarían un mejor reporte. En la Tabla No. 1 se discriminan los criterios por cada artículo incluido en este estudio.

Tabla 1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL REPORTE																						
Directrices para la comunicación de estudios observacionales – STROBE Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology																						
Estudios Observacionales																						
Estudio	No. de criterio (1 a 22)																					Total calida d del report e
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Pather N, et al., (2003)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22/22
Cho H, et al., (2005)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22/22
Singh B, et al., (2005)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22/22
Jacob T, et al., (2005)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	20/22
Pather N, et al., (2006)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	21/22
Zhang B, et al., (2009)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	20/22
Song Z, et al., (2010)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	21/22
Kuntz A, et al., (1927)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	18/22
Marhold F, et al. (2008)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	19/22
Chung I, et al. (2002)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	20/22
Wang Y, et al., (2002)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22/22
Antonetti C, et al., (2011)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	20/22
Marcer N, et al., (2012)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	21/22
Kommuru H., et al., (2014)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	20/22
Street E, et al., (2016)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	20/22

Chaudhry A, et al., (2018)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	20/22
Ramsaroo p L, et al., (2001)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	20/22	
Moya J, et al., (2003)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	19/22
Ramsaroo p L, et al., (2003)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	19/22
Ramsaroo p L, et al., (2004)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	19/22
Lin T. (2001)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	19/22
Won H, et al., (2001)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21/22
Atkinson J, et al., (2011)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20/22
Shantharam V, et al., (2012)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	21/22
Loukas M, et al., (2010)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22/22
Yang H, et al., (2008)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22/22
Naidoo N, et al. (2001)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	20/22
Zhang X, et al., (2006)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	21/22
Gest T, et al., (2009)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22/22

1 (si cumple el criterio), 0 (no cumple con el criterio, o no lo reporta)

Tabla No. 1. Evaluación de la calidad del reporte. Fuente: autora

En el siguiente diagrama de flujo, se describen las cuatro fases del proceso de

búsqueda y selección de estudios de la presente revisión (Ver Figura No. 1).

Google Scholar= 6

Pubmed= 270

ProQuest=0

Science Direct= 103

Embase= 22

Ovid= 0

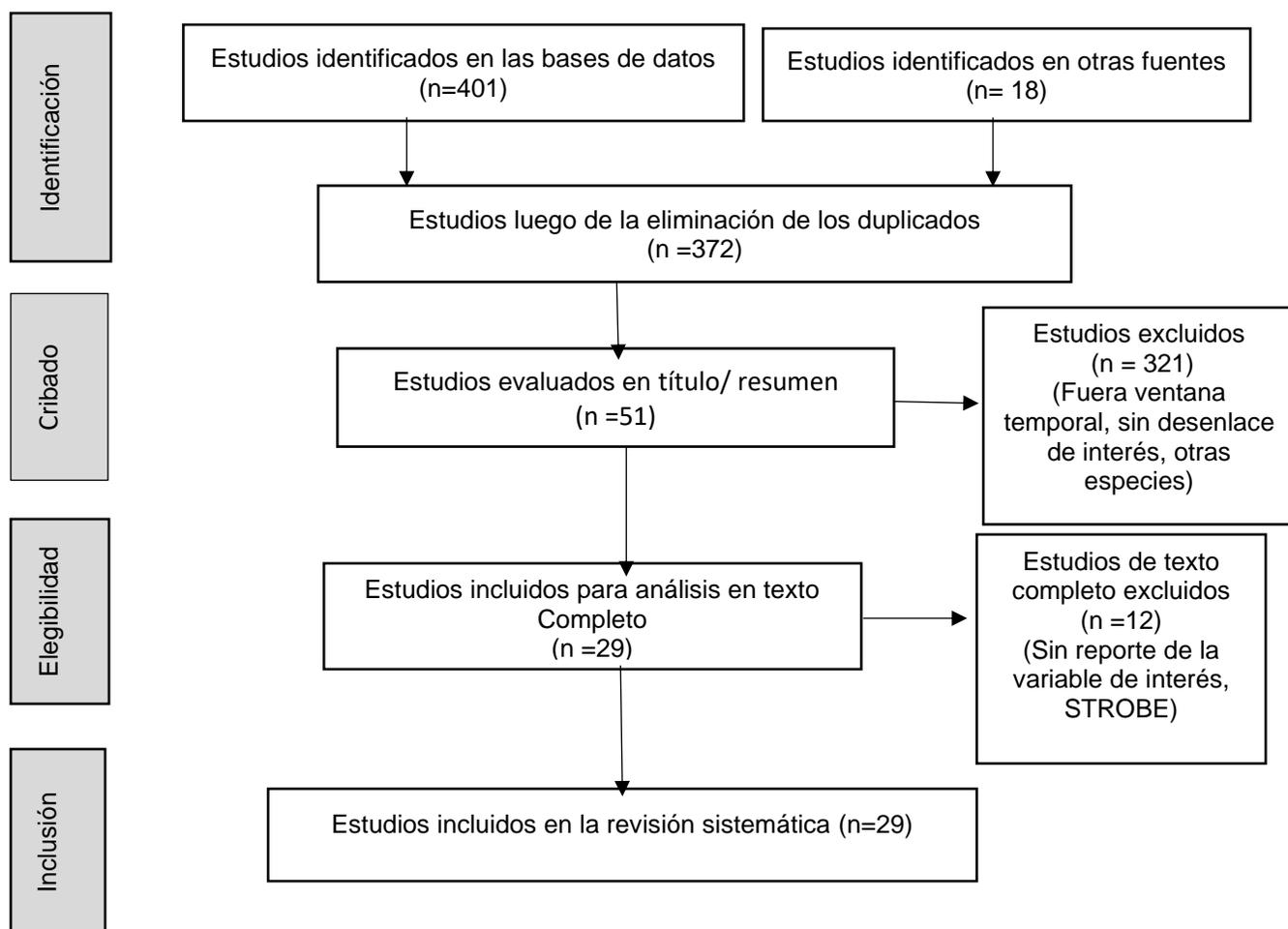


Figura No.1. Diagrama de Flujo de la selección de artículos (según directrices PRISMA) Fuente: La autora

RESULTADOS

Un total de 29 estudios fueron seleccionados en la presente revisión ampliada y conforme a las puntuaciones obtenidas con la comprobación de la lista STROBE, se seleccionaron aquellos que reunían los criterios de un buen reporte y adicionalmente se extrajeron datos de algunos libros clásicos de anatomía, neuroanatomía y cirugía.

Características de los estudios incluidos: Según el año de publicación, se incluyeron 29 estudios, publicados en 1927 (n 1), 2001 (n 3), 2002 (n 2), 2003 (n 3), 2004 (n 1), 2005 (n 3), 2006 (n 2), 2008 (n 2), 2009 (n 2), 2010 (n 2), 2011 (n 2), 2012 (n 2), 2014 (n 1), 2016 (n 1), 2018 (n 1), 2020 (n 1) y 2021 (n 1). Los

estudios fueron realizados principalmente en Sudáfrica (n 6), Corea (n 5), Estados Unidos (n 5), China (n 5), India (n 3), Reino Unido (n 2), Austria (n 1), Venezuela (n 1), Suiza (n 1) y España (n 1).

Para la presentación de las características de los estudios incluidos en la revisión ampliada, se estimó agruparlos de acuerdo con las variaciones anatómicas encontradas: número y características de los ganglios, conexiones simpáticas adicionales, presencia de nervios de Kuntz y/o cambios en los nervios espláncnicos, variaciones de la cadena simpática, importancia clínica e información adicional de interés (Ver Tabla No. 2).

Tabla 2. Características y resultados de los estudios incluidos en la revisión ampliada

N.º	Autor	País	Tamaño muestra n=	Medio de hallazgo	Edad población	GÉNERO		VARIACIÓN				INFORMACIÓN ADICIONAL DE INTERÉS:
						F n=	M n=	Número de ganglios	Característica ganglionar	Conexiones simpáticas adicionales, nervios de Kuntz y/o nervios espláncnicos	Variaciones en la cadena simpática	
1	Pathar et al., (2003) - The sympathetic contributions to the cardiac plexus	South Africa	29 (58 lados)	Dissección cadavérica	21 fetos Entre 16 SDG a término 8 adultos (18-55 años)	10	11	8-11	GCT ¹ : 85%	Conformación del plexo cardiaco: RCC ² : GCS ³ : 100% (53% del ganglio, 47% interganglionar) GCM ⁴ : 88% (71% del ganglio, 17% interganglionar) RCCT ⁵ : GCT ¹ : 100% (84% del ganglio, 16% interganglionar) RCT ⁶ : GT ² : 85% (50% ganglionar, 35% interganglionar), GT ³ : 71% (43% ganglionar, 28% interganglionar), GT ⁴ : 83% (54% ganglionar, 29% interganglionar), GT ⁵ : 60% (35% ganglionar, 26% interganglionar)	La histología de segmentos interganglionares , revelaron ausencia de cuerpos de células ganglionares Caracterización para manejo del dolor anginoso de difícil control farmacológico y/o no apto de revascularización convencional	
2	Cho et al., (2005) - Anatomical variations of fetal communicants in the upper thoracic sympathetic trunk.	Korea	42 (84 lados)	Dissección cadavérica	NR	16	26	NA	NA	Ramos comunicantes: GT ² : Normal: 33.3% RA ⁹ 17.8% RD ¹⁰ 15.4% Bilateral 33.3% GT ³ : Normal 67.9% RA ⁹ 5.9%, RD ¹⁰ 26.2% GT ⁴ : Normal 86.9% RA ⁹ 4.8% RD ¹⁰ 8.3% Nervio de Kuntz: 59.5%	Distancias: T2 (ltz: 7.81 +- 4.16mm - Der: 9.4 +- 5.24 mm) T3 (ltz: 6.81 +- 2.82mm - Der: 7.94 +- 3.35 mm) T4 (ltz: 7.48 +- 3.21mm - Der: 10.92 +- 4.41 mm)	La media oscila entre 1.6 a 2.5 comunicaciones. La variación anatómica de T2 fue encontrada más frecuentemente que en T3-T4 Relaciona hiperhidrosis palmar esencial
3	Singh et al., (2005) - Anatomical variations of the second thoracic ganglion.	South Africa	20	Cadáveres adultos	NR	NR	NR	Ubicación GT ² : 92.5% en el 2do espacio intercostal 10% GT ¹ - GT ² : 2.5% de ellos ubicado 4en cuello de la 2da costilla y 2.5% en borde superior de la 3ra costilla	47.5% conexiones entre GCT ¹ , GT ² , ubicadas en una media distancia de 8.66 mm lateral a la cadena simpática a lo largo del borde sup. de la 2da costilla Nervio de Kuntz 27.5%	NR	Estos hallazgos ayudan al cirujano durante la simpatectomía para el reconocimiento del ganglio T2 y de esta manera mejorar la tasa de éxito en el control de los síntomas. Relaciona hiperhidrosis palmar esencial	

