



Morfometría de la fosa craneal posterior: Importancia en los abordajes retrocondíleos



Morphometry of the posterior cranial fossa: Importance in retrocondylar approaches



Ganador Premio "Gumersindo Sanchez Guisande 2015" al mejor trabajo de Neuroanatomía

Zimelewicz Oberman, Dan; Pérez Zabala, Joaquín; López, Tomás

Instituto Universitario del Hospital Italiano
Equipo de Disección - II Cátedra de Anatomía
Facultad de Medicina - Universidad Buenos Aires (UBA)
Laboratorio Neuroanatomía División Neurocirugía Hospital de Clínicas
Universidad Buenos Aires (UBA) Buenos Aires - Argentina

E-mail de autor: Daniela I. Dan Zimelewicz Oberman dan.zimelewicz@hospitalitaliano.org.ar

Resumen

Introducción: La FCP está conformada por diversas estructuras neurovasculares que ingresan y salen del neurocráneo a través del foramen magnum, conducto del hipogloso, el foramen yugular y por el conducto auditivo interno. El conocimiento anatómico y morfométrico es fundamental para evitar el daño en esta región durante procedimientos quirúrgicos. Abordajes laterales para acceder a la FCP son frecuentemente utilizados para el tratamiento de patologías localizadas en el FM, CH, FY y CAI. La distancia entre estos forámenes y su contenido son particularmente importantes debido que ellos presentan un sitio de potenciales complicaciones durante el acto quirúrgico.

Objetivos: El propósito de este trabajo es hacer un estudio morfométrico entre la distancia del punto retrocondíleo (PR) hasta los principales forámenes de la fosa craneal posterior y relacionar su importancia con las distintas estructuras neurovasculares que se encuentran en esta región

Materiales y Métodos: En el presente estudio descriptivo transversal analizamos 55 cráneos humanos secos de sexo desconocido de los cuales 39 estudiamos además distintas mediciones del neurocráneo. Medimos la distancia desde el punto retrocondíleo hasta el básion, el borde posterior del conducto del hipogloso, la prolongación de la espina yugular en el hueso occipital del foramen

yugular y el borde posterior del conducto auditivo interno en el hemisferio derecho e izquierdo.

También se registró la presencia del tabique oseo completo del foramen yugular en ambos lados. Además medimos la longitud y el ancho del foramen magnum y del cóndilo del hueso occipital. Todas las mediciones fueron realizadas con un calibre vernier electrónico.

En 3 preparados formolizados al 10% se realizó una disección de la FCP para estudiar la anatomía del ángulo pontocerebeloso y la relación de las estructuras neurovasculares aledañas.

Resultados: Las mediciones del endocráneo, desde el PR hasta el CH, el FY y el CAI la media global de estas distancia fue de 9,57mm, 17,22mm y de 30,17mm respectivamente. En las mediciones del exocráneo la media global de la longitud y el ancho del FM fue de 34,51mm y 29,85mm respectivamente. La longitud y el ancho del CO fueron de 24,55mm y de 12,77mm. La distancia desde el PR hasta el básion fue de 24,43mm

Conclusiones: Los resultados obtenidos en el presente estudio proporcionan información adicional a la morfología de esta región de la base del cráneo, la cual ayudara en reducción de la morbimortalidad durante las intervenciones quirúrgicas.

Palabras clave: fosa craneal posterior, abordaje retrosigmoideo, abordaje extremo lateral, punto retrocondíleo

Abstract

Introduction: The FCP consists of various neurovascular structures entering and leaving the neurocranium through the foramen magnum, hypoglossal canal, the jugular foramen and the internal auditory canal. The anatomical and morphometric knowledge is critical to avoid damage in this region during surgical procedures. Lateral approaches to access the FCP are frequently used for the treatment of pathologies located in the FM, HC, JF and IAC. The distance between these foramina and their contents are

particularly important because they present a site of potential complications during surgery.

