

**FEATURES OF TOPOGRAPHY AND MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS  
OF THE VENTRAL PETROSAL SINUS OF THE DOG**

Petro Mohyla Black Sea National University (Mykolaiv, Ukraine)

[chernov1965@gmail.com](mailto:chernov1965@gmail.com)

*Circulation of venous blood and cerebrospinal fluid through the cerebral venous collectors of the dura mater of the brain has specific functional features associated with the topographic and anatomical relationships of the sinuses with the bones of the skull. The specific feature of the sinus-venous formations in dogs is of significant importance, where the passage of parts of the collectors through the channels formed by the inner plate of the bones of the skull is observed. Another feature of the spatial organization of the meningeal sinuses indicates the presence of pronounced anastomoses between the systems of the dorsal group, the systems of the ventral group based on the skull and the extracranial venous systems. It is the latter that will form the main systems and mechanisms of the directions of venous movement from the cranial cavity, and in pathological conditions – their own mechanism for the development of inflammatory processes based on the dog's brain. The paucity of morphological studies in this area prompted us to establish a certain balance of morphological information regarding the spatial and structural organization of the sinuses of the dura mater of the base of the dog's skull, and our results can simultaneously be considered as an experimental model for scientific research.*

*The aim of the work was to determine the morphological features of the ventral petrosal sinus of a dog at the macroscopic level. To achieve this goal, we used preparations obtained by the corrosion method of the venous bed of mongrel dogs. The models were scanned and their 3-D images were obtained, which made it possible to determine the morphometric indicators as comprehensively as possible. The approximation method helped us in this with the subsequent statistical analysis of the obtained data.*

*On corrosion preparations, it was established that the ventral petrosal sinus (VPS) in dogs is a caudal continuation of the cavernous sinus (CvS) and is represented by short right and left axillary trunks of a cylindrical shape. As we noted in previous studies, at the level of the back of the Turkish saddle, the free caudal sections of the right and left cavernous venous tract change direction at an obtuse angle, diverge laterally and are directed to the base of the posterior cranial fossa. After a significant decrease in diameter, the cavernous collector on each side passes into the right and left VPS, which are located in the petro-occipital bone canal. These features prompted us to its comprehensive morphological analysis. The following features were determined depending on the weight groups of animals: the formation of the entrance to the bone canal, the morphometric indicators of its walls and the formation of the fusion of the petro-occipital with the jugular canal, which opens on the outer surface of the base of the skull. In corrosion models, we have established numerous anastomotic venous connections with the sigmoid venous sinuses, through which blood flows to the intracranial and extracranial veins of the head and the internal jugular vein.*

*Thus, the VPS in dogs macroscopically on corrosion preparations is represented by three sections: 1 – pre-canal, which anastomoses with the caudal ends of the cavernous sinus at the level of their narrowing, 2 – canal, which is located in the petro-occipital bone canal and 3 – jugular, which merges with the sigmoid sinus (SgS) with the subsequent formation of the internal jugular vein before exiting to the outer surface of the skull base. At the end of the morphological study of the dog's VPS, we conducted a comprehensive analysis of the morphometric indicators of its angles of transition into the posterior cranial fossa, the length, width and height of each of its sections, determined the diameter, as well as the cross-sectional area of each weight group of animals. Morphometric results after processing with statistical programs were entered into a table.*

**Key words:** dog, ventral petrosal sinus, sinus sections, venous anastomoses, morphometry.

**Connection of the publication with planned research works.**

The presented study is a fragment of the scientific research work of the Department of Anatomy, Clinical Anatomy, Pathomorphology and Forensic Medicine of the Petro Mohyla Black Sea National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine "Morphology of the sinuses of the dura mater of the human brain and laboratory animals in ontogenesis", state registration number 0124U002164.

**Introduction.**

The dura mater sinuses (DMS) are the most complex structures among all components of the vascular system of humans and animals. From a structural and functional point of view, they play a leading role in the regulation of intracranial pressure, ensuring the main and collateral outflow of blood and cerebrospinal fluid from the cranial

cavity. Located between the brain tissues and the bones of the skull, the venous sinuses form numerous anastomotic connections with both internal and extracranial veins [1].

The DMS also acts as an intermediary between the cerebral arteries and venous collectors during the drainage of cerebrospinal fluid through the system of dura mater spaces and pachyon granulations from the cranial cavity to the system of extracranial venous trunks and plexuses [2].

The established features of cerebral venous outflow are often associated with the existing developed anastomotic connections with the systems of intracranial and extracranial venous plexuses of the dog. They deepen the understanding of the influence of physical factors on the formation of the directions of movement of venous

blood and cerebrospinal fluid in the closed bone cavity of the skull [3, 4].

The directions of blood movement will certainly be influenced by such anatomical features as the structure of the walls of the sinuses, the absence of valves, the cross-sectional area and the passage of parts of the sinuses in the bone canals [5]. It is the latter phenomenon that is present in dogs, which complicates diagnostic studies and surgical interventions, which, according to researchers, have significantly increased over the past 20 years [6].

Literature data indicate the presence of three main types of blood flow directions in the venous collectors of the DMS in different species of mammals: jugular, vertebral and mixed, which is present in rats, dogs and humans. Therefore, it can be assumed that the existing blood outflow systems should have not only their own directions, but also the conditions for the formation and mechanisms of the spread of pathological processes in the closed cranial space inherent to each type [7]. It is the latter that can affect the change in the directions of blood flow from the brain, as redistributive compensatory processes during adaptation [8]. Having a formed nervous complex of reflexogenic zones of the DMS and its derivatives, one cannot exclude a pronounced regulatory component that actively participates not only in the regulation of cerebral, but also systemic blood circulation and respiration.

The results of our study can simultaneously be considered as an experimental model in scientific research. Thus, a number of studies were devoted to the assessment of radiation exposure and diagnosis of ectopic adrenocorticotropin-dependent formations in the bilateral inferior petrosal sinuses for material collection and differentiation of the latter from pituitary disorders in Cushing's syndrome [9, 10].

The most complex anatomical feature of the venous collectors is their walls, which are in contact with the periosteal and meningeal layers of the DMS. At least one of the walls is tightly adjacent to the inner surface of the skull bones. Therefore, from a clinical point of view, the most difficult to study, and therefore the most important for the diagnosis of diseases associated with cerebral circulation disorders, thrombosis and infection, are the venous sinuses of the base of the skull. A number of researchers who develop and implement surgical accesses to the sinuses of the base of the skull or specialists who interpret their images emphasize the importance of in-depth knowledge of their anatomy, the development of pathological processes and the organs involved in this. Thus, in neurosurgical observation, using standard diagnostic systems, the authors investigated the anatomical and clinical significance of the petrosal sinus and established that the superior petrosal sinus is important in many neurosurgical approaches and pathological formations [11].

Our observations of literary sources indicate the concern of scientists about the complexity of the study of intracranial venous formations and a certain lack of scientific data regarding the study of the morphological features of the spatial organization of the sinuses of the base of the dog's skull. A special place is occupied by morphological studies of venous collectors located in bone canals, among which the VPS occupies the main place at the base of the skull [12]. In a well-known fun-

damental monograph on the anatomy of the dog, it is stated that the VPS connects to the internal jugular vein by the emissary vein of the jugular foramen, and caudal to the emissary vein, the VPS anastomoses with the sigmoid sinus in front of the connection with the basilar sinus [13]. Thus, there is no clear topographic definition of the parts of the VPS.

In addition to the topographic and anatomical features of the parts of the VPS, the questions of the morphology of venous anastomoses with groups of ventral cerebral veins remain unsolved, and the morphometric indicators of the VPS are completely episodic [14].