4	Jacob et al., (2005) - Variations of Thoracic Sympathetic Nerves, and its Clinical Implications	India	90	Cadáver	NR	NR	NR			Ausencia de los N. espláncnicos mayor, menor y mínimo tradicionales. En la cadena simpática accesoria se reportan unos nervios originados desde GT ^{T3} con comunicaciones con la CSP ^D a nivel de T9-10-11 que suponen los N. espláncnicos En el lado izquierdo la cadena simpática fue normal. Origen nervio espláncnico mayor: T5-T9, nervio espláncnico menor: T10-T11 y espláncnico menor: T12	Existencia de cadena simpática accesoria originada desde GT ^{T3} (1.11%) en hemitórax derecho finalizando el plexo suprarenal y celiaco.	Histológicamente se encontró que la cadena simpática accesoria estaba ganglionada , en todo su curso, núcleos prominentes excéntricos, nucléolos prominentes, y se encontraban rodeadas por 5-8 células satélite. El nervio espláncnico mayor en este estudio originado de T3 puede conllevar alteraciones en la inervación simpática de la extremidad superior, cabeza, cuello y vísceras torácicas modificando en tono vasomotor en dichos órganos ocasionando hipertensión esencial, tromboangitis obliterante, Raynaud, Angina de Hoffman, síndrome de Tugel, Carpiano, dolor referido en las vísceras abdominales y síndrome de salida torácica.		
5	Pather et al., (2006) - Changes in Thoracic Sympathetic Ganglia	South India	48	Cadáver	31 fetos (16SD G – a término , media 34 SDG) 617 adultos (37-64 años, media 48)	12	19			GCT ^T 84.3% Bilateral: 65.3% Ubicación: borde inferolateral de vertebra C7 y borde superolateral de la vértebra T1, cuello primera costilla y 1er espacio intercostal, cubiertos por pleura parietal todos. 17 fetos tenían GCT ^T en cuello del 1 costilla	NR	Relaciones anatómicas de medial a lateral: vena intercostal suprema, arteria intercostal superior, raíz T1 de plexo braquial, borde superior arteria subclavia, profundo esta la raíz de C8 del PG Dimensiones GCT ^T : Derecho: Largo 15.08 – 17.92 mm Ancho: 3.35 – 6.84 mm Izquierdo: Largo: 9.48-15.10 mm Ancho: 4.66 – 6.45 mm		
6	Zhang et al., (2009) - Anatomical Variations of the Upper Thoracic Sympathetic Ganglia	China	50	Cadáver	25	7	18			GCT ^T presente en el 80% Localización en espacio intercostal correspondiente: GT ^{T2} : 92% GT ^{T3} : 68% GT ^{T4} : 50% En frente de la apófisis transversa de C7 74% anterior al 8 ^o nervio torácico 26% inferior al borde superior de la segunda costilla	GCT ^T presentó RD 46% GT ^{T2} presentó RA ^D y RD ^D en un 54% unilaterales, 16% bilaterales GT ^{T3} presentó RA ^D y RD ^D en un 24% GT ^{T4} presentó RA ^D y RD ^D en un 14% Distancia más lejana de CGS ¹¹ – ramos comunicantes: 29.11mm Nervio de Kuntz: 40% (bilateral 16%)	NR	Relaciona hiperhidrosis esencial superior, síndrome de dolor regional, fenómeno de Raynaud	
7	Song et al., (2010) - Anatomical Study and Clinical Significance of the Rami Communicantes between Cervicothoracic Ganglion and Brachial Plexus	China	33	cadáver	60 años (50-70 años)	6	27			NR	NR	Ramos comunicantes entre GCT ^T y PG ¹² : GCT ^T a C8: 100% (8.66mm) GCT ^T -C7: 95.4% (19.94mm) GCT ^T -C6: 9%	Comunicaciones entre C8-C7: 77% Comunicaciones entre C7-C6: 62% Comunicaciones entre C5-C6: 3%	Se relaciona como causa del dolor de cuello crónico recurrente y el dolor de hombro a la estimulación sensorial cervical de C5 por hiperplasia del tejido conectivo adyacente a las vértebras cervicales, sin embargo ramas comunicantes entre GCT ^T y C5 solo se observó en dos lados de 66.
8	Kuntz, (1927) - Distribution of the sympathetic rami to the brachial plexus	USA	48	Cadáver	NR	NR	NR			NR	NR	62.5% (21 bilateral- 9 unilateral)	NR	En 6 casos, la rama se unió al primer nervio intercostal distal a su origen. En los otros 24 casos, la rama se unió proximal al origen del primer nervio intercostal.
9	Marhold et al., (2008) - Thoracoscopic and Anatomic Landmarks of Kuntz's Nerve: Implications for Sympathetic Surgery	Austria	33	Cadaver (Dissección de VAT ¹³)	NR	NR	NR			NR	NR	Identificación de N. Kuntz-VAT ¹³ : 12.1% Dissección: 66.7%	NR	De los Nervios de Kuntz identificados por VAT ¹³ el 81% transcurrían paralelos a las venas intercostales superiores (50% medial y 50% lateral) Distancia promedio entre GT ^T y el Nervio de Kuntz fue 9.7 +/- 3.0 mm
10	Chung et al., (2002) - Anatomic variations of the T2 nerve root	Korea	39	Cadaveres	NR	NR	NR			GCT ^T : 84.8% (n:56)	NR	N.Kuntz: 68.2% (n:45) Bilateral 48.1% (n:27) N. intra-torácico T2-T3: 7.6%	NR	NO

	(including the nerve of Kuntz) and their implications for sympathectomy							GT ² se encuentra 50% en 2espacio o IC					
11	Wang et al., (2002) - Anatomical location of T2-3 sympathetic trunk and Kuntz nerve determined by trans thoracic endoscopy	Tai wan	70	Cadáveres - VAT ¹³	11- 57 años	40	30	NR	NR	10%	NR	Der: 1.4% Izq: 8.6%	Los nervios de Kuntz se originaron principalmente del ganglio T3 y no de T2. La ubicación más frecuente de estos ganglios T2 y T3 fue entre el cuello de la costilla y el borde medial de la costilla del mismo nivel.
12	Antonetti et al., (2011) Variaciones del tronco simpático torácico. Origen y trayecto	Venezuela	26 fetos (EG 9-35 SDG)	Cadáveres	26 fetos (EG 9-35 SDG)	NR	NR	Completa 12 ganglios: Der 31.94% Izq.: 23.61% Cadena incompleta 9 ganglios: Der: 5.56% Izq.: 4.17%	Origen N. espláncnico mayor: Der: GT ⁷ , GT ⁶ , GT ⁵ Izq.: GT ⁴ , GT ⁶ , GT ⁷ Origen N. Espláncnico menor: Der: GT ⁸ , GT ⁹ , GT ¹⁰ Izq.: GT ⁸ , GT ¹⁰ , GT ⁶ Origen N. Espláncnico inferior: Der: GT ¹ , GT ⁹ , GT ² . Ausente: 43.06% Izq.: GT ¹⁰ , GT ⁹ , GT ¹ -2 Ausente: 40.28% Origen N. Espláncnico accesorio: Der: GT ¹⁰ , GT ¹¹ , GT ⁹ Ausente: 20.83% Izq.: GT ¹⁰ , GT ¹² , GT ⁸ Ausente 23.61% Presencia 100% de la cadena ganglionar Origen cadena ganglionar simpática torácica en el Ter ganglio 90.28%	NO	Un punto de referencia importante en el acto quirúrgico es la arteria vertebral normalmente (75.8%) es lateral al ganglio, en este estudio se encontró a una distancia media del polo superior del ganglio de 2.76mm, un hallazgo importante para neurocirujanos, anestesiólogos y anatomistas.		
13	Martini et al., (2012) Anatomical investigation of the Cervicothoracic Ganglion.	Suiza	42 (84 lados)	Cadáveres	NR	20	22	Presencia de GCT ¹ : 82%	NR	NR	NR	NR	Un punto de referencia importante en el acto quirúrgico es la arteria vertebral normalmente (75.8%) es lateral al ganglio, en este estudio se encontró a una distancia media del polo superior del ganglio de 2.76mm, un hallazgo importante para neurocirujanos, anestesiólogos y anatomistas.
14	Komugoy et al., (2014) Thoracic Part of Sympathetic Chain and its Branching Pattern Variations in South Indian Cadavers	India	31	Cadáveres	NR	NR	NR	Presencia de GCT ¹ bilateral 12.9% (n:4) Unilateral 48.38% (n:15)	NR	Origen del NE ¹⁴ mayor: GT ⁷ , GT ⁸ , GT ⁹ en el 37% de los casos. GT ⁸ , GT ⁹ , GT ¹⁰ en el 31% de los casos Origen NE ¹⁴ menor: GT ¹⁰ , GT ¹¹ en el 63% de los casos, GT ⁹ , GT ¹⁰ , GT ¹¹ en el 21% de los casos Origen NE ¹⁴ inferior: GT ¹¹ en el 70,83% de los casos, GT ¹² en el 29.17% de los casos	NO		
15	Street et al., (2016) Anatomical variation of rami communicantes in the upper thoracic sympathetic chain: A human cadaveric study	UK	20	Cadaver	NR	NR	NR	GCT ¹ 70% Ubicación GT ² : 50% sup. del espacio intercostal (93.75%), 50% inferior (6.25%) Ramas comunicantes derechas más abundantes y extensas y en niveles sup.	Ramo comunicantes: EIC ¹⁵ T1 y T2: 55% EIC ¹⁵ T2 y T3: 22.5% EIC ¹⁵ T3 y T4: 2.5% N. de Kuntz 40%	NR	NO		
16	Chaudhry et al., (2018) Detection of the Stellate and Thoracic Sympathetic Chain Ganglia with High-Resolution 3D-CISS MR Imaging	New York	24	IRM	51.7 años	14	10	GCT ¹ en 100%, infero-medial a la Arteria Subclavia, anteroinferior a la apófisis transversa de C7	Los ganglios de la cadena simpática torácica se identificaron ventrales a la articulación costo-vertebral de T2 a T10 en el 100% de sujetos	NR	Los ganglios de la cadena simpática torácica, incluido el GCT ¹ pueden identificarse bien con las imágenes de RM 3D CISS pre-contraste y puede permitir la planeación quirúrgica adecuada.		
17	Ramsaroop et al., (2001) Thoracic origin of a sympathetic supply to the upper limb: the ' nerve of Kuntz' revisited	Sri Lanka	99 fetos	Cadaver	32 fetos 18 adultos	NR	NR	GCT ¹ : 92%	NR	Incidence N. Kuntz: 34% Ubicación: Lateral al GT ² + 2.3 – 15.7 mm en adultos y 2.1 – 4.3 mm en fetos Nervios intratorácicos entre T1-T5: 60% T1-T2: 46%	NR	La clasificación como N. de Kuntz debe restringirse a las descripciones de la rama intratorácica del 1er espacio intercostal. Tinción con HE de segmentos intratorácicos confirma ausencia de cuerpos ganglionares intercostales. Proponen clasificación de los ramos comunicantes del primer espacio intercostal	