Objectives: The purpose of this paper is to study morphometric distance between retrocondileo point (PR) to the main foramen of the posterior cranial fossa and relate their significance to the various neurovascular structures found in this region

Materials and methods: In this cross-sectional study we analyzed 55 dried human skulls of unknown sex which studied 39 different measurements also brain box. We measure the distance from the retrocondileo point to the basion, the back edge of the

hypoglossal canal, extending the spine jugular in the occipital bone of the jugular foramen and the trailing edge of the internal auditory canal on the right and left skull half.

The presence of the complete bony wall of the jugular foramen on both sides was also recorded. In addition we measure the length and width of the foramen magnum and occipital condyle bone. All measurements were made with a vernier caliper mail.

3 prepared formolized 10% of the FCP dissection was performed to study the anatomy of the cerebellopontine angle and the ratio of the surrounding neurovascular structures.

Results: Endocranium measurements from the PR to the HC, the JF and IAC global average of these distance was 9,57mm,

17,22mm and 30,17mm respectively. Exocráneo measurements of global mean length and width of the FM was 34,51mm and 29,85mm respectively. The length and width of the OC were 24,55mm and 12,77mm. The distance from the PR to the basion was 24,43mm

Conclusions: The results obtained in this study provide additional morphology of this region of the skull base information, which will help in reducing morbidity and mortality during surgery.

Keywords: *posterior cranial fossa, retrosigmoid approach, far lateral approach, retrocondyle point*

Introducción

La fosa craneal posterior (FCP) es la porción más amplia, profunda y dorsal de la cavidad interna de la base del cráneo. Es el sitio donde se encuentran numerosas estructuras que regulan las funciones autonómicas vitales, actividades motoras y sensoriales, vías de proyecciones eferentes y aferentes que conectan la cavidad craneal con el conducto raquídeo y los centros para el control del equilibrio y de la marcha.¹

El foramen magno (FM) se encuentra en el centro de la base del cráneo y a través de éste pasa el bulbo raquídeo envuelto por las meninges, el nervio accesorio y el complejo vascular vertebrobasilar.

Anterolateral al FM se encuentra el cóndilo occipital (CO) de cada lado, que participa en la articulación craneovertebral con el atlas.²

El canal del hipogloso (CH) está localizado en el CO y en el borde anterolateral del FM, está rodeado por hueso cortical y da paso al nervio hipogloso, ramas meníngeas de la arteria faríngea ascendente y al plexo venoso que permite una comunicación entre el plexo venoso basilar y el seno marginal.³

El foramen yugular (FY) es un canal largo formado por la porción petrosa del hueso temporal y posterior por el hueso occipital, es la ruta de salida venosa del cráneo.

Hovelacque (1967) fue el primero que propuso la división del foramen yugular en un compartimento anteromedial (parte nerviosa) que transmite el nervio glossofaríngeo, el nervio vago y el nervio accesorio, y un compartimento posterolateral (parte vascular) en el cual el seno sigmoideo sigue como la vena yugular interna.⁴⁻⁵

El conducto auditivo interno (CAI) está localizado en la porción petrosa del hueso temporal y tiene la forma de un foramen oval.

A través de él pasan el nervio facial, el nervio intermedio, el nervio vestibulococlear y la arteria timpánica.⁶

La FCP está conformada por diversas estructuras neurovasculares que ingresan y salen del endocráneo a través de distintos forámenes.

El conocimiento anatómico y morfométrico de esta región son fundamentales para evitar el daño durante procedimientos quirúrgicos.⁴⁻⁷⁻⁸

Abordajes laterales para acceder a la FCP son frecuentemente utilizados para el tratamiento de patologías localizadas en el FM, CH, FY y CAI (9-13). La distancia entre estos forámenes y su contenido son particularmente importantes debido que ellos presentan un sitio de potenciales complicaciones durante el acto quirúrgico (9,14).

El propósito de este trabajo es hacer un estudio morfométrico entre la distancia del punto retrocondíleo (PR) hasta los principales forámenes de la fosa craneal posterior y relacionar su importancia con las distintas estructuras neurovasculares que se encuentran en esta región. El punto retrocondíleo se encuentra en la depresión posterior del cóndilo occipital, en su borde medial. Para validar la frecuencia de este, medimos la distancia entre el PR hasta el básion, punto medio del margen anterior del foramen magnum, teniendo como resultado que no hubo diferencias significativas.

