



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO.**

**“ANATOMÍA MICROQUIRÚRGICA DEL TRONCO  
VERTEBRO-BASILAR Y SUS VARIANTES ANATÓMICAS EN  
POBLACION MEXICANA”**

**TESIS DE POSGRADO.**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**NEUROCIRUGÍA**

**PRESENTA:**

**DR. GERVITH REYES SOTO.**

**ASESOR DE TESIS: DR. LUIS DELGADO REYES.**



**MÉXICO, D.F.**

**FEBRERO 2011.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**AUTORIZACION DE TESIS DE POSGRADO PARA  
OBTENER EL TITULO EN NEUROCIRUGIA.**

---

**DR. JOSÉ GUILLERMO HERNÁNDEZ VALENCIA.**

JEFE DE DIVISIÓN DE ENSEÑANZA.  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO.

---

**DR. RAFAEL MENDIZÁBAL GUERRA.**

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE POSGRADO  
EN NEUROCIRUGÍA.  
JEFE DE SERVICIO EN NEUROCIRUGÍA.  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO.

---

**DR. LUIS DELGADO REYES.**

MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE NEUROCIRUGÍA.  
ASESOR DE TESIS.  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO.

## **Dedicatoria.**

*A dios.*

*A mi esposa e hijas; Sofi hermosa y Danielita preciosa.*

*A mis padres.*

*A mi hermana.*

*A mis maestros.*

*A mis amigos y compañeros.*

*A mis pacientes.*

*Medicina sin ciencia es sólo un oficio y el médico que se queda en ella no pasa de ser un simple artesano. El médico como ser capaz de salvar una vida, siendo semejante a los dioses, según el pensar de Hipócrates debe reunirse con el médico que es guía, consejero, árbitro, amigo, quien atiende, más allá de los males somáticos, sus repercusiones espirituales, incluida en ellas la interpretación delirante que puede hacer el enfermo de su mal, de la amenaza de morir, del temor y la esperanza.*

*La acción mecánica del médico que sabe, por mucho que sepa, no basta; de ninguna manera la medicina puede detenerse allí para cumplir con su objetivo. Es indispensable que el médico adquiera una gran dimensión humana, comenzando por el hecho de que el científico “pudiera llegar a un refinamiento de la cultura” para continuar con la búsqueda del ideal, del arquetipo del hombre universal*

*Pero, para ser verdaderamente médico, se requiere además devoción y calor humano. El médico debe de ser, para emplear las palabras de Chávez, “un hombre que se asoma sobre otro hombre, en un afán de ayuda, ofreciendo lo que tiene, un poco de ciencia y un mucho de comprensión y simpatía”, no concibiéndose cultura, menos todavía en términos de una cultura profesional y siendo inadmisibles en una cultura médica, el mínimo desinterés a propósito de los problemas del hombre.*

*La fragua del médico exige, pues, el cultivo de “los veneros de la comprensión y de la simpatía para el enfermo” al lado de la búsqueda infatigable del progreso, el del saber médico claro está, el cual “no puede detenerse porque la mente humana es insaciable y mira en el dominio de la naturaleza su gran reto”.*

*De tal manera, el centro, el eje de la labor del médico, de su logro profesional y de su excelencia como ser humano, es el enfermo, el ser que padece una enfermedad que requiere de un abordaje científico y técnico, que se duplica en el ser que expresa carencias, sufrimientos que también deben de ser resueltos o, al menos, aliviados. El médico debe continuamente de “bajar del Olimpo de su ciencia a la cabecera de la cama de sus enfermos”*

**[Chávez, 1977: 75].**

## INDICE.

1. Resumen.....	6
1.1 .	
Abstract.....	7
2. Introducción.....	8
3. Marco teórico.....	9
3.1. Antecedentes .....	9
3.2. Arteria basilar.....	10
3.2.1. Desarrollo embriológico.....	10
3.2.2. Anatomía macroscópica.....	10
3.2.3. Relaciones.....	11
3.2.4. Ramas.....	12
3.2.5. Complejos vasculares.....	13
3.2.6. Territorios vascular, anastomosis y patrón de flujo.....	14
3.2.7. Variantes normales, anomalías y entidades asociadas.....	15
3.3. Arterias vertebrales.....	16
3.3.1. Desarrollo embriológico.....	16
3.3.2. Anatomía macroscópica.....	16
3.3.3. Trayectos y relaciones vasculares.....	17
3.3.4. Variantes anatómicas.....	19
3.4. Anastomosis carótida- basilares.....	20
4. Objetivo.....	21
5. Material y métodos.....	22
6. Resultados.....	25
7. Discusión.....	37
8. Conclusiones.....	40
9. Abreviaturas.....	41
10. Referencias.....	42



## 1. RESUMEN.

### **ANATOMIA MICROQUIRURGICA DEL TRONCO VERTEBRO-BASILAR Y SUS VARIANTES ANATOMICAS EN POBLACION MEXICANA.**

**Introducción:** El tronco de la arteria basilar no se ha incluido en los estudios microanatomía. Se describen las ramas perforantes y su relación con las estructuras neurales, que son importantes en los enfoques quirúrgicos. La disección quirúrgica para el tratamiento de lesiones vasculares requiere un conocimiento perfecto de la anatomía microquirúrgica.

**Materiales y métodos:** Se realizó un análisis descriptivo de los cerebros de 50 en el bloque, se fijaron con formalina al 10% durante 2 semanas, el sistema arterial fue inyectado con látex de color. Después de la disección microquirúrgica, se dividió en tres segmentos: a) segmento inferior desde la parte inferior de la arteria espinal anterior a la arteria cerebelosa anteroinferior. B) Segmento Medio desde el límite superior de la porción inferior al origen de la arteria cerebelosa superior, y c) Segmento superior desde la parte anterior hasta el origen de la arteria cerebral posterior.

**Resultados:** La arteria basilar tuvo una longitud media de 30 mm. El diámetro promedio en la unión de la arteria vertebral fue de 4,05 mm. El diámetro medio del segmento medio fue de 3,4 mm y 15,2 mm de longitud. El diámetro del segmento superior fue de 4,2 mm, su diámetro promedio fue de 3,6 mm. El número promedio de las arterias bulbar eran tres, y su diámetro promedio fue de 0.66 mm. Las arterias perforantes caudales fueron cinco en promedio, con diámetro de 0,32 mm en promedio. Se encontraron tres casos raros de variantes anatómicas en unión vértebra-basilar.

**Conclusiones:** La arteria basilar emite ramas perforantes en su parte más baja, las porciones media y alta. El origen de las ramas perforantes, en forma de tronco o como ramas individuales.

**Palabras clave:** arteria basilar, perforantes, arteria vertebral, ramas terminales, tronco arterial.

## 1.2 ABSTRACT.

### **MICROSURGICAL ANATOMY OF VERTEBRO-BASILAR TRUNK AND ITS VARIANTS IN MEXICAN POPULATION.**

**Introduction:** The trunk of the basilar artery has not been included in microanatomy studies. We describe the perforant branches and its relationship with neural structures, there are important in surgical approaches. The surgical dissection for the treatment of vascular lesions requires a perfect knowledge of the microsurgical anatomy.

**Materials and methods:** We conducted a descriptive analysis of 50 brains, were fixed with formalin at 10% for 2 weeks, the arterial system were injected with colored latex. After microsurgical dissection, it was divided in three segments: the lower portion from the anterior spinal artery to anteroinferior cerebellar artery. Middle segment raised from the upper limit of the lower portion to the origin of the superior cerebellar artery and the upper segment from the previous portion until the origin of the posterior cerebral artery.

**Results:** The basilar artery had an average length of 30 mm. The average diameter at its junction of the vertebral's arteries was 4.05 mm. The average middle segment diameter was 3.4 mm and 15.2 mm length. The diameter of upper segment was 4.2 mm, its average length was 3.6 mm. The average numbers of bulbar arteries were three, and their average diameter was 0.66 mm. The caudal perforator arteries were five in average, with 0.32 mm of diameter. We found three rare cases of anatomical variants in vertebra-basilar junction.

**Conclusions:** The basilar artery emits penetrating branches in their lower, middle and upper portions. The origin of penetrating branches were single or divided after formed a trunk. However we observed long branches from perforant arteries.

**Key words:** basilar artery, perforants, vertebral artery, terminal branches, arterial trunk.

## 2. INTRODUCCION.

Las intervenciones quirúrgicas de la base de cráneo especialmente de la fosa posterior y el desarrollo de nuevas técnicas microquirúrgicas mínimamente invasivas, requieren de un acabado conocimiento de la relación topográfica del tronco vascular vértebro-basilar, para comprender las relaciones anatómicas de cualquier patología de la fosa posterior, siendo actualmente los abordajes mínimamente invasivos y terapia endovascular, los que exigen aún mayor comprensión de las relaciones antes mencionadas, primordialmente del sistema vascular vertebro-basilar. Con algunas excepciones menores, toda la vascularización del bulbo, la protuberancia, el mesencéfalo y el cerebelo proviene del sistema vertebro-basilar.

Para comprender los procesos patológicos que aquejan a la circulación posterior, es un requisito indispensable estar familiarizado con su desarrollo embriológico y anatómico. La disección quirúrgica para el tratamiento de lesiones vasculares del sistema nervioso exige del neurocirujano un dominio profundo del conocimiento de la anatomía microquirúrgica; la intervención quirúrgica de los aneurismas en territorio de la arteria basilar, el uso de By-pass en insuficiencia vertebro-basilar y tumores de fosa posterior en relación con el tronco basilar han hecho evidente la necesidad del conocimiento de sus variantes anatómicas<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8, 9, 10,11, 12.</sup>

### 3. MARCO TEÓRICO:

#### 3.1.- Antecedentes:

Autores como Adachi (1928)<sup>1</sup>; Quiroz (1945)<sup>13</sup>; Testut & Latarjet (1969)<sup>14</sup>; Williams et al. (1995)<sup>15</sup> y Moore & Dalley (2003)<sup>16</sup>, han descrito la arteria basilar (AB) de forma general, no considerando variables morfométricas. Solo han descrito la relación íntima de la AB con la base del cráneo subiendo por el clivus. Por otra parte, autores clínicos como Stopford (1916)<sup>17</sup>, Dandy (1934)<sup>18</sup> y Watt & McKillop (1935) dieron a conocer las dificultades y complicaciones que encuentran los cirujanos al abordar la fosa posterior del cráneo, pudiendo lesionar vasos sanguíneos de los que muchos de sus detalles no se encuentran descritos en los textos de anatomía clásica.<sup>19</sup>

Sin embargo, se han observado numerosas variaciones en el calibre y trayecto de las arterias de la fosa posterior y así lo han descrito Mani et al. (1968)<sup>20</sup>; Newton & Potts (1974)<sup>21</sup>; Person et al. (1998)<sup>22</sup>, Rhoton (2000)<sup>23</sup> y Macchi et al. (2002)<sup>24</sup>, los cuales han hecho énfasis en las relaciones neurovasculares y características anatómicas precisas de las arterias de esta región.

La anatomía microquirúrgica de la arteria basilar ha sido poco descrita, algunos autores como Grand (1977)<sup>25</sup>; Saeki (1977)<sup>26</sup>; Mahmood (1991)<sup>27</sup>; Caruso (1990)<sup>28</sup>, Markovic (1993)<sup>29</sup>; donde únicamente describen segmentos microquirúrgicos de forma aislada, hasta el momento no hay estudios detallados donde se describa el segmento vértebro-basilar, además donde se dividan en segmentos vasculares para su estudio completo y búsqueda de variantes anatómicas, que es el propósito de este estudio. Por lo tanto nuestro estudio es guiado hacia la división por segmentos vasculares del tronco vertebro-basilar y su descripción morfométrica con variantes anatómicas en población mexicana.

## **3.2 ARTERIA BASILAR.**

**3.2.1. Desarrollo embriológico:** el desarrollo de la arteria basilar surge desde las dos arterias neurales longitudinales a partir de la quinta semana de desarrollo fetal, las cuales se encuentran a ambos lados del romboencéfalo en desarrollo, se van acercando lentamente hasta que se fusionan en la línea media. La arteria basilar definitiva es pues el resultado de la fusión craneo caudal de las dos arterias neurales longitudinales dorsales. Este hecho ocurre típicamente entre la altura de las arterias trigeminales primitiva e hipoglosa.<sup>37</sup> El límite caudal de la arteria basal definitiva es plexiforme un considerable periodo de tiempo, probablemente como consecuencia de la presencia de fenestraciones en esa localización. Hacia la sexta semana del desarrollo fetal: durante la sexta semana la arteria carótida interna aporta flujo sanguíneo para la circulación anterior y posterior. Las comunicaciones embrionarias que interconectan estas dos circulaciones regresan gradualmente al formarse la arteria basilar. Pueden persistir como arterias comunicantes posteriores. El sistema vértebro-basilar en desarrollo asume entonces el flujo dominante hacia la fosa posterior. En el cuarto y quinto mes del desarrollo fetal: durante el cuarto y quinto mes el cerebelo se desarrolla relativamente tarde en la vida embrionaria comparado con los hemisferios cerebrales. Las arterias cerebelosas superiores serán las primeras en aparecer, seguidas por las arterias cerebelosas ántero-inferiores. Las arterias cerebelosas postero-inferiores son las últimas en desarrollarse. La gran variabilidad de estos vasos está relacionada con la persistencia relativamente tardía del plexo vascular primordial en la región cerebral posterior (Figura 1).