28	Zhang et al., (2006) – The celiac ganglia: Anatomic study using MRI in cadavers.	China	65	Cadáver	NR	NR	NR	Ubicación ganglio celiaco: T12-L1 (94%) Diámetros: largo 21,43 +/- 5,53 mm en el lado derecho y 20,02 +/- 10,13 mm en el lado izquierdo			NR	Análisis histológico: H.E células condensadas , con escasas fibras nerviosas entre las células ganglionares.
29	Gest et al., (2009) The pattern of the thoracic	USA	24	Cadáver	54 – 92 años	16	8	NR	NR	NR	NR	Paso de los nervios espláncnicos mayor y menor juntos en el 39% de los casos. Y los tres (mayor, menor e inferior) a través de un

	splanchnic nerves as they pass through the diaphragm											Único pilar, derecho 38%, izquierdo 38%
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

DATOS EXTRAÍDOS DE LIBROS	
1	Gray's Anatomy, 39th Ed.
2	Clinical Oriented Anatomy – Moore and Dalley.
3	Clinical Anatomy by Regions. Snell.
4	Lasts Anatomy – Regional and Applied. Abdomen.
5	Mastery of Surgery, Part VII: The Gastrointestinal Trunk.
6	Splanchnic Nerve Block: Single-Needle Technique.
7	Celiac Plexus. 2nd Ed. Oxford: Blackwell Science.
8	Atlas of Pain Injection Techniques. 5.6 Splanchnic Nerve Block.
9	Surgical Anatomy of the Head and Neck

GCT¹: Ganglio cervico-torácico, RCC²: Ramo cardíaco cervical, GCS³: Ganglio cervical superior, GCM⁴: Ganglio cervical medio, RCCT⁵: Ramo cardíaco cervico-torácico, RCT⁶: Ramo cardíaco torácico, GT⁷: Ganglio torácico, CSP⁸: Cadena simpática principal, RA⁹: Ramo ascendente, RD¹⁰: Ramo descendente, CGS¹¹: Cadena ganglionar simpática, PB¹²: Plexo braquial, VAT¹³: Toracosopia asistida por video, NE¹⁴: Nervio espláncnico, EIC¹⁵: Espacio intercostal, GCI¹⁶: Ganglio cervical inferior

Tabla No. 2. Características y resultados de los estudios incluidos en la revisión ampliada. Fuente: la autora

DISCUSIÓN

Variaciones del sistema nervioso simpático torácico

El sistema nervioso simpático corresponde a dos cordones de ganglios unidos entre sí por fibras interganglionares, dispuestos paravertebralmente desde la base del cráneo hasta el cóccix (Latarjet, 2009; Pró, 2014; Moore, 2001) y se disponen de forma metamérica similar a la de los ganglios espinales. Sin embargo, esta disposición presenta gran variabilidad. La porción torácica no es ajena a esta variación, de tal forma que se describen entre 10 a 12 ganglios aplanados de forma variable, más frecuentemente once (Latarjet, 2009; Rouvière y Delmas, 2005; Drake, Wayne,

Mitchell, 2013; Bouchet y Cuilleret, 2000; Pather, Partab, Singh y Satyapal, 2003), número similar al reportado tres años después por Pather et al. (2006) y Antonetti, Cañizalez, Calzadilla y Lugo (2011), quienes describieron la presencia desde 8 a 12 ganglios. Esta variabilidad corresponde a procesos de fusión o división ganglionar. Por ejemplo, tradicionalmente se describe la fusión del ganglio cervical inferior con el primero torácico conformándose el ganglio cervico-torácico (GCT) o también llamado ganglio estrellado por los numerosos radios que emite en diversas direcciones, el cual en esta revisión presentó una incidencia del

62 al 100% de los casos (Pather et al., 2003, 2006; Zhang et al., 2009; Chung et al. 2002; Marcer, Bergmann, Klie, Moor, Djonov et al. 2012; Kommuru, Jothi, Bapaji, Sree, Anthony, 2014; Street, Ashrafi, Greaves, Gouldsborough, Baguneid, 2016; Chaudhry et al., 2018, Ramsaroop, Partab, Singh, Satyapal, 2001; Ramsaroop, Singh, Moodley, Partab, Satyapal, 2004). Así mismo, este ganglio constituye el límite entre el simpático cervical y el torácico.

Los ganglios de esta región reciben fibras preganglionares del núcleo intermediolateral, situado en la asta gris lateral de los segmentos espinales torácicos 2 a 7 (Zhang et al. 2009). Desde allí abandonan la médula espinal por la raíz ventral respectiva y por medio de un ramo comunicante blanco (mielinizado) ingresa al ganglio simpático del mismo nivel, lugar donde hacen sinapsis con una segunda neurona (posganglionar) y se genera un ramo comunicante gris (amielínico), que viaja a hacer sinapsis axo-axónica con el nervio espinal del mismo nivel. Estas fibras posganglionares participan en la inervación del miembro superior y tronco, con el aporte a los plexos cardiaco, pulmonar, abdominal y pélvico; los nervios del abdomen y la pelvis se llaman nervios espláncnicos (Kommuru et al., 2014) y usan como neurotransmisor la noradrenalina (Guyton y Hall, 2011). Sus órganos efectores son el músculo liso de vasos, vísceras, vías urinarias, el sistema de túbulos renales, bronquios, músculo pilo-erector y el de las pupilas, además de las glándulas (sudoríparas y anexas al sistema digestivo), células adiposas y el tejido linfóide (Rouvière y Delmas, 2005).

Las fibras pos-ganglionares que viajan al miembro superior se originan desde el ganglio cervical medio, cervicotorácico y ganglios torácicos superiores (Zhang et al. 2009; Chaudhry et al. 2018), principalmente de los ganglios simpáticos de T2 - T3 (Jacob, Wadhwa, Paul, Das, 2005), y en ocasiones T4 (Cho, Lee, Sung, 2005), para luego unirse por medio de ramos grises al plexo braquial (Zhang et al., 2009), el cual se encarga de la inervación autónoma del territorio cutáneo correspondiente a la extremidad superior y región axilar. Por lo tanto, variaciones en su morfología habitual puede conllevar a fallos en procedimientos quirúrgicos que requieran denervación simpática de la extremidad superior, como son los casos del tratamiento de elección de la hiperhidrosis primaria.

La hiperhidrosis primaria es un trastorno caracterizado por una sudoración excesiva que está por encima de las necesidades fisiológicas. Ocurre principalmente en las manos y en las axilas, pero también puede darse en las plantas de los pies. Su etiología es diversa e incluye la hiperactividad del sistema nervioso simpático que provoca una respuesta anormal de las glándulas sudoríparas ecrinas. Actualmente, el tratamiento de elección es la simpatectomía toracoscópica (Vanaclocha, Saiz y Panta, 2000), que consiste en la escisión de los ganglios simpáticos T2 - T3 para la hiperhidrosis palmar y a nivel de T2-T3-T4, cuando se asocia a hiperhidrosis axilar (Reisfeld, Nguyen y Pnini, 2002; Lin, Kuo y Chou, 2002; Wang, Sun, Lin y Chen, 2002).

