

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О. О. БОГОМОЛЬЦЯ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ШУМИНСЬКИЙ ЄВГЕН ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 616-089:616.716.1(043.5)

**КЛІНІКО-АНАТОМІЧНЕ ТА БІОМЕХАНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
МЕТОДІВ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ
ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ**

22 – Охорона здоров'я за спеціальністю

221 – Стоматологія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Є. В. Шуминський

Науковий керівник Копчак Андрій Володимирович, доктор медичних наук, професор

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Шуминський Є. В. Клініко-анатомічне та біомеханічне обґрунтування методів хірургічного лікування переломів верхньої щелепи.— Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD) у галузі знань 22 Охорона здоров'я за спеціальністю 221 Стоматологія. – Національний медичний університет імені О. О. Богомольця МОЗ України, Київ, 2021.

У дисертації наведено наукове обґрунтування і практичне вирішення однієї з актуальних задач щелепно-лицевої хірургії: підвищення ефективності реконструкції верхньої щелепи (ВЩ) при її травматичних переломах шляхом розробки та обґрунтування концепції їх хірургічного лікування із застосуванням методів комп'ютерного моделювання та удосконалених способів функціонально-стабільного остеосинтезу, залежно від особливостей анатомічної будови ушкодженої кістки.

За даними дослідників, травматичні пошкодження кісток середньої зони обличчя (КСЗО) становлять до 70 % від всіх переломів лицевого черепа у пацієнтів з поєднаною черепно-щелепно-лицевою травмою та політравмою. Науковці пов'язують значні складнощі в лікуванні пацієнтів цієї категорії, високу частоту післяопераційних ускладнень та незадовільних результатів з особливостями топографічної анатомії та архітектоніки КСЗО.

Відомо, що ВЩ є невід'ємною частиною єдиного анатомо-функціонального комплексу нерухомих кісток лицевого черепа разом з вилицевими, назо-етмоїдальними комплексами, лемішем, кістками орбіти, піднебінною кісткою. Унікальна анатомічна будова КСЗО забезпечує сприйняття та перерозподіл жувального навантаження, підтримку і фіксацію верхнього зубного ряду в правильному оклюзійному співвідношенні, вони є опорою для жувальних м'язів та м'язів м'якого піднебіння, створюючи умови для повноцінного жування, ковтання та мови, беруть участь в утворенні орбіт, порожнини носа, біляносових пазух та підскроневої ямки та здійснюють

захисну функцію. Це реалізується значною мірою за рахунок потовщення компактного шару кістки з характерною орієнтацією остенів на ділянках, що сприймають найбільші навантаження – контрфорсах. При травмі система контрфорсів руйнується за складним механізмом, що є до кінця не вивченим. Чинниками, що впливають на характер руйнування КСЗО, є різними за природою, швидкістю дії, величиною, напрямом і ділянкою прикладання сили, а також за особливостями анатомічної будови КСЗО, а саме ступенем пневматизації, що визначає співвідношення між об'ємом повітроносних порожнин та кісткових структур.

Дослідження були направлені на аналіз топографічних характеристик переломів верхньої щелепи (ПВЩ) в залежності від особливостей будови та архітектоніки КСЗО, визначення біомеханічно несприятливих типів ПВЩ, обґрунтування способів хірургічного лікування з використанням кісткових ауотрансплантатів для відновлення цілісності вертикальних контрфорсів ВЩ.

Програма даного дослідження складалася з чотирьох етапів та передбачала їх послідовне виконання з наступним узагальненням з позиції системного підходу.

На першому етапі методом ретроспективного аналізу було вивчено епідеміологію черепно-щелепно-лицевої травми, супутні ушкодження, визначені зв'язки між характером перелому кісток лицевого черепа та проявами політравми і ушкодженням центральної нервової системи (ЦНС), проведено порівняння діагностичної та прогностичної ефективності різних оціночних шкал з точки зору визначення факторів ризику несприятливого перебігу посттравматичних процесів, а також прогнозування летальних результатів у даній категорії хворих. На другому етапі було досліджено взаємозв'язки між клініко-рентгенологічними характеристиками ПВЩ та особливостями її анатомічної будови, зокрема ступенем пневматизації КСЗО. На третьому етапі на імітаційних комп'ютерних моделях КСЗО методом скінченних елементів було вивчено напружено-деформований стан (НДС) систем фіксатор-кістка та проведено порівняльну оцінку їх жорсткості та міцності при застосуванні

різних способів відновлення цілісності ушкоджених вертикальних контрфорсів ВЩ. Четвертий етап передбачав розробку і впровадження в клінічну практику диференційованого підходу до лікування уламкових ПВЩ і переломів з дефектом кістки на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ.

Ефективність запропонованих підходів була вивчена в проспективному контрольованому дослідженні, шляхом проведення аналізу найближчих і віддалених результатів лікування, а також аналізу ускладнень та оцінки функціонального результату остеосинтезу методом комп'ютерної оклюзіографії.

В ході виконання першого етапу був проведений ретроспективний аналіз історій хвороб 719 пацієнтів з поєднаною щелепно-лицевою травмою. З них переломи кісток обличчя були у 70,7 % (509 пацієнтів, у яких відзначено 847 зон перелому). Переломи КСЗО та множинні переломи обличчя, що охоплюють 2 і більше анатомічні зони, відзначалися у 79,8 % пацієнтів і характеризувались вірогідно вищими показниками важкості травми за NISS (21 (9÷36) проти 15,5 (6÷24) в середньому по вибірці), важкості щелепно-лицевої травми за шкалою FISS (7 (5÷9) проти 3,36 (1÷5)), тривалості перебування в стаціонарі (17 (11÷23) проти 14,1 (7÷17) діб). Рівень смертності також був вищим у пацієнтів з множинними переломами обличчя, порівняно з пацієнтами, у яких визначали ізольовані переломи його окремих анатомічних зон (6 % проти 1,5 %, $p < 0,05$). Чинники, які були вірогідно пов'язані зі смертністю, це – вік, оцінка свідомості за шкалою коми Глазго на момент госпіталізації та величина параметру NISS. Запропонована трифакторна модель логістичної регресії на основі цих змінних з високою точністю прогнозує ризик летального результату, (чутливість 93,3 % та специфічність 93,9 % (AUC=0,98 (95 % ДІ 0,96-1,00))).

Другий етап дослідження був проведений на основі аналізу комп'ютерних томографій 37 пацієнтів, прооперованих з приводу ПВЩ та 30 пацієнтів з нормально сформованим лицевим черепом без ознак патології КСЗО та додаткових пазух носа. Було доведено, що клініко-рентгенологічні характеристики ПВЩ значною мірою залежать від особливостей архітекtonіки

КСЗО, а саме від співвідношення об'єму кісткової тканини і повітроносних порожнин – індексу пневматизації (ІП). Існують вірогідні залежності, що пов'язують низькі значення ІП (пневматичний тип будови КСЗО) з високим ступенем фрагментації носолобового контрфорсу, збільшенням загальної кількості щілин перелому, важкістю щелепно-лицевої травми за шкалою FISS, ступенем фрагментації вилицево-альвеолярного гребеня та вилицевої дуги (AUC=0,89 (95 % ДІ 0,78-0,99)).

У результаті виконання третього етапу, після аналізу 9 імітаційних комп'ютерних моделей пацієнтів з різними варіантами відновлення цілісності вертикальних контрфорсів, визначилось, що анатомічно точна репозиція кісткових фрагментів на ділянках вертикальних контрфорсів забезпечує жорсткість фіксації на рівні інтактною кістки, а напруження в елементах фіксації в середньому становлять $27,3 \pm 13,1$ МПа (в 22-33 рази менше гранично допустимої величини на розрив для титану марки Ti6Al4V). За наявності дефектів кістки на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ інтегральна жорсткість фіксації накісними пластинами зменшується в 2,6 рази, а напруження в елементах фіксації зростають в середньому на 46 %. Заміщення дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ кістковими аутотрансплантатами дозволяє збільшити інтегральну жорсткість фіксації в середньому в 2 рази та зменшити еквівалентні напруження за Мізесом в елементах фіксації в середньому на 30 % порівняно з самостійним застосуванням накісних пластин.

Четвертий етап був проведений на основі проспективного клінічного дослідження 77 пацієнтів з ПВЩ, розділених на 3 групи в залежності від способу лікування. Відзначилось, що ПВЩ у пацієнтів з поєднаною щелепно-лицевою травмою супроводжуються високим ризиком посттравматичних ускладнень, серед яких переважали гнійно-запальні процеси (10,4 %), розходження країв операційної рани та експозиція пластин (9 % та 7,8 %, відповідно), механічна неспроможність систем фіксації і потреба в їх видаленні (15,6 %), порушення функцій V та VII пар черепно-мозкових нервів (36,3 %), післяопераційні деформації та порушення прикусу (11,7 %). Основними

чинниками, що значимо ($p < 0.05$) впливали на ризик післяопераційних порушень прикусу, за даними одно- та багатофакторного аналізу були: неточна репозиція фрагментів ВЩ (ВШ=53 (95 % ДІ 5.7-497)), наявність переломів нижньої щелепи (НЩ) (ВШ=3.51 (95 % ДІ 1.02-12.1)), особливості анатомічної будови (величина ІІІ) та розходження країв операційної рани (AUC=0,76 (95 % ДІ 0,56-0,91)). Існувала тенденція до зменшення частоти гнійно-запальних процесів і експозиції пластин на 19 %, а також залишкових порушень прикусу на 4,5 % при заміщенні дефектів кістковими аутогрансплантатами порівняно із самостійним застосуванням накісних пластин. За результатами комп'ютерної оклюзіографії 18 пацієнтів було визначено, що переломи з дефектом вертикальних контрфорсів СЗО сприяли поглибленню функціональних змін (зростання індексу асиметрії в середньому на 13,6 % та часу оклюзії – на 71 %). Іншим вагомим чинником виникнення оклюзійних порушень у пацієнтів цієї категорії була операційна травма жувальних м'язів при проведенні хірургічних доступів, що спричиняла зростання часу оклюзії в середньому на 24 %, часу дезоклюзії – на 16 % та ступеня асиметрії – на 17 %. Заміщення дефектів вертикальних контрфорсів кістковими аутогрансплантатами покращувало відновлення жувальної функції у цієї категорії хворих і дозволило зменшити середній час оклюзії на 25 %, а індекс асиметрії – на 19 %, порівняно з використанням накісних пластин як самостійного хірургічного рішення.