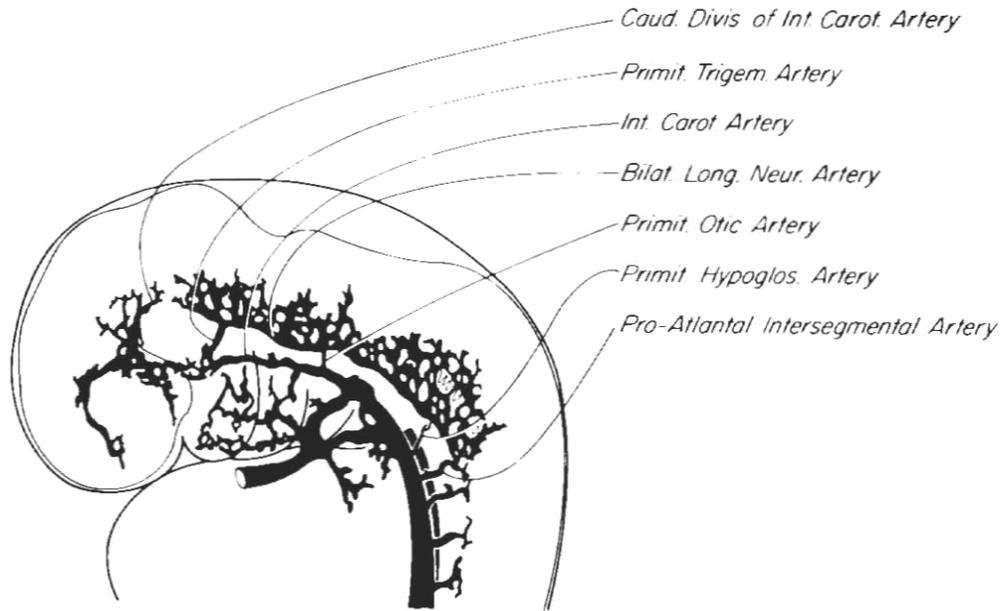


Figura 1: Arterias craneales en un embrión de 4mm ( aproximadamente 30 días ): Las arterias neurales longitudinales reciben sangre de la aorta mediante la arteria Trigeminal, ótica, hipoglosal y arterias intersegmentarias proatlantales. La división caudal de la arteria carótida interna no ha sido establecida aún.

**3.2.2. Anatomía macroscópica:** La arteria basilar es un gran vaso de la línea media o paramedia que se forma para la confluencia de las dos arterias vertebrales. La arteria basilar se extiende superiormente desde su origen junto a la unión bulbo-pontina hasta su bifurcación terminal en las dos arterias cerebrales posteriores. En el 92% de los casos, la bifurcación terminal de la arteria basilar está localizada en la cisterna interpeduncular adyacente al dorso selar, o bien en la cisterna supraselar por debajo del nivel del suelo del tercer ventrículo. La arteria basilar normalmente mide 32 mm de longitud y 3-4 mm de diámetro (**Foto 1**).

**3.2.3) Relaciones:** La arteria basilar ocupa una hendidura media poco profunda en la protuberancia, es anterior a la protuberancia y posterior al clivus. Cursa hacia arriba en la cisterna prepontina, además se encuentra entre los nervios abducens a la altura de la protuberancia inferior y entre los nervios oculomotores a la altura de la protuberancia superior. En la porción rostral se divide en dos arterias cerebelosas superiores en la fosa interpeduncular o en la mitad posterior de la cisterna supraselar.



**Foto 1.** Tronco arterial vertebro-basilar: Fotografía panorámica donde se observa, nacimiento de la basilar después de la unión con la vertebral.

**3.2.4) Ramas:** la arteria basilar presenta ramas laberínticas, perforantes ( poco estudiadas) , cerebelosas y cerebrales hemisféricas.

a) **Rama laberíntica:** Las arterias laberínticas son unas arterias largas y delgadas que nacen directamente de la arteria basilar en 16% de los casos, o de las arterias cerebelosas superiores en 25%, de nacimiento ántero-inferior en 45%. Acompañan a los nervios faciales y vestibular en el conducto auditivo interno y se distribuyen por el oído interno.<sup>38</sup>

b) **Ramas perforantes:** la arteria basilar es la fuente de múltiples ramas perforantes. Las ramas pontinas incluyen: a) ramas medianas y paramedianas, b) **Ramas mediales o circunferenciales.** Las arterias perforantes pontinas medianas y paramedianas surgen en ángulo recto en el margen posterior de la arteria basilar. Cursan directamente hacia atrás, penetrando en la protuberancia y extendiéndose hasta el suelo del cuarto ventrículo.<sup>26</sup> Las arterias pontinas laterales nacen en las superficies pósterio-

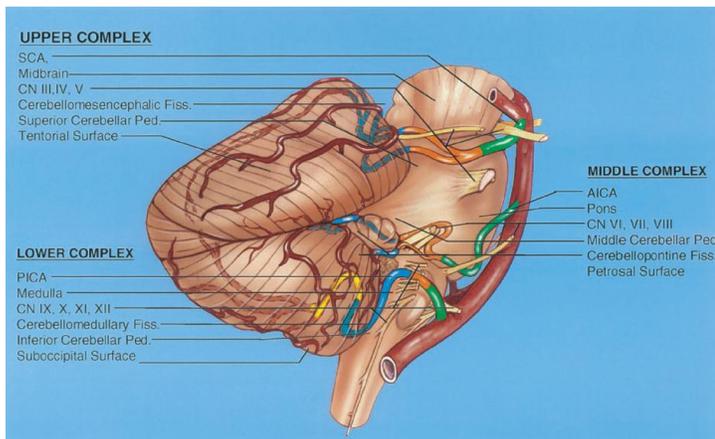
lateral de la arteria basilar y rodean los márgenes anterior y lateral del tronco del encéfalo. A lo largo de su curso estos vasos dan lugar a muchas pequeñas ramas perforantes que penetran en la protuberancia en ángulo recto desde sus vasos de origen *sin embargo no se menciona diámetro ni se nacen en troncos o de forma única.*<sup>29</sup>

c) **Arterias cerebelosas:** la arteria basilar da lugar a dos importantes arterias para el cerebelo como la arteria cerebelosa ántero-inferior (ACAI), la arteria cerebelosa superior y en 10% da origen a la arteria cerebelosa postero inferior. La arteria cerebelosa superior se reconocen 4 segmentos: segmento ponto-mesencefálico anterior, segmento pontomesencefalico lateral, segmento cerebelomesencefalico y segmento cortical. Las arterias cerebelosa ántero-inferior son las más pequeñas de las tres arterias cerebelosas. Cada arteria cerebelosa ántero -inferior nace como vaso único en 72% de los casos, doble en 26%, o triple en 2% desde la arteria basilar.<sup>39</sup> La ACAI tiene cuatro segmentos microquirúrgicos: segmento pontino anterior, segmento pontino lateral, segmento floculonodular y segmento cortical. El segmento pontino anterior se origina desde el borde clival hasta el borde olivar posterior. El segmento pontino lateral cursa desde el borde olivar posterior hasta la porción ántero-lateral del surco bulbo-pontino, en este segmento se subdivide en segmentos premeatal, meatal y postmeatal.<sup>23</sup> La arteria cerebelosa ántero-inferior cursa abajo, hacia atrás y lateralmente cruzando la protuberancia. En el ángulo de la cisterna cerebelo pontina cada arteria cerebelosa ántero-inferior queda ventral y medial a los nervios facial y vestibulococlear.<sup>26</sup> En dos tercios de los casos, la arteria cerebelosa antero-inferior, hace un bucle en el conducto auditivo interno o se proyecta en el propio conducto; por ello los bucles y las elongaciones de la arteria cerebelosa antero-inferior se consideran normales. La arteria cerebelosa ántero-inferior es el punto de origen de la arteria laberíntica en mayor frecuencia.<sup>39</sup> La arteria cerebelosa antero-inferior termina avanzado sobre el cerebelo para vascularizar la superficie petrosa del mismo. Esta arteria también puede aportar algunas ramas perforantes que vascularizan las regiones ínfero-laterales de la protuberancia y el bulbo superior. La arteria cerebelosa ántero-inferior tiene un tamaño variable, que esta en relación reciproca con la arteria cerebelosa postero-inferior, pudiendo tener incluso un origen común. La arteria cerebelosa postero-inferior aun que nace solamente en el 10% de la arteria basilar se describen cinco segmentos vasculares: segmento medular anterior, segmento medular lateral, segmento tonsilo-medular, segmento telovelomedular y segmento cortical.

d) **Ramas hemisféricas:** Las ramas hemisféricas cerebelosas de estos dos vasos presentan numerosas anastomosis. Las arterias cerebelosas superiores son las ramas más constantes y más rostrales de las ramas infratentoriales de la arteria basilar. La arteria cerebelosa superior nace justo antes de la bifurcación de la arteria basilar. Suele surgir como un único tronco a cada lado de la arteria basilar, aunque han sido identificados vasos duplicados y hasta triplicados.<sup>40</sup> Los segmentos microquirúrgicos descritos son cuatro: segmento pontomesencefálico anterior, segmento ponto-mesencefálico lateral, segmento cerebelo mesencefálico y segmento cortical. Las arterias

cerebelosas superiores cursan póstero- lateralmente por debajo del III par craneal, luego giran alrededor de los pedúnculos cerebrales por debajo del nervio troqueal y por encima del nervio trigémino. La arteria cerebelosa superior contacta directamente con el nervio trigémino en la mitad de las disecciones anatómicas. En sus segmentos proximales quedan separadas de la arteria cerebral posterior por los nervios oculomotores. Distalmente, estos vasos están separados por la tienda del cerebelo. La bifurcación de las arterias cerebelosas superiores suele ocurrir en la región ventro lateral, a un tercio de la distancia alrededor de la protuberancia superior. Cada arteria cerebelosa superior tiene dos ramas terminales principales. La rama lateral vasculariza la superficie superolateral de los hemisferios cerebelosos, el pedúnculo cerebeloso superior, el núcleo dentado y parte del brachium pontis. La rama medial vascularizan la superficie súpero-medial de los hemisferios cerebelosos y el vermis superior.

**3.2.5. Complejos vasculares:** Algunos autores como Rhoton (2000) han dividido los segmentos vasculares en tres complejos vasculares, en los cuales incluye nervios craneales, trayecto vascular, pares craneales circunvecinos y superficie ósea o meníngea irrigada: a) complejo vascular superior, b) complejo medio y complejo inferior. **Complejo vascular superior:** Se localiza en la fisura cerebelo-mesencefálica por donde transcurre la arteria cerebelosa superior, las estructuras nerviosas relacionadas son pedúnculo cerebeloso superior y mesencéfalo, se incluyen el III,IV y V par craneal. La superficie tentorial se incluye en este segmento. **Complejo vascular medio:** se localiza en la fisura cerebelo-pontina, se incluye la arteria cerebelosa ántero-inferior. Las estructuras anatómicas relacionadas como el puente, pedúnculo cerebeloso medio y los pares craneales VI,VII y VIII se incluyen en este complejo. La superficie petrosa se relaciona con el complejo medio. **Complejo vascular inferior:** En este segmento se incluye el bulbo, el pedúnculo cerebeloso inferior y la fisura cerebelo-medular. Los pares craneales implicados como el IX, X, XI y XII par craneal se incluyen en este complejo, al igual que la arteria cerebelosa póstero-inferior. Encontraron relación con la superficie sub-occipital que también se incluye en este segmento<sup>23</sup> (Figura 2).



**Figura 2.** Circulación de la fosa posterior: esquema de los complejos vasculares Superior, medio e inferior del cerebelo.