**The aim of the study.**

To establish macroscopic morphological features and morphometric indicators of the departments of the VPS of a dog according to the data of corrosive preparations.

**Object and research methods.**

To study the morphology of the spatial organisation of the dura mater of the brain in the base of the dog's skull, museum specimens from the Department of Anatomy of our university were used. Corrosion preparations of the vascular venous bed of the head were made after retrograde filling of the venous system with a mixture of dental plastic and its polymerization. The obtained models were scanned with subsequent obtaining of 3-D images, which opened up the possibility of conducting morphological studies of all surfaces of the sinus, rotating the image around many axes. Visual and morphometric analysis of linear dimensions and weight indicators of animals allowed to form 4 study groups of 9 corrosive preparations in each. Morphometric studies were carried out by the already well-proven approximation method, which allows obtaining numerical characteristics of high accuracy by constructing the least squares. Statistical processing of morphometric indicators was carried out using software with the determination of the arithmetic mean (M), standard deviation ( $\sigma$ ) and the average error of the arithmetic mean (m).

**Research results and their discussion.**

According to the obtained corrosion preparations of the venous cerebral sinuses of the DMS dog, the VPS is a caudal continuation of the CvS, which forms an anastomosis with the ventral end of the sigmoid sinus and indi-

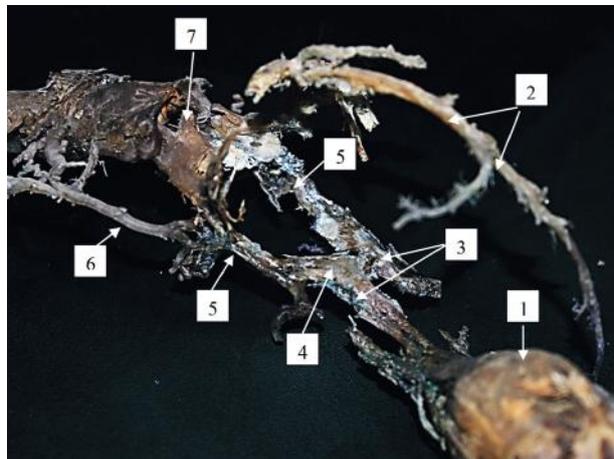


Figure 1 – Corrosion preparation of cerebral venous sinuses of a dog. Macrophoto. Designations: 1 – orbital venous sinus, 2 – dorsal sagittal sinus, 3 – rostral part of the cavernous sinus, 4 – caudal part of the cavernous sinus, 5 – ventral petrosal sinus, 6 – vertebral vein, 7 – dorsal part of the spinal venous plexus.

**Table 1 – Indicators of lateral angles in dogs of different groups (in °)**

Group of preparations	Angle indicators	Min	Max	M	$\sigma$	m
1 group		–	–	–	–	–
2 group		20.98	22.73	21.84	0.62	0.56
3 group		46.22	48.0	47.54	0.86	0.74
4 group		87.83	89.59	88.68	0.58	0.50

rectly connects to the internal ventral vertebral venous plexus (fig. 1).

The VPS is mostly located in the petro-occipital canal and is an intraosseous caudolateral continuation of the cavernous sinus. The VPS topographically corresponds to the borders of the posterior cranial fossa, from the ventral surface of the brain and occupies a precentral position on the base of the skull.

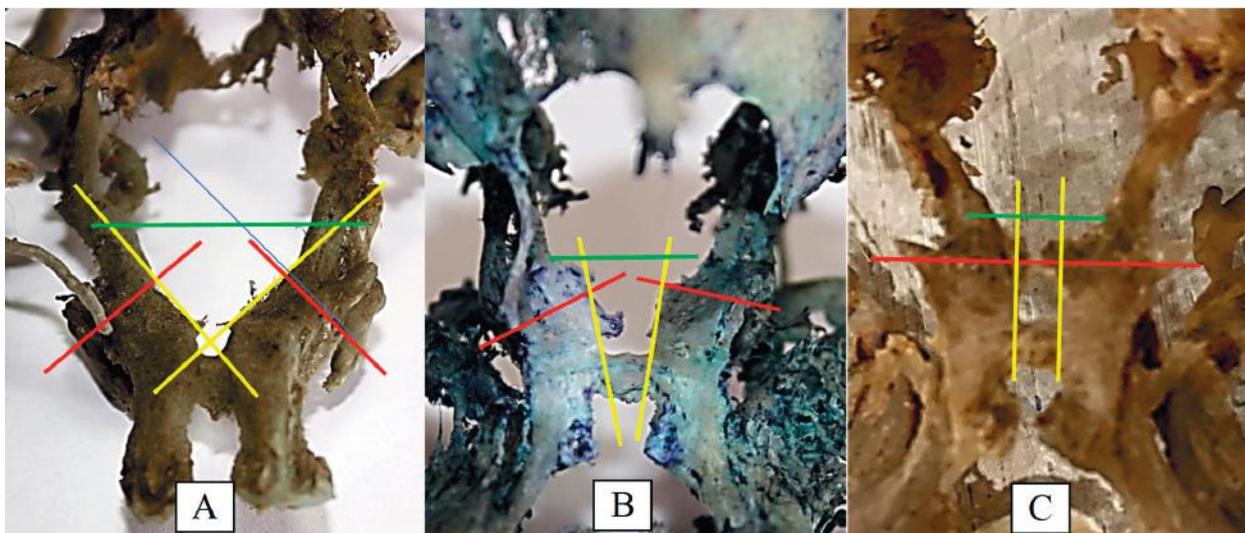
The caudal parts of the right and left CvS at the level of the posterior edge of the posterior intercavernous sinus deviate laterally and somewhat downwards, and at

an obtuse angle topographically pass into the area of the posterior cranial fossa. The angles of lateral deviation of the posterior part of the CvS formed in the horizontal plane in different weight groups of animals ranged from 20.98° to 89.59° (table 1). Skeletotopically this corresponded to the level of the dorsum sella turcica.

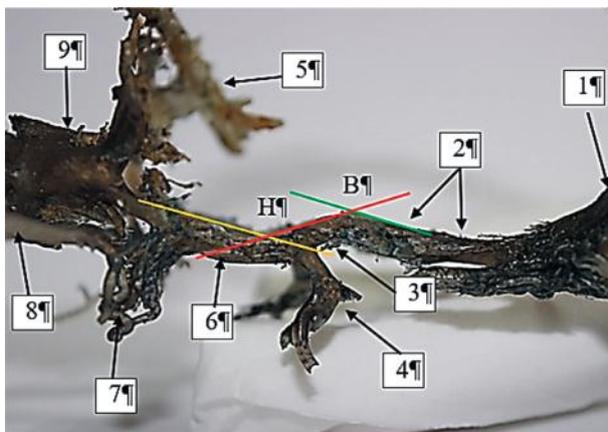
The morphological feature of the transition of the CvS to the VPS was the lateral deviation of the caudal parts of the CvS, the angle of which gradually decreases from group IV (the largest weight and height indicators of animals) (fig. 2A) to group II with the lowest morphometric indicators (fig. 2B), and in group IV of corrosion models the angle of divergence of the caudal parts of the VKP was almost absent (fig. 2C).

In addition to the bilateral angle formed in the horizontal plane, the caudal parts of the CvS pass from the middle cranial fossa into the posterior fossa, which is deeper and larger. Therefore, another angle is formed, but in the sagittal plane (fig. 3).

