

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

АЛЕКСЄЄВА ВІКТОРІЯ ВІКТОРІВНА

УДК: 616.36/366-022-091.8-092.18-092.9(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ІНДИВІДУАЛЬНА АНАТОМІЧНА МІНЛИВІСТЬ
НАВКОЛОНОСОВИХ ПАЗУХ ЛЮДИНИ**

Галузь знань 22 «Охорона здоров'я»

Спеціальність 222 «Медицина»

Спеціалізація «Нормальна анатомія»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ В.В. Алексєєва

Науковий керівник: В.В. Гаргін, доктор медичних наук, професор

Харків – 2021

АНОТАЦІЯ

Алексеева В.В. Індивідуальна анатомічна мінливість навколоносових пазух людини. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 «Медицина», спеціалізація «Нормальна анатомія» – Харківський національний медичний університет, МОЗ України, Харків, 2021.

Науковий керівник: професор, д.мед.н, професор кафедри патологічної анатомії Гаргін Віталій Віталійович.

Захист відбудеться в Харківському національному медичному університеті, МОЗ України.

Дисертаційна робота присвячена вивченню індивідуальної анатомічної мінливості приносових пазух людини, розробці нових методів підрахунку основних показників їхньої будови, методів автоматичного підрахунку цих показників.

Незважаючи на тривалу історію вивчення анатомічної будови приносових пазух (ПНП) людини як анатомами, так і клініцистами, лікарями різних спеціальностей (отоларингологами, стоматологами, щелепно-лицьовими хірургами, педіатрами, сімейними лікарями), дотепер лишається багато питань, як щодо морфологічної будови, так і функціонування цієї ділянки черепа. Зокрема, незважаючи на величезну кількість припущень достеменно невідома навіть функція ПНП. Новий виток в деталізації морфологічних варіантів будови пов'язаний з бурхливим розвитком ендоскопічної ринохірургії, яка вимагає від практикуючого лікаря обізнаності, знань сучасної термінології, будови та функціонування зони ПНП та, перш за все, індивідуального підходу до кожного пацієнта. Враховуючи величезну кількість варіантів будови, широкий діапазон мінливості, характерний для даної ділянки лицьового черепа, вивчення індивідуальних особливостей будови є досить важкою задачею. Ускладнює її ще й варіабельність розташування ПНП в глибині черепа.

На теперішній час існує низка питань будови ПНП та ОМК, які не вирішені. Всі ці питання мають колосальне значення та є наріжним каменем як для теоретичної, так і для практичної медицини та можуть бути використані в анатомії, патологічній анатомії, отоларингології, пластичній хірургії, стоматології, променевої діагностиці.

В результаті використання антропометричних, морфометричних, денситометричних методів дослідження, 3D моделювання, методів статистичної обробки отриманих даних, а також підрахунку невизначеності показників будови ПНП та ОМК та порівняння отриманих результатів із даними автоматизованого підрахунку вказаних показників визначено основні варіанти будови приносних пазух та компонентів остіомеатального комплексу, розроблена класифікація стінок пазух, класифіковано півмісяцевий розтвір за розмірами, виміряно тиск при кожному із варіантів будови. Зроблено висновок, що як широкий, так і вузький півмісяцевий розтвір в однаковій мірі не можуть забезпечити фізіологічної вентиляції приносних пазух. Також у ході виконання дисертаційної роботи розроблено нові підходи до вимірювання показників будови приносних пазух та компонентів остіомеатального комплексу. Побудовано 3D модель компонентів ОМК. Досліджено мінливість показників у людей різного віку та статі.

У ході дисертаційної роботи було підраховано черепний індекс та визначено краніотипи досліджуваних осіб. Встановлено, що середнє значення черепного індексу досліджуваних осіб дорівнює 73,42 %. У більшості (70,75 %) випадків спостерігається мезокранія. 17,5 % досліджуваних притаманна доліхокранія та лише у 11,75 % досліджуваних осіб спостерігається брахікранія.

Після проведених підрахунків, спрямованих на визначення верхнього лицьового індексу, встановлено, що у більшості випадків (67,75 %) визначається верхній лицьовий індекс, який характерний для мезенів. Виявлено залежність лінійної ширини лобу від статі людини. У жінок вона є меншою. Окрім того, жінкам притаманна в меншій мірі виражена мінливість даного показника. Серед жінок частіше зустрічалися особи із вузьким лобом. Серед чоловіків – із широким.

Для 5,25 % досліджуваних людей характерне переважання висоти черепу над шириною з індексом менше за 49,9 та будовою характерною для еурієнів. Для 10 % досліджуваних пацієнтів характерне переважання ширини над висотою з індексом більшим за 55 та будовою притаманною лептенам. Середнє значення індексу для даного параметру складає $53,35 \pm 2,02$.

Визначено, що у 6,25 % випадках спостерігається аплазія лобової пазухи. У 4,5 % – однобічна, у 1,75 % випадках вона є двобічною. Жінки з аплазією лобової пазухи складають 3,5 % від загальної кількості досліджуваних осіб. Чоловіки, натомість, складають 2,75 % загальної маси досліджуваних СКТ. До того ж визначено, що аплазія лобової пазухи частіше зустрічається у жінок, ніж у чоловіків. Виявлено, що на долю осіб жіночої статі припадає 56 % усіх випадків аплазії.

Визначено параметри будови верхньощелепної, лобової, решітчастої, клиноподібної пазухи, визначено взаємозв'язок між цими показниками.

Встановлена сильна позитивна кореляція ($r = 0,96, 0,96, 0,95$ і $0,9$) між об'ємом, товщиною і щільністю стінок верхньощелепної пазухи. Помірна позитивна кореляція спостерігається між об'ємом синуса, товщиною і щільністю гачкуватого відростка, об'ємом синуса і поздовжнім розміром нижньої носової раковини ($r = 0,65, 0,68$ і $0,66$). Дуже сильна кореляція – між товщиною верхньої стінки і об'ємом пазухи ($r = 0,96$). Сильна позитивна лінійна залежність ($r = 0,72$) визначається між обсягом і товщиною медіальної стінки ($p = 0,005$).

Достовірний ($p = 0,01$) сильний ($r = 0,75$) взаємозв'язок – між товщиною гачкуватого відростка і середнім об'ємом пазухи. Дуже сильна лінійна кореляція – між щільністю середньої та верхньої стінки верхньощелепної пазухи в фізіологічних умовах ($r = 0,9$).

У ході роботи підрахована середня щільність кісткової тканини передньої, задньої, медіальної і латеральної стінок верхньощелепного синусу. Також визначено середню щільність кісток перших шийних хребців для виявлення вираженості змін в кістковій тканині різної локалізації. Щільність кісткової тканини у групі жінок із ІМТ 18.5-24.99 $\text{кг}/\text{м}^2$ складає: в області передньої стінки

– $160,1 \pm 23,36$ Нц, в задній стінці – $144,8 \pm 23,76$ Нц, в медіальній – $79,4 \pm 23,63$ Нц, в латеральної – $144,8 \pm 23,76$ Нц. Щільність кісткової тканини перших шийних хребців складає $141,4 \pm 23,1$ Нц.

У жінок із ІМТ $25-30$ $\text{кг}/\text{м}^2$ дані показники складають: $169,4 \pm 28,01$ Нц, $175,7 \pm 30,83$ Нц, $77,7 \pm 24,87$ Нц, $130,5 \pm 32,77$ Нц і $137,5 \pm 39,99$ Нц відповідно до зазначеного вище порядку. Щільність кісток у жінок віком $20-30$ років з ІМТ $18.5-24.99$ $\text{кг}/\text{м}^2$ складає $178,8 \pm 22,56$ Нц, $168,3 \pm 28,83$ Нц, $84,3 \pm 19,9$ Нц, $142,5 \pm 23$ Нц і $191,8 \pm 29,27$ Нц відповідно. Визначено, що саме в даній групі жінок щільність кісткової тканини є максимальною.

Визначена середня щільність кісткової тканини задньої та нижньої стінок лобового синусу у чоловіків різного віку. Щільність кісткової тканини в групі чоловіків $20-40$ років складає: в області нижньої стінки $191,5 \pm 11,6$ Нц, задньої – $176,6 \pm 21$ Нц, а в групі чоловіків $75-85$ років: $169,1 \pm 16,8$ Нц і 164 ± 21 Нц згідно до наведеного вище порядку. У віці від 20 до 40 років вона складає: в області нижньої стінки – $120,1 \pm 8,3$ Нц, а задньої стінки – $162,1 \pm 24$ Нц (група віком $20 - 40$ років) та $101,4 \pm 6,95$ Нц, $127,4,8 \pm 5,4$ Нц відповідно (група чоловіків $75 - 85$ років).

Встановлено показники будови ПНП та ОМК також і за допомогою альтернативного методу – вимірювання невизначеності. Даний метод значно розширює технічні можливості, підвищує інформативність дослідження та може допомогти лікарям уникнути помилок, пов'язаних із технічними особливостями підрахунку. В результаті отримано дані, які можуть дати змогу оптимізувати методи оцінки морфологічних параметрів кісткової тканини приносних пазух (товщини та щільності стінок). Виявлено потенційні коливання, які слід враховувати при інтерпретації результатів розрахунку індексів товщини та щільності кісток ПНП.

Побудовано 3D модель ОМК. Виявлено, що 3D моделювання повністю повторює анатомічну конфігурацію компонентів остіомеатального комплексу. Відмінності між результатами підрахунку показників, що отримані під час 3D моделювання та під час вимірювання при огляді досліджуваних, були мінімальними. Для більш точного підрахунку параметрів, отриманих при 3D

моделюванні, за даними СКТ та при огляді досліджуваних осіб, як і для оцінки товщини та щільності стінок ПНП використано метод розрахунку невизначеності показників. Цей метод є перспективним для правильного визначення розмірів анатомічних структур даної області та дозволяє нівелювати похибки, отримані під час вимірювань.

За результатами роботи встановлено розміри компонентів ОМК. За розмірами півмісяцевого розтвору усіх досліджуваних розподілено на три групи. Встановлено, що звужений чи надто широкий півмісяцевий розтвір не забезпечує адекватної вентиляції пазух.

У ході виконання роботи також визначено показники будови решітчастої пазухи. Виявлено, що максимальний об'єм комірок у жінок дещо більший за чоловіків, він складає $15,03 \pm 2,1 \times 10^{-9} \text{ м}^3$, у чоловіків – $14,7 \pm 0,9 \times 10^{-9} \text{ м}^3$. Мінімальний – становить $1,89 \pm 0,22 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ та $1,81 \pm 0,3 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ відповідно.

Об'єм лобової комірки – $2,03 \pm 0,2 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ та $2,2 \pm 0,3 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ відповідно до наведеного вище порядку у осіб жіночої та чоловічої статі. Мінімальна щільність стінок решітчастої пазухи, так і клиноподібної пазухи становить $43,8 \pm 1,3 \text{ Нн}$, $33,7 \pm 1,9 \text{ Нн}$ для решітчастої пазухи та $51,2 \pm 4,4 \text{ Нн}$, $46,4 \pm 2,1 \text{ Нн}$ – для клиноподібної.

Об'єм клітини Галлера – $7,52 \pm 1,1 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ у чоловіків та $7,39 \pm 0,99 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ у жінок). Об'єм клітини Оноді – $3,9 \pm 0,51 \times 10^{-9} \text{ м}^3$, $4,04 \pm 0,12 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ у чоловіків та жінок відповідно. Об'єм клиноподібної пазухи у чоловіків на 7,7 % є більшим за жінок та становить відповідно $5,63 \pm 0,31 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ і $5,2 \pm 1,1 \times 10^{-9} \text{ м}^3$.

Клітина Галлера визначається у 4,75 % усієї кількості досліджуваних, клітина Оноді – в 1,25 % випадків, лобова комірка – у 6,5 % досліджуваних випадків.

Запропоновано принципово новий метод автоматичного вимірювання товщини кісток, який може бути використаний для автоматизованого вимірювання товщини кісток стінок приносних пазух. Отримані результати можуть бути впроваджені в роботу лікарів низки спеціальностей (терапевти, рентгенологи, отоларингологи, стоматологи, офтальмологи, нейрохірурги) для

вивчення багатьох біомедичних зображень.

Ключові слова: приносіві пазухи, остіомеатальний комплекс, спіральна комп'ютерна томографія, 3D моделювання, товщина кістки, щільність кістки

ABSTRACT

Alekseeva V.V. Individual anatomical variability of human paranasal sinuses. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 222 "Medicine", specialization "Normal Anatomy" - Kharkiv National Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, 2021.

Scientific adviser: Professor, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Pathological Anatomy Vitaliy Vitaliyovych Gargin.

The defense will take place at Kharkiv National Medical University, Ministry of Health of Ukraine.

The dissertation is devoted to the study of individual anatomical variability of human paranasal sinuses, development of new methods for calculating the main indicators of their structure, methods for automatic calculation of these indicators.

Despite the long history of studying the anatomical structure of human paranasal sinuses (PNS) both by anatomists and clinicians, physicians of various specialties (otolaryngologists, dentists, maxillofacial surgeons, pediatricians, family physicians), there are still many questions related both to morphological structure and the functioning of this part of the skull. In particular, despite the huge number of assumptions, even their function is not known for sure. A new round in the detail of morphological variants of the structure is associated with the rapid development of endoscopic rhinosurgery, which requires the practitioner to know modern terminology, structure and functioning of the PNS area and, above all, individual approach to each patient. Given the huge number of variants of the structure, the wide range of variability that is characteristic of this area of the facial skull, the study of individual features of the structure is quite a difficult task. It is also complicated by the variability of the location of the PNS in the depth of the skull.

At present, there are a number of unresolved issues in the structure of PNS and OMC. All these issues are of great importance and are a cornerstone for both theoretical and practical medicine and can be used in anatomy, pathological anatomy, otolaryngology, plastic surgery, dentistry, radiology.

Anthropometric, morphometric, densitometric methods of research, 3D modeling, methods of statistical processing of the received data, and also calculation of uncertainty of indicators of structure of PNS and OMC and comparison of the received results with automated calculation data concerning the specified indicators were used to determine the basic variants of structure of paranasal sinuses, elaborate classification of walls of sinuses, classify the semilunar hiatus according to the sizes, measure pressure at each of variants of the structure. It is concluded that both wide and narrow semilunar hiatuses cannot equally provide physiological ventilation of the paranasal sinuses. Also in the course of the dissertation research new approaches to measuring the structure of the paranasal sinuses and components of the osteomeatal complex have been developed. A 3D model of OMC components has been created. The variability of indicators in people of different ages and genders has been studied.

In the course of the dissertation research the cranial index was calculated and the cranotypes of the subjects were determined. The average value of the cranial index of the subjects has been found to be 73.42 %. In most (70.75 %) cases, mesocranium was observed. 17.5 % of subjects were shown to have dolichocrania and only 11.75 % had brachyocrania.

Calculations aimed at determining the upper facial index has shown the upper facial index in most cases, which is characteristic of the mesenry (67.75 %). The linear width of the forehead has been shown to be dependent on the gender. In women it is smaller. In addition, women are characterized by less pronounced variability of this indicator. Among women, people with a narrow forehead are more common. Men mostly have a wide one.

The study showed predominance of skull height over width in 5.25 % with an index less than 49.9 and a structure characteristic of euryens. 10 % of the studied patients are characterized by a predominance of width over height with an index greater

than 55 and the structure characteristic of leptens. The average value of the index for this parameter is 53.35 ± 2.02 .

It has been determined that in 6.25 % of cases there is aplasia of the frontal sinus. In 4.5 % of cases unilateral, in 1.75 % cases it is bilateral. Women with frontal sinus aplasia accounted for 3.5 % of the total number of subjects. Men, on the other hand, accounted for 2.75 % of the total volume of the studied SCT. In addition, aplasia of the frontal sinus has been shown to be more common in women than in men. It has been found that females account for 56 % of all cases of aplasia.

The parameters of the structure of the maxillary, frontal, lattice, wedge-shaped sinuses have been determined and the relationship between these indicators has been identified.

There is a strong positive correlation ($r = 0.96, 0.96, 0.95$ and 0.9) between the volume, thickness and density of the maxillary sinus walls. Moderate positive correlation between sinus volume, thickness and density of the hooked process, sinus volume and longitudinal size of the lower nasal cavity ($r = 0.65, 0.68$ and 0.66). There is a very strong correlation between the thickness of the upper wall and the volume of the sinus ($r = 0.96$). A strong positive linear relationship ($r = 0.72$) has been defined between the volume and thickness of the medial wall ($p = 0.005$).

There is a statistically significant ($p = 0.01$) strong ($r = 0.75$) relationship between the thickness of the hooked process and the average sinus volume. Besides, there is a very strong linear correlation between the density of the middle and upper wall of the maxillary sinus in physiological conditions ($r = 0.9$).

The study involved calculation of the average bone density of the anterior, posterior, medial and lateral walls of the maxillary sinus. The average bone density of the first cervical vertebrae was also determined to detect the severity of changes in bone tissue of different localization. Bone density in the group of women with a BMI of 18.5-24.99 kg / m² is as follows: in the anterior wall 160.1 ± 23.36 Hu, in the posterior 144.8 ± 23.76 Hu, in the medial 79.4 ± 23.63 Hu, in the lateral wall 144.8 ± 23.76 Hu. The bone density of the first cervical vertebrae is 141.4 ± 23.1 Hu.

In women with a BMI of 25-30 kg / m², these figures are: 169.4 ± 28.01 Hu, 175.7 ± 30.83 Hu, 77.7 ± 24.87 Hu, 130.5 ± 32.77 Hu and 137.5 ± 39.99 Hu according to the above order. Bone density in women aged 20-30 years with a BMI of 18.5-24.99 kg / m² is 178.8 ± 22.56 Hu, 168.3 ± 28.83 Hu, 84.3 ± 19.9 Hu, 142.5 ± 23 Hu and 191.8 ± 29.27 Hu, respectively. It has been determined that in this group of women the density of bone tissue is maximal.

The average bone density of the posterior and lower walls of the frontal sinus in men of different ages has been identified. Bone density in the group of men 20-40 years is: in the lower wall 191.5 ± 11.6 Hu, posterior 176.6 ± 21 Hu, and in the group of men aged 75-85 years: 169.1 ± 16.8 Hu and 164 ± 21 Hu according to the above order. At the age of 20 to 40 years it is: in the area of the lower wall 120.1 ± 8.3 Hu, and the rear wall 162.1 ± 24 Hu (group aged 20- 40 years) and 101.4 ± 6.95 Hu, 127.4.8 ± 5.4 Hu, respectively (group of men 75 - 85 years).

The indicators of the structure of PNS and OMC have been also established with the help of an alternative method, namely measurement of uncertainty. This method greatly expands the technical possibilities, increases the informational content of the study and can help doctors avoid errors associated with the technical features of the calculation. As a result, data were obtained that can allow to optimize methods for estimating the morphological parameters of the bone tissue of the paranasal sinuses (wall thickness and density). Potential fluctuations have been identified that should be taken into account when interpreting the results of the calculation of bone thickness and density indices of PNS.

A 3D model of OMC has been created. It has been found that 3D modeling completely repeats the anatomical configuration of the components of the osteomeatal complex. The differences between the results of the calculation of indicators obtained during 3D modeling and during measurement during the survey of the subjects are minimal. For a more accurate calculation of the parameters obtained in 3D modeling, according to SCT and in the examination of the subjects, as well as to estimate the thickness and density of the walls of PNS, the method of calculating the uncertainty of the indicators has been used. This method is promising for the correct determination of

the size of the anatomical structures of this area and allows to level the errors obtained during the measurements.

The dimensions of the OMC components have been determined. According to the size of the semilunar hiatus, all subjects were divided into three groups. The study has shown that a narrowed or too wide semilunar hiatus does not provide adequate sinus ventilation.

In the course of the study, the indicators of the structure of the ethmoidal sinus have also been determined. It has been found that the maximum volume of cells in women is $15.03 \pm 2.1 \times 10^{-9} \text{m}^3$, in men $14.7 \pm 0.9 \times 10^{-9} \text{m}^3$. The minimum is $1.89 \pm 0.22 \times 10^{-9} \text{m}^3$ and $1.81 \pm 0.3 \times 10^{-9} \text{m}^3$, respectively.

The volume of the frontal cell is $2.03 \pm 0.2 \times 10^{-9} \text{m}^3$ and $2.2 \pm 0.3 \times 10^{-9} \text{m}^3$ in accordance with the above order in females and males. The minimum wall density of the ethmoidal sinus and wedge-shaped sinus is $43.8 \pm 1.3 \text{ Hu}$, $33.7 \pm 1.9 \text{ Hu}$ (for the ethmoidal sinus and $51.2 \pm 4.4 \text{ Hu}$, $46.4 \pm 2.1 \text{ Hu}$ for wedge-shaped).

Haller cell volume is $7.52 \pm 1.1 \times 10^{-9} \text{m}^3$ in men and $7.39 \pm 0.99 \times 10^{-9} \text{m}^3$ in women). Onodi cell volume is $3.9 \pm 0.51 \times 10^{-9} \text{m}^3$, $4.04 \pm 0.12 \times 10^{-9} \text{m}^3$ in men and women, respectively. The volume of the wedge-shaped sinus in men is 7.7 % higher in women and is $5.63 \pm 0.31 \times 10^{-9} \text{m}^3$ and $5.2 \pm 1.1 \times 10^{-9} \text{m}^3$, respectively.

Haller cell has been detected in 4.75 % of the total number of subjects, Onodi cell in 1.25 % of cases, frontal cell in 6.5 % of cases.

A fundamentally new method of automatic measurement of bone thickness has been proposed, which can be used for automated measurement of bone thickness of the walls of the paranasal sinuses. The obtained results can be implemented in the work of doctors of a number of specialties (physicians, radiologists, otolaryngologists, dentists, ophthalmologists, neurosurgeons) to study many biomedical images.

Key words: paranasal sinuses, osteomeatal complex, spiral computed tomography, 3D modeling, bone thickness, bone density

ПУБЛІКАЦІЇ, В ЯКИХ ВІДОБРАЖЕНІ ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Alekseeva V, Lupyr A, Urevich N, Nazaryan R, Gargin V. Significance of Anatomical Variations of Maxillary Sinus and Ostiomeatal Components Complex in Surgical Treatment of Sinusitis. *Novosti Khirurgii*. 2019;27(2):168-176. *(Здобувачем проведено підрахунок параметрів будови верхньощелепної пазухи та остіомеатального комплексу у досліджуваних осіб у фізіологічних умовах, проаналізовано результати підрахунків та сформульовано висновки).*

2. Gargin VV, Alekseeva VV, Lupyr AV, Urevich NO, Nazaryan RS, Cheverda VM. Correlation between the bone density of the maxillary sinus and body mass index in women during the menopause. *Problemi Endokrinnoi Patologii* 2019(2):20-26 doi:10.21856/j-PEP.2019.2.03. *(Здобувачем проведено збір статистичних даних у жінок в фізіологічних умовах, оброблено результати дослідження, сформульовано висновки).*

3. Nechiporenko AS, Alekseeva VV, Sychova LV, Cheverda VM, Yurevych NO, Gargin VV. Anatomical prerequisites for the development of rhinosinusitis. *Lek Obz* 2020;6(10):334-338. *(Здобувачем проведено збір та аналіз статистичних даних, оброблено результати дослідження).*

4. Alekseeva VV, Nechiporenko AS, Lupyr AV, Yurevych NO, Gargin VV. A Method of a complex evaluation of morphological structure of ostiomeatal complex components, lower wall of maxillary and frontal sinuses. *Wiad Lek* 2020;73(12 cz 1):2576-2580. *(Здобувачем проведено збір статистичних даних, проаналізовано результати дослідження, сформульовано висновки).*

5. Alekseeva V. Anatomical predictions of development of rhinosinusitis and its complications. *Inter Collegas*. 2020;7(3):125-130.

6. Alekseeva VV, Gargin VV. Evaluation of the structure of the walls of the frontal sinus using spiral computed tomography. *InterCollegas* 2020;2(7):76-80. *(Здобувачем проведено збір статистичних даних, оброблено результати дослідження, сформульовано висновки).*

7. Gargin V, Lupyr A, Alekseeva V, Yurevych N. Age features of bone tissue

density in the posterior and inferior walls of the frontal sinus. *Inter Collegas*. 2019;6(1):58-61. *(Здобувачем проведено збір статистичних даних у досліджуваних осіб у фізіологічних умовах, оброблено результати дослідження, сформульовано висновки).*

8. Алексеева ВВ, Коптеева ТМ, Абовян КК. Выявление особенностей твердых тканей околоносовых пазух с помощью спиральной компьютерной томографии. *Теоретична і експериментальна медицина*. 2020 Jun 30;82(1):4-8. *Експериментальна і клінічна медицина*, 1(82), 4-8. *(Здобувачем проведено збір статистичних даних у досліджуваних осіб у фізіологічних умовах, підраховано результати, сформульовано висновки).*

ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ЯКІ ЗАСВІДЧУЮТЬ АПРОБАЦІЮ МАТЕРІАЛІВ ДИСЕРТАЦІЇ

9. Nechyporenko A, Krivenko S, Alekseeva V, Lupyr A, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Uncertainty of Measurement Results for Anatomical Structures of Paranasal Sinuses. 2019 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). 2019;1-4. doi:10.1109/MECO.2019.8760032. *(Здобувачем проведено підрахунки показників будови приносових пазух у фізіологічних умовах, проаналізовано отримані результати).*

10. Nechyporenko A, Reshetnik V, Alekseeva V, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Assessment of Measurement Uncertainty of the Uncinated Process and Middle Nasal Concha in Spiral Computed Tomography Data. 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). 2019;585-588. doi:10.1109/PICST47496.2019.9061557. *(Здобувачем проведено вимірювання показників на зрізах томограм, інтерпретовано результати, отримані при дослідженні будови остіомеатального комплексу у фізіологічних умовах).*

11. Nechyporenko A, Reshetnik V, Alekseeva V, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Implementation and analysis of uncertainty of measurement results for lower

walls of maxillary and frontal sinuses. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). 2020;460-463. doi:10.1109/ELNANO50318.2020.9088916. *(Здобувачем було підраховано показники будови приносних пазух у фізіологічних умовах, інтерпретовано отримані результати та сформульовано висновки).*

12. Radutniy R, Nechyporenko A, Alekseeva V, Titova G, Bibik D, Gargin V. Automated Measurement of Bone Thickness on SCT Sections and Other Images. 2020 IEEE Third International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). 2020;222-226. doi:10.1109/DSMP47368.2020.9204289. *(Здобувачем було проведено аналіз томограм, виконано калібрування на кожному зрізі, досліджено та обчислено показники будови стінок із метою подальшої автономізації процесу, сформульовано висновки).*

13. Nechyporenko A, Reshetnik V, Shyian D, Alekseeva V, Radutny R, Gargin V. Solutions to the 3D model problem of pressure measurement in the area of maxillary sinus anastomosis. CEUR Workshop Proceedings. 2020;2753:275-284. *(Здобувачем проведено бібліографічний пошук, обчислено основні показники будови остіомеатального комплексу, зроблено висновки про ефективність вентиляції пазух у фізіологічних умовах).*

14. Nechyporenko AS, Reshetnik VM, Shyian DM, Yurevych NO, Alekseeva VV, Nazaryan RS, Gargin VV. Comparative Characteristics of the Anatomical Structures of the Ostiomeatal Complex Obtained by 3D Modeling. IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T. 2020; 22(46):72-76. *(Здобувачем було обчислено показники будови за даними томографії та за даними 3D моделі, сформульовано висновки).*

15. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ. Вікові особливості щільності кісткової тканини задньої та нижньої стінки лобового синусу у фізіологічних умовах. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «Вікові та хронобіологічні аспекти медицини та фармації». Чернівці. 2018;34- 35. *(Здобувачем проведено розподіл досліджуваних за віковими групами, підрахунки показників у кожній із груп, сформульовано висновки).*

16. Алексеева ВВ, Гаргин ВВ. Физиологическая плотность верхней стенки верхнечелюстного синуса и ее изменчивость при острых и хронических формах верхнечелюстных синуситов. Теорія та практика сучасної морфології: Збірник наукових робіт. Дніпро.2018:40 – 41. *(Здобувачем підраховано показники будови у фізіологічних умовах, сформульовано висновки).*

17. Алексеева ВВ, Гаргин ВВ. Особенности течения риносинуситов при различном анатомическом строении околоносовых пазух. Мечниковські читання. Харків. 2018; 22. *(Здобувачем підраховано показники будови у фізіологічних умовах, проаналізовано результати, сформульовано висновки).*

18. Алексеева ВВ, Гаргин ВВ. Влияние воспалительных процессов гайморовой азухи на плотность костной ткани ее стенок. Інтегративні механізми патологічних процесів: від експериментальних досліджень до клінічної практики, Полтава. 2019;19-20. *(Здобувачем проведено обчислення показників будови у фізіологічних умовах, сформульовано висновки).*

19. Алексеева ВВ, Лупир АВ, Юревич НО, Гаргин В.В. Мінливість верхньощелепного синусу та компонентів остіомеатального комплексу під впливом запальних процесів. Журнал вушних, носових, горлових хвороб. 2018;5с:125-128. *(Здобувачем відібрано контрольну групу досліджуваних, підраховано параметри будови, сформульовано висновки).*

20. Алексеева ВВ, Гаргин ВВ. Мінливість щільності кісткової тканини верхньощелепного синусу при хронічному риногенному та одонтогенному гаймориті. Фестиваль молодіжної науки 2019 «Медицина третього тисячоліття». 2019;5. *(Здобувачем підраховано показники будови у контрольній групі досліджуваних, проаналізовано результати).*

21. Алексеева ВВ, Юревич НО, Гаргин ВВ. Особливості будови компонентів остіомеатального комплексу та його взаємозв'язок з об'ємом верхньощелепного синусу. Матеріали щорічної традиційної весняної конференції Українського наукового медичного товариства оториноларингологів з міжнародною участю «Сучасні дослідження, хірургічні та терапевтичні підходи в оториноларингології». 2019;4. *(Здобувачем підраховано показники будови,*

проаналізовано томограми досліджуваних, сформульовано висновки).

22. Гаргін, В.В., Алексєєва, В.В. Плотность костной ткани околоносовых пазух у женщин с различным индексом массы тела. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої до 100-річчя від дня народження академіка Л.Т. Малої «Ювілейні терапевтичні читання. Клінічна та профілактична медицина: досвід та нові напрямки розвитку». 2019;14 *(Здобувачем проаналізовано дані, які отримані у ході дослідження, проведена статистична обробка показників).*

23. Алексєєва ВВ, Гаргін ВВ. Дослідження будови лобової пазухи за допомогою спіральної комп'ютерної томографії. Матеріали четвертої всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Теорія та практика сучасної морфології». Дніпро. Україна. 2020;12. *(Здобувачем проведено статистичну обробку даних, проаналізовано результати, які отримано у ході дослідження).*

24. Gargin, VV, Alekseeva VV. Anatomical structure of Maxillary and Frontal Sinuses. Biomedical Perspectives, Sumy, Ukraine. 2020;17. *(Здобувачем проведено підрахунки показників будови, сформульовано висновки).*

ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ЯКІ ДОДАКТОВО ВІДОБРАЖАЮТЬ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ

25. Алексєєва ВВ, Гаргін ВВ, Степаненко ОЮ, Лупир АВ, Юревич НО. Анкета для визначення ймовірності хронізації верхньощелепного синусу та його ускладнень (додаток до історії хвороби або медичної карти амбулаторного хворого). Свідотство про реєстрацію авторського права на твір №85766 від 13.02.19. *(Здобувачем проведено патентний пошук, проведено аналіз отриманих даних).*

26. Алексєєва ВВ, Гаргін ВВ, Степаненко ОЮ, Лупир АВ, Юревич НО. Спосіб діагностики форми хронічного верхньощелепного риносинуситу. Патент на корисну модель №133794 від 25.04.19. *(Здобувачем проведено патентний пошук, підрахунок параметрів будови, проаналізовано отримані результати,*

визначено параметри фізіологічної будови верхньощелепної пазухи, які можуть стати опрними для діагностики патологічних станів).

27. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ, Степаненко ОЮ, Лупир АВ, Юревич НО. Спосіб вибору оптимального оперативного доступу при ендоскопічному лікуванні гаймориту. Патент на корисну модель № 133870 від 25.04.19. *(Здобувачем проведено патентний пошук, підраховано показники будови приноскових пазух та остіомеатального комплексу, що можуть відігравати значущу роль при проведенні оперативного лікування).*

28. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ, Степаненко ОЮ, Лупир АВ, Юревич НО. Спосіб діагностики форми хронічного верхньощелепного синуситу. Патент № 121082, заявка № а201810487 від 24.10.2018 Опубл. 25.03.2020, бюл. № 6/2020. Патент України на винахід (ХНМУ). *(Здобувачем було проведено патентний пошук, проаналізовано отримані дані, визначено основні показники будови, що можуть бути маркерами форми запального процесу).*

29. Гаргін ВВ, Лупирь АВ, Алексеева ВВ. Денситометрия костной ткани стенок верхнечелюстного синуса в физиологических условиях и при различных формах хронического гайморита. Журнал вушних, носових, горлових хвороб. 2018;(4):23-28. *(Здобувачем було проаналізовано томограми, виміряно значення досліджуваних показників у фізіологічних умовах, проаналізовано отримані дані).*

30. Gargin V, Muryzina I, Shcherbina N, Nechyporenko A, Baryshevska V, Vorobyova O, et al. Relationship between bone density of paranasal sinuses and adrenal steroids pattern in women during menopausal transition. *Anthropol Rev* 2020;83(4):407-418. *(Здобувачем проведено збір статистичних даних, оброблено та проаналізовано результати дослідження, сформульовано висновки).*

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СКТ – спіральна комп'ютерна томографія

ПНП – приносові пазухи

ОМК – остіомеатальний комплекс

ІМТ – індекс маси тіла

МРТ – магнітно-резонансна томографія

КПТ – конусно-променева томографія

ХНМУ - Харківський національний медичний університет

Hu– Хаунсфілд

GOSS – GlobalOsteitisScoringScale

N - nasion

Ss – точка, розташована перед передньою носовою остю

Zf – відстань до виличної кістки

Zm – точка, що розташована в нижній частині виличнощелепного з'єднання

Arinf – відстань від точки nasion до нижньолатерального краю грушовидного синусу

Ar. lat – відстань від точки nasion до середини латерального краю грушовидного синусу

Ft – фронтотемпоральна лінія

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	1
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	18
ВСТУП	21
РОЗДІЛ І ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	32
1.1 Загальний план будови ННП, розвиток, етапи дослідження	32
1.2 Загальний план будови ОМК та розвиток компонентів ОМК	42
1.3 Використання 3D моделювання для дослідження ННП та ОМК	46
1.4 Використання методу розрахунку невизначеності	47
1.5 Використання штучного інтелекту для дослідження ПНП	49
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	52
2.1 Матеріал дослідження	52
2.2 Методи дослідження	53
2.2.1 Морфометричні методи	55
2.2.2 Статистична обробка даних	59
2.2.3 Підрахунок невизначеності значень показників	60
2.2.4 Використання комплексу «ІМЕД» для підрахунку тиску в сполученні між верхньощелепною пазухою та порожниною носу	64
2.2.5 Автоматичне вимірювання морфометричних параметрів за даними СКТ	66
2.2.6 Методи визначення впливу ІМТ на морфологічний стан ПНП	70
РОЗДІЛ 3 ІНДИВІДУАЛЬНА АНАТОМІЧНА	72

МІНЛИВІСТЬ ПНП ТА КОМПОНЕНТІВ ОМК	
3.1 Визначення параметрів будови лицьового черепа за даними СКТ	72
3.2 Індивідуальна анатомічна мінливість лобової пазухи	80
3.3 Індивідуальна анатомічна мінливість верхньощелепної пазухи	88
3.4 Індивідуальна анатомічна мінливість клиноподібної та решітчастої пазух	104
3.5 Індивідуальна анатомічна мінливість компонентів ОМК	106
3.6 Вікова мінливість показників ПНП та ОМК	116
3.7 Вплив ІМТ на морфофункціональний стан ПНП	118
РОЗДІЛ 4 ПІДРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ БУДОВИ ОМК ТА ПНП, ЩО ОТРИМАНІ В РЕЗУЛЬТАТІ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ (ПІЛОТНИХ) МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	124
4.1. Використання методу розрахунку невизначеності для визначення індивідуальної анатомічної мінливості ПНП.	124
4.2 Використання методу підрахунку невизначеності показників для компонентів ОМК	127
4.3 Оцінка ефективності проведених вимірювань за допомогою підрахунку невизначеності та побудови 3 Д моделі	132
4.4 Методи автоматичної оцінки показників будови приносних пазух людини	135
РОЗДІЛ 5 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	143
ВИСНОВКИ	161
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	164
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	166
ДОДАТОК А	193

ВСТУП

Актуальність теми

Приносіві пазухи – це повітроносні порожнини у кістках черепа, які сполучені з порожниною носу [1-3]. Анатомічна будова приносівих пазух (ПНП) людини вивчалася здавна та привертала увагу як анатомів, так і клініцистів, лікарів різних спеціальностей (отоларингологів, стоматологів та щелепно-лицьових хірургів, педіатрів та сімейних лікарів) [4]. Хоча деякі аспекти будови вивчено та описано на сьогоднішній день [5], дотепер лишається багато питань, як щодо морфологічної будови, так і функціонування цієї ділянки черепа. Зокрема, незважаючи на величезну кількість припущень достеменно невідома навіть функція ПНП [6].

Свідченням різних піходів до вивчення даної анатомічної області являється наявність різної термінології, яка застосовується в різноманітних галузях медицини. Так, загальноживаним натепер є термін «приносіві пазухи», який повсякчас згадується у низці анатомічних праць [7, 8]. Досить цікавим є факт, що цей термін в українській анатомічній термінології також не був сталим та досить часто змінювався. Наприклад, відомі роботи, які присвячені «колоносовим пазухам» та «придатковим пазухам носу» [9]. У зв'язку із бурхливим розвитком отоларингології як науки та основного методу діагностики захворювань у ЛОР-практиці – томографії, все більш уживаним є термін «навколоносові пазухи» [10], як згадується у новітньому перекладі Європейського докумену анатомічної термінології порожнини носу та навколоносових пазух. у виконанні С.М. Пухлика зі співавторами. Відомо, що на сьогоднішній день все більше наукових робіт присвячено саме описанню анатомічної структури за томографічними даними згідно саме до даних EPOS останнього перегляду (2020 рік). Просліджується тенденція до включення даних, отриманих при проведенні томографії до міжнародної, а отже і до української термінології. Важливо відмітити, що термін «навколоносові пазухи» зустрічається подекуди і в

анатомічних роботах [11] Виходячи зі всього вищесказаного, у ході виконання роботи використовувались обидва терміни.

Новий виток в деталізації морфологічних варіантів будови пов'язаний з бурхливим розвитком ендоскопічної ринохірургії [12], яка вимагає від практикуючого лікаря обізнаності, знань термінології, будови та функціонування зони ПНП та, перш за все, індивідуального підходу до кожного пацієнта [13]. Враховуючи величезну кількість варіантів будови, широкий діапазон мінливості, що характерно для даної ділянки лицьового черепа, вивчення індивідуальних особливостей будови є досить важкою задачею. Ускладнює її ще й віддаленість розташування ПНП в глибині черепу. Тож донедавна процес вивчення потребував або інвазивних методик, або був посмертним. Обидва шляхи досліджень мали безліч недоліків. Величезний внесок у вивчення анатомічної будови ПНП людини внесла променева діагностика та інші прижиттєві методи дослідження, зокрема, комп'ютерна томографія [13, 14]. Широке впровадження цього методу дослідження дає змогу дослідити цю ділянку прижиттєво, інформативно та неінвазивно [15, 16]. Проте навіть тепер із розвитком новітніх методів діагностики повсякчас постає питання про вдосконалення методик дослідження ПНП та ОМК, підвищення інформативності результатів СКТ та правильного трактування отриманих даних. Таким чином, вивчення анатомічної мінливості ПНП на сьогоднішній день є надзвичайно актуальною задачею.

Будові ПНП та суміжних анатомічних структур приділялося багато уваги як зарубіжними [15, 16, 17], так і вітчизняними вченими [18]. Багато уваги надавалось також варіантам будови ПНП у людей різного віку та статі. Зокрема, у роботах Б.Г. Макара та деяких інших вітчизняних вчених широко досліджувалася проблеми онтогенезу ПНП у старечому [19, 20] та дитячому віці [21, 22, 23]. Проблема деталізації будови залоз лобової пазухи знайшла відображення у роботах Довбні Ю.М. [24] та роботах Сербіна С.І., що присвячені анатомічній структурі лобової пазухи в фізіологічних умовах [25].

Велике значення анатомічна структура ПНП має і для практикуючих лікарів-отоларингологів. Зокрема, чимало робіт Безшапошного С.Б. присвячено

будові ПНП та їхньому фізіологічному [26, 27] та постлікувальному [28, 29] функціонуванню. Проблемі розвитку патологічних змін у ПНП досліджувались також у роботах, що проводилися на кафедрі оториноларингології Харківського національного медичного університету [30, 31], де деталізувався стан слизової оболонки при розвитку поліпозних процесів у пазухах.

Особливу увагу дослідників привертала проблема будови області сполучення між порожниною носу та ПНП, зокрема – передньою групою. Дана ділянка має назву остіомеатального комплексу (ОМК) [32]. Досліджувалася як анатомічна будова [33, 34, 35, 36], так і функціонування ОМК у фізіологічних [37] та патологічних умовах [38].

Слід відмітити, що більшість анатомічних та навіть клінічних робіт донедавна проводились на лише на трупному матеріалі [39, 40], що практично завжди було пов'язано із низкою неточностей та незручностей для дослідників, які були переважно пов'язані з частковим руйнуванням черепів із плином часу або лімітованістю колекції досліджуваних об'єктів.

Надалі все більше наукових праць присвячувалось прижиттєвими методами дослідження ПНП, зокрема рентгенологічними, таким як магнітно-резонансна томографія (МРТ), СКТ, та конусно-променева томографія (КПТ) [41, 42, 43, 44], що відкривають нові можливості для деталізації будови ПНП, прогнозування ускладнень, підбору методу оперативного лікування запальних захворювань цієї ділянки. Для успішної реалізації цих завдань саме визначення анатомічних особливостей кожного хворого є першочерговим.

За даними багатьох досліджень [45, 46, 47] саме СКТ визначено інформативним методом діагностики захворювань ПНП та визнано «золотим стандартом» в діагностиці риносинуситів та включено до протоколів надання медичної допомоги хворим із даною патологією [48].

В цілому розвиток неінвазивних методик, які можуть бути використані для дослідження даної області призвів до застосування саме результатів СКТ для обґрунтування анатомічної номенклатури [49, 50]. Незважаючи на розмаїття робіт, що присвячені дослідженню ПНП та ОМК за даними СКТ багато питань щодо

визначення індивідуальної анатомічної мінливості цієї анатомічної ділянки залишаються відкритими й на сьогодні. Деякі аспекти будови ПНП (наприклад, показники щільності) дотепер визначені лише при виникненні патологічних умов [51, 52, 53] або встановлені під час дослідження на тваринах [54]. Питання ж вивчення денситометричних показників у фізіологічних умовах є вкрай актуальним.

Як відомо, у косметології та пластичній хірургії пропорційність будови черепа має надважливе значення [56]. Тож відкритим та потребує детального вивчення є також питання визначення лінійних показників лицьового черепа із можливим послідуєчим підрахунку черепного індексу та визначення краніотипу людини. До речі, такі дані можуть бути корисними також при підборі трансплантатів у разі травматичних пошкоджень певних ділянок черепа людини.

Ділянка ОМК є ключовою зоною, що визначає фізіологічну вентиляцію пазух, проте у процесі її вивчення щоразу виникає все більше питань. Так, достеменно невідомо та не доведено внесок кожного із компонентів ОМК у забезпечення вентиляції пазух. Існують роботи, які присвячені щільності гачкуватого відростку при рекурентному риносинуситі, проте лишається не дослідженим питання про цей показник за відсутності патогічних змін.

При проведенні оперативних лікувань зазвичай прагнуть якомога більше розширити ділянку півмісяцевого ротвору для забезпечення якомога більшої ефективності вентиляції пазух. Проте відомо, що при надто широкому півмісяцевому розтворі зникає турбулентний рух повітря і ефективність вентиляції пазух прогресивно знижується. Тож постає питання про визначення розмірів півмісяцевого розтвору у фізіологічних умовах та навіть виявлення гранично допустимих розмірів, які б забезпечували адекватну вентиляцію.

Розмаїття даних, отриманих в результаті підрахунку досліджуваних показників, вимагає систематизації, удосконалення самого процесу підрахунку. Не вирішено питання про те, які саме параметри та точки-орієнтири слід враховувати, на які показники слід спиратись при трактуванні та аналізі результатів. До того ж робота з аналізу рентгенологічних зображень взагалі та

СКТ зокрема пов'язана із чималими витратами часу. Тож сам механізм підрахунку показників та аналізу результатів потребує вдосконалення, за необхідності – можливо, автоматизації.

Таким чином, на теперішній час існує низка питань щодо будови ПНП та ОМК, які не вирішені. Всі ці питання мають колосальне значення та є наріжним каменем як для теоретичної, так і для практичної медицини та можуть бути використані в анатомії, патологічній анатомії, отоларингології, пластичній хірургії, стоматології, променевій діагностиці.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація є фрагментом науково-дослідницької роботи кафедри гістології, цитології та ембріології Харківського національного медичного університету (ХНМУ) «Розробка нових методів оцінки морфофункціонального стану клітин, тканин та органів у нормі та патології», номер державної реєстрації 0119U002911. Автор є співвиконавцем теми. Тема дисертації затверджена рішенням Проблемної комісії МОЗ і НАМН України «Морфологія людини» (протокол № 2/52 від 5 листопада 2018 р.) та на засіданні Вченої ради ХНМУ (протокол №3 від 25 січня 2019 р.).

Мета роботи – визначення індивідуальної анатомічної мінливості приносних пазух та наявності індивідуальних особливостей, що сприяють розвитку патологічних процесів в них.

Задачі:

1. Дослідити анатомічну мінливість верхньощелепної, лобової, клиноподібної, решітчастої пазухи, компонентів ОМК.
2. Встановити особливості анатомічної будови кісткової тканин приносних пазух у людей різних вікових груп, різної статі, наявності асиметрії.
3. Виявити залежність розвитку патологічних станів та ускладнень у пазухах від анатомічної будови.
4. Надати підстави для класифікації верхньощелепної та лобової пазух залежно від щільності та товщини кісткової тканини стінок.

5. Визначити найбільш інформативний метод комплексного морфологічного прижиттєвого дослідження пазух та вдосконалити його.

Об'єкт дослідження: індивідуальна анатомічна мінливість; приносіві пазухи людини

Предмет дослідження: індивідуальна анатомічна мінливість приносівих пазух людини.

Матеріал дослідження: Морфологічне дослідження проведено на 400 спіральних комп'ютерних томограмах осіб обох статей.

Методи дослідження.

В дослідженні застосовувались морфометричний, денситометричний, статистичний методи, виконувалося 3D моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів. Результати проведеного дослідження дозволили провести теоретичне узагальнення та підійти до нового вирішення актуального наукового завдання морфології – виявлення особливостей індивідуальної анатомічної мінливості приносівих пазух та наявності індивідуальних особливостей, що сприяють розвитку патологічних процесів в них.

За допомогою комплексу морфологічних методів дослідження на великій кількості матеріалу одержано нові дані морфометричних особливостей будови ПНП з урахуванням індивідуальної анатомічної мінливості.

Вперше, опираючись лише на дані СКТ, проведена краніометрія та визначено точки-орієнтири для підрахунку основних лінійних розмірів черепа людини.

Вперше за даними СКТ встановлена залежність мінливості утворень ПНП від анатомічної будови черепа людини з урахуванням їх морфометричних показників. Істотно доповнена морфометрична характеристика верхньощелепної, лобової, клиноподібної, решітчастої пазухи, компонентів ОМК у різних вікових групах та з урахуванням статі й типу черепа.

Встановлені межі коливань структур ПНП у різних вікових групах та з урахуванням статі й типу черепа.

Вперше було досліджено щільність кісткової тканини приноскових пазух з точки зору їх індивідуальної анатомічної мінливості. Вперше було запропоновано метод обчислення об'єму приноскової пазухи. Пріоритетне значення для отримання коректних результатів має правильний вибір точок-орієнтирів для калькуляції результатів не тільки в процесі обчислення лінійних параметрів будови черепа, а й при проведенні морфометричної оцінки показників будови пазух. Вперше було запропоновано вимірювання показників товщини та щільності кістки за допомогою розрахунку невизначеності. Вперше було розроблено алгоритм для автоматизації процесу вимірювання товщини кісток, що може підвищити інформативність дослідження та допоможе уникнути технічних помилок при інтерпретації даних, суттєво зменшити час, який витрачається для аналізу зображень СКТ та підвищити ефективність діагностики.

Вперше у ході проведеного дослідження було отримано дані, які можуть допомогти правильно підібрати найменш травматичний оперативний доступ до ділянки ПНП та ОМК. Також вперше було визначено параметри будови стінок пазух у фізіологічних умовах, які можуть стати основними при можливому виникненні патологічних процесів та допомогти діагностувати форму запального процесу в пазухах.

Практичне значення отриманих результатів. Проведені дослідження базуються на результатах СКТ та доповнюють дані попередніх досліджень. У ході написання роботи було порівняно результати, які отримані при дослідженнях на черепі та за результатами СКТ. Отримані знання можуть бути впроваджені у практичну діяльність лікарів низки спеціальностей (отоларингологів, стоматологів, рентгенологів, сімейних лікарів) та навіть в навчально-науковий процес як на практичних дисциплінах, так і на теоретичних (анатомія, топографічна анатомія, гістологія та ін.).

Дані, що отримані в результаті підрахунку показників черепного індексу, лінійних параметрів черепа можуть бути впроваджені у роботу пластичних хірургів для правильної інтерпретації симетричності будови черепа. Окрім того, отримані результати можуть віднайти своє застосування при виготовленні ауто- чи

аллотрансплантантів для закриття косметичних дефектів, отриманих при травматичних пошкодженнях. До того ж в процесі виконання роботи було отримано чимало даних, що вказують про неповторність будови ПНП. Таким чином, результати проведеного дослідження можуть використовуватися в судово-медичній експертизі та криміналістиці для ідентифікації особистості. Ідентифікація особи за будовою ПНП має ряд переваг, зокрема, ця зона є доступною для огляду, існує менша вірогідність знищення її, наприклад, з метою приховання злочину, порівняно із відбитками пальців чи сітківкою ока, що рутинно використовуються на сьогоднішній день.

Було вперше визначено не лише лінійні розміри будови ПНП та ОМК, а й визначено їхню щільність у фізіологічних умовах.

Вперше у ході виконання даної роботи було визначено основні показники будови ПНП методом підрахунку невизначеності показників, який дозволить оптимізувати та збільшити точність проведених розрахунків. Також проведено дослідження компонентів ОМК за даними СКТ, за даними побудованої 3D моделі та вперше порівняно дані із вимірами, отриманими при ендоскопічному дослідженні у досліджуваних людей. Актуальним проведене дослідження є й тому, що вперше вдалося автоматизувати вимірювання товщини та щільності кісткової тканини ПНП та ОМК.

Вивчення закономірностей індивідуальної анатомічної мінливості приносних пазух дозволить прогнозувати ймовірність ускладнень запальних процесів цієї області. Фахівцям хірургічного профілю – правильно дозувати навантаження при імплантації зубів. Підібрати мінімально травматичні оперативні доступи до приносних пазух.

Ефективність:

Медична: вивчення анатомічної норми приносних пазух із урахуванням закономірностей індивідуальної анатомічної мінливості сприятиме підвищенню якості діагностики та лікування патології ЛОР-органів.

Соціальна: підвищення точності діагностики отоларингологічних захворювань дозволить покращити тактику їх діагностики та лікування, що, в

свою чергу, може сприяти покращенню якості життя хворих, зменшенню летальності та інвалідизації внаслідок цих захворювань.

Економічна: визначення індивідуальної анатомічної мінливості приносних пазух може сприяти ранній та більш точній діагностиці захворювань ЛОР-органів, та, як наслідок, зменшенню витрат на діагностику та лікування ускладнень, зменшенню кількості днів непрацездатності для хворого.

Визначено особливості будови приносних пазух із урахуванням індивідуальної анатомічної мінливості, статевих та вікових особливостей, що буде сприяти підвищенню точності в діагностиці захворювань ЛОР-органів при інтерпретації даних СКТ та підготовці до оперативних втручань на ЛОР-органах.

Особистий внесок здобувача

Здобувачем самостійно визначено мету та завдання дослідження, розроблений його план, проведено патентний пошук та аналіз наукової літератури за темою дослідження. Здобувачем здійснений набір матеріалу, проведено дослідження СКТ та їх аналіз, виконані морфологічні та морфометричні дослідження, статистична обробка цифрових даних та їх аналіз, зроблені ілюстрації, написані і оформлені розділи дисертаційної роботи. З науковим керівником проведено узагальнення основних результатів, а також обговорено висновки та практичні рекомендації. У наукових працях здобувача, опублікованих одноосібно та в співавторстві, висвітлено матеріал, отриманий під час виконання дисертаційної роботи. Основні наукові положення дисертаційного дослідження належать здобувачу.

Апробація матеріалів дисертації

Основні результати дисертаційної роботи представлені на науково-практичних конференціях та семінарах: науково-практичній конференції з міжнародною участю «Вікові та хронобіологічні аспекти медицини та фармації» Чернівці 2018, «Теорія та практика сучасної морфології», Дніпро 2018, «Мечниковські читання», Харків 2018, «Інтегративні механізми патологічних процесів: від експериментальних досліджень до клінічної практики» Полтава 2018, «Фестиваль молодіжної науки 2019 «Медицина третього тисячоліття»,

Харків 2019, Щорічній традиційній весняній конференції Українського наукового медичного товариства оториноларингологів з міжнародною участю «Сучасні дослідження, хірургічні та терапевтичні підходи в оториноларингології», Науково-практичній конференції з міжнародною участю, присвяченої до 100-річчя від дня народження академіка Л.Т. Малої «Ювілейні терапевтичні читання. Клінічна та профілактична медицина: досвід та нові напрямки розвитку», Четвертій Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Теорія та практика сучасної морфології», Дніпро. 2019, Biomedical Perspectives, Sumy, Ukraine, 2020, 2020 IEEE 3rd International Conference on Data Stream Mining and Processing, DSMP 2020 Lviv, Ukraine, 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2020 – Proceedings, Kyiv, Ukraine, CEUR Workshop Proceedings, 2020, Vaxjo; Sweden, 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 – Proceedings, Kyiv, Ukraine, 2020 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020 – Proceedings, 2020, Kharkiv, Ukraine, 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2019, Budva; Montenegro, The Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM) 2021, Lviv, Ukraine, 1-й Міжнародній конференції MEDICAL GOES PUBLIC (ICON-MEGOPIC2021), 2021, Малайзія.

Публікації.

За темою дисертації опубліковано 30 наукових праць, зокрема 10 статей, з яких 5 – у наукових фахових виданнях України, 1 – у журналі, що індексується наукометричною базою Скопус 4 – в іноземних журналах, які індексуються наукометричною базою Скопус, 20 тез у матеріалах науково-практичних конференцій та конгресів, 4 з яких індексується у наукометричній базі Скопус та 2 – як у наукометричній базі Скопус, так і у Web of Science. Отримано 1 свідоцтво про реєстрацію наукового твору «Анкета для визначення ймовірності хронізації верхньощелепного синусу та його ускладнень (додаток до історії хвороби або медичної карти амбулаторного хворого)», 2 патенти України на корисну модель

(«Спосіб діагностики форми хронічного верхньощелепного риносинуситу» та «Спосіб вибору оптимального оперативного доступу при ендоскопічному лікуванні гаймориту»), 1 патент на винахід «Спосіб діагностики форми хронічного верхньощелепного синуситу», 1 наукова праця опублікована одноосібно.