Загалом, результати дослідження свідчать, що клініко-рентгенологічні характеристики ПВЩ, в тому числі частота багатоуламеових переломів та переломів з дефектом кістки, значною мірою залежать від особливостей архітектоніки КСЗО, а саме ступеня їх пневматизації, а заміщення дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ кістковими аутогрансплантатами у пацієнтів з низькими значеннями ІІІ сприяє зниженню рівня післяопераційних ускладнень та кращому відновленню жувальної функції.

Ключові слова: кістки середньої зони обличчя, переломи верхньої щелепи, LeFort, індекс пневматизації, напружено-деформований стан, остеосинтез, комп'ютерна оклюзіографія.

SUMMARY

Shumynskyi I. Clinical, anatomical and biomechanical substantiation of maxillary fractures surgical treatment methods. – Qualifying research work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a philosophy doctor scientific degree (PhD) in the knowledge field 22 Health care, on a specialty 221 Dentistry. – Bogomolets National Medical University of the Ukrainian Ministry of Health, Kyiv, 2021.

The dissertation presents a scientific substantiation and practical solution of one of the actual problems of maxillofacial surgery: increasing the efficiency of maxillary reconstruction in its traumatic fractures by developing the concept of their surgical treatment using computer modeling algorithms and improved methods of functionally stable osteosynthesis, depending on features of the anatomical structure of the damaged bone.

According to the literary data, traumatic injuries of the mid-facial bones account for up to 70% of all fractures of the facial skull in patients with combined cranio-maxillofacial trauma and polytrauma. Scientists explain significant difficulties in the treatment of patients in this category, high frequency of postoperative complications and unsatisfactory results with the features of the topographic anatomy and architecture of the mid-facial bones.

It is known that the maxilla is an integral part of a single anatomical and functional complex of immobile bones of the facial skull, along with the zygomatic, naso-ethmoid-orbital complexes, nasal septum, orbital bones, palatine bone. The unique anatomical structure of mid-facial bones provides perception and redistribution of masticatory loading, support and fixing of the upper teeth in the correct occlusal position, they also provide a support for masticatory muscles and muscles of a soft palate, creating conditions for mastication, swallowing and speech, participate in the formation of orbits, nasal cavity, sinuses and subtemporal fossa, and perform a protective function as well. This is realized mostly due to the thickening of the compact bone layer with the specific orientation of the osteons in the most loaded areas - buttresses. In case of injury, the system of buttresses is destroyed by a

complex mechanism that is not fully understood. Factors influencing the nature of mid-face bones destruction are external forces different in nature, speed, magnitude, direction and area of application, as well as peculiarities of the anatomical structure of mid-facial bones, especially the degree of pneumatization, which determines the relationship between the volume of air cavities and bone structures.

The present study aimed at the analysis of topographic characteristics of maxillary fractures depending on anatomical structure and architecture of the mid-facial bones, definition of biomechanically - unfavorable types of maxillary fractures, substantiation of methods for surgical treatment with the use of autologous bone grafts for restoration of integrity of the vertical buttresses in the mid-facial area.

The research program consisted of four stages with their sequential implementation, followed by generalization from the standpoint based on a systemic approach.

At the first stage, the retrospective analysis was applied to study the epidemiology of craniofacial trauma, concomitant injuries, identify the correlations between the nature of the facial skull fractures and manifestations of polytrauma and cranial damage, compared the diagnostic and prognostic effectiveness of different rating scales in terms of determining the risk factors of negative course of post-traumatic processes, as well as the prediction of fatalities in this category of patients. In the second stage, the relationship between the clinical and radiological characteristics of maxillary fractures and the peculiarities of its anatomical structure, in particular the degree of pneumatization of mid-facial bones was studied. In the third stage, on the simulated computer models of the mid-facial bones, the stress-strain state of the fixator-bone systems was studied by the finite element method and a comparative assessment of their rigidity and strength was performed for different methods of restoring the integrity of damaged vertical buttresses. The fourth stage involved the development and implementation in clinical practice of a differentiated approach to the treatment of fragmented maxillary fractures and fractures with a bone defect in the area of maxillary vertical buttresses.

The effectiveness of the proposed approaches was studied in a prospective controlled study, by analyzing the short-term and long-term results of treatment, as well as the analysis of complications and evaluation of the functional outcomes of osteosynthesis by digital occlusal analysis.

It was determined that mid-facial bones fractures and multiple facial fractures which include 2 or more anatomical areas are observed in 79.8% of patients and are characterized by significantly higher rates of injury according to NISS (21 (9÷36) vs. 15.5 (6÷24) in average of the sample), the severity of maxillofacial trauma by the FISS scale (7 (5÷9) vs. 3.36 (1÷5)), and the length of hospital stay (17 (11÷23) vs. 14.1 (7÷17) days). The mortality rate was higher in patients with multiple facial fractures, compared with those in whom isolated fractures of its single anatomical areas were determined – (6 % vs. 1.5 %, $p < 0.05$). Factors that are closely related to mortality are age, Glasgow coma scale score at the time of hospitalization, and the value of the NISS parameter. The proposed three-factor model of logistic regression based on these variables predicts the risk of death with high accuracy (sensitivity 93.3 % and specificity 93.9 % (AUC = 0.98 (95 % CI 0.96-1.00))).

Second stage was performed on the basis of 37 computed tomography scans of patients operated for maxillary fractures, and it was noted that characteristics of the maxillary fractures largely depend on the features of the architecture of mid-face bones, namely, the ratio of bone and air cavities volumes (PI). Low values of PI (pneumatic type of mid-facial bone structure) was associated with a higher degree of fragmentation of the nasofrontal buttress, an increase in the total number of fracture lines, the severity of maxillofacial trauma by the FISS scale, the degree of fragmentation of the zygomaticomaxillary buttress and zygomatic arch (AUC=0,89 (95 % CI 0,78-0,99)). As a result of the third stage, after the analysis of 9 simulation computer models of patients with different approaches used for restoring the integrity of the vertical buttresses it was determined that anatomically accurate reduction of the bony fragments in the areas of vertical buttresses provides rigidity of fixation at the level of intact bone. The stress value in fixation elements was on average 27.3 ± 13.1 MPa (22-33 times less than the maximum allowable value for rupture of

titanium grade 5). In presence of bone defects in the area of the maxillary vertical buttresses, the integral rigidity of fixation by miniplates decreases by 2.6 times, and the stresses in the fixation elements increase by an average of 46 %. Replacement of maxillary vertical buttresses defects by bone autografts allows to increase integral rigidity of fixation on the average in 2 times and to reduce equivalent von Mises stresses in the fixing elements on the average on 30% in comparison with independent application of miniplates. The fourth stage was performed on the basis of a prospective clinical study of 77 patients with maxillary fractures, divided into 3 groups depending on the method of treatment. As a result of the research it was determined that maxillary fractures in patients with combined maxillofacial trauma are associated with a high risk of post-traumatic complications, but there is a tendency to reduce the frequency of infection processes and plate exposure by 19 % and residual occlusion disorders by 4.5% with a help of defect replacement by bone autografts in comparison with independent use of miniplates. The main factors that significantly ($p < 0.05$) influenced the risk of postoperative occlusion disorders according to single and multifactor analysis were inaccurate reposition of fragments of the maxilla (OR=53 (95 % CI 5.7-497)), the presence of mandible fractures (OR=3.51) (95 % CI 1.02–12.1)), features of anatomical structure (value of PI) and wound exposure (AUC=0,76 (95 % CI 0,56–0,91)). According to the results of digital occlusion analysis of 18 patients, it was determined that fractures with a defect contribute to the deterioration of functional indicators (increase in the asymmetry index by an average of 13.6 % and occlusion time by 71 %). The surgical trauma of the masticatory muscles during surgery also increased the occlusion time by an average of 24 %, disocclusion time by 16% and degree of asymmetry index by 17 %. Replacement of vertical buttress defects with bone autografts improved the restoration of masticatory function in this category of patients (reduction of mean occlusion time by 25 % and asymmetry index by 19 %), compared with the use of miniplates as an independent surgical solution.

In general, the results of the study show that maxillary fractures largely depend on the features of the architecture, namely, the degree of pneumatization of the

paranasal sinuses and mid-facial bones, and that the vertical buttresses defects replacement by autologous bone transplants reduce postoperative complications rate and improves recovery of masticatory function in patients with pneumatic type of the bone architecture.

Key words: mid-facial bones, maxillary fractures, Le Fort, pneumatization index, stress – strain state, osteosynthesis, digital occlusion analysis.

Список публікацій здобувача

1. Shumynskiy IeV, Kopchak AV. Relation between paranasal sinuses and surrounding bone tissue. *Journal of Education, Health and Sport*. 2020;10(12):22-31. doi: <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.12.002>. *(Автору належить збір, обробка та аналіз матеріалу, підготовка статті до друку)*.

2. Шуминський ЄВ, Кришук МГ, Копчак АВ, Біомеханічний аналіз методів відновлення цілісності вертикальних контрфорсів верхньої щелепи при травматичних переломах кісток середньої зони обличчя із використанням індивідуалізованих скінченно-елементних моделей. *Вісн. стоматології*. 2020;38(4):72-7. doi: 10.35220/2078-8916-2020-38-4-72-77. *(Автору належить збір, обробка та аналіз матеріалу, підготовка статті до друку)*.