Con la información recabada se expondrá la aplicación anatomoquirúrgica de este estudio para los distintos abordajes de fosa posterior.

Material y métodos

En el presente estudio descriptivo transversal analizamos 55 cráneos humanos secos de sexo desconocido de los cuales 39 estudiamos mediciones del endocráneo.

Medimos la distancia desde el punto retrocondíleo hasta el básión, el borde posterior del canal del hipogloso, la prolongación de la espina yugular en el hueso occipital del foramen yugular y el borde posterior del conducto auditivo interno en el hemicráneo derecho e izquierdo. (Figs. 1 y 2)

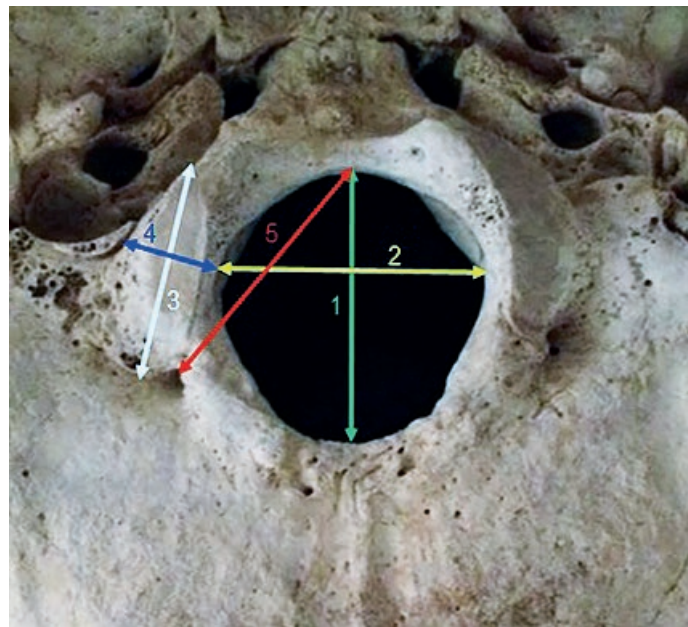


Fig. 1: Vista inferior del exocráneo. Se puede observar las distancias medidas en el exocráneo: Longitud (1) y el ancho (2) del foramen magnum, la longitud (3) y el ancho (4) del condilo occipital y la distancia entre el punto retrocondíleo y el básión (5)

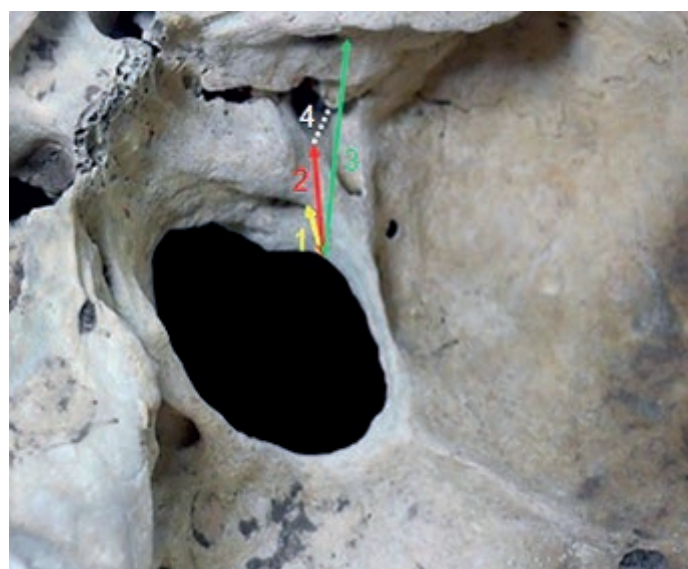


Fig. 2: Vista superior del endocráneo. Se puede observar las distancias medidas en el endocráneo. La distancia entre el punto retrocondíleo y el conducto de hipogloso (1), foramen yugular (2) y conducto auditivo interno (3). Se puede observar la prolongación de la espina yugular en el hueso occipital (4)

También se registró la presencia del tabique óseo completo del foramen yugular en ambos lados. Además medimos la longitud y el ancho del foramen magnum y del condilo del hueso occipital. Todas las mediciones fueron realizadas con un caliper vernier electrónico.