The apex of this angle falls on the posterior edge of the posterior intercavernous sinus, so we called it the



**Figure 2 – Features of bilateral divergence of the caudal parts of the cavernous sinuses of a dog. Macrophoto.** Designations: red lines – the diameter of the sinus, yellow lines – the medial edges forming the angle of bilateral divergence, green lines – the distance between the right and left ventral petrogyphs. Scheme.



**Figure 3 – Corrosion preparation of the sinuses of the base of the skull. Macrophoto.** Designations: 1 – orbital venous sinus, 2 – rostral and central parts of the left cavernous sinus, 3 – temporal sinus, 4 – emissary vein of the carotid canal, 5 – distal part of the transverse sinus, 6 – ventral petrosal sinus, 7 – internal jugular veins, 8 – vertebral vein, 9 – spinal venous plexus. B – upper, H – lower corner. Green line – plane of the CvS, yellow line – plane of the VPS, red line – slope of the transition to the posterior cranial fossa. Scheme.

right angle (fig. 3B). Between the plane of the VPS in the petro-occipital canal and the slope of the transition of the CvS into the posterior cranial fossa, the lower angle of the sinus tract is formed (fig. 3H). Morphometric analysis of corrosion patterns revealed the presence of upper and lower angles in all cases in each group of preparations. The measurements of the upper angle ranged from 142.55° to 145.79° (M=143.99,  $\sigma$ =1.08, m=0.96), and the lower angle was from 146.99 to 149.2 (M=143.99,  $\sigma$ =0.89, m=0.8). Such indicators are characteristic of each group of the study.

The place of transition of the caudal parts of the CvS into the initial (precanal) section of the VPS is morphologically determined by a decrease in width and a change in shape from flattened (caudal parts of the CvS) to rounded (precanal section of the VPS). The precanal section of the VPS in all studied groups began from the medial parts of the CvS, and the emissary veins begin from the lateral surfaces of the caudal parts (fig. 4A). Among them, the largest anastomosis is the emissary vein of the carotid artery, which lies in the carotid canal,

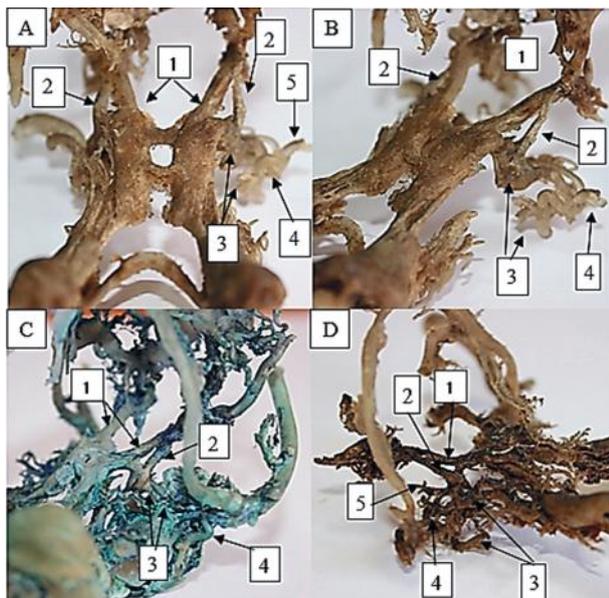


Figure 4 – Corrosive preparations of the sinuses of the base of the skull of a dog of different groups. Macrophoto. Designations: 4 A – group IV, 4 B – group III, 4 C – group II, 4 D – group I. 1 – initial (pre-canal) section, 2 – emissary vein of the carotid artery, 3 – first group of emissary veins – return, 4 – second group – anastomoses of the ventro-lateral direction, 5 – third group of emissary veins of the caudo-lateral direction.

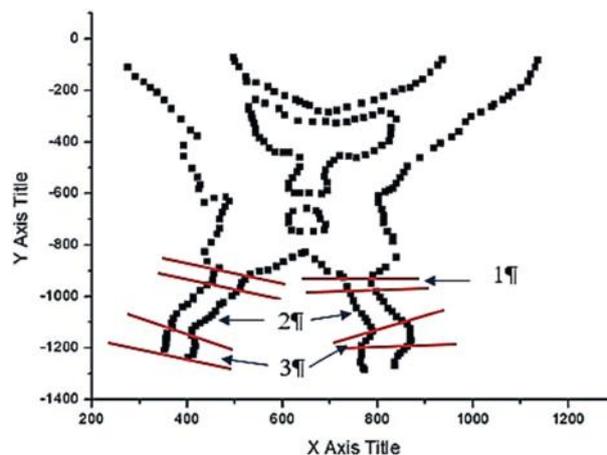


Figure 5 – Graphic representation of a corrosion preparation by the approximation method with defined topographic sections of the VPS for morphometry. Designations: 1 – pre-canal section, 2 – intracanal section, 3 – jugular section.

more pronounced than the groove of the base of the occipital bone. Here, the VPS on corrosion preparations acquires a rounded shape. In all groups of observations, we did not observe any branches, changes in diameter, or venous anastomoses in the intracanal section of the VPS. They differed in different groups of preparations only in morphometric indicators of length, height and width.

Table 2 – Morphometric parameters of the ventral petrosal sinus of the dog (in mm)

Group	Number of animals	Length VPS						Width VPS						Height VPS					
		left			right			left			right			left			right		
		M	$\sigma$	m	M	$\sigma$	m	M	$\sigma$	m	M	$\sigma$	m	M	$\sigma$	m	M	$\sigma$	m
1	9	12,12	0,27	0,24	11,39	0,32	0,26	4,19	0,23	0,22	3,45	0,22	0,20	3,18	0,11	0,09	3,00	0,15	0,09
2	9	11,32	0,89	0,78	10,17	0,36	0,36	3,39	0,17	0,14	3,54	0,17	0,15	2,90	0,13	0,09	2,97	0,05	0,05
3	9	8,82	0,70	0,61	9,50	0,50	0,50	2,89	0,46	0,40	2,70	0,05	0,05	2,31	0,10	0,09	2,47	0,08	0,07
4	9	6,01	1,27	1,11	6,96	1,36	1,36	1,91	0,07	0,07	2,15	0,07	0,06	2,20	0,31	0,27	1,71	0,17	0,15

which contains the internal carotid artery and is located parallel and lateral to the adjacent petro-occipital canal (fig. 4B). This anastomosis connects the same sinuses (CvSand SgS) as the ventral petrosalsinus.

The following groups of anastomotic veins, departing from the lateral part of the dorsal part of the CvS, can be divided, according to the direction of their course, into three groups. The first group is the return veins, passes under the apex of the pyramid in a rostral ventrolateral direction and goes to the foramen ovale of the middle cranial fossa (fig. 4C). The second group of anastomoses is directed in a ventrolateral direction, also passes under the apex of the pyramid and goes to the ragged opening through which it leaves the middle cranial fossa and goes to the external base of the skull.

The third group of emissary veins has a caudo-lateral direction and is directed to the entrance to the trigeminal nerve canal, and then goes towards the foramen ovale (fig. 4D). Most likely, these veins accompany the third branch of the trigeminal nerve.

The next (second) section of the VPS is characterized by a caudal latero-ventral direction of the course in the middle of the bone canal, which received its own name – the VPS canal (petro-occipital canal). The latter is formed by the connection of the posterior edge of the pyramid and the anterior-lateral edge of the base of the occipital bone. Therefore, two of its halves actually participate in the formation of the complete canal – one groove from the posterior edge of the petrous part, it is smaller and

After entering the bone canal, the VPS no longer appears in the posterior cranial fossa, and heading towards the jugular foramen, it passes into its third section, which we called jugular due to the formation of the fusion of the VPS with the SgS in the jugular foramen and the formation of the initial section of the internal jugular vein. Through the existing complex of emissary veins, blood flows to the veins of the head, neck and internal jugular vein.