Debido al desconocimiento de las variaciones anatómicas, estos ganglios

pueden no ser vistos por toracoscopia, así como fue reportado por Lee y Hwang, (1996), quien en 19 de 79 pacientes no logró identificar estos ganglios simpáticos, con la consecuente imposibilidad de su resección. Así mismo, se indican otras dificultades técnicas para la plena identificación ganglionar como el inadecuado colapso pulmonar o la presencia de adherencias pleurales y/o la presencia de estructuras vasculares colindantes no esperadas. De allí la necesidad del conocimiento de las relaciones anatómicas más frecuentes.

Estas variaciones también son importantes en procedimientos quirúrgicos como en las simpaticotomías y las ramicotomías, en los cuales se corta el tronco simpático o sus ramos a nivel de la costilla, situación que requiere un conocimiento profundo de la localización exacta de la cadena simpática, de la anatomía adyacente - en especial alrededor del segundo ganglio torácico - y de las variaciones más frecuentes de los ramos comunicantes.

Variaciones ganglionares

La caracterización del ganglio cervico-torácico (GCT) es de interés médico, dado que en práctica clínica se realizan bloqueos para tratar diversas patologías, a saberse, el síndrome de dolor regional complejo, la neuralgia pos-herpética, las anginas o arritmias intratables, el vaso-espasmo, el fenómeno de Raynaud y más frecuentemente las hiperhidrosis primarias (Song, Sun, Wu y Xia, 2010). Por ello es vital conocer su morfometría, ubicación y relaciones anatómicas. En este sentido, además de su identificación en disecciones cadavéricas, se ha conseguido exitosamente su identificación con

ecografía, fluoroscopia y con tomografía axial computarizada con contraste, siendo esta última, una técnica segura y confiable para la caracterización imagenológica del mismo (Chaudhry et al. 2018).

La ubicación más frecuente del GCT fue entre el borde infero-lateral de la vértebra C7, el borde supero-lateral de la vértebra T1 (Pather et al., 2006), frente a la raíz de la apófisis transversa de la séptima vértebra cervical y el cuello de la primera costilla (Zhang et al., 2009; Ramsaroop et al., 2004), a una distancia promedio de 1,72 mm de la primera articulación costo-vertebral y a 2.89 mm en promedio de la arteria vertebral e infero-medial a la arteria subclavia (Chaudhry et al., 2018), siempre cubierto por la pleura parietal (Marcer et al., 2012). En fetos se encontró en el cuello de la primera costilla. Estos hallazgos contrastan lo descrito por Pather et al. (2006), quienes en el 26% de 48 cadáveres ubicaron este ganglio en la parte inferior del borde superior de la segunda costilla, detalle que puede ser importante para el cirujano que realiza simpaticotomías normalmente en el borde superior de la segunda costilla. El tamaño más frecuente fue 36.76mm² (Chaudhry et al. 2018), con unas dimensiones promedio para el ganglio del lado derecho de 15.08 - 17.92 mm en longitud, 3.35 - 6.84 mm de ancho y un tamaño para el lado izquierdo de 9.48-15.10 mm en longitud y de 4.66 - 6.45 mm de ancho (Pather et al., 2006), diferentes a las descritas por Zhang et al. (2009), quienes reportaron un tamaño promedio de 19.3 +- 2.3 mm a 6.5 +- 1.7mm.

En cuanto a las relaciones anatómicas importantes en el momento de su

manipulación, Pather et al. (2006), hallaron que en el 84.3% de los casos se encontraba de medial a lateral la vena intercostal suprema, la arteria intercostal superior y la raíz T1 del plexo braquial. Así mismo, cefálico a él, describieron la presencia de la arteria subclavia, y dorsal a él la raíz C8 del

plexo braquial. En este sentido Zhan et al. (2009), también describieron la presencia del octavo nervio torácico por detrás del ganglio en el 74% de los casos. Estos hallazgos se esquematizan en la Figura No. 2.

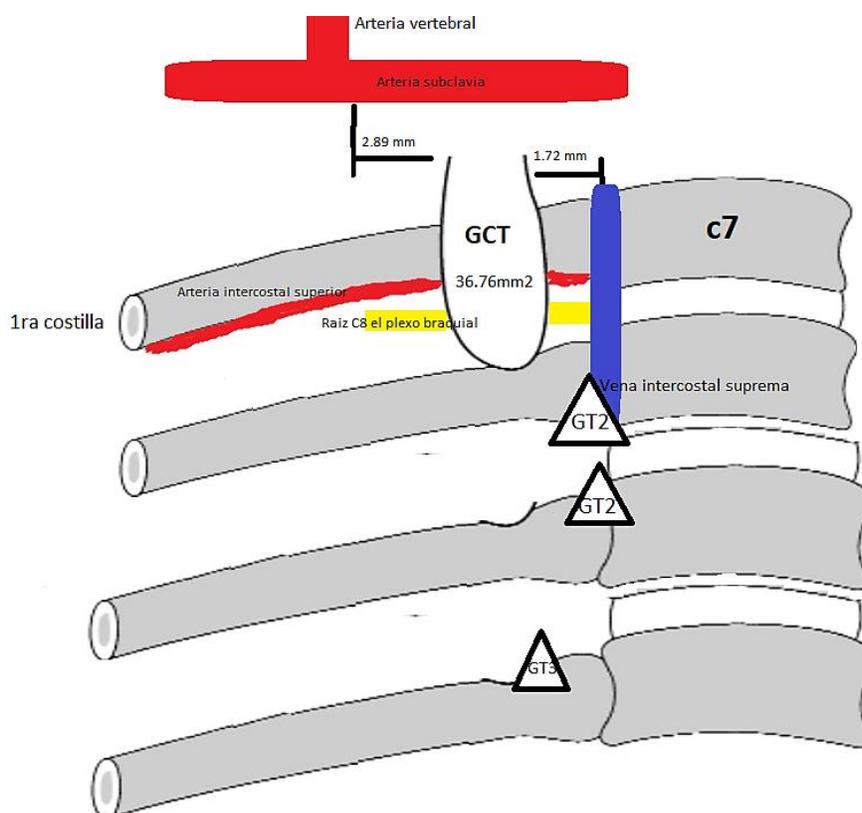


Figura No. 2. Ubicación más frecuente de los ganglios simpáticos torácicos. GCT: Ganglio cervicotorácico, GT2: Ganglio torácico 2, GT3: Ganglio torácico 3, C7: séptima vértebra cervical, observe las relaciones anatómicas referenciadas en el texto. Fuente: La autora.

El GCT recibe aferencias a través de comunicantes blancos de C6, C7 (Chaudhry et al., 2018), T1 y T2 (Song et al., 2010), con contribuciones ocasionales de T3 y T4 (Chaudhry et al., 2018), y proporciona ramos grises a los nervios espinales C6, C7, C8 y T1, lo que concuerda parcialmente con los hallazgos de Song et al. (2010), dado que de 33 cadáveres estudiados el 100% de los casos el GCT dio ramos grises para C8, los cuales se extendieron a una longitud promedio de 8.66 mm \pm 2.21 del GCT. De igual manera, en el 95,4% de los casos dio ramos grises a C7 con una longitud promedio de 19.94 \pm 4.06mm del GCT, en el 9% dio ramos grises a C6, y, curiosamente, hallaron que en el 3% de los casos también había ramos hacia C5. También observaron que existían comunicaciones entre C8 y C7 en el 77% de los casos, entre C7 y C6 en el 62% de los casos y entre C6 y C5 en el 3%.

Caracterizar las aferencias y eferencias del GCT permite evitar lesiones iatrogénicas que conlleven a la interrupción de las fibras simpáticas para la cabeza, cuello, miembro superior y vísceras torácicas, con el posible desarrollo de arritmias y/o síndrome de Horner (Pather et al., 2006), dado que este ganglio es el que emite el impulso simpático en la región facial. Del mismo modo, es de vital importancia en los procedimientos que requieran bloqueos del ganglio cervico-torácico, como por ejemplo en los bloqueos nerviosos por dolor de cuello y/o hombro crónico recurrentes, que cuando son refractarios al manejo fisioterapéutico pueden corresponder a una estimulación sensorial cervical y el quinto nervio cervical con su contribución al plexo

braquial y cervical, esta comúnmente implicado en esta estimulación (Song et al., 2010).

El número restante de ganglios torácicos son triangulares en su mayoría y están a la izquierda y la derecha de la columna vertebral, aplicados sobre las articulaciones costo-transversas y unidos entre sí por uno o varios ramos interganglionares que cruzan por encima los vasos intercostales (Zhang et al., 2009). Singh, Ramsaroop, Partab, Moodley y Satyapal (2005) encontraron en una muestra de 20 cadáveres que en el 10% de los casos, los ganglios T1 y T2 están fusionados, en el 2.5% se encuentran ubicados sobre el cuello de la segunda costilla y en el primer espacio intercostal y en el 2.5% están ubicados en el borde superior de la tercera costilla.

Cuando se encuentran separados, el segundo ganglio torácico se ubica en la mayoría de los casos en el segundo espacio intercostal (Zhang et al., 2009; Chung et al., 2002; Singh et al., 2005), adyacente a la articulación costo-vertebral (Ramsaroop et al., 2001). En este sentido Street et al. (2016), en una muestra de 20 cadáveres encontraron que el 93.75% de los ganglios T2 ubicaron en el borde superior de ese espacio, lugar en el que Chung et al. (2002), en 39 cadáveres reportaron que solo 7.6 % se encontraba, siendo mayor el porcentaje (19.7%) colocado en el borde superior de la tercera costilla. Dada esta variabilidad, se recomienda una evaluación de ambos lugares al momento de realizar la ablación. Teniendo en cuenta estos trabajos, se intuye que en algunos individuos las variaciones anatómicas puedan hacer que la parte más baja del primer ganglio

simpático torácico se incluya en la sección al realizar la simpaticólisis a nivel de T2 y se incurra en la generación de síndrome de Horner.