En 3 preparados formolizados al 10% se realizó una disección de la FCP para estudiar la anatomía del ángulo pontocerebeloso y la relación de las estructuras neurovasculares aledañas.

Resultados

El intervalo, la media y la asociación de la desviación estándar de las mediciones tomadas en el exocráneo de la derecha e izquierda del CO y del PR, junto con las del FM se pueden observar en la **Tabla I**.

Distancia (n=55)	Media ± DS (mm)		Intervalo (mm)	
	D	I	D	I
Longitud FM	34,51 ± 2,53		29,08 – 40,95	
Ancho FM	29,85 ± 2,94		24,05 – 38,27	
Longitud CO	24,43 ± 2,56	24,68 ± 2,7	20,55 – 31,33	20,31 – 31,24
Ancho CO	12,68 ± 1,67	12,87 ± 1,75	9,93 – 17,55	10,39 – 17,34
PR – Básión	24,43 ± 1,87	24,43 ± 1,73	20,2 – 28,09	21,04 – 28,47

DS: Desviación estándar; FM: Foramen magnum; CO: Cóndilo del occipital; PR: Punto retrocondíleo

Tabla I: Mediciones del Exocráneo

- La media global y la desviación estándar de las dimensiones del CO son las siguientes: CO longitud y ancho 24,55 ± 2,63mm y 12,77 ± 1,77mm respectivamente.
- La media global y la desviación estándar de la dimensión del PR hasta el básión fue la siguiente: 24,43 ± 1,8mm.
- La media global y la desviación estándar de las dimensiones del FM son las siguientes: FM longitud 34,51 ± 2,53mm y ancho 29,85 ± 2,94mm.

El intervalo, la media y la asociación de la desviación estándar de las mediciones tomadas en el endocráneo de la derecha e izquierda del PR hasta el CH, el FY y el CAI se pueden observar en la **Tabla II**.

Distancia (n=39)	Media ± DS (mm)		Intervalo (mm)	
	D	I	D	I
PR – CH	9,39 ± 1,54	9,76 ± 1,63	6,68 – 12,87	6,38 – 12,54
PR – FY	17,14 ± 1,96	17,31 ± 2,08	13,52 – 22,54	12,47 – 22,58
PR – CAI	30,25 ± 2,95	30,10 ± 2,73	21,73 – 34,78	22,59 – 34,87

DS: Desviación estándar; PR: Punto retrocondíleo, CH: Conducto Hipogloso; FY: Foramen yugular; CAI: Conducto auditivo interno

Tabla II: Mediciones del Endocráneo

- La media global y la desviación estándar de la distancia entre el PR hasta el FY fue la siguiente: PR – FY $17,22 \pm 2,02\text{mm}$.
- La media global y la desviación estándar de la distancia entre el PR hasta el CAI fue la siguiente: PR – CAI $30,17 \pm 2,84\text{mm}$.

No hubo diferencias significativas en los resultados obtenidos del lado derecho e izquierdo.

La tabicación completa del FY se observó en 6 / 39 cráneos (15,38%), siendo 4 (10,25%) del lado derecho y 2 (5,12%) del lado izquierdo.