The final stage of our work was the establishment of morphometric indicators of the VPS of *Canis familiaris*. Above, we noted the existing morphological features of the three identified VPS sections, however, we present calculations only for the second (intracanal) section due to the significant variability of the pre-canal and jugular sections, associated with pronounced anastomotic venous formations. On the obtained digital images of the VPS, we were able to morphologically determine its departments, from the beginning of the outflow to the fusion with the SgS (fig. 5).

The obtained morphometric parameters are given in table 2.

**Conclusions.**

A detailed morphological analysis of the ventral petroglyphic sinus of *Canis familiaris* was carried out using corrosive preparations. The pre-canal, intracanal and jugular sections of the VPS were determined for the

first time, their boundaries were determined. Groups of anastomotic venous formations were established, their topography was determined. Morphometric indicators of the main section of the ventral petrogyphic sinus were obtained for different groups of animals.

### Prospects for further research.

We consider the study of the structural organization of the VPS walls, the features of anastomotic connections with the veins of the head and neck, and the features of the formation of a holistic system of sinus-venous basins of the base of the dog's skull to be a promising direction for further research.

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-419-428

УДК 611.819.5.013:612.08

Зюзін Д. В., Черно В. С., Гаврилюк І. М., Пшиченко В. В.

### ОСОБЛИВОСТІ ТОПОГРАФІЇ ТА МОРФОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНТРАЛЬНОЇ КАМ'ЯНИСТОЇ ПАЗУХИ СОБАКИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили (м. Миколаїв, Україна)

[cherno1965@gmail.com](mailto:cherno1965@gmail.com)

*Циркуляція венозної крові та ліквору шляхами мозкових венозних колекторів твердої оболони головного мозку має специфічні функціональні особливості, пов'язані з топографо-анатомічними взаємовідносинами пазух з кістками черепа. Суттєвого значення набуває видова особливість пазушно-венозних утворень у собак, де спостерігається проходження частин колекторів через сформовані внутрішньою пластинкою кісток черепа канали. Інша особливість просторової організації менінгіальних пазух свідчить про наявність виражених анастомозів між системами дорсальної групи, системами вентральної групи на основі черепа та позачерепними венозними системами. Саме останні будуть формувати основні системи і механізми напрямків венозного руху із порожнини черепа, а патологічних умовах – свій механізм розвитку запальних процесів на основі головного мозку собаки. Обмаль морфологічних досліджень зазначеного напрямку спонукала нас встановити певний баланс морфологічних відомостей щодо просторової і структурної організації пазух твердої оболони головного мозку основи черепа собаки, а наші отримані результати одночасно можна розглядати як експериментальну модель наукових досліджень.*

*Метою роботи стало визначення морфологічних особливостей вентральної кам'янистої пазухи собаки на макроскопічному рівні. У досягненні мети ми використовували препарати, отримані корозійним методом, венозного русла безпородних собак. Моделі сканували та отримували їх 3-D зображення, що дало можливість максимально всебічно визначити морфометричні показники. В цьому нам допоміг метод апроксимації з подальшим статистичним аналізом отриманих даних.*

*На корозійних препаратах було встановлено, що вентральна кам'яниста пазуха (ВКП) у собак є каудальним продовженням печеристої пазухи (ПчП) і представлена короткими правим і лівим пазушними стволами циліндричної форми. Як було нами зазначено у попередніх дослідженнях, на рівні спинки турецького сідла, вільні каудальні відділи правого і лівого печеристого венозного тракту змінюють напрямок під тупим кутом, розходяться латерально і направляються на основу задньої черепної ямки. Після суттєвого зменшення діаметру кавернозний колектор з кожного боку переходять в праву і ліву ВКП, які розташовується в кам'янисто-потиличному кістковому каналі. Ці особливості спонукали нас до його всебічного морфологічного аналізу. Були визначені такі особливості в залежності від вагових груп тварин: формування входу в кістковий канал, морфометричні показники його стінок та формування злиття кам'янисто-потиличного з яремним каналом, що відкривається на зовнішній поверхні основи черепа. На корозійних моделях нами встановлені чисельні анастомотичні венозні зв'язки з сигмовидними венозними пазухами, по яких кров перетікає до внутрішньочерепних та позачерепних вен голови та внутрішньої яремної вени.*

*Таким чином ВКП у собак макроскопічно на корозійних препаратах представлена трьома відділами: 1 – передканалний, що анастомозує з каудальними кінцями печеристої пазухи на рівні їх звуження, 2 – каналний, що розташований в кам'янисто-потиличному кістковому каналі і 3 – яремним, що зливається сигмовидною пазухою (СгП) з подальшим формуванням внутрішньої яремною веною перед виходом на зовнішню поверхню основи черепа. На завершення морфологічного дослідження ВКП собаки ми провели всебічний аналіз морфометричних показників її кутів переходу у задню черепну ямку, довжину, ширину та висоту кожного її відділу, визначили діаметр, також площу поперечного перетину у кожній ваговій групі тварин. Морфометричні результати після обробки статистичними програмами занесли в таблицю.*

**Ключові слова:** вентральна кам'яниста пазуха, собака, відділи пазухи, венозні анастомози, морфометрія.

### Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Презентоване дослідження є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри анатомії, клінічної анатомії, патоморфології та судової медицини Чор-

номорського національного університету імені Петра Могили МОН України «Морфологія пазух твердої оболони головного мозку людини та лабораторних тварин в онтогенезі», № державної реєстрації 0124U002164.

### Вступ.

Пазухи твердої оболони головного мозку (ТОГМ) представляють собою найскладніші структури серед усіх компонентів судинної системи людини і тварин. З структурно-функціональної точки зору вони виконують провідну роль у регуляції внутрішньочерепного тиску, забезпечуючи основний і колатеральний відтік крові і спинномозкової рідини із порожнини черепа. Знаходячись між тканинами мозку і кістками черепа венозні пазухи утворюють чисельні анастомотичні зв'язки, як з внутрішніми, так і з екстракраніальними венами [1].

ТОГМ також виступає посередником між артеріями мозку і венозними колекторами при дренаванні ліквору через систему оболонових просторів та пахіонових грануляцій з порожнини черепа до системи екстракраніальних венозних стовбурів та сплетень [2].

Встановлені особливостей мозкового венозного відтоку часто пов'язують наявними розвинутими анастомотичними зв'язками з системами внутрішньочерепних та позачерепних венозних сплетень собаки. Саме вони поглиблюють розуміння впливу фізичних факторів на формування напрямків руху венозної крові та спинномозкової рідини в замкненій кістковій порожнині черепа [3, 4].

Безумовно на напрямки руху крові будуть впливати такі анатомічні особливості як будова стінок пазух, відсутність клапанів, площа поперечного перетину та проходження частин пазух у кісткових каналах [5]. Саме останній феномен наявний у собак, який утруднює діагностичні досліджень і проведення оперативних втручань, яких за даними дослідників суттєво побільшало за останні 20 років [6].