En relación al ganglio T2, Ramsaroop et al. (2004) analizaron las gangliectomías realizadas a 25 pacientes por hiperhidrosis primaria y describieron sus relaciones anatómicas, identificando como referencias anatómicas importantes en el hemitórax derecho a la vena intercostal superior, ubicada anterior al ganglio en el 12% de los casos y posterior en el 38% de los casos, lo que puede predisponer a sangrado. En el lado izquierdo, en la mayoría de los pacientes, la vena intercostal superior estaba fuera del campo de disección.

Respecto a la morfología del tercer ganglio torácico, Wang et al. (2002) concluyeron al analizar las imágenes de 70 simpatectomías transtorácicas endoscópicas realizadas en pacientes con diagnóstico de hiperhidrosis palmar, que la ubicación más frecuente, tanto el lado derecho como en el izquierdo, fue el tercer espacio intercostal, proximal al cuello de la tercera costilla, hecho concordante con los hallazgos de Zhang et al. (2009), quienes reportaron en dicha ubicación el 68% de los terceros ganglios torácicos estudiados y en el 24% en el borde superior de la cuarta costilla. Con respecto al cuarto ganglio torácico se reportó una ubicación en el 50% de los casos en el cuarto espacio intercostal y en el 36% en el borde superior de la quinta costilla.

Todo el simpático torácico está cubierto de pleura parietal, pero sin estar adherido a ella, pero incluido en el espesor de la aponeurosis endotorácica (Latarjet et al.,

2009), por lo cual se descubren con facilidad levantando la pleura. Son razones de fracaso de simpatectomías las adherencias pleurales (57.7%), vasos cerca del nervio simpático (11.5%), nervios simpáticos mediales (7.7%), presencia de nervio de Kuntz (18.8%) y regeneración nerviosa (18.8%) (Singh et al., 2005).

Ramos comunicantes adicionales

Nervio de Kuntz (NK)

El nervio de Kuntz se reportó por primera vez en 1927 por Albert Kuntz, quien publicó un artículo en el que describía la presencia de una comunicación entre el segundo nervio intercostal (Kuntz, 1927) y la rama ventral o lateral primero (Singh et al., 2005) (Ver Figura No. 3), y lo asoció al fracaso de la denervación de la extremidad superior si no se diseccionaba durante las simpatectomías. La incidencia de este en el artículo original fue de 40% unilateral y 16% bilateral (Kuntz, 1927). En este estudio se encontró una amplia variabilidad en la incidencia, la cual, para la identificación cadavérica fue de 20 - 86% (Chung et al., 2002; Street et al., 2016, Ramsaroop et al., 2001 - 2004, Singh et al., 2005, Marhold, Izay, Zacherl, Tschabitscher, Neumayer, 2008; Atkinson, Fode, Fealey, Eisenach, Goerss, 2011; Shantharam, Manjunath, Raveendranath, 2012), y para la identificación clínica con toracoscopia videoasistida (VAT) de 10 - 12.1% (Marhold et al., 2008). De la misma manera, las sinapsis con las ramas laterales del primer nervio intercostal fueron de 17.5% (Singh et al., 2005).

El estudio realizado por Marhold et al. (2008) describe la identificación de los ramos comunicantes del primer espacio intercostal usando como herramientas la

toracoscopia asistida por video (VAT) y la disección cadavérica en 33 hemitórax. Dicho estudio también investiga las estructuras anatómicas que servirían como puntos de referencia para la identificación del NK. Mediante VAT se identificaron 4 casos (12, 1%), de los cuales, en tres se situaron los nervios paralelos y laterales a

las venas intercostales superiores. Con el procedimiento de disección cadavérica se encontró que 22 hemitórax (66,7%) tenían la estructura, de los cuales 18 estaban paralelos a la vena intercostal superior (50% medial - 50% lateral) y en otros 6 especímenes se encontraron venas sin NK.

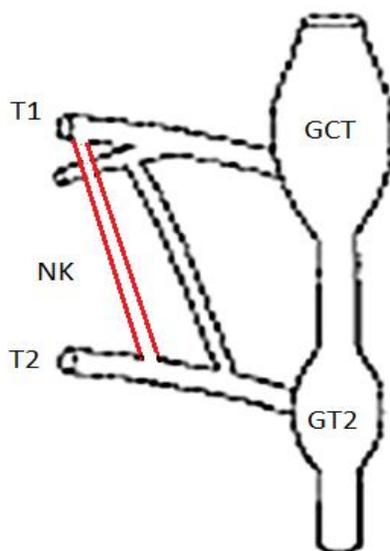


Figura No. 3. Anatomía de Nervio de Kuntz (NK). GCT: Ganglio cervico-torácico, GT2: Ganglio torácico 2, T1: Primer nervio intercostal, T2: Segundo nervio intercostal. Tomada y modificada de Chung I, et al. (2002).

Ramos comunicantes

Del mismo modo, hay otras conexiones importantes entre los nervios T2-T3 y T3-T4 con el plexo braquial, y correspondientes a los ramos comunicantes. Los ramos comunicantes son fibras nerviosas que normalmente comunican la cadena simpática con los nervios espinales. La descripción

anatómica tradicional corresponde a un ramo comunicante transversal u oblicuo que se origina del ganglio o del segmento interganglionar más cercano (Ver Figura No. 4. Normal) y que hace sinapsis con un nervio espinal del mismo nivel. Por lo tanto, las variaciones corresponden a los ramos comunicantes que conectan con un nervio espinal ubicado uno o varios

niveles ascendentes o descendentes, ambos, o a la presencia de ramos

intercostales (Figura No. 4. Ascendente/ Descendente).

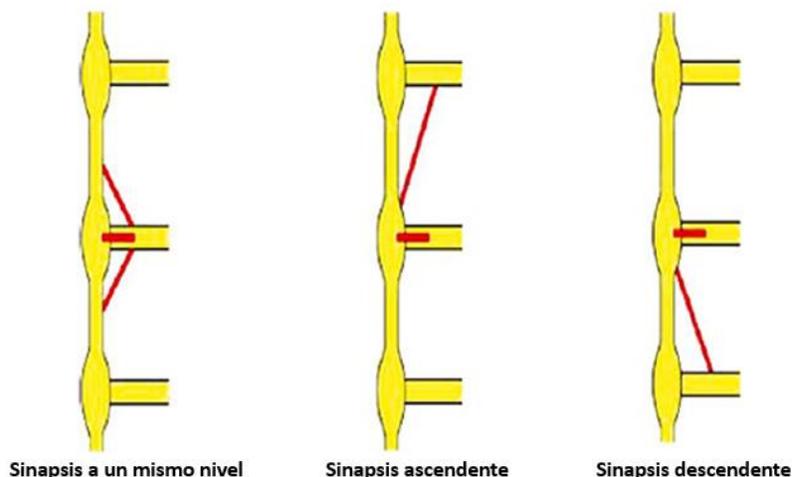


Figura No. 4. Clasificación de los ramos comunicantes en tres tipos, de acuerdo a las relaciones anatómicas entre el ganglio simpático y el nivel de sinapsis con los nervios intercostales. Tomado y modificado de Cho et al. (2005).

Estas vías alternativas pueden ser la razón de las simpatectomías fallidas, las cuales pueden ocurrir entre el 1.9 - 16% de los casos para hiperhidrosis palmar y 65% en hiperhidrosis axilar (Marhold, et al., 2008). Conocer su existencia permitiría preservarlos, en caso de ser necesario y de esta manera evitar el desarrollo de sudoración compensadora masiva o incapacitante, que ocurre del 50-86% de las situaciones. La sudoración compensadora es un mecanismo de termorregulación del propio organismo y ocurre cuando hay una disección amplia de la cadena simpática (Lai, 1997), provocando un incremento en el mecanismo compensador y los síntomas no deseados.

Los hallazgos de los ramos comunicantes se resumen en la Tabla No. 3. Respecto a

los ramos comunicantes del segundo ganglio torácico, Cho et al. (2005) realizaron 84 disecciones cadavéricas, encontrando una mayor cantidad de variaciones en esta zona, de tal forma que únicamente 28 lados (33.3%) tenían la distribución normal, lo cual es un porcentaje similar a las observaciones de varios autores, como Singh et al. (2005), quienes en 40 hemitórax encontraron que casi la mitad (47.5%) presentaban ramos ascendentes entre el segundo ganglio torácico y en ganglio cervico-torácico. También Zhang et al (2009), identificaron en 43 de 50 cadáveres mayor variabilidad en esta región, siendo la mayoría ramos ascendentes. Otros autores como Street et al. (2016) estudiaron 20 cadáveres e identificaron en el 55% la presencia de

nervios intercostales adicionales entre los espacios T1 y T2. Esta muestra contrasta con la de Ramsaroop et al. (2001), quienes en 50 cadáveres encontraron conexiones simpáticas intratorácicas adicionales en el 60% de los primeros 5 espacios intercostales superiores y 46% estaban en el primer espacio intercostal. El resultado es el mismo planteado por Won, Choi y

Park (2021) quienes encontraron que el 74% de sus sujetos presentaban un número mayor de ramos comunicantes intratorácicos a este nivel, lo que confirma la importancia la necesidad de una adecuada inspección intra-operatoria del segundo espacio intercostal a fin de seccionar los ramos colaterales que pudieran provocar recidivas.