Luego de la apertura dural en los preparados disecados, observamos que la retracción hacia medial de la superficie lateral del hemisferio cerebeloso permite abordar la zona media del ángulo pontocerebeloso. La movilización hacia arriba y medial del borde inferolateral del cerebelo da acceso a la zona inferior del ángulo pontocerebeloso (por ejemplo, para tratar un tumor del foramen yugular). Observamos que existe una estrecha relación entre la arteria cerebelosa posteroinferior (PICA) y la raíz espinal del nervio accesorio (XI) y la arteria vertebral, por la cual las raíces nerviosas pasan entre las dos arterias para llegar al foramen yugular. Además la arteria vertebral antes de anastomosarse con su contralateral se encuentra inferomedial al CH. (Figs. 3 y 4)

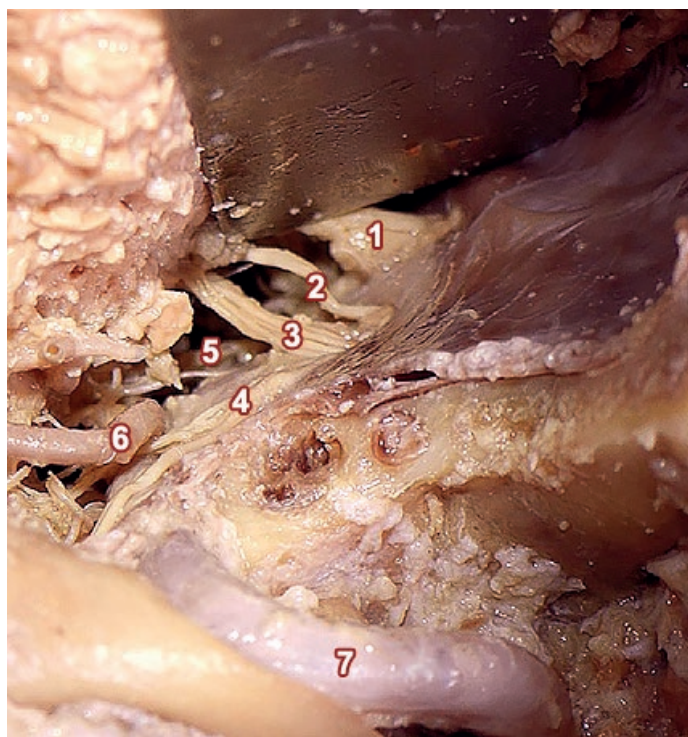


Fig. 3: Vista Posterior del angulopontocerebeloso derecho. Se puede observar desde superior a inferior el nervio vestibulococlear (1), el nervio glossofaríngeo (2), nervio vago (3), nervio accesorio (4), nervio hipogloso (5), la arteria cerebelosa posteroinferior (6) y la arteria vertebral (7)



Fig. 4: Vista posterior de la fosa craneal posterior y la relación entre los pares craneales. Se puede observar ingresando en el conducto auditivo interno el nervio facial y vestibulococlear (1), ingresando en el foramen yugular el nervio glossofaríngeo (2), vago (3) y la raíz bulbar (4) y espinal (5) del nervio accesorio y su relaciones con la porción intradural de la arteria vertebral (6). Por adelante se observe el nervio hipogloso (7) ingresando en el canal hipogloso

Discusión

Un conocimiento detallado y la comprensión de la morfometría de la base del cráneo de la fosa craneal posterior es un prerrequisito para las intervenciones quirúrgicas en esta región, especialmente con el abordaje transcondilar.¹⁵

Muchos abordajes quirúrgicos están relacionados con una alta mortalidad y morbilidad cuando son realizados sin un conocimiento detallado del análisis morfométrico.¹⁵⁻¹⁶

Es fundamental para el neurocirujano este conocimiento para facilitar y mejorar los procedimientos quirúrgicos.

El abordaje suboccipital lateral, también denominado retrosigmoideo, es actualmente la vía de acceso más utilizada para patologías en la región del ángulo pontocerebeloso.¹⁷⁻¹⁸

Este abordaje provee una excelente exposición de los hemisferios cerebelosos, la porción lateral de la protuberancia, la porción más alta del bulbo raquídeo, el complejo vertebro basilar, el FY, el CAI y los pares craneales IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI.¹⁰⁻¹⁹

