

# Circulo Arterial Cerebral ¿El Polígono de Willis?

## Historia de la Neurología Vascular

Ernesto Ochoa-Monroy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Neurofisiología, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez, México

Fecha de recepción del manuscrito: 24/Abril/2022

Fecha de aceptación del manuscrito: 23/Mayo/2022

Fecha de publicación: 02/Junio/2022

DOI: 10.5281/zenodo.6611481

Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

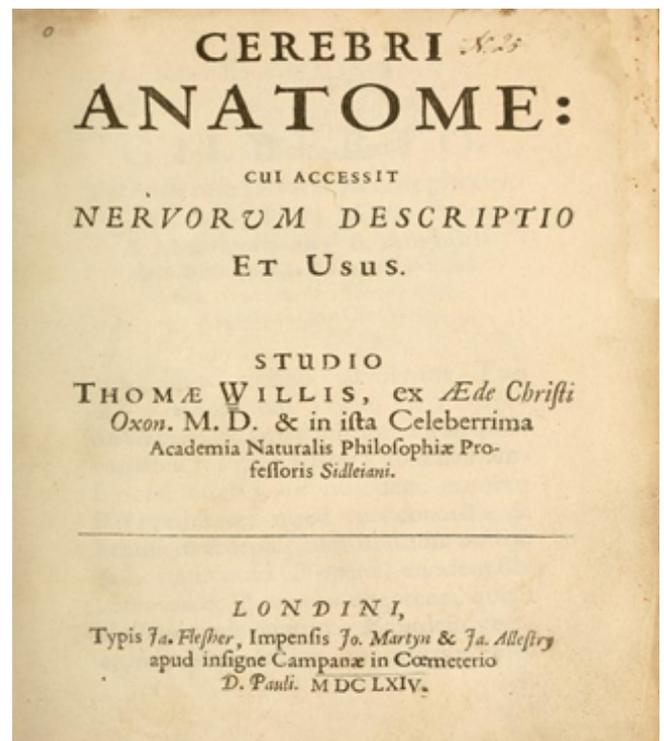
### INTRODUCCIÓN

**D**urante el estudio de la vasculatura del sistema nervioso salta a la vista un conjunto de vasos, no sólo por su particular configuración, sino por las implicaciones funcionales que presenta. El *polígono de Willis*, como otrora se nombró al círculo arterial cerebral, es uno de esos epónimos que se han mantenido más fervientemente en las descripciones que de él se hacen. Y es que, por tradición y convencionalismo anatómico, se asociaba el nombre de aquel que describiera por primera vez o a detalle una estructura del cuerpo, para quedar así inscripto en la nomenclatura morfológica de los textos de Anatomía durante siglos.

De lo didáctico que tenía este método a la hora de enseñar y estudiar la materia, se puede trazar una línea desde lo impráctico y confuso -piense en el fascículo de *Vicq d'Azyr* (fascículo mamilotalámico) o en el tubérculo ceniciento de Rolando (tubérculo trigeminal)- hasta lo risorio -sea lo que fuere que Rufo de Éfeso estuviera pensando cuando nombró a los tubérculos cuadrigéminos superiores e inferiores, nates y testes respectivamente.<sup>1</sup>

Es así como, en 1989 de acuerdo con la Terminología Anatómica Internacional, el cuerpo oficial de nomenclatura anatómica, creada por el Comité Internacional Federativo de Terminología Anatómica y otras asociaciones anatómicas internacionales, establece la supresión del uso de epónimos entre otros cambios, con el fin de unificar y estandarizar las descripciones en las ciencias morfológicas. Se evitan así la variación entre idiomas y las preferencias individuales de llamar de distintas maneras a una sola estructura.<sup>2</sup>

**Datos de contacto:** Ernesto Ochoa-Monroy, Av. Insurgentes Sur No. 3877 ext. 2028, La Fama, Ciudad de México. C.P. 14269, Tel: +52 (55) 5606 3822, ernestoochoa@hotmail.com