**3.2.6. Territorio vascular, anastomosis y patrones de flujo:** la fosa posterior está completamente vascularizada por ramas de la arteria basilar y vertebral. Es conveniente dividirla para su discusión de sus territorios vasculares en regiones anatómicas. Existen variaciones significativas en la extensión de la vascularización por arterias perforantes del bulbo. La protuberancia y el tegmento del mesencéfalo. Los segmentos V4 de las arterias vertebrales y sus ramas vascularizan la región lateral del bulbo, y las ramas perforantes de la arteria basilar vasculariza su región central. La protuberancia recibe el aporte sanguíneo desde las arterias perforantes paramedianas y circunferenciales de la arteria basilar. La región superior de la protuberancia también está perfundida por pequeñas ramas de la arteria cerebelosa superior. En su patrón más típico, el tegmento está vascularizado principalmente por ramas de las arterias cerebrales posteriores y las arterias cerebelosas superiores, pero también contribuyen las arterias perforantes medias y laterales que surgen directamente de la arteria basilar.

**a) Hemisferio cerebeloso y vermis:** En el cerebelo se diferencian tres superficies; tentorial o superior, petrosa y la occipital o posterior. En general la arteria cerebelosa superior vascularizan la superficie tentorial del cerebelo y el vermis superior. La arteria cerebelosa póstero-inferior vasculariza las superficies inferior y posterior del cerebelo y el vermis inferior. La arteria cerebelosa ántero-inferior tiene el área de la vascularización más pequeña; la superficie petrosa.

**b) Anastomosis:** Existen numerosas anastomosis entre las ramas musculares que surgen de la arteria vertebral extracraneal y las correspondientes ramas de las arterias occipitales y faríngeas ascendentes. Estas anastomosis intersegmentarias pueden proporcionar una fuente importante de flujo colateral en la enfermedad vascular oclusiva. La arteria cerebelosa postero inferior se anastomosa con la arteria cerebelosa superior y la arteria cerebelosa ántero-inferior sobre los hemisferios cerebelosos y el

vermis. La región central del vermis y de los hemisferios representa un área limítrofe con contribuciones variables desde los tres vasos.<sup>41</sup>

c) **Patrones de flujo.** Estudios recientes han demostrado que no existe una mezcla significativa de los flujos de la arteria vertebral en el interior de la arteria basilar. En el 80% de los casos, la contribución vascular vertebral es homolateral, resultando en la arteria basilar dos flujos paralelos de las arterias vertebrales, lo que resulta en una mezcla variable entre ambos.<sup>42,43</sup>

### 3.2.7. Variantes normales, anomalías y entidades asociadas.

a) **Variantes normales:** la arteria cerebelosa antero inferior puede compartir un origen común con la arteria cerebelosa póstero inferior u originarse en un tronco único, formando en este caso el tronco ACAI-ACPI. La ACPI puede vascularizar todo el territorio de la ACAI, ocurriendo lo contrario también en algunas ocasiones. Una ACAI accesoria puede suplementar o sustituir parte de la distribución normal de la ACAI, un hecho que se identifica en 20% de las disecciones anatómicas. Las ACS múltiples también son frecuentes: pueden estar presentes una ACS doble en 8% o triple en 2% en lugar de existir un único tronco dominante.<sup>44</sup> La hipoplasia segmentaria de uno o mas de los componentes vértebro basilares no es rara. Si existen un origen fetal de la ACP se abastecen de la circulación anterior, la arteria basilar parece terminar bifurcándose en las ACS. Se asocia la duplicación de la arteria basilar con duplicación de la glándula pituitaria en caso poco frecuentes.<sup>2,45</sup>

b) **Anomalías:** la arteria basilar se forma por la fusión de las arterias neurales longitudinales primitivas plexiformes. Si falla la unión completa de estos precursores embrionarios, se produce una duplicación o fenestración de la arteria basilar.<sup>46</sup> Se encuentra una arteria basilar fenestrada en el 1.33% de las disecciones anatómicas, pero sólo en el 0.12% de las angiografías.<sup>34</sup>

c) **Entidades asociadas:** la patología que ha sido comunicada con más frecuencia en asociación con anomalías de la arteria basilar es el aneurisma de la región distal a la fenestración.

### 3.3. ARTERIAS VERTEBRALES.

**3.3.1. Desarrollo embriológico:** En la cuarta semana del desarrollo fetal en el estadio de 4 mm, ya están presentes las divisiones craneales y caudales de la arteria carótida interna primitiva. Las dos arterias neurales longitudinales, dos arcadas arteriales plexiformes paralelas de localización dorsal, aparecen sobre el día 29.<sup>30</sup>

Hacia la quinta semana del desarrollo fetal, las arterias vertebrales se desarrollan desde anastomosis plexiformes entre las siete arterias intersegmentarias cervicales embrionarias. En este estadio, las arterias neurales longitudinales empiezan a unirse a lo largo de las caras del romboencéfalo en desarrollo. También se desarrollan anastomosis transitorias entre estos vasos y las arterias carótidas primitivas. La más cefálica de estas anastomosis denominadas anastomosis carótido-basilares, es la arteria *trigeminal*. Las arterias neurales longitudinales reciben inicialmente el aporte sanguíneo desde arriba por las arterias trigeminales, y desde abajo por las arterias segmentarias cervicales.<sup>31</sup>

**3.3.2 Anatomía macroscópica:** Cada arteria vertebral puede ser dividida en cuatro segmentos: a) segmento V1 (extraóseo), b) segmento V2 (foraminal), c) segmento V3 (extra-espinal), 4) Segmento V4 (intradural), de los cuales se describen a continuación.

a) **Segmento V1 (extraóseo):** las arterias vertebrales surgen desde la parte superior en 47% de los casos, o desde la ventral, caudal o dorsal en 53% de las arterias subclavias.<sup>32,33</sup> Los segmentos V1 (extraóseo) se dirigen hacia atrás y hacia arriba para entrar en los agujeros transversos de la sexta vértebra cervical.

b) **Segmento V2 (foraminal):** ascienden casi verticalmente y pasan a través de los agujeros de las apófisis transversas de C3-C6. Siguen un curso con forma de "L" invertida, atraviesan C2, ascienden brevemente y giran hacia afuera al salir del axis. Las arterias vertebrales vuelven entonces a girar para dirigirse hacia arriba a través de los agujeros transversos de C1.

c) **Segmento V3 (extraespinal):** los segmentos V3 se inician cuando las arterias vertebrales salen de C1, y finalizan al penetrar en la duramadre. Tras pasar por el agujero transversos de C1, cada arteria vertebral describe una marcada curva postero-medial alrededor de la articulación atlanto-occipital, lo

que produce unos surcos prominentes en el arco posterior del atlas. Los segmentos V3 describen otro giro brusco hacia adelante y hacia arriba para atravesar la duramadre y entrar en el cráneo por el agujero magno.

d) **Segmento V4 (intradural):** los segmentos V4 avanzan antero-medialmente a través del agujero magno. Después lo hacen supero-medialmente por detrás de la región inferior del clivus. Aproximadamente a la altura de la unión bulbo pontina, las dos arterias vertebrales se unen para formar la arteria basilar.<sup>34</sup>



Foto 2: Arteria vertebral: Disección lateral, de la zona de transición de la arteria vertebral, en segmento intradural y extradural. Relación con pares craneales bajos IX,X,XI.

**3.3.3 Trayecto y relaciones:** desde su origen la arteria vertebral pasa inicialmente por detrás del musculo escaleno anterior y de la arteria carótida común. Ascende atravesando los agujeros de las apófisis transversas de

todas las vértebras cervicales excepto C7. Siendo anterior a las ramas ventrales de los nervios espinales cervicales. Sale de C1 para incurvarse hacia atrás y cursar sobre el arco posterior del atlas. Entra en la fosa posterior por el agujero magno, y es anterior a las ramas del nervio hipogloso. Termina en la línea media para formar la arteria basilar.

Las ramas de la arteria vertebral tienen relaciones cervicales, meníngeas e intracraneales.

a) **Ramas cervicales:** la vascularización del cuello tiene una organización segmentaria, y está numerada de acuerdo con el nivel intervertebral intervenido. Los espacios principales son: 1) primer espacio: atlanto-occipital, 2) segundo espacio: atlanto-axoideo, 3) tercer espacio entre C2 y C3. 4) cuarto espacio: entre C3 y C4. Cada espacio cervical superior está vascularizado por ramas que surgen desde las arterias vertebrales y desde las carótidas externas. Las arterias vertebrales dan lugar a dos tipos de ramas cervicales: musculares y espinales. Durante su ascenso a través de los agujeros transversos, cada segmento V2 da lugar a múltiples ramas musculares innominadas que vascularizan la musculatura cervical profunda. Las ramas espinales segmentarias vascularizan la médula espinal y sus cubiertas, anastomosándose con arterias espinales que proceden de otros vasos, como la arteria faríngea ascendente y el tronco tirocervical. Algunas ramas de las arterias segmentarias espinales vascularizan el periostio y los cuerpos vertebrales.

b) **Ramas meníngeas:** desde la región distal de las arterias vertebrales extracraneales surgen ramas meníngeas anteriores y posteriores que vascularizan parte de la duramadre de la fosa posterior. La arteria meníngea anterior nace de la porción distal del segmento V2. Este vaso suele ser pequeño y sólo vascularizan la duramadre que rodea al agujero magno. La arteria meníngea posterior de mayor tamaño, nace de la arteria vertebral justo a la altura del agujero magno. La arteria meníngea posterior, de mayor tamaño, nace de la arteria vertebral justo a la altura del agujero magno o ligeramente por debajo del mismo. Sigue un curso súpero-medial relativamente recto y vascularizan la hoz del cerebelo y la duramadre a lo largo de la cara medial del hueso occipital.

c) **Ramas intracraneales:** las ramas intracraneales de la arteria vertebral incluyen varias arterias meníngeas de pequeño tamaño: las arterias espinales anterior y posterior, arterias perforantes y la arteria cerebelosa pósteroinferior. La arteria espinal posterior surge de la parte distal de la arteria vertebral o de la arteria cerebelosa pósteroinferior, y desciende a lo largo de la superficie dorsal del bulbo y la médula espinal. Junto con numerosas ramas radicales espinales, la arteria espinal posterior forma una red vascular que se continúa inferiormente a lo largo de la médula hasta la cauda equina. La arteria espinal anterior también nace de la arteria vertebral distal. La arteria espinal anterior da lugar a cierto número de pequeñas ramas perforantes que vascularizan la superficie anterior del bulbo, en concreto las pirámides. En aproximadamente el 50 % de los casos, la arteria espinal anterior cursa ínfero-medialmente

para unirse con su homóloga de la arteria vertebral contra-lateral. Desde la arteria vertebral surgen directamente varias arterias perforantes de pequeño tamaño que vascularizan las olivas bulbares y los pedúnculos cerebelosos inferiores. Esta rama se anastomosa extensamente con ramas perforantes de la arteria basilar así como de las arterias cerebelosas pósteroinferiores y anteroinferiores.<sup>35</sup> La arteria cerebelosa pósteroinferior es la rama mayor y más importante, que nace de la arteria vertebral junto a la región anterolateral del tronco cerebral, al lado de la oliva inferior, y pasa rostral a las raíces de los nervios glosofaríngeo, vago y espinal, o bien lo hacen entre las mismas. El primer segmento o bulbar anterior, cursa pósterolateral en la cisterna bulbar, rodeando el límite inferior de la oliva. El segundo segmento, o bulbar lateral continúa hacia atrás en la fisura bulbo-cerebelosa. Este segmento hace un bucle caudal, de tamaño variable, en la superficie lateral del bulbo. El tercer segmento, o bulbar posterior, se forma cuando la arteria cerebelosa pósteroinferior alcanza el borde posterior del bulbo y asciende por detrás del velo medular posterior. El cuarto segmento, o supra-tonsilar, representa el segundo bucle, craneal de la arteria cerebelosa pósteroinferior en su curso sobre las amígdalas cerebelosas. La arteria cerebelosa pósteroinferior gira entonces hacia abajo en la fisura retro-amigdalina y termina cerca del punto más alto del bucle craneal dividiéndose en ramas amigdalino hemisféricas y vermianas.

