



## Ponticulus Posticus: Estudio de prevalencia a través de radiografía de perfil de la columna cervical

### *Ponticulus Posticus: Prevalence study through profile radiography of the cervical spine*



ARGENTINA

Ferro, Francisco<sup>1</sup>; Vespa, Florencia D.<sup>1</sup>; De Zavalía, Máximo<sup>2</sup>; Allan, Ricardo<sup>2</sup>; Macchia, Esteban A.<sup>1</sup>

Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires. Argentina

E-mail de autor: Francisco Ferro [franciscoferro94@gmail.com](mailto:franciscoferro94@gmail.com)

<sup>1</sup> Unidad de Anatomía por Imágenes. Primera Cátedra de Anatomía. Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires.

<sup>2</sup> Servicio de Ortopedia y Traumatología. Hospital Alemán de Buenos Aires

#### Resumen

El atlas es la primera vértebra cervical, junto con el hueso occipital del cráneo forman la articulación atlantooccipital. En relación con estas estructuras se encuentra la membrana atlantooccipital posterior, cuya porción lateral se denomina ligamento atlantooccipital oblicuo [ligamento arcuato]. Normalmente éste ligamento tiene en su margen inferior una ventana que permite el paso de: la arteria vertebral y el nervio suboccipital. En ocasiones, el ligamento atlantooccipital oblicuo se encuentra calcificado y toma la denominación de Ponticulus Posticus (PP), el arco puede ser: incompleto o completo. Sin embargo, ha sido clasificado de diferentes maneras, en este trabajo adoptamos aquella con tres categorías: ausente, incompleta (con sus posibles variantes) y la completa. La prevalencia del PP varía ampliamente según distintas publicaciones, y dado que reviste importancia clínica y quirúrgica, nos hemos propuesto investigarla. En consecuencia, nuestro objetivo es determinar la prevalencia del PP y sus distintos tipos en la población del Hospital Alemán de Buenos Aires, a través de radiografías de perfil de la porción cervical de la columna vertebral. Para ello, se contabilizó y clasificó la presencia de PP en 556 pacientes. Además, se comprobaron diferencias estadísticamente significativas con otros autores mediante la prueba estadística de comparación de proporciones (Z). En conclusión a través de la radiografía de perfil de la columna cervical se puede determinar la prevalencia del PP en una muestra de la población del Hospital Alemán de Buenos Aires encontrando diferencias estadísticamente significativas con otros autores.

**Palabras clave:** Ponticulus Posticus, atlas, variaciones anatómicas, radiografía, arteria vertebral.

#### Abstract

*The atlas is the first cervical vertebra, which forms the occipito-atlantal joint with the occipital bone. Lateral divisions of the posterior occipito-atlantal ligament are called oblique atlanto-occipital ligaments. These ligaments are incomplete and form an opening for the passage of the vertebral artery and the suboccipital nerve. This ligament sometimes becomes calcified, forming a bony arch named Ponticulus Posticus (PP), which can be complete or incomplete. The morphology of PP has been given several ways of classification. We categorize it in: absent, incomplete or complete. The frequency of this variation is variable according to different authors. The presence of PP has both clinical and surgical relevance, so we have investigated it. Therefore, our objective is to research the frequency of PP in the Deutsches Hospital of Buenos Aires population through lateral radiography studies of the cervical spine. 556 people were studied. In addition, our results were analyzed through a comparison of proportions statistic tests, finding significant differences between the authors of reference and us. In conclusion, the frequency of PP in a population sample of the Deutsches Hospital of Buenos Aires can be determined through cervical spine lateral x-rays.*

**Keywords:** Ponticulus Posticus, atlas, anatomical variations, x-ray, vertebral artery.

## Introducción

El Atlas es la primera vértebra cervical, sobre la cual se asienta el cráneo mediante el hueso occipital. Esta articulación, atlantooccipital, permite el movimiento de flexo-extensión de la cabeza sobre el cuello.

En cuanto a su morfología, el Atlas posee: un arco anterior con un tubérculo anterior, a diferencia del resto de las vértebras cervicales que poseen un cuerpo; un arco posterior

con un tubérculo posterior y el surco o canal de la arteria vertebral; dos masas laterales, donde se encuentran las carillas articulares superiores para el hueso occipital y las carillas articulares inferiores para el Axis; las apófisis transversas, en la base de cada una hallamos al foramen transverso, hacia los laterales de las masas laterales.