Загалом за темою дисертації опубліковано 11 публікацій, що входять до наукометричної бази Скопус.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація викладена на 166 сторінках комп'ютерного тексту і складається з анотації, вступу, огляду літератури, опису матеріалу та методів дослідження, результатів власних досліджень, узагальнення та обговорення результатів дослідження, висновків, практичних рекомендацій і списку використаних джерел (обсягом 26 сторінок), а також додатків (обсягом 4 сторінки). Робота містить 67 рисунків, 30 таблиць та список цитованої літератури із 239 найменувань (8 кирилицею і 231 латиницею).

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальний план будови ПНП, розвиток та етапи досліджень

На сьогоднішній день область ПНП та ОМК лишається однією із найбільш незвіданих анатомічних ділянок. Здавна вивченню будови ПНП приділялось багато уваги. Загальні уявлення про будову, функції та захворювання вуха та верхніх дихальних шляхів були в роботах Гіппократа, А. Цельса, К. Галена. Питання ринології були в «Каноні лікарської науки» Ібн-Сіні [56]. У XV сторіччі порівняно детальні відомості, що відносяться до ринології, наводив Гі де Шолпан. Цінний вклад у вивчення ринології, зокрема верхньощелепної пазухи та її сполучення з порожниною носу, зробив Нотаніель Гаймор [57]. До цього для санації зазначеного пазухи використовували видалення першого чи другого моляру (ороантральну фістулу) [58, 59].

Одним із перших вагомий внесок у вивчення пазух носу зробив М.І.Пирогов, який надав вичерпні знання про пневматизацію приноскових пазух, описав різні варіанти форми та величини лобних пазух, багатокамерні пазухи. Також вивчав співвідношення решітчастого лабіринту, клиноподібної кістки та носослізного каналу, співвідношення верхніх корінних зубів та дна верхньощелепної пазухи [60].

Сьогоднішні знання анатомії багато в чому завдячують роботі Еміля Цукеркандля, який в 1870-х роках описав анатомію та деталі розвитку носу та приноскових пазух, що відкрило зовсім нові хірургічні та наукові підходи до цієї ділянки [61, 62, 63].

Проблема анатомічної будови та функціонування приноскових пазух лишається надзвичайно актуальною на сьогоднішній день [64, 65]. Знання анатомічної будови приноскових пазух є пріоритетними, важливими для лікаря будь-якої спеціальності.

Філогенетично ПНП пазухи є похідними решітчастого лабіринту [66, 67, 68].

Ембріогенез приносів синусів тісно пов'язаний з їх подальшою будовою та анатомічною мінливістю. Він може бути розділений на 2 етапи: пре- та постнатальний [69]. Приносіві пазухи розвиваються як вrostання у бокову стінку порожнини носу слизової оболонки носових ходів на 8-10 тижні гестаційного періоду [70]. У зародка людини бокова стінка носу і область майбутнього решітчастого лабіринту складаються з бороздок різної довжини, між якими знаходяться раковини [71]. Перші зародки верхньощелепної пазухи помітні на 10 тижні гестації і вже на 4 місяці вона виглядає як кругла порожнина, що з'єднана каналом із середнім носовим ходом [72].

Клиноподібна пазуха з'являється на 9-10 тижні гестації. Вона розвивається і збільшується дуже повільно разом із нижнім додатком мозку – гіпофізом [73, 74]. Таким чином, ПНП – це пневматизовані порожнини, що з'єднані з порожниною носу за допомогою вузьких отворів та носять назву кісток, в яких розміщуються. Вони всі парні.

Відповідно до класифікації приносів пазух в клінічній практиці їх поділяють на передні (верхньощелепні, лобові, середні та передні комірочки решітчастої кістки) та задні (задні комірочки решітчастої кістки, клиноподібна пазуха) [75]. Такий поділ зручний тим, що патологія передніх пазух дещо відрізняється від такої з боку задніх пазух. Зокрема, зв'язок з порожниною носу передніх пазух здійснюється через середній носовий хід, а задніх – через верхній носовий хід, що є важливою особливістю в діагностичному плані [76]. Захворювання задніх пазух (особливо клиноподібної) зустрічаються значно рідше, ніж передніх [75].

Верхньощелепна пазуха є максимальною за об'ємом, має форму неправильної піраміди [77, 78]. Верхня стінка її найтонша, особливо в задньому відділі. Інколи спостерігається розтвір або навіть відсутність кістки в цій області, що сприяє поширенню інфекції в орбіту. Нижня стінка знаходиться поблизу задньої частини альвеолярного відростку верхньої щелепи і зазвичай відповідає лункам чотирьох верхніх задніх зубів [79]. Ця пазуха частіше за інші вражається

патологічним, що можна пояснити розташуванням та положенням її сполучення із порожниною носу, розмірами та близькістю розташування зубів [80, 81]. Анатомічні особливості будови верхньощелепної пазухи тісно пов'язані з анатомічною будовою щелепно-лицьової області, обличчя. Цей взаємозв'язок недостатньо висвітлено в літературі [81]. Особливості будови верхньощелепної пазухи вивчались за допомогою краніометричних показників, що були описані як прижиттєво [82], так і посмертно [83]. Також було запропоновано вивчати верхньощелепну пазуху за даними СКТ [84], так як саме цей метод є найдостовірнішим для дослідження верхньощелепної пазухи та дозволяє детально дослідити структурні особливості альвеолярного відростку та співвідношення коренів зубів із дном верхньощелепної пазухи. Також існують роботи, які присвячені дослідженню мінливості верхньощелепної пазухи за статтю, віком [85] та ступенем пневматизації [86]. Так, відомо, що у верхньощелепних пазухах, які є великими за об'ємом, верхівки коренів одного чи навіть декількох зубів можуть знаходитись у безпосередній близькості до дна пазухи, створюючи тим самим субстрат для розповсюдження інфекції та розвитку одонтогенного верхньощелепного синуситу [85]. Проте немає досліджень щодо денситометричних показників кісткової тканини верхньощелепної пазухи, цей показник не врахований в жодній роботі, не включений до сучасних класифікацій. Також не виявлено потенційно небезпечний для розвитку ускладнень тип будови верхньощелепної пазухи.

Анатомічна варіабельність лобової пазухи є визначальною для лікування гострих та хронічних фронтитів, прогнозування можливості розвитку інтракраніальних та орбітальних ускладнень, підбору оптимального хірургічного доступу для оперативного лікування зазначених хвороб [88, 89] як у дорослих, так і у дітей [90, 91].

У лобовій пазусі розрізняють передню, задню, нижню та медіальну стінки [92]. Нижня (орбітальна) в більшій своїй мірі є верхньою стінкою орбіти та на невеликому протязі межує з комірками решітчастого лабіринту та порожниною носу. Тут знаходиться апертура лобової пазухи. Передня стінка є максимальною

за товщиною [93], утворена зовнішньою пластинкою лобової луски . Задня стінка тонка, але дуже міцна, утворена внутрішньою пластинкою лобової кістки, відокремлює синус від передньої черепної ямки [94]. Медіальна – представлена перегородкою лобних (лобових) пазух. Вона буває досить товстою та може вміщати порожнину. Інколи – отвір, за допомогою якого обидва синуси можуть сполучатися [94, 95]. Для дослідження лобової пазухи пропонувалося використовувати 3D модель [96], що максимально відображає її реальну будову [97, 98, 100]. Доведено, що лобові пазухи унікальні та [100, 101] та їх можна використовувати у судово-медичній експертизі для ідентифікації особистості. Було вивчено взаєморозташування лобової пазухи та решітчастого лабіринту [102], визначено варіабельність лобової пазухи у людей різного віку та статі [25]. Однак, ці ознаки досліджувались лише у лобовій пазусі, інші синуси досліджені не були. Окрім того, більше уваги приділялось гістологічній будові залоз слизової оболонки, структура кістки не досліджувалась.

Інтерес у дослідженні решітчастої пазухи зумовлений тим, що однією із найчастіших форм риносинуситів є етмоїдальний синусит [4]. Це пов'язано із особливостями анатомічної будови комірок решітчастої кістки та тісним зв'язком із порожниною носу [1]. Особливо часто зустрічається ця форма запального процесу в дитячому віці. Решітчаста пазуха складається із 6-10 пневматизованих комірок об'ємом 2-3 мл [2]. Анатомічно ці комірочки можна розподілити на передні, середні, задні. Передні та середні відкриваються разом у середній носовий хід, задні – у верхній [3].

Натомість, значно рідше зустрічається ураження клиноподібної пазухи [4], що також пов'язано із особливостями будови, глибиною її залягання в черепі. Розташовується вона в клиноподібній кістці. Ураження цієї пазухи часто досить важко діагностувати. Протікає такий процес із превалюванням неврологічної симптоматики, що можна пояснити близькістю розташування нервів, та атиповою клінічною картиною [4].

Особливість виникнення, розповсюдження патологічного процесу зумовлена особливостями анатомічної будови ННП, товщиною та щільністю

кісток взаєморозташуванням компонентів будови та особливостями розташування природного сполучення.

Проблема вивчення ПНП нерозривно пов'язана із вивченням індивідуальної анатомічної мінливості. Дані отримані в процесі визначення показників будови лицьового черепа, дані про краніотип людини також є вкрай актуальними на тепер [103].

Особливості розташування приносних пазух визначають і особливості діагностики захворювань цієї анатомічної області. Описано багато способів вивчення анатомічної будови приносних пазух. На протязі багатьох років вони досліджувались за допомогою краніометрії, проведеної на трупному матеріалі [102, 103] чи при вивченні досліджуваних колекцій черепів. Проте цей метод має ряд недоліків: дослідження проводиться на трупному матеріалі, існуючі колекції черепів не багаточисельні, що виключає можливість масивного статистичного дослідження, черепи з часом руйнуються та для дослідження структур черепу, зокрема приносних пазух, необхідно його руйнування. [104, 105].

На сьогоднішній день отримані знання успішно можуть використовуватися в криміналістиці, судово-медичній експертизі, а також в теоретичній медицині – анатомії, топографічній анатомії. Більшість робіт, які присвячені визначенню краніотипу людини, поєднані перш за все із визначенням етнічних, вікових показників. Досить цікавими є факти, які свідчать про поширення людей із різними типами будови черепу в різних країнах. Так, відомим є низка робіт зарубіжних авторів, що вивчали черепний індекс у жителів Індії, Непалу, європейських країн, Нігерії. До прикладу, за даними робіт, присвячених корінним жителям громади тхару середнє значення черепного індексу, зокрема, для доліхокранів та становив $75,99 \pm 4,97$. Відомим є факт, що незважаючи на близькість географічного розташування до Непалу, у самому Непалі брахіцефалія та доліхоцефалія були розповсюджені практично із однаковою частотою.

У таких країнах, як Хорватія та Нігерія, навпаки, найпоширеніша форма будови представлена брахіцефалією. Дані, отримані у ході даного дослідження

підтверджуються и роботами великої кількості інших авторів. Згідно до їхніх висновків, найпоширенішим типом будови черепа у Європі є мезоцефалія [106].

Також на етапі досліджень було виявлено достовірні, статистично значущі відмінності у черепному індексі, які характерні для жінок та чоловіків [107].

Досить цікавими є і роботи, що присвячено визначенню і параметрам будови лицьового черепа.

Зокрема існують роботи, що присвячені визначенню асиметрії будови черепа [108] Також авторами було проведено визначення показнів верхнього лицьового індексу та визначено точки-орієнтири для підрахунку лінійних показників будові на черепі та вивчення асиметрії. Всі методики підрахунку, як і визначені точки-орієнтири можуть із успіхом використовуватися для обчислення даних показників також і за результатами СКТ та можливого порівняння даних. Згідно до досліджень автора всі досліджувані параметри були розділені на три «віяла»: верхнє, нижнє, бічне, що виходять з трьохстандартних точок: nasion (N) – точки, розташовані на носолобного шві: Prosthion (Pr) – найбільш виступаючої точки верхньої щелепи; zygomaxillare (Zm) – точки, розташовані в нижній частині вилично-верхньощелепного шва. Верхнє віяло дозволяє оцінити асиметрію досліджуваних ознак у верхній половині черепа, нижнє віяло – в нижній, за допомогою бічного віяла можна оцінити асиметрію латеральної частини. У верхньому віялі були використані наступні найбільш інформативні параметри: n - zm – відстань від точки nasion до zygomaxillare), n – infor. – від точки nasion до інфраорбітального краю), n - ar. lat. – відстань від точки nasion до точки на латеральному боці грушоподібного отвору, n - ft – відстань від точки nasion до frontotemporale). У бічному віялі визначали такі відстані: zm – inf. – відстань від точки zygomaxillare до інфраорбітального краю, zm - ar. inf. – відстань від точки zygomaxillare до найбільш нижньої точки грушоподібної отвори), zm – da – відстань від точки zygomaxillare до точки dacryon), zm - min. шир. – відстань від точки zygomaxillare доточки в місці мінімальної ширини спинки носа). До складу нижнього віяла входили: ss – ft. – відстань від точки subspinale до точки fronto-temporale), ss – zm – відстань від точки subspinale до

точки зігомаксилляре), ss - da – відстань від точки subspinale до точки dacryon), ss - inf. – відстань від точки subspinale до подглазничного краю), ss - ap. lat. – відстань від точки subspinale до латерального краю грушоподібного отвору, ss - ap. inf. – відстань від точки subspinale до нижнього краю грушоподібного отвору. Як виявилось, підрахунок визначених автором параметрів, хоча й не всіх зазначених, можливий також за результатами СКТ. Зокрема, практично не можливо візуалізувати точки бічного «віяла».

Не менш цікавим стало також обчислення повного лицьового індексу за даними робіт деяких дослідників [109, 110.]. Авторами було отримано дані, що середні значення лицьового індекса коливались від 79,63 до 93,56. При цьому також виявлялись розбіжності у показниках лицьового індексу для жінок та чоловіків. Відмічалось, що у чоловіків цей показник був дещо більшим та становив $87,27 \pm 3,23$ на відміну від жінок ($84,73 \pm 2,88$). Отримані відмінності між вказаними значеннями лицьових індексів біли достовірні. Існують також результати досліджень, що можуть провести дані, отримані в ході виконання дисертаційної роботи. Наприклад за результатами досліджень, які було проведено Rajashri A Kolte зі співавторами [110] найпоширенішою формою будови лицьового черепа був мезопросопічний, тоді як лептопросопічні разом із мезопросопічними зустрічались лише в 22 % випадків кожний, тобто майже із однаковою частотою. На жаль, роботи, присвячені вивченню верхнього лицьового черепа зустрічаються дещо рідше за даними зарубіжних авторів, на відміну від вітчизняних авторів. Наприклад, відомою є робота Долженка Ю.В. [111], яка в тому числі присвячена вивченню верхнього лицьового індексу. Особливу увагу вона має в плані історичного вивчення будови черепа, зокрема лицьового відділу. Також важливим є те, що у ній висвітлено варіанти будови черепів населення України (Чернігівщини). Автор наводить дані про розбіжності у типах лицьового черепа, характерних для жінок та чоловіків. Так, згідно до історичних даних у Х-ХІІІ сторіччях серед чоловіків переважали лептени, серед жінок – мезени. На сьогоднішній день проведені дослідження свідчать по деяку мінливість цих значень. На теперішній час і серед чоловіків, і серед жінок найчастіше

зустрічається значення верхнього черепного індексу, що характерне для мезенів, тобто серед чоловіків відбулася значна зміна у показниках верхнього лицьового індексу із плином часу [111]. Відомим є дослідження також краніометричних параметрів, в тому числі верхнього лицьового індексу в підлітковому віці. Хоча авторами достовірних гендерних відмінностей у ході виконання роботи виявлено не було. [112].

На сьогоднішній день відома велика кількість робіт, присвячена дослідженню саме краніометричних показників. На жаль більшість із них присвячена роботі на трупному матеріалі та колекціях черпів. Проте існують поодинокі дослідження, що пов'язані з визначенням краніометричних показників за даними комп'ютерної томографії [113].

Саме використання рентгенологічного методу дослідження у 1915 р. [114] стало переламною точкою у дослідженнях приносних пазух. Оглядова рентгенографія ПНП і дотепер є найрозповсюдженішим методом променевої діагностики патології цієї локалізації. Однак, багато авторів указують на недоцільність рентгенологічного дослідження при наявності характерних скарг. Особливо актуальним це питання є в період вагітності і в дитячому віці, зважаючи на променеве навантаження на організм. [115, 116]. Ультрасонографічне дослідження також пропонувалося для вивчення структури приносних пазух [117, 118], проте цей метод також має низку недоліків, зважаючи на розташування порожнин всередині черепа.

На сьогоднішній день комп'ютерна томографія – це один із інформативних, неінвазивних, прижиттєвих методів дослідження приносних пазух. Принципово виділяють два типи комп'ютерної томографії: конусно-променеву та спіральну [119, 120, 121]. Кожний із видів має недоліки та переваги. Перевагами конусно-променевих томографів є: досить компактні розміри самого томографу, дещо менша доза опромінення, ніж при спіральній. Проте суттєвим недоліком цього методу дослідження є відсутність денситометричної шкали [122].

Існує досить незначна кількість робіт, присвячених такому важливому показнику, як щільність кісткової тканини пазухи. Більшість із них присвячена

щільності кісток хребця, стегнової кістки, велико- чи малогомілкової кістки [123]. Всі ці дослідження пов'язані із рентгенологічною денситометрією (абсорбціометрією) [124]. За даними проведених досліджень було визначено щільність кісткової тканини, що характерна для молодих людей у фізіологічних умовах, де вона становить 1 SD (Sectional Density). Визначено, що люди із щільність кісток 1-2,5 SD мали в житті хоча б один епізод перелому кісток та мають ознаки остеопорозу. Мінеральна щільність за цією методикою була визначена також серед дітей [125, 126].

Дослідження мінеральної щільності є перспективними і серед вітчизняних учених. Зокрема, заслуговує на увагу робота Барни О.М [127], що присвячена ультразвуковому визначенню мінеральної щільності кісток. Таке дослідження на відміну від рентгенологічного, практично не має протипоказань, може проводитись у дітей різного віку та вагітних.

Не зважаючи на всю інформативність наведених вище робіт та точність підрахунку суттєвим недоліком методики є витрати значного проміжу часу для калькуляції показників, що практично унеможлиблює рутинне використання методу рентгенологічної мінеральної денситометрії у повсякденній практиці лікаря. Більш простим є метод використання шкали Хаунсфілда, який не вимагає додаткових витрат часу чи проведення додаткових підрахунків. Саме цей метод дозволяє не тільки описати будову, але й підрахувати щільність патологічного вмісту пазухи, наприклад, міцетоми [128] або підрахувати фізіологічну чи патологічну щільність будь-якої тканини, в тому числі кісткової. Саме тому найпростішим методом визначення щільності є саме використання шкали Хаунсфілда. За даними цієї шкали щільність дистильованої води приймається за 0 Ну, а щільність повітря – за 1000 Ну і порівнюється з щільністю інших тканин чи новоутворень в організмі людини [129, 130, 131, 132]. Таким чином, саме СКТ дослідження із наступним визначенням щільності кісткової тканини за шкалою Хаунсфілда дозволяє інформативно, точно і просто виміряти щільність кісткової тканини. Звичайно, що це вкрай важливо для діагностики стану ПНП людини. Саме цей метод може стати у пригоді при діагностиці такої патології ПНП, як

синдром «мовчазного синусу» [133], що часто призводить до внутрішньочерепних та інтраорбітальних ускладнень, відрізнити випадок «незавершеної» пневматизації синусу [134], що є варіантом фізіологічного стану, від запального процесу в пазухах, що потребує лікування. Під час огляду літератури виявлено, що підрахункам щільності кісток ПНП присвячена вкрай невелика кількість робіт.

При всьому розмаїтті наукових робіт, направлених на деталізацію морфології приносних пазух, достеменно невідомою дотепер лишається навіть їхня функція. Багато питань лишається невизначеними і відносно морфології ПНП. Як відомо, саме анатомічна будова ПНП відіграє ключову роль при виникненні патологічних змін у пазухах, тож деталізації потребують також особливості будови, що могли б стати ключовими та зумовити розвиток, як гострих, так і хронічних патологічних станів у пазухах. Питання деталізації будови пазух є вкрай важливим, адже невпинно зростає кількість захворювань верхніх дихальних шляхів, як у дорослому, так і в дитячому віці [135]. Ці патологічні стани завдяки впливу багатьох факторів, в тому числі шкідливих чинників зовнішнього середовища, мають тенденцію до хронізації, що зумовлено як зовнішніми факторами навколишнього середовища [136], так і вродженими або набутими особливостями будови верхніх дихальних шляхів.

Лідером серед усіх хвороб верхніх дихальних шляхів є саме захворювання приносних синусів. До 15 % дорослого населення земного шару страждають цією патологією. Серед дітей цей показник є ще вищим [137].

Відомою є робота Pernilla Sahlstrand-Johnson [138] зі співавторами, яка присвячена вимірюванню лінійних розмірів верхньощелепної та лобової пазухи. У верхньощелепній пазусі досліджувалися наступні показники: максимальний передньозадній розмір (глибина пазухи), максимальна ширина пазухи, товщина передньої стінки в області fossa canina, максимальний краніокаудальний діаметр. У лобовій пазусі досліджувалася максимальна глибина її, а також товщина передньої стінки. Окрім того, приділялась увага об'єму зазначених пазух. Авторами зроблено висновки, що жоден із обчислених об'ємів не корелював із віком пацієнта. Дані щодо об'єму пазухи перекликаються із даними інших авторів

[139, 140, 141], а також із тими, що отримані у ході виконання дисертаційної роботи. Середнє значення об'єму верхньощелепної пазухи становило $14,4 \text{ см}^3$ для пацієнтів віком 18-33 роки, $16,6 \text{ см}^3$ для пацієнтів у віці 34-49 років та $15,2 \text{ см}^3$ у пацієнтів у віці 50-65 років. Було також визначено, що об'єм верхньощелепної пазухи у чоловіків був достовірно більшим за жінок. Не відмічалось суттєвої різниці між показниками справа та зліва. Також не було виявлено достовірних відмінностей у різних вікових групах. Відмічалася лише залежність показників об'єму від статі, хоча товщина передньої стінки як верхньощелепної, так і лобової пазух від статі не залежили. Отримані дані підтверджуються також у дослідженнях інших авторів [142, 143, 144]. В той же час рядом інших авторів визначено мінливість об'єму верхньощелепної пазухи у дитячому та підлітковому віці та залежність його від статі [145]. Попри очікувані результати виявилось, що статевий диморфізм був мінімально виражений протягом першого року, максимально ж виражений статевий диморфізм спостерігався у віці 15-16 років. Виявлено, що об'єм ПНП переважає у дівчаток на протязі перших двох років життя. Отримані результати корелюють також із даними інших досліджень.

1.2. Загальний план будови, розвиток компонентів остіомеатального комплексу (ОМК)

ОМК є ключовою анатомічною областю, що визначає можливість розвитку запальних процесів в ПНП [146, 147]. Саме анатомічні особливості цієї зони призводять до аеродинамічних порушень, зниження вентиляції пазух і, як наслідок, до подальшого приєднання бактеріальної, грибкової або змішаної мікрофлори [148, 149]. Оскільки компоненти ОМК у більшості випадків не доступні для обстеження, основним методом оцінки їх стану є спіральна комп'ютерна томографія (СКТ) [146, 147]. Беручи до уваги різноманітність варіантів розташування компонентів ОМК, складність їх просторової конфігурації, вивчення СКТ-зображень без подальшої побудови 3D моделі може призвести до діагностичних помилок, що зумовлено недоліками оцінки просторової конфігурації об'єктів, розташованих в одній площині [150, 151].

Більш інформативним може стати дослідження з побудовою 3D моделі зазначеної анатомічної області. За допомогою цього методу можна точно, швидко, ефективно та правильно описати всі варіанти розташування компонентів ОМК (гачкуватого відростку, середньої носової раковини, півмісяцевого розтвору [152, 153]).

Гачкуватий відросток є досить мінливим і надзвичайно важливим компонентом ОМК, який разом із оточуючими анатомічними структурами, такими як носова раковина, забезпечує вентиляцію – основну функцію ОМК [154]. Незважаючи на величезне значення, процес вивчення цієї анатомічної області представляє певні труднощі, що пов'язано із віддаленістю в розташуванні та труднощами, які обумовлені неможливістю візуального огляду досліджуваної зони.

Новий виток у дослідженні ОМК став можливим завдяки швидким темпам розвитку комп'ютерної томографії (КТ), особливо спіральної комп'ютерної томографії (СКТ), яка використовується не тільки для прижиттєвої та неінвазивної оцінки анатомічної структури, детекції взаємозв'язку між компонентами ОМК, але також для денситометричного дослідження ОМК [155].

Сьогодні КТ є «золотим стандартом» для діагностики всіх видів риносинуситу [156]. Цей метод дослідження допомагає визначити основні морфологічні характеристики кісткової тканини, таких як товщина та щільність кісткової тканини.

Крім того, можуть застосовуватись інвазивні методи визначення ефективності вентиляції ПНП [157, 158]. Зокрема, один із методів полягає в інтраопераційній установці датчика в зоні півмісяцевого розтвору верхньощелепної пазухи, що дозволяє виміряти тиск у цій області та зробити висновок про ризик розвитку запальних процесів [159]. Незважаючи на всю інформаційну наповненість та точність, цей метод оцінки має деякі суттєві недоліки, а саме: оскільки датчик встановлений інтраопераційно, неможливо розрахувати показники, що характеризують ефективність синусової вентиляції в передопераційний період, а отже, і передбачити обсяг операції. Або існує потреба

в додатковому втручанні з метою встановлення датчика, що пов'язано з незручностями як для лікаря, так і для пацієнта [160, 161]. Іншим важливим недоліком є інвазивність процедури. То ж розробки потребує неінвазивний метод, який би ще до хірургічних втручань дозволив зробити висновки про особливості будови даної області та припустити об'єм оперативного втручання для відновлення адекватної вентиляційної функції ОМК.

Досить неочікуваною є незначна кількість робіт, що присвячена ОМК, у переважній більшості з яких розглядається лише варіантна будова гачкуватого відростку, при цьому нівелюється колосальне значення, яке мають середня носова раковина та пів місяцевий розтвір.

Наприклад, будові гачкуватого відростку присвячені роботи Mohit Srivastava, Tuli IP зі співавторами, Qiu XP зі співавторами та інші. Згідно до досліджень. Наприклад, дослідження Mohit Srivastava та [162] присвячено варіантам розташування гачкуватого відростка. В ході його виконання встановлено, що, близьке розташування гачкуватого відростку до паперової пластинки є найбільш небезпечним варіантом розташування, яке може не лише стимулювати виникнення запальних процесів в пазухах, а й їхню хронізацію. Дослідження Tuli IP [163] зі співавторами, навпаки, не підтверджує результати попередньої роботи. У проведеному дослідженні йдеться, що навіть високий рівень прикріплення гачкуватого відростку не може впливати на процес хронізації риносинуситів, а вкрай радикальна тактика отоларингологів направлена на резекцію частини гачкуватого відростку під час оперативних втручань може призвести до непоправних помилок. Не було отримано однозначних висновків про вплив гачкуватого відростку на хронізацію запальних процесів і Qiu XP зі співавторами. Автори припускають, що скоріше за все такий вплив здійснює наявність додаткових клітин решітчастого лабіринту [164].

Таким чином, як видно із проведених досліджень питання будови гачкуватого відростку та його ролі лишається дискутабельним та потребує подальшої деталізації.

Середня носова раковина на відміну від гачкуватого відростку є дещо менше вивченим анатомічним утворенням. Відомі роботи, які присвячені наявності *concha bullosa* – пневматизованої порожнини в середині носової раковини (зокрема, середньої носової раковини). Даний стан є фізіологічним, розцінюється як дистопія комірок решітчастого лабіринту та зазвичай не призводить до виникнення патологічних процесів, а тим більше – до їхньої хронізації, проте у деяких випадках, при значущих розмірах *concha bullosa*, що викликають повну обтурацію сполучення між пазухами та порожниною носу [165] чи при комбінації декількох варіантів будови [166] можна припустити, що саме анатомічна структура середньої носової раковини відіграє вирішальну роль для виникнення, клінічного перебігу та хірургічного лікування риносинуситів. Проте на теперішній час чіткі знання про граничні патологічні та фізіологічні показники не вивчені достатньо. Уваги заслуговують також відомості про особливості розташування середньої носової раковини, а саме – її парадоксальному вигини [167] чи навіть роздвоєння [168].

Півмісяцевий розтвір, незважаючи на всю його значущість для фізіологічної вентиляції пазухи, є найменш вивченим. Однією із нечисленних, проте інформативних робіт є дослідження Dahlstrom K [169], в якому проведено детальний підрахунок як ширини, так і довжини півмісяцевого розтвору у чоловіків та жінок. Виявилось, що достовірних відмінностей за таттю у розмірі не відмічалось. Максимальна ширина становила – 4,74 мм, мінімальна – 1,69 мм. Середня довжина 26,9 мм, при чому вона була достовірно більшою з правого боку, ніж з лівого. Дане дослідження поєднувалось із визначенням також ширини та довжини черепу у чоловіків та жінок. Ще однією особливістю стала класифікація півмісяцевого розтвору за ознаками наявності вигинів, довжиною та морфологією. Було віділено п'ять типів будов. До першого (класичного) було віднесено помірно викривлений тип будови. Зустрічався він у більшості досліджуваних випадків (54,6 %). J-подібний, L-подібний, U-подібний зустрічалися у 16,5, 6,2, 9,3 % відповідно до наведеного вище порядку. П'ятий тип будови був розподілений на два підтипи – прямий вертикальний та прямий косий.

Зустрічались ці два типи будови досить рідко у 7,2 та 6,2 %. Проведене дослідження є інформативним, цікавим із точки зору дослідження особливостей вентиляції пазух. Проте істотним недоліком цієї роботи є інвазивність процедури. Дослідження проводилось на трупному матеріалі. Тобто воно має лише ретроспективне значення та не може стати у пригоді для визначення особливостей вентиляції конкретної досліджуваної особи.

Відомі також дослідження за результатами СКТ чи КЛПТ, що присячені будові півмісяцевого розтвору, проте вони пов'язані із розвитком патологічних станів чи травм [170] чи наявності додаткового сполучення між пазухами та порожниною носу [171]. Тож перед вкрай важливою гострою проблемою на теперішній час є інформативне та точне визначення особливостей будови компонентів ОМК за даними комп'ютерної томографії. Дане дослідження є чи не єдиним, яке присвячено будові півмісяцевого розтвору у фізіологічних умовах. На думку більшості авторів для вирішення цього питання доцільнішим за все було б використання 3D моделювання.

1.3. Використання 3D моделювання для дослідження індивідуальної анатомічної мінливості ПНП

3D моделювання є перспективним напрямком у всіх галузях науки, зокрема в медицині та особливо в отоларингології [172].

Анатомічні моделі, отримані в результаті тривимірного моделювання, можуть допомогти вирішити велику кількість медичних проблем [173, 174]. Відомо, що вони використовуються в пластичній хірургії для усунення дефектів, спричинених різноманітними травматичними ураженнями. Іноді ці дефекти можуть досягати значних розмірів. Це ускладнює вибір алотрансплантата, що повністю повторює розміри зруйнованої анатомічної ділянки у пацієнтів різного віку та статі [175] та погіршує майбутній прогноз для відновлення. Форма ділянки, яку потрібно замінити, також може відрізнятися. 3D модель – це точна копія досліджуваної області, вона повторює її форму, розмір та просторову конфігурацію.

3D моделювання з успіхом використовуються в отоларингології. Широке використання отримали методи автоматичного підрахунку показників будови ПНП за допомогою 3D моделювання [152].

Іншим прикладом застосування даної методики може бути навчання студентів та формування ігрових модулів з метою відпрацювання практичних навичок медичного персоналу, студентів чи інтернів. Зважаючи на те, що майже всі анатомічні ділянки ПНП та ОМК розташовані глибоко всередині черепа, їхнє дослідження вимагає часткового руйнування останнього та може бути досліджене лише посмертно, для оцінки морфології даної області доцільно було б використовувати 3D моделювання.

Крім того, 3D моделювання може стати в нагоді при плануванні хірургічного лікування риносинуситу та при моделюванні патологічних процесів у ПНП [176, 177].

На сьогоднішній день метод функціональної ендоскопічної хірургії синусів є «золотим стандартом» у лікуванні запальних захворювань приносних пазух [178]. З огляду на стрімкий розвиток спіральної комп'ютерної томографії, інформативного, неінвазивного, життєво важливого методу вивчення приносних пазух, щодня з'являється все більше даних про нові особливості будови та розташування структур цієї анатомічної області [179, 180]. Всі ці дані вимагають постійного розвитку та вдосконалення навичок медичного персоналу, а отже, і моделей чи макетів із будовою, максимально наближеною до оригінальної будови анатомічних структур [181, 182].

1.4. Використання методу розрахунку невизначеності

У ході виконання дослідження повсякчас постає питання надійності отриманих даних та вдосконалення методів підрахунку.

Розрахунок невизначеності – метод, який досить рідко застосовується у медицині [183]. Із розмаїття медичних спеціальностей він частіше використовується в лабораторній діагностиці як метод кількісної оцінки лабораторних характеристик. У ході виконання роботи метод підрахунку

невизначеності використовувався для оцінки розмірів, щільності стінок ПНП та компонентів ОМК.

Підрахунок саме товщини та щільності обумовлено фактом, що хронічні запальні захворювання приносових пазух викликають не тільки чітко виражені зміни гістологічної структури слизової оболонки приносових пазух, але і завжди вражають кісткову тканину, що утворює їхню стінку. Таким чином, для цієї групи захворювань характерна альтерація кісток: її демінералізація, зникнення трабекул, деструкція кори, фокальний склероз [184, 185]. Такі зміни неминуче спричиняють зниження як щільності, так і товщини кісткової тканини приносових пазух. Вважається, що ймовірність ускладнень патологічних процесів в ПНП залежить від товщини кістки. Зокрема, широко використовується шкала Global Osteoitis Scoring Scale (GOSS), яка базується на вимірюванні максимальної товщини кістки [186, 187]. У цьому випадку вибір ділянки максимальної товщини є досить суб'єктивним. Крім того, ступінь руйнування не завжди корелює лише з товщиною, а часто і в значній мірі зі щільністю. Поняття товщини кістки та її щільності не слід ототожнювати. Можна припустити, що саме щільність кістки може першою зменшуватися під дією несприятливих чинників. Відомості про це дозволили б об'єктивно оцінити стан кісткової тканини та підвищити ефективність трактування СКТ обстеження ПНП, отриманих з урахуванням як мінімальної, так і максимальної товщини кісток, даючи можливість прогнозувати перебіг патологічних процесів у ПНП, залежно від їхніх анатомічних особливостей.

У ході дисертаційного дослідження вперше було використано спосіб підрахунку невизначеності показників для компонентів ОМК та ПНП і тому на сьогодні не існує даних інших досліджень, які б дозволили порівняти результати, отримані в ході проведеної роботи. Тож цей метод є досить перспективним та може використовуватися і надалі для підрахунку досліджуваних показників у медицині та зокрема в анатомії та отоларингології.

1.5. Використання штучного інтелекту для дослідження ПНП

Незважаючи на важливість оцінки зображень у біомедичних галузях, таких як анатомія, променева діагностика, отоларингологія, стоматологія, патологічна анатомія тощо [188], на сьогоднішній день не існує чітко визначеного уніфікованого алгоритму обробки зображень, результатів обстеження та інтерпретації. Всі ці показники майже завжди залежать від кваліфікації та досвіду лікаря. Поодинокі спроби уніфікувати алгоритми оцінки зображення не принесли бажаного результату [189].

Використання традиційних методів вимірювання, таких як вимірювальні прилади, неможливе, оскільки зображення можна масштабувати вгору або вниз. Крім того, розмір зображення в значній мірі залежить від роздільної здатності екрану або принтера. Вимірювання товщини в пікселях не надто інформативне для лікаря, а перетворення пікселів в міліметри вимагає знання роздільної здатності екрану (принтера), математичних операцій і пов'язане з можливістю помилки [190].

Визначення індивідуальної анатомічної мінливості приносних пазух є основною проблемою для лікарів різних спеціальностей (отоларингологів, стоматологів, пластичних хірургів, нейрохірургів та офтальмологів (з точки зору ризику внутрішньочерепного та внутрішньоорбітального поширення запального процесу), та при багатьох інших біомедичних дослідженнях. [191].

Вивчення товщини стінок ПНП пов'язано з низкою технічних проблем, зокрема, дуже часто важко визначити правильні точки для вимірювання показників, якому з критеріїв слід віддати перевагу – максимальній товщині чи мінімальній і як правильно провести процес вимірювання, щоб отримати точний і надійний результат [192].

На сьогоднішній день даних про автоматичні вимірювання товщини морфологічних елементів ПНП чи ОМК немає. Тож цей напрямок є досить перспективним в отоларингології, анатомії, радіології, оскільки саме цей спосіб

може допомогти уніфікувати вимірювання, пришвидшити отримання точних результатів, полегшити процес трактування СКТ.

До того ж сам підрахунок показників інколи потребує значних витрат часу, що різко знижує ефективність як роботи лікарів, так і дослідників при описанні особливостей будови. Особливо це важливе при наявності великої кількості об'єктів дослідження. Враховуючи все вищенаведене, постає питання про уніфікування та автоматизацію процесу дослідження ПНП та ОМК.

Більшість відомих робіт присвячено автоматичному вимірюванню кісток кінцівок, кісток черепа [193]. Відомою є робота з розробки методу автоматичного вимірювання щільності нижньої щелепи з метою прогнозування ймовірності ускладнень при хірургічних втручаннях у пацієнтів, які страждають на остеопороз [194].

Практично відсутні роботи, що присвячені автоматичному вимірюванню такої важливої у теоретичному та практичному значенні області як ПНП та ОМК

Таким чином, не зважаючи на значний як академічний, так й практичний інтерес до анатомічної будови пазух, залишається досить великий спектр невирішених питань, а дане дослідження могло б розв'язати низку нагальних значущих проблем, які постають як в теоретичній (навчання студентів, інтернів), так і в практичній медицині (діагностика та лікування захворювань ПНП, вибір оптимальної оперативної тактики, хірургічного доступу, можливість спрогнозувати ймовірність ускладнень). Дане дослідження спрямовано на деталізацію особливостей будови ПНП та ОМК, вибору точного та інформативного методу підрахунку параметрів будови, розробки та автоматизації алгоритму діагностики стану ПНП та ОМК за даними СКТ.

Як видно із даних літератури, на сьогодні лишається велика кількість питань, які присвячені особливостям анатомічної будови ПНП та ОМК. Ці питання є надважливими як для теоретичної, так і для практичної медицини. Розробки да удосконалення потребують також методи дослідження цієї ділянки черепа. Отримані у ході проведеного дослідження результати можуть принести

нові знання для студентів, інтернів, поліпшити діагностику та лікування гострих та хронічних запальних процесів ПНП.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріал дослідження

Дослідження проводилось за результатами 400 спіральних комп'ютерних томографій людей чоловічої та жіночої статі віком від 18 до 95 років, яких було розподілено на групи згідно до класифікації Всесвітньої організації з охорони здоров'я [195]. Розподіл досліджуваних людей за групами представлено в таблиці 2.1. Дані особи не мали жодних скарг із боку ЛОР-органів, СКТ-дослідження було проведено у зв'язку із причинами, що не пов'язані із патологією ЛОР-органів (підозра на інсульт, що не підтвердилась та інше). Наявність даних, що могли б свідчити про патологічні зміни в ПНП, дитячий вік, вагітність були підставою для виключення таких випадків із дослідження.

Таблиця 2.1.

Розподіл досліджуваних осіб за віком та статтю

Віковий період	Чоловіки	Жінки	Разом
Молодий вік (18-44 років)	53	55	108
Сердній вік (45-59 років)	64	63	127
Похилий вік (60-74 років)	46	44	90
Старечий вік (75-89 років)	22	23	45
Довгожителі (більше 90 років)	16	14	30
Загалом	201	199	400

Набір матеріалу відбувався на базі Харківського науково-дослідного інституту загальної та невідкладної хірургії та Мереф'янської центральної районної лікарні, (на підставі заключеного договору № 173/10 18 від 18 жовтня 2018 р. про науково-практичне співробітництво).

Проведена робота відповідає вимогам Хельсінкської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта досліджень». Всім досліджуваним людям було повідомлено про участь у дослідженні та отримано письмову інформовану згоду на участь. Дослідження було схвалено Комітетом з біоетики Харківського національного медичного університету (Протокол засідання комісії №5 від 11 листопада 2018).

2.2. Методи дослідження

Дослідження проводилось за результатами комп'ютерної томографії яка, дозволяє не тільки виявити анатомічну будову, взаємовідношення між різними елементами анатомічної структури ПНП та ОМК та суміжними анатомічними ділянками, визначення товщини кістки, а також її щільності. Зокрема нами для оцінки щільності кісткової тканини була використана шкала Хаунсфілда, за даними якого сучасні апарати здатні охопити 4096 відтінків сірої шкали, що дозволяє представити різні рівні щільності в одиницях Хаунсфілда (HU) (щільність води приймається за 0 HU, а повітря за - 1000 HU) [196].

Дослідження проводилося на апараті Toshiba Aquilion 4, Computed Tomography Scanner (Японія), який представляє собою мультизрізовий КТ-сканер з можливістю одночасного збору даних 4 зрізів товщиною 0,5 мм і відрізняється високими експлуатаційними характеристиками з часом повного обороту до 0,4 с. Він забезпечує мультизрізове сканування з високою роздільною здатністю і високою пропускною здатністю. Для дослідження приносних пазух використовувалася товщина зрізу в 2 мм. Висока якість зображень даного апарату поєднується з низькою дозою опромінення за рахунок максимально ефективного використання рентгенівського випромінювання.

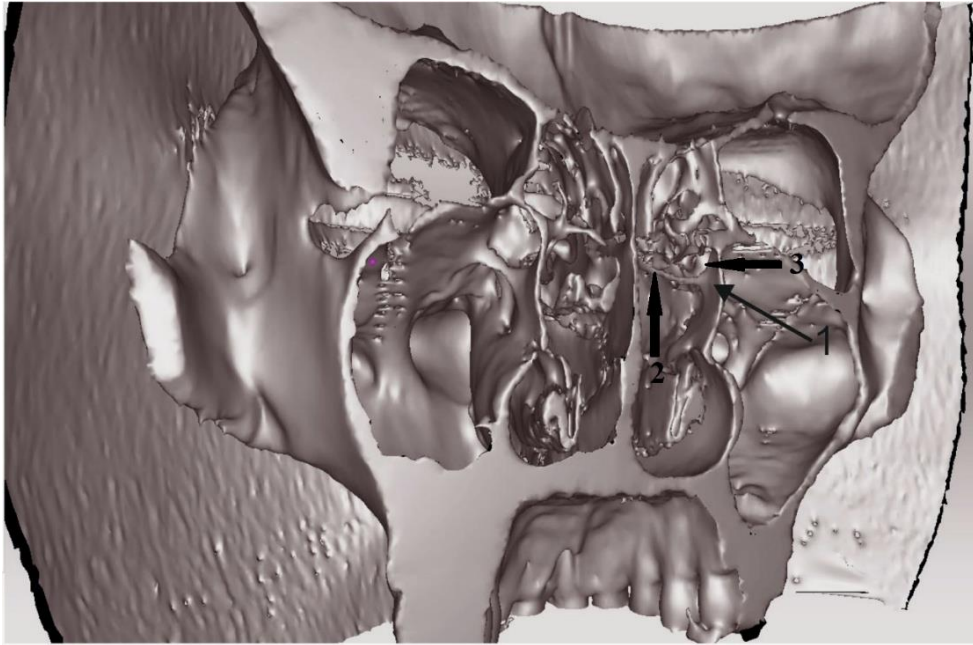


Рис.2.1. Візуалізація компонентів остіомеатального комплексу (1 - гачкуватий відросток, 2 - середня носова раковина, 3 - півмісяцевий розтвір).

Для перегляду медичних зображень використовувалася програма Radiant DICOM VIEWER – це інструмент для перегляду медичних зображень формату DICOM PACS 4.6.9. (64 біт), який має простий інтерфейс та високу продуктивність роботи [165,166]. 3D моделі були побудовані за допомогою програми Artec Studio 14 [167, 168] (див. рис.2.1).



Рис. 2.2 Приклад вимірювання розмірів компонентів ОМК при огляді людини.

Підрахунки розмірів компонентів ОМК проводилось і при огляді пацієнтів (рис.2.2).

2.2.1. Морфометричне дослідження

За допомогою 3D моделювання на черепі вимірювалися наступні показники: черепний індекс, верхній лицьовий індекс, ширина лобу, відстані між розпізнавальними точками та лініями орієнтирами, які візуалізуються при проведенні 3D моделювання (рис. 2.3 та 2.4).

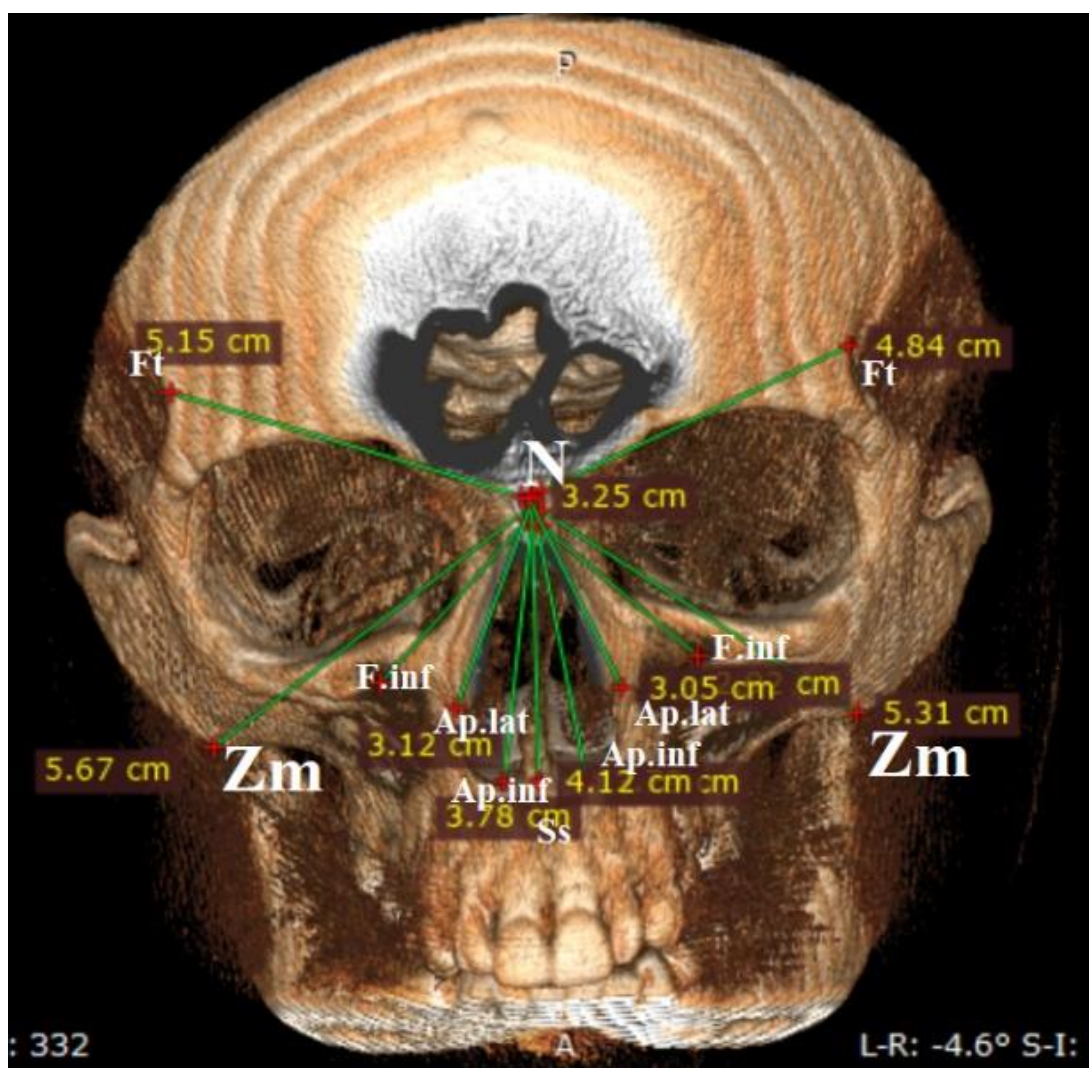


Рис.2.3. Оцінка лінійних параметрів будови лицьового черепа. СКТ. 3D моделювання (верхня частина).

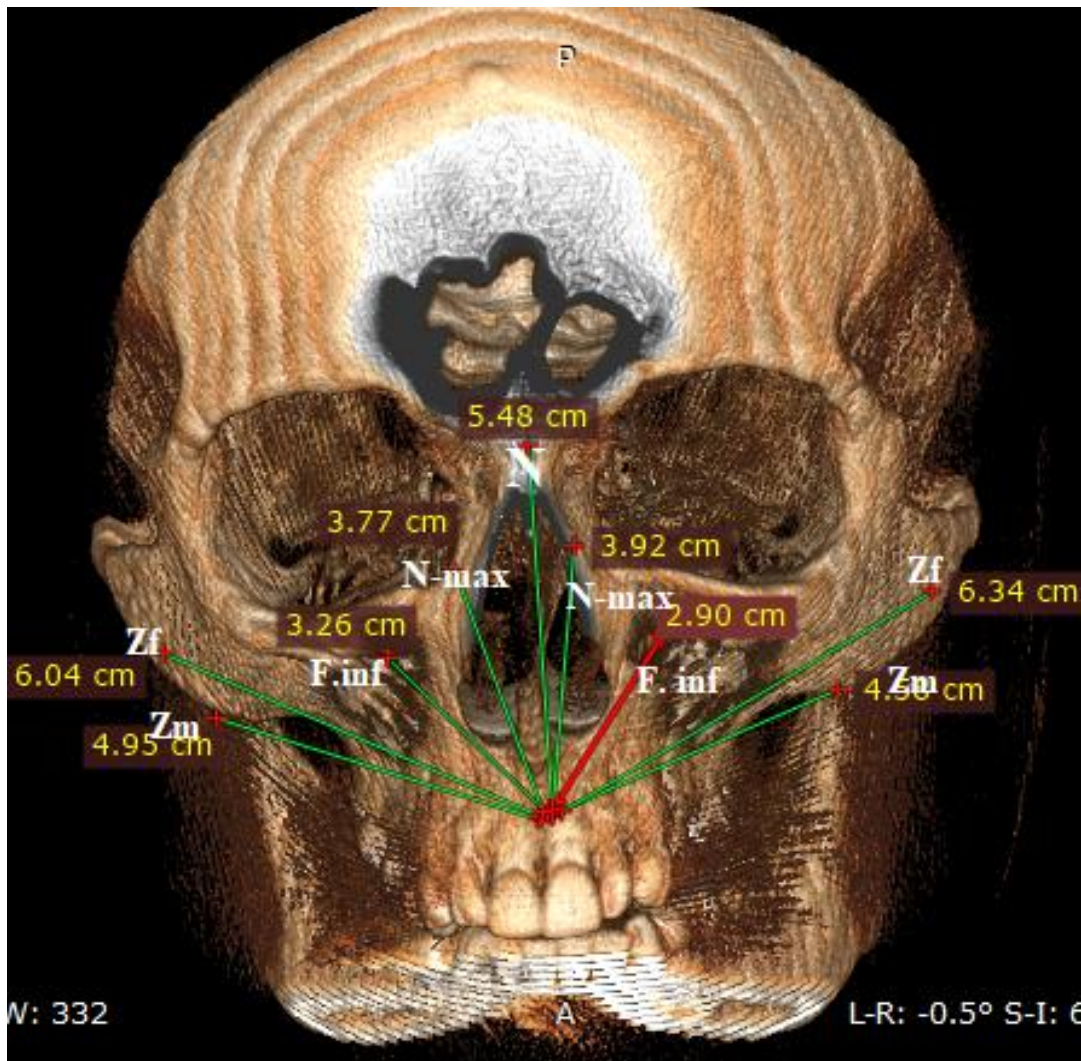


Рис.2.4. Оцінка лінійних параметрів будови лицьового черепа. СКТ. 3D моделювання (нижня частина).

N - nasion

Ss – точка, розташована перед передньою носовою остю.

Zf – відстань до виличної кістки.

Zm – точка, що розташована в нижній частині виличнощелепного з'єднання.

Ar. inf – відстань від точки nasion до нижньолатерального краю грушовидного синусу.

Ar. lat – відстань від точки nasion до середини латерального краю грушовидного синусу.

Ft – фронтотемпоральна лінія

Вибір саме зазначених точок дослідження обумовлений метою порівняння даних отриманих при дослідженнях черепу з результатами підрахунку на СКТ-зображеннях. На жаль, технічні можливості не дають змогу виміряти показники бічного «віяла» [108].

Для вимірювання черепного індексу визначалась відстань між точками еуріон, які були позначені цифрами 1 на рис. 2.5 та відстань між точкою глабелла до точки опістокраніум, що позначені на рис. 2.6 цифрами 2 та 3 відповідно.

Слід відмітити, що у дослідження потрапили СКТ, за даними яких неможливо підрахувати показники черепного індексу та визначити краніопит людини [197].

Приклад вимірювання відстані між двома точками еуріон зображено на рисунку 2.5



Рис. 2.5 Приклад вимірювання відстані між двома точками еуріон, що позначені цифрами 1. СКТ. 3D реконструкція.

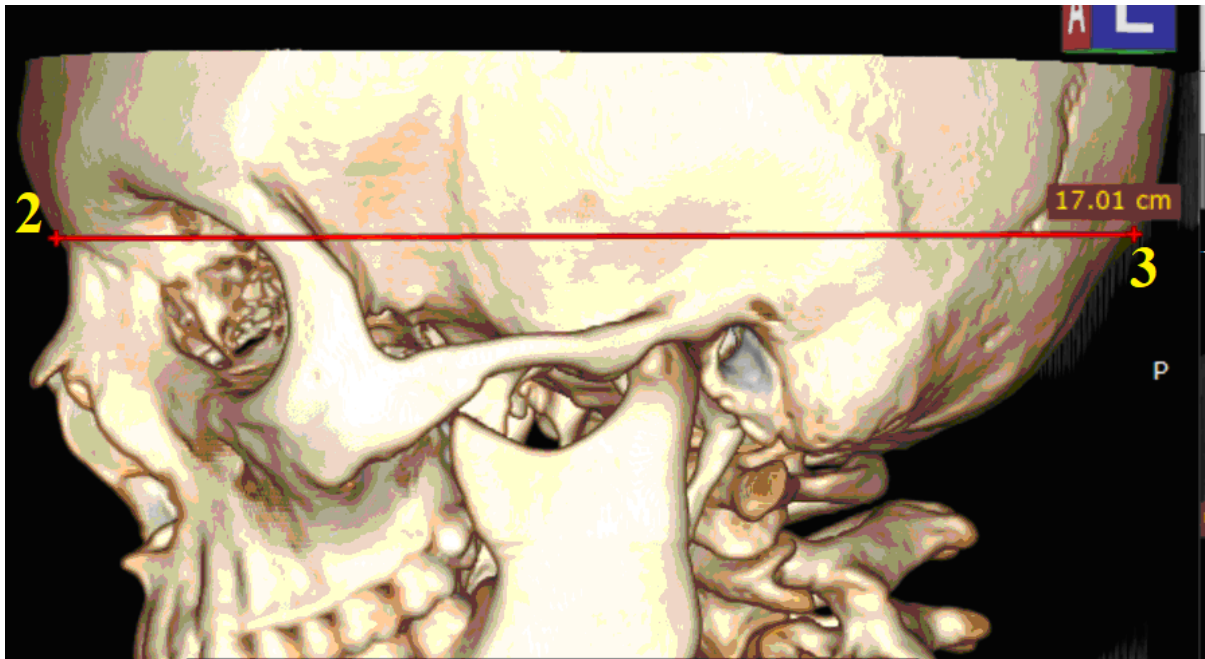


Рис.2.6. Вимірювання відстані між точкою глабелла та опістокраніум.

Приклад вимірювання відстані між точками глабелла та опістокраніум зображено на рис 2.6.

На противагу показникам черепного індексу, практично у всіх досліджуваних було можливо підрахувати верхній лицьовий індекс та зробити висновки про наявність тієї чи іншої будови лицьового черепу.