**3.3.4 Variantes anatómicas.** Existe una variabilidad significativa en el tamaño relativo de ambas arterias vertebrales. La arteria vertebral izquierda es la dominante en la mayoría de los casos. En el 25% de los individuos, la arteria vertebral derecha es mayor que la izquierda. La existencia de un tronco común de la arteria cerebelosa pósteroinferior y la arteria cerebelosa anteroinferior es una variante normal frecuente. Ocasionalmente puede verse un tronco común para ambas arterias cerebelosas postero-inferiores. En 0.2% de los casos, la arteria vertebral termina en la arteria cerebelosa pósteroinferior; en esta disposición la arteria vertebral es pequeña, y la contra-lateral proporciona la mayoría de flujo sanguíneo de la fosa posterior. En el 5-18% de los casos existe un origen extradural de la arteria cerebelosa pósteroinferior; en este caso, la arteria cerebelosa pósteroinferior se origina en la arteria vertebral intracraneal en vez de hacerlo en el segmento extradural. La arteria cerebelosa pósteroinferior cursa en este caso hacia arriba a través del agujero magno para vascularizar la amígdala y los segmentos inferiores de los hemisferios cerebelosos. En casos muy raros, la arteria cerebelosa pósteroinferior puede originarse en niveles tan bajos como C1 y C2. En aproximadamente un tercio de los casos la arteria cerebelosa pósteroinferior se origina con normalidad en la arteria vertebral intradural, pero su bucle caudal se extiende a una distancia variable por debajo del agujero magno. Se identifica una arteria cerebelosa pósteroinferior duplicada en 2% de las disecciones anatómicas.

En este caso la arteria cerebelosa póstero- inferior surge como dos o más vasos en vez de hacerlo como un único tronco dominante.

a) **Origen anómalo:** la arteria vertebral tiene un origen anómalo en 5-6% de los casos. El origen en el arco aórtico de la arteria vertebral es la anomalía más común, estando presente aproximadamente en el 5% de las angiografías. El origen anómalo de la arteria cerebelosa póstero-inferior es infrecuente. La arteria cerebelosa póstero-inferior puede nacer en la arteria meníngea posterior o en la carótida interna.<sup>23</sup> También ha sido comunicado el origen de la arteria meníngea posterior en la arteria cerebelosa póstero-inferior.<sup>36</sup> El origen bífido o duplicado y la fenestración de la arteria vertebral también ha sido publicado.<sup>30</sup> La duplicación implica que un vaso tenga dos orígenes que siguen un curso más o menos paralelo durante una distancia variable. La fenestración tiene lugar cuando un vaso tiene un origen y una posición normales pero incluye una doble luz en parte de su trayecto. Tanto las arterias vertebrales duplicadas como las fenestradas son anomalías raras, encontrándose en menos del 1% de las disecciones anatómicas.<sup>36</sup> Probablemente representen una persistencia parcial de los conductos embrionarios plexiformes desde los que se desarrollan estos vasos.

b) **Entidades asociadas:** la arteria vertebral fenestrada se asocia frecuentemente a otras anomalías cerebrales, medulares y de la columna vertebral, que incluyen fusiones vertebrales, otras anomalías vasculares e incremento en la prevalencia de aneurismas y malformaciones vasculares.<sup>36</sup> También ha sido comunicado un aumento en la prevalencia de aneurismas intracraneales en el origen aberrante de la arteria cerebelosa póstero-inferior.

## 1.1. ANASTOMOSIS CARÓTIDO- BASILARES.

Durante el desarrollo fetal de la circulación cráneo-cerebral, múltiples conexiones vasculares entre la arteria carótida primitiva y circulación vertebrobasilar aparecen. Con excepción de la arteria proatlantal extracraneal, estos vasos son nombrados de acuerdo al nervio craneal en relación. De arriba abajo se describe de la siguiente manera: a) Arteria trigémina persistente, b) arteria ótica, c) Arteria hipoglosal, y d) arteria proatlantal.

Normalmente estas anastomosis fetales desaparecen, conforme la circulación posterior se desarrolla con el tiempo. Si una anastomosis segmentaria no se oblitera durante el desarrollo, persistiendo comunicación de la circulación extracraneal e intracraneal se llamara anastomosis carotidea basilar, de acuerdo al segmento involucrado. Dos de cada cuatro vasos embrionarios; la arteria

hipoglosal persistente y la arteria intersegmentaria proatlantal, conectan la porción cervical de la carótida interna con el sistema vertebro basilar.

Persistencia de la arteria trigeminal, la cual pone en conexión la porción intracavernosa de la arteria carótida interna con el tercio distal de la arteria basilar. Hay casos en donde la arteria basilar esta hipoplásica y no llega a contactar con la arteria trigeminal. La persistencia de la arteria trigeminal se observa en 1% de la población en general y en el 30% se asocia a malformaciones vasculares o hemangiomas cutáneos, con todo tipo de anomalías congénitas. La perturbación en el desarrollo vascular embrionario tiene que producirse antes de las 5 semanas, cuando el feto mide 14 mm en que la arteria trigeminal tiene que haber sido aislada de la carótida primitiva.

La arteria hipoglosal persistente es la segunda más frecuente, en las anastomosis carotido-basilar, con una prevalencia de 0.027 a 0.026%. En esta anomalía el vaso embrionario persistente, surge de la porción cervical de la arteria carótida interna, usualmente entre los segmentos C1-C2, posteriormente con trayectoria posteromedial hacia adelante, alcanza el agujero condileo anterior el cual lo agranda en su trayecto hacia la circulación intracraneal. La ausencia de comunicantes posteriores se asocia a esta variante.

La arteria proatlantal intersegmentaria, se origina desde la parte dorsal de de la carótida interna en sus segmentos C2-C3, ligeramente debajo del origen de la arteria hipoglosal persistente. Existen dos tipos de arterias proatlantal intersegmentarias, en la cual la tipo I es la más frecuente, se une con la arteria vertebral después de entrar al agujero magno, y la tipo II se une a la arteria vertebral antes de entrar por el agujero magno, esta última se origina frecuentemente de la arteria carótida externa.

La arteria otica persistente primitiva es la más infrecuente de las anastomosis carótido-vertebrales, su existencia ha sido puesta en duda. Se ha descrito como una rama desde el segmento petroso de la carótida interna, directamente medial y ganando acceso a la cavidad intracraneal, a través del conducto auditivo interno.

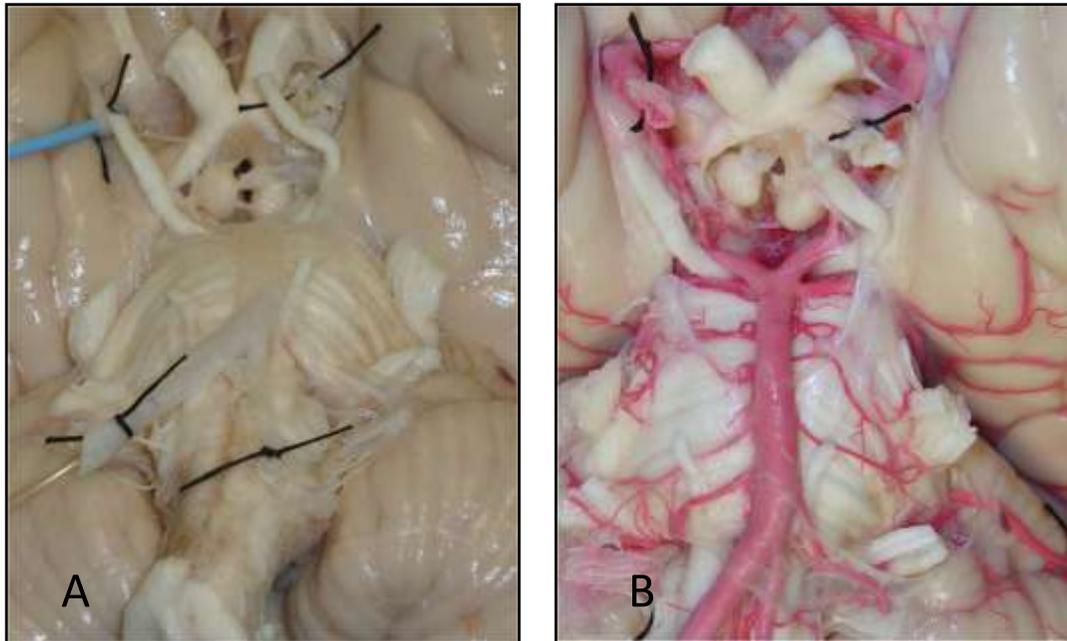
#### **4. OBJETIVO.**

Realizaremos estudio mediante inyección de látex rojo en encéfalos de la unidad de adiestramiento quirúrgico del Hospital Juárez de México y uso de microscopio quirúrgico. Mediante división anatómica del tronco-vertebro basilar en tres segmentos, se describirá y buscare las variantes anatómicas con su descripción morfométrica (longitud y diámetro) de cada una de las ramas vasculares de tronco vertebro-basilar. El desarrollo de nuevas técnicas neuroquirúrgicas mínimamente invasivas y cirugía cerebro-vascular de fosa posterior, requieren de un acabado conocimiento de la relación topográfica del tronco vascular vértebro-basilar. Las descripciones morfométricas descritas se han realizaron en población anglosajona, por lo cual consideramos que existen variaciones en la presentación de variantes y distribución morfométrica del tronco vertebro-basilar en población mexicana, como se ha visto parcialmente en estudios de angiografía realizados en nuestro hospital. Clasificar los segmentos de la arteria basilar de acuerdo a las características morfológicas de sus ramas perforantes y colaterales, que se correlaciona muy bien con las implicaciones hemodinámicas que las diferentes patologías pueden tener sobre cada uno de estos segmentos.

Hasta el momento no hay estudios con descripción morfométrica del segmento vértebro-basilar en población mexicana, donde se dividan en segmentos el tronco basilar para su estudio y se describan las variantes anatómicas, que consideramos de vital importancia su conocimiento para especialidades que aborden esta región. Por lo tanto nuestro estudio es guiado hacia la división por segmentos vasculares del tronco vertebro-basilar y su descripción morfométrica con variantes anatómicas en población mexicana.

## 5.- MATERIAL Y METODOS:

Se realizó estudio descriptivo, no experimental, transversal y prospectivo en la unidad de adiestramiento quirúrgico del Hospital Juárez de México, mediante descripción morfométrica y comparativa del sistema arterial vertebro-basilar con sus perforantes en 50 encéfalos. Además se realiza descripción de variantes encontradas, las cual se describieron de forma separada. De los encéfalos obtenidos se les asigno un numero arábigo ascendente a cada uno, posteriormente fueron lavados mediante irrigación continua el sistema arterial vertebro-basilar, mediante solución fisiológica 0.9, posteriormente mediante inyección de látex líquido color rojo se perfundieron ambas arterias vertebrales, con previa colocación de clip vascular, en el segmento comunicante posterior y arteria cerebral posterior a nivel de P2. Posteriormente se fijaron en formol al 5% durante 15 días. Mediante uso de microscopio quirúrgico Carl Zeiss OPMI™ con aumentos de 6 a 40X, cinta milimétrica transparente, Vernier digital Mitutoyo Modelo CD-8" CX, resolución de 0.0005"/0.01mm; se usara como unidad de medición únicamente milímetros. Guantes de látex, Pinzas de relojero número 3, disectores microvasculares, tijera de microcirugía y cámara fotográfica mayor a 8 mega-píxeles se documentaron todos los segmentos vasculares encontrados.

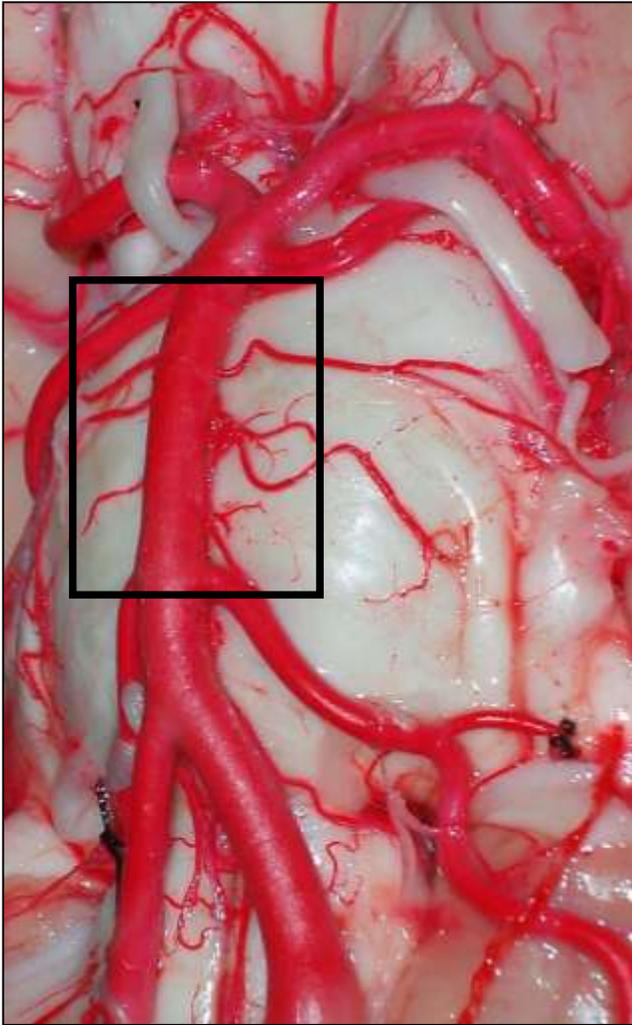


**Foto 3:** Técnica de inyección y lavado. A) Sistema arteria durante su irrigación con solución fisiológica. B) Sistema arteria perfundido con látex coloreado.