3. Шуминський ЄВ, Копчак АВ. Шестирічний аналіз травматичних пошкоджень черепно-щелепно-лищевої ділянки: зв'язок щелепно-лищевої та черепно-мозкової травм. *Сучас. стоматологія*. 2021;1:49-52. doi: 10.33295/1992-576X-2021-1. *(Автору належить збір, обробка та аналіз матеріалу, підготовка статті до друку)*.

4. Shumynskiy Ie, Kopchak A. Clinical and anatomical features of maxillary fractures in patients with different types of its pneumatization. *Вісн. стоматології*. 2021;39(1):36-47. doi: 10.35220/2078-8916-2021-39-1-36-47. *(Автору належить збір, обробка та аналіз матеріалу, підготовка статті до друку)*.

5. Shumynskyi I, Gurianov V, Kaniura O, Kopchak A. Prediction of mortality in severely injured patients with facial bone fractures. Oral Maxillofac Surg. 2021 Jun 8. doi: 10.1007/s10006-021-00967-7. *(Автору належить збір, обробка та аналіз матеріалу, підготовка статті до друку).*

6. Шуминський ЄВ, Копчак АВ, Гурьянов ВГ. Клінічна ефективність хірургічного лікування переломів верхньої щелепи із уламковою фрагментацією вертикальних контрфорсів. Colloquium-journal. 2021;(18):44-58. *(Автору належить збір, обробка та аналіз матеріалу, підготовка статті до друку).*

7. Шуминський ЄВ, Копчак АВ, Гурьянов ВГ, Лисейко НВ. Оцінка оклюзійних співвідношень та жувальної функції у пацієнтів із переломами верхньої щелепи методом комп'ютерної оклюзіографії. Клін. стоматологія. 2021;(3):10-25. *(Автору належить збір, обробка та аналіз матеріалу, підготовка статті до друку).*

8. Шуминський ЄВ. Дослідження рентгенологічної щільності кісток середньої зони обличчя за різних варіантах її анатомічної будови. Укр. наук.-мед. молодіж. журн. 2016;(Спецвип 2, Матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. студентів та молодих вчених Спеціальні питання та лікування захворювань ЛОР-органів, краніофасіальної ділянки та органа зору; 2016 Берез 11-11; Київ):33.

9. Shumynsky Ie, Kopchak A. Individual patterns of anatomical structure and architectonics of the midfacial bones: CT and cephalometric study. In: 24th EACMFS Congress; 2018 Sept 18-21; Munich. Munich: EACMFS; 2018.

10. Шуминський ЄВ. Біомеханічне дослідження різних варіантів відновлення носолобового та вилицево-верхньощедепного контрфорсів верхньої щелепи при травматичних пошкодженнях. Аналіз скінченно-елементних моделей. Укр. наук.-мед. молодіж. журн. 2021;(Спецвип 1, Матеріали XIII Міжнар. наук.-практ. конф. студентів та молодих вчених

Спеціальні питання та лікування захворювань ЛОР-органів, краніофасіальної ділянки та органа зору; 2021 Берез 18-19; Київ):36.

11. Шуминський ЄВ. Тяжкість поєднаної черепно-щелепно-лищевої травми у пацієнтів з переломами кісток лицевого скелету. В: Матеріали наук.-практ. конф. за міжнар. участі Актуальні питання сучасної стоматології, присвяченої 100-річчю стоматологічного факультету НМУ імені О.О. Богомольця. 2021 Берез 18-19; Київ. Київ; 2021. с. 397-8.

12. Shumynsky Ie. New injury severity score system in patients with maxillofacial trauma. 25th congress of the European association for cranio maxillo facial surgery. 2021 July 14-16. - virtual event.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	17
ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1. ПРИНЦИПИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ТРАВМАТИЧНИХ ПЕРЕЛОМІВ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ТА КІСТОК СЕРЕДНЬОЇ ЗОНИ ОБЛИЧЧЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	33
1.1 Анатомо-фізіологічні та біомеханічні особливості кісток середньої зони обличчя	33
1.2 Структура, розповсюдженість, механізми виникнення травматичних пошкоджень верхньої щелепи та кісток середньої зони обличчя.....	43
1.3 Відкрита репозиція та остеосинтез верхньої щелепи в комплексному лікуванні переломів кісток середньої зони обличчя. Ускладнення та шляхи їх профілактики	50
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	71
2.1. Загальна методологія, структура та дизайн дослідження	71
2.2. Ретроспективний аналіз етіології та характеру поєднаної щелепно-лицевої травми, прогнозування її наслідків	75
2.3. Вивчення особливостей анатомії і архітекtonіки кісток середньої зони обличчя та їх впливу на клінічні характеристики переломів верхньої щелепи	80
2.3.1. Вивчення анатомії та архітекtonіки кісток середньої зони обличчя в нормі	80
2.3.2. Дослідження впливу анатомії та архітекtonіки КСЗО на клініко-рентгенологічні характеристики ПВЩ	87

- 2.4. Дослідження напружено – деформованого стану систем фіксатор кістка залежно від способу відновлення цілісності вертикальних контрфорсів у пацієнтів із переломами верхньої щелепи93
- 2.5. Вивчення клінічної ефективності різних методів відновлення вертикальних контрфорсів при осеосинтезі верхньої щелепи97
- 2.6. Оцінка оклюзійних співвідношень та жувальної функції у пацієнтів, прооперованих з приводу переломів верхньої щелепи105

РОЗДІЛ 3. КЛІНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЄДНАНИХ УШКОДЖЕНЬ КІСТОК СЕРЕДНЬОЇ ЗОНИ ОБЛИЧЧЯ: ЕТІОЛОГІЯ, СТРУКТУРА, ФАКТОРИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ НЕСПРИЯТЛИВИЙ ПРОГНОЗ110

РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ І АРХІТЕКТОНІКИ КІСТОК СЕРЕДНЬОЇ ЗОНИ ОБЛИЧЧЯ НА КЛІНІКО-РЕНТГЕНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕЛОМІВ ЦІЄЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ123

- 4.1. Анатомічна будова, архітектоніка та ступінь пневматизації кісток середньої зони обличчя за даними мультиспіральної комп'ютерної томографії123
- 4.2. Вплив індексу пневматизації кісток середньої зони обличчя на клініко-рентгенологічні характеристики травматичних переломів верхньої щелепи126

РОЗДІЛ 5. НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН СИСТЕМ ФІКСАТОР-КІСТКА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНТРФОРСІВ СЕРЕДНЬОЇ ЗОНИ ОБЛИЧЧЯ138

РОЗДІЛ 6. КЛІНІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ ВЕРХНЬОХ ЩЕЛЕПИ ІЗ УЛАМКОВОЮ

ФРАГМЕНТАЦІЄЮ ТА ДЕФЕКТАМИ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНТРФОРСІВ	147
6.1. Лікування переломів верхньої щелепи при застосуванні різних методів відновлення вертикальних контрфорсів середньої зони обличчя	147
6.2.Оцінка оклюзійних співвідношень та жувальної функції у пацієнтів після остеосинтезу верхньої щелепи при її уламкових переломах	163
АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	176
ВИСНОВКИ	193
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	197
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	199
ДОДАТКИ	222

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АО – Асоціація остеосинтезу

ВЩ – верхня щелепа

ДТП – дорожньо-транспортні пригоди

ІІ – індекс пневматизації

КНП КМКЛШМД – Комунальне некомерційне підприємство “Київська міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги”

КСЗО – кістки середньої зони обличчя

КТ – комп’ютерна томографія

МОС – металостеосинтез

МСКТ - мультиспіральна комп’ютерна томографія

НДС – напружено-деформований стан

НЩ – нижня щелепа

ПВЩ – переломи верхньої щелепи

СЗО – середня зона обличчя

УЗД – ультразвукова діагностика

ЦНС – центральна нервова система

ЧМТ – черепно-мозкова травма

МСЕ – метод скінченних елементів

FEA – finite element analysis (скінченно елементний аналіз)

FISS – Facial Injury Severity Scale, Шкала оцінки тяжкості щелепно–лицевої травми

GCS – Glasgow Coma Scale, Шкала тяжкості черепно-мозкової травми

NISS – New Injury Severity Score, Шкала підрахунку тяжкості пошкоджень

ORIF – open reduction internal fixation, відкрита репозиція та внутрішня фіксація

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження.

Переломи КСЗО складають 6,9–56,9 % серед всіх переломів лицевого черепа, з них ПВЩ за Le Fort I, II і III становлять 4-18,2 % [1-4]. При цьому вони є найбільш поширеним видом переломів обличчя при поєднаній краніо-фаціальній травмі та політравмі, що, за даними Regmi співавт. (2016), зустрічаються у 70 % пацієнтів цієї категорії [5].

Епідеміологія переломів КСЗО в різних країнах світу відрізняється залежно від таких факторів, як географічне розташування, культурні та побутові особливості, а також наявні соціально-економічні умови [6-10]. Їх поширеними причинами є дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), побиття і міжособистнє насильство, падіння, спортивні та виробничі травми [3, 8]. Хоча побиття та міжособистісні конфлікти, за даними деяких авторів, залишаються головним етіологічним чинником переломів лицевого черепа, тенденції останніх років свідчать про збільшення долі високоенергетичної травми в їх структурі [3, 11]. Автори вказують на збільшення частки переломів СЗО, зокрема ПВЩ, спричинених ДТП, техногенними катастрофами, нещасними випадками на виробництві та вогнепальними пораненнями [8, 12-14]. Ці випадки нерідко супроводжуються значною, багатоуламковою фрагментацією лицевого черепа та наявністю супутніх ушкоджень інших органів і систем (в першу чергу ЧМТ), що зумовлює виключну важкість комплексного лікування і реабілітації цієї категорії хворих [15, 16]. Автори вказують на значну частоту посттравматичних ускладнень місцевого та загального характеру (гнійно-запальні процеси, посттравматичні деформації, порушення консолидації переломів, вторинні зміщення уламків, лікворея, неврологічні порушення, тощо), які зумовлюють значний естетичний і функціональний дефіцит, складність соціалізації та формування глибоких психо-емоційних розладів при таких ушкодженнях. Частота ускладнень та незадовільних результатів лікування хворих з ПВЩ за даними літературних джерел складає від 11,0 до 76,6 % [15-17]. Крім того, даний вид травми асоційований з найвищим ризиком

летальних результатів безпосередньо від наслідків щелепно-лищевої травми або супутніх уражень органів і систем, порівняно з всіма іншими типами травматичних ушкоджень обличчя [18, 19].