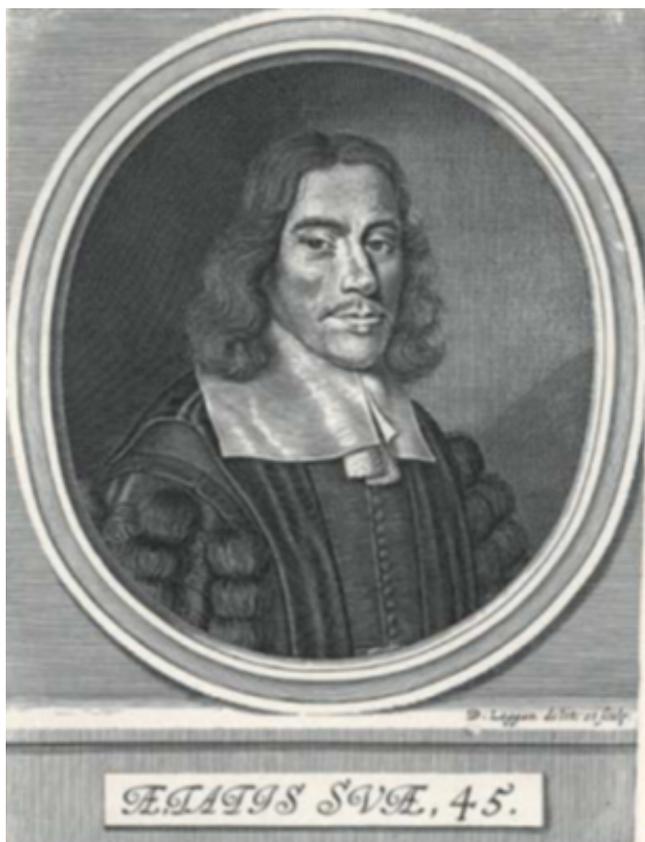


**Figura 1:** Cerebri Anatomie (1664). La obra máxima de Thomas Willis. En ella se hace una definición por primera vez de la Neurología y la mejor descripción hasta ese momento de la anatomía vascular del encéfalo.

Sin embargo, el polígono de Willis se ha resistido entre clínicos, cirujanos y anatomistas a adoptar su intuitivo y verdadero nombre (círculo arterial cerebral). Y no es para menos, pues hacer honor a Thomas Willis (1621-1675) a través de uno de los arreglos vasculares que la anatomía ofrece en el cerebro, es una manera de asomarse a la historia de la medicina y a las contribuciones que de él nos legaron. No obstante, no fue trabajo de un solo hombre describir y

detallar esta formación de vasos, pues antes de Willis ya se había escrito sobre ella e incluso, se ha debatido si en realidad él fue el genio creativo detrás de su *magnum opus*, *Cerebri Anatome* (Figura 1).<sup>3</sup>

De este modo, adentrarse en el origen de estos particulares nombres esparcidos por toda la anatomía, es tanto o más interesante que la simple memorización de cientos de estructuras; en un paseo por la anatomía vascular del sistema nervioso hay mucho más que encontrar que solo arterias y venas. Es entonces éste, un esfuerzo por la reivindicación del epónimo como figura didáctica, no ya en la Anatomía sino en la Historia y de todo el intelecto de tantos hombres que puede haber detrás de un amasijo de arterias.



**Figura 2:** Thomas Willis a la edad de 45 años representado en otra de sus obras: *Pathologiae Cerebri et Nervosi Generis Specimen*.

## LA VIDA DE THOMAS WILLIS

Thomas Willis (Figura 2) fue un científico inglés educado en Oxford durante los eventos de la guerra civil (1641-1647) entre Oliver Cromwell y el Rey Carlos I.<sup>4</sup> Obtendría el título de Medicina en 1646 y pasaría los siguientes 20 años de su vida entre actividades clínicas, de enseñanza y de investigación. Fundador de la Neurología como disciplina propia al establecerla de manera conceptual en su libro *Cerebri Anatome*,<sup>5,6</sup> fue además maestro de otros grandes personajes como el filósofo John Locke (1632 - 1704) y el científico Robert Hooke (1635 - 1703).<sup>6,7</sup> Representó el punto de inflexión entre las creencias antiguas del funcionamiento del cerebro postuladas por Aristóteles (384 a. C. - 322 a. C.), Galeno (131 - 201) y la filosofía medieval, y la ola de nuevos