Літературні данні свідчать про наявність у різних видів ссавців основних трьох типів напрямків кровотоку по венозним колекторам ТОГМ це – яремний, хребетний та змішаний, який наявний у щурів, собак та людини. Тому можна припустити, що існуючі системи відтоку крові будить мати не тільки свої напрямки, а і властиві кожному типу умови утворення та механізми розповсюдження патологічних процесів в замкненому черепному просторі [7]. Саме останні можуть вплинути на зміну напрямів току крові від головного мозку, як перерозподільні компенсаторні процеси при адаптації [8]. Маючи сформований нервовий комплекс рефлексогенних зон ТОГМ та її похідних не можна виключати виражений регуляторний компонент, який активно приймає участь не тільки в регуляції мозкового, а і системного кровообігу та дихання.

Результати нашого дослідження можна одночасно розглядати як експериментальну модель в наукових дослідженнях. Так рід досліджень були присвячені оцінці радіаційного впливу та діагностики ектопічних адренкортикотропін-залежних формувань в білатеральних нижніх кам'янистих пазухах для забору матеріалу і розрізнення останнього з гіпофізарними порушеннями при синдромі Кушинга [9, 10].

Найскладнішою анатомічною особливістю венозних колекторів є їх стінки, що контактують з періостальним і менінгеальним шаром ТОГМ. Як мінімум одна з стінок щільно прилягає до внутрішньої поверхні кісток черепа. Тому з клінічної точки зору найскладнішими для дослідження, а тому і найважливішими

для діагностики захворювань, пов'язаних з порушеннями мозкового кровообігу, тромбозу та інфекції є венозні пазухи основи черепа. Ряд дослідників, які розробляють і впроваджують оперативні доступи до пазух основи черепа або фахівці, що інтерпретують їх зображення наголошують про важливість глибоких знань їх анатомії, розвитку патологічних процесів та залучених до цього органів. Так в нейрохірургічному спостереженні, використовуючи стандартні діагностичні системи, автори досліджували анатомічне та клінічне значення кам'янистої пазухи і встановили, що верхній кам'янистий синус важливий у багатьох нейрохірургічних підходах і патологічних утвореннях [11].

Наші спостереження літературних джерел свідчать про занепокоєння науковців у складності дослідження внутрішньочерепних венозних утворень та певний брак наукових даних, що до вивчення морфологічних особливостей просторовою організації пазух основи черепа собаки. Особливе місце займають морфологічні дослідження венозних колекторів, що перебувають в кісткових каналах, серед яких на основі черепа основне місце займає вентральна кам'яниста пазуха (ВКП) [12]. У відомій фундаментальній монографії з анатомії собаки зазначено, що ВКП з'єднується з внутрішньою яремною веною емісарною веною яремного отвору, а каудально до емісарної вени, ВКП анастомозує з сигмовидною пазухою переду з'єднання з базиллярною пазухою [13]. Таким чином відсутнє чітке топографічне визначення частин ВКП.

Окрім топографоанатомічних особливостей частин ВКП залишаються не розкритими питання морфології венозних анастомозів з групами вентральних вен головного мозку, а морфометричні показники ВКП і зовсім епізодичні [14].

### Мета дослідження.

Встановити макроскопічні морфологічні особливості та морфометричні показники відділів вентральної кам'янистої пазухи собаки за даними корозійних препаратів.

### Об'єкт і методи дослідження.

Для дослідження морфології просторової організації пазух ТОГМ основи черепа собаки були використані музейні препарати кафедри анатомії нашого університету. Корозійні препарати судинного венозного русла голови були виготовленні після ретроградного заповнення венозної системи сумішшю стоматологічної пластмаси та її полімеризації. Отримані моделі сканували з подальшим отриманням 3-D зображень, які відкрили можливості проведення морфологічних досліджень всіх поверхонь пазухи, обертаючи зображення навколо багатьох осей. Візуальний та морфометричний аналіз лінійних розмірів та вагових показників тварин дозволив сформувати 4 досліджувані групи по 9 корозійних препаратів в кожній. Морфометричні дослідження здійснювали вже добре себе зарекомендованим методом апроксимації, що дозволяє отримувати числові характеристики високої точності шляхом побудови найменших квадратів. Статистичну обробку морфометричних показників проводили за допомогою програмного забезпечення з визначенням середньої арифметичної ( $M$ ), середньоквадратичного відхилення ( $\sigma$ ) та середньої помилки середньої арифметичної ( $m$ ).

**Результати дослідження та їх обговорення.**

За отриманими корозійними препаратами венозних мозкових пазух ТОГМ собаки ВКП являється каудальним продовженням печеристої пазухи (ПчП), що утворює анастомоз з вентральним кінцем сигмоподібної пазухи і опосередковано з'єднується з внутрішнім вентральним хребетним венозним сплетенням (рис. 1).

ВКП більшою своєю частиною розташовується у кам'янисто-потиличному каналі і являється внутрішньокістковим каудолатеральним продовженням печеристої пазухи. ВКП топографічно відповідає межам задньої черепної ямки, з вентральної поверхні мозку і займає прицентрально-позаднє положення на основі черепа.

Каудальні частини правої і лівої ПчП на рівні заднього краю задньої міжпечеристої пазухи відхиляючись латерально і дещо вниз, під тупим кутом топографічно переходять у ділянку задньої черепної ямки. Кути латерального відхилення задньої частини ПчП утворюються в горизонтальній площині у різних вагових групах тварин становили від 20,98° до 89,59° (табл. 1). Скелетотопічно це відповідало рівню dorsum sella turcica.

Морфологічною особливістю переходу ПчП у ВКП стало наявне латеральне відхилення каудальних частин ПчП, кут якого поступово зменшується з IV групи (найбільших вагово-ростових показників тварин) (рис. 2А), до II групи з найменшими морфометричними показниками (рис. 2В), а в IV групі корозійних моделей кут розходження каудальних частин ВКП майже був відсутнім (рис. 2С).

Окрім білатерального кута, який утворюється в горизонтальній площині, каудальні частини ПчП переходять з середньої черепної ямки в задню, яка є глибшою і більшою. Тому формується ще один кут, але в сагітальній площині (рис. 3).

Верхівка цього кута припадає на задній край задньої міжпечеристої пазухи, тому ми назвали його верхнім кутом (рис. 3В). Між площиною залягання ВКП в кам'янисто-потиличному каналі і нахилом переходу ПчП в задню черепну ямку формується нижній кут пазушного ходу (рис. 3Н). Морфометричний аналіз корозійних моделей вияв наявність верхнього

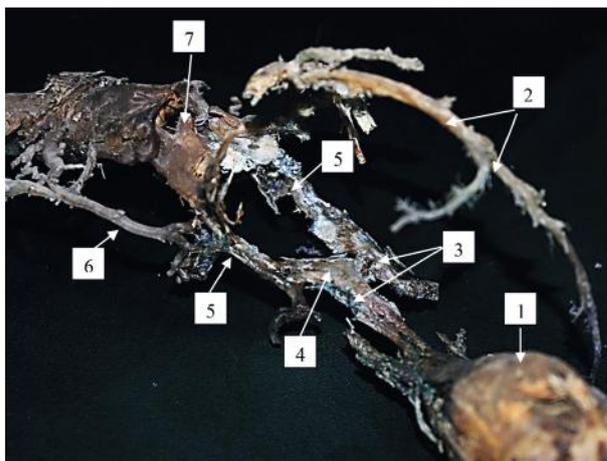


Рисунок 1. Корозійний препарат мозкових венозних пазух собаки. Макрофото. Позначення: 1 – орбітальна венозна пазуха, 2 – дорсальна стрілова пазуха, 3 – ростральна частина печеристої пазухи, 4 – каудальна частина печеристої пазухи, 5 – вентральна кам'яниста пазуха, 6 – хребтова вена, 7 – дорсальний відділ спинномозкового венозного сплетення.