Para su mejor comprensión y análisis de las perforantes se dividió en tres segmentos: a) **Segmento inferior o caudal (SC)**: Desde el borde inferior de la arteria espinal anterior (AEA) en su origen, hasta borde inferior del origen de la arteria cerebelosa antero-inferior (AICA). b) **Segmento medio (SM)**: Desde el borde inferior de la arteria cerebelosa antero-inferior hasta el borde inferior del origen de la arteria cerebelosa superior (ACS). c) **Segmento superior o rostral (SS)**: desde el borde inferior de la arteria cerebelosa superior hasta el inicio de la bifurcación de la arteria basilar (AB). Dentro de cada uno de los segmentos divididos, se analizaron las arterias cerebelosas, los vasos pontinos largos y propiamente los perforantes. Las variantes encontradas se describieron por separado, no tomando en consideración las variantes para su estudio comparativo con los encéfalos sin variante. Los resultados obtenidos se realizó un análisis descriptivo utilizando gráficas y cuadros de distribución, comparando los resultados de nuestro estudio con algunos estudios internacionales en donde únicamente se realizó estudio de algún segmento vértebro-basilar.



**Foto 4:** Segmento superior de la arteria basilar.



**Foto 5 :** Tallo cerebral donde se observa



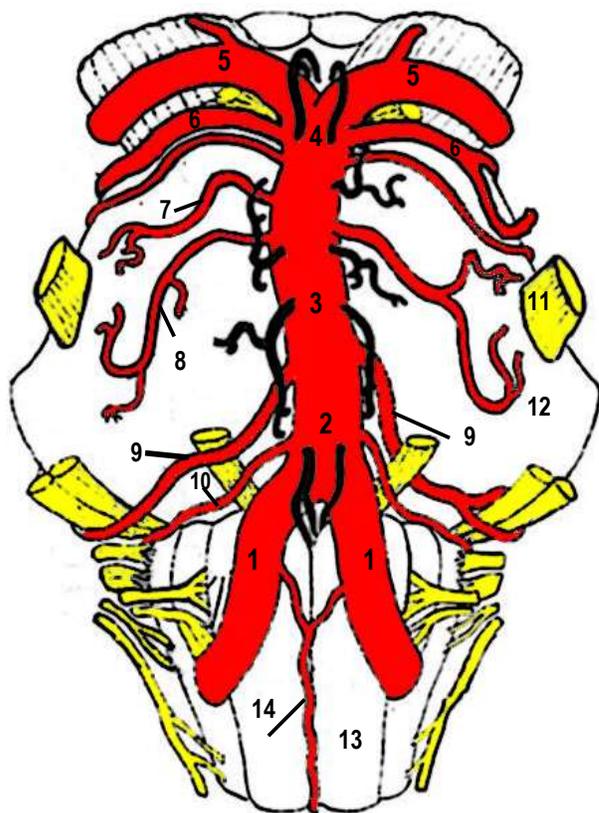
**Foto 6:** Segmento inferior de la arteria basilar.

6- RESULTADOS:

La AB origina ramos colaterales en varias direcciones durante su trayecto. De las cuales se pudieron dividir en tres grupos: las arterias cerebelosas, los vasos pontinos largos y las arterias perforantes. Las arterias cerebelosas comprendieron la arteria cerebelosa postero-inferior (PICA), arteria cerebelosa antero inferior (AICA), arteria cerebelosa superior (SCA). La arteria cerebelosa postero inferior, se origina en 10 % de los casos del tronco basilar, la AICA se origina de la mitad proximal de la AB en 90 % de los casos, sin embargo observamos que en todos los casos la SCA se origina de la mitad distal del tronco basilar. Las arterias pontinas largas comprendieron: a) la arteria pontomedular, b) la arteria posterolateral y, c) los vasos pontinos largos, los cuales son rostrales o superolaterales y caudales o inferolaterales. La arteria pontomedular se origina de la mitad proximal de la AB, con dirección hacia la fosa retro olivar del bulbo. Las arterias posterolaterales nacen de la mitad distal de la AB, proximales a la SCA. Finalmente los vasos pontinos largos nacen desde la mitad distal de la AB, y terminan en vecindad con el nervio trigémino.

La arteria basilar, desde su origen cerca de la unión pontobulbar hasta su terminación cerca de la unión pontomesencefálica, tuvo una longitud promedio de 30 mm. El diámetro promedio en la unión vertebral fue de 4.05 mm, diámetro promedio en nacimiento de AICA 3.5 mm, con longitud promedio de segmento de 17.1 mm. El segmento medio con diámetro promedio de 3.4 mm y longitud de segmento 15.2 mm. El segmento superior con diámetro de 4.2 mm, longitud promedio de 3.6 mm. Las arterias ponto- bulbares en número promedio de 3, diámetro promedio de 0.66 mm. Arteria Cerebelosa Antero Inferior con disposición inferolateral al VII y VIII par, además se encontró en 90% de los pacientes, con diámetro medio derecho de 0.74 mm y diámetro promedio izquierdo de 1.02 mm. Arteria cerebelosa Superior con diámetro promedio de 4.2 mm, con bifurcación promedio a 19 mm de su origen en ventral y dorsal. Las arterias perforantes caudales en número promedio de 5, con diámetro promedio de 0.32 mm. El segmento P1 midió en promedio 7,6 mm de largo, con un diámetro de 2,3 mm, emite aproximadamente 6 ramas, entre ellas el 95% de las arterias talamoperforantes ( Figura 3).

Las ramas perforantes se originaron directamente de la AB, pero también ocasionalmente se originaron desde sus ramos colaterales. Los ramos perforantes variaron en número de 8 -19, y diámetro de 170 $\mu$ m a 840  $\mu$ m. De acuerdo con su posición, origen, curso, ramificación, relación y sitio de penetración fueron divididos en tres segmentos antes comentados (Tabla 1).



**Figura 3:** Ramas colaterales del Tronco vertebral basilar.  
**1:** arteria vertebral , **2:** Ramas caudales, **3:** Ramas medias, **4:** ramos rostrales, **5:** arteria cerebral posterior, **6:** Arteria cerebelosa Superior, **7:** Arteria pontina supero-lateral, **8:** Arteria pontina infero-lateral, **9:** Arteria cerebelosa antero-Inferior, **10:** Arteria ponto-medular, **11:** Nervio trigémino, **12:** Puente, **13:** Medula oblongada, **14:** Arteria espinal anterior

Tabla 1: Diámetro promedio de las arterias del tronco vertebral basilar.

Arteria.	Diámetro (promedio)	
	Izquierda (mm)	Derecha (mm)
Vertebral.	2.72 (1.5-4.5)	2.45 (1-4.0)
ACPI.	1.23 (0.8-2.5)	1.36 (0.7-3.0)
ACAI.	0.89 (0.2-1.5)	0.87 (0.2-1.5)
ACS.	1.6 (1.3-1.9)	1.8(1.4-2.2)
ACP	2.3 (1.6-3)	2.4 (2.2-2.6)

## **Segmento inferior o caudal.**

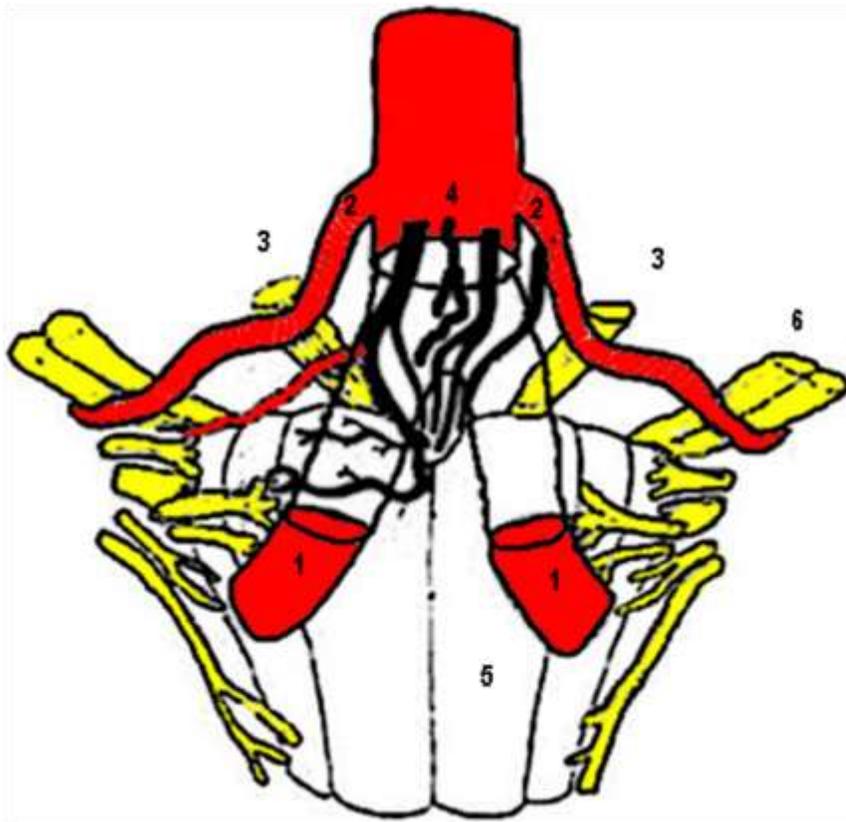
El segmento inferior o caudal comprende desde el borde inferior de la arteria espinal anterior hasta el borde inferior de la AICA. Las arterias perforantes nacen de la superficie posterior de la AB, descienden a través de surco basilar, y entran al foramen cecum, en donde se localiza el punto de unión del surco pontomedular y surco mediano anterior. Las perforantes caudales varían en número desde uno a siete, y diámetro desde 170 a 630  $\mu\text{m}$ , el número promedio fue de cuatro, la ausencia de perforantes de lado derecho fue observado en 15 (30%) encéfalos y de lado izquierdo en 22 (44%). En este caso se observó además que existía un tronco común de forma contralateral que proporcionó irrigación a esta área.

En las arterias perforantes caudales, observamos que se originaba forma individual o como troncos comunes, donde posteriormente emitían ramos terminales. Las perforantes caudales individuales en promedio fueron de cero a tres por cada AB y su diámetro de 100-390 $\mu\text{m}$ , observamos ausencia de perforantes individuales en 15 (30%) de lado izquierdo, y de lado derecho fue en 20 (40%). La existencia de troncos individuales fue en 31(62%) encéfalos de lado derecho y 34 (68%) de lado contrario. El diámetro de los troncos comunes fue de 530 a 550  $\mu\text{m}$ . Los troncos comunes que se originan del segmento inferior se ramifican de forma individual, generalmente después de entrar al foramen cecum (FC).

Las arterias perforantes caudales casi siempre se originan de la arteria basilar, sin embargo observamos que en 4(8%) encéfalos su origen fue de la AICA izquierda, y en 9(18%) de ellos de forma contralateral. Otro origen observado fue de la arteria pontobulbar como ramos colaterales o como ramos terminales de la misma, de lado derecho en tres(6%) casos y de lado izquierdo en 8(16%).

Las ramas terminales que llegaron al FC en todos los casos, sin embargo ciertas ramas después de emitir sus ramos hacia el FC, emitieron tres diferentes clases de ramas hacia la superficie ventral de la medula; a) ramas piramidales que se originan de las perforantes en 18 (36%) de lado derecho, y 9 (18%) de lado izquierdo, b) ramas gemelas hacia la porción rostral del surco medio anterior de la medula, que observamos en 7 (14%) de lado derecho y 3 (6%) de lado izquierdo. C) finalmente ramos hacia el nervio hipogloso de forma unilateral en 8 (16%) y bilateral en 27 (54%) (Foto 7).

Fueron observados anastomosis en 38( 76%) de todos los encéfalos, los cuales variaban entre tres a nueve en número por cada encéfalo, y con diámetro de 135 a 190 $\mu\text{m}$ . Los puentes anastomóticos fueron observados en 8 (16%) encéfalos, entre los segmentos medio y caudal de la AB, además entre las perforantes caudales y las perforantes de la arteria vertebral en 13 ( 26%), sin embargo las anastomosis entre las perforantes caudales fue observado solamente en 2 (4%) encéfalos ( Figura 4).



**Figura 4:** 1: Arteria vertebral, 2: AICA, 3: Nervio óculo-motor externo, 4: Ramos perforantes caudales, 5: Medula oblongada. 6: Nervio Facial, 7: Nervio vestibulo-cóclear.