descubrimientos que traerían los renacentistas.<sup>8</sup>

En el año 1662 Willis junto a su equipo de trabajo alquilan una casa sobre la calle Merton en Oxford Inglaterra como centro de disecciones y debates acerca de sus hallazgos experimentales, para ser así considerado el primer Instituto de Neurología en la historia (Figura 3). Personajes tan emblemáticos como Robert Boyle (1627-1691) o Thomas Millington (1628-1703/4) se mantenían al tanto de los experimentos que ahí se gestaban y en conjunto serían los precursores de la *Royal Society* de Londres, la primera sociedad científica nacional.<sup>5,6</sup>

Junto a su gran colaborador Richard Lower (1631-1691), fueron fieles partidarios del método Baconiano experimental (famoso en aquella época entre los ingleses y en oposición a los racionalistas franceses) de observación metódica y registros cuidadosos de cualquier nuevo descubrimiento. Alejado además de cualquier prejuicio intelectual personal, en contraste con el racionalismo cartesiano del período, que en el terreno de la neuroanatomía buscaba encontrar el reservorio donde mente y cuerpo se unían. No por menos, Thomas Willis sería atacado por los discípulos del filósofo René Descartes (1596-1650).<sup>8,9</sup>

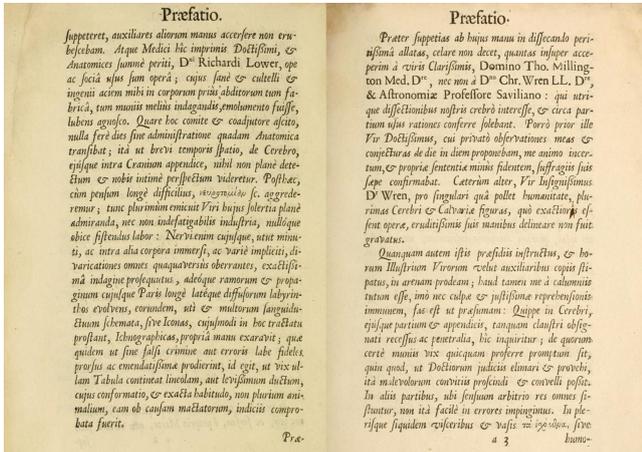


**Figura 3:** Centro de trabajo de Willis y su equipo. Calle Merton en Oxford, Inglaterra.

Mayor influencia para ambos fue también William Harvey (1578-1657), determinado escéptico de las enseñanzas históricas del Galenismo y del Hipocratismo a favor del método experimental. Como a Willis, esto le valdría la disputa con los más conservadores, entre ellos el parisino Jean Riolan (1577-1657).<sup>10</sup>

## Cerebri Anatome

De los trabajos de Willis probablemente el más famoso fue el relativo a la circulación del cerebro. Publicado en 1664, su libro *Cerebri Anatome* hizo notar detalles que hasta entonces no se había logrado en la disección de especímenes cerebrales, mostrando así las carencias de las descripciones de sus predecesores.<sup>11</sup>



**Figura 4:** Páginas del prefacio de *Cerebri Anatome* donde Willis da reconocimiento a la colaboración de Lower, Wren y otros.

Desde la descripción de la función y reclasificación de la mayoría de los nervios craneales hasta el descubrimiento de algunas de las funciones del tronco encefálico, harían del libro un referente en su tiempo e incluso en el nuestro (los seis primeros pares craneales mantienen la misma clasificación hasta el día de hoy).<sup>11,12</sup>

Sin embargo, no fueron mérito únicamente de Willis estos hallazgos, sino que fue en gran parte Lower quien, al cautivar a Willis con su maestría para la disección de incluso las piezas más delicadas del cerebro, formarían el equipo idóneo para una nueva era de la Neuroanatomía (Figura 4).<sup>13</sup>

Luego de una primera labor disectiva de Willis y Lower, Christopher Wren (1632-1723) astrónomo y matemático, y que más tarde sería arquitecto consagrado de Inglaterra, ayudó a ilustrar las piezas anatómicas en el libro de Willis (Figuras 5 y 6). Se acuñaron por primera vez algunos términos como *lóbulo*, *hemisferio*, *pirámides*, *pedúnculos* y *estriado*. Esta obra traería el reconocimiento internacional para Willis como uno de los más grandes científicos y anatomistas de la época y le ganaría un lugar en la historia de la Medicina.<sup>5</sup>

## DESCRIPCIONES PREVIAS DEL CÍRCULO ARTERIAL CEREBRAL

Aunque incompletas o imprecisas, ya varias representaciones se habían hecho del círculo arterial cerebral para el tiempo en el que Willis hizo lo propio (Figura 7).