Sin embargo, el acceso a lesiones que se encuentran en la cara anterolateral del foramen magno se encuentra restringidas por la interposición de la porción escamosa y los

cóndilos del hueso occipital. Estas estructuras óseas pueden ser resecaadas transformando el abordaje suboccipital lateral en un abordaje far – lateral transcondilar. Esto permite un mejor acceso a la región anterior y anterolateral del foramen magnum, otorgando al neurocirujano un mejor ángulo de visualización para las lesiones que se encuentran en esta región.²⁻³⁻⁹⁻¹⁴⁻²⁰

El conocimiento de la localización precisa del CH es importante para la comprensión de las relaciones que presenta con las estructuras alrededor. Además, al fresar el CO es fundamental para el neurocirujano el conocimiento de la profundidad y dirección del CH para evitar la lesión del nervio hipogloso.⁷⁻¹⁵

En el presente estudio la media global y la desviación estándar de la longitud y el ancho del CO fue $24,55 \pm 2,63\text{mm}$ y $12,77 \pm 1,77\text{mm}$ respectivamente. Las mediciones de la longitud y ancho son comparables con los resultados obtenidos por otros autores previos $23,04\text{mm}$ y $10,06\text{mm}$ respectivamente.²¹⁻²⁵

En el presente estudio la media global y la desviación estándar de la distancia PR – CH fue de $9,57 \pm 1,58\text{mm}$. Estas mediciones están similares a los valores obtenidos por Kalthur SG et. al (24) $9,05 \pm 1,8\text{mm}$. Sin embargo estas distancias difieren y son más bajas de acuerdo con las mediciones obtenidas por Muthukumar, N. et al. y Barut, N. et. al $12,6\text{mm}$ y $12,5\text{mm}$ respectivamente.²³⁻²⁵

La media global y la desviación estándar de la distancia entre el PR – Básión en el presente estudio fue de $24,43 \pm 1,8\text{mm}$. Los resultados obtenidos por Kalthur SG et al. $27,5 \pm 2,4\text{mm}$,²⁴ son comparables con los de nuestro estudio.

En procedimientos como la exposición a través del abordaje extremo lateral infrayugular transcondilar transtuberular, la perforación del tubérculo yugular es necesario.²⁶

Lesiones a las estructuras neurovasculares adyacentes al FY pueden ocurrir si la anatomía de esta región no está completamente entendida. La distancia media global y la desviación estándar entre el PR – FY en el presente estudio fue de $17,22 \pm 2,02\text{mm}$. Estas mediciones fueron similares a las de otros autores $15,81 \pm 2,5\text{mm}$.

En este estudio los resultados obtenidos de la longitud y ancho del FM fueron $34,51 \pm 2,53\text{mm}$ y $29,85 \pm 2,94\text{mm}$ respectivamente. Nuestro resultados son comparables a la media de la longitud y ancho obtenidos por Murshed, KA et al. y autores previos, $35,9 \pm 3,29\text{mm}$ y $30,4 \pm 2,59\text{mm}$ respectivamente.⁸⁻²⁷⁻²⁸

Conclusión

Consideramos que el conocimiento anatómico de la morfometría de la fosa craneal posterior es de fundamental importancia para radiólogos intervencionistas y neurocirujanos a la hora de realizar abordajes en el ángulo pontocerebeloso o en la hora de fresar el cóndilo del hueso occipital, con el objetivo de evitar posibles complicaciones relacionadas con la lesión de alguna estructura aledaña a estos forámenes o de lesionar el nervio hipogloso en el momento de resecaar el hueso occipital.

En el presente trabajo se realizó un análisis morfométrico del FM y CO, y la distancia entre los forámenes de la FCP. La variación de las mediciones de la longitud y el ancho del FM, también informada en estudios previos, es independiente a la distancia de las distintas mediciones realizadas en el trabajo.

En comparación con otros estudios se obtuvieron resultados similares y diferentes en las mediciones. Los resultados obtenidos en el presente estudio proporcionan información adicional a la morfología de esta región de la base del cráneo, la cual ayudara en la reducción de la morbimortalidad en las intervenciones quirúrgicas.