REFERENCIA	N=	GANGLIO	NORMAL	RAMO ASCENDENTE	RAMO DESCENDENTE	RAMOS ASCENDENTES Y DESCENDENTES	RAMOS INTERCOSTALES
Cho et al., (2005)	84	T2	28 (33,3%)	45 (53,6%)	39 (46,4%)	28 (33,3%)	NR
		T3	57 (67,9%)	5 (5,9%)	22 (26,2%)	0 (0,0%)	
		T4	73 (86,9%)	4 (4,8%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
Singh et al., (2005)	40	T2	NR	19 (47,5%)	NR		NR
Zhang et al., (2009)	50	T2	NR	20 (40%)	15 (30%)	8 (16%)	NR
		T3		8 (16%)	5 (10%)	1 (2%)	
		T4		3 (6%)	4 (8%)	0 (0,0%)	
Street et al., (2016)	20	T2	NR				11 (55%)
Ramsaroop et al., (2001)	50	T2	NR				46 (46%)
Won et al., (2021)	26	T2	NR				19 (74%)

Tabla No. 3. Número de ramos comunicantes del segundo al cuarto ganglio torácicos. NR: no reporta. Fuente: autora

Zhang et al. (2009), y Cho et al. (2005) concluyeron que el segundo sitio de mayor variabilidad fue el tercer ganglio torácico. Tanto para ramos ascendentes como descendentes y respecto al ganglio torácico 4, Cho et al. (2005), encontraron 4,8% - 8,3% de ramos ascendentes y descendentes respectivamente en 42 cadáveres, hallazgos similares a los descritos por Zhang et al. (2009), quienes reportan una incidencia para el ganglio T3 de 14% para ramos ascendentes y descendentes, y concluyen que todos los

ramos comunicantes adicionales cursaron sobre las costillas correspondientes. El conocimiento de la frecuencia de ramos comunicantes adicionales en cada espacio intercostal y la presencia del nervio de Kuntz es clave para el éxito del tratamiento quirúrgico de patologías simpáticas torácicas, dado que no researlos conlleva denervaciones incompletas como en algunos casos de hiperhidrosis remanente, y para ello también se hace necesaria la determinación de la distancia que hay entre los mismos y la cadena simpática.

Cheng, Wu y Kao (2001) realizaron un estudio para determinar la forma ideal de tratar una hiperhidrosis palmar evitando la compensación fisiológica y concluyeron que la mejor forma de hacerla es que además de la simpatectomía, se corten todos los ramos comunicantes aberrantes del ganglio y el tejido circundante a él. Sin embargo, dada la gran variabilidad morfológica en la zona, es necesario determinar la distancia que hay entre la rama comunicante adicional y la cadena simpática, para saber hasta dónde llevar la escisión.

Por lo tanto, la distancia promedio recorrida por los ramos comunicantes desde la cadena simpática hasta el punto de unión con los nervios intercostales en todos los niveles se resume en la Tabla No. 4; siendo similares entre los lados derechos

e izquierdo del segundo ganglio torácico y diferentes para el tercer y cuarto ganglio; además, la distancia atravesada por las ramas fue mayor en el ganglio T2 en comparación con los ramos inferiores y los del primer ganglio torácico, por lo que se recomienda una ablación lateral mayor a este nivel. Sin embargo, el cirujano debe tener en cuenta las distancias horizontales más lejanas reportadas. Zhang et al. (2009) encontraron que el punto de conexión más distal de los ramos comunicantes a los ganglios segundo y cuarto fue de 29,11mm y 24.7 mm respectivamente, longitud comparativa a la publicada por Singh et al. (2005), de 30 mm del ganglio T2, por lo que se recomienda seccionar transversalmente al menos 3 centímetros lateralmente y de esta forma evitar los síntomas recurrentes.

REFERENCIA	GT1 - GCT	GT2		GT3		GT4	
		DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA
Cho et al. (2005)	NR	9,40+5,24	7,81 +4,16	7,94 +-3,35	6,81 +-2,82	10,92 +-4,41	7,48 +- 3,21
Singh et al., (2005)	NR	10,15 (3,0-30)	7,18 (2,3 - 12,3)	NR	NR	NR	NR
Zhang et al., (2009)	NR	8,9 +-5,6 (2,2 -29,1)	7,8 +-3,8 (2,3 - 17,2)	8,5 +-3,3 (2,8 - 16,7)	9,1 +-3,5 (2,0 - 13,3)	10,1 +-4,3 (3,2 - 18,5)	9,7 +- 5,2 (2,8 - 24,7)
Marhold et al., (2008)	9,7 +-3,0 (3 - 18)		NR	NR	NR	NR	NR
Chung et al., (2002)	7,3 MM	NR	NR				
Street et al., (2016)	NR	11,7	13,5				
Ramsaroop et al., (2001)	NR	6,7 (2,3 a 15,7)					
Ramsaroop et al., (2003)	NR	25					
Ramsaroop et al., (2004)	NR	7,33 (2,3 - 15,7)					
Won et al., (2021)	NR	14,1 +-6,5					
				16,2 +-4,1			
PROMEDIO	8,5	11,66 +-5,78	11,17+-4,82	10,88+-3,58	7,9+-3,16	10,51+-4,35	8,59 +-4,2

Tabla No. 4. Distancia de los ramos comunicantes al ganglio torácico (mm) NR: no reporta, GT: Ganglio torácico, GCT: Ganglio cervico-torácico. Fuente: La autora

Nervios esplácnicos

Algunas fibras preganglionares se agrupan para formar los nervios esplácnicos mayor, menor y mínimo e inervan las vísceras abdominales. También pueden presentar gran variabilidad en su origen, número y paso diafragmático, lo que puede ser una de las razones del fallo quirúrgico en el control del dolor abdominal.

Respecto a su morfología, los textos clásicos describen que el nervio esplácnico mayor puede presentar un origen desde T5 o T6 a T9 o T10 (Bouchet et al., 2000; Moore, et al., 2001; Snell, 2004; McMinn, 2019; Fischer, 2007; Saunders, 1987; Cicco, 2001; Janfaza, 2011). Estos hallazgos se han corroborado por años, dado que existe literatura que reporta similares orígenes en diversas décadas. Por ejemplo, Naidoo et al. (2001) analizaron la morfología simpática en cadáveres adultos y fetales con similares resultados; Jacob T et al., (2005) reportaron el origen más alto en T5, concordante con los hallazgos de Yang, Gil, Lee W, Kim y Lee H et al., (2008), quienes diseccionaron 26 cadáveres y también reportaron el origen superior a nivel de T5 hasta T9. Así mismo, Loukas et al. (2010) reportaron orígenes desde los ganglios T6 a T9 y más recientemente Kommuru et al. (2014) diseccionaron 31 cadáveres y reportaron en el 37% de los casos un origen en el séptimo, octavo y noveno ganglio torácico, y en 31% de los casos en los ganglios octavo, noveno y décimo.

Desde mencionados ganglios, se originan raíces que pueden variar de 1 a 8, pero lo más frecuente es que sean 4. Así constituido, el nervio esplácnico mayor

atraviesa el diafragma por el intersticio comprendido entre el ligamento arqueado medial y lateral junto con la vena lumbar ascendente (Latarjet, 2009), llega a la cavidad abdominal y va a parar en el cuerno externo del ganglio semilunar correspondiente. Por encima del diafragma, el nervio esplácnico mayor presenta algunas veces un pequeño engrosamiento ganglionar llamado ganglio esplácnico.

En el caso del nervio esplácnico menor, tradicionalmente se describen uno, dos o tres ramos, procedentes de los ganglios noveno, décimo o undécimo, (Bouchet et al, 2000; Moore, 2001; Snell, 2004; McMinn, 2019; Fischer, 2007; Cicco, 2001; Janfaza, 2011), similares orígenes a los descritos por Naidoo et al., (2001), Jacob et al., (2005), Yang et al., (2008) y Kommuru et al., (2014). No obstante, Antonelli et al., (2011) también incluyen la participación del octavo ganglio torácico. Una vez es conformado, atraviesa el diafragma por el intersticio comprendido entre el pilar principal y el ligamento arqueado medial (Kommuru et al., 2014), junto a la cadena simpática (Jacob et al., 2005, Latarjet, 2009) y termina de forma muy variable en los plexos aórtico-renal (Jacob et al., 2005). Los puntos diafragmáticos en los que atraviesan los nervios esplácnicos mayor y menor fueron analizados por Gest y Hildebrandt (2009), quienes diseccionaron 24 cadáveres adultos y encontraron que en el 38% de los casos. ambos nervios atraviesan el diafragma juntos a través de un único pilar.

Adicionalmente, se describe un tercer nervio esplácnico, el cual se denomina como inferior o abdominal, cuyo origen es

descrito por Naidoo et al. (2001), en los ganglios torácicos undécimo y duodécimo en el 55% de los casos, por Jacob et al. (2005), y Yang et al. (2008), en el ganglio torácico duodécimo y por Kommuro et al. (2014), en 70,83% de los casos, en el undécimo y 29,17% en el duodécimo, para finalizar en el plexo renal.

El nervio esplácnico accesorio es muy inconstante. Por lo general nace del último ganglio torácico (Latarjet, 2009; Pró, 2014). Sin embargo, Antonetti et al. (2011) reportan un origen superior a nivel de GT8, GT9, GT0 y el GT11 y un fin en el plexo renal.

Esta caracterización reviste especial interés en el manejo del dolor crónico de varias patologías. El tronco simpático y los nervios esplácnicos son comúnmente afectados por osteofitos anteriores de la columna vertebral y provocan dolor (Jacob et al., 2005). De igual forma, son los que transmiten la nocicepción en pacientes con pancreatitis crónica que tengan daño en los nervios intra-pancreáticos (Yang et al., 2008). Además, es importante en las esplennectomías de T5 para el manejo de diversas patologías como la pseudo-obstrucción crónica (Khelif et al., 2007), dolor abdominal superior, pancreatitis crónica u otros cánceres de abdomen superior (Lang, Le y Riquet, 2002) con una eficacia mayor al 80% en el control del dolor, disminución de dosis de opiáceos y mejoría de la calidad de vida (Pietrabissa et al., 2000; Leksowski, 2001; Krishna et al., 2001). Así mismo, esta variabilidad debe ser conocida por cirujanos que realicen VATs en el mediastino posterior, dado que lesiones en estas estructuras nerviosas, el conducto torácico o en el tejido adyacente

pueden conllevar a quilotórax posoperatorio, además de, cambios fibróticos que conduzcan al dolor de espalda crónico y dolor abdominal.