**Foto 7:** Segmento inferior de la arteria basilar inferior, donde se observan, perforantes únicas.

## **Segmento medio.**

Las arterias perforantes que se originan del segmento medio; desde el borde superior de la AICA hasta el borde inferior de la SCA. Estas ramas se originan en su totalidad de la mitad posterior derecha e izquierda de la arteria basilar. Las perforantes más caudales de la porción medial descienden a lo largo del surco basilar o sus bordes, y el grupo más rostral haciende desde a lo largo del mismo surco. Las otras perforantes del segmento inferior fueron tortuosas y curvas, sin embargo se observo un patrón diferente en este segmento debido a que su origen fue tortuoso y posteriormente entraron en el borde del surco basilar de forma radial. Las perforantes medias se observaron de forma bilateral en todos los encéfalos, estas variaron en número desde 5 a 8 con un diámetro de 210-640  $\mu\text{m}$ . Observamos la disposición de las perforantes en troncos o ramos individuales como en el segmento inferior. Los troncos comunes siempre estuvieron presentes, de 2 a 5 troncos comunes diámetro promedio de 420-960  $\mu\text{m}$ , sin embargo las perforantes individuales con diámetro 210-640  $\mu\text{m}$ , siendo presentes en 34(68%) de lado derecho, y 46 (78%) de lado izquierdo. En 30% de los todas las perforantes del segmento medio fueron originadas del segmento medio de la basilar. Los casos sobrantes, algunos de ellos se originaron en relación a otras ramas de la arteria basilar. Así que, estar se originaron dentro de los 5 mm de su origen de la AICA en 16%. Se observo que se originaron de la arteria pontomedular en 18 %, y en 30% de los casos se originaron de la arteria pontina larga en su porción inicial. Uno o mas perforantes se originaron como troncos comunes desde la arteria pontina larga en 30% de los encéfalos. Sin embargo los troncos comunes que se originan con las arterias antero-laterales fueron menos frecuentes 15%. El origen de las perforantes desde las arterias postero-laterales solamente fue observado en 10 % ( Figura 5).

La mayoría de las perforantes del segmento medio se origino entre el origen de la AICA y de la arteria postero-lateral. En solamente 16.6% de los encéfalos se originaron a nivel de la AICA, y 25% se originaron debajo de este nivel. La distancia mínima entre el origen de la AICA y los ramos perforantes fue de 1 -6.8 mm (3.9 mm). Las perforantes nunca fueron observadas originarse de la arteria postero-lateral.

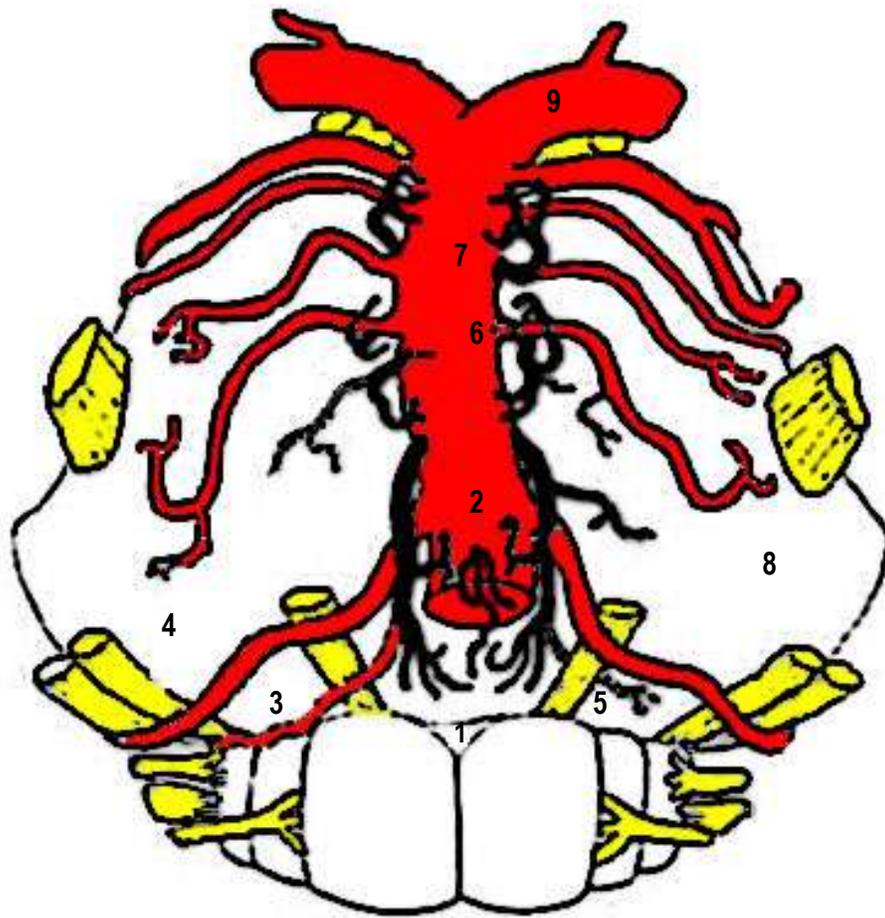
Las arterias perforantes del segmento medio después de su origen, se dirigen de forma rostral y caudal, dando origen a sus ramas terminales y colaterales. Varios tipos de ramas colaterales pueden ser identificados, sin embargo su frecuencia de origen desde las ramas perforantes varían considerablemente. Mientras la arteria ponto-medular, se origina de las perforantes en solamente 5 (10%), y las arterias pontinas largas se originan desde las perforantes en 15 (30%). Sin embargo una o más perforantes dieron origen a las ramas anterolaterales casi en todos los encéfalos examinados. Estos ramos variaron entre una y tres por arteria perforante y su diámetro desde 230-620 $\mu\text{m}$ . Las arterias caudales antero-laterales estuvieron en relación próxima con el nervio abducens, no solamente tomaba relación con el mismo, sino también en 10 (20%) de los encéfalos lo penetraba.

Los complejos arteriales frecuentemente existen dentro del segmento medio de todas las perforantes, los cuales consisten en una rama perforante, ramo arterial

anterolateral y un ramo del sexto par craneal o una arteria pontina larga. Estos complejos estuvieron presentes en 25 (45%) hemisferios de lado derecho, y 32 (64%) de lado izquierdo.

Las anastomosis estuvieron presentes en 37 (74%) hemisferios, pero solo uno o dos se observaron en el mismo encéfalo, entre el segmento medio y el segmento inferior en 16 (32%). Las anastomosis entre los segmentos medios adyacentes y sus perforantes fueron observados en 15 (30%) hemisferios. La anastomosis derecha-izquierda, así como las conexiones vasculares entre las porciones rostrales y medias y fueron vistas solamente en 7 (14%) (Tabla 2).

Las ramas terminales del segmento medio, penetraron en los bordes del surco basilar. Estas se dividieron ramas intrapontinas largas y cortas, estas con una trayectoria más o menos cerca al rafe del puente (Foto 8).



**Figura 5:** 1: Foramen cecum, 2: Perforantes caudales del tronco basilar, 3: Arteria ponto-medular, 4: AICA, 5: Arteria antero-lateral, 6: Tronco común de las perforantes medias. 7: Arteria póntina supero-lateral, 8: Puente, 9: Arteria cerebral posterior.



**Foto 8:** Segmento medio de la arteria basilar inferior, grupos perforantes en disposición única y en tronco.

**Tabla 2:** Diámetro y número de troncos con perforantes individuales.

	Número de perforantes.	Diámetro de perforantes (µm)	Número de troncos arteriales	Diámetro de troncos arteriales. (µm)	Perforantes individuales.	Diámetro de las perforantes Individuales. (µm)
Segmento superior	2-4	220-530	1-2	320-850	1-3	75-490
Segmento medio.	5-8	210-640	3-6	420-960	2-5	210-640
Segmento inferior.	1-7	170-430	0-5	530 -550	0-3	100-390
Total	8-19	170-640	4-13	320-960	3	75-510

## **Segmento superior o rostral.**

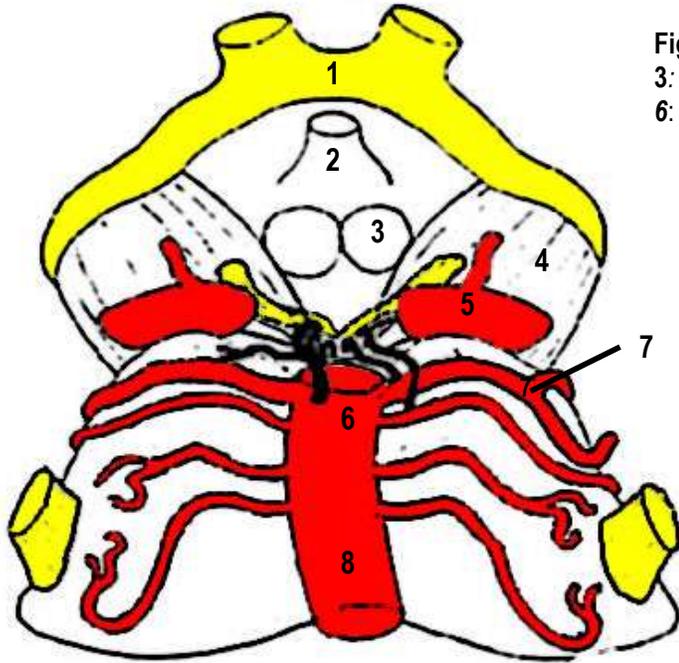
Las arterias perforantes del segmento medio; desde el borde inferior de la arteria SCA al inicio de la bifurcación de la AB. Su número con un rango de 2-4, y diámetro de 220-530 $\mu$ m. Sin embargo, su ausencia en 3 (6%) encéfalos de lado derecho y 11 (22%) encéfalos. En este segmento al igual que en los mencionados previamente se originan como ramos individuales o como troncos. Las perforantes individuales estuvieron presentes de lado derecho en 21( 42%) encéfalos y en 32 (64%) de lado izquierdo. El diámetro promedio de 230 $\mu$ m. Los troncos comunes existieron en 30 (60%) hemisferio de lado derecho, y 25 (50%) de lado izquierdo. El diámetro de los troncos con rangos desde 320-850  $\mu$ m.

Solamente uno a dos vasos perforantes se originaron de la AB en 40 (90%). Sin embargo se originaban también con la misma frecuencia de la SCA, y menos frecuente de la arteria antero-lateral. La mayoría de las arterias se originaron rostrales a la arteria SCA, sin embargo una de ellas se originaba a nivel del nacimiento de la SCA en 35 (70%) encéfalos y otra de ellas entre la SCA y la arteria posterolateral en 15(30%) encéfalos. Algunas otras se originaron entre la AB y ACP en 17 (34%). La distancia entre los sitios de origen de las perforantes y la SCA vario entre 0.5 mm y 3 mm desde su nacimiento. La distancia entre el origen de las perforantes y la bifurcación de la AB, varió desde 0.8 mm y 4 mm.

Las perforantes rostrales dieron origen a las ramas anterolaterales en 26(55%) de los casos, con una trayectoria cerca o a lo largo del surco ponto-mesencefálico.

Observamos anastomosis vasculares en 20 (40%) de todos los encéfalos. La mayoría de ellos fueron unilaterales, pero las anastomosis derecha izquierda fueron presentes solamente en 2(4%) de los hemisferios. Las anastomosis interconectaban de la siguiente manera: 1) entre si mismas, 2) Talamoperforantes, y con 3) SCA. Estos puentes anastomóticos con diámetro de 100 a 340 $\mu$ m.

Las arterias perforantes rostrales fueron localizadas dentro de la cisterna interpeduncular, de donde se originaron sus ramas colaterales y terminales. Las perforantes entraron desde la parte más caudal de la cisterna interpeduncular, en la parte más inferior del sitio de perforación de las arterias talamoperforantes de la ACP. (Foto 9).



**Figura 6:** 1. Quiasma óptico, 2: Infundíbulo  
3: Cuerpos mamilares, 4: Crus cerebri. 5: ACP,  
6: Perforantes rostrales, 7: ACS, 8: Tronco basilar.



**Foto 9:** Segmento superior de la arteria basilar, donde se observa grupo de perforantes, de donde nacen, las arterias paramedianas posterolaterales.

## **Variantes anatómicas.**

Las variantes anatómicas encontradas en nuestro estudio fueron tres: a) arteria trigéminal persistente, b) arteria basilar fenestrada, c) comunicante vertebral, sin embargo encontramos variantes concomitantes en la arteria cerebelosa superior como: duplicación en 15 (30%) encéfalos, ausencia en 5 (10%) de los encéfalos. Con respecto a la arteria cerebelosa antero inferior encontramos duplicación en 13 (26%), predominantemente de lado izquierdo en 3( 60 % ) de los bloques y ausencia de la mismas solamente en 1(2%) de los bloques. A continuación se describirán las variantes propias del sistema vertebro basilar mencionadas.