**Таблиця 1 – Показники латеральних кутів у собак різних груп (у °)**

Група препаратів	Показники кута				
	Min	Max	M	σ	m
1 група	–	–	–	–	–
2 група	20.98	22.73	21.84	0.62	0.56
3 група	46.22	48.0	47.54	0.86	0.74
4 група	87.83	89.59	88.68	0.58	0.50

і нижнього кутів у всіх випадках у кожній групі препаратів. Показання вимірювань верхнього кута коливались від 142.55° до 145.79° (M=143.99, σ=1.08, m=0,96), а нижній кут становив від 146.99 до 149.2 (M=143.99, σ=0.89, m=0,8). Такі показники властиві у кожній групі дослідження.

Місце переходу каудальних частин ПчП у початковий (передканалний) відділ ВКП морфологічно визначається зменшенням ширини та зміною форми

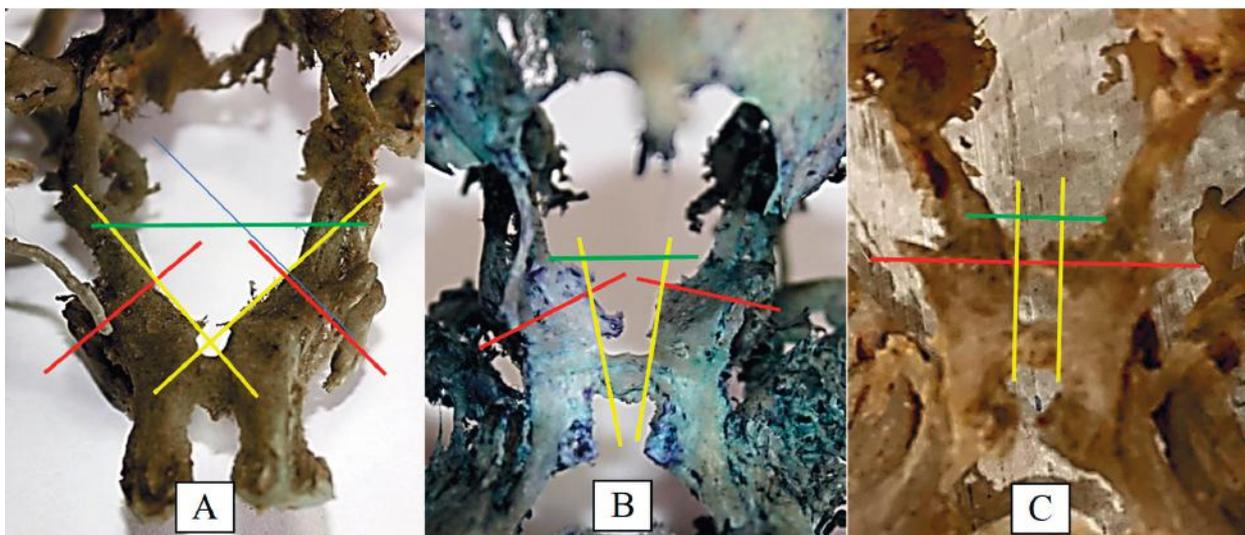


Рисунок 2 – Особливості білатерального розходження каудальних частин печеристих пазух собаки. Макрофото. Позначення: червоні лінії – поперечник пазухи, жовті лінії – медіальні краї, що утворюють кут білатерального розходження, зелені лінії – відстань між правою і лівою вентральними кам'янистими пазухами. Схема.

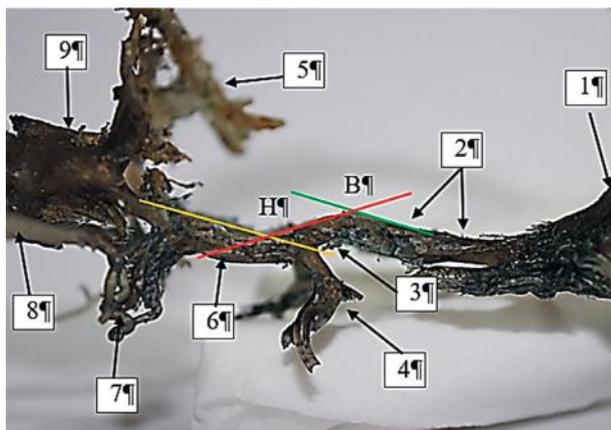


Рисунок 3 – Корозійний препарат пазух основи черепа собаки. Макрофото. Позначення: 1 – орбітальна венозна пазуха, 2 – ростральний та центральний відділи лівої печеристої пазухи, 3 – скронева пазуха, 4 – емісарна вена сонного каналу, 5 – дистальна частина поперечної пазухи, 6 – вентральна кам’яниста пазуха, 7 – внутрішні яремні вени, 8 – хребтова вена, 9 – спинномозкове венозне сплетення. В – верхній, Н – нижній кут. Зелена лінія – площина ПчП, жовта лінія – площина ВКП, червона лінія – нахил переходу в задню черепну ямку. Схема.

зі сплющеної (каудальних частин ПчП) на округлу (передканальний відділ ВКП). Передканальний відділ ВКП у всіх досліджених групах починався від медіальних частин ПчП, а від латеральних поверхонь каудальних частин починаються вени-емісарії (рис. 4А). Серед них найбільшим анастомозом є емісарна вена сонної артерії, що залягає у сонному каналі, який містить внутрішню сонну артерію та паралельно і латерально розташований до сусіднього кам’янисто-потиличного каналу (рис. 4В). Цей анастомоз з’єднує ті самі пазухи (ПчП і СгП), що й вентральна кам’яниста пазуха.

Наступні групи анастомотичних вен, що відходять від латеральної частини дорсального відділу ПчП можна розподілити, за напрямком їхнього ходу, на три групи. Перша група – зворотні вени, проходить під верхівкою піраміди у ростральному вентро-латеральному напрямку і прямують до овального отвору середньої черепної ямки (рис. 4С). Друга група анастомозів направляєється у вентро-латерального напрямку, також проходять під верхівкою піраміди і прямують до рваного отвору через який покидає середню черепну ямку і виходять на зовнішню основу черепа.

Третя група емісарних вен має каудо-латеральний напрямку і направляються до входу в канал трійчастого нерва, а далі прямують в бік овального отвору (рис. 4D). Ймовірно ці вени супроводжують третю гілку трійчастого нерва.

Наступний (другий) відділ ВКП характеризується каудальним латеро-вентральним напрямком ходу в середині кісткового каналу, який отримав власну назву – канал ВКП. Останній утворений з’єднанням заднього краю піраміди та передньо-бічним краєм

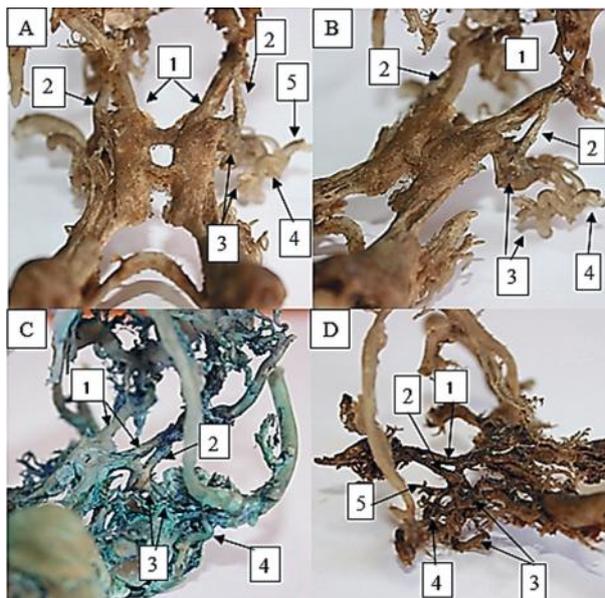


Рисунок 4 – Корозійні препарати пазух основи черепа собаки різних груп: 4А – IV група, 4В – III група, 4С – II група, 4D – I група. Макрофото. Позначення: 1 – початковий (передканальний) відділ, 2 – емісарна вена сонної артерії, 3 – перша група емісарних вен – зворотні, 4 – друга група – анастомози вентро-латерального напрямку, 5 – третя група емісарних вен каудо-латерального напрямку.