Una descripción inicial puede rastrearse bastante tiempo atrás. Inició con el nombre de *rete mirabile* (red maravil-

losa) por Herófilo de Calcedonia (335 a.C. – 280 a.C.) y tiempo después por Galeno en su trabajo *De usu Partium* como una representación llena del misticismo y creencias de aquel tiempo, y aún bastante alejadas de la experimentación y el método científico. Galeno tenía la idea de que la sangre que venía del corazón transportaba a los espíritus de la naturaleza para transformarlos en espíritus animales en esta red de vasos; esto debido a su localización central en la base del encéfalo. Esta visión le otorgaba cierta función de vital importancia al cerebro, aunque aún se estuviera lejos de saber cuál era realmente (para entonces primaba la visión de que el corazón era el órgano, por excelencia, gobernador de las funciones del cuerpo).<sup>14</sup>

Ibn Sina (980-1037) mejor conocido como *Avicenna*, médico persa, escribió sobre las arterias cerebrales en el tercer volumen de su Canon (el *Canon de Avicenna*) donde las describió como una red en forma de pino alrededor de la glándula pituitaria.<sup>15</sup>

Andreas Vesalius (1514-1564) el gran anatomista del renacimiento, en el libro VII de su excelso tratado *De Humani Corporis Fabrica* publicado en 1543, esquematizó algunas arterias alrededor de la pituitaria, pero sin una correcta descripción de ellas, posiblemente debido a la dificultad de aquel tiempo de hacer disecciones más cuidadosas y al desconocimiento para diferenciar entre arterias y venas.<sup>16</sup>

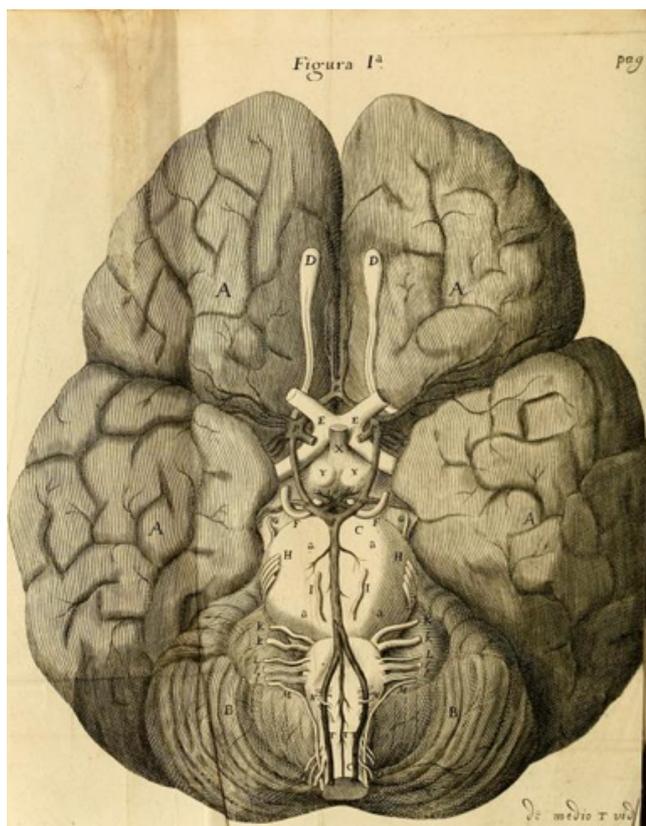
En 1561 Gabriel Fallopius (1523—1562), discípulo de Vesalius, notó el trayecto de las dos arterias vertebrales y su unión en la arteria basilar para después volver a dividirse propiamente en el círculo arterial cerebral hasta su porción más anterior correspondiente a la arteria comunicante anterior. Estos hallazgos los escribió en su obra *Observationes Anatomicae* de 1561, sin embargo, Fallopius no ilustró ninguna de estas descripciones y además el papel funcional del polígono seguía siendo un misterio.<sup>17</sup>