Referencias

1. Rhoton, A.L. *Cerebellum and fourth ventricle*. Neurosurgery [Internet]. 2000 Sep [cited 2015 Apr 17];47(3 Suppl):S7–27. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10983303>
2. Rhoton, A.L. *The Foramen Magnum*. Neurosurgery [Internet]. 2000 Sep;47(Supplement):S155–S193. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?site=WKPTLP:landingpage&an=00006123-200009001-00017>
3. Voyvodic, F. *The hypoglossal canal: Normal MR enhancement pattern*. Am J... [Internet]. 1995 Mar [cited 2015 Jun 11];66(3 Suppl):104–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20173511>
4. Patel, R.; Mehta, C. *Morphometric study of Jugular Foramen at base of the skull in South Gujarat region*. IOSR J Dent Med Sci [Internet]. 2014;13(9):58–61. Available from: <http://www.iosrjournals.org/iosr-jdms/papers/Vol13-issue9/Version-7/K013975861.pdf>
5. Krishnamurthy KCRLGLNA. *Morfometría del foramen yugular en cráneos humanos secos del sur de la India*. Rev ARGENTINA...2011;2(3):85 – 88.
6. Marques, S.R.; Ajzen, S.D.; Ippolito, G.; Alonso, L.; Isotani, S.; Lederman, H. *Morphometric analysis of the internal auditory canal by computed tomography imaging*. Iran J Radiol [Internet]. 2012 Jun [cited 2015 May 27];9(2):71–8. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3522352&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
7. Magnum, F.; Kizilkanat, E.D.; Boyan, N.; Soames, R.; Oguz, O. *Morphometry of the Hypoglossal Canal, Occipital*. 2006;16(3):121–5.
8. Kanodia, G.; Parihar, V.; Yadav, Y.R.; Bhatele, P.R.; Sharma, D. *Morphometric analysis of posterior fossa and foramen magnum*. J Neurosci Rural Pract [Internet]. 2012 Sep

[cited 2015 May 18];3(3):261–6. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3505313&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

9. Flores, B.; Boudreaux, B.; Klinger, D. *The far-lateral approach for foramen magnum meningiomas*. Neurosurg... [Internet]. 2013 [cited 2014 Oct 21];35(December):1–10. Available from: <http://thejns.org/doi/abs/10.3171/2013.10.FOCUS13332>

10. Campero, A.; Herrera, D.; Ajler, P. *Abordaje retrosigmoideo*. Rev ARGENTINA ... [Internet]. 2014 [cited 2014 Oct 6];28:114–9. Available from: http://www.aanc.org.ar/revista/files/PDFS/NC_28_03.pdf#page=55

11. George, B.; Dematons, C.; Cophignon, J. *Lateral approach to the anterior portion of the foramen magnum. Application to surgical removal of 14 benign tumors: Technical note*. Surg Neurol [Internet]. 1988 Jun [cited 2014 Oct 14];29(6):484–90. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3375978>

12. James, K.; Liu, M.D.; William, T. Couldwell, M.D.P. *Far-lateral transcondylar approach: surgical technique and its application in neurenteric cysts of the cervico-medullary junction*. Neurosurg Focus [Internet]. 2005;18. Available from: <http://thejns.org/doi/pdf/10.3171/foc.2005.19.2.10>

13. Rhoton, A.L. *The Foramen Magnum. Neurosurgery* [Internet]. 2000 Sep;47(Supplement):S155–S193. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00006123-200009001-00017>

14. Štimac, D. ; Koruga, N.; Sekhar, N. *Vertebrobasilar junction aneurysm: surgical treatment via far lateral transcondylar approach*. Neurol Croat [Internet]. 2011 [cited 2015 Jun 11];60. Available from: <http://neurologiacroatica.com/en/pdf/01-58-a5.pdf>

15. Katsuta, T.; Toshio, M.; Hung, T.; Wen, R, L.A. Rhoton chypo.pdf. 2000. p. 206 – 210.

16. Wanebo, J.E.; Chicoine, M.R. *Quantitative analysis of the transcondylar approach to the foramen magnum. Neurosurgery* [Internet]. 2001 Oct [cited 2015 Jun 11];49(4):934–41; discussion 941–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11564256>