Desde el arco posterior del Atlas hacia los bordes del foramen magno y la articulación atlantooccipital se extiende la membrana atlantooccipital posterior.

La porción lateral de esta membrana se denomina ligamento atlantooccipital oblicuo [ligamento arcuato]. Este ligamento tiene normalmente una ventana en su margen inferior, permitiendo el paso de la arteria vertebral y el nervio suboccipital.

En ocasiones, este ligamento se encuentra calcificado, dando lugar a un arco óseo incompleto o completo que circunscribe a la arteria vertebral.<sup>1</sup> Este arco óseo ha sido denominado de diferentes maneras, entre las cuales la más difundida y que utilizaremos para su denominación es Ponticulus Posticus (PP).

Existen diversas maneras de clasificar la presencia de PP, como la propuesta por Joshi et al.,<sup>2</sup> al igual que Cederberg<sup>1</sup> utilizaron radiografías y clasificaron al PP en cuatro clases: ausente, menos del 50% de calcificación, más del 50% de calcificación y 100% de calcificación o completo; por otro lado, podemos encontrar la clasificación de Hasan M. et al.,<sup>3</sup> a diferencias de los mencionados previamente utilizaron disecciones y clasificaron el PP en seis categorías.

Otros autores, como Wight et al.<sup>4</sup> lo han clasificado en tres categorías: ausente, incompleto y completo, estas dos últimas se toman como presente para estimar la prevalencia; la clasificación de Wight<sup>4</sup> se adoptará en la consecución del presente trabajo.

Dentro de la categoría incompleto hay distintas posibilidades: una espícula ósea que se extiende desde la carilla articular superior del Atlas, o bien que se extiende desde el arco posterior del Atlas, o dos espículas que se extienden desde ambos lugares pero sin completar un anillo.<sup>5</sup>

El conocimiento de esta variante anatómica reviste importancia médico quirúrgica a la hora del acceso a la columna cervical. Existe la posibilidad de confundir el PP con un ensanchamiento del arco posterior del Atlas, pudiéndose lesionar la arteria vertebral en un procedimiento quirúrgico que involucre al Atlas.<sup>6,7</sup>

Por tal motivo, Schillaci et al.<sup>8</sup> manifiestan la importancia prequirúrgica de pesquisar la existencia de PP mediante estudios por imágenes, dada su frecuencia de aparición. También, muestra importancia anatomoclínica ya que se han propuesto asociaciones entre el PP con afecciones tales como: insuficiencia vertebrobasilar, cefalea, dolor cervical, migraña y pérdida de audición, entre otros.<sup>9</sup>

Diversos estudios se han sido realizados en varios países para calcular la prevalencia de este fenómeno. Sorprendentemente, los resultados que se han obtenido fueron muy va-

riables, y a la vez los individuos que componían las muestras utilizadas tenían características que hacen que se consideren hipótesis sustantivas, es decir, no sería conveniente inferir los datos a la población general.

Sin embargo, no hay en nuestro medio un estudio que haya indagado sobre la prevalencia de esta variación anatómica. Por ende, al ser aparentemente elevada y tener vinculación con síntomas neurológicos, nos hemos propuesto investigarla.

En consecuencia, el objetivo del presente trabajo es determinar la prevalencia del PP a través de radiografías laterales de columna cervical y sus distintos tipos en la población del Hospital Alemán de Buenos Aires, según la clasificación propuesta por Wight.<sup>4</sup>

## Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional, prospectivo y transversal de la morfología de la primera vértebra cervical considerando la prevalencia y tipología de Ponticulus Posticus.

Las imágenes se obtuvieron con un equipo de rayos X Canon Inc.® AXIOM-Multix M. Los estudios fueron recopilados por los autores que pertenecen al Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Alemán de Buenos Aires entre los meses de Junio, Julio y Agosto de 2019.

Se lograron 805 radiografías de perfil de la columna vertebral en su porción cervical. Se consideró como criterio de exclusión la superposición de estructuras óseas en el área a estudiar, ya sea producto de la rotación o bien por la inclinación de la cabeza.