Otro discípulo de Vesalius, Giulio Cesare Casseri (Julius Casseirus) (1552-1616) en su trabajo póstumo (1627) *Tabulae Anatomicae LXXIIX*, ilustró de manera muy precisa y con gran calidad el círculo arterial cerebral y junto con las descripciones en el mismo tratado de su alumno Adriaan van den Spiegel (1578-1625), es considerada la primera descripción anatómica exacta del polígono.<sup>18</sup>

Johann Jakob Wepfer (1620-1695) patólogo suizo publica su libro *Observationes anatomicae ex cadaveribus eorum quos sustulit apoplexia* en 1658, seis años antes de la famosa obra de Willis. En él, Wepfer hace una descripción muy precisa del círculo arterial cerebral, y no sólo eso, sino que planteó por primera vez la hemorragia o la oclusión arterial como causa de apoplejías. Varias ediciones después a lo largo de 3 siglos, el texto se volvió enormemente influyente en el campo de la Neurología Vascular. Por esto, muchos consideran a Wepfer el verdadero descubridor del polígono de Willis.<sup>19-21</sup>



**Figura 5:** Richard Lower (izquierda) y Christopher Wren (derecha), los dos más importantes colaboradores de Thomas Willis en el trabajo de *Cerebri Anatome*.



**Figura 6:** Las ilustraciones de *Cerebri Anatome* fueron realizadas por Christopher Wren. De impresionante calidad aun para nuestros días y donde se detalló con gran precisión el círculo arterial cerebral.

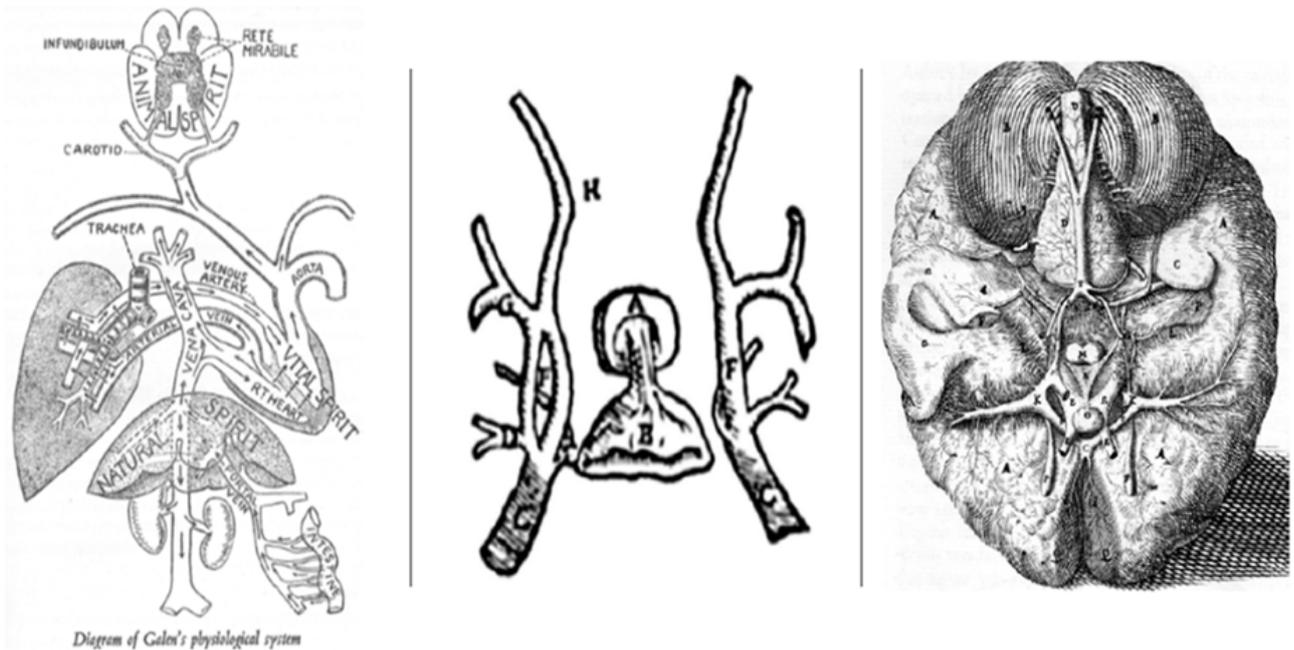
arterias, sino que mediante experimentación y por idea más bien de este último, experimentaron con la circulación colateral de estos vasos. Lower tiene el mérito de haber establecido que la circulación en el polígono se puede mantener aun si hasta tres arterias fueran totalmente ligadas. A este propósito describen el caso de un hombre finado por un tumor mesentérico. Al abrir su cráneo y explorar los vasos, específicamente las carótidas, se encontraron con que una se encontraba casi totalmente ocluida en su trayecto intracraneal. Subrayaron el hecho de que no hubiera sido ésta la causa de la muerte del hombre y reafirmaron el hecho de la funcionalidad circulatoria colateral de las arterias en la base del cráneo. Habían unido el aspecto anatómico y fisiológico de este arreglo de vasos, y, aún más, le habían dado una correlación clínica de los efectos sobre la enfermedad vascular.<sup>13,22</sup>