17. Jr AR. *The cerebellopontine angle and posterior fossa cranial nerves by the retrosigmoid approach. Neurosurgery* [Internet]. 2000 [cited 2015 Apr 17];47(3). Available from: http://journals.lww.com/neurosurgery/Abstract/2000/09001/The_Cerebellopontine_Angle_and_Posterior_Fossa.13.aspx

18. Samii, M.; Turel, K.E.; Penkert, G. *Management of seventh and eighth nerve involvement by cerebellopontine angle tumors*. Clin Neurosurg [Internet]. 1985 Jan [cited 2014 Oct 24];32:242–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3933876>

19. Campero, A.; Ajler, P.; Emmerich, J. *Abordajes neuroquirúrgicos al cerebro y la base del cráneo*. Ediciones. 2013.

20. Dowd, G.; Zeiller, S.; Awasthi, D. *Far lateral transcondylar approach: dimensional anatomy*. Neurosurgery [Internet]. 1999 [cited 2015 Jun 11];45(July). Available from: http://journals.lww.com/neurosurgery/Abstract/1999/07000/Far_Lateral_Transcondylar_Approach__Dimensional.23.aspx

21. Schwaber, M.K.; Netteville, J.L.; Maciunas, R. *Microsurgical anatomy of the lower skullbase. A morphometric analysis*. Am J Otol [Internet]. 1990 Nov [cited 2015 Jun 11];11(6):401–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2285059>

22. Naderi, S.; Korman, E.; Citak, G.; Güvencer, M.; Arman, C.; Senoglu, M. et al. *Morphometric analysis of human occipital condyle*. Clin Neurol Neurosurg [Internet]. 2005 Apr [cited 2015 Jun 11];107(3):191–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15823674>

23. Muthukumar, N.; Swaminathan, R. ; Venkatesh, G.; Bhanumathy, S.P. *A morphometric analysis of the foramen magnum region as it relates to the transcondylar approach*. Acta Neurochir (Wien) [Internet]. 2005 Aug [cited 2015 Jun 11];147(8):889–95. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15924208>

24. Kalthur, S.G.; Padmashali, S.; Gupta, C.; Dsouza, A.S. *Anatomic study of the occipital condyle and its surgical implications in transcondylar approach*. J craniovertebral junction spine [Internet]. 2014 Apr [cited 2015 Jun 11];5(2):71–7. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4158634&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

25. Barut, N.; Kale, A.; Turan Suslu, H.; Ozturk, A.; Bozbuga, M.; Sahinoglu, K. *Evaluation of the bony landmarks in transcondylar approach*. Br J Neurosurg [Internet]. 2009 Jun [cited 2015 Jun 11];23(3):276–81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19533459>

[pubmed/19533459](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19533459)

26. Spektor, S.; Anderson, G.J.; McMenomey, S.O.; Horgan, M.A.; Kellogg, J.X.; Delashaw, J.B. *Quantitative description of the far-lateral transcondylar transtuberular approach to the foramen magnum and clivus*. J Neurosurg [Internet]. Journal of Neurosurgery Publishing Group; 2000 May 13 [cited 2015 Jun 11];92(5):824–31. Available from: <http://thejns.org/doi/abs/10.3171/jns.2000.92.5.0824>

27. Murshed, K. *Morphometric evaluation of the foramen magnum and variations in its shape: a study on computerized tomographic images of normal adults*. Turkish J... [Internet]. 2003 [cited 2015 Jun 11];33:301–6. Available from: <http://mistug.tubitak.gov.tr/bdyim/abs.php?dergi=sag&rak=0306-8>

28. Osunwoke, E.; Oladipo, G. *Morphometric analysis of the foramen magnum and jugular foramen in adult skulls in southern Nigerian population*. Am J Sci Ind Res [Internet]. 2012 Dec [cited 2015 May 18];3(6):446–8. Available from: <http://www.scihub.org/AJSIR/PDF/2012/6/AJSIR-3-6-446-448.pdf>