Науковці пов'язують значні складнощі в лікуванні пацієнтів з ПВЩ, високу частоту післяопераційних ускладнень та незадовільних результатів з особливостями топографічної анатомії та архітектоніки КСЗО [22]. Відомо, що ВЩ є невід'ємною частиною єдиного анатомо-функціонального комплексу нерухомих кісток лищевого черепа разом з вилицевими, назо-етмоїдальними комплексами, лемішем, кістками орбіти, піднебінною кісткою [20, 21].

Унікальна анатомічна будова КСЗО забезпечує сприйняття та перерозподіл жувального навантаження, підтримку і фіксацію верхнього зубного ряду в правильному оклюзійному співвідношенні. Крім того, вони є опорою для жувальних м'язів та м'язів м'якого піднебіння, створюючи умови для повноцінного жування, ковтання та мови. КСЗО беруть участь в утворенні орбіт, порожнини носа, біляносових пазух та підскроневої ямки, а також здійснюють захисну функцію. Їх складна геометрія визначає профіль обличчя, його висоту, фіксує відстань між очними яблуками для забезпечення стереоскопічного зору [23-26]. В ході філо- та онтогенезу вони набули складної анатомічної форми, що зокрема дозволяє при відносно невеликій масі та об'ємі кісткової тканини ефективно виконувати захисну і опорну функцію, сприймаючи і перерозподіляючи значні функціональні навантаження [23].

Це реалізується значною мірою за рахунок потовщення компактного шару кістки з характерною орієнтацією остенів на ділянках, що сприймають найбільші навантаження – контрфорсах [27-29]. В СЗО виділяють три горизонтальні і три вертикальні контрфорси. До вертикальних контрфорсів належать парні вилицеві, носолобові та крилопіднебінні контрфорси. До горизонтальних контрфорсів відносять піднебінний контрфорс, контрфорс утворений потовщенням кістки по нижньоорбітальному краю з переходом у вилицеву дугу а також ділянку перенісся і надбрівних дуг. Крім того, важливими анатомічними утвореннями, які укріплюють ВЩ та сприймають

жувальні навантаження, є леміш та медіальні стінки верхньощелепних синусів. В проміжках між цими структурами кісткова тканина доволі тонка і представлена кортикальним шаром, що оточує повітроносні порожнини [27, 30-34].

Автори вказують, що контрфорси ВЩ утворюють складну систему ферм, здатних найбільш ефективно сприймати та перерозподіляти жувальні навантаження [35, 38]. Особливості біомеханіки СЗО стали предметом детального аналізу в серії натурних і модельних експериментів, проведених в кінці минулого століття [36, 37]. Так, з розвитком числових методів аналізу (зокрема методу скінченних елементів) та удосконаленням методів імітаційного комп'ютерного моделювання стали можливими системні дослідження впливу фізико-механічних властивостей, геометричної форми і внутрішньої структури кістки, на особливості розподілу напружень і деформацій в ній при функціональних навантаженнях та дії травмувальних чинників [39-44].

При травмі система контрфорсів руйнується за складним механізмом, що є до кінця не вивченим. За даними Nyquist та співавт (1986), середня сила необхідна для виникнення повного перелому і відриву ВЩ є найвищою серед усіх кісток лицевого черепа і перевищує 1100 Н [46]. Анатомічні структури СЗО, втрачають свою цілісність, функціональну здатність та нормальну геометричну форму [45]. При високоенергетичній травмі збільшення енергії травмувального чиннику не лише призводить до більшої фрагментації на ділянці ураження, але й якісно змінює топографію щілини перелому і погіршує життєздатність кісткових уламків, що позначається на подальшому перебізі репаративних процесів [13].

Внаслідок того, що травмувальні чинники, є різними за природою, швидкістю дії, величиною, напрямком і ділянкою прикладання сили, характер руйнування кісткових структур СЗО набуває значної варіативності [13]. Із розвитком методів комп'ютерної діагностики та візуалізації стало очевидним, що традиційні підходи до класифікації ПВЩ, запропоновані Le Fort, в умовах їх значного різноманіття, повною мірою не відображають ані клініко-

рентгенологічних особливостей перелому, ані потреби в застосуванні певних хірургічних прийомів та способів фіксації при проведенні їх відкритої репозиції та остеосинтезу [47-49].

Іншим чинником, який впливає на характер руйнування КСЗО та визначає ефективність застосування різних способів фіксації уламків є особливості їх анатомічної будови, а саме ступінь пневматизації, що визначає співвідношення між об'ємом повітроносних порожнин та кісткових структур, а також впливає на товщину і просторову орієнтацію останніх [50, 51].

Автори вказують, що індивідуальна анатомія КСЗО, в тому числі ВЩ, суттєво впливає на особливості їх руйнування, водночас це питання є практично не вивченим і розглядається переважно на рівні гіпотез [23]. Товщина кісткових структур крім того впливає на можливість точного співставлення та закріплення елементів фіксації, їх первинну та вторинну стабільність, що необхідно враховувати при плануванні лікувальних заходів [51].

Традиційно в літературі виділяють 1) пневматичний тип будови ВЩ, який характеризується тим, що повітроносні порожнини добре виражені і формують великі бухти, поширюючись на альвеолярний відросток, тіло вилицевої кістки, та 2) склеротичний тип, якому притаманний менший об'єм повітроносних порожнин, а кісткові структури стають товстішими, хоча їх щільність і мінеральна насиченість можуть при цьому зменшуватись [51, 52].

Цей розподіл, хоча і є обґрунтованим з точки зору топографічної анатомії, біомеханіки та механіки руйнування, залишається досить умовним, а об'єктивні критерії, що дозволяють віднести пацієнта до одного чи іншого типу, - відсутні. Тому, вивчення залежностей між характером уламкової фрагментації КСЗО та її індивідуальною анатомічною будовою, на думку багатьох авторів, є актуальним і своєчасним [27, 53-56].

Розробка і впровадження сучасних методів томографічної діагностики суттєво розширили можливості в цьому питанні [57]. Мультиспіральна КТ на сьогодні є ключовим методом діагностики переломів кісток обличчя [58]. Вона

дозволяє з високою точністю виявити пошкоджені ділянки, оцінити локалізацію та ступінь фрагментації окремих зон лицевого черепа та спланувати подальші лікувальні заходи [59]. Крім того за допомогою КТ можна оцінити співвідношення між різними анатомічними структурами, вивчити архітекtonіку кісток обличчя та визначити їх товщину і щільність на окремих ділянках, а також створити високоточні тривимірні моделі повітроносних порожнин і кісток лицевого черепа, оцінюючи їх об'єм, форму і співвідношення [50, 57-59]. Розвиток методів 3D-цефалометрії на основі томографічних даних дозволив об'єктивізувати оцінку антропометричних характеристик лицевого черепа та виділити його основні типи на основі індексів, що мають відповідне числове значення [60-63]. Втім, сучасні методи цефалометричного аналізу більшою мірою концентруються на зовнішній формі, практично залишаючи поза увагою внутрішню структуру КСЗО, що обмежує їх прикладне застосування у пацієнтів із ПВЩ [64, 65].

Відомо, що метою лікування постраждалих із переломами КСЗО є відновлення неперервності, анатомічної цілісності та тривимірної геометрії ушкоджених кісткових структур, нормальної (претравматичної) оклюзії, функціональної здатності повітроносних шляхів та органу зору [66, 67]. В більшості випадків це забезпечується відкритою репозицією та внутрішньою фіксацією переломів із використанням накісних міні пластин, що є «золотим стандартом» лікування даного виду травми [66-72]. Основним завданням при цьому є відновлення цілісності контрфорсів СЗО. Сучасні методи томографічної діагностики та тривимірного комп'ютерного моделювання теоретично дозволяють визначити індивідуальні особливості будови та архітекtonіки, дослідити характер уламкової фрагментації КСЗО та характер розподілу навантажень через систему контрфорсів за різних варіантів їх відновлення, заздалегідь врахувати фактори ризику, вибрати оптимальну лікувальну тактику, що впливає на рівень післяопераційних ускладнень та результати лікування [73-78]. Втім на практиці прийняття рішень базується переважно на стандартизованих підходах і суб'єктивних уподобаннях хірурга.

Для фіксації уламків, різні автори рекомендують застосовувати прямі, L-, T- або Y-подібні мініпластини з титану чи полімерних матеріалів, залежно від конфігурації перелому [66-72, 78-80]. Їх встановлюють на ділянці контрфорсів, де товщина кісткової тканини дозволяє використовувати монокортикальні гвинти діаметром 1,5 мм [32, 33, 49, 82]. Кількість пластин варіює залежно від клінічної ситуації: так, для стабільної фіксації ПВЩ за Le Fort I (нижній тип) та його правильного позиціонування в просторі за різних умов автори рекомендують встановлення 2, 4 або 6 пластин, що відновлюють вертикальні контрфорси [79, 80, 82]. При важких множинних переломах СЗО додатково виникає необхідність реконструкції горизонтальних контрфорсів обличчя, стінок орбіти та кісток носа [43, 78]. При чому реконструкція СЗО може проводитися, як зверху вниз – від неушкоджених нерухомих кісток черепа, так і знизу вгору, починаючи із відновлення і фіксації прикусу [66, 67, 78, 82].