## CONCLUSIÓN

Willis nunca se nombró a sí mismo el descubridor o el principal autor intelectual de las descripciones del círculo arterial cerebral; ni siquiera sus coetáneos o sus discípulos inmediatos harían esto. Sería Albrecht von Haller (1708-1777) un médico y botánico suizo quien en su enciclopedia *Bibliotheca Anatomica* de 1774-1777 se referiría por primera vez al círculo arterial como el círculo de Willis y las descripciones posteriores mantendrían esta tradición.<sup>23</sup>

El trabajo de Willis y de sus colegas en la Anatomía refleja los ideales de la Edad Moderna y el legado de los pensadores del Renacimiento: la investigación a través del método científico en desavenencia a la aceptación dogmática del conocimiento. A poco más de 400 años de su nacimiento, es digno de mencionar el conjunto de contribuciones que

Sin embargo, Willis y Lower fueron un paso más allá. No se limitaron sólo a la descripción anatómica del conjunto de



**Figura 7:** Representaciones previas a Willis sobre el círculo arterial cerebral. Izquierda: Esquema galénico del transporte de los espíritus desde el corazón hasta el cerebro sobre su *rete mirabile* (siglo III d. C.). En medio: esquema de Andreas Vesalius y la red de arterias que describió alrededor de la pituitaria (1543). Derecha: *Tabulae X*, así nombrada en la obra de Julius Casseirus *Tabulae Anatomicae LXXIIX* (1627). Bastante aproximada a lo que Willis haría unos años después.

hizo a la Neurología y a la Medicina en general. Desde ser un sistematizador de sus hallazgos y encontrar la función de numerosas estructuras dentro del cerebro, hasta ser pionero de la investigación traslacional a través de la rigurosidad del método plasmado en *Cerebri Anatomie*, su trabajo marcaría un antes y después en la investigación médica y el paso del pensamiento medieval al moderno en el terreno de las neurociencias.<sup>24,25</sup>

Los médicos, anatomistas, científicos y demás pensadores que escribieron antes que Willis sobre el círculo arterial cerebral no empobrecen el mérito de éste, sino que dan muestra del largo camino y el trabajo que hay detrás de hasta el, en apariencia, más mínimo descubrimiento. Así como su función es de vital importancia en la circulación del cerebro, bien vale la pena recordar el nombre de los tantos que nos legaron el conocimiento del círculo arterial cerebral, el bien llamado polígono de Willis.