Верхній лицьовий індекс (див. рис. 2.7) може бути підрахований як відношення верхньої висоти обличчя (лінія між точками 3 і 4) до максимальної ширини обличчя (лінія між точками 1 і 2), помноженої на 100 [198].

Також вимірювалися об'єм пазух, товщина і щільність стінок (як сприятливі особливості для розповсюдження запальних процесів на суміжні органи та тканини), наявність перегородок в пазухах, їхню симетричність та рівень розташування. Визначались поздовжній та поперечний розмір середньої носової раковини, особливості просторової орієнтації, рівень прикріплення, об'єм та розміри гачкуватого відростку, його щільність. а також відстань між середньою носовою раковиною і півмісяцевим розтвором. Надзвичайно важливим є і особливості розташування останнього і наявність додаткових сполучень з

пазухами, що може зумовлювати хронізацію запальних процесів і впливати на техніку інтраназальних операцій.

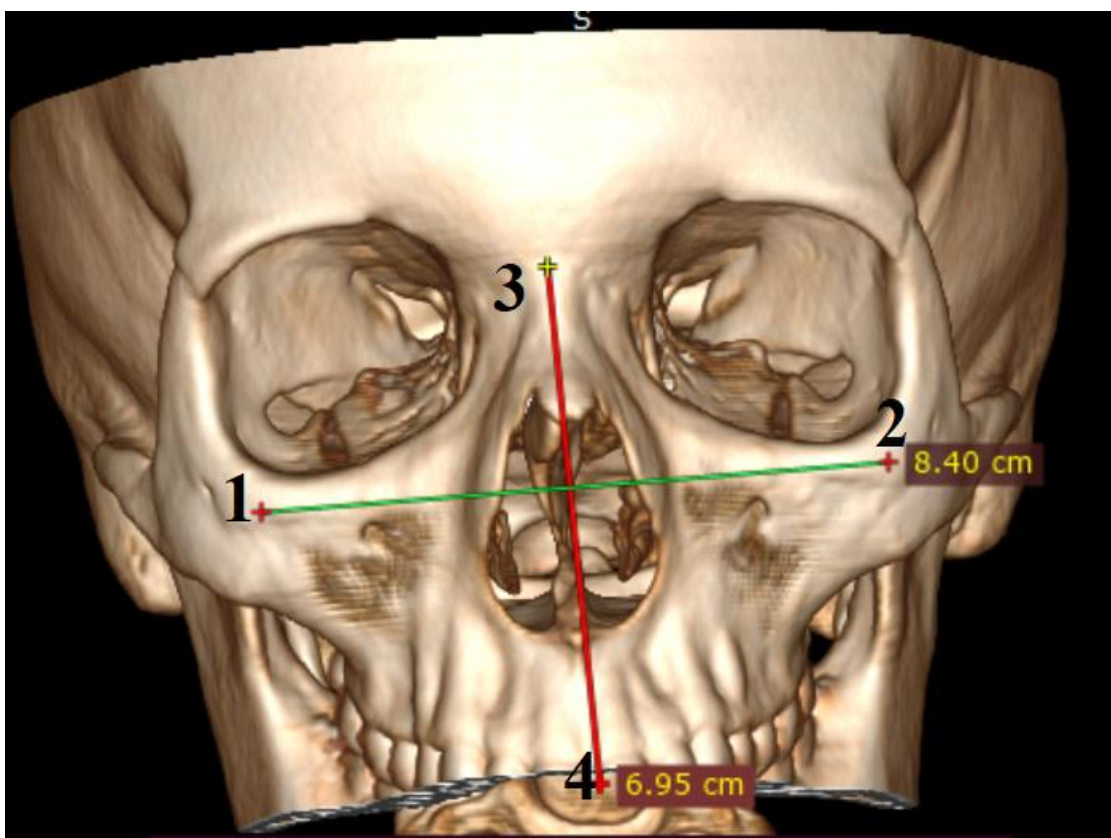


Рис.2.7. Спосіб підрахунку верхнього лицьового індексу за даними СКТ.

Об'єм пазух був знайдений шляхом визначення площі фігури за допомогою програми imageJ на кожному зрізі СКТ, помноженого на товщину зрізу (у нашому випадку - 2 мм).

Для визначення особливостей будови решітчастої пазухи було підраховано наступні показники: розміри, конфігурація комірок решітчастої пазухи, форма, мінімальна товщина та просторова орієнтація решітчастої пластинки, наявність додаткових пневматизованих утворень (клітина Галлера та Оноді). Також у ході виконання роботи були описані показники будови клиноподібної пазухи, а саме: її об'єм, мінімальна товщина та щільність стінок.

2.2.2. Статистична обробка даних

Статистична обробка виконана з використанням методів варіаційної

статистики. Відповідність розподілу нормальному визначали за критерієм Shapiro-Wilk's test. Поширеність варіантів будови ПНП та ОМК підраховувалась у відсотковому відношенні кількості об'єктів із певним варіантом форми до загальної кількості досліджених об'єктів.

Діапазон індивідуальної мінливості значень будови ПНП та ОМК оцінювали за допомогою статистичних показників: M – середнє арифметичне значення; m_M – стандартна похибка середнього арифметичного; σ – середнє квадратичне відхилення; C_v – коефіцієнт варіації; m_{cv} – стандартна похибка коефіцієнту варіації; min – мінімальне вибіркоче значення; max – максимальне вибіркоче значення.

Проводився кореляційний аналіз: обчислювався коефіцієнт кореляції Пірсона (r) між значеннями розмірів клітини Халлера та шириною півмісяцевого розтвору. Значимість коефіцієнту кореляції визначалась за допомогою критерію Стьюдента.

2.2.3. Підрахунок невизначеності значень вимірюваних показників

При виконанні роботи за ходом пілотних досліджень при підрахунках значень деяких показників часто виникали труднощі, що були пов'язані із особливостями вимірювальної техніки, зокрема, шкали Хаунсфільда, лінійки. Часто поставало питання про те, які саме показники приймати до уваги (мінімальні, середні, максимальні), які саме точки будуть репрезентативними для того, щоб зробити висновок про досліджувані показники.

Тому, щоб підвищити якість та інформативність проведеного дослідження поряд із переліченими вище статистичними методами було запропоновано використати метод підрахунку невизначеності для показників параметрів ПНП.

Підрахунок невизначеності є характеристикою неточності вимірювань, прийнятих на міжнародному рівні [199, 200], що пов'язано з результатом вимірювання та характеризує діапазон значень, які можна обґрунтовано віднести до вимірюваної величини. До теперішнього часу частіше за все даний метод підрахунку використовувався у лабораторній діагностиці [201, 202]. Усі

компоненти невизначеності вхідних значень поділяються на дві категорії відповідно до методу їх оцінки: тип А включає компоненти, оцінені із застосуванням статистичних методів (шляхом аналізу результатів багаторазових вимірювань), а тип В включає компоненти, оцінені за іншим методом (на основі характеристик, взятих із специфікації на вимірювальний прилад, сертифікату калібрування, процедури вимірювання з попередніх експериментів тощо). Невизначеність вимірювань оцінюється відповідно до основного алгоритму.

Усі внески похибок вхідних величин утворюють стандартну похибку вимірюваної величини $u(H_H)$ (загальну стандартну похибку u_c , обчислену відповідно до правила підсумовування дисперсії). Кожний із вимірюваних показників розраховувався за певним алгоритмом.

Загальна стандартна невизначеність вимірювання показника $u_c(H_H)$ обчислювалася за такою формулою:

$$u_c(H_H) = \sqrt{u_A^2(H_{H_i}) + u_B^2(H_{H_i})} \quad (1),$$

де $u_A(H_{H_i})$ – стандартна невизначеність типу А, $u_B(H_{H_i})$ – стандартна невизначеність типу В.

Стандартна невизначеність типу А обчислюється за такою формулою:

$$u_A(H_{H_i}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (H_{H_i} - H_H)^2} \quad (2),$$

де H_{H_i} - i -е значення вимірювання вибірки, H_H – математичне сподівання, n – кількість вимірювань у вибірці.

Стандартна невизначеність типу В обчислюється за такою формулою:

$$u(H_H) = H_H \frac{\delta_H}{\sqrt{3} \cdot 100} \quad (3),$$

де δ_H - похибка вимірювання інструменту не перевищує 0,0001 %

Потім виконувалась інтервальна оцінка невизначеності, а саме розширена невизначеність U за наступною формулою:

$$U = k u_c \quad (4),$$

де k - коефіцієнт покриття.

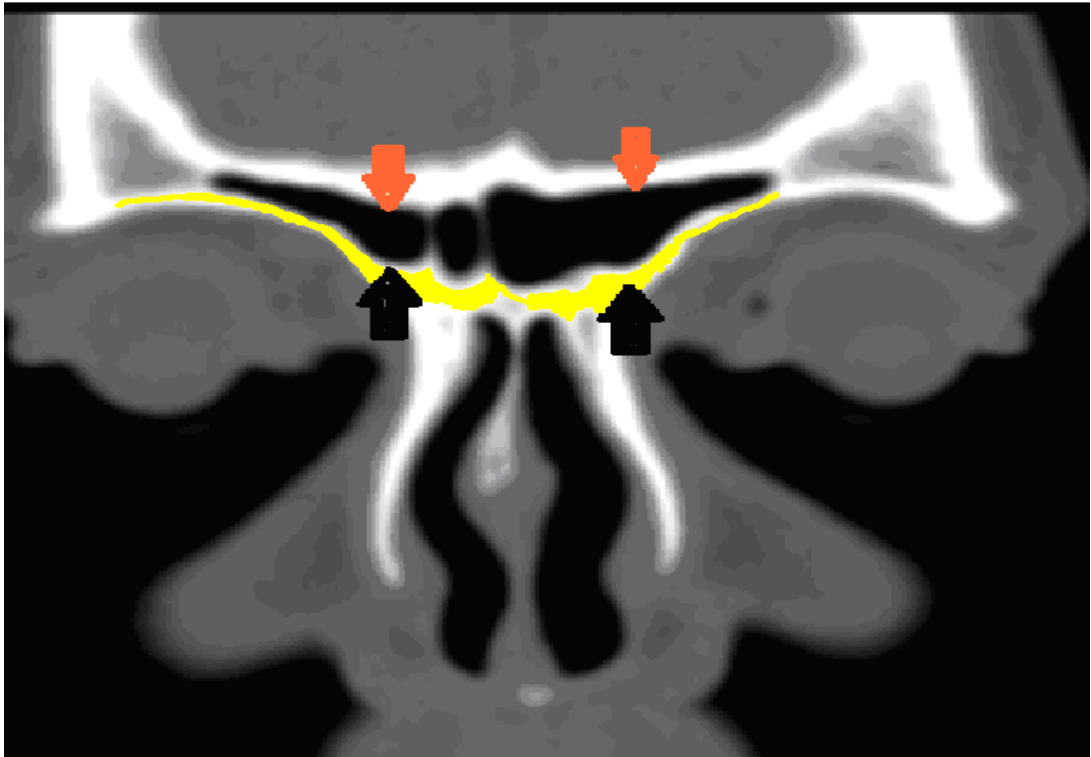


Рис.2.8. Виділення досліджуваних ділянок. СКТ. Коронарна реконструкція. Візуалізується нижня стінка лобової пазухи

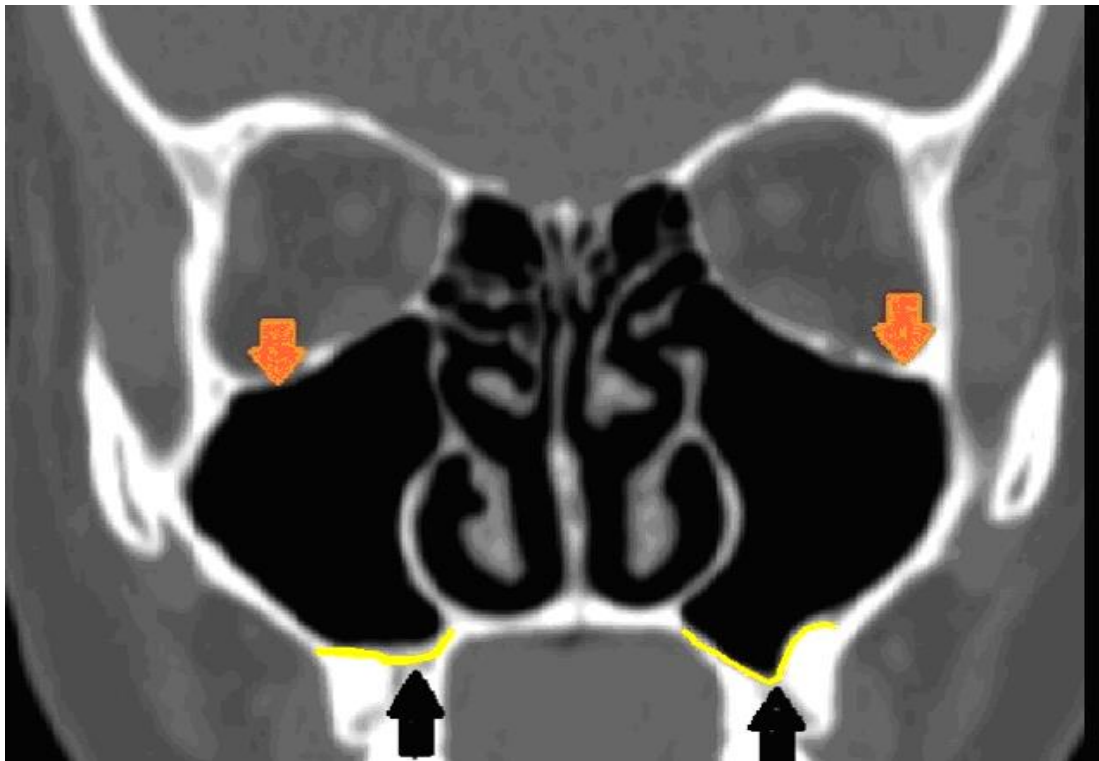


Рис.2.9. Виділення досліджуваних ділянок. СКТ. Коронарна реконструкція. Візуалізується нижня стінка лобової пазухи.

Коефіцієнт покриття залежить від закону розподілу вимірюваної величини та обраного рівня довіри p . Для цих зразків гіпотеза про нормальний закон розподілу підтверджується, тому коефіцієнт покриття для ймовірності 0,95 вважається рівним 2.

Після додаткової сегментації зображення та виділення необхідних ділянок дослідження були підраховані мінімальні та максимальні показники для кожної досліджуваної величини (див. рис.2.8, 2.9).

Етапи підрахунку невизначені представлені в таблицях 2.2-2.3 на прикладі товщини та щільності нижньої стінки лобової та верхньощелепної пазухи.

Таблиця 2.2.

Вимірювання загальної стандартної невизначеності показників товщини (U_H) та щільності (U_P) нижньої стінки лобової та верхньощелепної пазухи (проміжні дані)

Назва	Товщина нижньої стінки верхньощелепної пазухи				Товщина нижньої стінки лобової пазухи			
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
U_H $\times 10^{-3} \text{ м}$	0,25	3,64	0,26	1,20	2,87	1,72	1,24	2,11
$U_P(Hu)$	220,18	306,74	197,62	310,20	155,28	374,24	138,22	366,14

Примітка: показники Min та Max показують мінімальні та максимальні значення досліджуваних параметрів.

Оцінюючи дані в таблиці, можна зробити висновок, що ймовірний розподіл значення Y знаходився в діапазоні $\pm U$ щодо вимірюваного значення, а ступінь визначеності значень Y в цьому інтервалі визначається ймовірністю (рівнем довіри) $p = 0,95$ (див. таблицю 2.3).

В таблиці 2.3 показані результати, що отримані під час пілотного випробування підрахунку розширеної невизначеності показників товщини та щільності кісток на прикладі нижньої стінки лобової та верхньощелепної пазухи.

Таблиця 2.3.

Результати вимірювань щільності нижньої стінки верхньощелепної та лобової пазух, враховуючи розширену невизначеність ($Y \pm U_{\text{extend}}$)

Назва	Товщина нижньої стінки верхньощелепної пазухи				Товщина нижньої стінки лобової пазухи			
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
U_{extend} , $\times 10^{-3}$ м	0,51	7,28	0,52	2,17	2,04	3,44	2,29	4,01
Y , $\times 10^{-3}$ м	1,45± 0,51	9,94± 7,28	0,90± 0,52	2,4± 2,17	5,74± 2,04	4,38± 3,44	2,48± 2,29	4,22±4,01
U_{extend} H_u	440,36	613,49	395,0	620,41	310,56	748,48	276,43	732,27
Y , H_u	- 57,71± 440,36	1101,51± 613,49	96,2752± 395,0	1028,69± 620,41	12,07± 310,56	898,29± 748,48	45,52± 276,43	831,16± 732,27

Примітка: показники Min та Max показують мінімальні та максимальні значення досліджуваних параметрів.

В таблиці 2.3 показані результати, що отримані під час пілотного випробування підрахунку розширеної невизначеності показників товщини та щільності кісток на прикладі нижньої стінки лобової та верхньощелепної пазухи.

2.2.4. Використання комплексу «Імед» для визначення тиску області сполучення між верхньощелепною пазухою та порожниною носу

Одним із ключових показників адекватної вентиляції пазухи є тиск у ділянці природного сполучення між ПНП та порожниною носу. Як зависокі, так і занижкі показники сприятимуть гіповентиляції пазухи та, як наслідок, виникненню запальних процесів.

Вимірювання тиску проводили за допомогою апаратно-програмної системи «Імед». Функціонально апаратно-програмна система складається з вимірювального та програмного модулів. Це показано на рис. 2.10.

Діапазон вимірювання диференціального тиску ± 7000 Па, відображуваний діапазон ± 1200 Па, частота дискретизації вимірювальних каналів, що сканують 200 Гц, пропускна здатність 1 кГц, межі допустимої похибки при вимірюванні тиску не перевищують $\pm 0,25$ %, напруга живлення 5 В, споживання енергії менше 2 Вт, клас захисту IP20. Виміряними значеннями під час дослідження є тиск потоку повітря у верхньощелепній пазусі та носоглотці. Вимірювані сигнали записуються синхронно. Структурна схема вимірювального модулю показана на рис. 2.11.



Рис.2.10. Вимірювальний модуль апаратно-програмного комплексу «Імед».

На основі вимірювання тиску в ділянці півмісяцевого розтвору визначено тип будови компонентів ОМК, який забезпечує адекватну вентиляцію пазух, оскільки основною анатомічною структурою, що забезпечує адекватну вентиляцію передньої групи ПНП є півмісяцевий розтвір [203, 204, 205]. Тож основна увага була зосереджена саме на особливостях будови даної ділянки, який

ключової та вкрай важливої для забезпечення адекватної вентиляції пазухи та її функціонування у фізіологічних умовах.

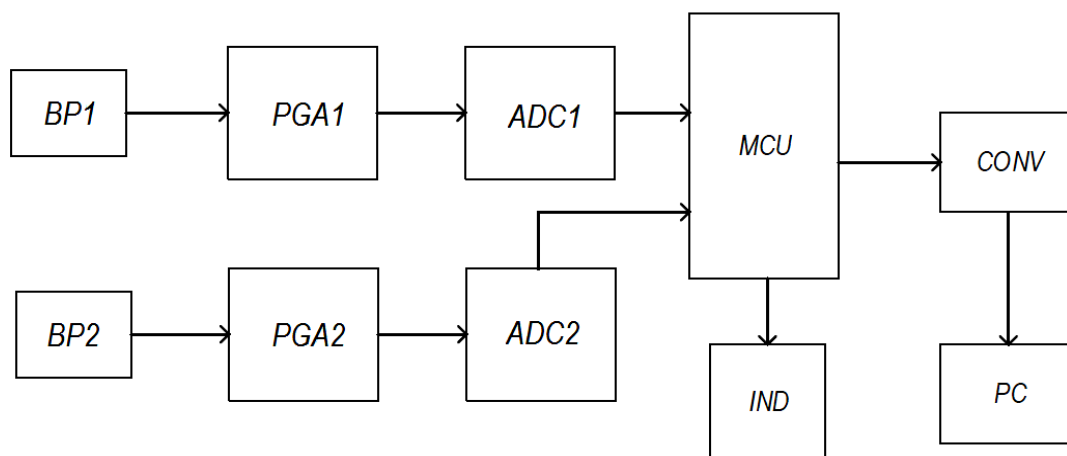


Рис.2.11. Структурна схема вимірювального модуля апаратно-програмного комплексу «Імед».

2.2.5. Автоматичне вимірювання морфометричних параметрів за даними СКТ

Незважаючи на всю інформативність СКТ-дослідження, неінвазивність, точність вимірювання, про що згадувалося раніше, часто процес підрахунку займає багато часу, що значно ускладнює роботу як науковців в процесі дослідження, так і лікарів різних спеціальностей в процесі інтерпретації отриманих результатів. Особливо беручи до уваги всю складність просторової конфігурації компонентів ОМК та ПНП.

Тому у процесі виконання роботи було запропоновано метод автоматизованого вимірювання товщини кістки на СКТ-зображеннях. Метод заснований на використанні систем машинного зору. Програмне забезпечення аналізує контур зображення, вимірює товщину зображення, позначаючи кісткову тканину, встановлюючи розмір зображення в типових зазначених досліджуваних областях. Якщо на зображенні присутній елемент задалегідь визначеного розміру, виконується автоматичне перетворення в міліметри або інші одиниці.

Для перегляду зображень використовується формат DICOM [206]. Існує багато видів програм для перегляду зображень у цьому форматі, наприклад, Dicom Viewer, Dicom File Viewer, Radiant Dicom Viewer, MicroDicom. Деякі з них, як і використовуваний у ході дисертаційної роботи, мають інструменти для вимірювання об'єктів на зображеннях, інші – ні, але в будь-якому випадку вимірювання проводяться вручну, що займає багато часу. Крім того, усі «ручні» операції пов'язані з ризиками "людського фактора". Лікар може робити помилки, неправильно вимірюючи розмір предмета, зокрема, товщину кістки; неправильно підібрати масштаб зображення, не помітити ділянку, де товщина кістки мала. Ознайомлення з програмним забезпеченням також вимагає витрати часу на опанування допоміжною спеціальністю, а не на підвищення медичної кваліфікації.

Таким чином, існує необхідність автоматизувати процес пошуку ділянок мінімальної товщини кістки та її вимірювання.

Перша частина завдання не представляла особливих труднощів. Рентгенограми та зображення СКТ, як правило, чорно-білі, з чіткими контурами м'яких тканин і кісток. Яскравість кольору характеризує денситометричні показники матеріалу. Отже, за шкалою Хаунсфілда, м'які тканини мають +40 одиниць, а кістки +400 і вище. На знімках м'які тканини виглядають як тьмяні ділянки, а кістки – яскраво-білі. Межа між областями чітка. Таким чином, можна узагальнити, що на перший етап дослідження був направлений на відмежування за яскравістю кольору на СКТ м'яких тканин від кісток.

Операції порогового посилення можуть перетворювати зображення в повністю чорно-білі без напівтонів. У цьому випадку тьмяні ділянки стануть чорними і зіллються із фоном, а яскраві навпаки стануть білими і матимуть ще чіткіші обриси (рис.2.12).

Наступна дія була спрямована на усунення так званого "шуму" – випадкових плям, нерівностей, розмитості та написів на зображенні. Це було виконано шляхом накладання фільтра на основі функції Гауса.

$$g(x) = ae^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}} \quad (5)$$

де параметри a , b , c – довільні дійсні числа. В рамках цього дослідження вони були відібрані експериментально.

Після розмиття Гауса зображення стало зручним для пошуку, по-перше, самої кісткової тканини, по-друге, ділянок, де товщина кісток мінімальна.

Знайти ділянку, на якій видно кісткову стінку, не складно. Білий піксельний колір означає кістку, чорний означає фон або м'яку тканину.

Пошук ділянок максимальної товщини не представляв труднощів. Це робилося шляхом послідовного обходу пікселів, побудови сегментів, накопичення їх у масиві та пошуку мінімальних значень масиву.

У цьому дослідженні пошук проводився лише на масиві горизонтальних сегментів. Цей метод є прийнятним для тонких кісток, але може дати неточні результати на кістках значної товщини.

Визначення ділянок мініимальної товщини робилося шляхом послідовного обходу пікселів, побудови сегментів, накопичення їх у масиві та пошуку мінімальних значень масиву.

Знайдені значення відображалися на первинному зображенні як сегмент та цифрове значення товщини кістки в цій області. Товщина вимірювалась в пікселях. Для перетворення товщини в міліметри або інші одиниці використовувався калібрувальний відрізок відомої довжини. У цьому дослідженні сегмент був довжиною 25 мм і був позначений зеленим у верхній лівій частині зображення (див. рис.2.12).

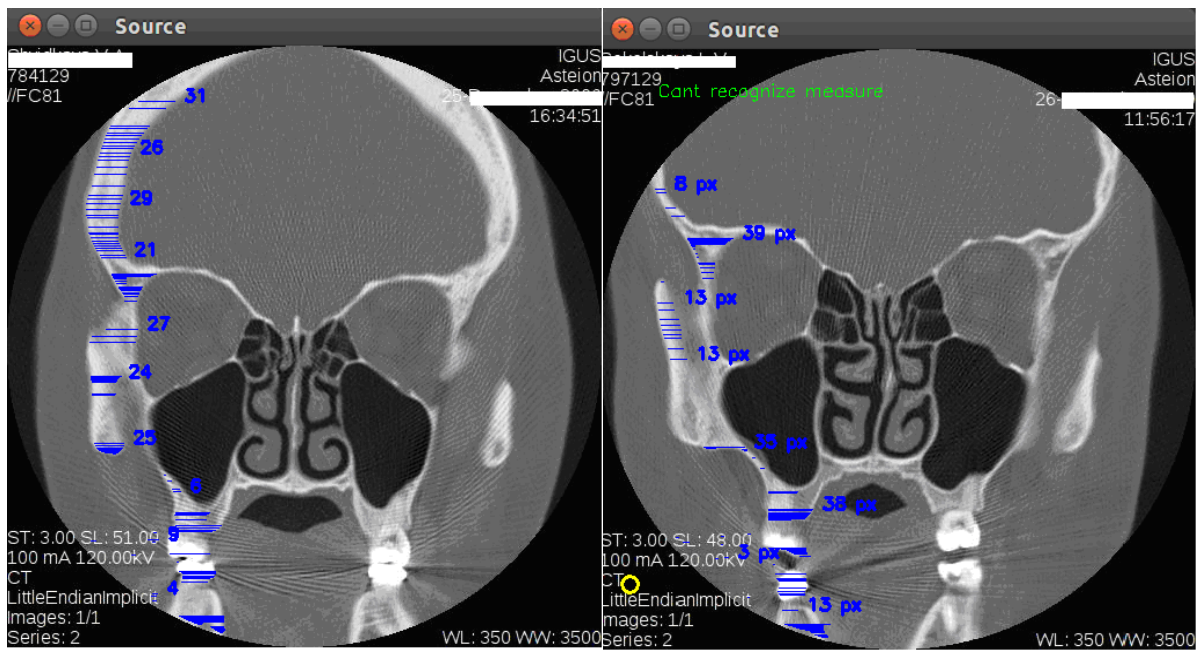


Рис. 2.12.. Етапи автоматичного вимірювання товщини кістки. СКТ. Коронарна реконструкція. Перший етап та другий етап підрахунку: відмежування за яскравістю м'яких тканин від кісток з наступним усуненням шумів.

Пошук нанесеного на графік сегмента здійснювався так само, як і вищезазначений алгоритм, за винятком того, що замість білого програмне забезпечення шукало пікселі в певному діапазоні - від темно-зеленого до світло-зеленого. Тож до третього етапу при виконанні автоматичного вимірювання товщини кісток можна віднести пошук калібрувального відрізка відомої довжини за даними СКТ.

Як згадувалося раніше, для калібрування ми використовували зелену лінію відомої довжини (25 мм), яку видно у лівому верхньому куті зображення (див.рис 2.13).

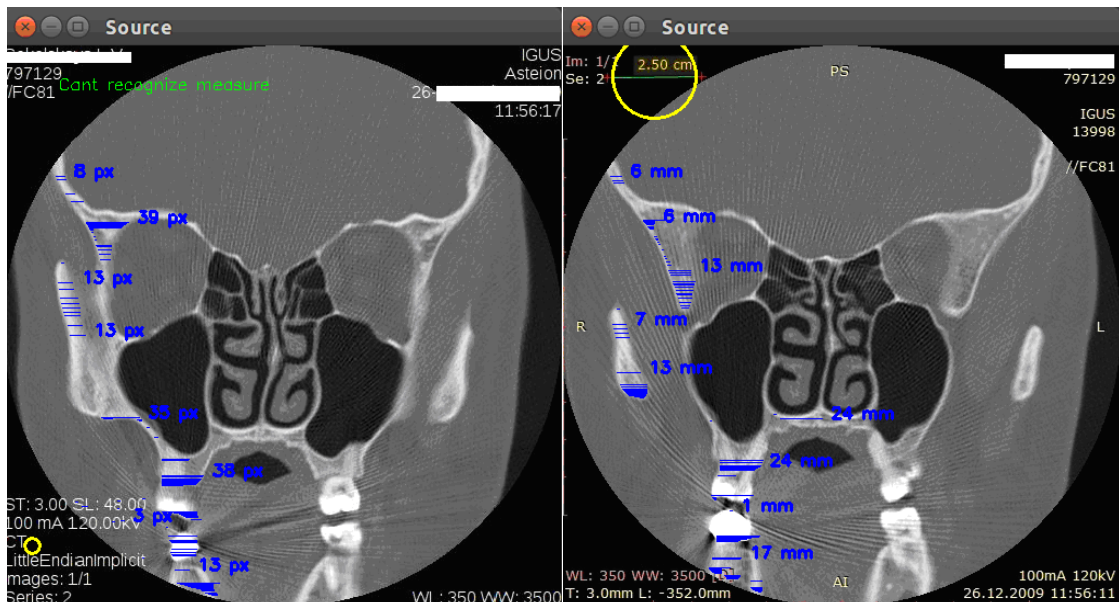


Рис. 2.13. Етап розробки автоматичного вимірювання товщини кісток. (Рядок оточений жовтим колом вказує на успішне автоматичне розпізнавання елемента для калібрування. Товщина кісток показана в сантиметрах).

Знайдений сегмент був автоматично позначений пошуковою позначкою – жовтим колом. Якщо сегмент не вдалося знайти, відобразиться повідомлення «Не вдається розпізнати міру».

Підрахунок кількості пікселів на сегмент допомагає легко знайти коефіцієнт масштабування та перетворити отримані значення товщини кістки з пікселів у міліметри або інші одиниці (див. рис. 2.13).

Усі дані отримані за допомогою штучного інтелекту перевірялись у ручному режимі.

2.2.6. Методи визначення впливу ІМТ на морфологічний стан ПНП

Нагальною проблемою на сьогодні є визначення особливостей будови ПНП та ОМК у осіб різної статі та різного віку. Статевий та віковий диморфізм структури ПНП та ОМК мають вирішальне значення в практичній медицині для прогнозування ризиків виникнення патологічних процесів в пазухах, розрахунку ризиків виникнення їхніх ускладнень.

Для визначення впливу зовнішніх чинників на морфологічний стан стінок ПНП було підраховано ІМТ [207, 208, 209, 210].

Для визначення впливу індексу маси тіла усіх, які потрапили у дослідження було розподілено на три групи згідно до вікової класифікації та результатів підрахунку ІМТ. Першу групу склали жінки у віці 50 і більше років з відсутністю менструацій протягом одного року і більше. У всіх жінок визначався індекс маси тіла (ІМТ): У цій групі він виявився в межах 18,5 - 24,99кг/м², що характерно для фізіологічного співвідношення між зростом і вагою згідно до рекомендацій ВООЗ. У другій групі -25 - 30кг/м², що згідно до рекомендацій ВООЗ характерно для передожирення. Для контрольної групи досліджувалися СКТ жінок у віці 20-30 років.

У процесі виконання дослідження підраховувалась не лише щільність кісткової тканини у визначених точках-орієнтирах, а також і щільність І шийного хребця з метою визначення розповсюдженості змін, які характерні для остеопорозу у інших кістках, окрім стінок ПНП. Особи, у яких можна було передбачити наявність остеопорозу за даними щільності хребця, виключались із дослідження.

Таким чином, в умах швидкого розвитку СКТ, як одного із основних та інформативних методів дослідження області ПНП, постає дедалі більша кількість питань стосовно підвищення ефективності методів дослідження, розробки алгоритмів дослідницьких процесів. Усі вони є вкрай перспективними як для теоретичної, так і для практичної медицини та потребують подальшої деталізації.

Оригінальні методи дослідження описані в наступних публікаціях:

1. Nechyporenko A, Krivenko S, Alekseeva V, Lupyr A, Yurevych N, Nazaryan R et al. Uncertainty of Measurement Results for Anatomical Structures of Paranasal Sinuses. 2019 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). 2019;1-4.

2. Nechyporenko A, Reshetnik V, Alekseeva V, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Assessment of Measurement Uncertainty of the Uncinated Process and Middle Nasal Concha in Spiral Computed Tomography Data. 2019 IEEE International

Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). 2019; 585-588.

3. Nechyporenko A, Reshetnik V, Alekseeva V, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Implementation and analysis of uncertainty of measurement results for lower walls of maxillary and frontal sinuses. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). 2020; 460-463.

4. Radutniy R, Nechyporenko A, Alekseeva V, Titova G, Bibik D, Gargin V. Automated Measurement of Bone Thickness on SCT Sections and Other Images. 2020 IEEE Third International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). 2020; 222-226.

5. Gargin VV, Alekseeva VV, Lupyr AV, Urevich NO, Nazaryan RS, Cheverda VM. Correlation between the bone density of the maxillary sinus and body mass index in women during the menopause. Problemi Endokrinnoi Patologii 2019(2):20-26.

РОЗДІЛ 3

ІНДИВІДУАЛЬНА АНАТМІЧНА МІНЛИВІСТЬ ПРИНОСОВИЗ ПАЗУХ ЛЮДИНИ

3.1. Визначення параметрів будови лицьового черепа за даними СКТ з наступним 3D моделюванням

За даними СКТ було визначено параметри будови лицьового черепа.

Середня ширина лоба визначалась після проведення 3D моделювання (дивю рис 3.1). У жінок вона становить $12,3 \pm 0,12 \times 10^{-2}$ м. Даний параметр будови черепа було також виміряно і у чоловічій групі досліджуваних. У цій групі досліджуваних ширина лобу дещо більша та становить $13,2 \pm 0,15 \times 10^{-2}$ м.

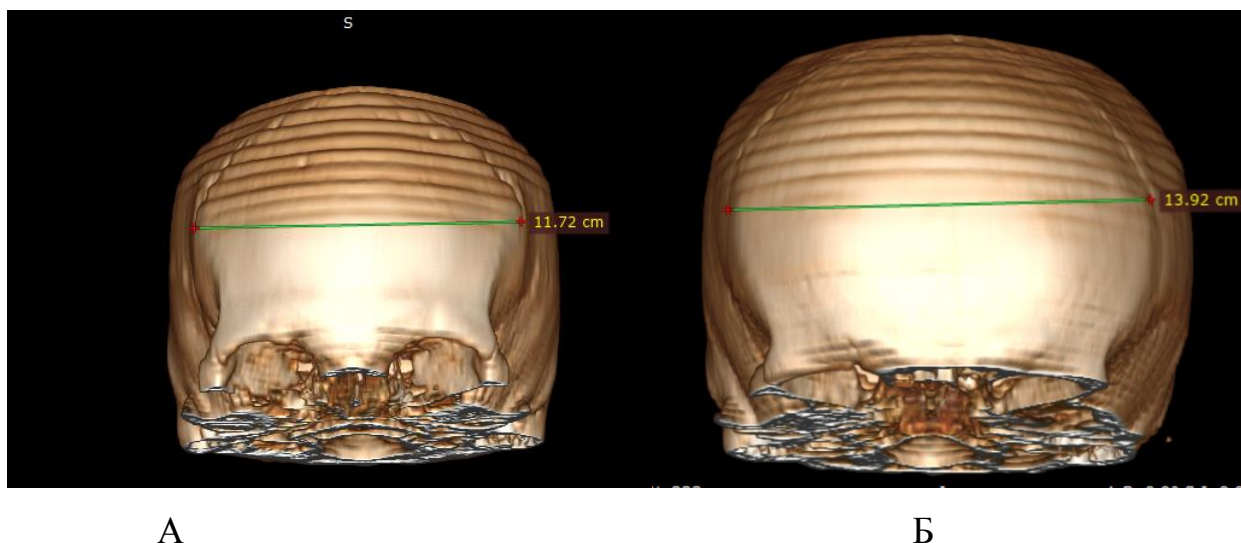


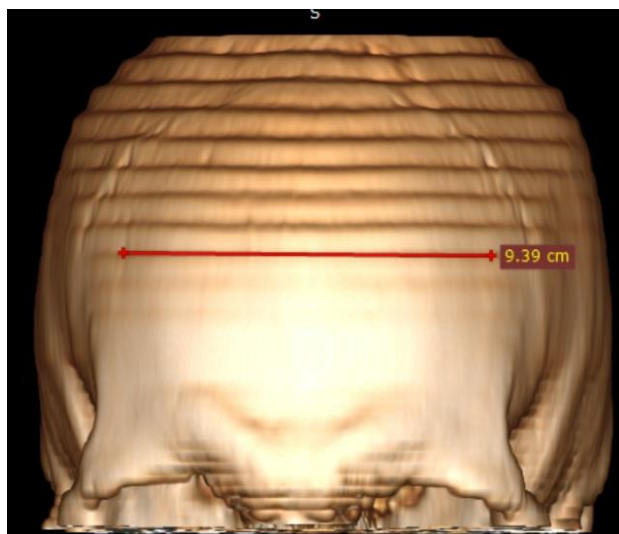
Рис. 3.1. 3D моделювання за даними СКТ. Приклад вимірювання ширини лобу у осіб жіночої (А) та у чоловічої (Б) статі.

Слід відмітити, що у 3,98 % серед усіх досліджуваних осіб чоловічої статі (2 % серед усіх досліджуваних людей) визначається широкий лоб. Середня його ширина становить $15,1 \pm 0,35 \times 10^{-2}$ м.

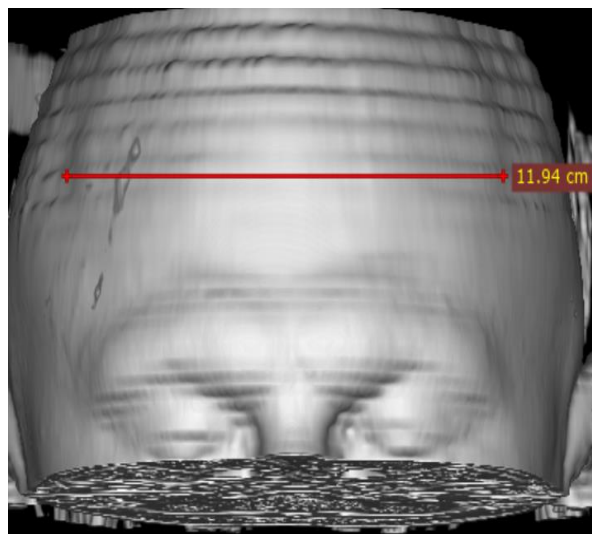
Даний параметр будови черепа також вимірювався і у жіночій групі досліджуваних осіб. У цій групі досліджуваних ширина лобу є дещо більшою та становить $13,2 \pm 0,15 \times 10^{-2}$ м.

Лише у 1,49 % усіх чоловіків та 0,75 % серед усіх досліджуваних осіб чоловічої статі лоб виявився вузьким за інших, його ширина становила $9,51 \pm 0,211 \times 10^{-2}$ м (див. рис. 3.2 А). Значно в меншій мірі мінливість показнику ширини лобу характерна для групи досліджуваних жінок, при чому вузький лоб зустрічається дещо частіше (2,51 % серед усіх жінок та 1,25 % серед усіх досліджуваних), широкий лоб – у 1 % серед усіх жінок та 0,5 % серед усіх досліджуваних людей).

Таким чином, виявлено, що лінійна ширина лобу залежить від статі людини. У жінок вона є меншою. Окрім того, жінкам притаманна в меншій мірі виражена мінливість даного показника. Серед жінок частіше зустрічалися особи із вузьким лобом. Серед чоловіків – із широким.



А



Б

Рис 3.2. СКТ. 3D моделювання. А – приклад вимірювання ширини лобу у жінок із вузьким лобом (кістковий режим), Б – режим «кістки+шкіра». Приклад вимірювання ширини лобу в особи жіночої статі.

Даний параметр будови черепа також вимірювався і у чоловічій групі досліджуваних. У цій групі ширина лоба є дещо більшою та становить $13,2 \pm 0,15 \times 10^{-2}$ м.

Проведено вимірювання лінійних розмірів лицьового черепа згідно до визначених точок (див. розділ «Матеріал і Методи»).

Середня відстань N – Ss у чоловіків становить $61,2 \pm 0,52 \times 10^{-3}$ м, у жінок – $57,7 \pm 0,9 \times 10^{-3}$ м.

Слід відмітити, що значного кореляційного зв'язку між вказаними значеннями не спостерігається. Відмічається лише середній кореляційний зв'язок лише між показниками N-FT з обох боків та значеннями верхнього лицьового індексу, який складає $r=0,36$ $r=0,49$ відповідно зліва та справа.

Лінійні показники відстані між розпізнавальними точками на 3D моделі черепа людини наведено в таблиці 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1.

Лінійні показники відстані між розпізнавальними точками на 3 Д моделі черепа людини ($\times 10^{-3}$ м)

Досліджувані показники	Чоловіки		Жінки	
	Справа	Зліва	Справа	Зліва
N – Ft	52,9±2,9	50,5±0,9	48,7±2,2	47,1±1,2
N - Finf	35,3±0,22	31,2±0,3	30,66±0,2	33,8±0,8
N – Zm	65,7±0,26	61,4±0,25	53,7±0,5	55,4±0,12
N – Ap lat	36,7±0,33	38,3±0,2	30,3±0,12	35,4±0,9
N – Apinf	45,7±1,1	43,22±0,1	41,0±0,54	44,3±0,2

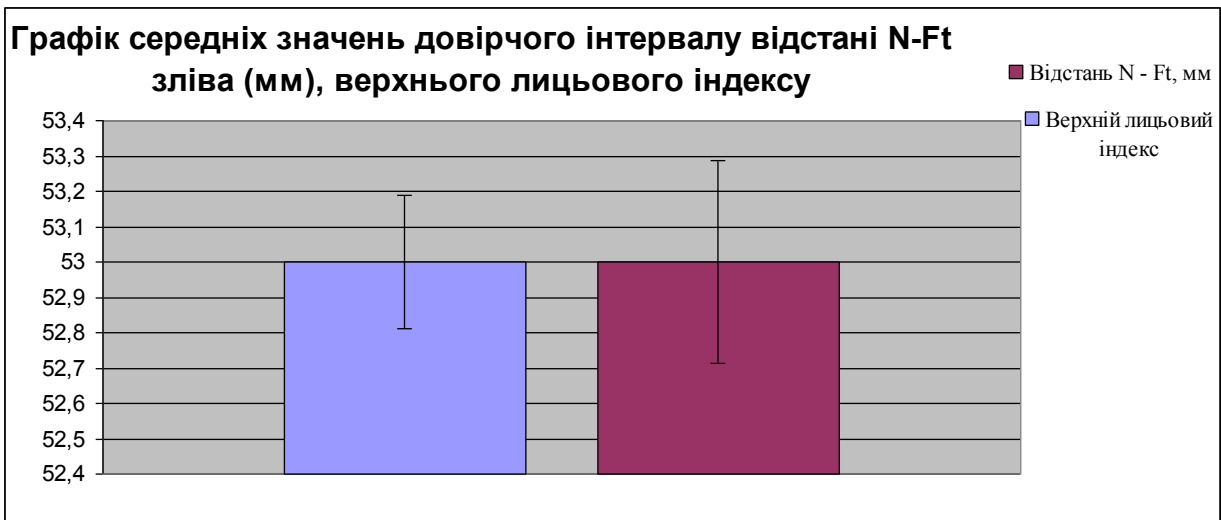


Рис. 3.3. Графік середніх значень довірчого інтервалу відстані N-Ft зліва та верхнього лицьового індексу.

На основі отриманих даних було побудовано графік середніх значень довірчих інтервалів відстані N-Ft та верхнього лицьового індексу з обох боків (див. рис.3.3 та 3.4).

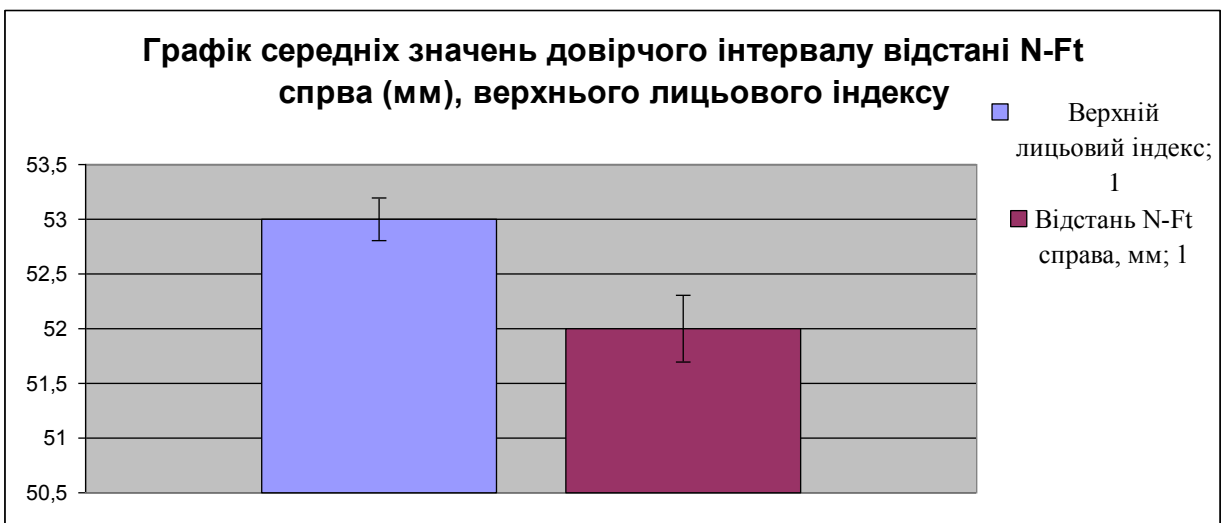


Рис. 3.4. Графік середніх значень довірчого інтервалу відстані N-Ft справа та верхнього лицьового індексу.

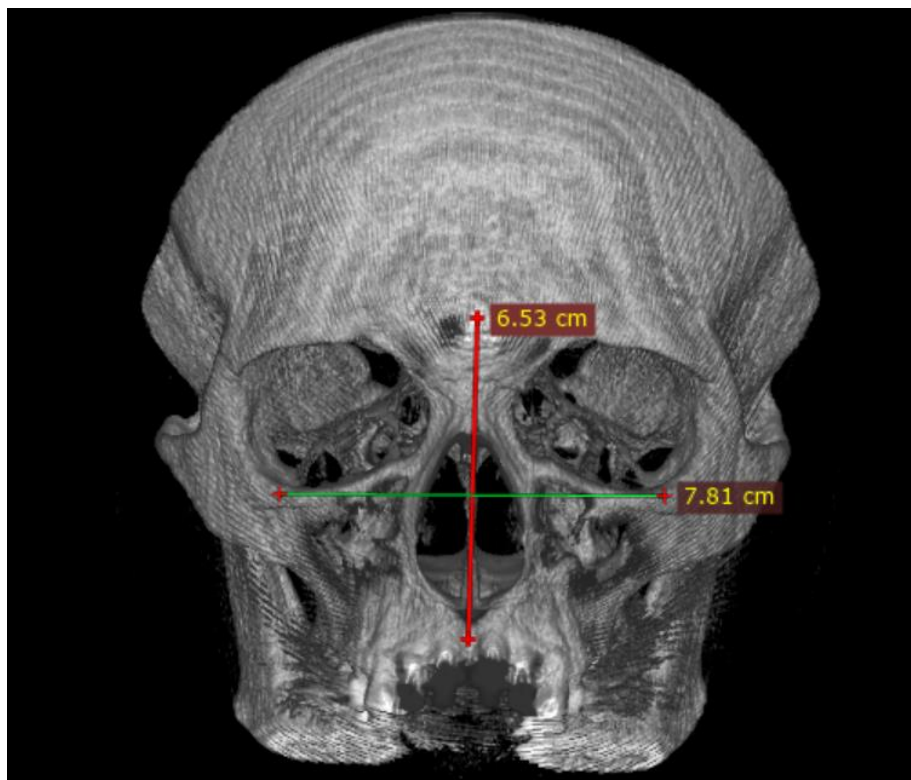


Рис.3.5. СКТ. Коронарна реконструкція. 3D моделювання. Приклад вимірювання верхнього щелепного індексу у лептенів.

Після проведених підрахунків, спрямованих на визначення верхнього лицьового індексу, встановлено, що у більшості досліджуваних випадків визначається верхній лицьовий індекс, який характерний для мезенів (67,75 %). Для 5,25 % характерне переважання висоти черепа над шириною з індексом менше за 49,9 та будовою характерною для еурієнів.

Для 10 % досліджуваних осіб характерне переважання ширини над висотою з індексом більшим за 55 та будовою характерною для лептенів. Середнє значення індексу для даного параметру складало $53,35 \pm 2,02$.

Слід відмітити, що у жінок частіше зустрічалось переважання довжини над шириною. Лише у 2,75 % випадків із загальної кількості, та у 27,5 % з усіх лептенів у осіб жіночої статі спостерігалось переважання ширини над висотою та будова, яка характерна для лептенів. Лише 1,25 % випадків з усіх еурієнів із загальної кількості, та 23,8 % випадків серед усіх еурієнів становили чоловіки.

На рисунках 3.5 та 3.6 зображено процес вимірювання верхнього лицьового індексу на прикладі лептенів (див. рис 3.5 та 3.6)

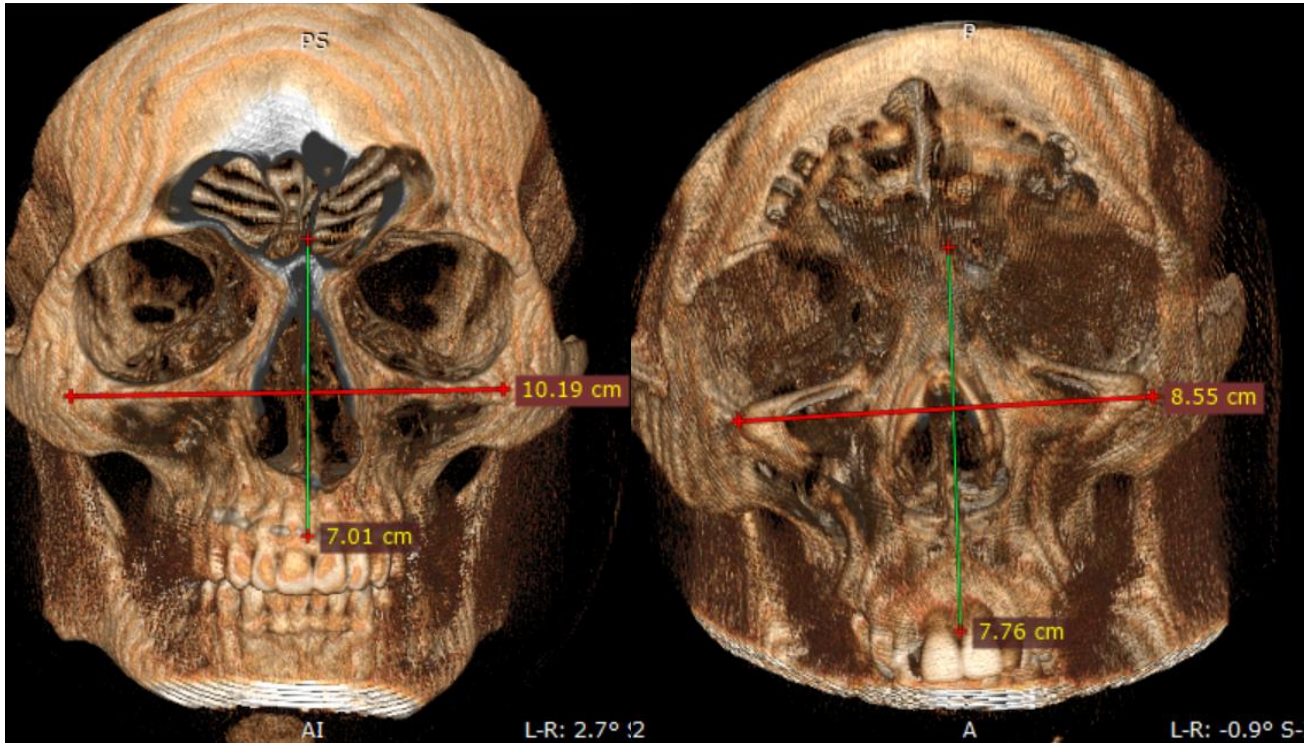


Рис. 3.6. СКТ, 3D моделювання. Лептен, пацієнт чоловічої статі. Приклад вимірювання верхнього лицьового індексу.

У таблиці 3.2 наведено розподіл досліджуваних осіб за статтю та за показниками верхнього лицьового індексу. Графік середніх значень верхнього лицьового індексу та об'єму лобової пазухи зображено на рисунку 3.7.

Таблиця.3.2.

Розподіл досліджуваних за верхнім лицьовим індексом та статтю

Групи	Еурієни	Мезени	Лептени
Чоловіки	5	127	29
Жінки	16	144	11
Всього	21	271	40
Верхній лицьовий індекс	48,186±2,53	53,4±1,2	55,795±0,9

На рис. 3.7 позначено графік середніх значень верхнього лицьового індексу та об'єму лобової пазухи.

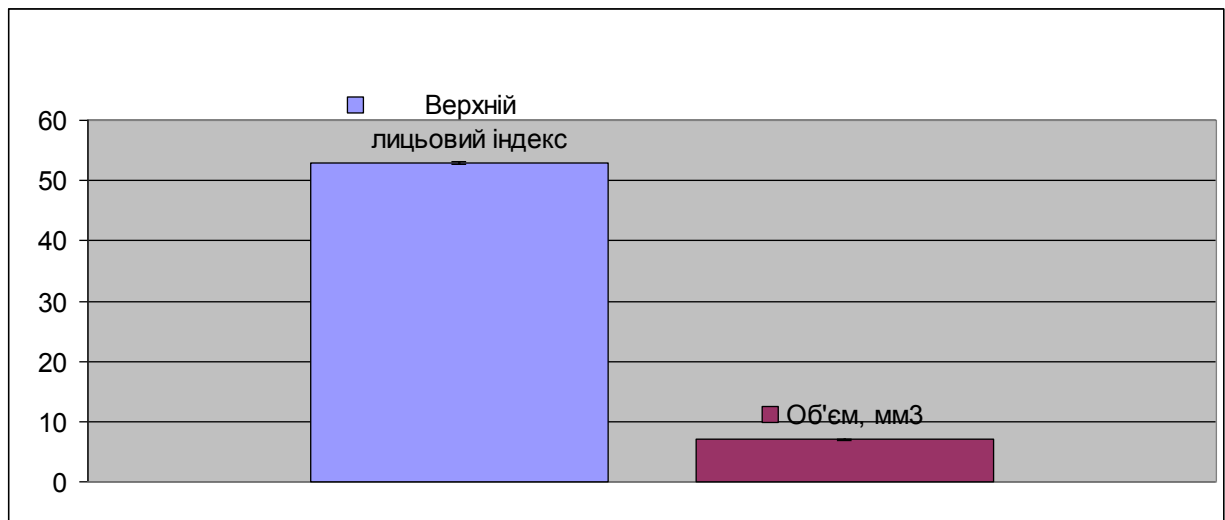


Рис. 3.7. Графік середніх значень верхнього лицьового індексу та об'єму лобової пазухи.

Розподіл досліджуваних людей за краніотипом та статтю представлено у таблиці 3.3.

Таблиця.3.3.