Однак, ці традиційні підходи до реконструкції СЗО, що продемонстрували свою ефективність в великих клінічних серіях та знайшли відображення у міжнародних настановах та клінічних рекомендаціях, виявились недостатньо ефективними при лікуванні переломів у пацієнтів із високою пневматизацією КСЗО із тонкими кістковими стінками, при дрібно уламкових переломах та переломах з дефектом кістки [83, 84].

Відомо, що утворення дефектів на ділянці контрфорсів створює несприятливі біомеханічні умови в зонах, що сприймають функціональні навантаження, зменшує можливості для перерозподілу напружень між фіксатором і кісткою, і, як наслідок, знижує ефективність хірургічних втручань та збільшує ризик вторинних зміщень і незворотних деформацій фіксатора [22, 30, 37, 39, 43, 84, 85]. В цих випадках окремі автори пропонують відновлення цілісності контрфорсів з використанням аутологічних кісткових трансплантатів у поєднанні з титановими накісними пластинами, а при неможливості трансплантації кістки - встановлювати більш жорсткі пластини на цій ділянці [78, 84, 85]. Фіксація уламків із використанням кісткових аутоотрансплантатів, у разі виникнення значних дефектів на ділянках контрфорсів, на їх думку,

покращує стабільність щелепи та передачу жувального навантаження на основу черепа [78, 86, 87]. Втім, цей підхід до сьогодні не має достатнього біомеханічного обґрунтування, а показання до його застосування, залежно від наявних анатомічних умов не визначені [88, 89]. Оцінка ризиків подібних втручань, а саме нагноєння, розсмоктування та відторгнення трансплантатів, утруднена через відсутність достатньої кількості робіт з високим рівнем доказовості, які б вивчали це питання в найближчому та віддаленому післяопераційних періодах [17, 78, 84]. Крім того, характер розподілу та передачі жувального навантаження через систему контрфорсів за різних варіантів їх відновлення може мати свої особливості у пацієнтів з різними типами анатомічної будови, що потребує додаткового вивчення з метою прогнозування та профілактики виникнення вторинних зміщень і пов'язаних з ними посттравматичних деформацій та оклюзійних порушень [13, 50, 51, 78, 84, 85].

Таким чином, ПВЩ є одним з поширених видів переломів кісток лицевого черепа, що часто поєднується з ушкодженням інших кісток обличчя, внутрішніх органів та систем [1-5]. За наявної тенденції до збільшення частоти високоенергетичної травми в етіології ПВЩ зростає частка пацієнтів з важкими багатоуламковими переломами та переломами з дефектом кістки, що охоплюють кілька анатомічних ділянок [8, 12-14, 33]. Серед них дуже поширеними є нетипові види переломів, що не можуть бути адекватно описані в рамках традиційних класифікацій [21, 27, 49]. Характер руйнування кісткових структур визначає вибір способу лікування, найближчий та віддалений прогноз хірургічних втручань та ризик летального результату, втім ці взаємозв'язки є практично не вивченими [1, 19, 51]. В свою чергу, відомо, що він суттєво залежить як від параметрів травмуючого агента (сила, ділянка прикладення, напрямок, механічна енергія, тривалість дії тощо) так і від особливостей анатомічної будови та механічних властивостей кісткової тканини [6-12]. КСЗО за своєю анатомічною будовою дуже варіативні, зокрема з точки зору співвідношення об'єму кісткових структур і повітроносних

порожнин (пневматизація) [50, 51]. При збільшенні ступеня пневматизації товщина кісткових структур зменшується, а їх щільність зростає, отже ступінь пневматизації потенційно може впливати на характер перелому, особливості його лікування та прогноз післяопераційного перебігу біологічних процесів [50, 51, 84, 85]. Урахування цього фактора при виборі лікувальної стратегії, особливо у пацієнтів з багатоуламковими переломами та переломами з дефектом кістки може позитивно вплинути, як на точність відновлення системи контрфорсів СЗО, так і на її функціональну спроможність, що дозволить знизити частоту ускладнень і матиме позитивний медико-соціальний та економічний ефект [66-78, 81, 84, 85].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертація є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри стоматології Інституту післядипломної освіти Національного медичного університету імені О. О. Богомольця “Наукове обґрунтування ранньої діагностики генералізованих захворювань пародонта хронічного та загостреного перебігу”, № державної реєстрації 0118U100471. Автор є співвиконавцем вказаної теми.

Мета дослідження.

Підвищити ефективність реконструкції ВЩ при її травматичних переломах шляхом розробки та обґрунтування концепції їх хірургічного лікування із застосуванням методів комп'ютерного моделювання та удосконалених способів функціонально-стабільного остеосинтезу, залежно від особливостей анатомічної будови ушкодженої кістки.

Завдання дослідження:

1. Вивчити розповсюдженість та взаємозв'язки травматичних ПВЩ та переломів інших кісток лицевого і мозкового черепа у пацієнтів із поєднаною краніо-фаціальною травмою та політравмою, а також визначити вплив характеру щелепно-лицевої травми на ризик виникнення летального результату.

2. Вивчити особливості топографічної анатомії та архітектоніки КСЗО та розробити об'єктивні критерії оцінки співвідношення між кістковими

структурами та повітроносними порожнинами на основі аналізу даних мультиспіральної КТ та 3D-реконструкції томографічних зображень.

3. Вивчити взаємозв'язки між особливостями анатомічної будови, клінічними характеристиками травми та результатами хірургічних втручань у пацієнтів з ПВЩ.

4. Вивчити особливості розподілу напружень і деформацій в кістковій тканині СЗО а також дослідити характер змін жувального стереотипу у пацієнтів, прооперованих з приводу ПВЩ залежно від застосованого способу лікування.

5. Розробити диференційовані підходи до лікування травматичних ПВЩ із використанням методів комп'ютерного моделювання та удосконалених способів функціонально-стабільного остеосинтезу, залежно від особливостей анатомічної будови ушкодженої кістки.

6. Провести оцінку клінічної ефективності розроблених підходів до лікування пацієнтів з ПВЩ у порівнянні з традиційними методами остеосинтезу та визначити частоту ускладнень при їх застосуванні в найближчому та віддаленому післяопераційному періоді.

Об'єкт дослідження: пацієнти з травматичними ПВЩ.

Предмет дослідження: клініко-анатомічне та біомеханічне обґрунтування хірургічних методів лікування ПВЩ та КСЗО.

Методи дослідження: метод порівняльного аналізу, бібліосемантичний (опрацювання літературних джерел), загально клінічні, рентгенологічні (КТ, створення і аналіз комп'ютерних 3D-моделей), функціональні (визначення розподілу жувального тиску за допомогою тензодатчиків Tekscan), антропометричні методи, комп'ютерне моделювання (імітаційне комп'ютерне моделювання із використанням методу скінченних елементів), статистичні (визначення закономірностей розподілу змінних у вибірці, розрахунок середніх величин, медіанних значень, стандартного відхилення, міжквартильного інтервалу, кореляційний аналіз, однофакторні та багатфакторні моделі логістичної регресії, метод побудови кривих операційних характеристик моделі

(ROC-кривих) та розрахунок площі під кривою (Area under curve, AUC) з оцінкою 95% вірогідного інтервалу).

Дизайн дослідження був схвалений комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень при Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця (Протокол № 144 від 29.03.2021 р.). Дисертаційна робота не містить підвищеного ризику для суб'єктів дослідження, виконана з урахуванням існуючих біотичних норм та наукових стандартів щодо проведення клінічних досліджень, відповідно до Основ законодавства України про охорону здоров'я (1992) [91] та Гельсінської Декларації, включно з її пізніми редакціями [90].

Наукова новизна отриманих результатів.

Під час виконання роботи автором були поглиблені уявлення про особливості нормальної анатомії та архітекtonіки КСЗО, запропоновані нові критерії об'єктивної оцінки співвідношень між кістковими структурами та повітроносними порожнинами за даними мультиспіральної КТ, що мають конкретне цифрове вираження (індекс пневматизації). Розроблено модифіковану класифікацію типів архітекtonіки КСЗО на основі вимірювання ІІ. Виділені пневматичний, нормальний та склеротичний тип будови КСЗО, запропоновані об'єктивні критерії віднесення до кожного з них за числовим діапазоном значень запропонованого індексу. Вперше доведено, що низькі значення індексу пневматизації ($ІІ < 0,9$) є фактором ризику багатоуламкової фрагментації та формування дефектів на ділянці вертикальних контрфорсів обличчя при ПВЩ. На основі одно та багатофакторного аналізу створені регресійні моделі, що описують характер взаємозв'язків між архітекtonікою ВЩ та характером її руйнування при травмі ($AUC=0,89$ (95 % ДІ 0,78-0,99)). Встановлено, що значна уламкова фрагментація лицевого черепа з кількістю щілин перелому більше 15 відзначається у пацієнтів з пневматичним типом будови КСЗО в 1,8 рази частіше ніж в контролі (нормальний та склеротичний тип).

Отримано нові дані про клінічні особливості ПВЩ у пацієнтів з

поєднаною краніо-фаціальною травмою та політравмою, досліджений вплив щелепно-лицевої травми на тяжкість і перебіг супутніх уражень, а також вперше визначений достовірний числовий показник, що з високою точністю прогнозує ризик летального результату у пацієнтів цієї категорії.

Вперше за допомогою аналізу методом скінченних елементів вивчено особливості розподілу напружень і деформацій в кістковій тканині при переломах КСЗО залежно від способу відновлення контрфорсів ВЩ, а також визначені особливості НДС різних анатомічних ділянок при функціональному навантаженні. Показано, що за наявності дефектів на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ, інтегральна жорсткість фіксації накісними пластинами зменшується в 2,6 рази, а напруження в елементах фіксації над ділянкою дефекту зростають в середньому на 46 %. Вперше продемонстровано біомеханічні переваги заміщення дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ кістковими ауто трансплантатами при проведенні остеосинтезу КСЗО. Визначено, що застосування ауто трансплантатів, дозволяє збільшити інтегральну жорсткість фіксації в середньому в 2 рази та зменшити еквівалентні напруження за Мізесом в елементах фіксації в середньому на 30 %.