Por tal motivo se descartaron 249 radiografía de perfil de columna vertebral en su porción cervical. Por ende, los porcentajes de prevalencia están realizados en base a un total de 556 radiografías.

El programa Visualizador de fotos de Windows se utilizó en la visualización de las imágenes médicas. Su análisis y categorización se realizó escópicamente. Todos los resultados fueron registrados en el programa MS Excel, así mismo como las pruebas estadísticas.

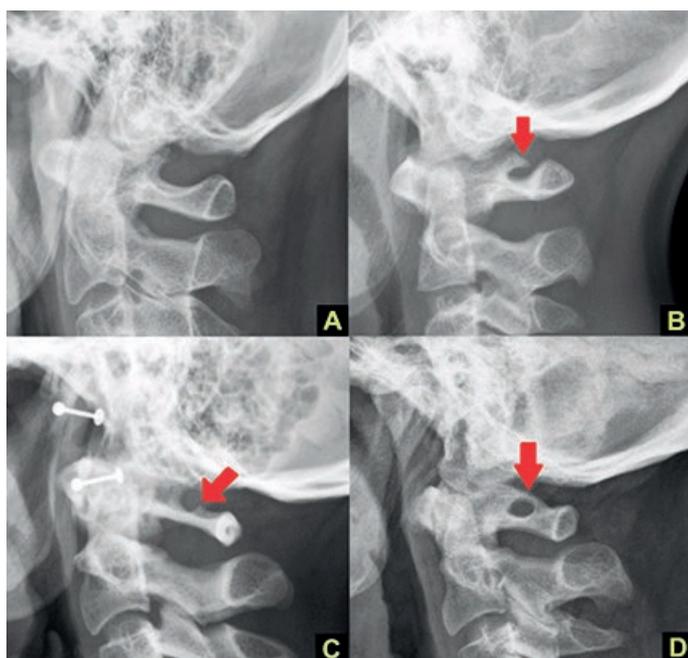
La presencia de PP ha sido clasificada de distintas formas por diversos autores. En el presente trabajo utilizaremos la propuesta por Wight<sup>4</sup> que presenta tres categorías: ausente, incompleto y completo, estas dos últimas son consideradas como PP presente.

El PP completo se caracteriza cuando se presenta una calcificación en forma de arco completo, circunscribiendo a la arteria vertebral.

En el caso del PP incompleto hay cierto grado de calcificación pero no llega a formarse un anillo cerrado; el mismo puede ser una espícula ósea que se extiende desde la carilla articular superior del Atlas o bien se extiende desde el arco posterior del Atlas, o dos espículas que se extienden desde ambos lugares pero sin completar un anillo.

Todas estas morfologías de PP incompleto serán agrupadas en la categoría "incompleto". Todo tipo de calcificación que no se adecuara a estas categorías se descartó de la muestra. Por último en el caso del PP ausente no se evidencia calcificación alguna.

Las tres categorías mencionadas y sus variantes pueden observarse en la **Fig. 1**

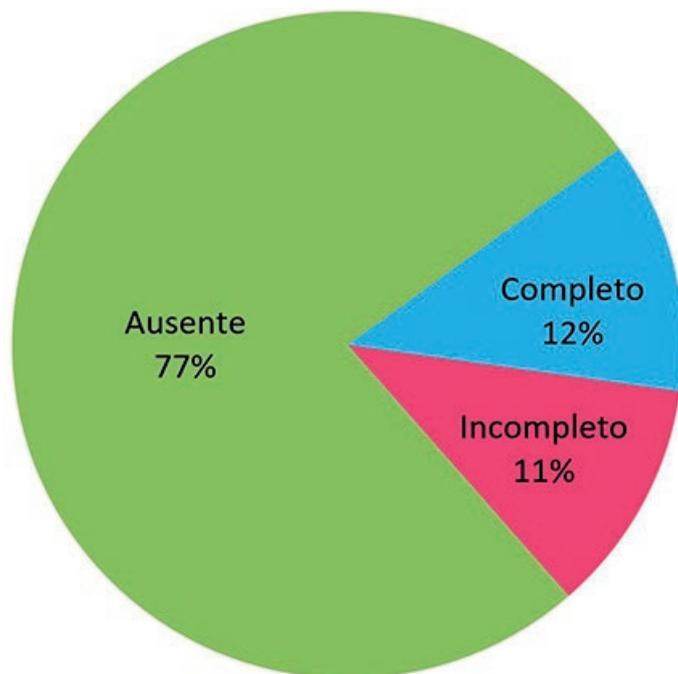


**Fig. 1:** Variaciones de la morfología del PP. A) ausente; B) PP incompleto [espícula superior]; C) PP incompleto [espícula inferior]; D) PP completo