Розподіл досліджуваних за краніотипом та статтю

Групи	Брахікранія	Мезокранія	Доліхокранія
Чоловіки	5	127	29
Жінки	16	144	11
Всього	47	283	70
Черепний індекс	82,7±1,2	78,5±0,99	71,3±1,1

Децю важчою задачею було визначення краніотипу на основі підрахунку черепного індексу за даними СКТ, що обумовлювалося необхідністю визначати параметри у двох площинах і також інколи вдаватися до допомоги 3D моделювання.

Результати підрахунку представлені у таблиці 3.3.

На рисунку 3.8 позначено вимірювання відстані від точки глабелла (1) до точки опістокраніон у людини із краніотипом, характерним для мезокранів.

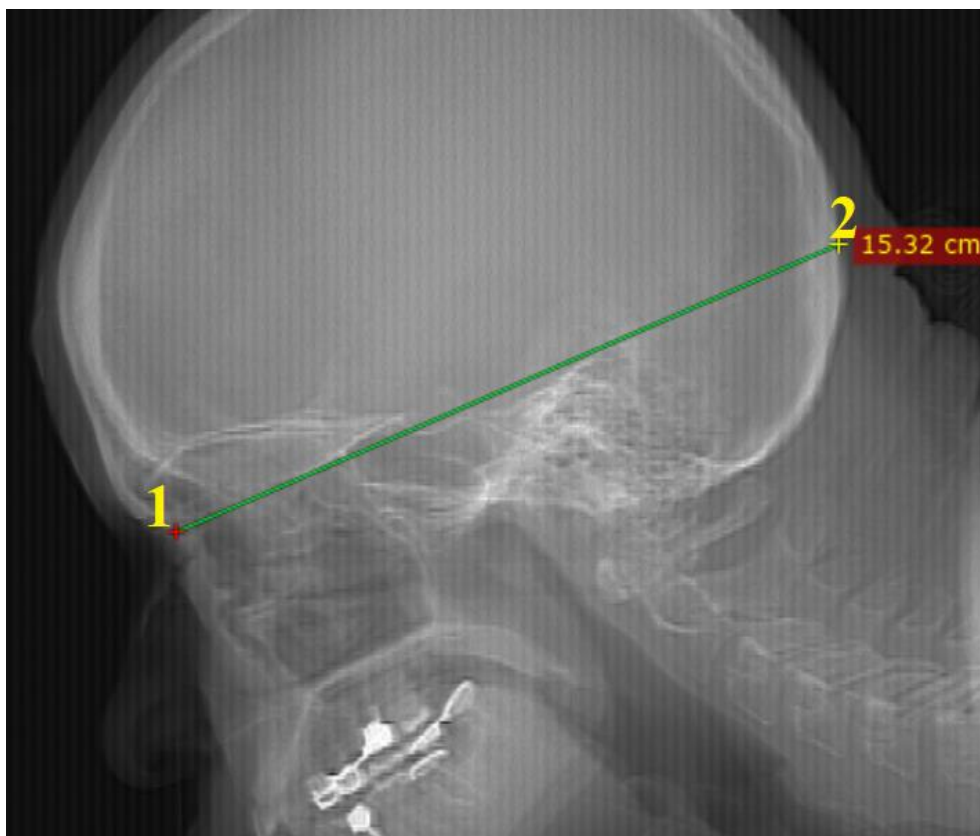


Рис. 3.8. Вимірювання відстані від точки глабелла (1) до точки опістокраніон у особи із краніотипом, характерним для мезокранів (2).

Як видно із таблиці 3.3, середнє значення черепного індексу досліджуваних осіб дорівнює 73,42 %. У більшості (70,75 %) випадків спостерігається мезокранія. 17,5 % досліджуваним притаманна доліхокранія та лише у 11,75 % серед усіх досліджуваних осіб спостерігається брахікранія.

Для брахікранів характерний середній показник черепного індексу, що дорівнює $82,7 \pm 1,2$ %, для мезокранів – $78,5 \pm 0,99$ %, для доліхокранів $71,3 \pm 1,1$.

Серед брахікранів, як і серед мезокранів переважають жінки. Серед людей із доліхокранною будовою більшість складають чоловіки.

На рис.3.9 зображено процес вимірювання поперечного діаметру між точками еуріон у людини із краніотипом, характерним для мезокранів.



Рис. 3.9. Вимірювання поперечного діаметру між точками еуріон у людини із краніотипом, характерним для мезокранів.

Таким чином, СКТ дозволяє не тільки провести вимірювання будови ПНП та ОМК, а й отримати знання про основні краніометричні показники.

3.2. Індивідуальна анатомічна мінливість лобової пазухи

Було визначено, що для лобової пазухи характерна в значній мірі виражена анатомічна мінливість показників. Можна навіть припустити, що лобові пазухи є унікальними для кожної людини. Середня висота становить $25,1 \pm 0,82 \times 10^{-3}$ м, ширина – $35,1 \pm 0,33 \times 10^{-3}$ м.

Визначено, що у 6,25 % випадків спостерігається аплазія лобової пазухи. У 4,5 % випадків – однобічна, у 1,75 % випадків вона була двобічною (див. рис. 3.10, 3.11). До того ж аплазія частіше трапляється у осіб жіночої статі. Жінки з аплазією лобової пазухи складають 3,5 % від загальної кількості та 54 % серед людей із аплазією. Чоловіки, натомість, склали 2,75 % загальної маси досліджуваних СКТ та 46 % усіх людей з аплазією.

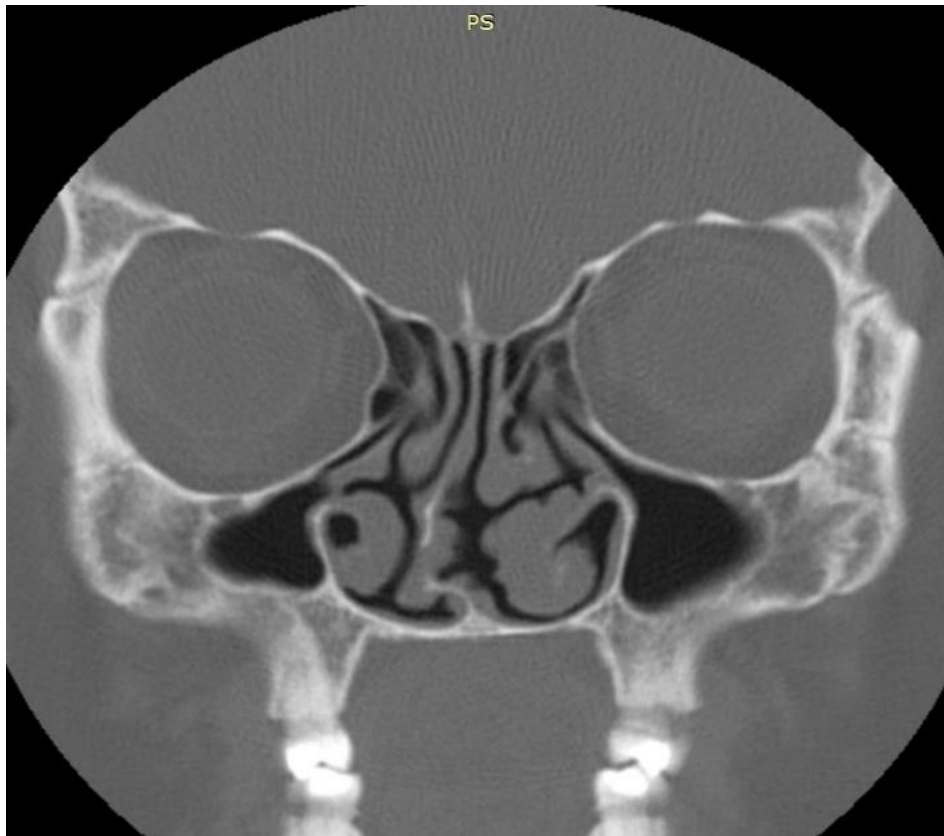


Рис. 3.10. Двобічна гіпоплазія лобових пазух. СКТ, коронарна реконструкція.

Зазвичай (у 57,25 %) ліва лобова пазуха виявляється більшою за праву, проте у 23 % пацієнтів ліва пазуха є меншою. У решті випадків як ліва, так і права пазухи були приблизно рівними за розмірами (рис.3.11).

Деяким пацієнтам (9 %) була притаманна, навпаки, гіперпневматизація лобової пазухи, подекуди пазуха сягала навіть рівня латеральної частини *arcus supraorbitalis* (див.рис. 3.12). Такий тип будови був характерний лише для лептенів, середній об'єм пазухи при цьому складав $10,03 \pm 0,96 \times 10^{-9}$ м. При чому у всіх випадках, окрім 1 % з усієї кількості досліджуваних, така будова була однобічною (див. рис. 3.10 А). У решті випадків (див. рис. 3.10 Б) спостерігалась двобічна гіперпневматизація.

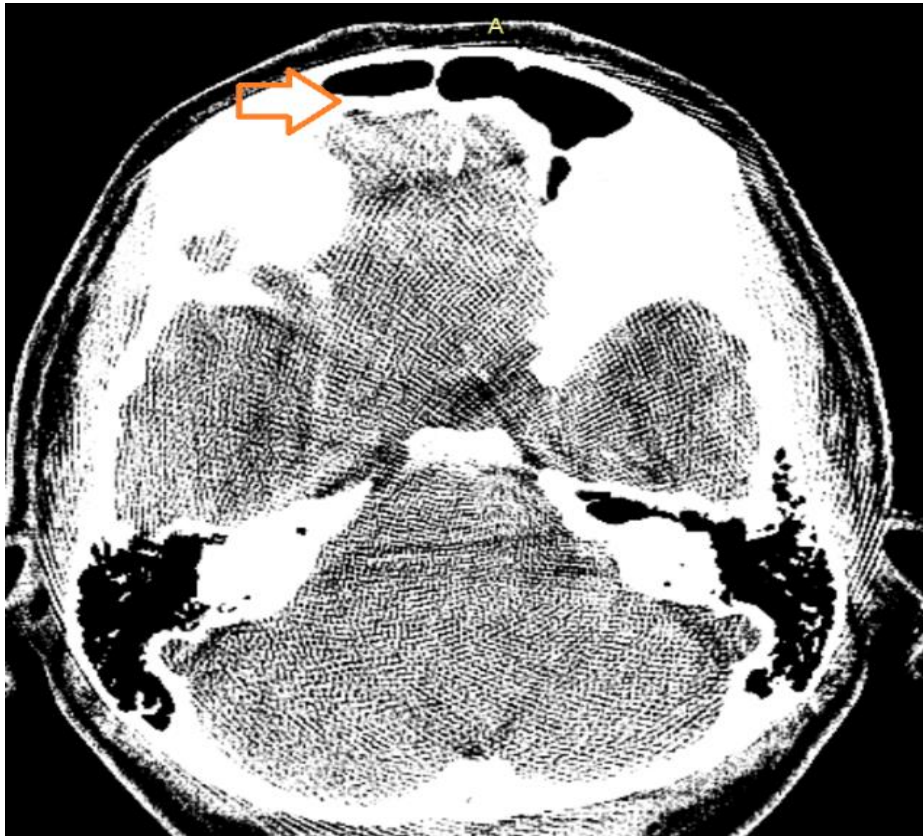


Рис. 3.11. Права та ліва лобові пазухи. Гіпоплазія лобової пазухи зліва (позначено стрілкою). СКТ, аксіальний зріз.

Як і аплазія, гіперпневматизація є більш характерною для жіночої статі. Жінки складають 5,25 % загальної кількості пацієнтів та 58,33 % всіх пацієнтів з гіперпневматизацією. На рис. 3.12 та 3.13 зображено двобічну (рис. 3.12) та однобічну (рис. 3.13) гіперпневматизацію лобових пазух.

У 11 пацієнтів (2,75 %) спостерігалася однобічна локалізація додаткової клітини в лобовій пазусі, її об'єм складав $1,37 \pm 0,15 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ (див.рис. 3.14). При цьому середній об'єм цієї клітини не досягав значних показників та становив $2,3 \pm 0,12 \times 10^{-9} \text{ м}^3$

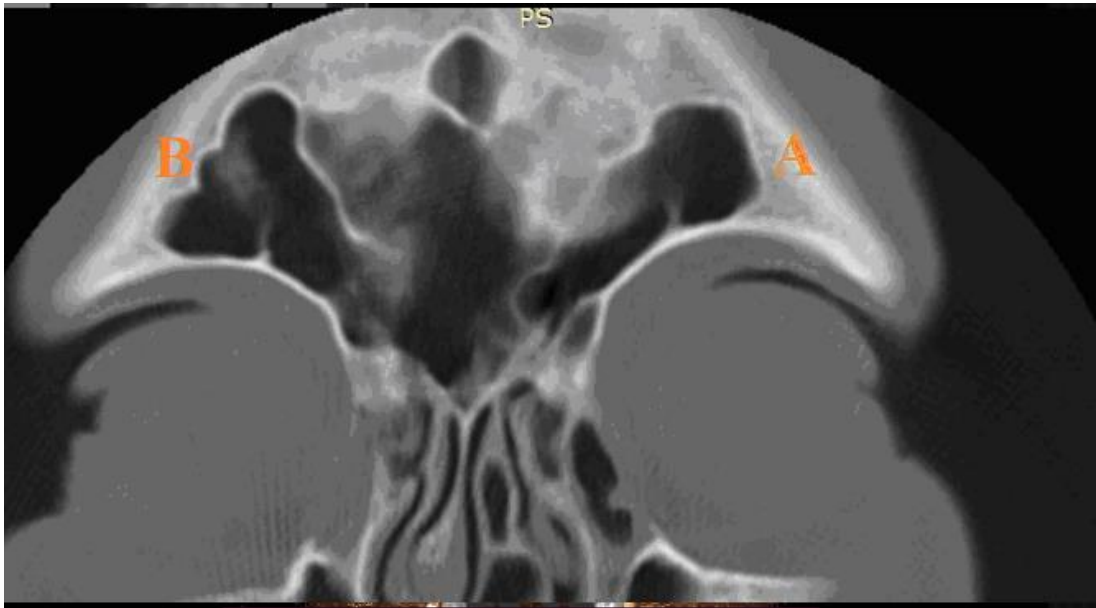


Рис. 3.12. Двобічна гіперпневматизація лобової пазухи, СКТ. Коронарна реконструкція. Літерами А і В позначено праву та ліву лобові пазухи.

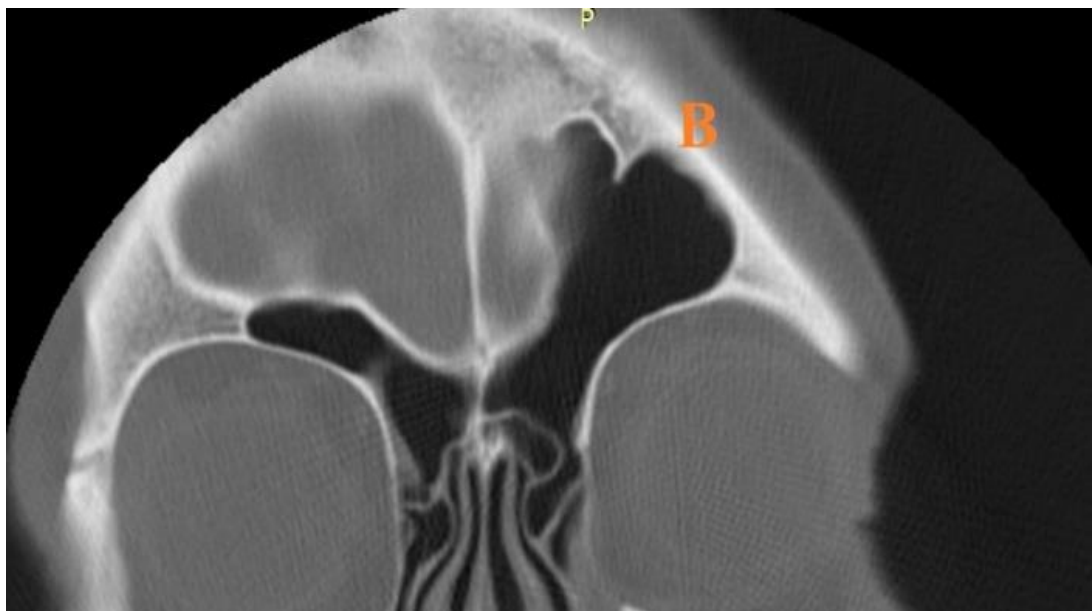


Рис. 3.13. Однобічна гіперпневматизація лобової пазухи (позначено літерою В).
СКТ. Коронарна реконструкція.

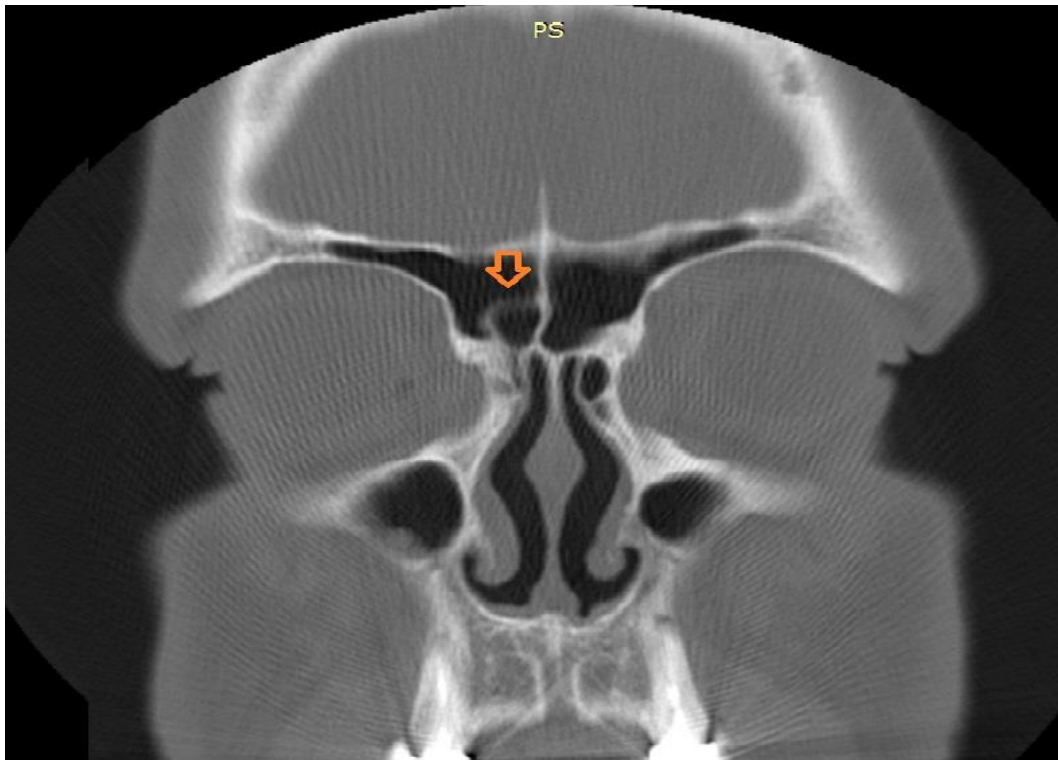


Рис. 3.14. Додаткова клітина в структурі правої лобової пазухи (позначено стрілкою).

На рис. 3.14 позначено додаткову клітину в структурі правої лобової пазухи.

На наступному етапі дослідження досліджувалися стінки пазухи.

Передня (лобова) стінка візуалізується на аксіальних зрізах (див. рис 3.15) та межує знизу із краєм орбіти.

Як видно із рис 3.15 медіальна та латеральні стінки візуалізуються на коронарних зрізах, передня та задня – на аксіальних. Зеленою стрілкою позначена наявність додаткової клітини в лівій лобовій пазусі.

Передня стінка розташована над орбітою, її середні розміри становлять: висота – $24 \pm 1,2 \times 10^{-3}$ м, ширина $25 \pm 3,3 \times 10^{-3}$ м.

Задня стінка є найбільш небезпечною у плані розповсюдження інфекції до головного мозку. Розміри її становлять $29,5 \pm 2,22 \times 10^{-3}$ м на $23,2 \pm 0,12 \times 10^{-3}$ м.

Нижня стінка лобової пазухи є водночас верхньою стінкою орбіти розмірами $7,2 \pm 0,31 \times 10^{-3}$ м на $12,4 \pm 1,1 \times 10^{-3}$ м.

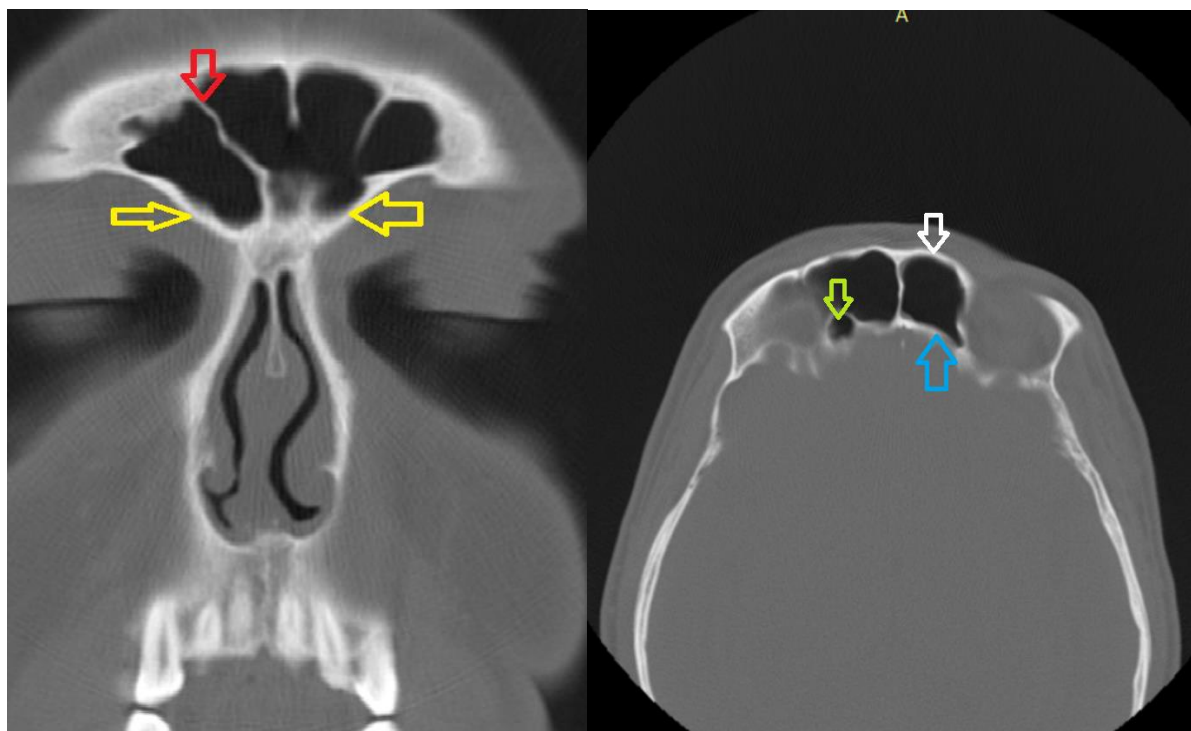


Рис.3.15. Коронарна реконструкція та аксіальний зріз (стрілками позначено стінки: жовтим кольором – нижні, червоним – медіальну, блакитним – задню, білим – передню).

Таблиця 3.4.

**Мінімальна товщина стінок лобової пазухи залежно від верхнього
лицьового індексу, $\times 10^{-3}$ м**

Групи досліджуваних		Передня	Задня	Нижня	Медіальна
Лептен	Чол	1,01±0,22	0,15±0,032	0,75±0,13	0,75±0,04
	Жін	1,9±0,11	0,132±0,041	0,65±0,2	0,66±0,11
Мезен	Чол	1,97±0,17	0,12±0,05	0,79±0,15	0,62±0,12
	Жін	2,03±0,2	0,097±0,21	0,73±0,11	0,71±0,19
Еуріен	Чол	1,73±0,34	0,11±0,013	0,6±0,1	0,53±0,024
	Жінки	2,75±0,2	0,09±0,022	0,61±0,18	0,529±0,05

Міжпазухова стінка (медіальна) є єдиною непарною із товщиною $2,5\pm 2,8 \times 10^{-3}$ м.

Велике значення приділялось товщині та щільності стінок, враховуючи потенційну небезпеку цих досліджуваних ознак в плані розвитку ускладнень з боку сусідніх органів та тканин. Оскільки потенційно небезпечними є саме мінімальні показники, то увага приділялася саме мінімальним показникам даних параметрів.

Як видно із таблиці 3.4, найтовщими були стінки пазух еурієнів, у яких відмічаюлися найменші за об'ємом пазухи. На наступному етапі було визначено достовірний ($p=0,041$ сильний ($r=0,73$) прямий кореляційний зв'язок між об'ємом пазухи та товщиною її нижньої стінки.

Особливої уваги заслуговувала медіальна стінка, яка утворює перегородку між правою та лівою пазухами. Саме ця стінка відрізнялася значною варіабельністю розташування та часто зміщена. Хоча центральне розташування перегородки все ж було характерне для більшості пацієнтів (59,75 %).

У 15,5 % вона була зміщена вправо (див. рис. 3.16). У 24,75 % - вліво. Зміщення як вправо, так і вліво спостерігалось майже у рівній мірі вираженості як у осіб чоловічої, так і у осіб жіночої статі. Чоловіки склали 34,34 % досліджуваних зі зміщенням перегородки. У жінок частіше за чоловіків спостерігалась девіація цієї перетинки вліво. На долю жінок приходилось 65,66 % випадків усіх девіацій вліво.

Для осіб чоловічої статі була більше характерна девіація вправо. Це спостерігалось у 69,35 % усіх випадків девіацій міжпазушної перетинки вправо.

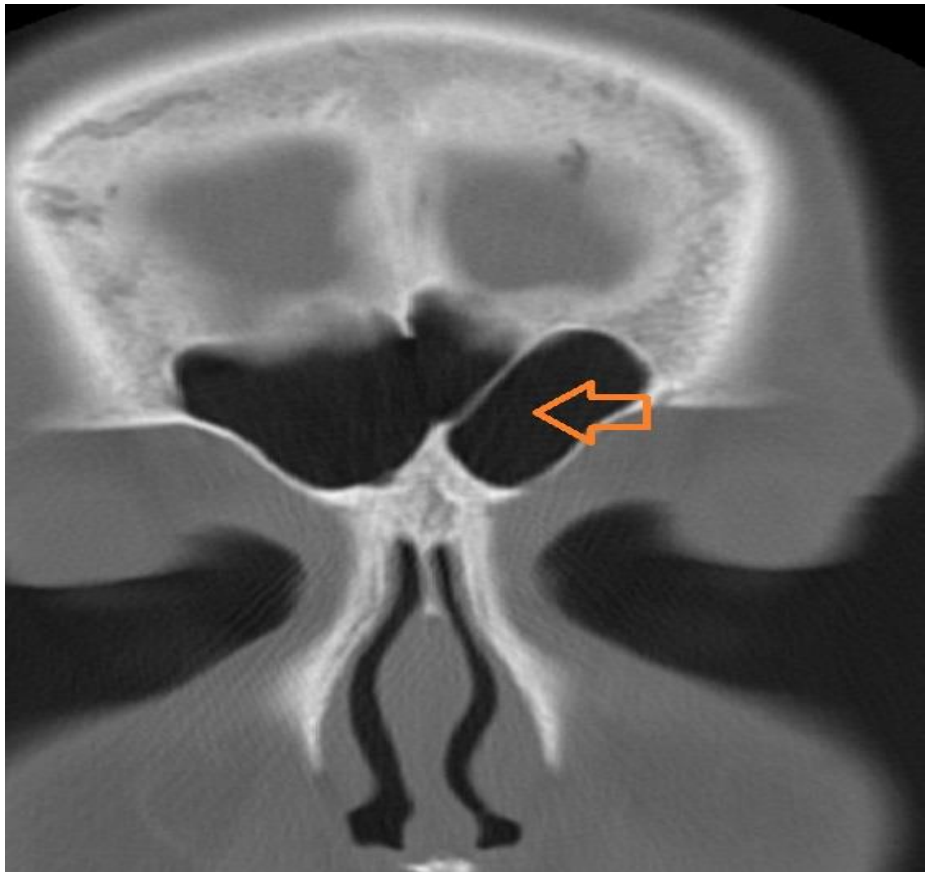


Рис. 3.16. Девіація міжпазухової перегородки. СКТ. Коронарна реконструкція.

Таблиця 3.5.

**Мінімальна щільність стінок лобової пазухи залежно від верхнього
лицьового індексу, H_u**

Групи пацієнтів		Передня	Задня	Нижня	Медіальна
Еуріен	Чол	111,65±23,2	29,5±1,2	94±21,11	103±33,4
	Жін	129±17,6	49,8±11,03	33,07±12	122,7±31,9
Мезен	Чол	383,43±36	55,73±33,19	112±44,1	174,18±71
	Жін	243,22±22,4	32,3±0,5	105,55±32	115,44±22
Лептен	Чол	302,18±45,3	75±22,12	112,81±11,04	134,22±17,7
	Жін	283±34	320,07±15	108±15,21	145±62

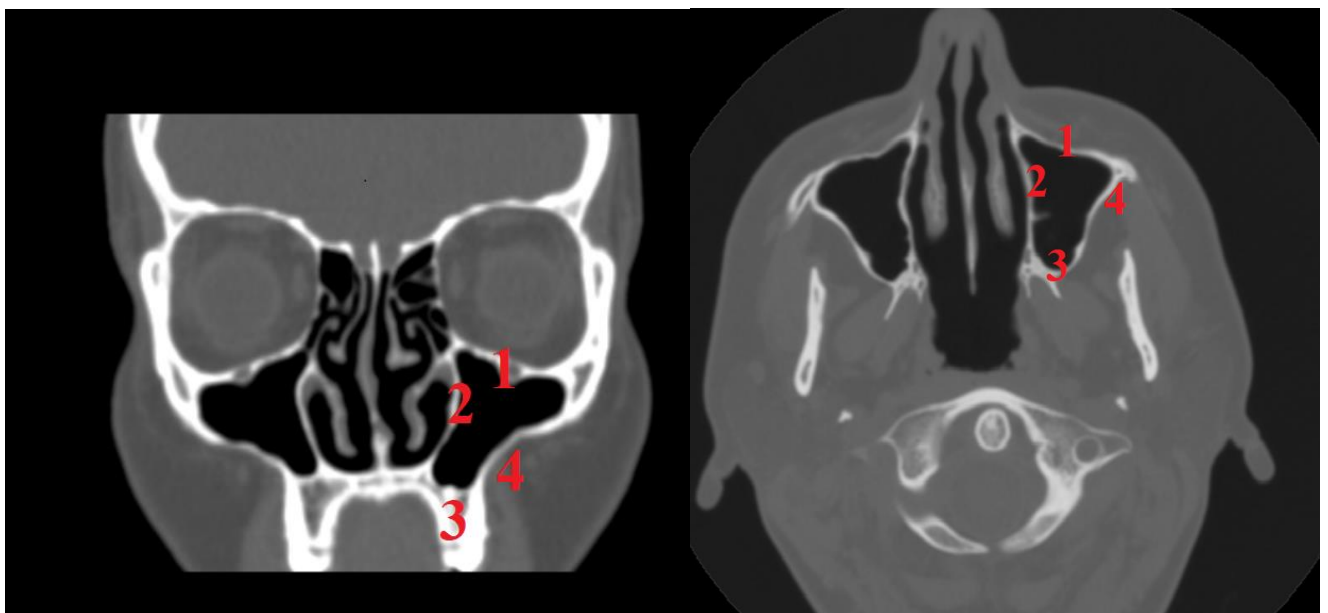
Як видно із таблиць 3.4 та 3.5, найтовщі та найщільніші кістки спостерігаються у лептенів чоловічої статі. У еурієнів жіночої статі визначаються найтонші кістки із зниженою щільністю. У ході проведеного дослідження

визначено, що чоловіки мають більші за об'ємом пазухи з товщими та щільнішими стінками пазух. У той час як для осіб жіночої статі притаманні менші за об'ємом пазухи із низькою щільністю стінок, тонкими стінками.

Слід відмітити, що товщина задньої стінки ($r=0,73$) та об'єм пазухи мають прямий позитивний сильний кореляційний зв'язок. Помірний прямий позитивний кореляційний зв'язок визначається між щільністю нижньої та задньої стінки та об'ємом пазухи ($r=0,58$).

3.3. Індивідуальна анатомічна мінливість верхньощелепної пазухи людини за даними СКТ

СКТ-дослідження підтверджувало, що верхньощелепна пазуха як парна структура, розташована над майже всім тілом верхньощелепної кістки.



А

Б

Рис.3.17. А) СКТ. Коронарна проекція верхньощелепної пазухи людини цифрами вказано стінки, що візуалізуються (1 – верхня, 2 – медіальна, 3 – нижня, 4 – латеральна). 1 – передня, 2 – медіальна, 3 – задня, 4 – латеральна).

Рис. 3.17. Б) СКТ. Аксиальна проекція верхньощелепної пазухи (цифрами позначено стінки верхньощелепної пазухи).

При проведенні томографії у верхньощелепній кістці розрізнялося тіло та лобовий, альвеолярний, піднебінний відростки. У всіх досліджуваних випадках пазуха мала 6 стінок (рис.3.17 А та Б).

. При дослідженні виявлено, що **верхня стінка** утворена очноюмковою поверхнею верхньої щелепи (*facies orbitalis maxillae*). Максимальні поздовжні розміри верхньої стінки $26,4 \pm 1,9$ на $12,4 \pm 1,5 \times 10^{-3}$ м, мінімальний $-15,3 \pm 2,2 \times 10^{-3}$ м на $8,8 \pm 1,52 \times 10^{-3}$ м. Поперечні розміри становлять $15,4 \pm 3,2$ на $12,3 \pm 7,2 \times 10^{-3}$ м та $13,9 \pm 1,2$ на $10,3 \pm 1,6$ на $5,6 \pm 1,2 \times 10^{-3}$ м відповідно до наведеного вище порядку.

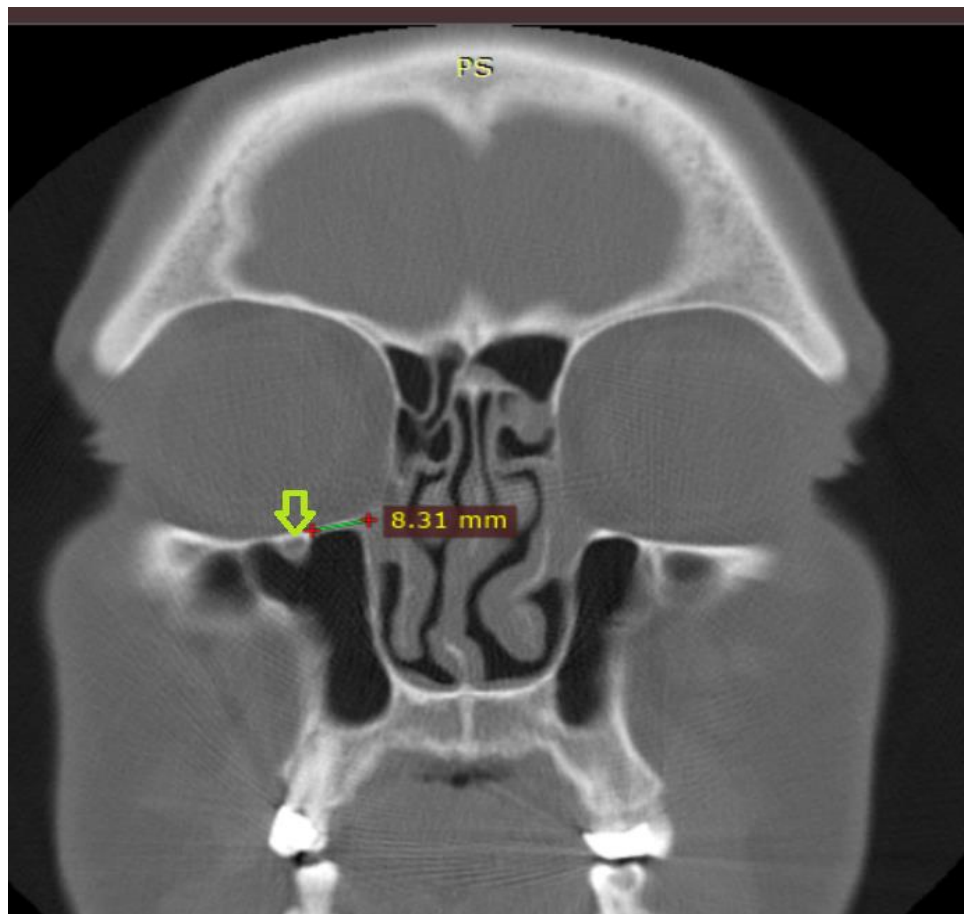


Рис. 3.18. СКТ коронарна реконструкція. підчочномкова борозна позначена стрілкою.

Серед усіх стінок саме верхня стінка є мінімальною за товщиною, яка виявляється найбільшою в медіальній області де і визначаються максимальні її розміри, а найменшою в латеральній, де визначаються мінімальні розміри. На ній визначалися підчочномкові борозна та канал для однойменного судинно-нервового пучку (рис 3.18).

У 64 % випадків по задній поверхні на відстані $3,2 \pm 0,3 \times 10^{-3}$ м від медіального краю орбіти розташовується підчочномковий отвір діаметром $2,52 \pm 0,3 \times 10^{-3}$ м. У 21 % отвір підчочномкової борозни знаходиться на відстані $7,5 \pm 1,9 \times 10^{-3}$ м від медіального краю орбіти, у 15 % - на відстані $8,4 \pm 2,1 \times 10^{-3}$ м. У переважній більшості випадків він має округлу форму (83,25 %), У 8 % випадків поперечний розмір переважає над поздовжнім та становить $2,9 \pm 0,1$ на $1,03 \pm 0,2 \times 10^{-3}$ м. Рідше (8,5 %) поздовжній переважає над поперечним. У цьому разі розмір отвору становить $1,25 \pm 0,4$ на $2,77 \pm 0,1 \times 10^{-3}$ м. На відстані $7 \pm 0,12 \times 10^{-3}$ м від латерального краю верхньої стінки визначається надчочномковий отвір діаметром $2 \pm 0,33 \times 10^{-3}$ м. У переважній більшості (95,5 %) поздовжній розмір його є більшим за поперечний та становить $1,04 \times 10^{-3}$ м. У 0,5 % досліджуваних випадків указаний отвір розташовується латеральніше на відстані $13,02 \times 10^{-3}$ м. від латерального краю, у 5 % випадків медіальніше за більшість випадків, тобто на відстані $5,01 \pm 0,14 \times 10^{-3}$ м. На відстані $5,03 \pm 1,1 \times 10^{-3}$ м зліва та від верхньої стінки візуалізуються елементи клиноподібної кістки, а саме верхньощелепна поверхня її великого крила (*ala major*) розміром до $14,4 \pm 2,1$ на $2,05 \pm 0,2 \times 10^{-3}$ м у більшості (73 %) випадків. У 12,5 % випадків розміри є дещо меншими та становлять $10,4 \pm 0,22$ на $1,9 \times 10^{-3}$ м, іноді (14,5 %) – більшими та становлять $19,5 \pm 1,9 \times 10^{-3}$ м (див. рис. 3.19). Як видно на представленому рисунку тіло клиноподібної кістки позначено цифрою 1, цифрою 2 позначено велике крило клиноподібної кістки. Цифрою 3 – крилоподібно-верхньощелепна щілина, через яку і можливе розповсюдження запального процесу на сусідні тканини із виникненням ускладнень.

Цікавим був факт прямого сильного взаємозв'язку ($r=0,91$) між поздовжнім розміром великого крила клиноподібної кістки та верхнім лицьовим індексом. Так, для мезенів характерні проміжні значення показників довжини верхнього крила, для лептенів переважання високих показників довжини, для еурієнів, навпаки, коротке велике крило клиноподібної кістки.

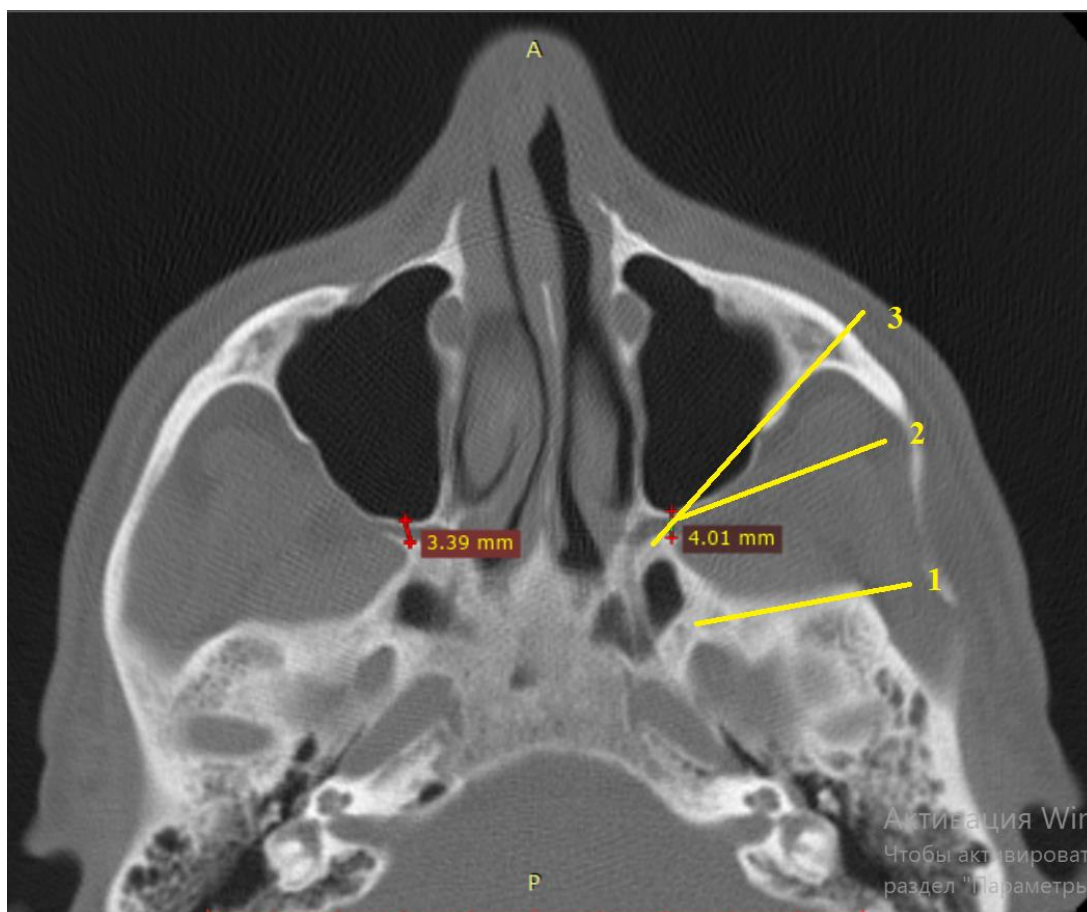


Рис. 3.19. Взаєморозташування між клиноподібною кісткою та верхньощелепною пазухою.

Нижня стінка утворена альвеолярним відростком верхньої щелепи (*processus alveolaris maxillae*) та представлена пластинкою розмірами $31,2 \pm 0,33 \times 10^{-3}$ м. Нижня стінка у 95 % випадків межує з коренями верхніх зубів. Частіше за все в порожнині пазухи виявляються корені першого та другого премолярів (99 %). Рідше за все (1 %) – зуби мудрості. Товщина стінки також має досить варіабельні показники. Максимальною вона є в середній частині, а мінімальною – в боковій частині стінки.

Товщина альвеолярного відростку корелює з об'ємом пазухи. При цьому спостерігається негативний сильний взаємозв'язок ($r = -0,92$). Таким чином, при великих розмірах пазухи альвеолярний відросток має меншу товщину (див. рис. 3.20). Згідно до підрахованого черепного індексу існує кореляційний зв'язок між верхнім лицьовим індексом та розмірами альвеолярного відростку ($r = 0,64$). Таким

чином, у доліхокранів поздовжній розмір є більшим за брахікранів, у свою чергу у брахікранів переважає поперечний розмір альвеолярного відростку.

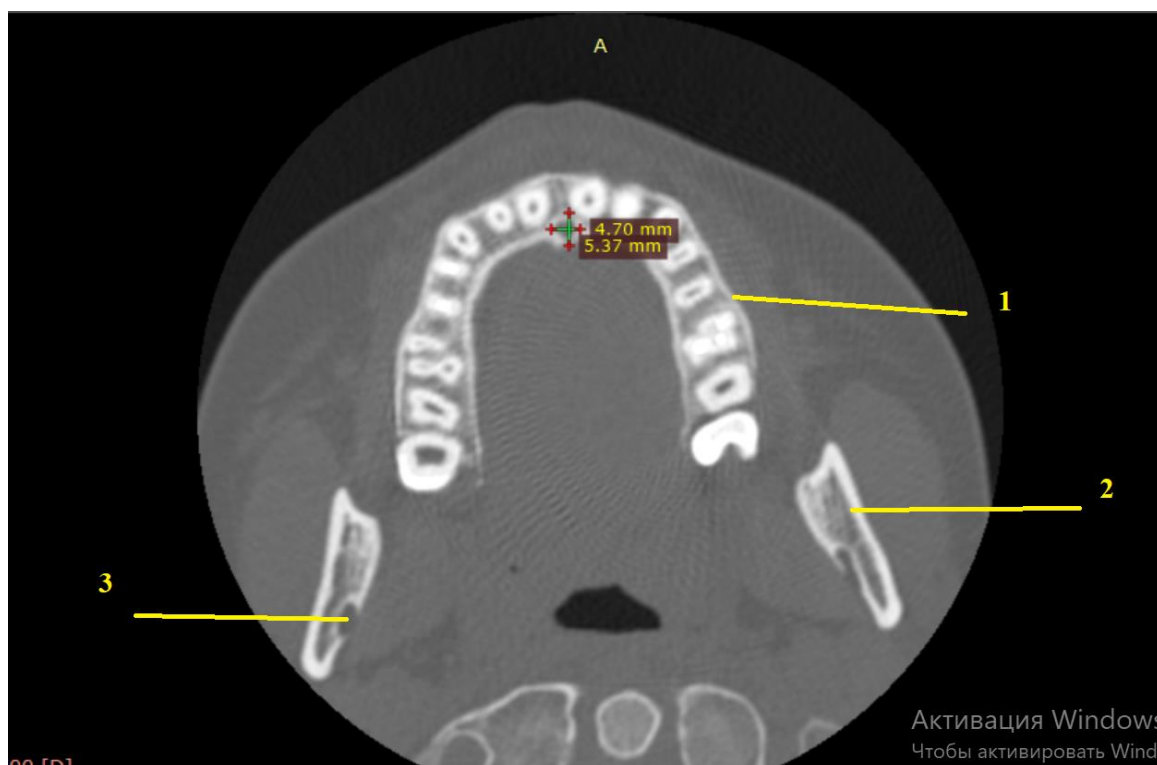


Рис. 3.20. СКТ. Аксиальний зріз. 1 – альвеолярний відросток, 2 – дуга нижньої щелепи, 3 – канал нижньої щелепи. Цифрами позначено розміри різцевого каналу.

У більшості досліджуваних випадків (50,5 %) нижня стінка знаходилась на рівні дна порожнини носу, дещо рідше (14,75 %) дно пазухи нижче за дно порожнини носу на $5,3 \pm 0,1 \times 10^{-3}$ м, інколи ж (34,75 %) дно порожнини носу нижче за нижню стінку верхньощелепної пазухи на $3,9 \pm 0,21 \times 10^{-3}$ м (див рис 3.21).

Було визначено, що існував взаємозв'язок між черепним індексом та рівнем розташування дна верхньощелепної пазухи. Так у еурієнів нижня стінка частіше за все знаходилася нижче порожнини носу. У лептенів навпаки дно пазухи – вище за дно порожнини носу, і у більшості мезенів дно порожнини носу відповідало нижній стінці верхньощелепної пазухи. Частіше за все різцевий канал мав округлу форму у більше, ніж половини досліджуваних осіб (50,75 %), у 25,5 % – овальну, витягнуту у довжину. У 23,75 % – овальну із переважанням довжини. Лінійні розміри при цьому становили $4,7 \pm 0,32 \times 10^{-3}$ м на $5,21 \pm 0,51 \times 10^{-3}$ м.

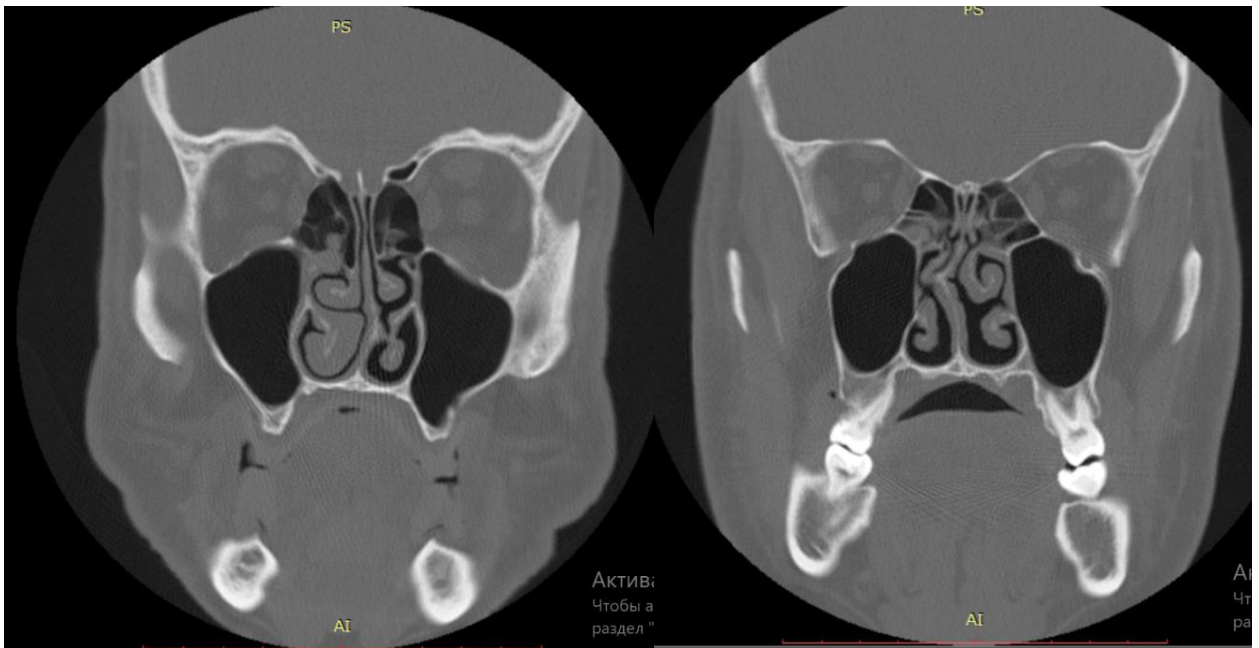


Рис. 3.21. Взаєморозташування між дном порожнини носу та нижньою стінкою верхньощелепної пазухи.



Рис. 3.22. Коронарна проекція СКТ принососих пазух людини. Стрілками показано місцезнаходження коренів зубів у порожнині пазухи.

На рис. 3.22 стрілками показано місцезнаходження коренів зубів у порожнині пазухи

Канал нижньої щелепи, навпаки, має частіше за все (49,5 %) витягнуту у довжину форму, рідше – округлу (37,75 %), ще рідше – овальну із переважанням поперечних розмірів (12,75 %) (див рис. 3.23).

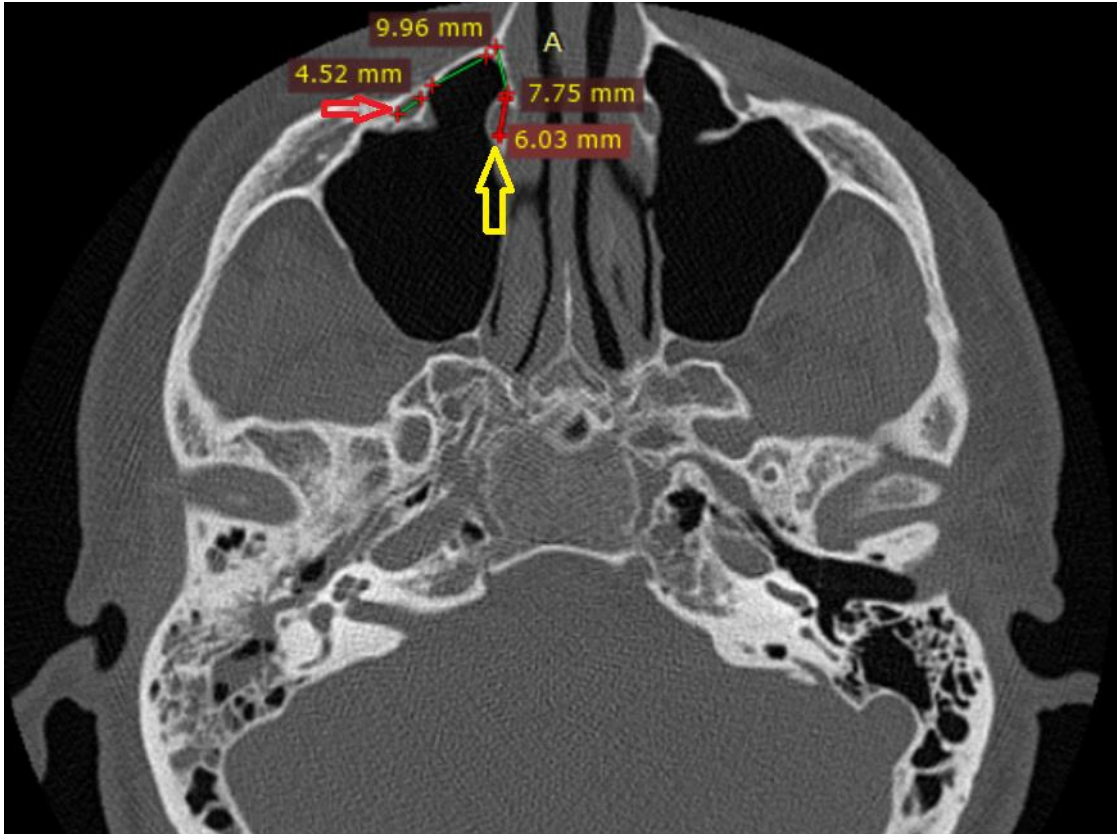


Рис. 3.23. СКТ. Аксиальна проекція. Червоною стрілкою позначено *canalis infraorbitalis*, жовтою – нижній носовий хід. Приклад вимірювання розмірів анатомічних структур.

Зовнішня (передньо-латеральна, лицьова) стінка за аналізом СКТ-дослідження складається з виступаючого зовні виличного відростку верхньої щелепи (*processus zygomaticus maxillae*). Вона виявляється однією з найбільш мінливих серед усіх стінок. Частіше за все має трикутну будову з розмірами сторін $29 \pm 0,54 \times 10^{-3}$ м на $39,2 \pm 0,92 \times 10^{-3}$ м на $25,2 \pm 1,4 \times 10^{-3}$ м. Інколи (47,25 %) зустрічається чотирикутна будова зі сторонами $24,2 \pm 0,1 \times 10^{-3}$ м на $0,91 \pm 0,4 \times 10^{-3}$ м на $22,4 \pm 1,2 \times 10^{-3}$ м на $31,1 \pm 0,9 \times 10^{-3}$ м. Передня стінка є максимальною за товщиною, яка досягає $3,7 \pm 0,76 \times 10^{-3}$ м. У центрі передньої стінки розташовується іклова ямка (*fossa canina*) розмірами $11,4 \pm 0,39 \times 10^{-3}$ м на $10,9 \pm 2,3 \times 10^{-3}$ м, яка краще

візуалізувалася на 3D зображенні (див. рис 3.24) У цій області кісткова стінка була помітно витончена і досягала $1,2 \pm 0,4 \times 10^{-3}$ м.