**a) arteria trigeminal persistente derecho:** la cual se corroboró mediante la disección del segmento cavernoso de la arteria carótida interna, encontrando una relación directa con el nervio trigémino. Su longitud fue de 48 mm con aspecto tortuoso, esta arteria la dividimos en dos segmentos el cual fue el segmento inferior a la arteria trigéminal y el segmento distal al mismo, encontrando una distancia desde la unión de las vertebrales hasta el borde inferior de la arteria trigeminal de 38 mm, y desde la referencia previa hasta la bifurcación de la basilar de 10 mm, en el segmento inferior encontramos un diámetro de 4.1 mm, el segmento proximal a la arteria trigeminal fue de 3.5 mm, y su segmento distal a nivel de la bifurcación de la basilar fue de 4.3 mm. Encontramos además hipoplasia de la AICA de forma bilateral con un diámetro de 1.8 de lado derecho y 2.1 de lado izquierdo, a su vez encontramos que las arterias cerebelosas superiores con mayor diámetro de lado izquierdo en relación con su homóloga; diámetro SCA izquierda 3.4 mm y 2.4 mm de lado derecho. El origen de la arteria trigeminal fue de lado derecho a 38 mm de la unión de las arterias vertebrales, y su diámetro fue de 4.5 mm. El sistema de arterias perforantes de esta variante es muy complejo, debido a que presenta en el segmento inferior mayor número de troncos perforantes 4 y perforantes aisladas 5, los diámetros de los troncos fue en rangos de 350-600 $\mu$ m, y el diámetro de las arterias perforantes únicas fue de 200-340 $\mu$ m. En segmento medio encontramos menor número de troncos únicos 2, y solamente 3 ramos perforantes únicos. Los diámetros de los troncos fueron mayores con rangos de 400-850 $\mu$ m, y las perforantes únicas de 350-700 $\mu$ m, encontramos además perforantes que se originaron de la arteria trigeminal en mayor proporción como perforantes únicas. En los segmentos rostrales o superiores encontramos 5 troncos únicos, y las perforantes aisladas fueron de 3, los diámetros de los troncos fueron de 350-500 $\mu$ m, y las perforantes aisladas fueron de 140-230 $\mu$ m. Las arterias comunicantes posteriores, estuvieron presentes de forma bilateral. No encontramos ninguna alteración estructural en el encéfalo estudiado (Foto 10).

**b) Arteria basilar fenestrada:** Su longitud fue de 39 mm, desde su origen hasta su bifurcación, encontrando una fenestración en el segmento inferior, que ensanchaba el diámetro del segmento inferior en relación con un aneurisma fusiforme de la vertebral de lado derecho. Su diámetro inferior fue de 4.8 mm, el segmento medio de 3.5 mm y el segmento superior fue de 3.4 mm. Encontramos presente las arterias cerebelosas antero inferiores de forma bilateral, con un diámetro de 2.3 mm de lado derecho y 2.4 mm de lado izquierdo, a su vez encontramos que las SCA

izquierda 3.4 mm y 3.8 mm de lado derecho. El sistema de arterias perforantes en este encéfalo, presento en el segmento inferior 3 troncos perforantes y perforantes aisladas 4, los diámetros de los troncos fue en rangos de 240-500 $\mu$ m, y el diámetro de las arterias perforantes únicas fue de 100-240 $\mu$ m. En segmento medio encontramos 2 troncos únicos, y solamente 4 ramos perforantes únicos. Los diámetros de los troncos fueron mayores con rangos de 300-550 $\mu$ m, y las perforantes únicas de 150-400 $\mu$ m. En los segmentos rostrales o superiores encontramos 2 troncos únicos, y las perforantes aisladas fueron de 2, los diámetros de los troncos fueron de 180-450 $\mu$ m, y las perforantes aisladas fueron de 170-280 $\mu$ m. No encontramos ninguna alteración estructural en el encéfalo estudiado (Foto 11).

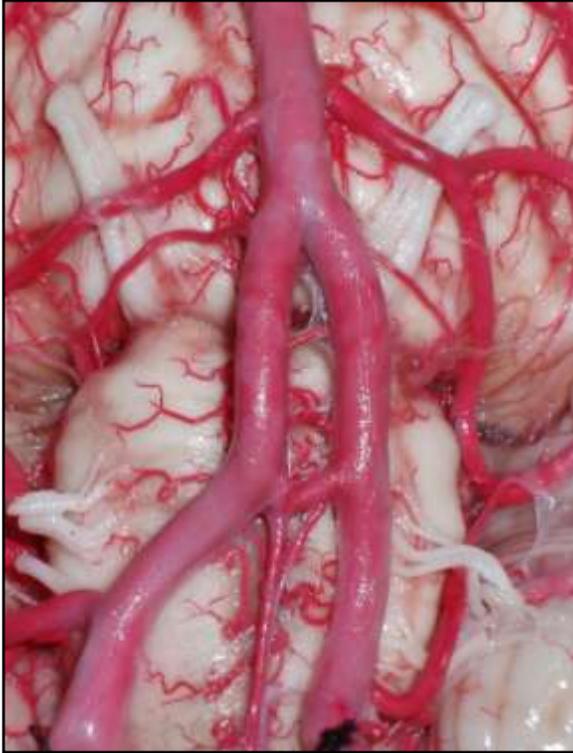
**c) Comunicante vertebral:** En esta variante encontramos que existía una comunicación real entre las dos arterias vertebrales (AV), antes de formar la arteria basilar, esta comunicante emitió la arteria espinal anterior. Este puente vertebral o comunicante vertebral, se originó a 18 mm de la unión vertebral de lado derecho y 16 mm de lado izquierdo, su diámetro fue de 1.8 mm en su segmento medio, y una longitud de 2.8 mm. La arteria basilar presento una longitud de 42 mm, desde su origen hasta su bifurcación. Su diámetro inferior fue de 3.8 mm, el segmento medio de 3.9 mm y el segmento superior fue de 3.7 mm. Encontramos presente las arterias cerebelosas antero inferiores de forma bilateral, con un diámetro de 1.9 mm de lado derecho y 2.2 mm de lado izquierdo, las arterias cerebelosas superiores de lado izquierdo 3.1 mm y 3.8 mm de lado derecho. El sistema de arterias perforantes en este encéfalo, presento en el segmento inferior 2 troncos perforantes y perforantes aisladas 4, los diámetros de los troncos fue en rangos de 340-400 $\mu$ m, y el diámetro de las arterias perforantes únicas fue de 140-180 $\mu$ m. En segmento medio encontramos 4 troncos únicos, y solamente 5 ramos perforantes únicos. Los diámetros de los troncos fueron mayores con rangos de 350-480 $\mu$ m, y las perforantes únicas de 250-370 $\mu$ m. En los segmentos rostrales o superiores encontramos 3 troncos únicos, y las perforantes aisladas fueron de 5, los diámetros de los troncos fueron de 280-550 $\mu$ m, y las perforantes aisladas fueron de 270-380 $\mu$ m. No encontramos ninguna alteración estructural en el encéfalo estudiado (Foto 12).



Foto 10: Arteria trigeminal persistente, se observa relación con el nervio trigémino, con dirección hacia el hueso temporal en su porción petrosa.



Foto 11: Arteria vertebral fenestrada: Se observa ensanchamiento y hendidura de la arteria vertebral derecha.



**Foto 12:** Arteria comunicante vertebral. Se observa puente vascular de donde emerge la arteria espinal

## 7.- DISCUSION.

La circulación posterior se desarrolla en mayor proporción durante las primeras catorce semanas de gestación. Sin embargo la anatomía vascular de la circulación carotídea lo realiza de forma separada, mostrando variaciones anatómicas en su desarrollo final. Las arterias espinales y la arteria vertebral se forman de los primeros seis ramos dorsales, siendo que las arterias vertebrales establecen comunicación con la circulación anterior por medio de la arteria basilar, quien surge de la consolidación de los canales vasculares longitudinales. La arteria basilar adulta es definida como la confluencia de las arterias vertebrales en la unión pontomedular.

Es muy común encontrar una arteria vertebral dominante, generalmente de lado derecho, como se mostró en el estudio encontrando esta dominancia. Las arterias cerebelosas antero inferiores, se forman dentro del primer centímetro del nacimiento del tronco basilar, quien frecuentemente da origen a la arteria auditiva interna y laberíntica; aun que la finalidad de estudio no eran las arterias vertebrales se encontró similar proporción, según la literatura revisada. Siendo las arterias paramedianas, circunferenciales largas y arterias perforantes las que proporcionan irrigación al puente y bulbo. La arteria cerebelosa superior surge más distal, frecuentemente en su proximidad con la bifurcación de la arteria basilar en arterias cerebrales posteriores. Esta arteria proporciona irrigación a la parte superior del puente, parte dorsal y lateral del mesencéfalo, pedúnculo cerebeloso superior y superficie superior o tentorial del cerebelo. Las arterias cerebrales posteriores proveen irrigación a la parte medial del lóbulo temporal y lóbulo occipital. La irrigación de la porción superior del mesencéfalo y tálamo, proviene de las arterias tálamo perforantes, quien surge directamente de la parte distal de la punta de la basilar, en su segmento P1 de la cerebral posterior. Eventualmente las arterias tálamo perforantes son impares e irrigan de manera independiente ambos talamos.

Cuando nuestros resultados fueron comparados con los hallazgos de otros autores<sup>27, 47</sup>. Encontramos algunas diferencias en sus perforantes. Sin embargo, nuestra descripción de la configuración, dirección y ramificación es en concordancia con los autores revisados. Como el número total de perforantes, las discrepancias entre nuestros datos, y los revisados fueron mínimas, en nuestro estudio encontramos de 8 a 19 perforantes y en estudios revisados en promedio fueron de 10 a 17. Algunos de los autores mencionados probablemente subestimaron el número de perforantes, primordialmente para los grupos caudales y rostrales, que se encuentran ocultos, entre la arteria basilar y el surco basilar. Algunos otros hallazgos en este estudio no han sido mencionados en la literatura, como el nacimiento de arterias paramedianas a

partir de troncos perforantes. Esto tiene relevancia especial, debido a la relación de las perforantes hacia el nervio hipogloso y nervio óculo motor externo, así como el sitio de las ramas en la arteria basilar.

Nosotros deseamos que los hallazgos encontrados en este estudio sean de ayuda en el campo de las neurociencias. Las ramas perforantes de la arteria basilar usualmente se dividieron en terminales intrapontinas cortas y largas. Los vasos cortos principalmente irrigan la parte media de las ramas piramidales. Las ramas largas irrigan las estructuras del tegmento pontino, muy cercanas a los núcleos del rafe y cuarto ventrículo, particularmente el núcleo del rafe, formación reticular paramediana, lemnisco medial, y núcleo óculo motor externo. Sin embargo existe un dato preciso en relación a su irrigación, región de cada uno de los tres grupos de las perforantes de la basilar, especialmente en sus variantes (Tabla 3).