## REFERENCES

- [1] Abbri F. Storia delle scienze: Natura e vita: dall'antichità all'Illuminismo. Vol 3. Einaudi, 1993.
- [2] Terminología Anatómica, traducción al idioma español (Español). Sociedad Anatómica Española. Ed. Panamericana: Madrid, 2001.
- [3] Felts, J.H. (2000). Richard Lower: anatomist and physiologist. *Ann. Intern. Med.* 132: 420–423.
- [4] Zimmer, C. (2004). *Soul Made Flesh. The English Civil War and the Mapping of the Mind.* London: Free Press.
- [5] Molnár, Z. (2004). Thomas Willis (1621–1675), the founder of clinical neuroscience. *Nat. Rev. Neurosci.* 5: 329–335.
- [6] Feindel, W. (2014). Willis, Thomas. *Encyclopedia of the Neurological Sciences*, Volume 4.
- [7] Lega B. C. (2006). An essay concerning human understanding: how the cerebri anatome of Thomas Willis influenced John Locke. *Neurosurgery*, 58(3), 567–576.
- [8] Alonso, J. R. (2018). *Historia del cerebro: Una historia de la humanidad.* Guadalmazán.
- [9] Donovan, A.J. (2004). Lower, MD, physician and surgeon (1631–1691). *World J. Surg.* 28: 938–945.
- [10] Gordon, B. (1959). *Medieval and Renaissance Medicine.* New York: Philosophical Library
- [11] Rengachary, S. S., Xavier, A., Manjila, S., Smerdon, U., Parker, B., Hadwan, S., Guthikonda, M. (2008). The legendary contributions of Thomas Willis (1621–1675): the arterial circle and beyond. *Journal of neurosurgery*, 109(4), 765–775.
- [12] Wilson M. D. (2012). The life and times of Thomas Willis and his impact on contemporary medicine. *Journal of the history of the neurosciences*, 21(2), 127–131.
- [13] Tubbs, R. S., Loukas, M., Hill, M., Shoja, M. M., Cohen-Gadol, A. A. (2009). Richard Lower (1631–1691): acknowledging his notable contributions to the exploration of the nervous system, *Journal of Neurosurgery JNS*, 111(5), 1096–1101.
- [14] Galen May M: *Galen on the Usefulness of the Parts of the Body: Peri Chreias Morion De Usu Partium.* Ithaca, NY: Cornell University Press; 1968.
- [15] Karimi, A., Zargar, A., Borhani-Haghighi, A. (2013). Avicenna's description of Willis circle. *International journal of cardiology*, 168(3), 3041.

- [16] Vesalius A. *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*. Johannes Oporinus Basel. 1555, 771.
- [17] Fallopius G. *Observationes anatomicae*. 2nd ed. Venice, Italy: Apud Iacobum Keruar, via Iacobaea, sub Unicorniis; 1562:131-134.
- [18] Casserius G. *Tabulae anatomicae LXXIIX, omnes novae nec ante hac visae. Daniel Bucretius XX qua deerant supplevit & ómnium explicationes additit. Impensis & coelo Matthael Meriani. Francofurti, 1632.*
- [19] Wepfer JJ. *Observationes Anatomicae ex Cadaveribus Eorum Quos Sustulit Apoplexia (cum Exercitatione de Eious Loco Affecto)*. 2nd ed. Schaffusi: JC Suteri; 1675.
- [20] Karenberg A. (2004). Johann Jakob Wepfer (1620-1695). *Journal of neurology*, 251(4), 501–502.
- [21] Meyer A, Hierons R. Observations on the history of the “circle of Willis.” *Med Hist.* 1962;6:119-130.
- [22] Ustun C. (2005). NEUROwords Dr. Thomas Willis’ famous eponym: the circle of Willis. *Journal of the history of the neurosciences*, 14(1), 16–21.
- [23] Haller AV. *Bibliotheca Anatomica. Vol 1. Zurich, Switzerland: Tiguri: 1774:474*
- [24] Molnár Z. (2021). On the 400th anniversary of the birth of Thomas Willis. *Brain : a journal of neurology*, 144(4), 1033–1037.
- [25] Arráez-Aybar, L. A., Navia-Álvarez, P., Fuentes-Redondo, T., Bueno-López, J. L. (2015). Thomas Willis, a pioneer in translational research in anatomy (on the 350th anniversary of Cerebri anatome). *Journal of anatomy*, 226(3), 289–300.