В проспективному дослідженні визначені переваги і недоліки різних способів відновлення вертикальних контрфорсів ВЩ та запропоновано диференційні алгоритми застосування різних методів остеосинтезу, залежно від характеру травми і особливостей архітекtonіки КСЗО. Вперше за даними цифрової оклюзіографії визначено, що заміщення дефектів вертикальних контрфорсів кістковими ауто трансплантатами покращує відновлення жувальної функції порівняно із пацієнтами, де для фіксації уламків на ділянці дефектів використовували накісні мініпластини, як самостійне хірургічне рішення (середній час оклюзії у цієї категорії хворих зменшувався на 25 %, а індекс асиметрії – на 19 %).

Практичне значення отриманих результатів.

В ході виконання роботи розроблені і впроваджені в клінічну практику нові підходи до визначення характеристик індивідуальної анатомічної будови

КСЗО із використанням цифрових методів діагностики. Розроблено новий метод об'єктивної оцінки особливостей архітекtonіки ВЩ, що дозволяє визначити її тип за співвідношенням об'єму кісткових структур та внутрішньо-кісткових повітроносних порожнин (індекс пневматизації). Визначені взаємозв'язки між індексом пневматизації та іншими цефалометричними параметрами обличчя. Запропоновано робочу класифікацію типів архітекtonіки середньої зони обличчя, що може бути використана в клінічній практиці при лікуванні ПВЩ та прогнозуванні їх наслідків. Встановлені регресійні залежності, які описують взаємозв'язки між особливостями анатомічної будови КСЗО та клінічними характеристиками травми.

Створена чотирьохфакторна модель логістичної регресії з високою точністю (AUC=0,89 (95 % ДІ 0,78-0,99)) пов'язує параметри важкості щелепно-лищевої травми із особливостями архітекtonіки ВЩ, та дозволяє прогнозувати ризик розвитку ускладнень (порушення прикусу, неправильне зрощення) і незадовільних наслідків лікування у пацієнтів цієї категорії

На основі статистичного аналізу показаний вплив різних типів переломів кісток обличчя, зокрема ВЩ, на важкість стану і інтегральний прогноз черепно-щелепно-лищевої травми та політравми. Запропоновано багатофакторну модель логістичної регресії, що на основі даних віку пацієнта, показників GCS та NISS дозволяє на етапі діагностики з високою точністю (чутливість 93,3 %, специфічність 93,9 %) визначити ризик летального результату та врахувати отримані дані при підготовці до хірургічного лікування пацієнтів.

Запропоновані та обґрунтовані нові диференційовані підходи до планування і проведення відкритої репозиції та остеосинтезу у пацієнтів із уламковими ПВЩ та переломами з дефектом кістки, що враховували особливості її архітекtonіки, ступінь пневматизації та характер травми і базувалися на використанні сучасних методів візуалізації та комп'ютерного моделювання. Продемонстровано переваги застосування кісткових ауто трансплантатів для відновлення контрфорсів у пацієнтів із дрібно-уламковою фрагментацією, дефектами кістки та високим ступенем пневматизації ВЩ.

Впровадження розроблених підходів до лікування ПВЩ у пацієнтів із поєднаною краніо-фаціальною травмою дозволило зменшити частоту гнійно-запальних процесів на 19 %, експозиції пластин на 19 % та залишкових порушень прикусу на 4,5 % порівняно із самостійним застосуванням пластин, що визначало позитивний медико-соціальний та економічний ефект.

Впровадження результатів дослідження в практику.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені в лікувальну роботу відділення нейрохірургії №1 КНП “Київська міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги” (КНП КМКЛ ШМД), Центру щелепно-лицевої хірургії та стоматології КНП Київської обласної ради “Київська обласна клінічна лікарня”, відділення отоларингології та щелепно-лицевої хірургії МЦ “Добробут”.

Особистий внесок здобувача.

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, виконаним на кафедрі стоматології ІПО НМУ імені О. О. Богомольця (ректор – проф. Ю. Л. Кучин) під керівництвом д-ра мед. наук, проф. А. В. Копчака на базі КНП КМКЛ ШМД (директор – О. А. Ткаченко), що є клінічною базою кафедри стоматології ІПО НМУ імені О. О. Богомольця (зав. каф. д-р мед. наук, проф. М. Ю. Антоненко). Дисертантом разом з науковим керівником визначені мета, завдання та дизайн дослідження. Самостійно виконано аналіз літературних джерел, інформаційно-патентний пошук за темою дисертації. Автором особисто виконано набір та обстеження пацієнтів, сформовано дослідні групи та проведено лікування травматичних ПВЩ з наступним спостереженням. Дисертантом особисто опрацьовані та систематизовані отримані результати. Самостійно викладено зміст дисертаційного дослідження, здійснено статистичну обробку результатів та підготовлено ілюстративний матеріал. Спільно з науковим керівником сформульовані висновки та практичні рекомендації. Фрагменти біомеханічних досліджень було виконано автором разом з д-ром. техн. наук, проф. М. Г. Крищуком на базі кафедри динаміки, міцності машин та опору матеріалів, Національного Технічного Університету України КПІ імені Ігоря Сікорського (ректор – акад. НАН України М. З.

Згуровський). КТ пацієнтів для подальшого аналізу були отримані на базі рентгенологічного відділення № 2 КНП КМКЛ ШМД (зав. відділення – В. О. Снегірьова). Комп’ютерне моделювання проведено на базі лабораторії комп’ютерного моделювання та цифрової стоматології Стоматологічного медичного центру НМУ імені О. О. Богомольця (зав. лабораторії – Д. М. Черногорський). Дослідження оклюзійних співвідношень за допомогою апарату Tekscan виконано на базі кафедри ортопедичної стоматології НМУ імені О. О. Богомольця (зав. каф. – д-р мед. наук, проф. В. Н. Неспрядько). Статистичний аналіз проведено на базі кафедри Менеджменту охорони здоров’я НМУ імені О. О. Богомольця (зав. каф. – д-р мед. наук, проф. В. Д. Парій).*

Основний внесок у спільних наукових публікаціях належить автору, який особисто проводив набір первинного матеріалу, оформлення, статистичну обробку, аналіз отриманих результатів, а також підготовку матеріалів до друку.

Апробація матеріалів дисертації.

Основні положення дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на міжнародних та вітчизняних конференціях: 24th Congress of the European Association for Cranio Maxillo Facial Surgery 18-21 September 2018 - Munich – Germany; XIII Міжнародна науково-практична конференція студентів та молодих вчених «Спеціальні питання лікування захворювань ЛОР-органів, краніофасіальної ділянки та органа зору» 18-19 березня 2021 року, м. Київ, Україна; «Актуальні питання сучасної стоматології», присвяченої 100-річчю стоматологічного факультету Національного медичного університету імені О. О. Богомольця 18-19 березня 2021 року, м. Київ, Україна; Міжнародна конференція Київ – Марбург 2021 “Нові горизонти щелепно-лицевої хірургії” 23-24 квітня 2021 року, м. Київ, Україна.

*Автор висловлює вдячність співробітникам зазначених підрозділів та лабораторій за всебічну підтримку та сприяння проведенню наукового дослідження.

Публікації.

За темою дисертації опубліковано 12 друкованих праць, у тому числі 4 статті у наукових фахових виданнях України, 2 – у закордонних виданнях країни Європейського Союзу (Польща), 1 – у закордонному виданні, що індексується в наукометричній базі Scopus, а також опубліковано 5 тез доповідей в матеріалах конгресів та конференцій в Україні та країнах ЄС.

Структура та обсяг дисертації.

Матеріали дисертації викладені на 235 сторінках друкованого тексту. Робота складається з анотації, вступу, шести розділів, аналізу та узагальнення результатів дослідження, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел та додатків. Дисертація ілюстрована 59 рисунками і 14 таблицями. Список використаних джерел містить 227 літературних посилань, з них 19 кирилицею та 208 латиницею.

РОЗДІЛ 1.

ПРИНЦИПИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ТРАВМАТИЧНИХ ПЕРЕЛОМІВ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ТА КІСТОК СЕРЕДНЬОЇ ЗОНИ ОБЛИЧЧЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Анатомо-фізіологічні та біомеханічні особливості кісток середньої зони обличчя.

СЗО містить 14 кісток різної товщини, щільності, та просторової конфігурації, нерухомо з'єднаних між собою кістковими швами в єдину функціональну систему. До них належать парні ВЩ, вилицева, носова, слізна, піднебінна кістка, нижня носова раковина та непарні леміш та решітчаста кістка [94-99]. Частина лицевого черепа, яку вони утворюють, відіграє ряд важливих функцій, необхідних для життєдіяльності та соціалізації людини [92,93]. В ході філогенезу КСЗО набули такої анатомічної форми, що дозволяє при відносно невеликій масі та об'ємі кісткової тканини ефективно виконувати захисну і опорну функцію, сприймаючи і перерозподіляючи значні механічні навантаження [23]. КСЗО містять порожнину носа та його придаткові пазухи, що мають важливе функціональне значення для дихання і мови [100-104]. Разом із кістками мозкового черепа вони формують орбіти, підскроневу та крило-піднебінну ямки [92, 93]. Унікальна геометрія КСЗО визначає профіль обличчя, його висоту, фіксує відстань між очними яблуками для забезпечення стереоскопічного зору, а також забезпечує сприйняття та перерозподіл жувального навантаження, підтримку і фіксацію верхнього зубного ряду в правильному оклюзійному співвідношенні [24-26, 92, 93]. Крім того, вони є опорою для жувальних м'язів та м'язів м'якого піднебіння, створюючи умови для повноцінного жування, ковтання та мови [93, 97, 98].