**Tabla 3:** Esquema comparativo en numero y diámetro de las

Perforantes	Numero	Diámetro: Promedio y rango. (µm)	Numero. Marinkovic <sup>47</sup>	Diámetro (µm) Marinkovic <sup>47</sup>
caudales	3.75 (3-6)	340 (170-430)	2-5	80-600
Medias	5.75 (5-8)	520 (210-740)	5-9	210-940
Rostrales	1.5 (1-3)	300 (200-500)	1-5	190-800

La enfermedad vertebro basilar tiene una proporción de 20% de todos los eventos isquémicos. En general tiene un mejor pronóstico que la isquemia de la arteria carótida, con una mortalidad aguda de 3%<sup>48</sup>. Sin embargo aproximadamente 14% de todos los pacientes infarto de la circulación posterior, tienen clara evidencia de oclusión de la arteria basilar, siendo el pronóstico más grave aún, con mortalidad de 90%<sup>49</sup>. El primer estudio clínico en enfermedad oclusiva vertebral, fue realizado por Leyden en 1882, su descripción se sustento en análisis de la vasculatura cerebral de cadáver<sup>50</sup>. Actualmente el uso de la resonancia magnética, ha sido de gran ayuda en determinar los territorios vasculares en pacientes con eventos vasculares cerebrales, sin embargo el tratamiento quirúrgico forma pilar importante el paciente con lesiones vasculares de esta región. Por lo cual se requiere un detallado conocimiento de la anatomía de la región, tratando de extraer el mayor número de datos anatómicos de los estudios para determinar su apropiado abordaje. Usando la técnica convencional de resonancia magnética y angiografía, es difícil apreciar la relación que existe entre las estructuras vasculares y óseas. La tomografía tridimensional ha permitido la reconstrucción, de las estructuras de base de cráneo, con relación vascular, nerviosa y ósea que han sido de gran ayuda en la cirugía, sin embargo el conocimiento preciso de las variantes anatómicas y inclusive los territorios vasculares implicados son de gran ayuda para el neurocirujano vascular; el desarrollo tecnológico a permitido realizar procedimientos mínimamente invasivos, para revascularización cerebral, así también como el uso del excimer laser como apoyo en el desarrollo de By-Pass cerebral con mayor posibilidad de éxito, y en aneurismas gigantes que por la complejidad o tamaño, únicamente con desvío de flujo permite un manejo combinado con coils o clipaje posterior.<sup>51</sup>

Los aneurismas infratentoriales comprenden entre 2.5 a 15% de todos los aneurismas saculares. De estos, los aneurismas de la arteria basilar en proporción de 59% a 77%. Los aneurismas de la arteria basilar frecuentemente se asocian a fenestración de la arteria basilar. Los aneurismas fusiformes pueden involucrar segmentos inferiores o totales de la arteria basilar. Los aneurismas saculares pueden ser localizados en la bifurcación de la arteria basilar, en el origen de la arteria cerebelosa superior, entre la arteria cerebelosa superior y el segmento P1 de la arteria cerebral posterior; en el origen de la emergencia de la arteria pontina lateral; en la porción media del tronco basilar, entre las dos arterias pontinas largas, en el sitio de origen de las arterias cerebelosas anteroinferiores<sup>9-12</sup>. Los abordajes de base de cráneo incluyendo; abordaje temporopolar, petrosectomía anterior con técnica de Kawase y abordaje combinado transpetroso, son actualmente los abordajes quirúrgicos estándar para el tratamiento de aneurisma de la arteria basilar, remplazando los abordajes convencionales como son el abordaje pterional y subtemporal. Estos abordajes permiten convertir un corredor angosto y profundo de la base del cráneo en un corredor amplio corredor quirúrgico<sup>52</sup>.

## **8. CONCLUSIONES.**

El conocimiento detallado de la anatomía de la arteria vetebro-basilar y sus variantes, no permitirá su mejor comprensión para el tratamiento de enfermedades vasculares o que impliquen su anatomía; como los tumores de la base de cráneo. En nuestro estudio no encontramos diferencia alguna en el número de perforantes que nacen, de cada uno de los segmentos, sin embargo encontramos que existe mayor diámetro de cada una de las perforantes y mayor numero de troncos en relación a los ramos de forma individual. . El desarrollo de nuevas técnicas mínimamente invasivas en cirugía vascular y base de cráneo, nos permitirá en un futuro mejorar el pronóstico en los pacientes con insuficiencia vascular mediante By pass o aneurismas complejos. Es por ello que nuestro estudio, ciertamente ayudara en el desarrollo de las mismas.

## **9. ABREVIATURAS.**

**AEA:** ARTERIA ESPINAL ANTERIOR.

**AICA:** ARTERIA CEREBELOSA ANTERO INFERIOR.

**ACS:** ARTERIA CEREBELOSA SUPERIOR.

**AB:** ARTERIA BASILAR.

**AV:** ARTERIA VERTEBRAL.

**FC:** FORAMEN CECUM.

**SC:** SEGMENTO CAUDAL.

**SM:** SEGMENTO MEDIO.

**SI:** SEGMENTO INFERIOR.

## 10. REFERENCIAS.

1. Adachi B. Das arterien system der Japaner. Kyoto, Marusen, 1928.
2. Manohar S. Susana B. Basilar Artery Duplication Associated With Pituitary Duplication: A New Finding. **AJNR Am J Neuroradiol** 2003; 24:956-961
3. Horowitz M, Albright AL, Jungreis C, et al. Endovascular management of a basilar artery false aneurysm secondary to endoscopic third ventriculostomy: case report. **Neurosurgery** 2001;49: 1461–1465.
4. Hamel W, Grzyska U, Westphal M, Kehler U: Surgical treatment of a basilar perforator aneurysm not accessible to endovascular treatment. **Acta Neurochir** (Wien) 2005; 147:1283–1286.
5. Rene o. Sanchez M, Michael t. Lawton. Distal aneurysms of basilar perforating and circumferential arteries: Report of three cases. **J Neurosurg** 2007; **107**:654–659.
6. Takeshi Kato, Toshikatsu Indo, Eiji Yoshida, Yasushi Iwasaki. Contrast-Enhanced 2D Cine Phase MR Angiography for Measurement of Basilar Artery Blood Flow in Posterior Circulation Ischemia. **AJNR Am J Neuroradiol** 2002; 23:1346–1351,
7. M. Collice I, O. Arena, G. D'Aiiberti , C. Todaro. Aneurysms of the Vertebro-Basilar Junction Area: Preliminary Experience in Endovascular and Surgical Management. **Acta Neurochir (Wien)** 1997; 139:124-133.
8. Solomon RA, Stein BM. Surgical approaches to aneurysms of the vertebral and basilar arteries. **Neurosurgery** 1988; 23:203-208.
9. Batjer HH, Samson DS. Causes of morbidity and mortality from surgery of aneurysms of the distal basilar artery. **Neurosurgery** 1989; 25:904-916.
10. Takashi Higa, Hiroshi Ujiie, Koichi Kato. Basilar artery trunk saccular aneurysms: morphological characteristics and management. **Neurosurg Rev** 2009; 32:181–191.
11. Kobayashi M, Kamiyama H. Reconstruction of the basilar arterial system: methods of high flow bypass in posterior cranial fossa. **Surg Cereb Stroke** 1999; 27:270–276
12. Eberval Gadelha F, Wellingson S. P. Modified abbreviated transcavernous approach to basilar artery aneurysms: Case report. **Surgical Neurology** 2009; 71:25–29.
13. Quiroz F. *Anatomía Humana*. Primera edición. Editorial Porrúa, México 1945.
14. Testut, L. & Latarjet, A. *Tratado de anatomía humana*. 9. ed. Barcelona, Salvat, 1969.
15. Williams, P. L.; Warwick, R., Dyson, M. & Bannister, L. H. *Gray Anatomy*. 37 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1995.
16. Moore. K. L. & Dalley, A. F. *Anatomía con orientación clínica*. 4 ed. Buenos Aires, Panamericana, 2003.
17. Stopford, J.S.B. The arteries of the pons and medulla oblongata. **J. Anat. Physiol** 1916; 50:255-80.
18. Dandy, W. E. Concerning the cause of trigeminal neuralgia. **Am. J. Surg** 1934; 24:447-5.

19. Watt, J. C. & McKillop, A. N. Relation of arteries to roots of nerves in posterior cranial fossa in man. **Arch. Surg** 1935;3:336-45.
20. Mani, R.; Newton, T. & Glickman, M. The superior cerebellar artery: An Anatomic-Roengenographic Correlation. **Radiology** 1968; 91:1102-8.
21. Newton, T. H. & Potts, G. D. Radiology of the skull and brain. Angiography. St. Louis, Mosby Co., 1974, V.2.
22. Person, H.; Vallee, B.; Lefevre, CH. & Senecail, B. Arterial and neural relations at the posterior and lateral aspects of the medulo-spinal junction. **Surg. Radiol. Anat** 1988; 20:177-184.
23. Rhoton A. Jr. The cerebellar arteries. **Neurosurgery** 2000; 47: 461-500 Supplement.
24. Machi, C.; Lova, R. M.; Miniati, B.; Gulisano, M.; Pratesi, C.; Conti, A. A. & Gensini, G. F. The circle of Willis in healthy older persons. **Cardiovasc. Surg** 2002;43: 887-90.
25. Grand W, Hopkins LN: The microsurgical anatomy of the basilar artery bifurcation. **Neurosurgery** 1977; 1:128-131.
26. Saeki N, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the upper basilar artery and posterior circle of Willis. **J Neurosurg** 1977; 46:563-578.
27. Mahmood. A. Microanatomy of foramen caecum. **J Neurosurg** 1991;75:299-304.
28. Caruso G, Vincentelli F, Giudicelli G, Grisoli F, Xu T, Gouaze A: Perforating branches of the basilar bifurcation. **J Neurosurg** 1990; 73:259–265.
29. Slobadan V. Marinkovic. The surgical Anatomy of The Perforating Branches of the Basilar Artery. **Neurosurgery** 1993; 33:80-87.
30. Hashimoto H, Onishi H. Duplicate origin of the vertebral artery: report of two cases. **Neuroradiology** 1987; 29: 301-303.
31. Truwit CL. Embriology of the cerebral vasculature. **Neuroimaging Clin North Am** 1994; 4:663-689.
32. Farrés MT, Magometschnigg H, Grabenwöger F. Stenoses of the first segment of the vertebral artery: difficulties in angiographic diagnosis. **Neuroradiology** 1996; 38:6-10.
33. Trattning S, Matula C, Karnel F. Difficulties in examination of the origin of the vertebral artery by duplex and color coded Doppler sonography: anatomical consideration. **Neuroradiology** 1993; 35: 296-299.
34. Newton TH, Mani RL. The Vertebral Artery. In: Newton TH, Potts DG. *Radiology of The Skull and Brain: Angiography*. Vol. 2 Book 2. St. Luis: Mosby, 1974: 1659-1709.
35. Akar ZC, Dujovny M. Microvascular anatomy of the anterior surface of the medulla oblongata and olive. **J neurosurg** 1995; 82:97-105.
36. Tran-Dinh HD. Duplication of the vertebra-basilar system. **Aust Radiol** 1991; 35:220-224.
37. Lasjaunias P. Embriology and radio anatomy of the CNS arteries. **Riv Neuroradiolog** 1990; 3 (Suppl-2):29-34.
38. Brunsteins DB, Ferreri AJM. Microsurgical Anatomy of VII and VIII cranial Nerves and Related Arteries in the Cerebellopontine angle. **Surr Radiol Anat** 1990; 12: 259-265.
39. Martin RG, Grant JL, Peace D. Microsurgical relationships of the antero inferior cerebellar artery and the facial-vestibulocochlear nerve complex. **Neurosurgery** 1980; 6:483-507.

40. Hardy DG, Rhoton AL Jr. Microsurgical relationships of the superior cerebellar artery and trigeminal nerve. **J Neurosurg** 1978;49:669-678.
41. Savoirdo M, Bracchi M, Passerini A. The vascular territories in the cerebellum and brainstem. CT and MR study. **AJNR** 1987; 8:199-209.
42. Anna zurada, jerzy St, Gielecki. Interactive 3d stereoscopic digital-image Analysis of the basilar artery bifurcation. **Clinical Anatomy** 2008; 21:127–137.
43. Alison S. Smith and Jennifer R. Bellon. Parallel and Spiral Flow Patterns of Vertebral Artery Contributions to the Basilar Artery. **AJNR Am J Neuroradiol** 1995; 16:1587–1591.
44. Naidich TP, Kricheff II. The Normal anterior inferior cerebellar artery. **Radiology** 1976; 119:355-373.
45. Manohar Shroff, Susan Blaser, Vanita Jay. Basilar Artery Duplication Associated with Pituitary Duplication: A New Finding. **AJNR** 2003; 24:956–96.
46. D'Aliberti G, Filizzolo F. Versari P, Scialfa G . Anatomical study of basilar trunk in human fetus and report of a case of double basilar artery. **Acta Neurol** 1987; 42 : 312-319.
47. Marinkovic, Slobodan V, Gibo, Hirohiko. The surgical anatomy of the perforating branches of basilar artery. **Neurosurgery**1993; 33(1):80-87.
48. Hornig CR, Lammers C, Buttner T, Hoffman O, Dorndorf W. Long-term prognosis of infratentorial transient ischemic attacks and minor stroke. **Stroke** 1992; 23:199–204.
49. Caplan L. Vertebrobasilar disease and thrombolytic treatment. **Archives Neurol** 1998;55(4): 450–451.
50. Leyden E. Ueber die Thrombose der Basilar-Arterie. **Ztscher Klin Med** 1882; 69:73–121.
51. Tulleken, Cornelis A.F.; Streefkerk, Henk Johan N.; van der Zwan, Albert. Construction of a New Posterior Communicating Artery in a Patient with Poor Posterior Fossa Circulation: Technical Case Report **Neurosurgery**, 2002 50(2):415-420.
52. Terasaka, Shunsuke; Itamoto, Koji; Houkin, Kiyohiro. Basilar Trunk Aneurysm Surgically Treated with Anterior Petrosectomy and External Carotid Artery-to-Posterior Cerebral Artery Bypass: Technical Note. **Neurosurgery**, 2002. 51(4):1083-1088.