Dentro de este marco, conviene mencionar el rol del ganglio celiaco, dado que su bloqueo ha sido usado como terapia complementaria a la esplennectomía en el manejo del dolor. En este sentido cabe destacar el trabajo de Zhang et al. (2003), quienes tomaron imágenes de resonancia magnética (IRM) a 65 cadáveres para evaluar su sensibilidad en la ubicación del ganglio celiaco, resultando una identificación en el 94% en T12-L1, con unas dimensiones promedio 21,43 +- 5,53 mm de largo en el lado derecho y 20,02 +- 10,13 mm en el lado izquierdo, ubicación que no presenta variación a lo descrito por Pró (2014) y Latarjet (2009).

Duplicación de la cadena simpática

Jacob et al. (2005) reportaron una ramificación anómala de la cadena simpática derecha, la cual denominaron cadena simpática accesorio (CSA) que se originaba a nivel del ganglio torácico tres y que atravesaba el diafragma por el pilar derecho para finalizar en el plexo suprarrenal, después de dar ramas para el plexo celíaco. Adicionalmente, reportaron comunicaciones entre la cadena simpática principal y la CSA a niveles de los ganglios simpáticos T9, T10 y T11, diferentes a los nervios esplácnicos mayores, menores o inferiores, y se registró a un nervio como nervio esplácnico mayor que tenía un origen en el ganglio T3. Este origen alto puede conllevar alteraciones vasomotoras de la extremidad superior, cabeza, cuello y vísceras torácicas, dado que un tono vasomotor modificado puede ser

responsable de enfermedades como hipertensión esencial, tromboangitis obliterante, síndrome de Raynaud o angina pectoris y es una de las causas infrecuentes de síndrome de Tunel Carpiano y síndrome de Salida Torácica (Jacob et al., 2005).

Años después, esta variación también fue reportada por Atkinson et al. (2011), quienes analizaron retrospectivamente 155 pacientes a los que practicaron simpaticotomías por hiperhidrosis palmar refractaria y reportaron cadenas simpáticas accesorias en 6 de ellos, todas al lado izquierdo, 2 troncos en 3 pacientes y 3 troncos en 3 pacientes.

Aferencias al corazón

La contribución simpática torácica destinada al corazón proviene de los ganglios T2 y T5 (Jacob et al, 2005). En este sentido, Pather N. et al (2003) caracterizaron en 29 cadáveres (21 fetos, 8 adultos) las contribuciones simpáticas para el corazón mediante cirugía toracoscópica asistida por video (VATS) y de esta forma estudiaron las bases morfológicas de la denervación simpática cardíaca (DSC) como tratamiento del dolor anginoso intratable farmacológicamente, o que no era apto para la revascularización convencional. Ellos documentaron entonces aportaciones de los ganglios cervicales superior, medio y cervico-torácico en un 100% de los casos, y algunas

aportaciones de los ganglios torácicos desde el segundo al sexto, por lo que recomendaron que, al realizar dichas simpatectomías que tradicionalmente se realizan del segundo al cuarto ganglio, no se desconozcan las aportaciones del quinto y sexto ganglio torácicos.

Hallazgos histológicos

Moya et al. (2003), realizaron un estudio para analizar los ganglios simpáticos T2 Y T3 en pacientes con hiperhidrosis palmar, encontrando inflamación en el 5.5%, cromatólisis en el 61.8% y en un 41.8% depósitos de lipofusina no asociados a inflamación. Esto demuestra envejecimiento y muerte neuronal (Cheng et al., 2001) lo que da pie a la hipótesis de que la hiperhidrosis es debida a una hiperactividad simpática de las glándulas sudoríparas (Moya et al., 2003).

Del mismo modo, existen reportes de anomalías histológicas en las variaciones anatómicas del simpático torácico, como las reportadas por Pather et al. (2003) y Ramsaroop et al (2001), que revelan la ausencia de cuerpos de células ganglionares. Distinto de los reportes de Jacob et al. (2005), quienes realizaron tinción con H.E. de una cadena simpática accesoría revelando células ganglionares con núcleo y nucléolos prominentes, rodeadas por 5 - 8 células satélite, y escasas fibras nerviosas entre las células ganglionares (Zhang et al., 2009).

CONCLUSIONES

- La cadena simpática torácica estuvo presente en el 100% de los casos y se encuentra compuesta por 10 a 12 ganglios, más frecuentemente 11, recibe fibras preganglionares de T2 a T7 y envía fibras posganglionares al miembro superior, tronco, plexos cardiaco, pulmonar, abdominal y pélvico.
- Las fibras simpáticas del miembro superior se originan desde los ganglios cervical medio, cervico-torácico y torácicos superiores, principalmente de T2, T3, y en ocasiones T4.
- Existen duplicaciones y triplicaciones de la cadena simpática.
- La fusión del ganglio cervical inferior con el primer ganglio torácico es frecuente y puede predisponer a complicaciones como el síndrome de Horner.
- La ubicación más común del ganglio cervico-torácico fue el borde infero-lateral de la vértebra C7, proximal al borde supero-lateral de la vértebra T1 (23), frente a la raíz de la apófisis transversa de la séptima vértebra cervical y el cuello de la primera costilla.
- Las relaciones más frecuentes del ganglio cervico-torácico fueron de medial a lateral la vena intercostal suprema, la arteria intercostal superior y la raíz T1 del plexo braquial; cefálico a él la arteria subclavia, y en la región dorsal se encuentra la raíz C8 del plexo braquial.
- Las anomalías en la ubicación del segundo ganglio torácico son infrecuentes y corresponde al segundo espacio intercostal, adyacente a la articulación costo-vertebral.
- La identificación del ganglio cervicotorácico es exitosa con ecografía, fluoroscopia y con tomografía axial computarizada con contraste.
- Los números y variaciones anatómicas de los ramos comunicantes fueron superiores en el sistema nervioso simpático superior.
- Hubo considerablemente menor variabilidad en la anatomía del simpático torácico ganglio en niveles inferiores.
- Los ramos comunicantes adicionales se extienden una distancia media de por lo que se recomienda cortar al menos 3 cm lateral para lograr una denervación completa.
- Los ramos comunicantes adicionales pasan más frecuentemente sobre las costillas correspondientes, por lo que se debe realizar la ramicotomía sobre ellas para dividir las posibles ramas aberrantes incluyendo los nervios intercostales, ascendentes y descendentes.
- Es útil caracterizar las ramas aberrantes (nervio de Kuntz, ramos ascendentes, descendentes) en el segundo, tercero o cuarta costillas en la planificación de un acto quirúrgico.
- Sobre las bases de las variaciones anatómicas de los ramos comunicantes en el sistema simpático superior, los métodos quirúrgicos convencionales (simpaticotectomía,

simpaticotomía y ramicotomía) confinado al nivel deseado resultaría en una denervación incompleta.

- Desde el punto de vista clínico, las variaciones anatómicas podrían explicar los fallos quirúrgicos, como la hiperhidrosis persistente o compensatoria.
- Los nervios espláncnicos, tanto en su origen, conformación, trayecto y terminación, están sujetos a numerosas variaciones.
- Los nervios espláncnicos torácicos y los ganglios celiacos están implicados en una serie de situaciones clínicas, en las que el común denominador es el dolor intenso, conocer su ubicación más frecuente permite incidir sobre ellos para proporcionar una mejor calidad de vida a pacientes con trastornos del abdomen superior.
- Existen anomalías histológicas asociadas a las variaciones anatómicas, como inflamación, cromatólisis, depósitos de lipofuscina no asociados a inflamación, ausencia de cuerpos de células ganglionares, lo que pueden indicar envejecimiento y muerte neuronal.
- Se requieren más estudios anatómicos con orientación clínica que busquen una relación directa entre variaciones del sistema nervioso simpático torácico y sintomatología autonómica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Antonetti, C., Cañizalez, S., Calzadilla, I., Lugo, R. (2011). Variaciones del tronco simpático torácico. Origen y trayecto. *Revista de la Sociedad Venezolana de Ciencias Morfológicas*, 17, 19-22.
2. Atkinson, J., Fode, T., Fealey, R., Eisenach, J., Goerss, S. (2011). Endoscopic transthoracic limited sympathectomy for palmar-plantar hyperhidrosis: outcomes and complications during a 10-year period. *Mayo Clin Proc*, 86 (8), 721-8.
3. Avery, L., Rotondi, M. (2020). More comprehensive reporting of methods in studies using respondent driven sampling is required: a systematic review of the uptake of the STROBE-RDS guidelines. *Journal of Clinical Epidemiology*, 117, 68-77.
4. Bouchet, A., Cuilleret, J. (2000). *Anatomía Descriptiva, Topográfica y Funcional. Tomo de Tórax*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
5. Chaudhry, A., Kamali, A., Herzka, D., Wang, K., Carrino, J., Blitz, A. (2018). Detection of the Stellate and Thoracic Sympathetic Chain Ganglia with High-Resolution 3D-CISS MR Imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*, 39 (8), 1550-1554.