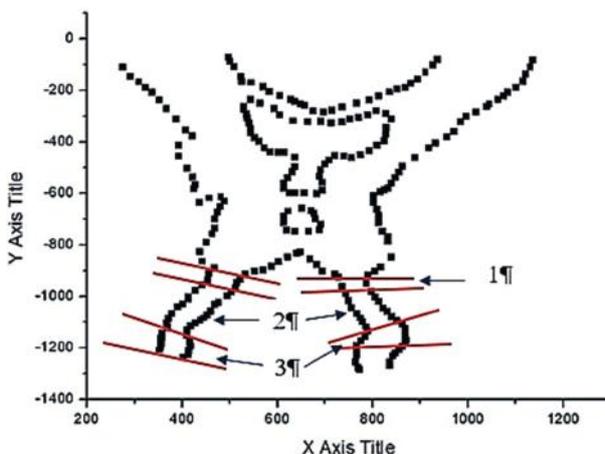


Рисунок 5 – Графічне зображення корозійного препарату методом апроксимації з визначеними топографічними відділами ВКП для проведення морфометрії. Позначення: 1 – передканальний відділ, 2 – внутрішньоканальний відділ, 3 – яремний відділ.

основи потиличної кістки. Тому у формування повного каналу фактично приймають участь дві його половини – одна борозна з боку заднього краю кам’янистої частини, вона менша і більш вираженої борозни основи потиличної кістки. Тут ВКП на корозійних препаратах набуває округлої форми. У всіх групах спостережень будь яких розгалужень, змін діаметру, або венозних анастомозів у внутрішньоканальному відділі ВКП ми не спостерігали. Різнилися вони у різних

Таблиця 2 – Морфометричні показники вентральної кам’янистої пазухи собаки (в мм)

Група	Кількість тварин	Довжина ВКП						Ширина ВКП						Висота ВКП					
		зліва			справа			зліва			справа			зліва			справа		
		М	σ	m	М	σ	m	М	σ	m	М	σ	m	М	σ	m	М	σ	m
1	9	12,12	0,27	0,24	11,39	0,32	0,26	4,19	0,23	0,22	3,45	0,22	0,20	3,18	0,11	0,09	3,00	0,15	0,09
2	9	11,32	0,89	0,78	10,17	0,36	0,36	3,39	0,17	0,14	3,54	0,17	0,15	2,90	0,13	0,09	2,97	0,05	0,05
3	9	8,82	0,70	0,61	9,50	0,50	0,50	2,89	0,46	0,40	2,70	0,05	0,05	2,31	0,10	0,09	2,47	0,08	0,07
4	9	6,01	1,27	1,11	6,96	1,36	1,36	1,91	0,07	0,07	2,15	0,07	0,06	2,20	0,31	0,27	1,71	0,17	0,15

групах препаратів лише морфометричними показниками довжини, висоти і ширини.

Після входження в кістковий канал більше ВКП в задній черепній ямці не з'являється, а направляючись до яремного отвору переходить в третій свій відділ, який ми назвали ярений у зв'язку з утворенням злиття ВКП з СГП у яремного отвору і формуванням початкового відділу внутрішньої яремної вени. Через наявний комплекс емісарних вен кров перетікає до вен голови, шиї та внутрішньої яремної вени.

Заключним етапом нашої роботи стало встановлення морфометричних показників ВКП *Canis familiaris*. Вище ми зазначали про наявні морфологічні особливості визначених трьох відділів ВКП, однак наводимо розрахунки лише другого (внутрішньоканального) відділу у зв'язку зі значною мінливістю передканального та яремного відділів, пов'язаною з вираженим анастомотичними венозними утвореннями. На отриманих цифрових зображеннях ВКП нам вдалося морфологічно визначити її відділи, від початку відходження злиття з СГП (рис. 5).

Отримані морфометричні показники наведені у таблиці 2.

#### Висновки.

Проведений детальний морфологічний аналіз вентральної кам'янистої пазухи *Canis familiaris* за допомогою корозійних препаратів. Вперше визначені передканальний, внутрішньоканальний та яремний відділи ВКП, визначені їх межі. Встановлені групи анастомотичних венозних утворень, визначена їх топографія. Отримані морфометричні показники основного відділу вентральної кам'янистої пазухи за різними групами тварин.

#### Перспективи подальших досліджень.

Перспективним напрямком подальших досліджень вважаємо дослідження структурної організації стінок ВКП, особливостей анастомотичних зв'язків з венами голови та шиї, та особливостями формування цілісної системи пазушно-венозних басейнів основи черепа собаки.

### References / Література

1. Terada A, Ishiguro T. Venous Anatomy of the Superior and Inferior Sagittal Sinuses. No Shinkei Geka. 2024;52(3):579-586. DOI: [10.11477/mf.1436204951](https://doi.org/10.11477/mf.1436204951).
2. Yamashiro K, Muto J, Wakako A, Murayama K, Kojima D, Omi T, et al. Diploic veins as collateral venous pathways in patients with dural venous sinus invasion by meningiomas. Acta Neurochir (Wien). 2021;163(6):1687-1696. DOI: [10.1007/s00701-021-04777-4](https://doi.org/10.1007/s00701-021-04777-4).
3. Kondor YuYu, Tykholaz VO, Huminsky YuY. Morfolohiya shlyakhiv tsyrkulyatsiyi mizhklityynoyi ridyny holovnoho mozku. Medytsyna bolyu. 2019;4(4):61-70. [in Ukrainian].
4. Bourrienne MC, Gay J, Mazighi M, Ajzenberg N. State of the art in cerebral venous sinus thrombosis animal models. Journal of Thrombosis and Haemostasis. 2022;20(10):2187-2196. DOI: [10.1111/jth.15816](https://doi.org/10.1111/jth.15816).
5. Budras KD, McCarthy PH, Horowitz A. Anatomy of the Dog. 5th ed. Hannover: Schlütersche; 2010. 224 p.
6. Šulla I, Lukáč I, Gajdoš M, Horňák S. Canine Intracranial Venous System: A Review. Folia Veterinaria. 2022;66(1):60-69. DOI: [10.2478/fv-2022-0007](https://doi.org/10.2478/fv-2022-0007).
7. Ngnitewe Massa R, Minutello K, Mesfin FB. Neuroanatomy, Cavernous Sinus. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459244/>.
8. Kusdiansah M, Benet A, Ota N. Adaptive Diploic Vein Bypass of the Superior Sagittal Sinus in a Large Falcine Meningioma. World Neurosurg. 2023;175:45-46. DOI: [10.1016/j.wneu.2023.04.023](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.04.023).
9. Walsh DR, Lynch JJ, O' Connor DT, Newport DT, Mulvihill JJE Mechanical and structural characterisation of the dural venous sinuses. Sci Rep. 2020;10(1):21763. DOI: [10.1038/s41598-020-78694-4](https://doi.org/10.1038/s41598-020-78694-4).
10. Andereggen L, Gralla J, Christ E. The diagnostic yield of inferior petrosal sinus sampling in Cushing syndrome in the era of ovine CRH shortage. Acta Neurochirurgica 2024;166:167. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00701-024-06058-2>.
11. Augustin AM, Detomas M, Hartung V, Thurner A, Tröger V, Deutschbein T, et al. Bilateral inferior petrosal sinus sampling: Procedural data from a German single-center study. Thieme. 2023;195:1009-1017. Available from: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/a-2083-9942.pdf>.
12. Mortazavi MM, Cox MA, Saker E, Krishnamurthy S, Verma K, Griessenauer CJ, et al. The superior petrosal sinus: a review of anatomy, embryology, pathology, and neurosurgical relevance. Neurosurg Rev. 2018;41:713-718. DOI: [10.1007/s10143-016-0785-9](https://doi.org/10.1007/s10143-016-0785-9).
13. Zong C, Yu X, Liu J, Liu Y. Dural Venous Sinuses: What We Need to Know. Curr Med Imaging. 2020;16(10):1259-1270. DOI: [10.2174/1573405616666200226102642](https://doi.org/10.2174/1573405616666200226102642).
14. Zyuzin DV, Pshychenko VV, Havryliuk IM, Chernov VS. Spatial organization and morphometric characteristics of the cavern sinus of the dog (*canis familiaris*). Bulletin of Problems in Biology and Medicine. 2024;2(173):373-381. DOI: [10.29254/2077-4214-2024-2-173-373-381](https://doi.org/10.29254/2077-4214-2024-2-173-373-381).