## Resultados

Sobre un tamaño muestral de 556 radiografías de la columna cervical en vista de perfil, encontramos las proporciones que se observan en la **Fig. 2**.

Resulta adecuado destacar que se encontró una forma de calcificación atípica que no se puede incluir dentro de las subcategorías contempladas en PP incompleto, por lo tanto se lo consideró como un criterio de exclusión de la muestra.



**Fig. 2:** Resultado de frecuencias relativas de las morfologías de PP

A partir de estos resultados, se compararon los porcentajes entre los autores consultados, ya sea, entre sí y a su vez con los propios. Para ello, se utilizó una prueba de significación estadística: la comparación de proporciones (Z) con una significación de 0,05. (**Ver Tablas I, II y III**)

Completo	Schilling	Joshi	Cederberg	Perez	Becerra	Nos
Schilling		0,0148	0,187	0,3809	0,021	0,0643
Joshi	0,0148		0,0033	0,0168	0,1465	0,0007
Cederberg	0,187	0,0033		0,0997	0,0025	0,3523
Perez	0,3809	0,0168	0,0997		0,0153	0,0123
Becerra	0,021	0,1465	0,0025	0,0153		<0,0001
Nos	0,0643	0,0007	0,3523	0,0123	<0,0001	

**Tabla I:** Resultados de la comparación estadística entre las prevalencias de PP completo entre los autores de referencia y nuestros resultados.

Incompleto	Schilling	Joshi	Cederberg	Perez	Becerra	Nos
Schilling		0,2224	<0,0001	0,28952	<0,0001	0,26771
Joshi	0,2224		<0,0001	0,11074	<0,0001	0,10604
Cederberg	<0,0001	<0,0001		<0,0001	0,04094	<0,0001
Perez	0,28952	0,11074	<0,0001		<0,0001	0,43979
Becerra	<0,0001	<0,0001	0,04094	<0,0001		<0,0001
Nos	0,26771	0,10604	<0,0001	0,43979	<0,0001	

**Tabla II:** Resultados de la comparación estadística entre las prevalencias de PP incompleto entre los autores de referencia y nuestros resultados.

Total	Schilling	Joshi	Cederberg	Perez	Becerra	Nos
Schilling		0,01961	<0,0001	0,41424	0,00037	0,05306
Joshi	0,01961		<0,0001	0,00865	<0,0001	0,00052
Cederberg	<0,0001	<0,0001		<0,0001	0,00064	<0,0001
Perez	0,41424	0,00865	<0,0001		<0,0001	0,03889
Becerra	0,00037	<0,0001	0,00064	<0,0001		0,0376
Nos	0,05306	0,00052	0,00001	0,03889	0,0376	

**Tabla III:** Resultados de la comparación estadística entre las prevalencias de PP (incluyendo completo e incompleto) entre los autores de referencia y nuestros resultados.

En cuanto a la prevalencia total de PP, para su cálculo se incluyeron tanto la forma incompleta como completa.

Las diferencias estadísticamente significativas entre nuestros resultados y el de otros autores se encontraron específicamente con Joshi ( $p=0,00052$ ),<sup>2</sup> con Cederberg ( $p<0,0001$ ),<sup>1</sup> con Pérez ( $p=0,03889$ )<sup>10</sup> y con Becerra ( $p=0,0376$ ).<sup>11</sup>

A su vez, se halló una diferencia estadísticamente significativa con Joshi<sup>2</sup> en la categoría completo ( $p=0,0007$ ), no así en el incompleto.

Así mismo sucedió con Pérez,<sup>10</sup> encontrando una diferencia estadísticamente significativa en la categoría completo ( $p=0,0123$ ) pero no en el incompleto. Inversamente ha ocurrido con Cederberg,<sup>1</sup> donde la diferencia estadísticamente significativa estuvo en la categoría incompleto ( $p<0,0001$ ) y no en el completo.