Найбільше значення для реалізації опорно-рухової функції КСЗО має ВЩ, що представляє собою парну кістку із варіативною анатомічною формою

та складним рельєфом поверхні. Вона складається з тіла, що майже повністю виповнено верхньощелепним синусом, та 4 відростків (лобовий, вилицевий, піднебінний та альвеолярний). ВЩ людини нерухомо з'єднані з іншими КСЗО (вилицевими, носовими, слъозними, піднебінними, а також решітчастою кісткою і лемішем) [92-102], тому при переломах вони майже ніколи не вражаються ізольовано, а чітку межу між ПВЩ та переломами КСЗО доволі важко провести [22, 47-49].

Через наявність верхньощелепного синуса, товщина кісткових стінок ВЩ мала, на окремих ділянках – менше 1 мм, але її висока інтегральна міцність забезпечується переважно за рахунок ділянок потовщеної та ущільненої кістки, що формують 3 горизонтальні і 3 вертикальні контрфорси (зони з характерною орієнтацією остенів та потовщенням компактного шару кістки) [101, 103, 105]. До вертикальних контрфорсів належать носолобовий, вилицевий (вилицево-верхньощелепний) і крило-піднебінний, вони визначають положення верхнього зубного ряду і забезпечують передачу вертикального компоненту жувального навантаження на кістки основи і склепіння черепа [27-29, 94]. Крім того, до утворень, які укріплюють ВЩ та сприймають жувальні навантаження, належать леміш та медіальні стінки верхньощелепних синусів [30-34].

Жувальний тиск від центральних та бічних різців, ікла та першого премоляра, поширюється вздовж носо-лобового контрфорсу на внутрішню поверхню орбіти, носову, слізну та лобові кіски [27, 52,]. Вилицево-альвеолярний гребінь, вилицева кістка з вилицевим відростком лобової кістки утворюють вилицево-верхньощелепний контрфорс, по якому тиск від бічних зубів поширюється по бічному краю орбіти на лобову кістку, через вилицеву дугу – на скроневу кістку, а також через нижній край орбіти – в верхню частину лобово-носового з'єднання. Жувальний тиск від бічних зубів також сприймається крилопіднебінним контрфорсом, що утворюється горбом ВЩ та криловидним відростком основної кістки. По ньому жувальні напруження розповсюджуються на основу черепа [30, 31, 106-108].

Горизонтальні контрфорси - піднебінний (нижній), середній (утворений кістковою тканиною нижньо-орбітального краю, вилицевої кістки та вилицевої дуги) та верхній (включає надбрівні дуги та ділянку перенісся), забезпечують перерозподіл навантажень між вертикальними контрфорсами та правою і лівою половинами обличчя, а також компенсують горизонтальну складову сили змикання зубів [88, 106-108]. З механічної точки зору, контрфорси СЗО створюють складну просторову систему ферм здатну витримувати значні навантаження, що діють під різними кутами. Крім того, вони забезпечують підтримку м'яких тканин і визначають висоту, ширину та зовнішній контур обличчя [75, 106-108].

В основу сучасних концепцій, клінічних протоколів та настанов, створених міжнародними фаховими асоціаціями (AOCMF, SORG, IBRA тощо) для лікування пацієнтів із травматичними переломами кісток обличчя, в тому числі ПВЩ, методом відкритої репозиції та остеосинтезу було покладено біомеханічний аналіз та дослідження функціональної анатомії кісткових структур [83]. При цьому умови навантаження і НДС НЩ були добре вивчені ще в другій половині минулого століття, що сприяло формуванню наукового консенсусу, та визначенню оптимальних біоінженерних рішень і хірургічної тактики при різних типах її переломів [82, 109]. Натомість уявлення про біомеханіку КСЗО до останнього часу базувались на емпіричних і часто неточних даних [30, 110, 111]. Це негативно позначалось на результатах лікування та ускладнювало вибір адекватного способу остеосинтезу, який би забезпечував необхідну жорсткість, міцність та надійність фіксації кісткових уламків [5, 17, 112, 113].

Складність у розумінні біомеханіки КСЗО в нормі та при їх травматичних ушкодженнях була зумовлена трьома основними чинниками, що суттєво обмежували можливості застосування традиційних аналітичних моделей та проведення натурних експериментів, прийнятих в біомеханічних дослідженнях інших кісток людини. Це 1) складна анатомія КСЗО, що складаються із тривимірних елементів неправильної форми зі змінними геометричними

параметрами, і мають значну індивідуальну варіативність 2) складні умови навантаження, що змінюються в процесі функціонування (жування, ковтання і мова), 3) значна неоднорідність властивостей кістки навіть в межах одного кортикального чи губчастого шару [52, 89, 114].

Адекватна оцінка механічної поведінки структур такого рівня складності вимагає застосування числових методів аналізу, зокрема МСЕ [114]. Але до сьогодення, в літературі існують лише поодинокі повідомлення про його застосування для вивчення механічних параметрів ушкодженої ВЩ при остеосинтезі, причому можливості інтерполяції отриманих результатів в клінічну практику є обмеженими [79, 115, 116]. Так, запропоновані Gross та ін., 2001, моделі КСЗО характеризувались дуже високим рівнем спрощення та дозволяли оцінити параметри їх НДС лише в загальному вигляді [107]. Цю проблему повною мірою не вдалося вирішити і в більш пізніх роботах Casas та ін., 2007, Erkmen та ін. 2009 [115, 116]. Тому, розробка методів остеосинтезу ВЩ до останнього часу базувалась лише на спрощених уявленнях про її біомеханіку, емпіричному досвіді та існуючих технічних можливостях [107].

Раніше вважалось, що вся система вертикальних і горизонтальних контрфорсів працює переважно на стиск, сприймаючи і передаючи на основу і склепіння черепу жувальні навантаження з відповідних сегментів зубних рядів [107-109]. На сьогодні, коли уявлення про біомеханіку КСЗО суттєво поглибилися, стало зрозуміло, що процес їх деформування є набагато складнішим [52, 107-109, 115-118]. Так, зовнішній край орбіти, що входить до складу вилицевого контрфорсу, при довільному стисканні зубів перебуває під дією сил розтягу, нижній край орбіти, стискається в латеральних відділах та розтягується в медіальних, передня та середня частина ВЩ перебуває під дією сил стиску, ділянка крило-верхньощелепного контрфорсу навпаки зазнає розтягу, а в зоні вилицевої дуги переважно діє момент кручення [52, 115-118]. Отже, сам термін «контрфорс», як структура, що сприймає стискаючі навантаження видається багатьом авторам не зовсім коректним [52, 107-109].

Складний вид НДС ВЩ визначає особливості зміщення кісткових фрагментів та біомеханічну поведінку фіксаторів при її травматичних ушкодженнях. Так, дія сил розтягу на ділянці крило-щелепного контрфорсу та стиску в передніх відділах ВЩ зумовлює характерне зміщення її альвеолярного сегменту при переломі із подовженням та передчасним змиканням зубів на молярах та формуванням відкритого прикусу у фронтальній ділянці [66-69, 74, 88].

В роботі Маланчука та ін. (2011), показано, що в нормі сила прикусу, прикладена до фронтальної групи зубів (різці та ікла), спричиняє виникнення напружень і деформацій, максимальні градієнти яких спостерігають у ділянці альвеолярного відростку, різцевій кістці, носовому краї тіла та лобовому відростку ВЩ, носовій перетинці, носових кістках і далі - на фронтальній частині лобової кістки, та передній частині тіла клиновидної кістки [52].

Сила прикусу, прикладена до премолярів та перших молярів, обумовлює виникнення напружень в бічних ділянках альвеолярних відростків та тіла ВЩ, прилеглих ділянках твердого піднебіння, вилицево-альвеолярних гребенів, тіла вилицевої кістки, нижнього та латерального краю орбіти та прилеглої частини тіла лобової кістки, вилицевої дуги, тіла скроневої кістки, малих крил клиновидної кістки [52].

Сила прикусу в ділянці 7-х верхніх зубів спричинює виникнення напружень у відповідній частині альвеолярного відростка та бугра ВЩ, прилеглої частини твердого піднебіння, криловидних відростків клиновидної кістки та пірамідах скроневої кістки. Тобто, навантаження від других молярів ВЩ сприймається переважно крилопіднебінним контрфорсом [52].

Сила прикусу, яку сприймає ВЩ є значною і сягає 800-1200Н і більше, що відповідно зумовлює зростання еквівалентних напружень всередині кістки [88, 119]. Здатність системи вертикальних та горизонтальних контрфорсів обличчя функціонувати в цих складних умовах навантаження залежить від особливостей її анатомії, механічних властивостей кістки та її здатності до адаптивної перебудови [106-108]. В дослідженнях Маланчука та ін., 2011

показано, що максимальні градієнти напружень і деформацій виникають в ділянці нижньо-латерального краю *apertura piriformis*, перенісся та медіального краю орбіти, переднього та заднього краю лобового відростку вилицевої кістки, вилицевої дуги, на криловидних відростках клиновидної кістки [52]. При силі прикуса 800Н, вони сягають 5-39 МПа. Дещо меншими (1,5-16 МПа) значення напружень були в ділянці вилицево-альвеолярних гребенів та горбів ВЩ, що пояснюється наявністю в цих зонах більш товстого шару губчатої кісткової тканини з її амортизуючими властивостями [52]. Показники напружень на верхній та нижній стінці орбіти, та нижньоорбітальному краї, в межах тіла вилицевої кістки, бічної поверхні тіла ВЩ, середньої та задньої частини твердого піднебіння не перевищували 0,5-2 МПа [52]. При цьому величина функціональних напружень на різних ділянках, а також, певною мірою, вид НДС КСЗО, залежали від анатомії (геометричної форми) кісткових структур, та їх індивідуальних фізико-механічних властивостей [52].