### ОСОБЛИВОСТІ ТОПОГРАФІЇ ТА МОРФОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНТРАЛЬНОЇ КАМ'ЯНИСТОЇ ПАЗУХИ СОБАКИ

Зюзін Д. В., Черно В. С., Гаврилюк І. М., Пшиченко В. В.

**Резюме.** Суттєвого значення набуває видова особливість пазушно-венозних утворень у собак, де спостерігається проходження частин колекторів через сформовані внутрішньою пластинкою кісток черепа канали. Інша особливість просторової організації менінгіальних пазух свідчить про наявність виражених анастомозів між системами дорсальної групи, системами вентральної групи на основі черепа та позачерепними венозними системами. Саме останні будуть формувати основні системи і механізми напрямків венозного руху із порожнини черепа, а патологічних умовах – свій механізм розвитку запальних процесів на основі головного мозку собаки.

Топографічна організації вентральної кам'янистої пазухи собаки була досліджена на корозійних препаратах, на їх 3-D зображеннях та вимірного цифрового зображення, що дало можливість всебічно проаналізувати морфологічні просторові характеристики.

Було встановлено, що ВКП являється каудальним продовженням ПчП, яке утворює анастомоз з вентральним кінцем сигмоподібної пазухи і опосередковано з'єднується з внутрішнім вентральним хребетним венозним сплетенням. Більшою своєю частиною розташовується у кам'янисто-потиличному каналі і топографічно відповідає межах задньої черепної ямки, з вентральної поверхні мозку займаючи прицентрально-положення.

Каудальні частини правої і лівої ПЧП на рівні заднього краю задньої міжпечеристої пазухи відхиляючись латерально і дещо вниз, під тупим кутом топографічно переходять у ділянку задньої черепної ямки. Місце переходу каудальних частин печеристої пазухи у початковий відділ вентральної кам'янистої пазухи визначається зменшенням ширини та зміною форми.

Другий відділ вентральної кам'янистої пазухи характеризується каудальним латеро-вентральним напрямком ходу в середині кісткового каналу, який утворений з'єднанням заднього краю піраміди та передньо-бічним краєм основи потиличної кістки.

Направляючись до яремного отвору по кістковому каналу пазуха переходить в третій відділ, ярений з утворенням анастомозу з сигмовидною пазухою з формуванням початкового відділу внутрішньої яремної вени. Через наявний комплекс емісарних вен кров перетікає до вен голови, шиї та внутрішньої яремної вени.

Морфометричний аналіз встановив показники довжини, ширини та висоти пазухи в кістковому каналі.

**Ключові слова:** вентральна кам'яниста пазуха, собака, відділи пазухи, венозні анастомози, морфометрія.

### FEATURES OF TOPOGRAPHY AND MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE VENTRAL PETROSAL SINUS OF THE DOG

Zyuzin D. V., Chernov V. S., Havryliuk I. M., Pshychenko V. V.

**Abstract.** The specific feature of the sinus-venous formations in dogs is of significant importance, where the passage of parts of the collectors through the channels formed by the inner plate of the skull bones is observed. Another feature of the spatial organization of the meningeal sinuses indicates the presence of pronounced anastomoses between the systems of the dorsal group, the systems of the ventral group based on the skull and the extracranial venous systems. It is the latter that will form the main systems and mechanisms of the directions of venous movement from the cranial cavity, and in pathological conditions – their own mechanism for the development of inflammatory processes based on the dog's brain.

The topographic organization of the ventral stony sinus of the dog was studied on corrosion preparations, on their 3-D images and a measured digital image, which made it possible to comprehensively analyze the morphological spatial characteristics.

It was established that the VPS is a caudal continuation of the CvS, which forms an anastomosis with the ventral end of the sigmoid sinus and indirectly connects with the internal ventral vertebral venous plexus. Most of it is located in the stony-occipital canal and topographically corresponds to the boundaries of the posterior cranial fossa, occupying a precentral position from the ventral surface of the brain.

The caudal parts of the right and left CvS at the level of the posterior edge of the posterior intercavernous sinus deviate laterally and somewhat downward, and at an obtuse angle topographically pass into the area of the posterior cranial fossa. The place of transition of the caudal parts of the cavernous sinus into the initial section of the ventral stony sinus is determined by a decrease in width and a change in shape.

The second section of the ventral petro-sinus is characterized by a caudal latero-ventral direction of the course in the middle of the bone canal, which is formed by the junction of the posterior edge of the pyramid and the anterior-lateral edge of the base of the occipital bone.

Heading towards the jugular foramen along the bone canal, the sinus passes into the third section, which anastomoses with the sigmoid sinus to form the initial section of the internal jugular vein. Through the existing complex of emissary veins, blood flows to the veins of the head, neck and internal jugular vein.

Morphometric analysis established the length, width and height of the sinus in the bone canal.

**Key words:** ventral petrosal sinus, dog, sinus sections, venous anastomoses, morphometry.

#### ORCID and contribution / ORCID автора та його внесок до статті:

Zyuzin D. V.: <https://orcid.org/0009-0009-0746-2316><sup>BDF</sup>

Chernov V. S.: <https://orcid.org/0000-0002-4637-9875><sup>AEF</sup>

Havryliuk I. M.: <https://orcid.org/0000-0003-4916-1342><sup>C</sup>

Pshychenko V. V.: <https://orcid.org/0000-0003-0652-1563><sup>B</sup>

#### Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors of the article confirm the absence of any conflict of interest / Автори статті підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

#### Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Chernov Valerii Stepanovych / Черно Валерій Степанович

Petro Mohyla Black Sea National University / Чорноморський національний університет імені Петра Могили Ukraine, 54000, Mykolaiv, 10 68 Desantnikov str. / Адреса: Україна, 54000, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників 10  
Tel.: 0667499318 / Тел.: 0667499318

E-mail: [chernov1965@gmail.com](mailto:chernov1965@gmail.com)

**A** – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article / **A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статистичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Received 19.09.2024 / Стаття надійшла 19.09.2024 року

Accepted 13.02.2025 / Стаття прийнята до друку 13.02.2025 року