Por último, la diferencia con Becerra<sup>11</sup> ha sido encontrada en ambas categorías ( $p<0,0001$ ). No se encontraron diferencias significativas con Schilling<sup>12</sup> en ninguna categoría.

A su vez se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la mayoría de los autores citados anteriormente. Lo mismo ha sido expuesto en las **Tablas I, II y III**

## Discusión

Nuestra búsqueda reveló una prevalencia de PP del 23,56% (de manera completa o incompleta), siendo ligeramente mayor la frecuencia relativa en la forma completa (12,23%) que en la incompleta (11,33%).

Esto marca una diferencia que se ha demostrado estadísticamente significativa con otros autores; una razón por la cual pudo darse esta diferencia es la heterogeneidad entre las poblaciones comparadas.

Por un lado, habiendo diferencias étnicas, ya que cada trabajo fue realizado en países pertenecientes a distintos continentes. A modo de ejemplo, en nuestro estudio sobre el PP encontramos una prevalencia del 23,56%, mientras en Corea del Sur se informó una prevalencia 15,5%,<sup>7</sup> sin embargo en EEUU presentó una prevalencia mayor: 38,03%<sup>1</sup>

Por otro lado, cada trabajo fue realizado con muestras extraídas de una población perteneciente a un sólo centro de salud, en nuestro trabajo corresponde a un hospital de comunidad privado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Con respecto al muestreo, algunos autores analizaron sujetos con una condición clínica específica que impulsó a realizar los estudios, por ejemplo, Cho<sup>7</sup> utilizó muestras de una población con patologías de la columna cervical.

En la literatura podemos encontrar referencias que asocian la presencia de PP con afecciones tales como: insuficiencia vertebrobasilar, cefalea, dolor cervical, migraña y pérdida de audición, entre otros. Por esto, realizar una estadística a partir de pacientes con esta signosintomatología puede llegar a no ser representativa de la presencia de PP en la población general.

En la muestra que obtuvimos para el estudio sobre la presencia de PP en relación a la edad encontramos: un caso de PP incompleto en una niña de 7 años de edad, en un niño de 9 años de edad y en un niño de 11 años de edad; un caso de PP completo en una niña de 11 años de edad y en un niño de 13 años de edad.

Estos hallazgos refuerzan el concepto que la presencia del PP no está en relación a la edad del sujeto. Este interrogante ya había generado incertidumbre, llevando a Vanden Bossche<sup>13</sup> a preguntarse si el PP es producto de una calcificación ectópica o bien de una osificación heterópica.

La osificación heterópica fue descartada ya que no encontró centros de osificación. Por lo tanto, permanece el desconcierto para explicar la presencia de este fenómeno en poblaciones pediátricas y su ausencia en pacientes gerontes.

Otro aspecto a desarrollar es el método por imágenes que se utiliza para evaluar la presencia del PP. Inicialmente se aplicó la radiografía para la detección de este fenómeno.

Luego con el desarrollo de la tomografía computada fue posible estudiarlo en sección y en reconstrucciones bi o tridimensionales, es decir, sin superposiciones.

Cho<sup>7</sup> comparó la sensibilidad de la radiografía y la tomografía, y el resultado fue superior a favor de esta última. Sin embargo, es importante recalcar que no utilizó la misma muestra en ambos métodos de imágenes, lo cual puede ser una fuente de sesgo para comparar la sensibilidad de un método con respecto al otro.

Más allá de estos aspectos, la utilización de radiografías conlleva las siguientes ventajas: es más accesible, tiene menor costo y el sujeto estudiado recibe menor dosis de radiación X, lo cual justifica que sea el primer estudio para estudiar la región cervical en busca de esta variación anatómica.

Por último, se plantea que una vez identificado en una radiografía, si el paciente tiene que ser intervenido quirúrgicamente, debe realizarse una tomografía con reconstrucción 3D de la región tratando de evitar posibles complicaciones en el procedimiento, ya que el PP presenta gran variabilidad en cuanto a su grosor y forma, pudiendo alterar la noción de la anatomía normal.<sup>7</sup>

## Conclusiones

A través de radiografías laterales de columna cervical en su estudio de perfil, pudimos determinar la prevalencia de PP y sus distintos tipos en la población del Hospital Alemán de Buenos Aires.