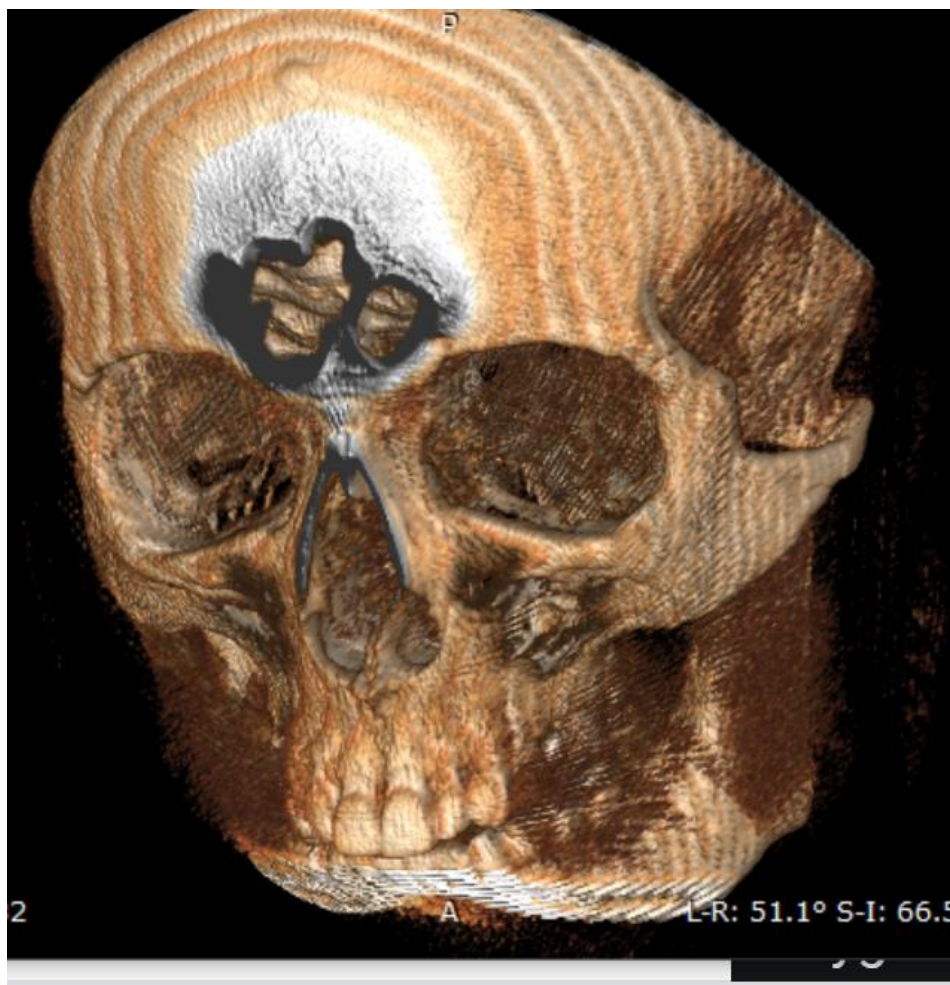


Рис. 3.24. СКТ. 3D моделювання. Візуалізація іклової ямки та виличного відростку верхньої щелепи.

Зазвичай (89 %) іклова ямка (рис. 3.24) займає центральне положення на передній стінці. Лише у 4 % випадках випадків вона може зміститися на $10,54 \pm 0,33 \times 10^{-3}$ м латеральніше, а у 7 % – на $15,2 \pm 0,7 \times 10^{-3}$ м медіальніше. Слід відмітити, що ця ділянка доступна дослідженню лише за умови проведення протоколу з товщиною зрізу меншою за 1 мм або при проведенні 3D моделювання. На відстані $22 \pm 0,73 \times 10^{-3}$ м від середини іклової ямки знаходився підочноямковий отвір (*foramen infraorbitale*). У 16,25 % випадків цей отвір був зміщений на $5,3 \pm 0,41 \times 10^{-3}$ м латеральніше, а у 37,7 % на $7,2 \pm 0,72 \times 10^{-3}$ м медіальніше. Відмічається взаємозв'язок між краніотипом та напрямленням розташування

передньої стінки. У доліхокранів воно має косий напрямок, у брахікранів – фронтальний.

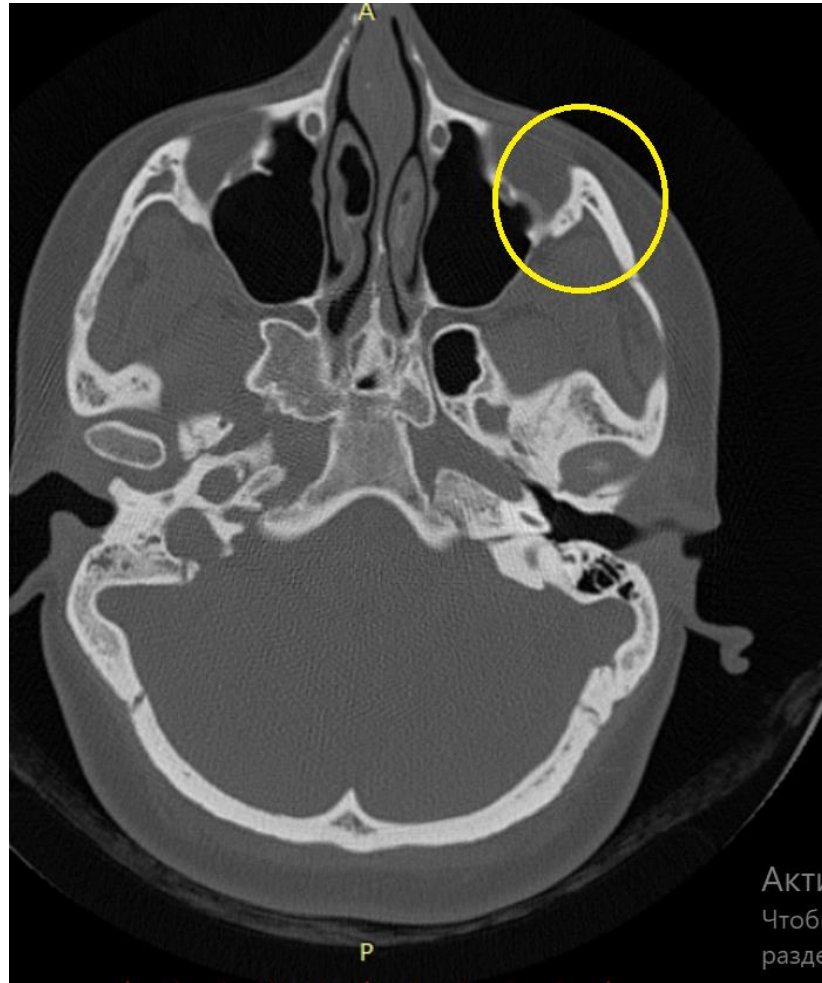


Рис. 3.25. Аксиальний зріз. Вилично-скроневий шов.

На рис. 3.25 за даними СКТ візуалізується скронево-виличний шов.

Розміри **внутрішньої (медіальної)** стінки при СКТ-дослідженні становили $45,51 \pm 0,92 \times 10^{-3}$ м, вона утворена носовою поверхнею верхньої щелепи (*facies nasalis maxillae*) та представлена нижньою носовою раковиною (*concha nasalis inferior*), а також середнім та нижнім носовими ходами (рис.3.26).

Як видно з рис. 3.26, медіальна та передньо-латеральна стінки сполучаються між собою та утворювали мис (*carina, promontorium*), середніми розмірами до $23,6 \pm 0,79 \times 10^{-3}$ м. Просліджується залежність будови мису від краніотипу. Так, у доліхокранів мис є досить довгим та досягає в середньому $33,2 \pm 3,44 \times 10^{-3}$ м, у брахікранів короткий ($18,3 \pm 4,2 \times 10^{-3}$ м).

Місце з'єднання передньо-латеральної та медіальної стінок верхньощелепної пазухи. СКТ позначено на рис. 3.26

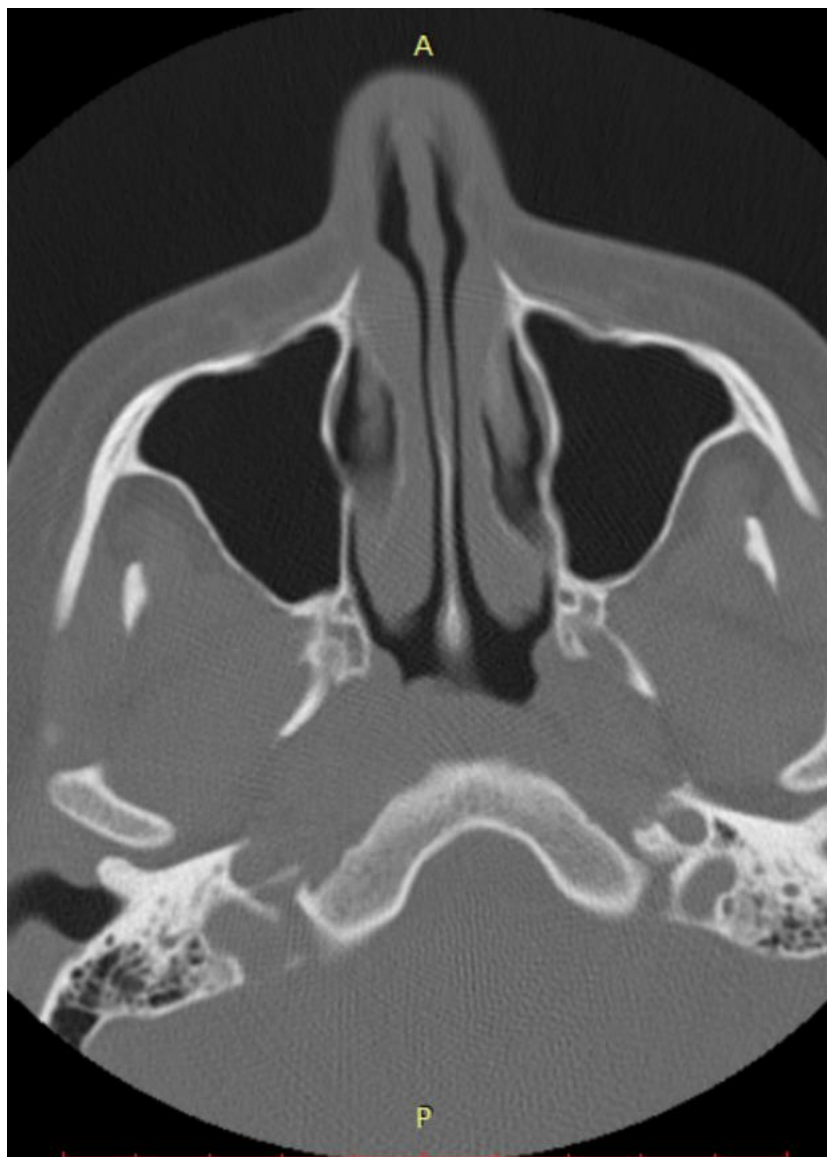


Рис.3.26. Місце з'єднання передньо-латеральної та медіальної стінок верхньощелепної пазухи. СКТ. Аксиальна проекція.

У ході вивчення СКТ-зображень визначено, що **задньо-латеральна стінка** була утворена підскроневою поверхнею верхньої щелепи та має розміри $38,2 \pm 5,3 \times 10^{-3}$ м. На $21,3 \pm 3,2 \times 10^{-3}$ м від латерального краю стінки розташований бугор верхньої щелепи розмірами $5,6 \pm 0,3 \times 10^{-3}$ м. На $21,2 \pm 0,3 \times 10^{-3}$ м медіальніше за середину стінки розташована крило-піднебінна ямка, яка має середні розміри $12,01 \pm 0,13 \times 10^{-3}$ м на $9,2 \pm 0,8 \times 10^{-3}$ м. На $12,3 \pm 0,4 \times 10^{-3}$ м латеральніше від середини

стінки розташована підскронева ямка з середніми розмірами $5,01 \pm 0,23 \times 10^{-3}$ м на $2,2 \pm 0,4 \times 10^{-3}$ м.

Таким чином, пазуха межує з лобовою, решітчастою, піднебінною, носовою, виличною, слізною кістками, нижньою носовою раковиною, лемешем та з верхньощелепною пазухою з протилежного боку.

Лінійні розміри верхньощелепної пазухи складають $37,8 \pm 0,95$ на $2,3 \times 10^{-3}$ м, об'єм верхньощелепної пазухи становить $12707,9 \pm 129,6 \times 10^{-9}$ м. У всіх досліджуваних випадках верхньощелепна пазуха розташована латерально від порожнини носу та у більшості випадків (98 %) займає 1/3 поздовжнього та 1/4 поперечного розміру лицьового черепу. Проте спостерігаються також інші співвідношення, коли даний показник збільшується на 1/2 (до 2 % випадків), що характерно для гіперпневматизованих пазух та зменшується на 1/5 (до 10 %) при гіпопневматизації. У 11 % випадках спостерігаються гіпоплазія верхньощелепної пазухи, а у 2 % – її аплазія. Однобічна гіпо- та аплазія пазухи зустрічалася значно частіше (у 2,3 рази частіше за двобічну). У 3,38 % випадків було виявлено синдром незавершеної пневматизації

Частіше за все верхньощелепні пазухи розташовуються на одному рівні (89 % випадків) без превалювання за висотою правої чи лівої верхньощелепної пазухи. У 11 % випадків вище розташовується права пазуха, у 5 % відсотках – ліва.

Таблиця 3.6.

Середній об'єм ($\times 10^{-6}$ м³) верхньощелепної пазухи у жінок різних вікових груп

Група досліджуваних	Більше 90 років	75 – 90 років	60 – 74 років	45 – 59 років	18-44
Чоловіки	$14,33 \pm 0,33$	$17,01 \pm 1,09$	$19,05 \pm 2,33$	$13,02 \pm 2,3$	$18,4 \pm 4,1$
Жінки	$15,02 \pm 2,21$	$14,99 \pm 2,2$	$15,6 \pm 14,03$	$11,9 \pm 2,1$	$19,3 \pm 2,9$

Середній об'єм верхньощелепної пазухи становить $17,22 \pm 2,9 \times 10^{-6}$ м³ ліворуч та $19,02 \pm 4,3 \times 10^{-6}$ м³ праворуч.

Вираженої асиметрії, як то у лобовій, не спостерігається. Різниця між об'ємом верхньощелепної пазухи з правого та лівого боку становить лише 10,5 %. Також не відмічається залежності об'єму верхньощелепної пазухи від статі. Різниця об'єму між особами чоловічої та жіночої статі становить 12,3 %. Відсутня і залежність об'єму верхньощелепної пазухи від віку досліджуваних людей.

Показники, які обчислені при дослідженні елементів будови верхньощелепної пазухи, представлені в таблицях 3.7-3.8.

Таблиця 3.7.

Анатомічна мінливість стінок верхньощелепної пазухи

	Об'єм, $\times 10^{-9} \text{м}$	Товщина медіальної стінки, $\times 10^{-3} \text{м}$	Товщина верхньої стінки, $\times 10^{-3} \text{м}$	Щільність медіальної стінки, Нц	Щільність верхньої стінки, Нц	Товщина передньої стінки, $\times 10^{-3} \text{м}$	Щільність передньої стінки, Нц
1.	7180	0,97	1,13	105	111	1,35	112
2.	9493	0,96	1,52	112	163	1,52	139
3	9784	1,04	1,62	123	164	1,39	117
4	10154	1,2	1,7	125	171	1,65	151
5	11430	1,23	1,84	131	187	1,82	147
6	12468	1,36	2,05	135	188	2,1	199
7	14113	1,4	2,22	171	195	2,97	154
8	14430	1,76	2,5	175	200	1,42	111
9	18870	1,89	2,63	178	213	1,94	183
10	19157	2,19	2,64	191	219	4,94	207
М	12708	1,4	1,985	144,6	181,1	2,11	152
m	129,6	0,13	0,16	9,3	11,87	0,39	21,2

У таблиці 3.8 наведено показники результати підрахунку показників будови верхньощелепної пазухи за даними СКТ, а саме: товщина нижньої стінки, щільність нижньої стінки, товщина латеральної стінки, щільність латеральної

стінки, поздовжній розмір нижньої носової раковини, поперечний розмір нижньої носової раковини.

Таблиця 3.8.

Анатомічна мінливість стінок верхньощелепної пазухи

	Товщина нижньої стінки, $\times 10^{-3}$ м	Щільність нижньої стінки, Ну	Товщина латеральної стінки $\times 10^{-3}$ м	Щільність латеральної стінки, Ну	Поздовжній розмір нижньої носової раковини, $\times 10^{-3}$ м	Поперечний розмір нижньої носової раковини, $\times 10^{-3}$ м
1	16,2	4,83	2,14	115	12,5	8,06
2	16,4	5,47	2,99	105	12,0	10,4
3	18,3	7,05	4,46	110	15,5	12,5
4	11,1	5,47	4,38	122	17,1	11,6
5	13,5	2,88	4,54	132	14,5	12,0
6	10,1	4,96	4,96	145	14,8	12,5
7	10,8	4,41	5,12	1122	17,0	8,95
8	23,8	3,08	6,0	202	17,3	11,0
9	30,9	8,08	7,6	224	18,0	13,8
10	15,9	5,69	7,38	298	15,8	10,9
М	16,7	5,44	4,96	194	15,45	11,17
м	2,15	0,5	0,57	0,43	0,62	0,49

При вимірюванні товщини стінок визначалася значна асиметрія, а також залежність від віку та статі. Показники щільності та товщини кісткової тканини у людей різних вікових груп показані на рис. 3.27 та 3.28.

Як видно із рисунку 3.28 максимальною щільність кісткової тканини була у молодому віці, мінімальною – у віковій групі довгожителів. Деякі інші результати підрахунку товщини кісток. Максимальною вона виявлялась у групі людей похилого віку (див. рис. 3.28).

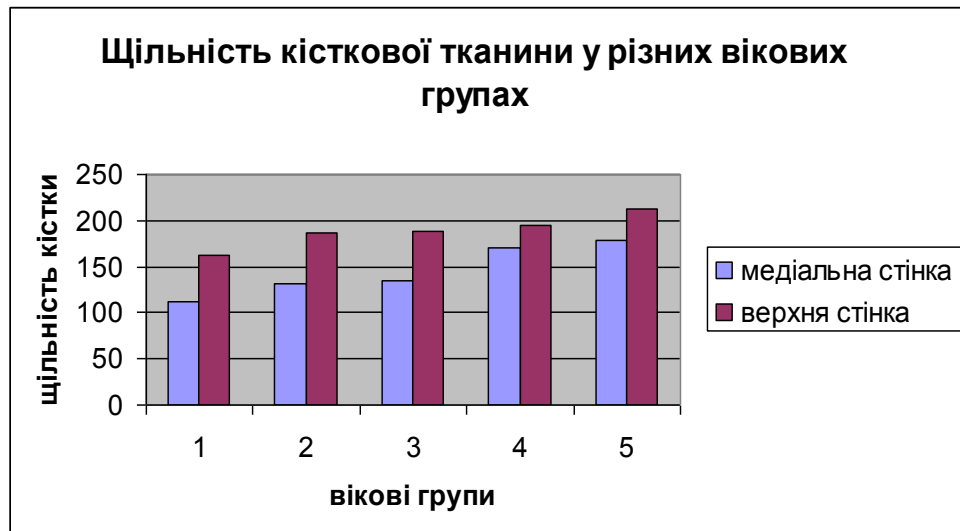


Рис. 3.27. Щільність медіальної та верхньої стінки верхньощелепної пазухи у людей різних вікових груп.

Примітка: цифрою 1 позначено осіб вікової групи довголіття, 2 - старечий вік, 3 – похилий вік, 4 – середній вік, 5 – молодий вік.

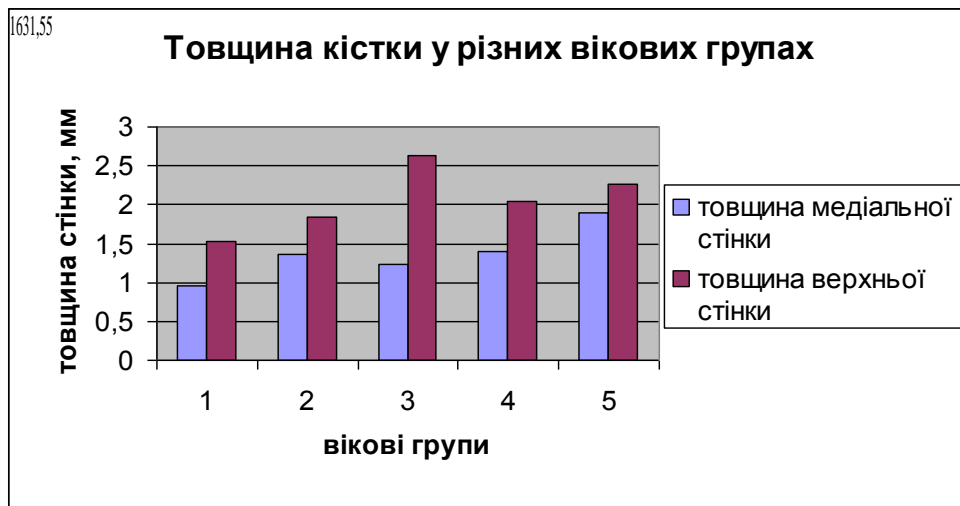


Рис. 3.28. Товщина медіальної та верхньої стінки верхньощелепної пазухи у людей різних вікових груп.

Примітка: цифрою 1 позначено осіб вікової групи довголіття, 2 - старечий вік, 3 – похилий вік, 4 – середній вік, 5 – молодий вік.

Увага приділялася і дослідженню альвеолярного відростку верхньої щелепи. Було обчислено його середню висоту, яка становить відповідно $85,6 \pm 2,2 \times 10^{-3}$ м. Досить очікуваним є факт зменшення висоти альвеолярного відростку з віком на 13,9% та залежність цього показника від статі. У жінок висота альвеолярного відростку є на 11,44.% меншою за чоловіків. У переважній

більшості (83 %) ширина превалює над висотою, проте у 17 % випадків відмічається перевага висоти над шириною. Виявлено пряму сильну кореляційну залежність ($r=0,82$, $p=0,0045$) між об'ємом пазухи та її шириною. Дуже важливим є і показник висоти альвеолярного відростку, адже для успішної імплантації зубів висота альвеолярного відростка не повинна бути меншою за 8×10^{-3} м.

Практично у всіх досліджуваних людей цей показник є більшим за 8×10^{-3} м (94 %). Лише у 5 % меншим за 8×10^{-3} м і у 1 % дорівнює $6,8 \pm 0,2 \times 10^{-3}$ м.

Тож середня висота альвеолярного відростку дорівнює $14,3 \pm 0,99 \times 10^{-3}$ м. Найбільшим число досліджуваних із альвеолярними відростками з найменшою товщиною визначається у групі людей похилого віку.

Виявлено такі варіанти заглиблень верхньощелепних пазух: альвеолярні – 26,5 %; піднебінні – 2 %; виличні – 1 %. Варіанти заглиблень продемонстровано на рис. 3.29 та 3.30.

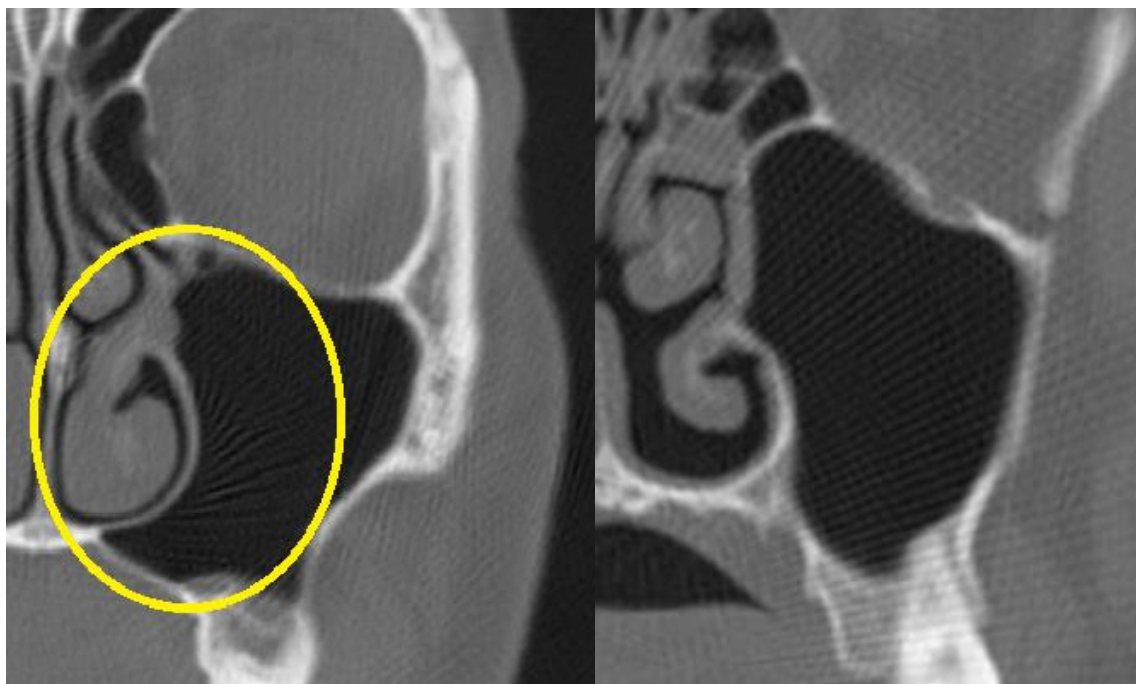


Рис. 3.29. Види заглиблень верхньощелепних пазух. СКТ. Коронарна реконструкція, альвеолярні та піднебінні заглиблення.

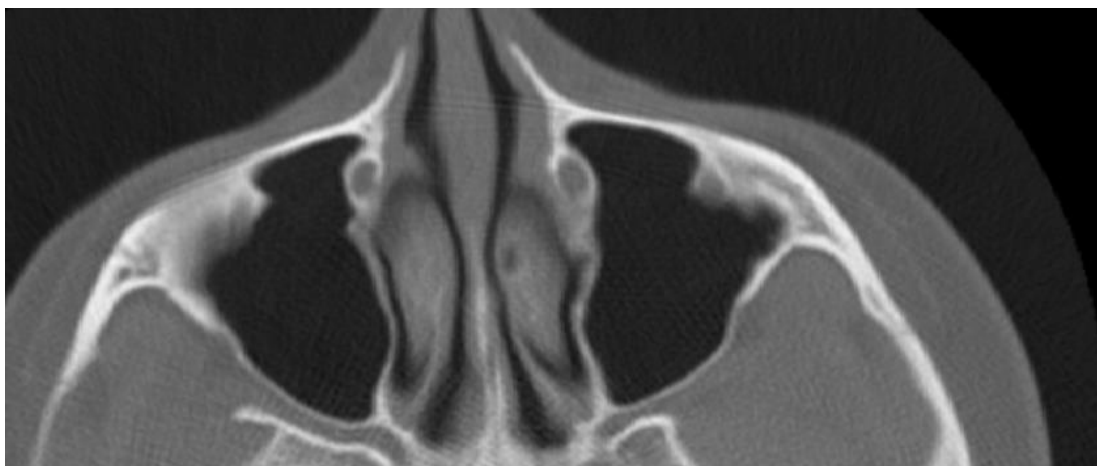


Рис. 3.30. СКТ Аксіальний зріз та коронарні реконструкції. Види заглиблень (кишені) верхньощелепної пазухи. Вилічне заглиблення.

Дослідження варіантів будови верхньощелепної пазухи неможливе без дослідження взаєморозташування зубів. У 7% досліджуваних осіб товщина нижньої стінки верхньощелепної пазухи не перевищує $1 \times 10^{-6} \text{ м}^3$ та корені зубів візуалізуються у пазусі. У більшості досліджуваних товщина нижньої стінки між коренями зубів та порожниною пазухи склала $1,13 \times 10^{-6} \text{ м}^3$.

Враховуючи дані отримані при калькуляції товщини та щільності кісткової тканини верхньощелепної пазухи, її стінки можна розділити на щільні та ті, які мають низьку щільність, а за товщиною – на товсті та тонкі. За комбінацією цих факторів всі стінки можна було розділити на декілька груп:

1. Щільні та товсті
2. Щільні та тонкі
3. Товсті зі зниженою щільністю
4. Тонкі зі зниженою щільністю.

Гіпотетично прогностично небезпечною слід вважати саме останню групу стінок, що може призвести до розповсюдження інфекційного процесу в оточуючі тканини та до розвитку одонтогенних ятрогенних ускладнень.

3.4 Індивідуальна анатомічна мінливість клиноподібної пазухи та решітчастого лабіринту

Показники будови клиноподібної та решітчастої пазухи представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9.

Показники будови клиноподібної та решітчастої пазухи

Досліджувані показники	Максимальний об'єм комірок, $\times 10^{-9} \text{ м}^3$	Мінімальний об'єм комірок, $\times 10^{-9} \text{ м}^3$	Об'єм лобової комірки, $\times 10^{-9} \text{ м}^3$	Мінімальна щільність стінок решітчастої пазухи, Ну	Мінімальна щільність стінок клиноподібної пазухи, Ну	Розмір клітини Галлера, $\times 10^{-9} \text{ м}^3$	Розмір клітини Оноді, $\times 10^{-9} \text{ м}^3$	Об'єм клиноподібної пазухи, $\times 10^{-9} \text{ м}^3$
Чоловіки	15,03±2,1	1,89±0,22	2,03±0,2	43,8±1,3	51,2±4,4	7,48±1,1	3,9±0,51	5,63±0,31
Жінки	14,7±0,9	1,81±0,3	2,2±0,3	33,7±1,9	46,4±2,1	7,36±0,99	4,04±0,12	5,2±1,1

Як видно із таблиці 3.9, параметри будови решітчастої та клиноподібної пазухи залежали в значній мірі від статі.

Максимальний об'єм комірок у жінок на 2,8 % менший за чоловіків та складав $15,03 \pm 2,1 \times 10^{-9} \text{ м}^3$, $14,7 \pm 0,9 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ у чоловіків та жінок відповідно.

Мінімальний об'єм комірок при цьому також відрізняється на 4,3 % у осіб чоловічої та жіночої статі та становить $1,89 \pm 0,22 \times 10^{-9} \text{ м}^3$ та $1,81 \pm 0,31 \times 10^{-9} \text{ м}^3$.

Об'єм лобової комірки, навпаки, є більшим у жінок на 8,4 % ($2,03 \pm 0,21 \times 10^{-9} \text{ м}^3$, $2,2 \pm 0,31 \times 10^{-9} \text{ м}^3$) відповідно до наведеного вище порядку.

Мінімальна щільність стінок решітчастої пазухи, так і клиноподібної пазухи виявляється меншою у жінок та становить $43,8 \pm 1,3 \text{ Ну}$, $33,7 \pm 1,9 \text{ Ну}$ (для решітчастої пазухи та $51,2 \pm 4,4 \text{ Ну}$, $46,4 \pm 2,1 \text{ Ну}$ – для клиноподібної).

Розмір клітини Галлера на 1,72 % є меншим у жінок ($7,52 \pm 1,1 \times 10^{-9} \text{ м}^3$, $7,39 \pm 0,99 \times 10^{-9} \text{ м}^3$).

Розмір клітини Оноді, навпаки, на 11 % більший у жінок та становить відповідно до зазначеного порядку $3,9 \pm 0,5110^{-9} \text{ м}^3$ та $4,04 \pm 0,1210^{-9} \text{ м}^3$.

Об'єм клиноподібної пазухи у чоловіків на 7,7 % більший у чоловіків за жінок $5,63 \pm 0,3110^{-9} \text{ м}^3$ та $5,2 \pm 1,110^{-9} \text{ м}^3$.

Слід відмітити, що клітина Галлера (рис.3.31) визначається лише у незначній кількості досліджуваних осіб, що складає лише 4,75 % усієї кількості, ще більш рідкісною знахідкою була клітина Оноді, яка спостерігалася в 1,25 % випадків. Найчастішою знахідкою серед усіх варіантів пневматизації комірок решітчастого лабіринту є лобова комірка, яка визначається у 6,5 % досліджуваних.

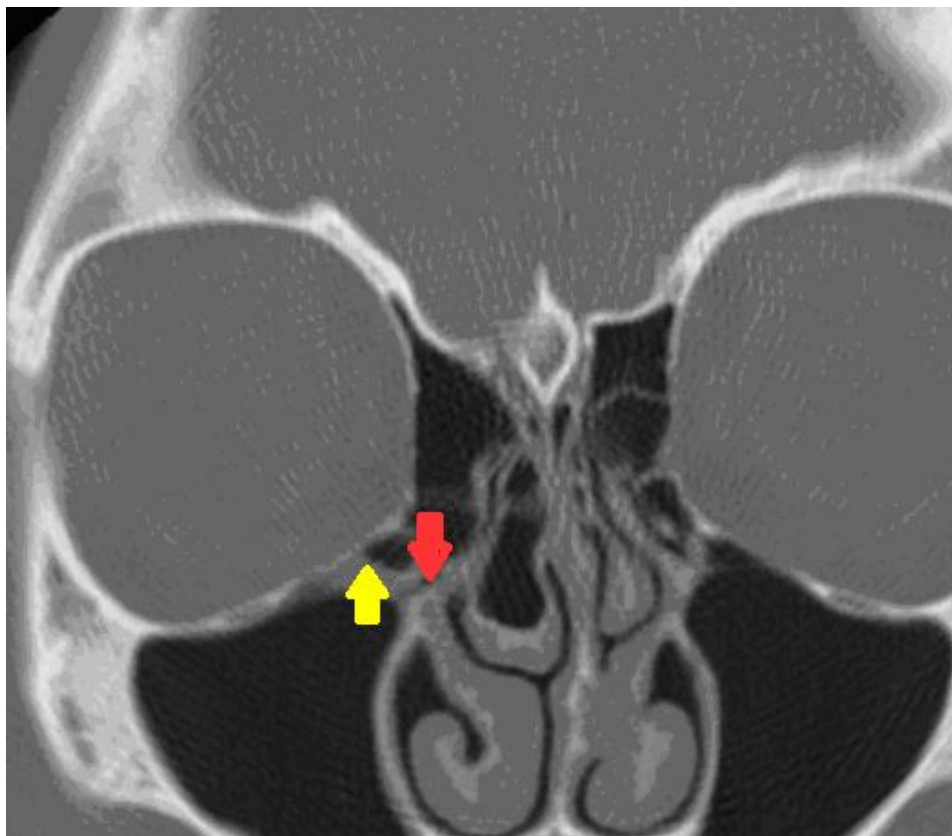


Рис.3.31. СКТ. Коронарна реконструкція. Жовтою стрілкою вказано клітину Галлера, червоною – область півмісяцевого розтвору.

У таблиці 3.10 наведено середні значення розмірів півмісяцевого розтвору у осіб чоловічої та жіночої статі та об'єму клітини Галера.

**Залежність розмірів півмісяцевого розтвору у чоловіків та жінок від
об'єму клітини Галера**

Показник	М	Σ
Об'єм клітини Галера, 10^{-9} м^3	7,42	2,6
Розмір півмісяцевого розтвору	3,32	0,82

3.5. Індивідуальна анатомічна мінливість остіомеатального комплексу

У 7,6 % пацієнтів на СКТ відзначено парадоксальний вигин середньої носової раковини, у 33,2 % виявляється булла середньої носової раковини (*concha bullosa*). У 5,6 % осіб булла середньої носової раковини є багатокамерною (рис.3.32).



Рис. 3.32. СКТ. Коронарна реконструкція. Булла середньої носової раковини з двох боків, зліва – двокамерна *concha bullosa*.

У 15,6 % обстежених розміри її виявилися значущими ($5,5 \pm 0,22 \times 10^{-3} \text{ м}$), вона повністю закривала середній носовий хід, розподіляючись з гачкуватим відростком і решітчастим пухирем, блокуючи сполучення між приносовими пазухами та порожниною носу.

Граничні варіанти будови гачкуватого відростку виявлені при СКТ у 31,6 % пацієнтів. У 7,2 % з них визначається його пневматизація, у 8,8 % – гіперплазія, у 6,8 % – парадоксальний вигин та зміщення в глибину середнього нового ходу, в результаті чого він стикався із середньою носовою раковиною.

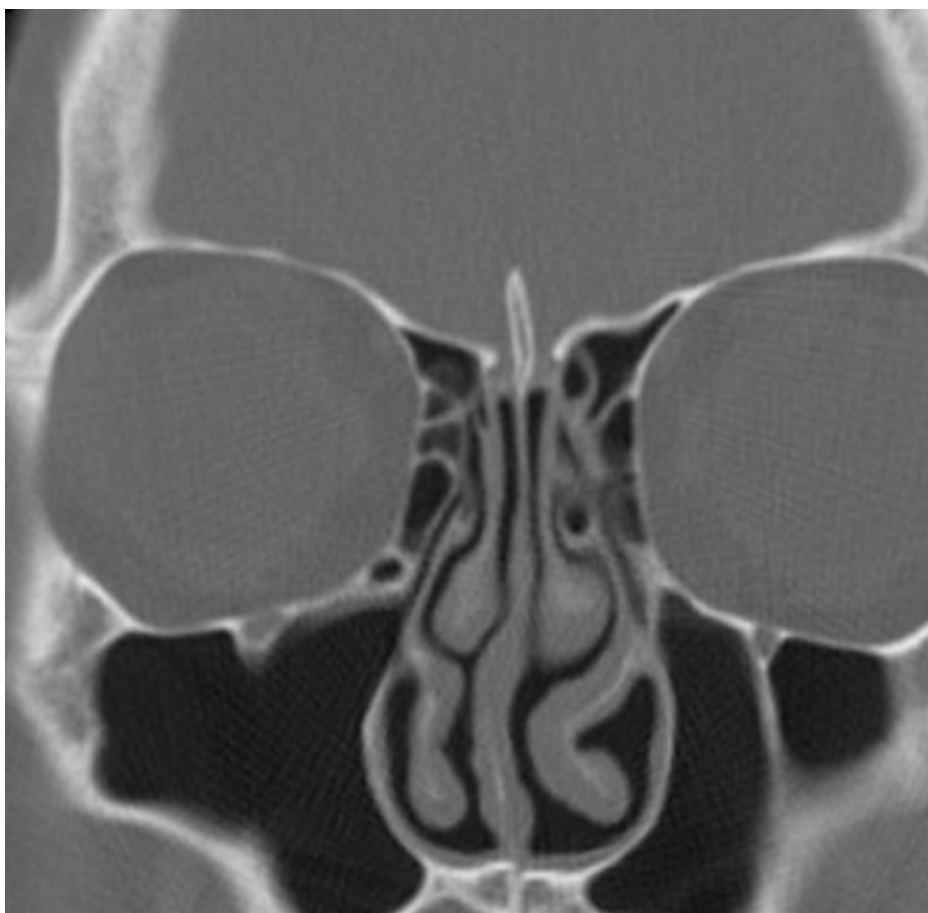


Рис.3.33. Пневматизація гачкуватого відростку зліва. СКТ. Коронарна реконструкція.

У 0,8 % досліджуваних осіб гачкуватий відросток був гіпоплазований, у 0,4 % з них це співпадало з аплазією решітчастих пухирців та гіпоплазії верхньощелепної пазухи. У 22,8 % пацієнтів будова верхніх відділів гачкуватих відростків була асиметричною: у 3,6 % верхня частина одного з гачкуватих відростків прикріплялась до *lamina cribrosa* решітчастої кістки, у 6,0 % – до

середньої носової раковини, у 10,4 % – до паперової пластинки орбіти (див. рис 3.33). У 2,8 % обстежених він латерально вигнутий, закріплений паперовою пластиною орбіти.

Таблиця 3.11.

**Анатомічна мінливість компонентів остіомеатального комплексу у
людей різного віку та статі**

Показник	Більше 90 років		75 – 90 років		60 – 74 років		45 – 59 років		18 – 44 роки	
	Чол.	Жін.	Чол.	Жін.	Чол.	Жін.	Чол.	Жін.	Чол.	Жін.
1	1940 ±810	533± 110	9870±9 30	8331 ±976	1246 8±11 25	1187 6±63 9	13113 ±112 5	13111 ±121 2	14890 ±979	15111 ±231 1
2	139± 21	115± 21	147±18 ,9	101± 71	199± 25	116± 12	154± 57	160±7 1	183± 22	192± 12
3	6,4 ±2,9	3,1±1 ,99	3,5±2,1	2,07± 2,2	0,1±3	4,01± 2,3	0,8±2 ,98	1,022 ±3,04	2,11± 2,2	1,9±3 ,1
4	5,47± 1,2	3,65± 1,87	2,88±0, 92	4,9±1 ,2	4,96± 0,88	4,12± 0,29	4,41± 2,02	3,346 ±0,79	6,08± 0,99	4,33± 0,93
5	4,99± 1,01	4,41± 0,987 1	4,56±1, 06	5,01± 0,77	4,54± 0,8	3,99± 0,97	5,14± 1,4	6,02± 1,8	7,6±1 ,28	4,54± 0,5

Примітка: цифрою 1 позначено об'єм гачкуватого відростку, $\times 10^{-9}$ м³, 2 - щільність гачкуватого віростку, Нц, 3 - поздовжній розмір середньої носової раковини, $\times 10^{-6}$ м мм, 4 - поперечний розмір середньої носової раковини $\times 10^{-6}$ м., 5 - розміри природного сполученн $\times 10^{-6}$ м.

Показники анатомічної будови компонентів остіомеатального комплексу у людей різного віку та статі представлені у таблиці 3.11.

Також була підрахована кореляція між даними показниками. Найбільший ступінь кореляції виявлений між товщиною верхніх стінок та об'ємом пазух ($r = 0,96$).

У 9,6 % пацієнтів на СКТ визначається гіпертрофована комірka *agger nasi*. У всіх випадках вона є однокамерною. Жодного випадку наявності двокамерної, а тим більше багатоканерної камерки зафіксовано не було.

Кореляцію між розмірами клітини Галера та шириною півмісяцевого розтвору, який утворює співустя між передньою групою пазух та порожниною носу, показано на рис. 3.34.

Кореляція між розміром клітини Галера та шириною співустя

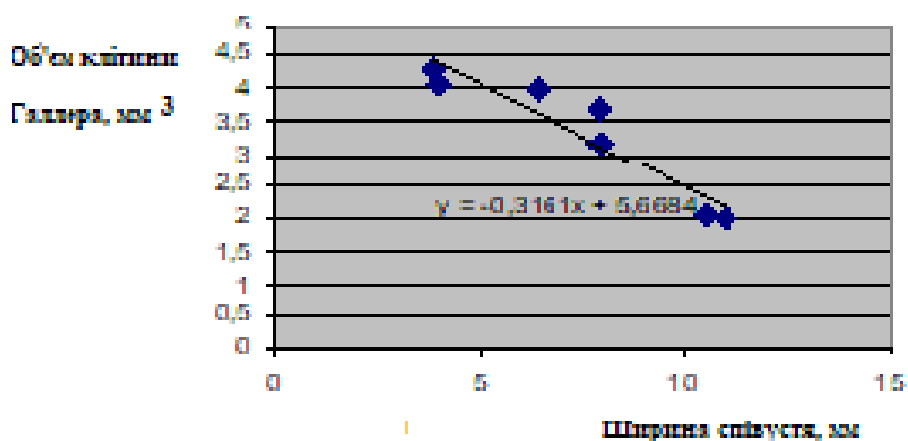


Рис. 3.34. Кореляція між розміром клітини Галера та шириною півмісяцевого розтвору.

Розміри середньої носової раковини показані на рис. 3.35

Розміри гачкуватого відростку, відстань від середньої носової раковини до півмісяцевого розтвору (сполучення між пазухою та порожниною носу) позначені на рис. 3.36

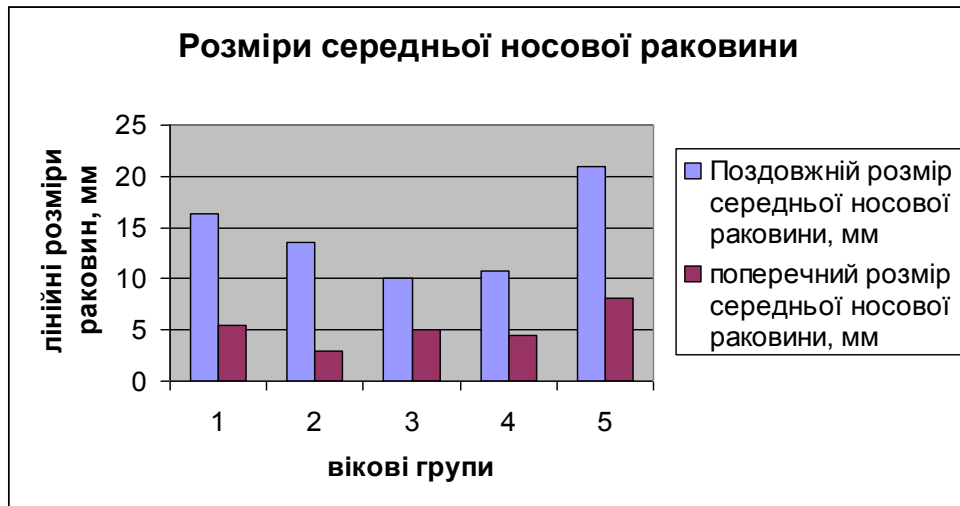


Рис. 3.35. Розміри середньої носової раковини у різних вікових групах.

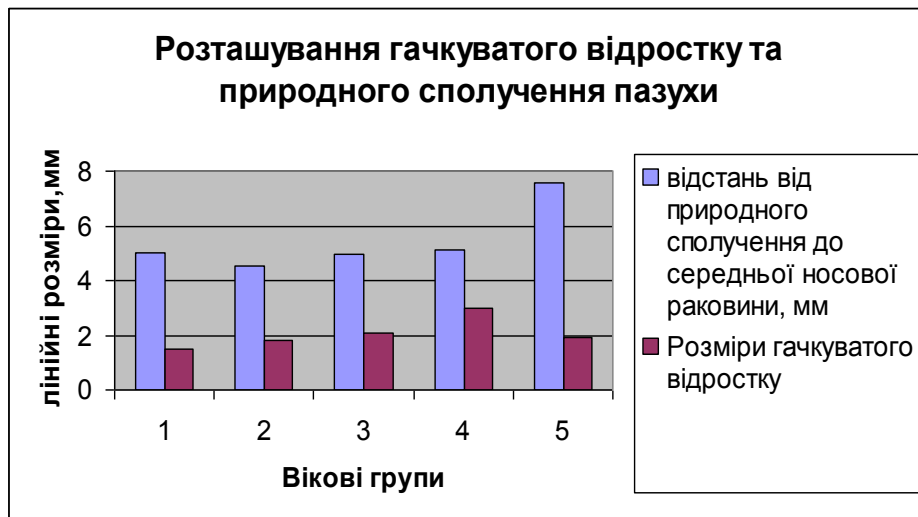


Рис. 3.36. Розміри гачкуватого відростку, відстань від середньої носової раковини до півмісяцевого розтвору (сполучення між пазухою та порожниною носу).

На рисунку 3.37 зображено клітину Галлера (позначено жовтим) та область півмісяцевого розтвору (позначено червоним). *Concha bullosa* зліва.

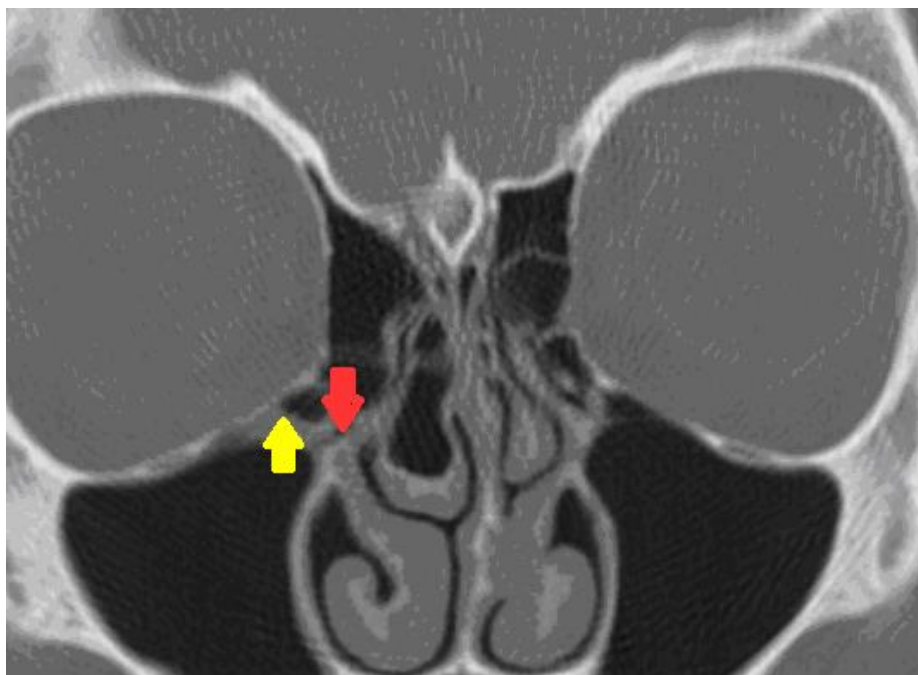


Рис.3.37. СКТ Коронарна реконструкція. Наявність клітини Галлера (Позначено жовтим) та область півмісяцевого розтвору (позначено червоним). *Concha bullosa* зліва .

Нижня носова раковина за даними СКТ має середні розміри $26 \pm 0,93$ на $1,5 \pm 0,3 \times 10^{-3}$ м. У 21 % досліджуваних спостерігається збільшення її розмірів. У 7 % випадків зменшення її розмірів – гіпоплазія. Визначено взаємозв'язок між поперечними розмірами нижньої носової раковини, об'ємом пазухи, товщиною стінок верхньощелепної пазухи та об'ємом пазухи, де спостерігався середній позитивний кореляційний зв'язок ($r=0,655$). Нижній носовий хід добре візуалізується за даними СКТ. Він є найдовшим (його середня довжина складала $(9,3 \pm 0,55 \times 10^{-3}$ м) та найширшим $1,5 \pm 0,2 \times 10^{-3}$ м) у порівнянні з середнім та верхнім носовим ходом. Середній носовий хід є дещо коротшим та тоншим за нижній, за анатомічними характеристиками він займає проміжне положення між верхнім та нижнім. Його довжина становить $6,7 \pm 1,22 \times 10^{-3}$ м, а ширина $-1,2 \pm 0,2 \times 10^{-3}$ м. На рис. 3.38 візуалізуються носові раковин та носові ходи. Жовтим кольором позначена *concha bullosa*, червоним – нижня носова раковина.

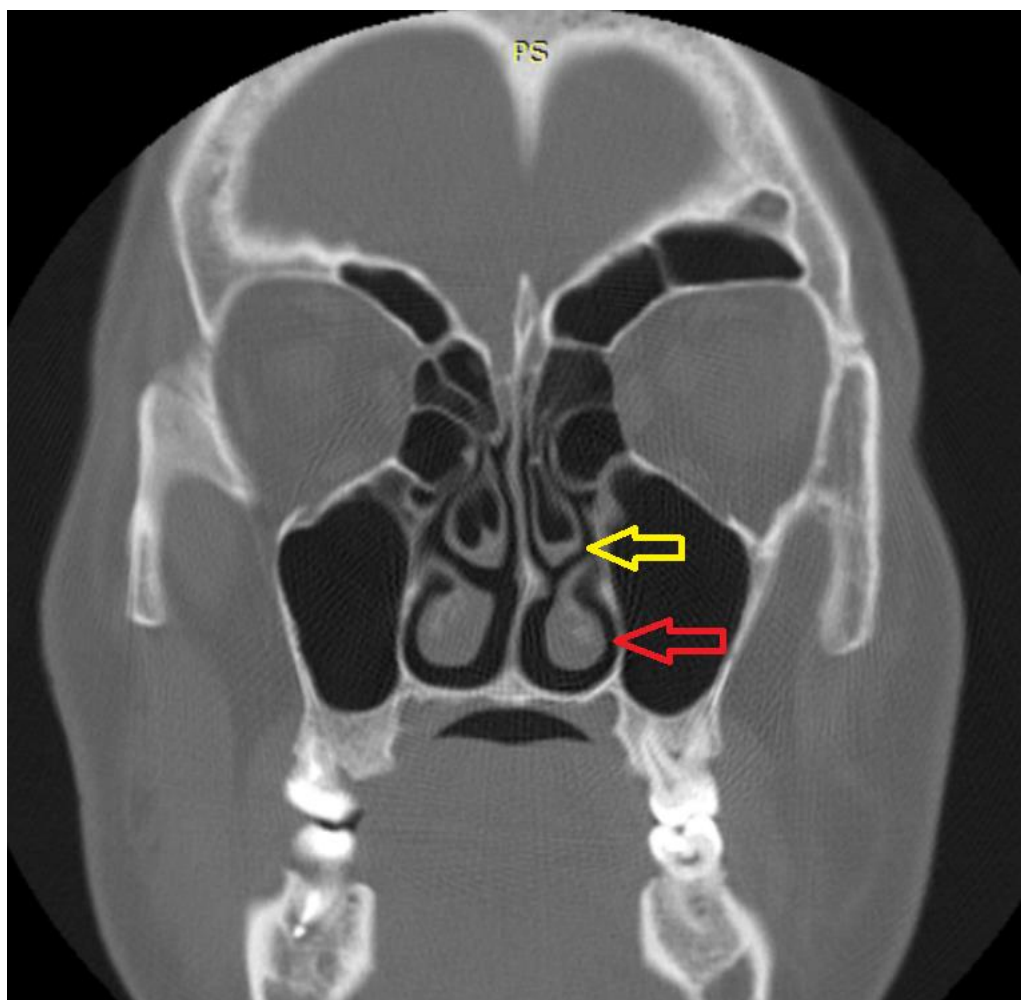


Рис. 3.38. Візуалізація носових раковин та носових ходів. Жовтим кольором позначена concha bullosa, червоним – нижня носова раковина.

Фізіологічне функціонування приноскових пазух взагалі та верхньощелепних пазух зокрема нерозривно пов'язане з розмірами та функціонуванням півмісяцевого розтвору, який відкривався у всіх досліджуваних у середній носовий хід. У 0,5 % відсотках випадків зафіксовано наявність додаткового сполучення, що могло в значеій мірі утруднювати функціонування верхньощелепної пазухи.

Принципово важливим є розмір сполучення, який складає від 3 до 10мм. Відсоток досліджуваних із розмірами півмісяцевого розтвору більше 4 мм становив 87 %. Середній розмір півмісяцевого розтвору становить $5,03 \pm 0,53 \times 10^{-3}$ м.

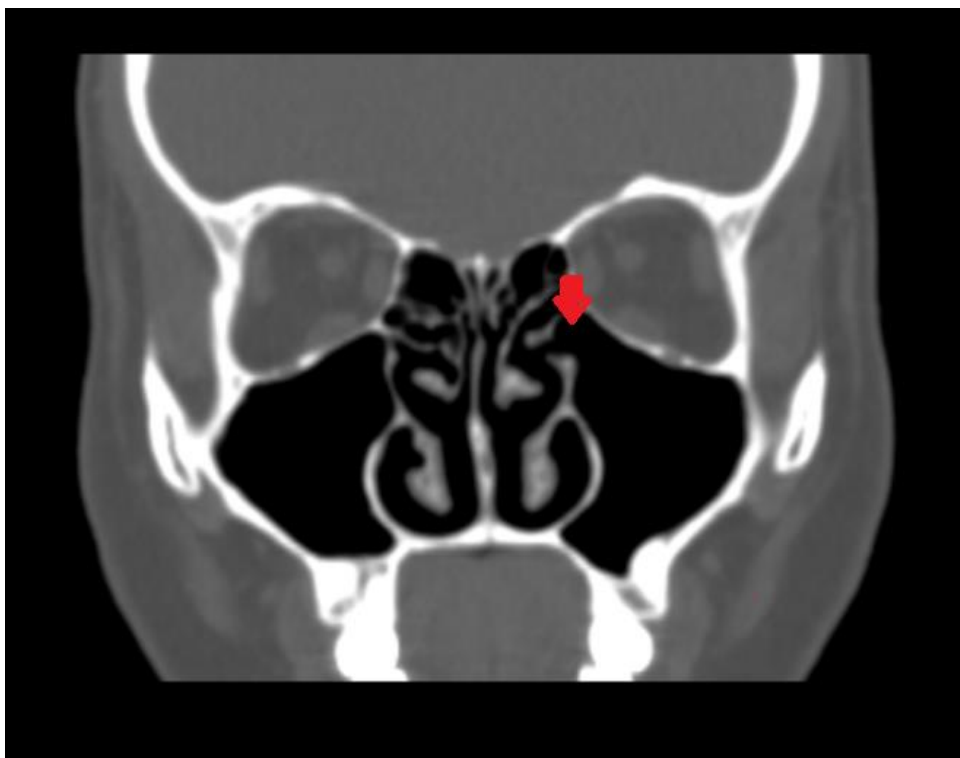


Рис. 3.39. СКТ приноскових пазух. Коронарна проекція (стрілкою вказано природне сполучення верхньощелепної пазухи з порожниною носу – півмісяцевий розтвір).