6. Cheng, Y., Wu, H., Kao, E. (2001). Video-assisted thoracoscopic sympathetic ramicotomy for hyperhidrosis-A way to reduce the complications. *Ann Chir Gynaecol*, 90, 172-4.
7. Cho, H., Lee, D., Sung, S. (2005). Anatomical variations of rami communicantes in the upper thoracic sympathetic trunk. *Eur J Cardiothorac Surg*, 27 (2), 320-4.
8. Chung, I., Oh, C., Koh, K., Kim, H., Paik, H., Lee, D. (2002). Anatomic variations of the T2 nerve root (including the nerve of Kuntz) and their implications for sympathectomy. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 123 (3), 498-501.
9. Cicco, M. (2001). *Celiac Plexus*. Oxford: Blackwell Science.
10. Drake, R., Wayne, A., Mitchell, A. (2013). *Gray Anatomía Básica*. Editorial Elsevier
11. Fischer, J. (2007). *Mastery of Surgery, Part VII: The Gastrointestinal Trunk*. USA: Walters Kluwer.
12. Gest, T., Hildebrandt, S. (2009). The pattern of the thoracic splanchnic nerves as they pass through the diaphragm. *Clin Anat*, 22 (7), 809-14.
13. Hall, J. (2011). *Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica*. Barcelona: Editorial Elsevier.
14. Hemanth, K., Swayam, J., Bapuji, P., Sree, D., Jacintha, A. (2014). Thoracic Part of sympathetic chain and its branching pattern variations in south indian cadavers. *Journal of Clinical and diagnostic Research*, 8 (12), AC09 - AC12.
15. Jacob, G., Wadhwa, S., Paul, S., Das, S. (2005). Variations of thoracic splanchnic nerves and its clinical implications. *Int. J. Morphol.* 23 (3), 247-251.
16. Jacob, T., Wadhwa, S., Paul, S., Das, S. (2005). Variations of Thoracic Splanchnic Nerves and its Clinical Implications. *Int. J. Morphol*, 23 (3), 247-51.
17. Janfaza, P. (2011). *Surgical Anatomy of the Head and Neck*. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins.
18. Khelif, K., Scailion, M., Govaerts, M., Vanderwinden, J., De Laet, M. (2007). Bilateral thoracoscopic splanchnicectomy in chronic intestinal pseudo-obstruction: Report of two paediatric cases. *Gut*, 55, 293-94.

19. Kommuru, H., Jothi, S., Bapuji, P., Sree, D., Antony, J. (2014). Thoracic part of sympathetic chain and its branching pattern variations in South Indian cadavers. *J Clin Diagn Res*, 8 (12), AC09-12.
20. Krishna, S., Chang, V., Shoukas, J., Donahoo, J. (2001). Video-assisted thoracoscopic sympathectomy-splanchnicectomy for pancreatic cancer pain. *J Pain Symptom Manage*, 22, 610-16.
21. Kuntz, A. (1927). Distribution of the sympathetic rami to the brachial plexus: its relation to sympathectomy affecting the upper extremity. *Arch surg*, 15(6), 871-77.
22. Lai, Y. (1997). Complications in patients with palmar hyperhidrosis treated with transthoracic endoscopic sympathectomy. *Neurosurgery*, 41, 110-5.
23. Lang, L., Le, F., Riquet, M. (2002). Videothoracoscopic splanchnicectomy for intractable pain from adrenal metastasis. *Ann Thorac Surg*, 73, 1290-92.
24. Latarjet, M. Ruiz, A. (2009). *Anatomía Humana*. Buenos Aires Argentina: Editorial Panamericana.
25. Lee, K., Hwang, P. (1996). Videoendoscopic sympathectomy for palmar hyperhidrosis. *J Neurosurg*, 84, 484 - 86.
26. Leksowski, K. (2001). Thoracoscopic splanchnicectomy for the relief of pain due to chronic pancreatitis. *Surg Endosc*, 15, 592-96.
27. Lin, T., Kuo, S., Chou, M. (2002). Uniportal endoscopic thoracic sympathectomy for treatment of palmar and axillar hyperhidrosis analysis of 2000 cases. *Neurosurgery*, 51, 84-7.
28. Loukas, M., Klaassen, Z., Merbs, W., Tubbs, R., Shane, G., Jerzy, Z., et al. (2010). A Review of the Thoracic Splanchnic Nerves and Celiac Ganglia. *Clinical anatomy*, 23, 512-22.
29. Marcer, N., Bergmann, M., Klie, A., Moor, B., Djonov, V. (2012). An anatomical investigation of the cervicothoracic ganglion. *Clin Anat*, 25 (4), 444-51.

30. Marhold, F., Izay, B., Zacherl, J., Tschabitscher, M., Neumayer, C. (2008). Thoracoscopic and anatomic landmarks of Kuntz's nerve: implications for sympathetic surgery. *Ann Thorac Surg*, 86 (5), 1653-8.
31. McMinn, R. (2019). *Last's Anatomy Regional and Applied- Revised Edition*. Australia: Churchill Livingstone.
32. Moore, K. Dalley, A. (2001). *Anatomía con orientación clínica*. Portland EEUA: Editorial Panamericana.
33. Moya, J., Ramos, R., Prat, J., Morera, R., Villalonga, R., et al. (2003). Cambios anatomopatológicos observados en los ganglios simpáticos de pacientes intervenidos de hiperhidrosis palmar-axilar. Estudio de 55 muestras. *Arch Bronconeumol*, 39 (3), 115 - 7.
34. Naidoo, N., Partab, P., Pather, N., Moodley, J., Singh, B., Satyapal, K. (2001)- Thoracic splanchnic nerves: implications for splanchnic denervation. *J Anat*, 199 (Pt 5), 585-90.
35. Pather, N., Partab, P., Singh, B., Satyapal, K. (2003). The sympathetic contributions to the cardiac plexus. *Surg Radiol Anat*. 25, 210-5.
36. Pather, N., Partab, P., Singh, B., Satyapal, K. (2006). Cervico-thoracic ganglion: its clinical implications. *Clin Anat*, 19 (4), 323-6.
37. Pietrabissa, A., Vistoli, F., Carobbi, A., Boggi, U., Bisa, M., Mosca, F. (2000). Thoracoscopic splanchnicectomy for pain relief in unresectable pancreatic cancer. *Arch Surg*, 135, 332-35.
38. Pró, A. (2014). *Anatomía clínica*. Buenos Aires: Editorial Panamericana
39. Ramsaroop, L., Partab, P., Pather, N., Moodley, J., Singh, B., Satyapal, K. (2003). A thoracoscopic view of the nerve of Kuntz. *Surgical Endoscopy*, 17(9), 1498-1498.
40. Ramsaroop, L., Partab, P., Singh, B., Satyapal, K. (2001). Thoracic origin of a sympathetic supply to the upper limb: the 'nerve of Kuntz' revisited. *J Anat*, 199 (Pt 6), 675-82.

41. Ramsaroop, L., Singh, B., Moodley, J., Partab, P., Satyapal, K. (2004). Anatomical basis for a successful upper limb sympathectomy in the thoracoscopic era. *Clin Anat*, 17 (4), 294-9.
42. Reisfeld, R., Nguyen, R., Pnini, A. (2002). Endoscopic thoracic sympathectomy for hiperhidrosis: experience with both cauterization and clamping methods. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 42, 255-67.
43. Rouvière, H., Delmas, A. (2005). *Anatomía Humana. Descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 2*. Editorial Elsevier Masson.
44. Saunders. (1987). *Splanchnic Nerve Block: Single-Needle Technique*. Philadelphia: Saunders Elsevier.
45. Shantharam, V., Manjunath, K., Raveendranath,, R. (2012). A morphological study of the nerve of Kuntz. *European journal of anatomy*, 16, 59-67.
46. Singh, B., Ramsaroop, L., Partab, P., Moodley, J., Satyapal, K. (2005). Anatomical variations of the second thoracic ganglion. *Surg Radiol Anat*, 27(2),119-22.
47. Snell, R. (2004). *Clinical Anatomy for Medical Students*. EEUU: Editorial Lippincott Williams & Wilkins.
48. Song, Z., Sun, M., Wu, Z., Xia, C. (2010). Anatomical study and clinical significance of the rami communicantes between cervicothoracic ganglion and brachial plexus. *Clin Anat*, 23 (7), 811-4.
49. Street, E., Ashrafi, M., Greaves, N., Gouldsbrough, I., Baguneid, M. (2016). Anatomic Variation of Rami Communicantes in the Upper Thoracic Sympathetic Chain: A Human Cadaveric Study. *Annals of Vascular Surgery*, 34, 243-9.
50. Vanaclocha, V., Saiz, N., Panta, F. (2000). Uniportal endoscopic superior thoracic sympathectomy. *Neurosurgery*, 46 (4), 924-28.
51. Wang, Y., Sun, M., Lin, C., Chen, Y. (2002). Anatomical location of T2-3 sympathetic trunk and Kuntz nerve determined by transthoracic endoscopy. *J Neurosurg*, 96 (1 Suppl), 68-72.

52. Won, H., Choi, H., Park, K. (2021). Anatomic variations of the intrathoracic nerves and the neural connections of the second and third thoracic sympathetic ganglia to the brachial plexus. *Clin Anat*, 34 (4), 590-95.
 53. Yang, H., Gil, Y., Lee, W., Kim, T., Lee, H. (2008). Anatomy of thoracic splanchnic nerves for surgical resection. *Clin Anat*, 21 (2), 171-7.
 54. Zhang, B., Li, Z., Yang, X., Li, G., Wang, Y., Cheng, J et al. (2009). Anatomical variations of the upper thoracic sympathetic chain. *Clin Anat*, 22 (5), 595-600.
 55. Zhang, X., Zhao, Q., Zeng, N., Cai, C., Xie, X., Li, C., et al. (2006). The celiac ganglia: anatomic study using MRI in cadavers. *AJR Am J Roentgenol*, 186 (6), 1520-3.
-