Resultó una prevalencia del 23,56%, siendo el 11,33% de tipo incompleto y el 12,23% de tipo completo. La variabilidad de prevalencia entre distintos países refuerza la importancia de conocer esta variación anatómica.

En nuestro estudio la prevalencia es mayor que en otros estudios, por lo tanto la relevancia del conocimiento y reconocimiento de este cambio morfológico, no sólo impacta en la propia disciplina, sino también en la práctica profesional de cada día.

## Referencias

1. Cederberg, R. A.; Benson, B. W.; Nunn, M.; English, J. D. *Arcuate foramen: prevalence by age, gender, and degree of calcification*. Clinical Orthodontics and Research 2000; 3(3): 162-167.
2. Joshi, V.; Matsuda, Y.; Kimura, Y.; Araki, K.; Ishida, H. *Evaluation of prevalence and characteristics of ponticulus posticus among Japanese adults: a comparative study between CBCT imaging and lateral cephalogram*. Orthodontic Waves 2018; 77(2): 134-141.
3. Hasan, M.; Shukla, S.; Siddiqui, M. S.; Singh, D. *Posterolateral tunnels and ponticuli in human atlas vertebrae*. The Journal of Anatomy 2001; 199(3): 339-343.
4. Wight, S.; Osborne, N.; Breen, A. C. *Incidence of ponticulus posterior of the atlas in migraine and cervicogenic headache*. Journal of manipulative and physiological therapeutics 1999; 22(1): 15-20.
5. Hong, J. T.; Lee, S. W.; Son, B. C.; Sung, J. H.; Yang, S. H.; Kim, I. S.; Park, C. K. *Analysis of anatomical variations of bone and vascular structures around the posterior atlantal arch using three-dimensional computed tomography angiography*. Journal of Neurosurgery: Spine 2008; 8(3): 230-236.
6. Young, J. P.; Young, P. H.; Ackermann, M. J.; Anderson, P. A.; Riew, K. D. *The ponticulus posticus: implications for screw insertion into the first cervical lateral mass*. JBJS 2005; 87(11): 2495-2498.
7. Cho, Y. J. *Radiological analysis of ponticulus posticus in Koreans*. Yonsei medical journal 2009; 50(1): 45-49.
8. Schillaci, R.; Piedimonte, F.; Soria, M.; Conesa, H. *Anillo Oseo del Atlas: Estudio Anatómico e Implicancias Neuroquirúrgicas en los Abordajes Extremo Laterales al Foramen Magnum*. Revista Argentina de Neurocirugía 1996; 10(1): 31-34.
9. Lamberty, B. G. H.; Zivanovic, S. *The Retro-articular vertebral artery ring of the atlas and its significance*. Acta Anat. 1973; 85(1): 113-122.
10. Pérez, I. E.; Chávez, A. K.; Ponce, D. *Frequency of Ponticulus Posticus in Lateral Cephalometric Radiography of Peruvian Patients*. International Journal of Morphology 2014; 32(1).
11. Becerra Moreira, M. A.; Pacheco Pesantez, D. E. *Prevalencia del Ponticulus Posticus de acuerdo a la clasificación de Cederberg y Stubbs, en pacientes que acudieron a un centro radiológico de la ciudad de Cuenca, en edades de 9 a los 25 años, durante los años 2013 a 2015 (Bachelor's thesis)*. Universidad de Cuenca, Facultad de Odontología. (2017).
12. Schilling, J.; Schilling, A.; Galdames, I. S. *Ponticulus posticus on the posterior arch of atlas, prevalence analysis in asymptomatic patients*. Int J Morphol 2010; 28(1): 317-322.
13. Bossche, L. V.; Vanderstraeten, G. *Heterotopic ossification: a review*. J Rehabil Med 2005; 37(3): 129-136.
14. Miki, T.; Oka, M.; Urushidani, H.; Hirofujii, E.; Tanaka, S.; Iwamoto, S. *Ponticulus Posticus: Its Clinical Significance*. Acta Medica Kinki Univ. 1979; 4(2): 427-30.