Область півмісяцевого розтвору показано червоною стрілкою на рис. 3.39.

На основі проведених підрахунків визначено також коефіцієнт множинної кореляції (R^k) між поздовжнім розміром середньої раковини, довжиною, товщиною гачкуватого відростку, кутом, який утворений між основою гачкуватого відростку та місцем прикріплення середньої носової раковини. Цей коефіцієнт дорівнює 0,33 та не вказує на виражену кореляцію. Натомість, негативна кореляція середньої сили (-0,59) визначається між розміром гачкуватого відростку та шириною півмісяцевого розтвору.

Окрім того, визначено відстань між середньою носовою раковиною та півмісяцевим розтвором, зважаючи на те, що вказаний параметр вкрай важливий для проведення ендоскопічних операцій в ділянці ННП, а особливо верхньощелепної пазухи. Дана відстань у 6,25 % випадків складає менше 4 мм (середня ширина в цій групі досліджуваних – $3,52 \times 10^{-3}$ м). Відомо, що відстань менше 4 мм не забезпечує надійного доступу при ендоскопічній операції на ОНП,

і в такому випадку слід надати перевагу альтернативному доступу. Наприклад, через нижній носовий хід.

Між об'єктом пазухи та кожним показником визначено коефіцієнт кореляції:

1. Виявлена дуже сильна кореляція ($r = 0,956, 0,97, 0,96$ і $0,9$) між об'ємом пазухи, товщиною та щільністю медіальної, верхньої стінок.

2. Середній ступінь кореляції спостерігається між об'ємом пазухи та товщиною, і щільністю гачкуватого відростка, поздовжнім розміром нижньої носової раковини ($r = 0,65487, 0,682343$ та $0,657365$ відповідно).

Між іншими показниками та об'ємом спостерігається слабка і дуже слабка кореляція.

Також визначалися розміри додаткових отворів, які коливаються від $1,5$ до 3×10^{-3} м (середній розмір - $2,3 \pm 0,15 \times 10^{-3}$ м).

Крім того, відмічалася достовірна ($p = 0,01$) сильна ($r = 0,75$) кореляція між товщиною гачкуватих відросток та об'ємом пазухи. При порівнянні денситометричних показників стінок визначено, що кореляція між щільністю медіальної та верхньої стінок виражена сильно ($r = 0,9$ та $0,84$ відповідно).

Таким чином, однією із передумов, що призводить до звуження природного сполучення між ПНП та порожниною носу стали особливості просторової орієнтації гачкуватого відростку та його розміри. Так, у $6,75\%$ досліджуваних спостерігалась видовжена форма гачкуватого відростку.

Як видно з рис. 3.40 правий та лівий гачкуватий відросток видовжений, сягає клітини Галлера. Наявність видовженого гачкуватого відростку при цьому та клітини Галлера може призводити до погіршення вентиляції ПНП.

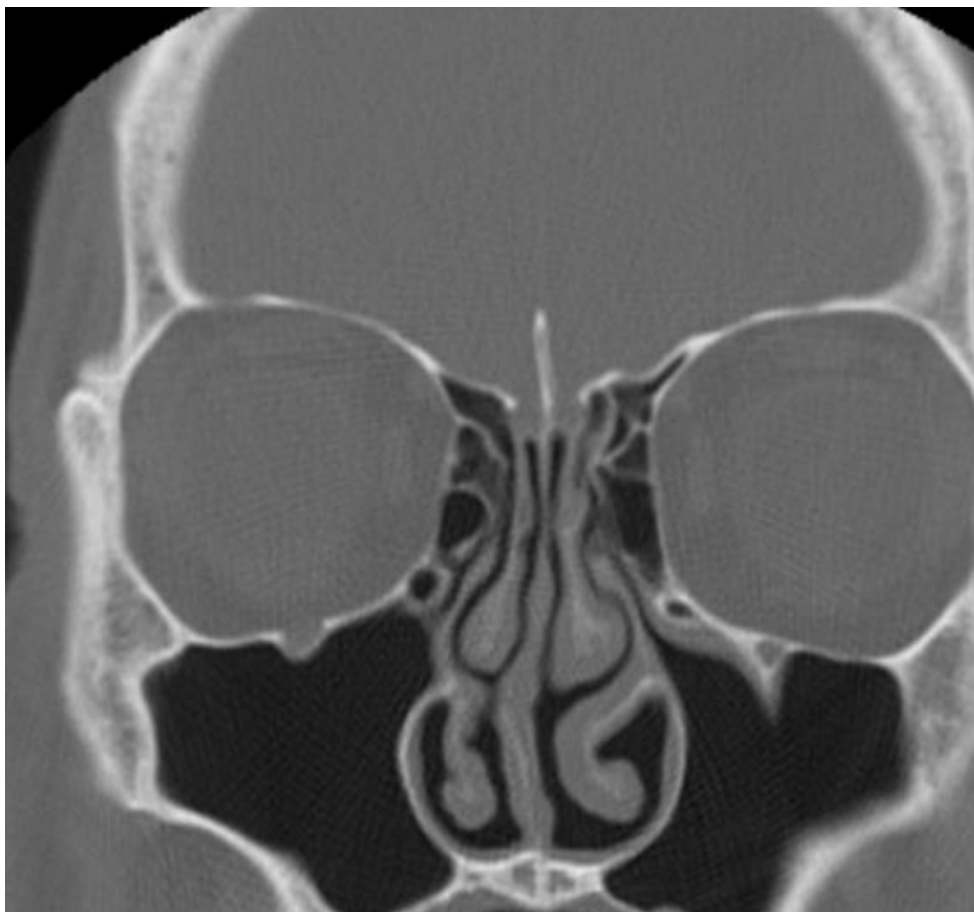


Рис. 3.40. СКТ. Коронарна реконструкція. Видовжений гачкуватий відросток з обох боків.

За даними, що отримані в результаті підрахунку параметрів будови ОМК, було побудовано 3D модель. Приклад побудови 3D моделі компонентів ОМК зображено на рис. 3.41.

Таким чином, у ході провеення дисертаційного дослідження за даними СКТ було визначено основні точки для вимірювання черепного та верхнього лицьового індексу, які в подальшому були обчислені.

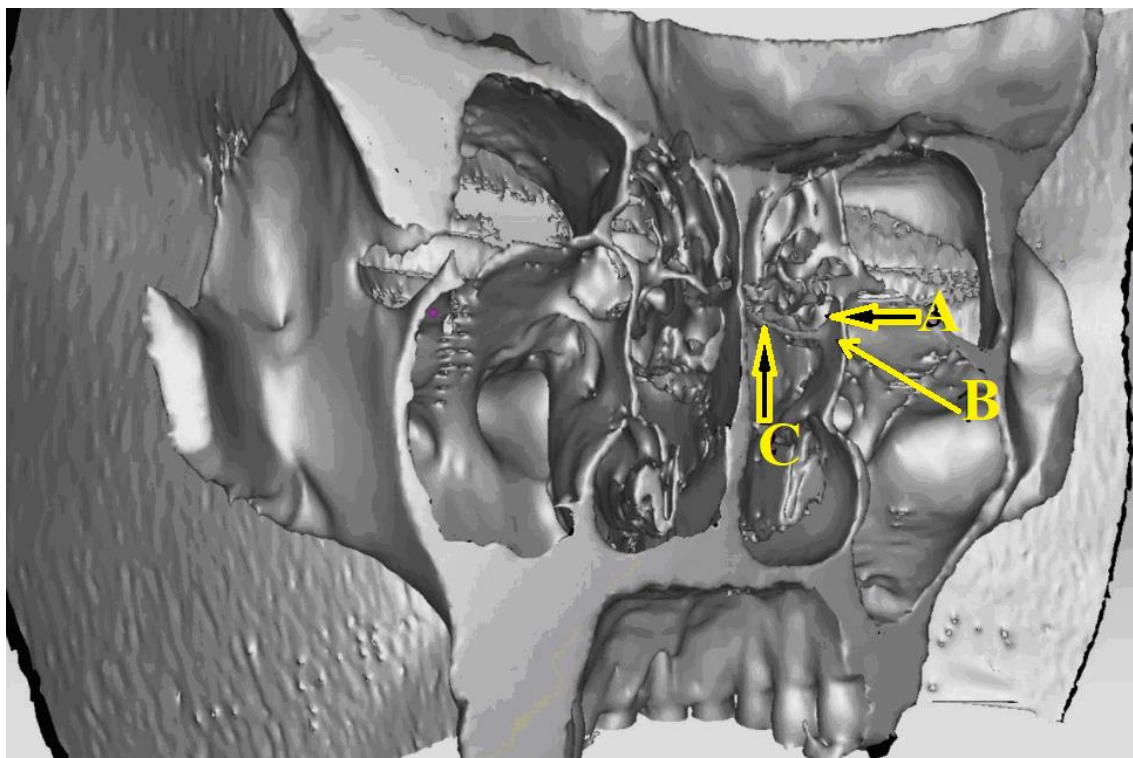


Рис. 3.41. Приклад побудованої 3D моделі на основі СКТ, отриманого після обстеження пацієнта із проміжною формою півмісяцевого розтвору. (В – гачкуватий відросток, С – середня носова раковина, А – півмісяцевий розтвір).

Таким чином, у ході провеення дисертаційного дослідження за даними СКТ було визначено основні точки для вимірювання черепного та верхнього лицьового індексу, які в подальшому були обчислені.

Підраховано лінійні розміри черепу, обчислено параметри будови верхньощелепної, лобової, решітчастої, клиноподібної пазух.

3.6. Вікова мінливість показників будови ПНП

Окрім визначення середніх статистичних показників будови ПНП та ОМК, надважливе значення мала калькуляція даних показників у досліджуваних різної статі та різного віку. Саме для деталізації ознак вікового та статевого диморфізму було визначено показники будови у людей різного віку чоловічої та жіночої статі та з різним ІМТ.

Було підраховано фізіологічну щільність стінок ПНП у чоловіків та жінок різного віку. Результати підрахунку фізіологічної щільності кісткової тканини нижньої стінки лобової пазухи представлені в табл. 3.12.

Таблиця 3.12.

Фізіологічна щільність кісткової тканини нижньої стінки лобової пазухи (Hu)

Вік		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	М	М
Чо	30	19	183	195	178	197	215	172	194	186	200	191,	11,6
	–	5										5	
ло	40												
	р.												
и	75	14	173	179	157	198	182	154	182	175	149	169,	16,8
	–	2										1	
85	р.												
Жі	30	11	113	124	128	121	139	112	117	115	116	120,	8,3
	–	6										1	
нк	40												
	р.												
и	75	10	93	98	89	94	108	109	107	108	103	101,	6,95
	–	5										4	
85	р.												

Результати підрахунку фізіологічної щільності кісткової тканини задньої стінки лобової пазухи показані у табл.3.13

**Фізіологічна щільність кісткової тканини задньої стінки лобової
пазухи (Нu)**

Вік		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	M	m
Чоловіки	30 – 40 р.	190	140	210	165	168	196	178	167	152	200	176,6	21
	75 – 85 р.	168	154	216	141	173	155	157	151	151	174	164	21
Жінки	30 – 40 р.	172	165	159	178	163	140	154	135	178	177	162,1	24
	75 – 85 р.	135	158	93	138	145	107	118	137	154	89	127,4	15,4

Було обчислено фізіологічну середню щільність задньої стінки лобової пазухи: у групі чоловіків віком 30 – 40 років вона складає $191,5,1 \pm 11,6 \text{ Нu}$, а у групі 75 – 85 років – $169,1 \pm 16,8 \text{ Нu}$ в області нижньої стінки та $176,6,1 \pm 21 \text{ Нu}$ і $164 \pm 21 \text{ Нu}$ відповідно в області задньої стінки (табл. 3.12 та 3.13). Щільність нижньої стінки становить $165 \pm 18,8 \text{ Нu}$ та $137,6 \pm 14,4 \text{ Нu}$ відповідно до наведеного вище порядку. Під час дослідження було визначено, що щільність кісткової тканини достовірно ($p < 0,05$) знижується з віком у чоловіків.

При обчисленні та порівнянні між собою денситометричних показників різних досліджуваних груп отримано результат, що щільність кісткової тканини достовірно залежить від віку ($p < 0,05$). Вона знижується з віком у фізіологічних умовах $p = 0,00035$ та $p = 0,0016$ в області нижньої та задньої стінок відповідно.

У жінок у різних вікових групах щільність становить $120,1 \pm 8,3 \text{ Нu}$ та $101,4 \pm 8,3 \text{ Нu}$ в області нижньої стінки та $162,1 \pm 24 \text{ Нu}$ і $127,4 \pm 15,4 \text{ Нu}$ в області задньої стінки відповідно до вищезазначеного порядку.

3.7. Вплив ІМТ на морфологічний стан ПНП у жінок

Під час подальшого дослідження виявлено чинники, що можуть впливати на щільність кісткової тканини ПНПу жінок. Одним чинників, що може впливати на стан ПНП може бути індекс маси тіла (ІМТ).

Таблиця 3.14

Щільність стінок верхньощелепного синуса і I шийного хребця на аксіальних зрізах у жінок у віці 20-30 років (Hu)

Назва стінки	Номер зрізу										М	М
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Задня стінка	155	217	198	203	163	119	134	164	166	164	168,3	28,83071
Передня стінка	168	185	165	176	224	209	151	191	167	152	178,8	22,55571
Латеральна стінка	124	191	114	115	154	126	152	152	162	135	142,5	22,98804
Медіальна стінка	119	96	85	50	82	102	82	91	85	51	84,3	19,99025
Щільність тіла I шийного хребця	223	214	222	198	183	230	148	168	186	146	191,8	29,27388

Табл. 3.15

Щільність стінок верхньощелепної пазухи та I шийного хребця на аксіальних зрізах у жінок віком 50 та більше років з ІМТ 25-30кг/м² (Hu)

Назва стінки	Номер зрізу										М	М
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Задня стінка	160	214	190	194	156	153	184	124	190	129	169,4	28,08273
Передня стінка	136	161	222	208	195	175	202	186	146	126	175,7	30,82548
Латеральна стінка	108	128	158	197	169	130	126	92	101	96	130,5	32,7666
Медіальна стінка	67	43	86	69	128	85	104	40	81	74	77,7	24,86785
Щільність тіла I шийного хребця	184	187	198	168	127	105	89	98	118	101	137,5	39,99312

Щільність стінок верхньощелепної пазухи та I шийного хребця на аксіальних зрізах у жінок віком 50 та більше років з ІМТ 18,5 – 24,99кг/м²(Hu)

Назва стінки	Номер зрізу										М	М
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Задня стінка	133	217	131	191	130	147	107	123	119	103	140,1	34,63654
Передня стінка	108	158	163	159	181	154	144	194	188	152	160,1	23,35573
Латеральна стінка	176	161	175	161	124	133	103	124	161	130	144,8	23,75626
Медіальна стінка	65	61	70	139	79	63	91	100	67	59	79,4	23,63134
Щільність тіла I шийного хребця	123	140	131	197	152	131	121	167	122	130	141,4	23,10498

У таблицях 3.14-3.16 наведено показники щільності стінок верхньощелепної пазухи та I шийного хребця на аксіальних зрізах у жінок різного віку та з різним ІМТ. У ході проведеного нами дослідження була підрахована щільність передньої, задньої, латеральної, медіальної стінки верхньощелепної пазухи у всіх зазначених точках - орієнтирах в фізіологічних умовах у жінок у віці старше 50 років в період менопаузи з ІМТ 18,5 - 24,99 кг/м² і у жінок в період менопаузи з ІМТ 25 – 30 кг/м². Також щільність була розрахована у молодих жінок у віці від 20 до 30 років з ІМТ 18,5 - 24,99 кг/м².

Таким чином, після проведеного дослідження була обчислена середня щільність кісткової тканини верхньощелепної пазухи в контрольній групі жінок у віці 20-30 років, яка в області передньої стінки становить $178,8 \pm 22,56$ Hu, задньої - $168,3 \pm 28,83$ Hu, латеральної - $142,5 \pm 23$ Hu, медіальної - $84,3 \pm 19,9$ Hu. З метою виявлення вираженості змін щільності кісткової тканини іншої локалізації в цій групі людей була визначена також щільність кісткової тканини I шийного хребця в області його дуги зліва, яка складає $191,8 \pm 29,27$ Hu.

Як видно із таблиці 3.16 у групі жінок у віці понад 50 років в період менопаузи з ІМТ 18,5 - 24,99 кг/м² дані показники складають 140,1 ± 34,63Hu, 160,1 ± 23,36Hu, 144,8 ± 23,76Hu, 79,4 ± 23,63Hu і 141,4 ± 23,1Hu відповідно. А в групі досліджуваних жінок у віці понад 50 років з ІМТ 25 - 30 кг/м²: 169,4 ± 28,01Hu, 175,7 ± 30,83Hu, 130,5 ± 32,77Hu, 77,7 ± 24,87Hu і 137,5 ± 39,99Hu відповідно до наведеного вище порядку. Отже, максимальну щільність в досліджуваних групах має задня стінка верхньощелепної пазухи, а в контрольній – передня, мінімальну в усіх трьох групах – його медіальна стінка.

Також визначено як змінюються денситометричні показники в кожній точці – орієнтирі у всіх трьох досліджуваних групах. Виявлено, що достовірно щільність кістки знижується в області передньої і задньої стінок у жінок у віковій групі понад 50 років з ІМТ 18,5 - 24,9 кг/м² (p < 0,05). Крім того, при порівнянні щільності кістки в групах осіб старше 50 з ІМТ 18,5 - 24,99 кг/м² виявлялося достовірне зниження денситометричних показників в області задньої і латеральної стінок у жінок з ІМТ 18,5 - 24,99 кг/м² отже, медіальна стінка є мінімальною за щільністю і в той же час найменш мінливою областю верхньощелепного синуса. Також досліджувалася щільність губчастої кісткової тканини І шийного хребця з метою порівняння вираженості змін губчастої кістки різних локалізацій. Виявлено її достовірне (p < 0,05) зниження в двох досліджуваних групах у порівнянні з контрольною (табл. 3.14-3.16). Таким чином, зниження денситометричних показників кістки верхньощелепної синуса виражено в меншій мірі, ніж інших губчастих кісток, зокрема, І шийного хребця, що може пояснюватися меншим об'ємом губчастої кісткової тканини в складі хребця, ніж в складі стінки зазначеної пазухи і, можливо, більшим фізичним навантаженням, що припадає на хребет. Отже можна також вважати, що зміни кісткової щільності будуть обумовлені і навантаженням, що припадає на певну ділянку кістки та самим обсягом губчастої кісткової тканини.

В ході проведеного дослідження виявлено, що вік є достовірно одним з дуже важливих ознак, що впливають негативно на щільність кісткової тканини, що підтверджується і багатьма іншими дослідженнями, в тому числі і за даними

комп'ютерної томографії. Другим не менш важливим чинником, що знижує щільність кісткової тканини є дефіцит статевих гормонів. У зв'язку з комбінацією цих причин зниження щільності кісткової тканини чітко і достовірно проявилось за даними наших досліджень стінок верхньощелепної пазухи в період менопаузи ($p < 0,05$) в першій досліджуваній групі жінок 50 і старше років з ІМТ 18,5 - 24,9 $\text{кг}/\text{м}^2$ у порівнянні з контрольною групою. З нашої точки зору цікавими були б дані про стан щільності кісткової тканини при наявності метаболічного синдрому в поєднанні з менопаузою, враховуючи особливості обміну, ендокринного статусу, мікроциркуляції при цьому стані, що може бути продовженням даного дослідження.

Достовірних даних про зниження ІМТ у другій досліджуваній групі жінок старше 50 років з ІМТ 25 - 30 $\text{кг}/\text{м}^2$ не визначено, що дає підстави припустити позитивний вплив ІМТ на мікроструктуру і щільність кісткової тканини, швидше за все за рахунок компенсаторної продукції жировою тканиною жіночих статевих гормонів.

Всі вищенаведені показники вказують на те, що ІМТ має значний вплив на перебіг періоду менопаузи у жінок, зокрема, на значення щільності кісткової тканини і можна припустити, що ці зміни виражені тим менше, чим більший ІМТ у жінок.

Основні положення, викладені у Розділі 3, опубліковані дисертантом у наукових працях:

1. Alekseeva V, Lupyr A, Urevich N, Nazaryan R, Gargin V. Significance of Anatomical Variations of Maxillary Sinus and Ostiomeatal Components Complex in Surgical Treatment of Sinusitis. *Novosti Khirurgii*. 2019;27(2):168-176.

2. Gargin VV, Alekseeva VV, Lupyr AV, Urevich NO, Nazaryan RS, Cheverda VM. Correlation between the bone density of the maxillary sinus and body mass index in women during the menopause. *Problemi Endokrinnoi Patologii* 2019(2):20-26 doi:10.21856/j-PEP.2019.2.03.

3. Nechyporenko AS, Alekseeva VV, Sychova LV, Cheverda VM, Yurevych NO, Gargin VV. Anatomical prerequisites for the development of rhinosinusitis. *Lek Obz* 2020;6(10):334-338.

4. Alekseeva VV, Nechiporenko AS, Lupyr AV, Yurevych NO, Gargin VV. A Method of a complex evaluation of morphological structure of ostiomeatal complex components, lower wall of maxillary and frontal sinuses. *Wiad Lek* 2020;73(12 cz 1):2576-2580.

5. Alekseeva V. Anatomical predictions of development of rhinosinusitis and its complications. *Inter Collegas*. 2020;7(3):125-130.

6. Alekseeva VV, Gargin VV. Evaluation of the structure of the walls of the frontal sinus using spiral computed tomography. *InterCollegas* 2020;2(7):76-80.

7. Gargin V, Lupyr A, Alekseeva V, Yurevych N. Age features of bone tissue density in the posterior and inferior walls of the frontal sinus. *Inter Collegas*. 2019;6(1):58-61.

8. Алексеева ВВ, Коптеева ТМ, Абовян КК. Выявление особенностей твердых тканей околоносовых пазух с помощью спиральной компьютерной томографии. *Теоретична і експериментальна медицина*. 2020 Jun 30;82(1):4-8. *Експериментальна і клінічна медицина*, 1(82), 4-8.

РОЗДІЛ 4

ПІДРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ БУДОВИ ОМК ТА ПНП, ЩО ОТРИМАНІ В РЕЗУЛЬТАТІ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ (ПЛОТНИХ) МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Нові методи дослідження, які використовуються для деталізації будови ОМК та ПНП вимагають їхньої правильної та точної інтерпретації, необхідності розробки нових методів обробки зображення, дослідження та узагальнення результатів підрахунку, створення та використання на практиці новітніх алгоритмів діагностики. Таким чином, у ході виконання дослідження з метою підвищення точності у процесі підрахунку даних було запропоновано використання методу підрахунку невизначеності показників структури ПНП, ОМК. Для деталізації будови ОМК, визначення показників, які забезпечують адекватну вентиляцію, було вкано побудову 3D моделі компонентів ОМК, запропоновано класифікацію за розмірами півмісяцевого розтвору та визначено тиск для кожного типу будові. Для удосконалення алгоритмів обстеження результатів СКТ було запропоновано автоматизувати процес підрахунку товщини та щільності кісткової тканини стінок ПНП.

4.1. Використання методу розрахунку невизначеності для визначення індивідуальної анатомічної мінливості ПНП

Показники товщини та щільності є вкрай важливими у плані фізіологічного стану ПНП. Проте, у ході підрахунків цих параметрів часто можуть виникати неточності, пов'язані як зі специфікою вимірювальної технології так і з людським фактором. Тому у зв'язку із труднощами у підрахунку деяких показників структури ПНП так щоб нівелювати вплив указаних негативних чинників, у ході виконання роботи було запропоновано новий метод – підрахунок невизначеності, який може дозволити підвищити точність та ефективність інтерпретації даних СКТ зображень та нівелювати можливі помилки та неточності у ході процесу підрахунку показників будови.

На початковому етапі було підраховано показники загальної стандартної невизначеності

Результати проведених вимірювань представлені у таблицях 4.1, 4.2.

. Таблиця 4.1.

Загальна стандартна невизначеність вимірювання товщини нижньої стінки верхньощелепної та лобової пазух

Назва	Нижня стінка верхньощелепної пазухи				Нижня стінка лобової пазухи			
	Ліворуч		Праворуч		Ліворуч		Праворуч	
	min	max	min	max	min	max	min	Max
$U_H (\times 10^{-3} \text{М})$	0,25	3,64	0,26	1,2	2,87	1,72	1,24	2,11

Таблиця 4.2.

Загальна стандартна невизначеність вимірювання щільності нижньої стінки верхньощелепної та лобової пазух

Назва	Нижня стінка верхньощелепної пазухи				Нижня стінка лобової пазухи			
	Ліворуч		Праворуч		Ліворуч		Праворуч	
	min	max	min	max	min	max	min	Max
$U_p (\text{Нц})$	220,18	306,74	197,62	310,20	155,28	374,24	138,22	366,14

На наступному етапі проведено вимірювання з урахуванням розширеної невизначеності.

Результати вимірювання розширеної невизначеності представлені в таблиці 3.4.

Таким чином, результати вимірювань з урахуванням розширеної невизначеності товщини U наведені в таблиці 4.3. У таблиці 4.4 наведені

показники вимірювання щільності нижньої стінки лобової та верхньощелепної пазух.

Таблиця 4.3.

Результати вимірювань товщини нижньої стінки лобової та верхньощелепної пазух з урахуванням розширеної невизначеності ($Y = y \pm U_{\text{extend}}$)

Назва	Нижня стінка верхньощелепної пазухи				Нижня стінка лобової пазухи			
	Ліворуч		Праворуч		Ліворуч		Праворуч	
	min	max	min	max	min	max	min	Max
$U_{\text{extend}}(x10^{-3} \text{М})$	0,51	7,28	0,52	2,17	3,44	2,04	2,29	4,05
$Y(x10^{-3} \text{М})$	1,45± 0,51	9,94± 7,28	0,89± 0,52	2,4± 2,17	4,37± 3,44	5,74± 2,04	2,48± 2,29	4,22± 4,05

Таблиця 4.4

Результати вимірювань щільності нижньої стінки лобової та верхньощелепної пазух з урахуванням розширеної невизначеності ($Y = y \pm U_{\text{extend}}$)

Назв а	Нижня стінка верхньощелепної пазухи				Нижня стінка лобової пазухи			
	Ліворуч		Праворуч		Ліворуч		Праворуч	
	Min	Max	min	max	min	max	min	Max
U_{extend} (Hu)	440,36	613,49	395,00	620,41	310,56	748,48	276,43	732,27
Y (Hu)	-57,71± 440,36	1101,51 ± 613,49	96,28± 395,00	1028,69 ± 620,41	12,07± 310,56	898,29± 748,48	45,52± 276,43	831,16± 732,27

Оцінюючи дані в таблиці 4.4, можна зробити висновок, що ймовірний розподіл значення Y знаходиться в діапазоні $+ -U$ щодо виміряного значення y , а ступінь визначеності значень Y в цьому інтервалі визначається ймовірністю (рівнем довіри) $p = 0,95$.

4.2. Використання методу підрахунку невизначеності показників для компонентів ОМК

Найскладнішим питанням, яке виникало у ході дослідження був правильний вибір точок для вимірювання як щільності та товщини гачкуватого відростку, так і розміру півмісяцевого розтвору. У зв'язку з цим для оптимізації вивчення цієї анатомічної області було застосовано також розрахунок невизначеності параметрів показників будови. Середня носова раковина, гачкуватий відросток та півмісяцевий розтвір є найважливішими компонентами ОМК (рис.4.1).



Рис. 4.1. Спіральна комп'ютерна томограма пацієнта з візуалізацією компонентів ОМК при коронарній реконструкції (1 - середня носова раковина, 2 - нецінований відросток, 3 - півмісяцевий розтвір).

У ході проведення роботи було розраховано показники невизначеності для наступних параметрів: товщина гачкуватого відростку (рис. 4.2) та його щільність (рис. 4.3), поперечні розміри середньої носової раковини та її щільність, розміри півмісяцевого розтвору.

Для того, щоб виключити будь-яку можливість розвитку патологічної гіповентиляції ПНП було проведено вимірювання тиску в області півмісяцевого розтвору.



Рис. 4.2. Візуалізація мінімальної та максимальної товщини гачкуватого відростку (Примітка; 1 px = 0,265 мм).

Для вимірювання тиску використовували двоканальну цифрову схему. Дані збирали та аналізували програмною підсистемою (C #, SQLite, платформа «NET») у режимі реального часу. Частота дискретизації вимірювальних сигналів становить 100 Гц. Програмний модуль складається з підмодулів запису вхідних даних, аналізу даних та зберігання даних. Це дослідження було спрямоване на оцінку характеристик тиску повітря у верхньощелепній пазусі під час носового дихання. Одночасно тиск вимірювали в носоглотці, протилежній обтурованій ніздрі, згідно з методом активної передньої риноманометрії.



Рис. 4.3. Візуалізація мінімальної щільності гачкуватого відростку.

Результати вимірювань розмірів, площі, щільності середньої носової раковини наведені в таблиці 4.5.

В залежності від розмірів півмісяцевого розтвору нами була запропонована його класифікація на:

Широкі – більше за 8×10^{-3} м

Вузькі – менше за 4×10^{-3} м

Проміжна форма – від 4 до 8×10^{-3} м

Найчастішою формою, яка зустрічалась серед досліджуваних осіб була проміжна форма. Прогностично несприятливою формою є вузькі півмісяцеві розтвори. Такий розмір може утруднювати доступ при оперативному лікуванні патологічних процесів цієї області.

Таблиця 4.5.

**Щільність, площа, максимальна та мінімальна ширина
середньої носової раковини**

Показник	Досліджувані показники			
	Щільність, Hu	Площа, $\times 10^{-6} \text{ м}^2$	Максимальна ширина, $\times 10^{-3} \text{ м}$	Мінімальна ширина, $\times 10^{-3} \text{ м}$
U_a	98,75	114,71	3,49	12,13
U_b	0,00014	-5,40	3,91	1,86
U_s	98,75	114,71	3,49	12,13
U_{ex}	197,49	229,41	6,98	24,26

Результати вимірювань гачкуватого процесу та півмісяцевого розтвору наведені в таблиці 4.6

Таблиця 4.6.

**Щільність, площа, максимальна та мінімальна ширина
гачкуватого відростку, розмір півмісяцевого розтвору**

Показник невизначеності	Досліджувані показники				
	Щільність, Hu	Площа, $\times 10^{-6} \text{ м}^2$	Максимальна ширина $\times 10^{-6} \text{ м}^2$	Мінімаьна ширина $\times 10^{-6} \text{ м}^2$	Півмісяцевий розтвір, $\times 10^{-6} \text{ м}^2$
U_a	89,87	92,62	1,06	0,74	1,01
U_b	0,00014	4,50	1,93	7,69	3,02
U_s	89,87	92,62	1,06	0,74	1,01
U_{ex}	179,74	185,24	2,11	1,49	2,02

Досліджуваних осіб розподілено на групи за типом будови півмісяцевого розтвору, у кожній з яких було проведено вимірювання тискуза допомогою апаратно-програмної системи «Імед».

Вимірювались значення тиску потоку повітря в верхньощелепній пазусі та носоглотці під час дослідження. Вимірювані сигнали записувались синхронно. Графіки середнього тиску представлені на рис. 4.4, 4.5, 4.6

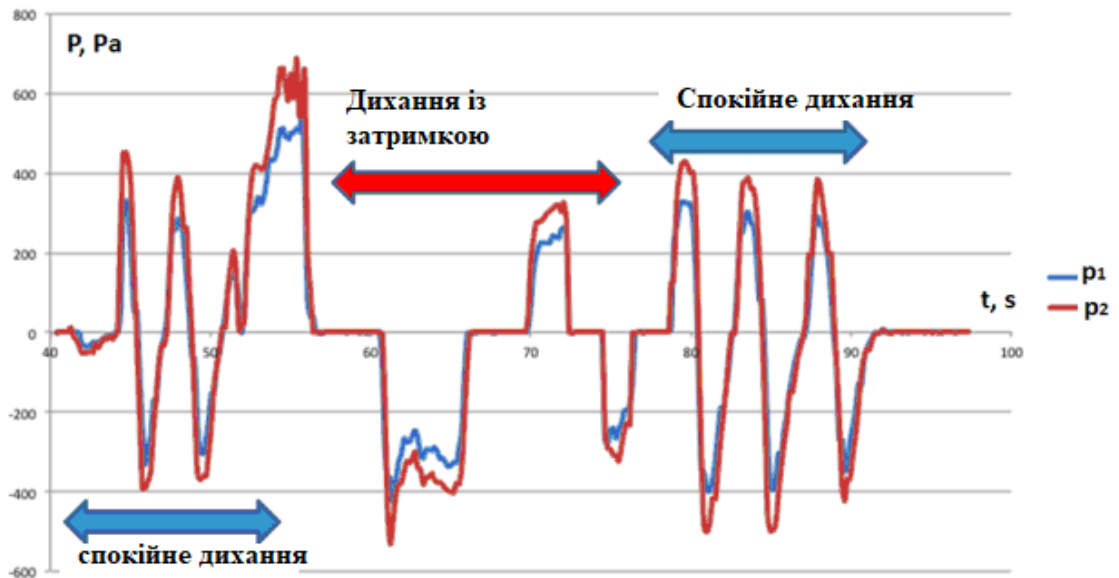


Рис. 4.4. Показники тиску у носоглотці та в області півмісяцевого розтвору у людей із проміжним типом півмісяцевого розтвору.

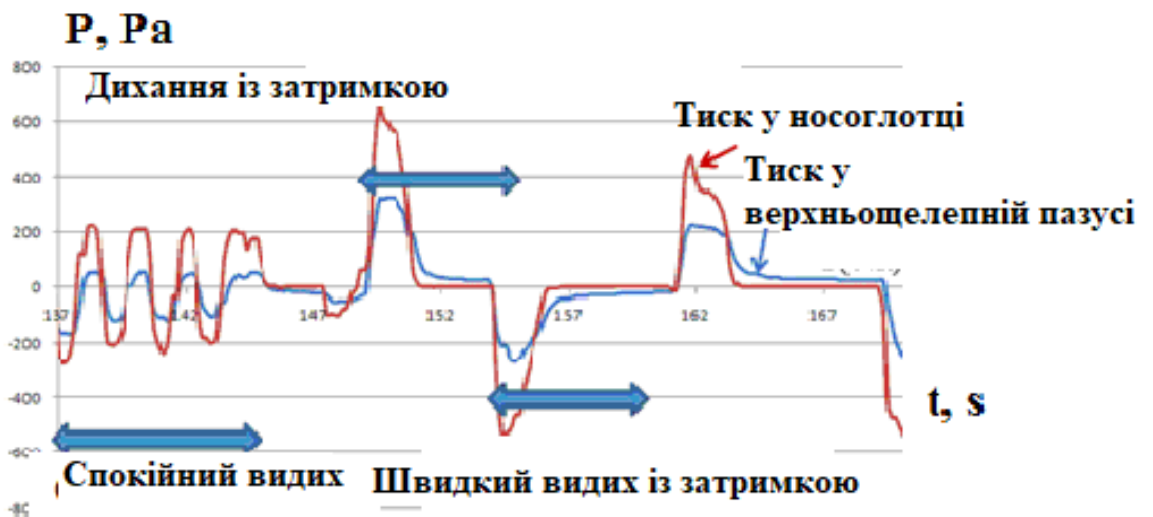


Рис. 4.5. Показники тиску у носоглотці та в області півмісяцевого розтвору у людей із вузьким півмісяцевим розтвором.

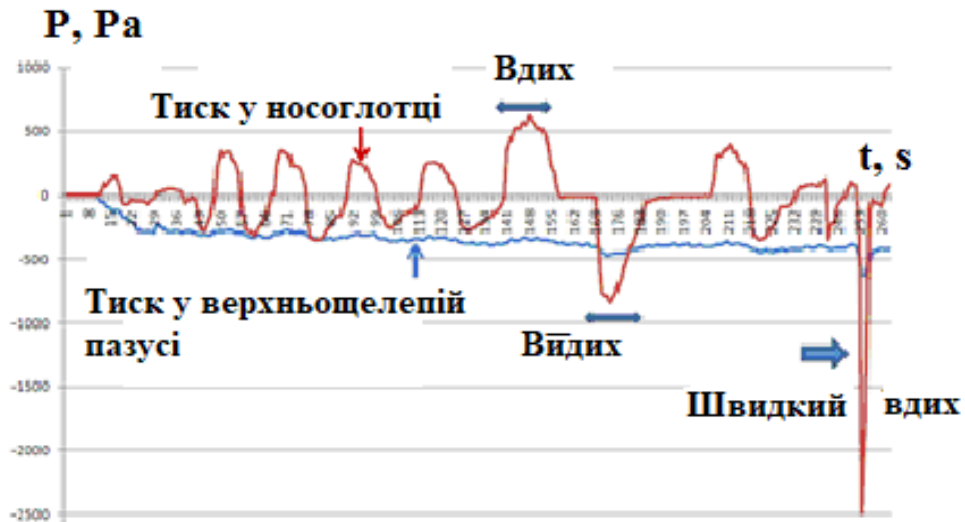


Рис. 4.6. Показники тиску в носоглотці та в області півмісяцевого розтвору у людей із широким півмісяцевим розтвором.

4.3. Оцінка ефективності проведених вимірювань за допомогою підрахунку невизначеності та побудови 3 Д моделі

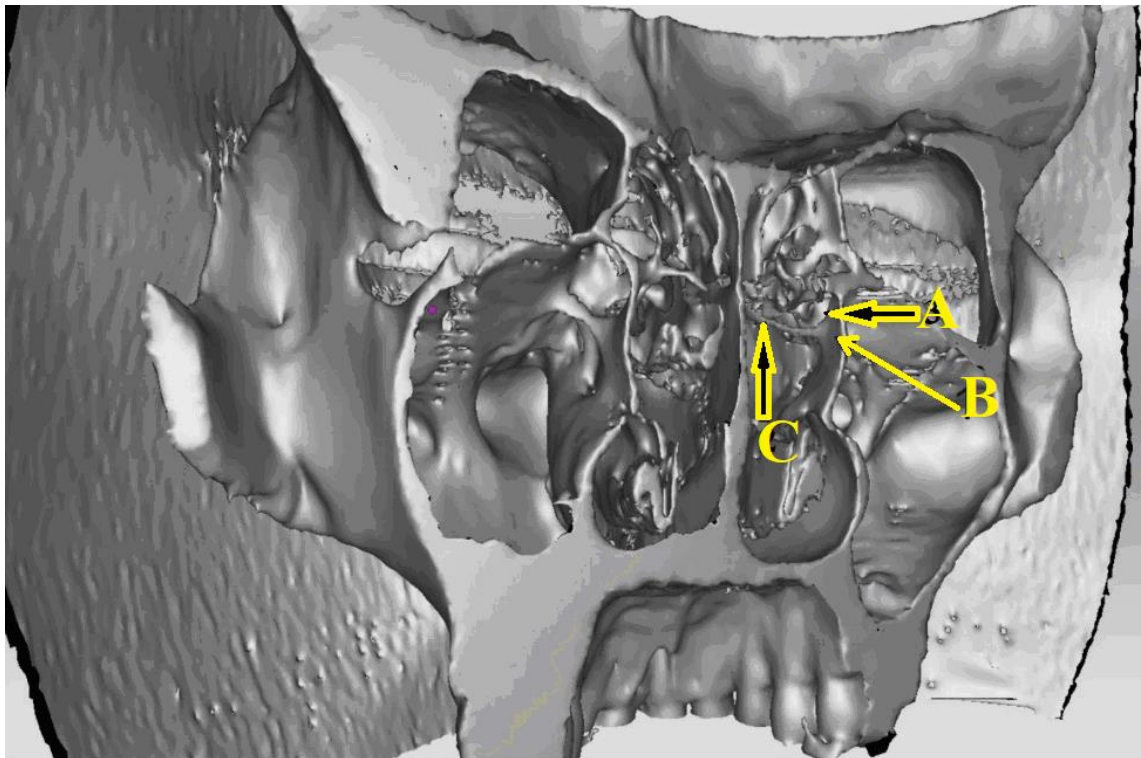


Рис. 4.7. Візуалізація компонентів остіомеатального комплексу (В - гачкуватий відросток, С - середня носова раковина, А - півмісяцевий розтвор).

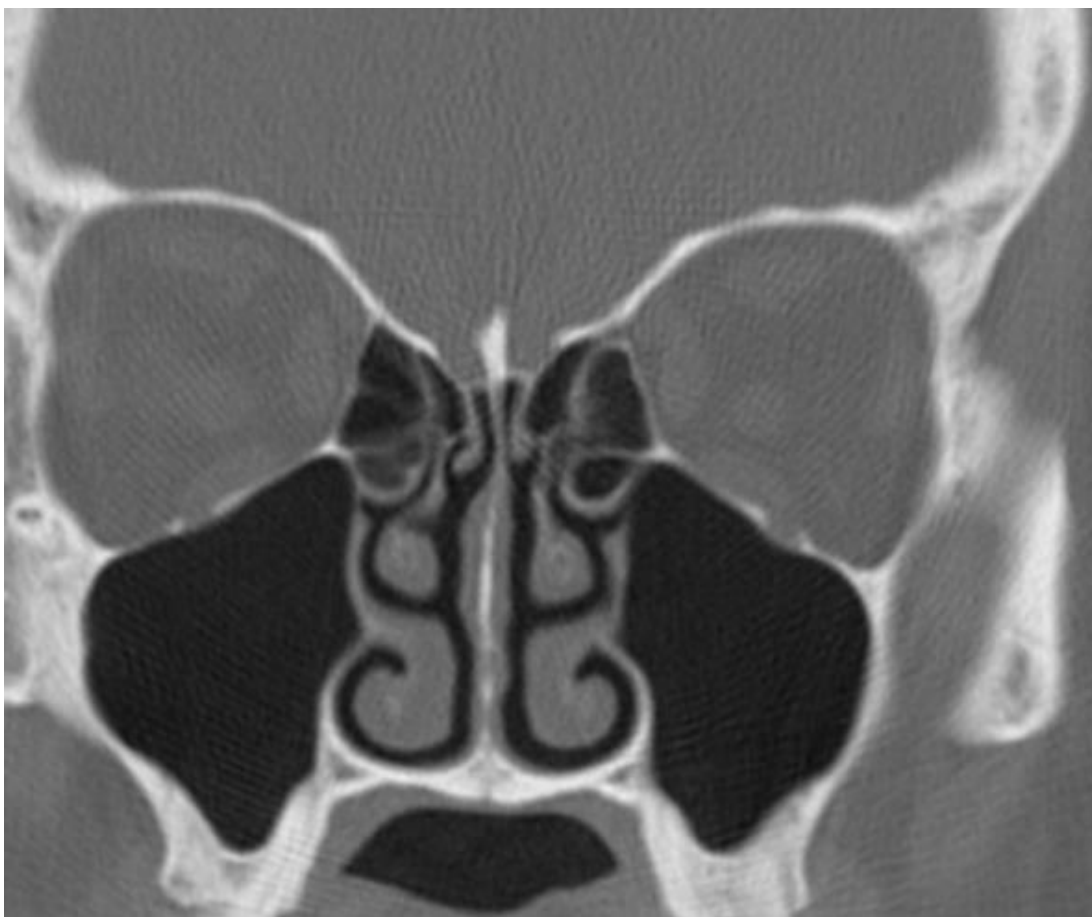


Рис. 4.8. СКТ. Візуалізація компонентів ОМК справа та зліва.

На сьогоднішній день 3D моделювання є перспективним напрямком у всіх галузях науки, зокрема в медицині та особливо в отоларингології.

Спіральна комп'ютерна томографія, що стрімко розвивається, допомагає швидко і точно побудувати 3D моделі будь-якої, навіть надскладної анатомічної конфігурації компонентів ОМК та ПНП.

Тож у ході роботи виконана оцінка 3D моделі компонентів ОМК (гачкуватий відросток, середня носова раковина, півмісяцевий розтвір), визначено їхні розміри та порівняно з такими при проведенні СКТ без подальшого 3D-моделювання.

На основі наявних результатів СКТ (рис. 4.8) була побудована 3D модель остіомеатального комплексу (див. рис. 4.7). Після отримання зображень було підраховано показники будови ОМК за допомогою методу розрахунку невизначеності. Також було отримано результати розмірів компонентів остіомеатального комплексу, що отримані при огляді досліджуваних людей.

Таблиця 4.7.

**Невизначеність вимірювань компонентів ОМК за результатами СКТ
без наступної побудови 3D моделі**

Показники Будови $\times 10^{-6}$ м	Досліджуваний параметр будови ОМК					
	Гачкуватий відросток		Середня носова раковина		Півмісяцевий роз твір	
	Максимум	Мінімум	Максимум	Мінімум	Максимум	Мінімум
u_A	0,100	0,070	0,330	0,171	0,096	0,096
U_B	0,0000019 3	0,0000007 7	0,0000039 1	0,000001	0,000003	0,000003
U_s	0,0997	0,0703	0,3296	0,1714	0,0959	0,0957
U_{ex}	0,1994	0,1405	0,6592	0,3428	0,1919	0,1914

Таблиця 4.8.

**Показники невизначеності будови компонентів ОМК, підраховані
після побудови 3 D моделі**

Показники Будови $\times 10^{-3}$ м	Досліджуваний параметр будови ОМК					
	Гачкуватий відросток		Середня носова раковина		Півмісяцевий роз твір	
	Максимум	Мінімум	Максимум	Мінімум	Максимум	Мінімум
u_A	0,100	0,070	0,3296	0,171	0,096	0,096
U_B	0,000002	0,000001	0,0000039 1	0,000001	0,000003	0,000003
U_s	0,0999	0,0699	0,3296	0,1714	0,0959	0,0957
U_{ex}	0,1998	0,1398	0,6592	0,3428	0,1919	0,1914

Показники невизначеності розмірів компонентів ОМК, виміряних при огляді

Показники Будови $\times 10^{-3}$ м	Досліджуваний параметр будови ОМК					
	Гачкуватий відросток		Середня носова раковина		Півмісяцевий роз твір	
	Максимум	Мінімум	Максимум	Мінімум	Максимум	Мінімум
u_A	0,100	0,070	0,332	0,172	0,096	0,096
U_B	0,000002	0,000001	0,000004	0,000001	0,0000031	0,0000025
U_s	0,0997	0,0700	0,3316	0,1719	0,0959	0,0958
U_{ex}	0,1994	0,1400	0,6632	0,3439	0,1918	0,1916

Також було проведено підрахунок вказаних показників за результатами побудованої 3D моделі ОМК (див. табл. 4.8.), без побудови 3D моделі (табл.4.7) та при огляді досліджуваних (табл. 4.9).

4.4. Методи автоматичної оцінки показників будови приносних пазух людини

Не зважаючи на ефективність та наукову і практичну цінність проведених підрахунків, сам процес вимірювання потребує досить багато часу та не завжди може бути виконаний в умовах надзвичайного навантаження на лікарів-отоларингологів та рентгенологів. До того ж інтерпретація даних часто залежить від кваліфікації та індивідуальних навичок лікарів різних спеціальностей (рентгенологів, стоматологів, отоларингологів). У зв'язку з цим було розроблено та запропоновано метод автоматичного вимірювання морфологічних показників будови, зокрема, товщини кісток. Цей метод заснований на впровадженні системи

комп'ютерного зору для оцінки СКТ-зображень з метою отримання точних, інформативних даних, що не залежать від людських факторів.

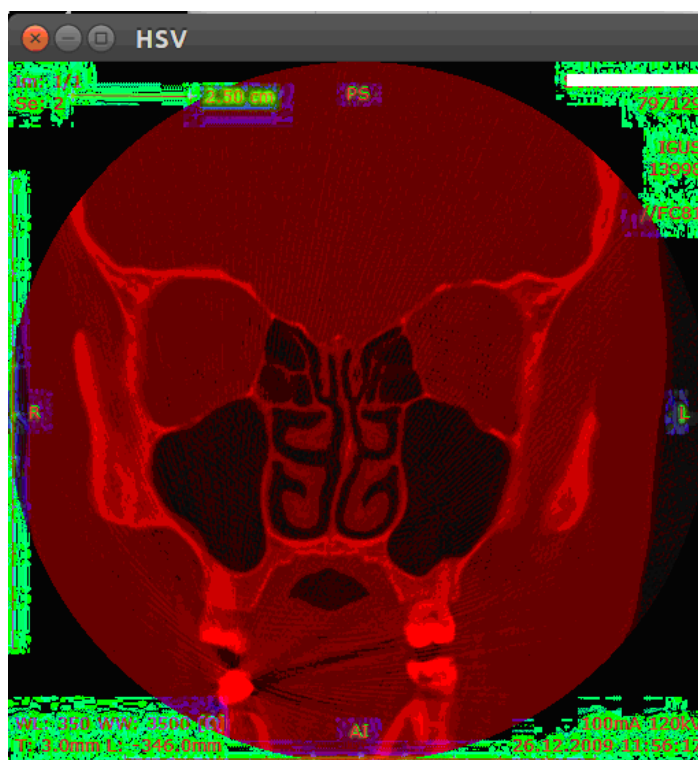


Рис. 4.9. Оригінальне зображення переведено у формат HSV. Зображення не має об'єкта калібрування, тому товщина вимірюється в пік селях.

Після підготовчих етапів, які полягали в відмежуванні за яскравістю колору на СКТ м'яких тканини від кісток, калібровці зображень та усуненні шумів оригінальне зображення переведено у формат HSV (див. рис 4.9).

Відображаються одиниці виміру (пікселі) та попередження про відсутність об'єкта, що підлягає калібруванню.

Надалі отримане нами кольорове зображення було форматовано у шкалу сірого (рис. 4.10).

Таким чином, в ході дослідження було вирішено ряд медичних цілей, які включали необхідність вимірювати товщину кістки на рентгенограмах, томограмах, КТР та інших зображеннях. Це особливо актуально для вимірювання мінімальної товщини, оскільки тонка кістка може бути легко пошкоджена медичним інструментом під час операції (наприклад, пошкодження верхньої

стілки верхньощелепної пазухи з пошкодженням орбіти при проведенні пункції верхньощелепної пазухи).

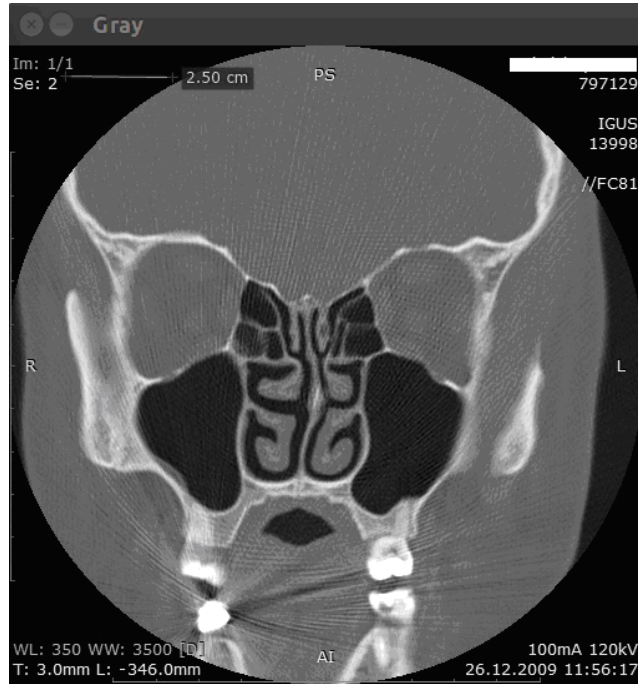


Рис. 4.10. Кольорове зображення, форматовано у шкалу сірого.



Рис. 4.11. Зображення розмито за допомогою гауссового фільтра.

На наступному етапі зображення було розмито за допомогою фільтра Гаусса (рис. 4.11) та перетворено в чорно-біле з порогом яскравості 130 одиниць (рис. 4.12).

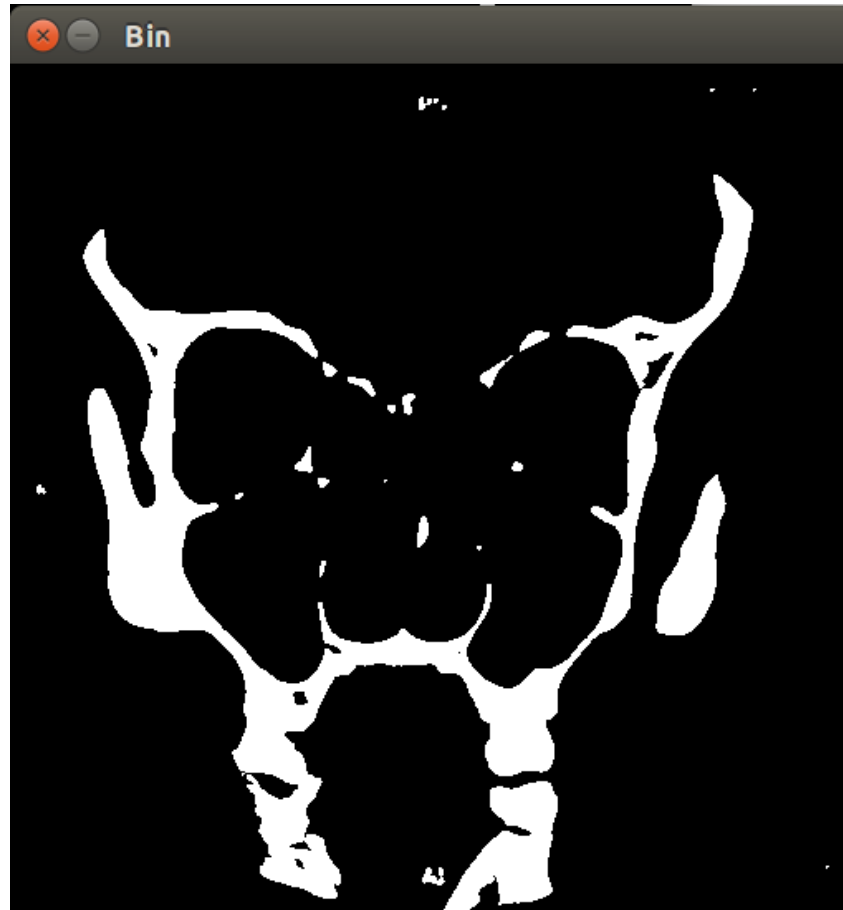


Рис. 4.12. Зображення було перетворено в чорно-біле з порогом яскравості 130 одиниць.

Далі проводилось очищення зображення від шуму та його компонентів. Результат цього процесу зображено на рис. 4.13.

Після переведення зображення у чорно-білий колір усі пікселі з меншою яскравістю відображалися чорним кольором, усі пікселі із меншою яскравістю зображалися білим.

Рисунок 4.14 показує результати відновлення функції розмиття Гауса. Приклад 4.14 із використанням сумарної варіаційної моделі для різних δu та δv , середньої кривизни u та δv та дробової моделі для різних u та f .

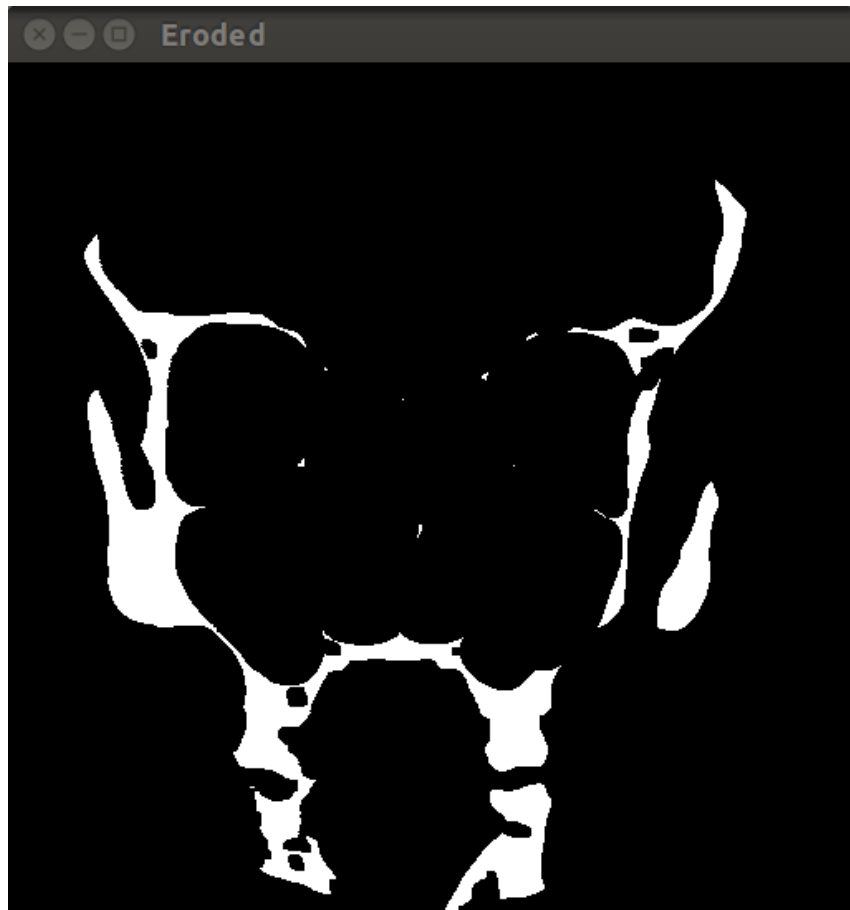


Рис.4.13. Зображення очищено від шуму та його компонентів

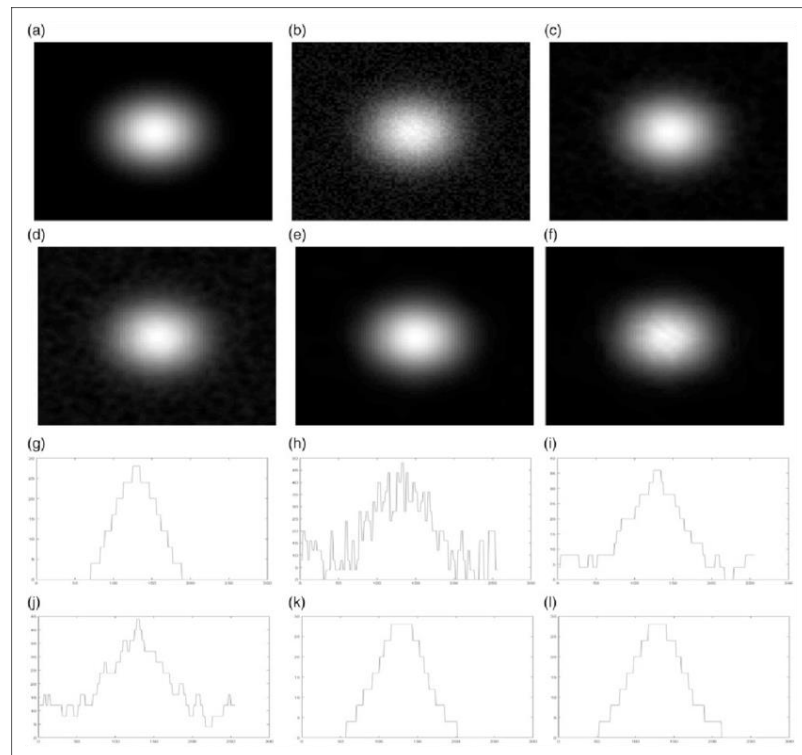


Рис. 4.14. Результати відновлення функції розмиття Гауса.

З зображень поперечного перерізу (g) - (l) видно, що телевізор не дає дуже хороших результатів для цієї плавної функції, як очікувалося.

Конкуренція між середньою кривизною та дробовою моделлю близька, але чисельні результати P у $m_s \delta P \frac{1}{4} 26:32$ та P у $1: 3 f \frac{1}{4} 26:69$ демонструють, що дробова модель перевершує m_s . (a) Справжнє зображення. (b) Отримане зображення z . (c) у 10 \AA^3 тв. (d) у 10 \AA^6 телевізорів. (e) у m_s . (f) у $1: 3 f$. (g) Справжнє зображення. (h) Отримане зображення z . (i) у 10 \AA^3 тв. (j) у 10 \AA^6 телевізорів. (k) у m_s . (l) у $1: 3 f$.

Таким чином, слід зауважити, що всі запропоновані методи, направлені на деталізацію ПНП та ОМК є доволі перспективними для подальшої розробки та підвищення інформативності. Всі вони можуть бути впроваджені як у теоретичну, так і в практичну медицину.

Основні положення, викладені у Розділі 4, опубліковані дисертантом у наукових працях:

1. Nechyporenko A, Krivenko S, Alekseeva V, Lupyr A, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Uncertainty of Measurement Results for Anatomical Structures of Paranasal Sinuses. 2019 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). 2019;1-4. doi:10.1109/MECO.2019.8760032.

2. Nechyporenko A, Reshetnik V, Alekseeva V, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Assessment of Measurement Uncertainty of the Uncinated Process and Middle Nasal Concha in Spiral Computed Tomography Data. 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). 2019;585-588. doi:10.1109/PICST47496.2019.9061557.

3. Nechyporenko A, Reshetnik V, Alekseeva V, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Implementation and analysis of uncertainty of measurement results for lower walls of maxillary and frontal sinuses. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). 2020;460-463. doi:10.1109/ELNANO50318.2020.9088916.

4. Radutniy R, Nechyporenko A, Alekseeva V, Titova G, Bibik D, Gargin V. Automated Measurement of Bone Thickness on SCT Sections and Other Images. 2020 IEEE Third International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). 2020;222-226. doi:10.1109/DSMP47368.2020.9204289.

4. Nechyporenko A, Reshetnik V, Shyian D, Alekseeva V, Radutny R, Gargin V. Solutions to the 3D model problem of pressure measurement in the area of maxillary sinus anastomosis. CEUR Workshop Proceedings. 2020;2753:275-284.

5. Nechyporenko AS, Reshetnik VM, Shyian DM, Yurevych NO, Alekseeva VV, Nazaryan RS, Gargin VV. Comparative Characteristics of the Anatomical Structures of the Ostiomeatal Complex Obtained by 3D Modeling. IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T. 2020; 22(46):72-76.

6. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ. Вікові особливості щільності кісткової

тканини задньої та нижньої стінки лобового синусу у фізіологічних умовах. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «Вікові та хронобіологічні аспекти медицини та фармації». Чернівці. 2018;34- 35.

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Анатомічні варіації приносних пазух є досить поширеними і виявляються у більш ніж 90 % пацієнтів з синуситами або ж як випадкові знахідки при рутинному обстеженні пацієнтів. Більш того, в переважній кількості випадків перебіг запальних процесів в ПНП (синуситів) залежить від морфологічних особливостей даної зони [211]. Таким чином, кожна людина і кожен пацієнт потребує індивідуального підходу в плані діагностики та лікування. Вважається, що в анатомії людини передня група пазух і носова ямка є однією з найбільш мінливих областей черепа [212]. Існує навіть думка, що лобові пазухи унікальні та здатні слугувати способом ідентифікації особи в судово-медичній експертизі поряд із відбитками пальців та будовою сітківки [213].

Це дослідження є першим, що дозволяє використовувати даний метод СКТ в отоларингології, включаючи розрахунок параметрів будови ПНП, які візуалізуються за даними СКТ [214, 215, 216].

Дане дослідження базується на результатах, які отримані за даними СКТ – методу дослідження, який на сьогоднішній день займає передові позиції за інформативністю у діагностичному плані. Також слід відмітити, що анатомічна номенклатура базується саме на даних СКТ-зображень.

Максимальна увага приділялася саме передній групі пазух (лобовій та верхньощелепній), а також компонентам ОМК. Інтерес до даних анатомічних утворень можна пояснити достатньо великою кількістю робіт, які присвячені решітчастій та клиноподібній пазухам [217, 218, 219, 220]. Окрім того, передня група пазух набагато частіше вражається патологічними процесами. Так найчастішою формою синуситу є верхньощелепний, що також обумовлено анатомічними особливостями. Розвиток запальних процесів в лобній пазусі часто може слугувати субстратом для виникнення ускладнень.

Дані про будову ОНП отримані при СКТ можуть допомогти підібрати оптимальну тактику лікування, зручний доступ при проведенні операції, особливо

при ендоскопічних оперативних втручаннях, своєчасно спрогнозувати можливість розвитку орбітальних і/або внутрішньочерепних риногенних ускладнень [221, 222]. Знання морфологічних особливостей будови кісткової тканини ПНП необхідні для правильного дозування навантаження при імплантації в щелепно-лицьової хірургії [223]. Спіральна комп'ютерна томографія є методом «золотого стандарту», що дозволяє забезпечити детальне, прижиттєве та інформативне вивчення анатомічної будови та антропометричних особливостей [224].

Інформація, що отримана в результаті обчислення лінійних розмірів черепу людини та верхнього лицьового індексу може бути цінною для ідентифікації людини. Як видно із розрахунків для лінійних розмірів черепу характерна виражена в значній мірі мінливість, що вказує на необхідність індивідуального підходу до кожної досліджуваної людини. Таким чином, і діагностика, і лікування повинні бути індивідуалізовані та персоніфіковані [225].

Цікавими є результати, які отримані при проведенні роботи та їхнє порівняння із роботою інших авторів. Відомою є робота Алієвої С.А [108] зі співавторами. У ході дослідження використовувались саме точки-орієнтири, за якими визначались лінійні розміри черепу, що були запропоновані даним автором, проте суттєвою відмінністю стало визначення автором указаних параметрів при дослідженні черепу. У ході ж проведеного дослідження використовувались лише результати СКТ. Слід відмітити, що автором було виконано підрахунки параметрів для кожного типу лицьового черепу, що не перебачалося у процесі даного дослідження (див. табл. 5.1). Проте, як видно із таблиці, різниця між результатами у кожній групі мінімальна. Тож її можна не враховувати. Таким чином, у дослідженні Алієвої було визначено відстань n-ft, яка справа у чоловіків становила $45,48 \pm 0,59$ мм, зліва – $45,41 \pm 0,57$ мм для мезенів та не відрізнялась кардинально для інших типів будови черепу. При проведенні підрахунку у ході виконання даної роботи було також обчислено даний показник, який становив $52,9 \pm 2,9$ та $50,5 \pm 0,9 \times 10^{-3}$ м. Тобто не просліджується значної відмінності у отриманих результатах, так як і в процесі підрахунку показників у жінок. Як у жіночій, так і у чоловічій групі максимальним за

значенням у обох дослідженнях є показник $N - Z_m$, що правда за даними СКТ було отримано результат, який максимально відрізнявся від роботи, виконаної на черепі, хоча автор уточнює факт недостовірності відмінностей при вимірюванні даного параметру.

Таблиця 5.1.

**Розміри лицьового черепа за «верхнім віялом» різних форм лицьового черепа
(за Алієвою С.Н)**

№ з/п	Відстань мм	Сторона дослідження	Статистичні показники різних форм черепа					
			«эйрен»	Р*	«мезен»	Р*	«лептен»	Р*
Жіноча серія								
1	n-zm	Права	63,05±0,7	-8	66,99±1,0	0,46	67,29±0,9	0,02
		Ліва	63,23±0,5		67,45±1,1		67,27±0,9	
2	n-infor	Права	49,46±0,6	0,27	50,31±0,5	0,13	48,01±0,2	-2,67
		Ліва	49,73±0,7		50,8±0,5		50,68±0,7	
3	n-ap.lat	Права	40,34±0,3	0,21	43,4±0,7	0,49	45,24±0,6	0,07
		Ліва	40,55±0,4		42,91±0,6		45,07±0,6	
4	n-ft	Права	39,68±0,8	0,21	42,13±0,8	0,24	43,35±0,8	-0,25
		Ліва	39,75±0,7		42,17±0,8		44±0,8	
Чоловіча серія								
1	n-zm	Права	71,46±0,96	0,47	71,06±0,97	0,15	73,66±0,72	0,55
		Ліва	71,93±1,04		71,21±0,97		73,11±0,83	
2	n-infor	Права	53,49±0,51	0,01	52,85±0,64	0,03	55,86±0,23	2,92
		Ліва	53,5±0,48		52,82±0,64		52,94±0,69	
3	n-ap.lat	Права	44,38±0,79	0,03	45,76±0,49	0,08	47,54±0,61	1,23
		Ліва	44,51±0,77		45,68±0,55		47,64±0,72	
4	n-ft	Права	44,29±0,77	0,05	45,48±0,59	0,07	46,55±0,36	0,55
		Ліва	44,34±0,68		45,41±0,57		46,0±0,52	

Примітка: Р* - ступінь достовірності відмінностей між значеннями показників справа і зліва

Дані, отримані у ході виконання дисертаційної роботи представлені у табл.5.2

Таблиця. 5.2.

Порівняльна характеристика лінійних показників будови лицьового черепу за даними СКТ та за даними вимірювання розмірів черепу (за Алієвою С.Н.)

Досліджувані показники	Чоловіки		Жінки	
	Справа	Зліва	Справа	Зліва
N – Ft	52,9±2,9	50,5±0,9	48,7±2,2	47,1±1,2
	45,44±0,57	45,24±0,59	40,72±0,8	41,97±0,76
N – Finf	35,3±0,22	31,2±0,3	30,66±0,2	33,8±0,8
	54,06±0,46	54,06±0,53	49,26±0,8	50,4±0,63
N – Zm	65,7±0,26	61,4±0,25	53,7±0,5	55,4±0,12
	72,06±0,88	72,27±0,95	65,78±0,57	65,98±0,83
N – Ap lat	36,7±0,33	38,3±0,2	30,3±0,12	35,4±0,9
	45,89±0,68	45,91±0,63	42,99±0,8	42,84±0,8

Примітка: жирним шрифтом позначено результати, які отримані Алієвою С.Н

Для спрощення оцінки розбіжностей та побідностей у отриманих результатах було підраховано середні показники для визначення лінійних розмірів лицьового черепу у жінок та чоловіків за даними результатів підрахунку Алієвої С.Н. Порівняльна характеристика представлена у таблиці 5.2.

Можна припустити, що розбіжності, які отримані у ході підрахунку показників можуть бути пов'язані перш за все із похибкою вимірювальної техніки. До того ж привертає увагу різниця між кількістю досліджуваних черепів. У роботі Алієвої С.Н. використовувалося лише 70 черепів. Дисертаційна робота ж передбачала підрахунок показників за даними СКТ 400 осіб. Таким чином, перспективним є напрям дослідження із залученням якомога

більшої кількості досліджуваного матеріалу. Також важливим є географічний та часовий фактор. Особи, яких було включено у дисертаційне дослідження проживали на території Харківської області, а СКТ їм виконувалось у період із 2018 року 2021 рік. У роботу Алієвої С.Н. було включено черепи із колекції Азербайджанського медичного університету та немає даних про терміни життя досліджуваних. Враховуючи знання про мінливість показників будови із часом [111] та тенденцію до зміни доліхокранної будови на мезокранну, можна припустити, що таких змін із плином часу зазнали також показники будови лицьового черепу. Суттєвим недоліком, який проявився в процесі підрахунку параметрів будови за даними СКТ стала неможливість відтворити всі точки-орієнтири та всі лінії для дослідження. Так, практично не можливо було визначити лінії «бічного віяла» (за Алієвою). Можливо, процес деталізації описаних структур буде покращено із впровадженням нових методів 3D моделювання.

Схожі результати також було отримано Марєєвим О.В. У ході роботи автором було порівняно комп'ютерну краніометрію та класичну краніометрію. Більшість порівняльних ознак, які використовувались автором були достовірними [226].

Таким чином, можна припустити, що СКТ дослідження практично повністю відтворює реальні розміри черепу та повсякчас може використовуватися в анатомії, судово-медичній медицині, криміналістиці для уточнення та розширення діапазонк даних про будову як мозкового, так і лицьового черепу.

У процесі визначення краніотипу виявлено, що найрозповсюдженішою будовою черепу є мезокранія як серед жунок, так і серед чоловіків. Середній показник у бахікранів становив $82,7 \pm 1,2$, у мезокранів – 78,5, у доліхокранів – 71,3. Таким чином, виявлено, що серед 400 досліджуваних осіб відсутні надто виражені доліхо- чи брахікранія. Цікаво, що дані, отримані при вимірюванні верхнього лицьового індексу не співпадають із черепним індексом. Так, загальна кількість мезенів була 271 особа, а мезокранів – 283 досліджувані особи. Скоріше за все, цю невідповідність можна було б пояснити неврахуванням розмірів

нижньої щелепи. Можна припустити, що результати відрізнялись би при вимірюванні повного лицьового індексу. На жаль, технічної можливості врахувати повний лицьовий індекс у процесі написання дисертаційної роботи не було.

В ході даного дослідження були визначені параметри будови, які можуть впливати на функціональний стан компонентів ділянки природного сполучення між порожниною носу та передньою групою ПНП (півмісяцевий розтвір). Після дослідження були розраховані середні розміри гачкуватого відростка, середньої носової раковини та півмісяцевого розтвору та визначено, що значне збільшення поперечних розмірів середньої носової раковини може свідчити, що саме даний параметр відіграє значну роль у вентиляції пазухи. Тому можна припустити, що доцільно було б звертати увагу на будову середньої носової раковини та поєднувати у разі необхідності хірургічне лікування з частковою резекцією цієї ділянки, що може призвести до покращення вентиляції пазух.

Не менш важливе значення у вентиляції відіграє і гачкуватий відросток [227, 228]. Достовірне зниження значення щільності гачкуватого відростка може стати маркером розвитку хронічного запального процесу в ОНП і одним з показників для диференціальної діагностики між гострою та хронічною формою. Отже, знаючи щільність гачкуватого відростка, можна припускати та розрахувати ризики хронізації риносинуситу.

Цей факт також підтверджується в деяких інших дослідженнях, зокрема також проведеними у ході дисертаційної роботи [229, 230, 231].

Як видно із розрахунків коефіцієнта множинної кореляції, найбільший вплив на фізіологічне функціонування ПНП приносить саме гачкуватий відросток. Тому, можливо, оперативне лікування слід було б поєднувати із пластикою гачкуватого відростка, частковою його резекцією у разі необхідності.

Розрахунки розмірів середньої носової раковини також дають змогу припустити, що збільшення її поперечного розміру на 50,3 % може призвести до звуження розмірів півмісяцевого розтвору, який утворює природне сполучення верхньощелепної пазухи і, як наслідок, стати субстратом для погіршення

вентиляції. Можна також припустити на основі проведених розрахунків, що зменшення розмірів півмісяцевої щілини на 24,8 % призводить до гіповентиляції пазух із можливим виникненням спочатку катаральних, а потім при подальшому можливому приєднанні бактеріальної мікрофлори гнійних змін у ньому.

Багато уваги заслуговують і цифрові значення лінійних розмірів півмісяцевого розтвору, що вкрай важливі для проведення оперативного лікування. «Золотим стандартом» лікування на сьогоднішній день є ендоскопічне. Було відзначено, що у 24,58 % досліджуваних осіб розмір півмісяцевого розтвору становив менше 4 мм, що унеможливило ендоскопічний доступ до цієї ділянки через параметри структури ендоскопа [232]. У цих випадках може бути доцільнішим віддати перевагу іншому типу хірургічного доступу (якщо можливо через отвір у зубі, або навіть за допомогою такого доступу як мікрогайморотомія).

Як відомо, згідно з Dong et al. [150] запальні процеси в ПНП проявляються не тільки виникненням патоморфологічних змін стану слизової оболонки пазухи, але також проходять із залученням кісткової тканини її стінок, що неминуче тягне за собою такі виражені зміни, як кісткова альтерація, що проявляється демінералізацією, зникненням трабекул, вогнищевим склерозом, деструкцією кортикальної пластинки кістки [151]. Можна припустити, що ступінь вираженості цих змін корелює з тяжкістю патологічного процесу в приносних пазухах.

У нашому дослідженні увага приділяється розрахунку мінімальної щільності, що особливо небезпечно для розвитку ускладнень. У дослідженні ми також розраховували цей параметр, використовуючи розрахунок невизначеності [233]. Слід також зазначити, що показник щільності досить мінливий і може змінюватися залежно від віку, статі та гормонального фону [234].

Іще одним утворенням, що може погіршити вентиляцію пазухи, є передня решітчаста клітина – клітина Галлера. Її виявляли у 3,97 % усіх досліджуваних осіб незалежно від статі чи віку. Було визначено її об'єм. Цікаво, що у всіх випадках її наявність не супроводжувалась виникненням патологічних змін в пазухах. Проте було виявлено сильну негативну кореляцію ($r = -0,97$) між розміром півмісяцевого розтвору та об'ємом клітини Галлера. Отже, можна

припустити, що це додаткове анатомічне утворення може сприяти гіповентиляції синуса і створює оптимальні умови для виникнення патологічних змін у верхньощелепній та лобовій пазухах.

Як уже було наведено вище для деструктивних змін в кістковій тканині характерні такі патологічні зміни, як резорбція кістки, фокальний склероз, зникнення трабекул. Можна припустити, що першим із показників, які можуть змінитися під дією хронічних запальних процесів, є саме щільність.

Таким чином, одним із обчислюваних параметрів у ході проведеного дослідження стало обчислення мінімальної щільності стінок решітчастої та клиноподібної пазух. Як виявилось у обох випадках у жінок цей досліджуваний параметр був нижчим за чоловіків. Таким чином, можна припустити, що саме в цій групі пацієнтів можна очікувати більш виражені деструктивні процеси, обумовлені хронічним запаленням та розповсюдженням на сусідні органи та тканини.

Дане дослідження має велике практичне значення для лікарів різних спеціальностей. У всіх випадках СКТ дослідження має стати золотим стандартом діагностики практично всіх форм риносинуситів, особливо якщо мова йде про хронічні форми. Знаючи особливості будови, взаєморозміщення структур остіомеатального комплексу, наявність або відсутність додаткових утворень в області півмісяцевого розтвору, можна спрогнозувати можливість виникнення і перебігу риносинуситу. Так, лікарі будь-якої спеціальності, обстежуючи пацієнта зі зменшеним розміром півмісяцевого розтвору, виявленого за результатами СКТ, можуть своєчасно направити даного хворого до отоларинголога, де швидко і ефективно буде проведено лікування в необхідному обсязі, що тим самим може поліпшити прогноз для перебігу захворювання і попередити розвиток ускладнень.

Настороженими слід бути і лікарям-стоматологам. При розвитку одонтогенного верхньощелепного синуситу у групи пацієнтів зі звуженням природного півмісяцевого розтвору можна припустити, що доцільніше їх лікувати спільно з отоларингологом.

Звичайно, особливу цінність дана робота має для отоларингологів. Так як анатомічна будова остіомеатального комплексу є ключовою зоною для прогнозування виникнення, подальшого розвитку, перебігу запальних захворювань в приносних пазухах. Знання про будову даної області дають можливість також спрогнозувати ризики розвитку ускладнень і підібрати максимально ефективний спосіб лікування.

Розміри елементів остіомеатального комплексу можуть допомогти вирішити питання про доцільність розширення півмісяцевої щілини шляхом часткової резекції або пластики його компонентів ОМК. Візуалізація клітини Галлера практично завжди веде до звуження півмісяцевого розтвору, пропорційно розмірам зазначеної клітини. Таким чином, при візуалізації клітини Галлера великих розмірів фізіологічне функціонування області сполучення ПНП та порожнини носу буде знижено, що призведе до гіповентиляції пазух із можливим розвитком риносинуситів. Такі пацієнти становлять особливу когорту хворих в плані ризику розвитку риносинуситів.

Основним неінвазивним методом, що дозволяє найбільш точно вивчити стан приносних пазух і навколишніх тканин, є спіральна комп'ютерна томографія. Цей метод дає можливість за допомогою шкали Хаунсфілда визначити основні антропометричні показники і кількісно щільність кісткової тканини.

У переважній кількості випадків перебіг синуситу залежить від морфологічних особливостей приносних пазух [235]. В ході дослідження виявлено, що збільшення поздовжнього розміру нижньої носової раковини може призводити до погіршення вентиляції верхньощелепної пазухи із виникненням запальних змін у ній. Це, скоріше за все, може бути обумовлено погіршенням роботи носового клапана. Саме цей фактор може призводити до гіповентиляції пазухи і виникнення патологічних процесів.

Як відомо, щільність кісткової тканини залежить від вираженості запальних змін в пазусі, її зниження є максимальним при хронічному запальному процесі. А отже найвірогідніше саме в цьому випадку слід очікувати поширення

інфекції і виникнення риногенних ускладнень [236]. Слід зазначити, що дане дослідження щільності стінок приносних пазух є першим, проведеним за результатами СКТ людей. Існують дослідження, які проводилися з вивченням лише комп'ютерних томограм тварин [237]. Можна припустити, що саме щільність є тією основною ланкою, яка в подальшому може призвести і до зниження товщини кістки, і до розвитку внутрішньочерепних ускладнень.

Отримані відомості про зміну щільності стінок верхньощелепної пазухи (зокрема нижньої стінки) будуть корисні в стоматології та щелепно-лицевій хірургії для попередження потрапляння пломбувального матеріалу в пазуху і виникнення одонтогенного запального процесу, а також вони необхідні для підбору оптимальної техніки імплантації зубів. Виявлено фізіологічні передумови для зміни кісткової тканини під дією деяких чинників (наприклад, запальних процесів), якими є щільність як верхньої, так і медіальної стінки. Дані показники слід враховувати при виборі доступу, проведенні ендоскопічних маніпуляцій, імплантації зубів, отоларінгологічних і стоматологічних оперативних втручаннях.

З огляду на те, що найбільший ступінь кореляції нами виявлено між товщиною верхньої стінки і об'ємом верхньощелепного синусу ($r = 0,96$), сильна кореляція ($r = 0,72$) між об'ємом і товщиною медіальної стінки ($p = 0,005$), можна судити про те, що наявність патологічного процесу у верхньощелепній пазусі, яка є великою за об'ємом, рідше могло б приводити до внутрішньочерепних або орбітальних ускладнень в силу високої товщини і щільності її стінок у фізіологічних умовах.

Особливо обережними повинні бути оперативні втручання на малих за об'ємом пазухах, тому що саме в цьому випадку товщина і щільність стінок є мінімальними. До того ж, можна припустити, що щільність може в більшій мірі знижуватися за рахунок патологічних процесів в верхньощелепній пазусі, а це призводить до ризику додаткової травматизації кістки в ході операції або розвитку післяопераційних ускладнень. Адже достеменно відомо, що хронічні запальні захворювання ПНП виникають не тільки при чітко виражених змінах гістологічної структури слизової оболонки придаткових пазух, але також завжди

вважають кісткову тканину, яка утворює їхню стінку. Такі зміни неминуче спричинять зменшення кісткової тканини приносних пазух. Вважається, що ймовірність ускладнень патологічних процесів при ПНС залежить від товщини кістки. Зокрема, широко використовується шкала оцінки GOSS (Global Osteitis Scoring Scale), яка базується на вимірюванні максимальної товщини кістки [186]. Недоліком зазначеного методу є факт, що у цьому випадку вибір ділянки максимальної товщини є досить суб'єктивним. Крім того, ступінь руйнування не завжди корелює лише з товщиною, а часто і в більшій мірі зі щільністю. Поняття товщини кістки та її щільності не слід ототожнювати. Результати цього дослідження дозволяють об'єктивно оцінити стан кісткової тканини та підвищити ефективність СКТ обстеження ПНП, отриманих з урахуванням як мінімальної, так і максимальної товщини ПНП у фізіологічних умовах, залежно від їх анатомічних особливостей.

Для оцінки якості вторинної обробки томографічних зображень доцільно ввести емпіричний критерій, який базується на оцінці невизначеності вимірювань. Цей підхід може бути вдосконалений та узагальнений для медичної та технічної підтримки. У ході даної роботи зосереджувалась увага лише на диференціації здорових суб'єктів.

На сьогоднішній день існує велика кількість досліджень, присвячених 3D моделюванню як за даними СКТ, так і за даними МРТ [238].

Існують навіть порівняльні характеристики між 3D моделлю та СКТ-зображеннями або 3D зображеннями та обстеженням, отриманим при проведенні ендоскопічного лікування [239].

Дане дослідження відрізняється від попередніх більшою інформативністю, оскільки для розрахунків також був використаний відносно новий та інформативний підхід – обчислення невизначеності значень досліджуваних показників.

Також розроблені та автоматизовані методи аналізу СКТ-зображень.

Автоматизовані методи аналізу зображень стають все більш важливими для виділення та кількісної оцінки характеристик зображення в біомедичних

дослідженнях. Отримане зображення перекладається в електронний формат, придатний для обробки програмним забезпеченням, після чого за допомогою вимірювальних інструментів аналізують зображення, шукають на ньому об'єкти, визначають тип об'єкта, тривимірне моделювання тощо, залежно від завдання.

Швидкість, невибагливість обчислювальної потужності передбачає можливість створення недорогого апаратно-програмного забезпечення, або навіть чистого програмного забезпечення для масових автоматизованих профілактичних оглядів пацієнтів, що є основними критеріями, які відрізняють дане дослідження від інших. Також можливе інтегрування з нейромережевим програмним забезпеченням, яке дозволить завантажити тривимірне зображення та отримати висновок про доцільність додаткового тестування фахівцем з можливим проведенням аналізу зображень іншого типу, таких як комп'ютерна томографія чи інше виявлення фізіологічних та патологічних особливостей [240].

Крім того, дослідження включало порівняння всіх значень, отриманих за допомогою СКТ, з 3D моделюванням та *in vivo* під час ендоскопічного вимірювання. Це дослідження може допомогти підвищити якість хірургічного лікування ЛОР-хвороб. Також воно може бути корисно для навчання медичного персоналу та студентів.

Морфометрія має вирішальне значення для отримання правильних даних у сучасній медицині за належної математичної обробки отриманих результатів. Увага у ході дослідження приділялася лобовій пазусі як потенційно найбільш небезпечній серед усіх ПНП у плані розвитку інтраорбітальних та інтракраніальних ускладнень, хоча ця пазуха і є третьою після верхньощелепної та решітчастої за частотою розвитку запального процесу, верхньощелепній – що найчастіше вражається патологічними процесами та компонентам ОМК – ключової зони для фізіологічної вентиляції пазухи.

Параметри, які досліджувались можуть стати в нагоді як в теоретичній медицині (для навчання студентів, для отримання нових знань за даними СКТ), так і в практичній медицині, зокрема для визначення передумов розвитку запальних процесів в лобовій пазусі, ймовірності розповсюдження запальних

процесів на оточуючі тканини з розвитком ускладнень, для створення 3D моделі лобової пазухи з можливим використанням елементів цієї моделі для пластики пошкоджених ділянок пазухи під час травматизації або отриманих внаслідок різноманітних оперативних втручань.

Результати дослідження збігаються з результатами більшості авторів [108, 241, 242]. Верхньощелепній пазусі в значній мірі притаманна мінливість елементів її будови, яка виражається в варіабельності майже всіх досліджуваних показників: площі, щільності, розміру стінок, наявності додаткових клітин, варіабельності перетинки між правою та лівою пазухами. Погоджуючись із попередніми дослідженнями можна навіть припустити, що верхньощелепна пазуха є також унікальною за будовою у кожної людини та могла б слугувати інформативним індикатором для ідентифікації особистості, як відбитки пальців чи сітківка ока у криміналістиці. Маючи при цьому значні переваги, адже лобова пазуха в значно меншій мірі піддається руйнуванню з часом, ніж указані показники. Проте дане дослідження відрізняється певними особливостями. Перш за все воно було проведене лише за результатами СКТ – нового, інформативного та прижиттєвого методу діагностики. Також при проведенні підрахунків приймався до уваги верхній лицьовий показник.

Дана робота може бути корисною для лікарів різних спеціальностей (отоларингологів, нейрохірургів), адже в ній описано особливості будови прогностично найбільш важливої для розвитку внутрішньочерепних ускладнень задньої стінки. Саме комбінація параметрів характерних для потоншеної стінки з низькою щільністю може стати підґрунтям для розвитку ускладнень. Зниження щільності та товщини нижньої стінки може стати субстратом для розвитку внутрішньоорбітальних ускладнень, що має стати насторожуючим фактором для лікарів-офтальмологів. Оскільки і товщина, і щільність пов'язані зі значенням верхнього щелепного індексу ($r=0,73$ та $0,58$ відповідно), уже при огляді пацієнта з запальним процесом в пазусі лікар може припустити можливість розвитку ускладнень у нього та відразу бути настороженим з даною когортою людей.

Проведене дослідження є одним із перших, у якому верхній лицьовий індекс визначався за допомогою СКТ. Як відомо, до теперішнього часу для описання цього показника використовувалися паспортизовані черепи, що викликало певні труднощі та призводило до певних неточностей результатів у зв'язку з їхнім частковим пошкодженням з плином часу або в результаті підготовки до вивчення. Як виявлено із досліджень наявність додаткової клітини в структурі лобової пазухи не призводить до розвитку запальних процесів у ній, тобто ніяк не впливає на її вентиляцію.

Таким чином, дані, отримані в результаті проведеного дослідження, дозволяють нам ще на передопераційному етапі припустити особливості синусової вентиляції кожного пацієнта без додаткового обстеження. Це означає, що обсяг операції та можливі післяопераційні ризики можна визначити заздалегідь.

До недавнього часу показник тиску в області верхньощелепної пазухи враховувався переважно під час імплантації шляхом визначення гідравлічного тиску для цих цілей.

Крім того, існують інвазивні методи визначення ефективності вентиляції ПНС. Зокрема, один із методів полягає в інтраопераційній установці датчика в зоні півмісяцевого розтвору верхньощелепної пазухи, що дозволяє виміряти тиск у цій області та зробити висновок про ризик розвитку запальних процесів. Незважаючи на всю інформативність та точність, цей метод оцінки має деякі суттєві недоліки, а саме:

1. Оскільки датчик встановлений інтраопераційно, неможливо розрахувати показники, що характеризують ефективність синусової вентиляції в передопераційний період, а отже, і передбачити обсяг операції. Або існує потреба в додатковому втручанні з метою встановлення датчика, що пов'язано з незручностями як для лікаря, так і для пацієнта.

2. Другим важливим недоліком є інвазивність процедури.

Як було згадано вище, відомі інші способи оцінки стану ПНП та особливостей їхньої вентиляції. Серед них є інвазивні, передбачають введення

інструментів ОМК у ділянку півмісяцевого розтвору. Дане дослідження є неінвазивним та направлене на врахування основних особливостей будови, що можуть призвести до розвитку гострих або хронічних запальних процесів у ПНП, а також їх ускладнень. Окрім того проведене дослідження може допомогти обрати оптимальний хірургічний підхід для ендоскопічного лікування та запобігти можливих інтраопераційних ускладнень.

Тож у ході дослідження було прийнято рішення дослідити взаємозв'язок між анатомічною структурою ПНП та тиском в області півмісяцевого розтвору. Таке дослідження було проведено вперше та включало одночасну детекцію та оцінку тиску в верхньощелепній пазусі та обчислення параметрів будови ОМК. Виявлено групу пацієнтів із «критичними» показниками розміру середньої носової раковини, гачкуватого відростку та півмісяцевого розтвору у фізіологічних умовах, у яких відбувається зниження тиску в пазусі, що в подальшому може призвести до гіповентиляції та можливого розвитку запального процесу.

Крім того, слід зазначити, що показник тиску дуже чутливий до розмірів півмісяцевого розтвору. Навіть незначне розширення або звуження сполучення між пазухою та носовою порожниною призводить до змін тиску в пазусі. Цей факт слід враховувати під час хірургічних втручань.

Цікавим фактом є те, що широкий півмісяцевий розтвір також не забезпечує адекватної вентиляції пазухи. Швидше за все, це можна пояснити відсутністю турбулентного повітряного потоку в синусі, що також призводить до його гіповентиляції та може збільшувати ризик приєднання бактеріальної, грибкової або змішаної мікрофлори.

Привертає увагу невелика кількість робіт, як вітчизняних, так і зарубіжних вчених, направлених на вивчення ділянки півмісяцевого розтвору. Одним із найбільш цікавих є дослідження, присвячене класифікації розтвору [169].

За даними авторів за топографо-морфологічними характеристиками виділити п'ять типів будови півмісяцевого розтвору: класичний, помірно

викривлений, J-подібний, L-подібний, U-подібний, прямий вертикальний та прямий косий.

Виміряно розміри у передній точці (на початку розтвору), у задній точці у місці входу до пазухи) та кутовий розмір, які становили anterior, angular and posterior points was 1.69, 2.83, and 4.74×10^{-3} м відповідно. Такі результати практично збігаються із показниками, що були отримані у ході підрахунку невизначеності. Проте, при виконанні роботи вони позначаєсь як максимальні та мінімальні

У ході даної роботи вперше для обчислення значень показників використовувалося 3D моделювання, яке найбільш точно відображає не тільки основні параметри будови, але і всю складність їх просторової конфігурації. Крім того, створення 3D моделі буде корисним для навчання медичного персоналу. Вони зможуть виконувати хірургічні втручання з різними варіантами будови ОМК, а також різні маніпуляції з його компонентами (резекції, пластика, реконструктивні операції на гачкуватому відростку, середній носовій раковині). Подальшими перспективами поточного дослідження можуть стати розробка багатофункціональної та зручної системи оцінки зображень, а також удосконалення моделі для навчання у ЛОР-хірургії.

Вперше для калькуляції параметрів будови ПНП було використано розрахунок невизначеності. Розрахунок невизначеності є відносно новим методом опису параметрів, що використовуються в медицині. Найчастіше на теперішній час він використовується в лабораторних дослідженнях.

Вперше його застосовували для вимірювання товщини та щільності кісток верхньощелепної та лобової пазух.

Також вперше було проведено дослідження з підрахунку значення невизначеності, що застосовуються для вивчення анатомічних параметрів будови остіомеатального комплексу, дозволяє оцінити особливості структури всіх найважливіших компонентів ОМК: гачкуватий відросток, середню носову раковину та півмісяцевий розтвір.

Водночас його вивчення є важким процесом, оскільки існує велика мінливість цього параметра в залежності від обраної точки для дослідження. У зв'язку з цим, розрахунок невизначеності цього параметра, на наш погляд, найточніше показує різноманітність його значень, який згодом можна порівняти з таким у патологічному стані ПНП.

Слід зазначити, що це дослідження не перше. Як згадувалось раніше, на сьогоднішній день відома Global Osteitis Scoring Scale, де дослідники приділяють особливу увагу мінімальним розмірам і на основі отриманих даних класифікують пазухи за ступенем тяжкості деструктивних змін стінок ПНП. Окрім того, можна припустити, що саме щільність, а не товщини першими реагують на запальні процеси. Однак не завжди вдається правильно визначити мінімальну товщину, і додаткові вимірювання неминуче будуть пов'язані з витратою більшого часу на консультації та дослідження ПНП [184]. Саме товщина кістки визначає особливості перебігу запального процесу в приносних пазухах, дозволяючи точно розрахувати ймовірність поширення запалення на сусідні анатомічні ділянки (мозок або орбіту) з розвитком ускладнень. Товщина нижньої стінки верхньощелепної пазухи має велике значення в стоматології під час імплантації зубів, оскільки вона допомагає правильно дозувати навантаження під час проведеної процедури імплантації та запобігти розвитку одонтогенного верхньощелепного синуситу. Під час отоларингологічних операцій знання товщини кістки буде корисним для запобігання ятрогенних ускладнень операцій, пов'язаних з випадковим руйнуванням стінки ПНП.

Крім того, застосовували метод розрахунку невизначеності товщини кістки, показуючи значення всіх показників, достовірних для даного значення. Незважаючи на свою точність, цей метод оцінки невизначеності має деякі недоліки. Перш за все, це вимагає значної кількості часу, що значно ускладнює роботу лікаря, особливо в даний час, в умовах навантаження персонала та великої кількості пацієнтів. Для нівелювання цього негативного чинника було розроблено і впроваджено в дослідження метод автоматизованого вимірювання товщини. Автоматизовані методи аналізу зображень стають все більш важливими для

вилучення та кількісної оцінки особливостей зображення в біомедичних дослідженнях на основі мікроскопії, а також в антропометрії.

Дане дослідження із впровадження автономізованого підрахунку параметрів будови ПНП є першим, яке було використане для визначення параметрів будови ПНП та ОМК. На сьогоднішній приділяється особлива увага мінімальним розмірам товщини кісток. Однак не завжди вдається правильно визначити мінімальну товщину, і додаткові вимірювання неминуче будуть пов'язані з витратою більшої кількості часу на консультації та дослідження ПНП.

Проведено також обчислення показників будови ПНП у людей різного віку та статі та порівняння її із показниками будови кісткової тканини хребця. Визначено, що зниження денситометричних показників кістки верхньощелепної пазухи виражено в меншій мірі, ніж інших губчастих кісток, зокрема, І шийного хребця, що може пояснюватися меншим об'ємом губчастої кісткової тканини в складі хребця, ніж в складі стінки зазначеної пазухи і, можливо, більшим фізичним навантаженням, що припадає на хребет. Отже можна також вважати, що зміни кісткової щільності будуть обумовлені і навантаженням, що припадає на певну ділянку кістки, і самим обсягом губчастої кісткової тканини.

В ході проведеного дослідження було виявлено, що вік достовірно є однією з дуже важливих ознак, що впливають негативно на щільність кісткової тканини, що підтверджується і багатьма іншими дослідженнями, в тому числі і заданими комп'ютерної томографії.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення актуального наукового завдання нормальної анатомії щодо встановлення індивідуальної анатомічної мінливості приносних пазух та наявності індивідуальних особливостей, що сприяють розвитку патологічних процесів в них. Отримані дані розширюють уявлення про межі мінливості утворень приносних пазух з урахуванням вікової групи, статі, типу черепа.

1. Анатомічна мінливість верхньощелепної, лобової, клиноподібної, решітчастої пазухи, компонентів ОМК залежить від типу черепа людини. Найрозповсюдженішим типом будови черепа за нашими результатами є мезокранія. Вона зустрічається у більшості досліджуваних (70,75 %) та однаково часто спостерігається як у жінок, так і у чоловіків. Брахікранія зустрічається рідше (лише у 11,75 %), доліхокранія – дещо частіше – у 17,5 досліджуваних осіб Середній верхній лицьовий індекс складає $53,35 \pm 2,02$, а частішою групою є мезени. Для еурієнів характерні пазухи менші за об'ємом, для лептенів – більші. Між товщиною та щільністю стінок лобової пазухи встановлено кореляційний взаємозв'язок. Граничні варіанти будови гачкуватого відростку виявлені у 31,6 %. У 7,2 % з них визначається його пневматизація, у 8,8 % - гіперплазія, у 6,8 % - парадоксальний вигин та зміщення в глибину середнього носового ходу, в результаті чого прилягає до середньої носової раковини. У 0,8 % гачкуватий відросток гіпоплазований, у 0,4 % з них це зівпадає з аплазією решітчастих пухирців та гіпоплазією верхньощелепної пазухи.

2. У 22,8 % будова верхніх відділів гачкуватих відростків є асиметричною: у 3,6 % верхня частина одного з гачкуватих відростків прикріплюється до lamina cribrosa решітчастої кістки, у 6,0 % - до середньої носової раковини, у 10,4 % - до паперової пластинки орбіти. У 72,8 % він латерально вигнутий, закріплений паперовою пластиковою орбітою.

Мінімальна щільність стінок решітчастої пазухи, як і клиноподібної пазухи є меншою у жінок та становить $43,8 \pm 1,3 \text{Hu}$, $33,7 \pm 1,9 \text{Hu}$ (для решітчастої пазухи) та $51,2 \pm 4,4 \text{Hu}$, $46,4 \pm 2,1 \text{Hu}$ (для клиноподібної).

3. Щільність кісткової тканини достовірно залежить від віку. Вона знижується з віком у фізіологічних умовах $p=0,00035$ та $p=0,0016$ в області нижньої та задньої стінок відповідно. У жінок у різних вікових групах щільність становить $120,1 \pm 8,3 \text{Hu}$ та $101,4 \pm 8,3 \text{Hu}$ в області нижньої стінки та $162,1 \pm 24 \text{Hu}$ і $127,4 \pm 15,4 \text{Hu}$ в області задньої стінки відповідно до вищезазначеного порядку. Вікове достовірне зниження щільності кісткової тканини верхньощелепної пазухи посилюється в період менопаузи. У жінок з меншим індексом маси тіла ці зміни більш виражені. Величина змін в кістковій тканині верхньощелепної пазухи нижче, ніж в губчастій тканині I шийного хребця.

4. Особливості конфігурації, близькість зубів, розташування півмісяцевого розтвору створюють сприятливі умови для розвитку запальних процесів ($r=0,93$). Клітина Галлера визначається лише у 4,75 %. Клітина Оноді, спостерігається в 1,25 % випадків. Найчастішою знахідкою серед усіх варіантів пневматизації комірок решітчастого лабіринту є лобова комірка, яка визначається у 6,5 % досліджуваних випадків. У 15,6 % розміри середньої носової раковини є значущими та вона повністю закриває середній носовий хід, розташовується з гачкуватим відростком і решітчастим пухирцем, блокуючи сполучення між приносковими пазухами та порожниною носу.

5. Стінки верхньощелепної пазухи можна розділити на щільні та ті, які мають низьку щільність, а за товщиною – на товсті та тонкі. За комбінацією цих факторів всі стінки слід розділити на: щільні та товсті; щільні та тонкі; товсті зі зниженою щільністю; тонкі зі зниженою щільністю.

6. 3D моделювання ОМК дозволяє повністю повторити анатомічну конфігурацію компонентів остіомеатального комплексу при мінімальних

відмінностях показників між 3D моделюванням та прижетєвим оглядом. Метод розрахунку невизначеності показників дозволяє нівелювати похибки під час вимірювань, а автоматизоване вимірювання елементів ПНП дозволяє уникнути помилки оператора. Досліджувані параметри будови мають вкрай важливе значення, так як, змінюючись під дією фізіологічних (вік, стать, гормональний профіль у менопаузальному періоді), чи патологічних процесів (хронічні чи виражені гострі запальні процеси) може стати осередком для розповсюдження запальних процесів на сусідні області чи тканини.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Отримані дані мають бути враховані при підготовці фахівців на теоретичних морфологічних кафедрах закладів вищої освіти, кафедрах патоморфології, судової медицини та особливо на кафедрах отоларингологічного, стоматологічного, хірургічного профілів.

2. Результати дослідження суттєво доповняють теоретичне та практичне обґрунтування у плануванні чи розробці новітніх оперативних втручань у отоларингології та допоможуть лікарям уникати можливих ускладнень у ході виконання різноманітних маніпуляцій на структурах ПНП.

3. Встановлені особливості будови ПНП та ОМК людини, залежність структури кісток ПНП від будови, конфігурації об'єму пазух можна використовувати в отоларингології для прогнозування ризику виникнення патологічних процесів та ризику їхнього розповсюдження на суміжні органи та тканини. Визначені особливості будови та функціонування компонентів ОМК, що забезпечують адекватну вентиляцію ПНП також рекомендовано використовувати у отоларингології.

4. Дослідження 3D моделі ПНП можуть допомогти лікарям різних спеціальностей у плануванні пластичних та реконструктивних оперативних втручань. А також стануть у нагоді для навчання студентів та тренування лікарів та іншого медичного персоналу.

5. Спосіб автоматичного вимірювання товщини кісток раціонально використовувати у рентгенології для зниження навантаження на лікарів-рентгенологів, що має забезпечити підвищення інформативності інтерпретації даних СКТ.

6. «Спосіб діагностики форми хронічного верхньощелепного синуситу» та «Спосіб вибору оптимального оперативного доступу при ендоскопічному лікуванні гаймориту» засновані на визначенні індивідуальних анатомічних особливостей ПНП та можуть бути корисними

лікарям-отоларингологам для діагностики та планування оперативних втручань.

7. Анкета, що розроблена для визначення ймовірності хронізації верхньощелепного синуситу та його ускладнень (додаток до історії хвороби або медичної карти амбулаторного хворого) дозволить лікарям-отоларингологам та сімейним лікарям оцінити ризики розвитку запальних процесів в ПНП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Venkatesh A. Thieme Atlas of Anatomy, Volume 3: Head, Neck and Neuroanatomy, 2nd edn By M. Schuenke, E. Schulte, U. Schumacher; Consulting Editors: B. R. MacPherson, C. Stefan. (ISBN 978-1-62623-120-7.) New York, Stuttgart, Delhi, Rio de Janeiro: Thieme Medical Publishers. J Anat. 2016 Oct;229(4):600-604.
2. Quinn T. Gray's Atlas of Anatomy by Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, Richard M. Tibbitts, and Paul E. Richardson. Clinical Anatomy. 2008;21(8):845-845.
3. McGurk S. Moore: Clinically Oriented Anatomy – Seventh international edition Moore: Clinically Oriented Anatomy – Seventh international edition. Nursing Standard. 2013;28(2):28-28.
4. Jankowski R, Nguyen D, Poussel M, Chenuel B, Gallet P, Rumeau C. Sinusology. European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases. 2016 Sep;133(4):263-8.
5. Behrbohm H. Welche Funktion haben die Nasennebenhöhlen? HNO. 2020;69(1):73-73.
6. Gohar MS, Asif Niazi S, Baber Niazi S. Functional Endoscopic Sinus Surgery as a primary modality of treatment for primary and recurrent nasal polyposis. Pak J Med Sci. 2017 Apr 6;33(2):380-382.
7. Довбня ЮМ, Проніна ОМ. Морфометрична характеристика серозних залоз слизової оболонки лобової пазухи людини. Актуальні проблеми сучасної медицини. 2017; 4(52):227-229.
8. Lupyr MV. Anatomical characteristics of the frontal and maxillary sinuses. CAOS. 2013 May 23;12(2):69-72.
9. Абатуров АЕ, Герасименко ОМ, Петренко ЛЛ, Дитятковский ВО, Либенко Н.М. Подходы к лечению риносинусита у детей. Здоровье ребенка. 2012;7 (42):101-103.

10. Lund VJ, Stammberger H, Fokkens WJ, Beale T, Bernal-Sprekelsen M, Eloy P, Georgalas C, Gerstenberger C, Hellings P, Herman P, Hosemann WG, Jankowski R, Jones N, Jorissen M, Leunig A, Onerci M, Rimmer J, Rombaux P, Simmen D, Tomazic PV, Tschabitscherr M, Welge-Luessen A. European position paper on the anatomical terminology of the internal nose and paranasal sinuses. *Rhinol Suppl.* 2014 Mar;24:1-34.

11. Полстяной АА. Морфологические особенности и вариантная анатомия решетчатого лабиринта человека. *Молодой ученый.* 2016; 12(39): 320-323.

12. Sandhaus H, Chen PG. Intraoperative Functional Endoscopic Sinus Surgery Training: Efficient Teaching Techniques—A New Method. *Clin Med Insights Ear Nose Throat.* 2018 Jan 1;11:117955061875864.

13. Mossa-Basha M, Blitz AM. Imaging of the Paranasal Sinuses. *Seminars in Roentgenology.* 2013 Jan;48(1):14-34. Cohnen M. Radiologische Diagnostik der Nasennebenhöhlen. *Radiologe.* 2010 Mar;50(3):277-96.

14. De Zani D, Borgonovo S, Biggi M, Vignati S, Scandella M, Lazzaretti S, et al. Topographic comparative study of paranasal sinuses in adult horses by computed tomography, sinuscopy, and sectional anatomy. *Vet Res Commun.* 2010 Jun;34(S1):13-6.

15. Cohnen M. Radiologische Diagnostik der Nasennebenhöhlen. *Radiologe.* 2010 Mar;50(3):277-96.

16. Yazici D. The Analysis of Computed Tomography of Paranasal Sinuses in Nasal Septal Deviation. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2019;30(2):e143-e147.

17. Patel CR, Fernandez-Miranda JC, Wang W, Wang EW. Skull Base Anatomy. *Otolaryngologic Clinics of North America.* 2016 Feb;49(1):9-20.

18. Pronina OM, Koptev MM, Vynnyk NI, Proskurnya SA, Filenko BM. Current view on the structure and function of the frontal sinus: literature review. *Wiad Lek.* 2018;71(6):1215-1218.

19. Бойчук ОМ, Макар БГ. Будова решітчастої кістки та суміжних анатомічних структур у зрілому віці онтогенезу людини. Український журнал клінічної та лабораторної медицини. 2013;8(3):117-121.
20. Бамбуляк АВ, Кузник НБ, Макар БГ. Вікові зміни лобових пазух в онтогенезі людини. Клінічна стоматологія. 2013;3(4): 91-92.
21. Бойчук ОМ, Сикирицька ТБ, Гончаренко ВА, Бамбуляк АВ, Макар БГ. Будова решітчастої кістки у періоді раннього дитинства. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2013;12(3):45-46.
22. Шкробанець АА, Макар БГ, Лойтра АО. Розвиток та становлення топографії лобового нерва в пренатальному періоді онтогенезу людини. Вісник проблем біології і медицини. 2011;2(2):308-310.
23. Sazonova O, Vovk O, Hordiichuk D, Ikramov V. [ANATOMICAL Features of the Maxillary Alveolar Arch in adulthood]. Georgian Med News. 2019 Feb;(287):111-114.
24. Довбня ЮН, Проніна ОМ. Морфометрична характеристика серозних залоз слизової оболонки лобової пазухи людини. Актуальні проблеми сучасної медицини. 2015;15(4):227-229.
25. Проніна ОМ, Сербін СІ, Пирог-Заказникова АВ, Половик ОЮ, Рожнов ВГ. Порівняльна Морфометрична характеристика структурних елементів слизової оболонки перетинки та задньої стінки лобової пазухи людини в нормі. Вісник проблем біології і медицини. 2014;2(2):98-102.
26. Безшапочный СБ, Гасюк ЮА., Лобурец ВВ, Вахнина АБ. Механизмы местной защиты слизистой оболочки полости носа и околоносовых пазух. Вестник оториноларингологии. 2013;78(4):44-47.
27. Безшапочный СБ, Гасюк ЮА., Лобурец ВВ, Лобурець АВ. Аеродинаміка порожнини носа та приносних пазух. Вісник проблем біології і медицини 2018;1(146):52–56.
28. Bezshapochnyy S, Podovzhniy O, Gryshyna I. The combined therapy of patients after endoscopic surgery of the nasal cavity. SP. 2016 Apr 30;75(3):55-7.

29. Безшапочный СБ, Лобурец ВВ, Лобурець АВ .Оптимізація ведення пацієнтів з хронічним риносинуситом, що зазнали ендоскопічного риносинусохірургічного втручання. Оториноларингологія; 2018; 1(1), 26–31.
30. Lupyr A, Yurevych N, Domina Y, Kalashnyk I, Bondarenko O. Prevailing clinico-pathogenetic parameters in patients with polypous rhinosinusitis. Georgian Med News 2018(284):41-46.
31. Onishchenko AI, Lupyr AV, Tkachenko AS, Gorbach TV, Nakonechna OA, Gubina-Vakulyck GI. Epithelial-to-mesenchymal transition and some parameters of extracellular matrix remodeling in chronic rhinosinusitis with nasal polyps. Hum Vet Med 2018;10(3):128-132.
32. Khojastepour L, Mirhadi S, Mesbahi SA. Anatomical Variations of Ostiomeatal Complex in CBCT of Patients Seeking Rhinoplasty. J Dent (Shiraz). 2015 Mar;16(1):42-8.
33. Rusu M, Măru N, Sava C, Săndulescu M, Dincă D. Rare anatomic variation: Giant unilateral concha bullosa superior. Morphologie. 2019 Mar;103(341):54-9.
34. Măru N, Rusu MC, Săndulescu M. Variant anatomy of nasal turbinates: supreme, superior and middle conchae bullosae, paradoxical superior and inferior turbinates, and middle accessory turbinate. Rom J Morphol Embryol. 2015;56(3):1223-6.
35. Rusu MC, Stoenescu MD. Rare Anatomic Variation: Pneumatized Secondary Middle Turbinate. Curr Health Sci J. 2020 Jul-Sep;46(3):297-9.
36. Rusu MC, Săndulescu M, Sava CJ, Dincă D. Bifid and secondary superior nasal turbinates. Folia Morphol (Warsz). 2019;78(1):199-203.
37. Xi J, Yuan J, Si X, Hasbany J. Numerical optimization of targeted delivery of charged nanoparticles to the ostiomeatal complex for treatment of rhinosinusitis. IJN. 2015 Jul;10:4847.
38. Yerokhin A, Turuta O, Babii A, Nechyporenko A, Mahdalina I. Usage of phase space diagram to finding significant features of rhinomanometric

signals. 2016 XIth International Scientific and Technical Conference Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). 2016;70-74.

39. Oyama K, Tahara S, Hirohata T, Ishii Y, Prevedello DM, Carrau RL, et al. Surgical Anatomy for the Endoscopic Endonasal Approach to the Ventrolateral Skull Base. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2017 Oct 15;57(10):534-41.

40. Liu J, Han J, Yang D, Liu D, Li R, Yu Y, et al. [Surgical anatomy, technique and application of endoscopic endonasal transpterygoid approach in skull base surgery]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2015 Nov;50(11):909-14.

41. Vaid S, Vaid N. Normal Anatomy and Anatomic Variants of the Paranasal Sinuses on Computed Tomography. *Neuroimaging Clinics of North America*. 2015 Nov;25(4):527-48.

42. Parks ET. Cone Beam Computed Tomography for the Nasal Cavity and Paranasal Sinuses. *Dental Clinics of North America*. 2014 Jul;58(3):627-51.

43. Bui NL, Ong SH, Foong KWC. Automatic segmentation of the nasal cavity and paranasal sinuses from cone-beam CT images. *Int J CARS*. 2015 Aug;10(8):1269-77.

44. Vogiatzi T, Kloukos D, Scarfe W, Bornstein M. Incidence of Anatomical Variations and Disease of the Maxillary Sinuses as Identified by Cone Beam Computed Tomography: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014 Nov;29(6):1301-14.

45. Ott K. Computed Tomography of Adult Rhinosinusitis. *Radiol Technol*. 2018 Jul;89(6):571CT-591CT.

46. Zojaji R, Nekooei S, Naghibi S, Mazloun Farsi Baf M, Jalilian R, Masoomi M. Accuracy of limited four-slice CT-scan in diagnosis of chronic rhinosinusitis. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 2015 Dec;132(6):333-5.

47. Naeini AS, Karimi-Galougahi M, Raad N, Ghorbani J, Taraghi A, Haseli S, et al. Paranasal sinuses computed tomography findings in anosmia of COVID-19. *American Journal of Otolaryngology*. 2020 Nov;41(6):102636.

48. Fokkens W, Lund V, Hopkins C, Hellings P, Kern R, Reitsma S, et al. Executive Summary of EPOS 2020 Including Integrated Care Pathways. *Rhinology*. 2020 Apr 1;58(2):82-111.
49. Chmielewski PP, Strzelec B. Should Terminologia Anatomica be revised and extended? A critical literature review. *Folia Morphol*. 2015 Sep 3;79(1):1-14.
50. Chmielewski PP. New Terminologia Anatomica highlights the importance of clinical anatomy. *Folia Morphol*. 2015 Sep 3;79(1):15-20.
51. Naeini AS, Karimi-Galougahi M, Raad N, Ghorbani J, Taraghi A, Haseli S, Mehrparvar G, Bakhshayeshkaram M. Paranasal sinuses computed tomography findings in anosmia of COVID-19. *Am J Otolaryngol*. 2020 Nov-Dec;41(6):102636. doi: 10.1016/j.amjoto.2020.102636.
52. Chrcanovic B, Gomez R. Juvenile ossifying fibroma of the jaws and paranasal sinuses: a systematic review of the cases reported in the literature. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020 Jan;49(1):28-37.
53. Johnson SM, Honeybrook AL, Ramprasad VH, Abi Hachem R, Jang DW. Radiodensity of the Ostiomeatal Complex in Recurrent Acute Rhinosinusitis. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017 Nov;157(5):887-90.
54. McCann JM, Tyler D, Foss RD. Sino-Orbital Osteoma With Osteoblastoma-Like Features. *Head and Neck Pathol*. 2015 Dec;9(4):503-505.
55. Oliver JD. Applying to Plastic Surgery Residency While In-Recovery From Skull Base Excision. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*. 2019 Oct;56(9):1263.
56. Mavrodi A, Paraskevas G. Evolution of the paranasal sinuses' anatomy through the ages. *Anat Cell Biol*. 2013;46(4):235.
57. Feldmann H. Die Kieferhöhle und ihre Erkrankungen in der Geschichte der Rhinologie. *Laryngo-Rhino-Otol*. 1998 Oct;77(10):587-95.
58. Stammberger H. History of rhinology: anatomy of the paranasal sinuses. *Rhinology*. 1989 Sep;27(3):197-210.

59. Wells WA. Nathaniel highmore, seventeenth century pioneer in anatomy and embryology. 1613-1685. *Laryngoscope*. 1948 Jun;58(6):583-97.
60. Wells WA. Nathaniel highmore, seventeenth century pioneer in anatomy and embryology. 1613-1685. *Laryngoscope*. 1948 Jun;58(6):583-97.
61. Blanton PL, Biggs NL. Eighteen hundred years of controversy: The paranasal sinuses,. *Am J Anat*. 1969 Feb;124(2):135-47.
62. АМИТИН ВВ. О роли Н.И. Пирогова в развитии оториноларингологии. *Вестн. Оториноларингологии*, 1964;3: 18-23
63. Blanton PL, Biggs NL. Eighteen hundred years of controversy: The paranasal sinuses,. *Am J Anat*. 1969 Feb;124(2):135-47.
64. Cohnen M .Radiologische Diagnostik der Nasennebenhöhlen. *HNO*. 2011;59(7):713-734.
65. Prokopakis EP, Kalogjera L, Karatzanis AD. Pediatric Severe Chronic Upper Airway Disease (P-SCUAD). *Curr Allergy Asthma Rep*. 2015 Dec;15(12):68.
66. Wang RG, Jiang SC, Gu R. The cartilaginous nasal capsule and embryonic development of human paranasal sinuses. *J Otolaryngol*. 1994 Aug;23(4):239-43.
67. Bingham B, Wang R, Hawke M, Kwok P. The Embryonic Development of the Lateral Nasal Wall From 8 to 24 Weeks. *The Laryngoscope*. 1991 Sep;101(9):992-997.
68. 10. Neskey D, Eloy J, Casiano R. Nasal, Septal, and Turbinate Anatomy and Embryology. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 2009;42(2):193-205.
69. Pohunek P. Development, structure and function of the upper airways. *Paediatric Respiratory Reviews*. 2004 Mar;5(1):2-8.
70. Sadler TW. *Langman 39 s Medical_Embryology* 12th Ed. 2012;282-283.
71. Jankowski R, Perrot C, Nguyen D, Rumeau C. Structure of the lateral mass of the ethmoid by curved stacking of endoturbinale elements.

European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases. 2016 Nov;133(5):325-9.

72. Dargaud J, Cotton F, Buttin R, Morin A. Le sinus maxillaire: évolution en fonction de l'âge [The maxillary sinus: evolution and function in aging]. *Morphologie*. 2003 Mar;87(276):17-22.

73. Iida E, Anzai Y. Imaging of Paranasal Sinuses and Anterior Skull Base and Relevant Anatomic Variations. *Radiologic Clinics of North America*. 2017 Jan;55(1):31-52.

74. Itagi RM. Optic Nerve Canal Relation to Posterior Paranasal Sinuses in Indian Ethnics: Review and Objective Classification. *JCDR*. 2017; 11(4):TC01–TC03.

75. Paulsson B, Dolata J, Ohlin P, Larsson I, Lindberg S. Paranasal Sinus Ventilation in Healthy Subjects and in Patients with Sinus Disease Evaluated with the 133-Xenon Washout Technique. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2001 Jul;110(7):667-74.

76. Blanton PL, Biggs NL. Eighteen hundred years of controversy: The paranasal sinuses. *Am J Anat*. 1969 Feb;124(2):135-47.

77. Kasahara N, Morita W, Tanaka R, Hayashi T, Kenmotsu S, Ohshima H. The Relationships of the Maxillary Sinus With the Superior Alveolar Nerves and Vessels as Demonstrated by Cone- Beam CT Combined With μ -CT and Histological Analyses. *Anat Rec (Hoboken)*. 2016 May;299(5):669-78. doi: 10.1002/ar.23327.

78. Beam CT Combined With μ -CT and Histological Analyses. *Anat Rec*. 2016 May;299(5):669-78.

79. Lovasova K, Kachlik D, Rozpravkova M, Matusevska M, Ferkova J, Kluchova D. Three-dimensional CAD/CAM imaging of the maxillary sinus in ageing process. *Ann Anat*. 2018 Jul;218:69-82.

80. Kwak H, Park H, Yoon H, Kang M, Koh K, Kim H. Topographic anatomy of the inferior wall of the maxillary sinus in Koreans. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2004 Jun;33(4):382-8.

81. Kim HJ, Choi JH, Lee JY. Evaluation of Recurrent Maxillary Sinusitis due to Middle Meatal Antrostomy Site Stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2020 Oct;129(10):964-8.

82. Yehouessi-Vignikin B, Vodouhe SJ. Maxillary sinusitis: 1752 cases at the ear-nose-throat department of a teaching hospital in Cotonou, Benin. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2013 Sep;130(4):183-7. doi: 10.1016/j.anorl.2012.01.006.

83. Whyte A, Boeddinghaus R. Imaging of odontogenic sinusitis. *Clinical Radiology*. 2019;74(7):503-516.

84. Bahşi İ, Orhan M, Kervancıoğlu P, Yalçın E. Morphometric evaluation and surgical implications of the infraorbital groove, canal and foramen on cone-beam computed tomography and a review of literature. *Folia Morphol*. 2019 May 28;78(2):331-43.

85. Shcherbakov D, Kryukov A, Krasnozhen V, Hukumatshoev A, Karimova A. Certain morphometric characteristics of the normal maxillary sinus. *Vestnik otorinolaringologii*. 2017;82(4):44.

86. Sánchez-Pérez A, Boracchia AC, López-Jornet P, Boix-García P. Characterization of the Maxillary Sinus Using Cone Beam Computed Tomography. A Retrospective Radiographic Study. *Implant Dentistry*. 2016 Dec;25(6):762-9.

87. Villarreal R, Wrobel BB, Macias-Valle LF, Davis GE, Prihoda TJ, Luong AU, et al. International assessment of inter- and intrarater reliability of the International Frontal Sinus Anatomy Classification system. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2019 Jan;9(1):39-45.

88. Tran LV, Ngo NH, Psaltis AJ. A Radiological Study Assessing the Prevalence of Frontal Recess Cells and the Most Common Frontal Sinus Drainage Pathways. *Am J Rhinol Allergy*. 2019 May;33(3):323-330. doi: 10.1177/1945892419826228.

89. Choby G, Thamboo A, Won T, Kim J, Shih L, Hwang P. Computed tomography analysis of frontal cell prevalence according to the International

Frontal Sinus Anatomy Classification. *International Forum of Allergy & Rhinology*. 2018;8(7):825-830.

90. Choby G, Thamboo A, Won T, Kim J, Shih L, Hwang P. Computed tomography analysis of frontal cell prevalence according to the International Frontal Sinus Anatomy Classification. *International Forum of Allergy & Rhinology*. 2018;8(7):825-830.

91. Kalaycik Ertugay C, Araz Server E, Karagoz Y, Yigit O, Sunter AV, Yasak AG. Computed tomography analysis of intranasal distance of frontal and sphenoid sinus ostiums in children. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2018 Sep;275(9):2281-9.

92. Tatreau J, Patel M, Shah R, McKinney K, Wheless S, Senior B et al. Anatomical considerations for endoscopic endonasal skull base surgery in pediatric patients. *The Laryngoscope*. 2010;120(9):1730-1737.

93. Shumway CL, Motlagh M, Wade M. Anatomy, Head and Neck, Orbit Bones. 2020 Aug 23. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.

94. Mommers X, Zwetyenga N, Meningaud J. Reconstruction différée de la paroi antérieure du sinus frontal par voie endoscopique : note technique. *Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Orale*. 2015;116(5):308-311.

95. Righini C, Atallah I, Reyt E. Optimal enlargement of the frontal sinus approach. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 2016;133(5):349-353.

96. Devaraja K, Verma H, Kumar R. Implication of frontal sinus mucocele's location and intrasinus septation. *BMJ Case Reports*. 2019;12(3):e226830.

97. Dalgorf DM, Harvey RJ. Chapter 1: Sinonasal anatomy and function. *Am J Rhinol Allergy*. 2013 May-Jun;27 Suppl 1:S3-6. doi: 10.2500/ajra.2013.27.3888.

98. Michel J, Paganelli A, Varoquaux A, Piercecchi-Marti M, Adalian P, Leonetti G, et al. Determination of Sex: Interest of Frontal Sinus 3D Reconstructions. *J Forensic Sci.* 2015 Mar;60(2):269-73.

99. Yüksel Aslier NG, Karabay N, Zeybek G, Keskinoglu P, Kiray A, Sütay S, et al. The classification of frontal sinus pneumatization patterns by CT-based volumetry. *Surg Radiol Anat.* 2016 Oct;38(8):923-30.

100. Štoković N, Trkulja V, Čuković-Bagić I, Lauc T, Grgurević L. Anatomical variations of the frontal sinus and its relationship with the orbital cavity. *Clin Anat.* 2018 May;31(4):576-82.

101. Natsis K, Karabatakis V, Tsikaras P, Chatzibalas T, Stangos A, Stangos N. Frontal Sinus Anatomical Variations with Potential Consequences for the Orbit. Study on Cadavers. *Morphologie.* 2004;88(280):35-38.

102. Gadekar NB, Kotrashetti VS, Hosmani J, Nayak R. Forensic application of frontal sinus measurement among the Indian population. *J Oral Maxillofac Pathol.* 2019 Jan-Apr;23(1):147-51.

103. Khatun S. Cephalic Index in Indigenous Tharu Community. *JNMA J Nepal Med Assoc.* 2018 Sep-Oct;56(213):825-829.

104. Ostea M, Bondor C, Muntean A, Badea ME, Mesaroş A, Kuijpers-Jagtman AM. Proximity of the roots of posterior teeth to the maxillary sinus in different facial biotypes. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2018 Sep;154(3):346-55.

105. Assiri M, Shafik S, Tawfig A. Association between gingival tissue biotype and different facial phenotypes. *The Saudi Dental Journal.* 2019 Oct;31(4):476-80.

106. Gibelli D, Borlando A, Dolci C, Pucciarelli V, Cattaneo C, Sforza C. Anatomical characteristics of greater palatine foramen: a novel point of view. *Surg Radiol Anat.* 2017 Dec;39(12):1359-1368. doi: 10.1007/s00276-017-1899-7.

107. Manandhar B. Cephalic index among Nepalese Medical Students. *Orthodontic Journal of Nepal.* 2017;7(2):20-3, Lobo SW, Chandrashekhara TS,

Kumar S. Cephalic index of Gurung community of Nepal- An anthropometric study. KUMJ. 2005;3(11):263-5.

108. Alieva SA, Shadlinsky VB, Movsumov NT. Alieva SA, Shadlinsky VB, Movsumov NT. Sex-related features of the asymmetry of craniometrics parameters in various forms of the facial skull. MorphoLetter. 2019 Dec 30;27(4):9-15. MorphoLetter. 2019 Dec 30;27(4):9-15.

109. Kolte RA, Kolte AP, Kharkar VV, Bawankar P. Influence of facial index, facial profile, lip size, and angulations of teeth on gingival characteristics of anterior teeth: A gender-based evaluation. J Esthet Restor Dent. 2020 Jul;32(5):496-504.

110. Khatun S. Cephalic Index in Indigenous Tharu Community. JNMA J Nepal Med Assoc. 2018 Sep-Oct;56(213):825-829.

111. Долженко ЮВ. Сільське населення чернігово-сіверщини х–хiii ст. за даними краниометрії. Сторінки історії. 2018;31 (47): 7-29.

112. Сткляніна ЛВ, Майстренко ОМ, Павленко ОВ, Герасименко ОА. Расові відмінності краниометричних параметрів у сучасних підлітків. Світ медицини і біології. 2014;10(47), 61-63.

113. Коваленко ИП, Мареев ГО. Компьютерная томография в измерении антропометрических параметров лицевого скелета человека. Перспективы науки. 2012;7 (34):21–24.

114. Мареев ОВ, Николенко ВН, Мареев ГО, Алешкина ОЮ, Маркеева МВ, Кучмин ВН, Яковлев НМ, Гейв МЭ. Виртуальная краниометрия как новый метод в краниологии. Перспективы науки SCIENCEPROSPECTS. 2014;(58), С:10.

115. Farronato G, Galbiati G, Esposito L, Mortellaro C, Zanoni F, Maspero C. Three-Dimensional Virtual Treatment Planning. Journal of Craniofacial Surgery. 2018 Jul;29(5):e433-e437.

116. Hoeffner E, Mukherji S, Srinivasan A, Quint D. Neuroradiology Back to the Future: Head and Neck Imaging. AJNR Am J Neuroradiol. 2012 Dec;33(11):2026-32.

117. Anzai Y, Jarvik JG, Sullivan SD, Hollingworth W. The Cost-Effectiveness of the Management of Acute Sinusitis. *American Journal of Rhinology*. 2007 Jul;21(4):444-51.

118. van den Broek MFM, Gudden C, Kluijfhout WP, Stam-Slob MC, Aarts MCJ, Kaper NM, et al. No Evidence for Distinguishing Bacterial from Viral Acute Rhinosinusitis Using Symptom Duration and Purulent Rhinorrhea. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014 Apr;150(4):533-7.

119. Zagólski O, Strek P. Badania ultrasonograficzne nosa i zatok przynosowych [Ultrasonography of the nose and paranasal sinuses]. *Pol Merkur Lekarski*. 2007 Jan;22(127):32-5.

120. Nemati S, Jandaghi AB, Banan R, Aghajanzpour M, Kazemnezhad E. Ultrasonography Findings in Nasal Bone Fracture; 6-Month Follow-up: Can We Estimate Time of Trauma?. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2015 Apr;272(4):873-6.

121. Arks ET. Cone Beam Computed Tomography for the Nasal Cavity and Paranasal Sinuses. *Dental Clinics of North America*. 2014 Jul;58(3):627-51.

122. Cellina M, Gibelli D, Cappella A, Martinenghi C, Belloni E, Oliva G. Nasal cavities and the nasal septum: Anatomical variants and assessment of features with computed tomography. *Neuroradiol J*. 2020 Aug;33(4):340-7.

123. Kim SK. Identification of 613 new loci associated with heel bone mineral density and a polygenic risk score for bone mineral density, osteoporosis and fracture. *PLoS One*. 2018 Jul 26;13(7):e0200785. doi: 10.1371/journal.pone.0200785. Erratum in: *PLoS One*. 2019 Mar 13;14(3):e0213962.

124. Lupsa BC, Insogna K. Bone Health and Osteoporosis. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*. 2015 Sep;44(3):517-30.

125. Shaw N, Crabtree N. Bone density in children: what are we measuring? *Arch Dis Child*. 2019 Nov;104(11):1108-11.

126. Delshad M, Beck KL, Conlon CA, Mugridge O, Kruger MC, von Hurst PR. Validity of quantitative ultrasound and bioelectrical impedance

analysis for measuring bone density and body composition in children. *Eur J Clin Nutr*. 2021 Jan;75(1):66-72. doi: 10.1038/s41430-020-00711-6.

127. Barna OM, Korost YV, Lukianets EY. Determination of mineral density of bones in pregnant women by ultrasonic densitometry method for diagnosis of osteopenic syndrome. *Medicine of Ukraine*. 2019 Jun 27;0(5(231)):28-33.

128. Perez-Pinas I, Sabate J, Carmona A, Catalina-Herrera CJ, Jimenes-Cstellanos J. Anatomical variations in the human paranasal sinus region studied by CT. *J Anatomy*. 2000 Aug;197(2):221-7.

129. Beale TJ, Madani G, Morley SJ. Imaging of the Paranasal Sinuses and Nasal Cavity: Normal Anatomy and Clinically Relevant Anatomical Variants. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 2009 Feb;30(1):2-16.

130. Minenkov GO, Nasyrov VA, Islamov IM, Solodchenko NV, Skorobogatova OV. The modern possibilities for the application of multispiral computed tomography in diagnostics of paranasal sinuses mycetomas. *Vestn otorinolaringol*. 2017;82(3):22.

131. DenOtter TD, Schubert J. Hounsfield Unit. 2021 Mar 16. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.

132. Razi T, Niknami M, Alavi Ghazani F. Relationship between Hounsfield Unit in CT Scan and Gray Scale in CBCT. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2014 Spring;8(2):107-10. doi: 10.5681/joddd.2014.019. Epub 2014 Jun 11.

133. Jacobs JM, Chou EL, Tagg NT. Rapid remodeling of the maxillary sinus in silent sinus syndrome. *Orbit*. 2019 Apr;38(2):166-168. doi: 10.1080/01676830.2018.1473450.

134. Duignan M, Wood A. Arrested pneumatization of the skull base: an under-recognized skull base anomaly. *ANZ J Surg*. 2021 Jan;91(1-2):E69-E71. doi: 10.1111/ans.16118.

135. Aring AM, Chan MM. Current Concepts in Adult Acute Rhinosinusitis. *Am Fam Physician*. 2016 Jul 15;94(2):97-105.

136.Karki S , Pokharel M , Suwal S , Poudel R . Prevalence of Anatomical Variations of the Sinonasal Region and their Relationship with Chronic Rhinosinusitis. Kathmandu Univ Med J (KUMJ). 2016 Oct.-Dec.;14(56):342-346.

137.Drago L, Pignataro L, Torretta S. Microbiological Aspects of Acute and Chronic Pediatric Rhinosinusitis. JCM. 2019 Jan 28;8(2):149.

138.Sahlstrand-Johnson P, Jannert M, Strömbeck A, Abul-Kasim K. Computed tomography measurements of different dimensions of maxillary and frontal sinuses. BMC Med Imaging. 2011 Apr 5;11:8. doi: 10.1186/1471-2342-11-8.

139.Cohen O, Warman M, Fried M, Shoffel-Havakuk H, Adi M, Halperin D, Lahav Y. Volumetric analysis of the maxillary, sphenoid and frontal sinuses: A comparative computerized tomography based study. Auris Nasus Larynx. 2018 Feb;45(1):96-102. doi: 10.1016/j.anl.2017.03.003.

140.Barghouth G, Prior JO, Lepori D, Duvoisin B, Schnyder P, Gudinchet F. Paranasal sinuses in children: size evaluation of maxillary, sphenoid, and frontal sinuses by magnetic resonance imaging and proposal of volume index percentile curves. Eur Radiol. 2002 Jun;12(6):1451-8. doi: 10.1007/s00330-001-1218-9.

141.Hosemann W, Grimm A. Chirurgische Anatomie der Kieferhöhle [Surgical anatomy of the maxillary sinus]. HNO. 2020 Aug;68(8):555-565. German. doi: 10.1007/s00106-020-00868-3.

142.Hosemann W, Grimm A. Chirurgische Anatomie der Kieferhöhle. HNO. 2020 Aug;68(8):555-65.

143.Pérez Sayáns M, Suárez Quintanilla JA, Chamorro Petronacci CM, Suárez Peñaranda JM, López Jornet P, Gómez García F, et al. Volumetric study of the maxillary sinus in patients with sinus pathology. PLoS ONE. 2020 Jun 18;15(6):e0234915.

144.Ata-Ali J, Diago-Vilalta J, Melo M, Bagan L, Soldini M, Di-Nardo C et al. What is the frequency of anatomical variations and pathological findings in

maxillary sinuses among patients subjected to maxillofacial cone beam computed tomography? A systematic review. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2017;22(4):e400-e409.

145. Przystańska A, Rewekant A, Sroka A, Gedrange T, Ekkert M, Jończyk-Potoczna K, et al. Sexual dimorphism of maxillary sinuses in children and adolescents – A retrospective CT study. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*. 2020 May;229:151437.

146. Güngör G, Okur N, Okur E. Uncinate Process Variations and Their Relationship with Ostiomeatal Complex: A Pictorial Essay of Multidetector Computed Tomography (MDCT) Findings. *Pol J Radiol*. 2016 Apr 20;81:173-80. doi: 10.12659/PJR.895885.

147. Alsowey AM, Abdulmonaem G, Elsammak A, Fouad Y. Diagnostic Performance of Multidetector Computed Tomography (MDCT) in Diagnosis of Sinus Variations. *pjr*. 2017;82:713-25.

148. Zhong C, Zhang X. [Microecosystem of ostiomeatal complex and its changes via functional endoscopic sinus surgery]. *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi*. 2005 Apr;19(8):358-60.

149. Gelardi M, Marchisio P, Caimmi D, Incorvaia C, Albertario G, Bianchini S, Caimmi S, Celani C, Esposito S, Fattizzo M, Fiorella ML, Frati F, Labò E, Leo G, Licari A, Marseglia A, Piacentini E, Pignataro L, Quaranta N, Tenconi R, Torretta S, Marseglia GL, Principi N. Pathophysiology, favoring factors, and associated disorders in otorhinolaryngology. *Pediatr Allergy Immunol*. 2012 Aug;23 Suppl 22:5-16. doi: 10.1111/j.1399-3038.2012.01323.x.

150. Dong D, Lyu L, Chen Z, Zhao YL, Liu J, Zhang YQ, et al. [Fabrication and verification of three-dimensional prototyped models of nasal cavities and paranasal sinuses]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2018 Aug 7;53(8):615-20.

151. Alrasheed AS, Nguyen LHP, Mongeau L, Funnell WRJ, Tewfik MA. Development and validation of a 3D-printed model of the ostiomeatal complex and frontal sinus for endoscopic sinus surgery training. *Int Forum Allergy Rhinol*.

2017 Aug;7(8):837-841. doi: 10.1002/alr.21960. Tretiakow D, Tesch K, Meyer-Szary J, Markiet K, Skorek A. Three-dimensional modeling and automatic analysis of the human nasal cavity and paranasal sinuses using the computational fluid dynamics method. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2020 Oct 17.

152. Kim DH, Yun W, Shim J, Park K, Choi D, Park MI, et al. Clinical Application of 3-Dimensional Printing Technology for Patients With Nasal Septal Deformities. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018 Dec 1;144(12):1145.

153. Park SH, Yun BG, Won JY, Yun WS, Shim JH, Lim MH, et al. New application of three-dimensional printing biomaterial in nasal reconstruction. *The Laryngoscope*. 2017 May;127(5):1036-43.

154. Hsieh T, Cervenka B, Dedhia R, Strong EB, Steele T. Assessment of a Patient-Specific, 3-Dimensionally Printed Endoscopic Sinus and Skull Base Surgical Model. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018 Jul 1;144(7):574.

155. Amine M, Lininger L, Fargo KN, Welch KC. Outcomes of endoscopy and computed tomography in patients with chronic rhinosinusitis. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2013 Jan;3(1):73-9.

156. Johnson SM, Honeybrook AL, Ramprasad VH, Abi Hachem R, Jang DW. Radiodensity of the Ostiomeatal Complex in Recurrent Acute Rhinosinusitis. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017 Nov;157(5):887-90.

157. Pirimoglu B, Sade R, Sakat MS, Ogul H, Levent A, Kantarci M. Low-Dose Noncontrast Examination of the Paranasal Sinuses Using Volumetric Computed Tomography. *Journal of Computer Assisted Tomography*. 2018;42(3):482-6.

158. Sedaghat AR. Chronic Rhinosinusitis. *Am Fam Physician*. 2017 Oct 15;96(8):500-506.

159. Jesch P, Bruckmoser E, Bayerle A, Eder K, Bayerle-Eder M, Watzinger F. A pilot-study of a minimally invasive technique to elevate the sinus floor membrane and place graft for augmentation using high hydraulic pressure: 18-month follow-up of 20 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2013 Sep;116(3):293-300. doi: 10.1016/j.oooo.2013.05.014.

160.Bruckmoser E, Gruber R, Steinmassl O, Eder K, Watzinger F, Bayerle-Eder M, et al. Crestal Sinus Floor Augmentation Using Hydraulic Pressure and Vibrations: A Retrospective Single Cohort Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2018 Sep/Oct;33(5):1149-54.

161.Srivastava M, Tyagi S. Role of Anatomic variations of Uncinate Process in Frontal Sinusitis. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*. 2015;68(4):441-444.

162.Tuli IP, Sengupta S, Munjal S, Kesari SP, Chakraborty S. Anatomical Variations of Uncinate Process Observed in Chronic Sinusitis. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013 Apr;65(2):157-61.

163.Qiu XP, Zhang X, Sun Y, Wang JP, Yang Y, Wang B, Li J. [The correlation between the types of the uncinat process superior attachment and chronic frontal sinusitis without nasal polyps]. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2017 May 5;31(9):667-670. Chinese. doi: 10.13201/j.issn.1001-1781.2017.09.004.

164.Qiu XP, Zhang X, Sun Y, Wang JP, Yang Y, Wang B, Li J. [The correlation between the types of the uncinat process superior attachment and chronic frontal sinusitis without nasal polyps]. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2017 May 5;31(9):667-670. doi: 10.13201/j.issn.1001-1781.2017.09.004.

165.Sava CJ, Rusu MC, Săndulescu M, Dincă D. Vertical and sagittal combinations of concha bullosa media and paradoxical middle turbinate. *Surg Radiol Anat*. 2018 Jul;40(7):847-53.

166.Rusu MC, Măru N, Sava CJ, Motoc A, Săndulescu M, Dincă D. The sagittal grooves of the middle nasal turbinate determine paradoxical curvatures and bifidities. *Niger J Clin Pract*. 2020 Apr;23(4):464-469. doi: 10.4103/njcp.njcp_63_19.

167.Ozcan KM, Selcuk A, Ozcan I, Akdogan O, Dere H. Anatomical variations of nasal turbinates. *J Craniofac Surg*. 2008 Nov;19(6):1678-82. doi: 10.1097/SCS.0b013e318188a29d.

168.Dahlstrom K, Olinger A. Anatomic description of the middle meatus and classification of the hiatus semilunaris into five types based upon morphological characteristics. *Clin Anat.* 2014 Mar;27(2):176-81.

169.Hwang K, Wu X, Kim H, Kang YH. Localization of the Maxillary Ostium in Relation to the Reduction of Depressed Nasomaxillary Fractures. *J Craniofac Surg.* 2018 Jul;29(5):1358-1362. doi: 10.1097/SCS.0000000000004449.

170.Hung K, Montalvao C, Yeung AWK, Li G, Bornstein MM. Frequency, location, and morphology of accessory maxillary sinus ostia: a retrospective study using cone beam computed tomography (CBCT). *Surg Radiol Anat.* 2020 Feb;42(2):219-228. doi: 10.1007/s00276-019-02308-6. Jahandideh H, Maleki Delarestaghi M, Jan D, Sanaei A. Assessing the Clinical Value of Performing CT Scan before Rhinoplasty Surgery. *International Journal of Otolaryngology.* 2020 Dec 18;2020:1-7.

171.Koizumi M, Suzuki S, Matsui H, Fushimi K, Yamasoba T, Yasunaga H. Trends in complications after functional endoscopic sinus surgery in Japan: A comparison with a previous study (2007–2013vs. 2013–2017). *Auris Nasus Larynx.* 2020 Oct;47(5):814-9.

172.Nowak S, Oldak A, Kluzik A, Drobnik L. Impact of Controlled Induced Hypotension on Cognitive Functions of Patients Undergoing Functional Endoscopic Sinus Surgery. *Med Sci Monit.* 2016 Mar 18;22:898-907.

173.Graillon N, Boulze C, Adalian P, Loundou A, Guyot L. Use of 3D orbital reconstruction in the assessment of orbital sexual dimorphism and its pathological consequences. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery.* 2017 Feb;118(1):29-34.

174.Chen PG, Bassiouni A, Taylor CB, Psaltis AJ, Alrasheed A, Wrobel B, et al. Teaching Residents Frontal Sinus Anatomy Using a Novel 3-Dimensional Conceptualization Planning Software-Based Module. *Am J RhinolAllergy.* 2018 Nov;32(6):526-32.

175.Chen PG, McMains KC, Tewfik MA, Aden JK, Brown S, Weitzel EK. Teaching frontal sinus anatomy using the frontal sinus masterclass 3- D conceptualization model. *The Laryngoscope*. 2018 Jun;128(6):1294-8.

176.Eloy P, Andrews P, Poirrier AL. Postoperative care in endoscopic sinus surgery: a critical review. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017 Feb;25(1):35-42.

177.Messineo D, Masieri S, Cavaliere C. Role of imaging in allergic rhinology. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2018 Jan-Feb;32(1 Suppl. 1):41-8.

178.Becker SS, O'Malley BB. Evaluation of sinus computed tomography scans: a collaborative approach between radiology and otolaryngology. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013 Feb;21(1):69-73. doi: 10.1097/MOO.0b013e32835b09b7.

179.Yao WC, Regone RM, Huyhn N, Butler EB, Takashima M. Three-dimensional sinus imaging as an adjunct to two-dimensional imaging to accelerate education and improve spatial orientation. *Laryngoscope*. 2014 Mar;124(3):596-601.

180.Hsieh TY, Cervenka B, Dedhia R, Strong EB, Steele T. Assessment of a Patient-Specific, 3-Dimensionally Printed Endoscopic Sinus and Skull Base Surgical Model. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018 Jul 1;144(7):574-579. doi: 10.1001/jamaoto.2018.0473.

181.Murillo Gómez D, Jaramillo AM, Ochoa J. Analysis of the measurement uncertainty and its effects on noise mapping validations. *Journal of Environmental Management*. 2020 Jul;266:110606.

182.Dong Y, Zhou B, Huang Z, Huang Q, Cui S, Li Y, et al. Evaluating bone remodeling by measuring Hounsfield units in a rabbit model of rhinosinusitis: is it superior to measuring bone thickness. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2018 11;8(11):1342-8.

183.Dong Y, Zhou B, Wang X, Huang Z, Wang M, Li Y, Zang H, Fan E, Li Y, Wang X. Computed tomography and histopathological evaluation of

osteitis in rabbit models with rhinosinusitis. *Acta Otolaryngol.* 2017 May;137(5):534-540. doi: 10.1080/00016489.2016.1252060.

184.Georgalas C, Videler W, Freling N, Fokkens W. Global Osteitis Scoring Scale and chronic rhinosinusitis: a marker of revision surgery. *Clin Otolaryngol.* 2010 Dec;35(6):455-61. doi: 10.1111/j.1749-4486.2010.02218.x.

185.Cheng L, Huang ZX, Zhou B, Huang Q, Wang CS, Cui SJ, Ye T, Sun Y. [Clinical implication of global osteitis score system and its role in evaluation of osteitis of chronic rhinosinusitis]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi.* 2013 Feb;48(2):119-22.

186.Connor SE. The Skull Base in the Evaluation of Sinonasal Disease. *Neuroimaging Clinics of North America.* 2015 Nov;25(4):619-51.

187.Qureshi TA, Veeraraghavan H, Sung JS, Kaplan JB, Flynn J, Tonorezos ES, Wolden SL, Morris EA, Oeffinger KC, Pike MC, Moskowitz CS. Automated Breast Density Measurements From Chest Computed Tomography Scans. *J Med Syst.* 2019 Jun 22;43(8):242. doi: 10.1007/s10916-019-1363-9.

188.Zhang XD, Li ZH, Wu ZS, Lin W, Lin WJ, Lin JC, et al. A novel three-dimensional-printed paranasal sinus-skull base anatomical model. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2018 Aug;275(8):2045-9.

189.Neelapu BC, Kharbanda OP, Sardana V, Gupta A, Vasamsetti S, Balachandran R, et al. A pilot study for segmentation of pharyngeal and sino-nasal airway subregions by automatic contour initialization. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2017 Nov;12(11):1877-93.

190.Karpishchenko S, Arustamyan I, Stancheva O, Sharko K, Kaplun D, Bogachev MI. Intraoperative Sphenoid Sinus Volume Measurement as an Alternative Technique to Intraoperative Computer Tomography. *Diagnostics (Basel).* 2020 May 28;10(6):E350.

191.Smith K, Politte D, Reiker G, Nolan TS, Hildebolt C, Mattson C, Tucker D, Prior F, Turovets S, Larson-Prior LJ. Automated measurement of pediatric cranial bone thickness and density from clinical computed tomography.

Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. 2012;2012:4462-5. doi: 10.1109/EMBC.2012.6346957.

192.Kathirvelu D, Vinupritha P, Kalpana V. A computer aided diagnosis system for measurement of mandibular cortical thickness on dental panoramic radiographs in prediction of women with low bone mineral density. *J Med Syst.* 2019 Apr 22;43(6):148. doi: 10.1007/s10916-019-1268-7.

193.Javaid Q, Usmani A. Anthropological significance of sexual dimorphism and the unique structural anatomy of the frontal sinuses: Review of the available literature. *J Pak Med Assoc.* 2020 Apr;70(4):713-718. doi: 10.5455/JPMA.32528.

194.Haghanifar S, Yousefi S, Moudi E, Abesi F, Bijani A, Moghadamnia AA, et al. Accuracy of densitometry of two cone beam computed tomography equipment in comparison with computed tomography. *Electron physician.* 2017 May 25;9(5):4384-90.

195.Hong BY, Ho ES, Zellner E, Phillips JH, Forrest CR. Comparing Cephalic Index and Midsagittal Vector Analysis in Assessing Morphology in Sagittal Synostosis: A CT-Based Morphometric Analysis. *Cleft Palate Craniofac J.* 2019 08;56(7):944-52.

196.Sforza C, de Menezes M, Ferrario V. Soft- and hard-tissue facial anthropometry in three dimensions: what's new. *J Anthropol Sci.* 2013;91:159-184.

197.Braga F, Panteghini M. The utility of measurement uncertainty in medical laboratories. *Clin Chem Lab Med.* 2020 Mar 3;58(9):1407-1413. doi: 10.1515/cclm-2019-1336.

198.Rigo-Bonnin R, Alía P, Canalias F. Measurement uncertainty and metrological traceability of whole blood cyclosporin A mass concentration results obtained by UHPLC-MS/MS. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM).* 2018 Aug 28;56(9):1458-68.

199.Frenkel RB, Farrance I. Uncertainty in Measurement: Procedures for Determining Uncertainty With Application to Clinical Laboratory Calculations. *Adv Clin Chem.* 2018;84:125-207. doi: 10.1016/bs.acc.2017.12.004. Coskun A,

Oosterhuis WP. Statistical distributions commonly used in measurement uncertainty in laboratory medicine. *Biochem med (Online)*. 2020 Feb 15;30(1):5-17.

200. Bolger WE, Stammberger H, Ishii M, Ponikau J, Solaiyappan M, Zinreich SJ. The Anterior Ethmoidal "Genu": A Newly Appreciated Anatomic Landmark for Endoscopic Sinus Surgery. *Clin Anat*. 2019 May;32(4):534-40.

201. Hung K, Montalvao C, Yeung AWK, Li G, Bornstein MM. Frequency, location, and morphology of accessory maxillary sinus ostia: a retrospective study using cone beam computed tomography (CBCT). *Surg Radiol Anat*. 2020 Feb;42(2):219-28.

202. Hwang K, Wu X, Kim H, Kang YH. Localization of the Maxillary Ostium in Relation to the Reduction of Depressed Nasomaxillary Fractures. *J Craniofac Surg*. 2018 Jul;29(5):1358-62.

203. Chen B, Leng S, Yu L, Holmes D, Fletcher J, McCollough C. An Open Library of CT Patient Projection Data. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng*. 2016 Feb 27;9783:97831B.

204. Deshmukh VR, Kulkarni AA. Body Image and its Relation with Body Mass Index among Indian Adolescents. *Indian Pediatr*. 2017 12 15;54(12):1025-1028.

205. Churilla JR. Anthropometrics and Allometry: Beyond Body Mass Index. *Metab Syndr Relat Disord*. 2018 05;16(4):159.

206. Alvim Rde O, Mourao-Junior CA, de Oliveira CM, Krieger JE, Mill JG, Pereira AC. Body mass index, waist circumference, body adiposity index, and risk for type 2 diabetes in two populations in Brazil: general and Amerindian. *PLoS One*. 2014;9(6):e100223.

207. Severinsen MT, Kristensen SR, Johnsen SP, Dethlefsen C, Tjønneland A, Overvad K. Anthropometry, body fat, and venous thromboembolism: a Danish follow-up study. *Circulation*. 2009 Nov 10;120(19):1850-7.

208.O'Rourke JC, Smyth L, Webb AL, Valter K. How Can We Show You, If You Can't See It? Trialing the Use of an Interactive Three-Dimensional Micro-CT Model in Medical Education. *Anat Sci Educ*. 2020 Mar;13(2):206-17.

209.Chaiyasate S, Baron I, Clement P. Analysis of paranasal sinus development and anatomical variations: a CT genetic study in twins. *Clin Otolaryngol*. 2007 Apr;32(2):93-7.

210.Javaid Q, Usmani A. Anthropological significance of sexual dimorphism and the unique structural anatomy of the frontal sinuses: Review of the available literature. *J Pak Med Assoc*. 2020 Apr;70(4):713-718. doi: 10.5455/JPMA.32528.

211.Hwang H, Hwang C, West J, Singh GD. Changes in pediatric paranasal sinuses following biomimetic oral appliance therapy: 3 case reports. *Cranio*. 2019 Nov 2:1-6. doi: 10.1080/08869634.2019.1685217.

212.Demiralp KO, Kursun Cakmak S, Aksoy S, Bayrak S, Orhan K, Demir P. Assessment of paranasal sinus parameters according to ancient skulls' gender and age by using cone-beam computed tomography. *Folia Morphol (Warsz)*. 2019;78(2):344-50.

213.Farias Gomes A, de Oliveira Gamba T, Yamasaki MC, Groppo FC, Haiter Neto F, Possobon RF. Development and validation of a formula based on maxillary sinus measurements as a tool for sex estimation: a cone beam computed tomography study. *Int J Legal Med*. 2019 Jul;133(4):1241-9.

214.Takeda T, Kajiwara R, Omura K, Otori N, Wada K. Analysis of anatomical variation of the inclination of lamellas attached to the skull base and its correlation with the anterior ethmoidal artery floating in the ethmoid sinus for use in endoscopic sinus surgery. *Surg Radiol Anat*. 2020 Sep;42(9):995-1002. doi: 10.1007/s00276-020-02474-y.

215.Cellina M, Gibelli D, Floridi C, Toluian T, Valenti Pittino C, Martinenghi C, Oliva G. Sphenoid sinuses: pneumatisation and anatomical variants-what the radiologist needs to know and report to avoid intraoperative

complications. *Surg Radiol Anat.* 2020 Sep;42(9):1013-1024. doi: 10.1007/s00276-020-02490-y.

216. Turkdogan FT, Turkdogan KA, Dogan M, Atalar MH. Assessment of sphenoid sinus related anatomic variations with computed tomography. *Pan Afr Med J.* 2017 Jun 13;27:109. doi: 10.11604/pamj.2017.27.109.7391.

217. Takahashi Y, Kakizaki H, Nakano T, Asamoto K, Selva D, Leibovitch I. The ethmoidal sinus roof: anatomical relationships with the intracranial cavity. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg.* 2010 Sep-Oct;26(5):372-4. doi: 10.1097/IOP.0b013e3181c94e81.

218. Pant H. Hemostasis in Endoscopic Sinus Surgery. *Otolaryngol Clin North Am.* 2016 Jun;49(3):655-76.

219. El Mograbi A, Ritter A, Najjar E, Soudry E. Orbital Complications of Rhinosinusitis in the Adult Population: Analysis of Cases Presenting to a Tertiary Medical Center Over a 13-Year Period. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2019 Jun;128(6):563-8.

220. Chen YW, Lee FY, Chang PH, Huang CC, Fu CH, Huang CC, et al. A paradigm for evaluation and management of the maxillary sinus before dental implantation. *Laryngoscope.* 2018 06;128(6):1261-7.

221. Ott K. Computed Tomography of Adult Rhinosinusitis. *Radiol Technol.* 2018 Jul;89(6):571-591.

222. Marino MJ, Riley CA, Wu EL, Weinstein JE, Emerson N, McCoul ED. Variability of Paranasal Sinus Pneumatization in the Absence of Sinus Disease. *Ochsner J.* 2020;20(2):170-5.

223. Мареев ОВ, Николенко Д.Н., Алешкина ОЮ, Мареев ГО, Маркеева МВ, Данилова Т.В., Федоров Р.В. Компьютерная краниометрия с помощью современных технологий в современной краниологии. *Морфологические ведомости.* 2015;(1):49-54.

224. Yenigün A. Prevalence of pneumatized uncinat process and accompanying neighboring variations. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg.* 2016 Jul 2;26(4):195-200.

225.Uluyol S, Arslan İB, Demir A, Mercan GC, Dogan O, Çukurova İ. The role of the uncinata process in sinusitis aetiology: isolated agenesis versus maxillary sinus hypoplasia. *J Laryngol Otol.* 2015 May;129(5):458-61.

226.Nechyporenko AS, Reshetnik VM, Alekseeva VV, Yurevych NO, Nazaryan RS, Gargin VV. Implementation and analysis of uncertainty of measurement results for lower walls of maxillary and frontal sinuses. Paper presented at the 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2020.:460-463. doi:10.1109/ELNANO50318.2020.9088916.

227.Nechyporenko AS, Reshetnik VM, Alekseeva VV, Yurevych NO, Nazaryan RS, Gargin VV. Assessment of measurement uncertainty of the uncinata process and middle nasal concha in spiral computed tomography data. Paper presented at the 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019;Proceedings:585-588. doi:10.1109/PICST47496.2019.9061557.

228.Nechyporenko AS, Krivenko SS, Reshetnik VM, Alekseeva VV, Yurevych NO, Nazaryan RS & Gargin VV. Uncertainty of measurement results for anatomical structures of paranasal sinuses. Paper presented at the 2019 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2019 - Proceedings, doi:10.1109/MECO.2019.8760032.

229.Singh GB, Arora N, Tomar S, Kwatra D, Kumar S. The role of sinus CT in surgical treatment decisions for chronic rhinosinusitis. *Am J Otolaryngol.* 2020 Nov-Dec;41(6):102729. doi: 10.1016/j.amjoto.2020.102729.

230.Padoan A, Sciacovelli L, Zhou R, Plebani M. Extra-analytical sources of uncertainty: which ones really matter. *Clin Chem Lab Med.* 2019 Sep 25;57(10):1488-93.

231.Aiyer RG, Upreti G. Endoscopic Endo-nasal Trans-Sphenoidal Approach for Pituitary Adenomas: A Prospective Study. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020 Mar;72(1):36-43.

232.Dammann F. [Imaging of paranasal sinuses today]. *Radiologe*. 2007 Jul;47(7):576, 578-83.

233.Mehrtens JM, Spigarelli MG. Acute sinusitis. *Adolesc Med State Art Rev*. 2010 Aug;21(2):187-201.

234.Greschus S, Albert F, Eichhorn KWG. Bildgebung der Nasennebenhöhlen und der Frontobasis. *HNO*. 2017 Jun;65(6):490-503.

235.Greschus S, Albert F, Eichhorn KWG. Bildgebung der Nasennebenhöhlen und der Frontobasis [Imaging of the paranasal sinuses and anterior skull base]. *HNO*. 2017 Jun;65(6):490-503.

236.Siu J, Shrestha K, Inthavong K, Shang Y, Douglas R. Particle deposition in the paranasal sinuses following endoscopic sinus surgery. *Comput Biol Med*. 2020 01;116:103573.

237.Barber SR, Jain S, Son YJ, Chang EH. Virtual Functional Endoscopic Sinus Surgery Simulation with 3D-Printed Models for Mixed-Reality Nasal Endoscopy. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018 Nov;159(5):933-937. doi: 10.1177/0194599818797586. Epub 2018 Sep 11. PMID: 30200812.

238.Sprinzi GM, Menzler A, Eckel HE, Sittel C, Koebke J, Thumfart WF. Bone density measurements of the paranasal sinuses on plastinated whole-organ sections: anatomic data to prevent complications in endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope*. 1999 Mar;109(3):400-6. doi: 10.1097/00005537-199903000-00011. PMID: 10089965.

239.Pirner S, Tingelhoff K, Wagner I, Westphal R, Rilk M, Wahl FM, Bootz F, Eichhorn KW. CT-based manual segmentation and evaluation of paranasal sinuses. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2009;266(4):507–518. doi: 10.1007/s00405-008-0777-7.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

1. Alekseeva V, Lupyr A, Urevich N, Nazaryan R, Gargin V. Significance of Anatomical Variations of Maxillary Sinus and Ostiomeatal Components Complex in Surgical Treatment of Sinusitis. *Novosti Khirurgii*. 2019;27(2):168-176.
2. Gargin VV, Alekseeva VV, Lupyr AV, Urevich NO, Nazaryan RS, Cheverda VM. Correlation between the bone density of the maxillary sinus and body mass index in women during the menopause. *Problemi Endokrinnoi Patologii* 2019(2):20-26 doi:10.21856/j-PEP.2019.2.03.
3. Nechyporenko AS, Alekseeva VV, Sychova LV, Cheverda VM, Yurevych NO, Gargin VV. Anatomical prerequisites for the development of rhinosinusitis. *Lek Obz* 2020;6(10):334-338.
4. Alekseeva VV, Nechiporenko AS, Lupyr AV, Yurevych NO, Gargin VV. A Method of a complex evaluation of morphological structure of ostiomeatal complex components, lower wall of maxillary and frontal sinuses. *Wiad Lek* 2020;73(12 cz 1):2576-2580.
5. Alekseeva V. Anatomical predictions of development of rhinosinusitis and its complications. *Inter Collegas*. 2020;7(3):125-130.
6. Alekseeva VV, Gargin VV. Evaluation of the structure of the walls of the frontal sinus using spiral computed tomography. *InterCollegas* 2020;2(7):76-80.
7. Gargin V, Lupyr A, Alekseeva V, Yurevych N. Age features of bone tissue density in the posterior and inferior walls of the frontal sinus. *Inter Collegas*. 2019;6(1):58-61.
8. Алексеева ВВ, Коптеева ТМ, Абовян КК. Выявление особенностей твердых тканей околоносовых пазух с помощью спиральной компьютерной томографии. *Теоретична і експериментальна медицина*. 2020 Jun 30;82(1):4-8. *Експериментальна і клінічна медицина*, 1(82), 4-8.
9. Nechyporenko A, Krivenko S, Alekseeva V, Lupyr A, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Uncertainty of Measurement Results for Anatomical Structures of Paranasal Sinuses. 2019 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing

(MECO). 2019;1-4. doi:10.1109/MECO.2019.8760032.

10. Nechyporenko A, Reshetnik V, Alekseeva V, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Assessment of Measurement Uncertainty of the Uncinated Process and Middle Nasal Concha in Spiral Computed Tomography Data. 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). 2019;585-588. doi:10.1109/PICST47496.2019.9061557.

11. Nechyporenko A, Reshetnik V, Alekseeva V, Yurevych N, Nazaryan R, Gargin V. Implementation and analysis of uncertainty of measurement results for lower walls of maxillary and frontal sinuses. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). 2020;460-463. doi:10.1109/ELNANO50318.2020.9088916.

12. Radutniy R, Nechyporenko A, Alekseeva V, Titova G, Bibik D, Gargin V. Automated Measurement of Bone Thickness on SCT Sections and Other Images. 2020 IEEE Third International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). 2020;222-226. doi:10.1109/DSMP47368.2020.9204289.

13. Nechyporenko A, Reshetnik V, Shyian D, Alekseeva V, Radutny R, Gargin V. Solutions to the 3D model problem of pressure measurement in the area of maxillary sinus anastomosis. CEUR Workshop Proceedings. 2020;2753:275-284.

14. Nechyporenko AS, Reshetnik VM, Shyian DM, Yurevych NO, Alekseeva VV, Nazaryan RS, Gargin VV. Comparative Characteristics of the Anatomical Structures of the Ostiomeatal Complex Obtained by 3D Modeling. IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T. 2020; 22(46):72-76.

15. Алексеева ВВ, Гаргин ВВ. Вікові особливості щільності кісткової тканини задньої та нижньої стінки лобового синусу у фізіологічних умовах. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «Вікові та хронобіологічні аспекти медицини та фармації». Чернівці. 2018;34- 35.

16. Алексеева ВВ, Гаргин ВВ. Физиологическая плотность верхней стенки верхнечелюстного синуса и ее изменчивость при острых и хронических формах верхнечелюстных синуситов. Теорія та практика сучасної морфології: Збірник

наукових робіт. Дніпро.2018:40 – 41.

17. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ. Особенности течения риносинуситов при различном анатомическом строении околоносовых пазух. Мечниковські читання. Харків. 2018; 22.

18. Алексеева ВВ, Гаргин ВВ. Влияние воспалительных процессов гайморовой азухи на плотность костной ткани ее стенок. Інтегративні механізми патологічних процесів: від експериментальних досліджень до клінічної практики, Полтава. 2019;19-20.

19. Алексеева ВВ, Лупир АВ, Юревич НО, Гаргін В.В. Мінливість верхньощелепного синусу та компонентів остіомеатального комплексу під впливом запальних процесів. Журнал вушних, носових, горлових хвороб. 2018;5с:125-128.

20. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ. Мінливість щільності кісткової тканини верхньощелепного синусу при хронічному риногенному та одонтогенному гаймориті. Фестиваль молодіжної науки 2019 «Медицина третього тисячоліття». 2019;5.

21. Алексеева ВВ, Юревич НО, Гаргін ВВ. Особливості будови компонентів остіомеатального комплексу та його взаємозв'язок з об'ємом верхньощелепного синусу. Матеріали щорічної традиційної весняної конференції Українського наукового медичного товариства оториноларингологів з міжнародною участю «Сучасні дослідження, хірургічні та терапевтичні підходи в оториноларингології». 2019;4.

22. Гаргін, В.В., Алексеева, В.В. Плотность костной ткани околоносовых пазух у женщин с различным индексом массы тела. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої до 100-річчя від дня народження академіка Л.Т. Малої «Ювілейні терапевтичні читання. Клінічна та профілактична медицина: досвід та нові напрямки розвитку». 2019;14.

23. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ. Дослідження будови лобової пазухи за допомогою спіральної комп'ютерної томографії. Матеріали четвертої всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Теорія та

практика сучасної морфології». Дніпро. Україна. 2020;12.

24. Gargin, VV, Alekseeva VV. Anatomical structure of Maxillary and Frontal Sinuses. Biomedical Perspectives, Sumy, Ukraine. 2020;17.

25. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ, Степаненко ОЮ, Лупир АВ, Юревич НО. Анкета для визначення ймовірності хронізації верхньощелепного синусу та його ускладнень (додаток до історії хвороби або медичної карти амбулаторного хворого). Свідотство про реєстрацію авторського права на твір №85766 від 13.02.19.

26. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ, Степаненко ОЮ, Лупир АВ, Юревич НО. Спосіб діагностики форми хронічного верхньощелепного риносинуситу. Патент на корисну модель №133794 від 25.04.19.

27. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ, Степаненко ОЮ, Лупир АВ, Юревич НО. Спосіб вибору оптимального оперативного доступу при ендоскопічному лікуванні гаймориту. Патент на корисну модель № 133870 від 25.04.19. 28. Алексеева ВВ, Гаргін ВВ, Степаненко ОЮ, Лупир АВ, Юревич НО. Спосіб діагностики форми хронічного верхньощелепного синуситу. Патент № 121082, заявка № а201810487 від 24.10.2018 Опубл. 25.03.2020, бюл. № 6/2020. Патент України на винахід (ХНМУ).

29. Гаргин ВВ, Лупирь АВ, Алексеева ВВ. Денситометрия костной ткани стенок верхнечелюстного синуса в физиологических условиях и при различных формах хронического гайморита. Журнал вушних, носових, горлових хвороб. 2018;(4):23-28.

30. Gargin V, Muryzina I, Shcherbina N, Nechyporenko A, Baryshevska V, Vorobyova O, et al. Relationship between bone density of paranasal sinuses and adrenal steroids pattern in women during menopausal transition. Anthropol Rev 2020;83(4):407-418.