Відомо, що пружні характеристики та архітектоніка кортикального шару ВЩ на різних ділянках більш варіабельні, ніж у НЩ. Кортикальна кістка альвеолярного відростка ВЩ відносно товстіша, менш щільна та менш жорстка. Кортикальна кістка тіла ВЩ тонша, щільніша та більш жорстка. Кортикальна кістка взята з піднебіння за деякими характеристиками займає проміжне положення, але більше нагадує кортикальну кістку альвеолярного відростка [94-96, 120, 121]. Найтовщий шар кортикальної кістки на ВЩ (в середньому 2,3-2,4 мм) за даними Peterson та ін., 2006, знаходиться букально та лінгвально біля ікол та на ділянці вилицево-альвеолярного гребеня. А найтонший - на ділянці горба ВЩ (1,0-1,2 мм) [94].

Щільність різних ділянок кортикальної кістки ВЩ зворотна до товщини. Так, кортикальний шар по нижньоорбітальному краю товщиною 1,1-1,5 мм має дуже високу щільність ($> 1,80 \text{ г/см}^3$) [52, 94-96]. А найщільніша кортикальна кістка ($1,90 \text{ г/см}^3$) знаходиться в ділянці вилицево-верхньощелепного шва, де її товщина в середньому складає лише 1,1-1,2 мм [133, 134]. На цій ділянці

кортикальна кістка має і найбільшу жорсткість (модуль Юнга до 18,7 ГПа). Але є і деякі вийнятки з цього правила, пов'язані із особливостями функціонування КСЗО. Наприклад, кортикальна кістка в ділянці горба ВЩ найменш щільна ($1,61 \text{ г/см}^3$) і дуже тонка. Її модуль пружності становить лише 6,9-9,8 ГПа залежно від напрямку прикладання сили [52, 94-96].

Структурна та механічна анізотропія кістки (відмінність її властивостей в різних напрямках) на різних ділянках ВЩ також сильно відрізняється [25]. Найбільш сталою орієнтація остеонів і трабекул є в зоні носолобового контрфорсу, де вісь жорсткості кісткової тканини направлена вертикально від різців до медіального краю орбіт. Виразно анізотропним є кортикальний шар по нижньоорбітальному краю. На піднебінні і альвеолярному відростку ступінь анізотропії зменшується, а кісткова тканина горба ВЩ є майже ізотропною [25, 30, 120, 121].

Всі ці відмінності пояснюються з точки зору трансформаційного закону Вольфа, згідно якого функція визначає форму, будову кісткового органу та його архітектоніку [122, 123]. Одним із важливих чинників при цьому є жувальне навантаження: ділянки контрфорсів, де функціональні напруження є найбільшими набувають високої щільності і упорядкованості структури пластинчастої кісткової тканини [52, 94-96]. Підвищення або зниження жувального навантаження при втраті зубів, порушеннях прикусу або інших захворюваннях зубо-щелепного комплексу вірогідно впливає на структуру, мінеральну насиченість і біомеханічні властивості кісткової тканини щелеп [50, 52, 94-96].

Ця закономірність була підтверджена в серії клінічних та експериментальних досліджень. Так, за даними Bresin та ін., 1999, Tanaka та ін., 2016, зменшення жувального навантаження призводило до зниження товщини та мінеральної насиченості кортикального шару щелепи у тварин [125-130]. Kato та ін., 2004, Yoshino та ін., 2007, Dechow та ін., 2010, вказують, що при втраті зубів і зниженні функціональних напружень, в кістковій тканині виникають зміни мікроструктури, що охоплюють всю СЗО, і є досить

виразними у місцях, віддалених від дефектів зубного ряду (вилицева кістка, тощо) [94, 131-135].

Навіть зміна положення зубів у зубній дузі при аномаліях прикусу спричиняє виразні зміни НДС ВЩ, виникнення зон з підвищеною концентрацією напружень і ділянок локальної ішемії із наступною фенестрацією кісткової тканини [94, 106, 136-138]. Так за даними Cattaneo та ін., 2003, зміщення першого моляра ВЩ на ширину одного бугра в мезіальному напрямку призводить до того, що передача жувального навантаження через зону вилицевого контрфорсу стає менш ефективною та основне надмірне навантаження припадає на ділянку, що знаходиться спереду від моляра [106, 137]. Зона носо-лобового контрфорсу при цьому зазнає більшого стиску та згину. При зміщенні першого моляра у дистальному напрямку, по всій ВЩ зростає величина деформації згину у двох площинах сагітальній та горизонтальній, крім того, зростають сили розтягу, що діють вздовж вилицевих дуг [106]. Подібні стани можуть виникати при патології прикусу, наявності вроджених аномалій та деформацій, на етапах ортодонтичного лікування або бути варіантом норми з урахуванням індивідуальних особливостей будови ВЩ та КСЗО [107]. Зміни умов навантаження та спричиненого ним НДС ВЩ з часом позначаються на структурі кістки внаслідок її адаптивної перебудови [136-138].

Водночас Peterson та ін., 2006 в проведених ними дослідженнях, не виявили вірогідної різниці у товщині та щільності кісткової тканини СЗО у групах осіб з високим та низьким жувальним навантаженням [94, 106, 107, 136-138]. Thongudomporn та ін., 2009, пояснював це тим, що існує ряд інших факторів, які значною мірою впливають на архітектоніку лицевого черепа таких як спадковість, етнічна приналежність, кліматичні умови, стан верхніх дихальних шляхів, наявність шкідливих звичок тощо, [135-138].

КСЗО людини відрізняються у різних індивідів розмірами, просторовим розташуванням, положенням щелеп, об'ємом повітроносних порожнин, товщиною кісткової тканини на різних ділянках, шириною обличчя,

положенням вилиць, тощо. Ці характеристики можна згрупувати та виділити у певні групи (типи). Так Sigaud та ін., 1914, розрізняє чотири типи обличчя: церебральний; респіраторний; дигестивний та м'язовий із різними розмірами і співвідношеннями кісткових структур, що суттєво впливають на їх біомеханічну поведінку [29].

Церебральний тип характеризується надмірним розвитком мозкового черепа. Високий і широкий лобовий відділ різко переважає над іншими відділами обличчя. Останнє має пірамідальну форму з основою, направленою догори[29].

Респіраторний тип характеризується переважним розвитком середнього відділу обличчя, у зв'язку з чим лицева частина голови, шия й тулуб набувають характерних рис. Обличчя має ромбовидну форму, ніс сильно розвинутий у довжину, його спинка нерідко опукла[29].

Дигестивний тип характеризується переважанням розвитку нижнього відділу обличчя. ВЩ та НЩ надмірно розвинені. Внаслідок цього, при відносній вузькості лобової частини, обличчя набуває характерної форми трапеції [29].

М'язовий тип - верхній і нижній відділи обличчя приблизно рівні, межа волосся зазвичай пряма, лице квадратної форми [29].

Інша класифікація виділяє доліхоцефальний; мезоцефальний; брахіцефальний тип обличчя. Розподіл за цими типами відбувається згідно показників відсоткового співвідношення між шириною голови та її довжиною. Якщо ця величина менша 75,9, то має місце доліхоцефалічна форма голови, 76,0-80,9 - мезоцефалічна, 81,0-85,4 - брахіцефалічна, 85,5 і більше – гіпербрахіцефалічна [35]. Ряд авторів вказує на залежність розмірів зубних дуг від форми голови [35]. Ширина верхньої зубної дуги більша у людей з брахіцефалічним типом будови і в цей же час довжина найменша, а тенденція до збільшення довжини зубного ряду відслідковується у людей з мезо та брахіцефалічним типом будови [35].

Шварц виділяє 9 типів обличчя в нормі, що відрізняються розмірами і співвідношенням основи черепа, верхньої та нижньої щелепи [139-145].

Іншим не менш важливим чинником є ступінь пневматизації, що визначає внутрішню архітекtonіку КСЗО [1, 23, 24, 28, 50]. При пневматичному типі будови КСЗО внутрішньо-кісткові повітроносні порожнини добре виражені і формують великі бухти, поширюючись на альвеолярний відросток, тіло вилицевої кістки, тощо [50, 101, 103, 104]. Кісткова тканина при цьому стоншується, а її щільність зростає. При склеротичному типі, повітроносні порожнини мають менший об'єм, а кісткові структури стають товстішими, хоча їх щільність і мінеральна насиченість можуть при цьому зменшуватись. Індивідуальні відмінності в співвідношенні кісткових структур і повітроносних порожнин залежать серед іншого від спадкових, етнічних, географічних чинників [24, 28, 50, 101,]. Так, за даними Maddux та ін., 2017, вузькі та високі носові ходи відповідають потребі більш ефективної циркуляції повітря та необхідності зігрівання повітря в умовах холодного клімату, а широкі та низькі носові ходи із зменшенням об'єму верхньощелепних синусів характерні для людей, що проживають у теплих кліматичних зонах [23].

Зменшення товщини кісткової тканини на ділянці контрфорсів при збільшенні пневматизації, якісно змінює розподіл напружень і деформацій при травмі, що теоретично може позначатися на клініко-анатомічних характеристиках перелому та ускладнювати процес лікування та реабілітації пацієнтів із травматичними ураженнями ВЩ та КСЗО. Але в літературі нами не виявлено робіт присвячених ґрунтовному аналізу даного питання.

1.2 Структура, розповсюдженість, механізми виникнення травматичних ушкоджень верхньої щелепи та кісток середньої зони обличчя

Переломи КСЗО є важливою медико-соціальною проблемою у всьому світі [1-4]. Вони часто асоціюються із значною важкістю травми, естетичним і функціональним дефіцитом, складністю і високою вартістю лікування, що не завжди забезпечує задовільні результати і пов'язано з високою частотою післяопераційних ускладнень, тривалою втратою працездатності, а нерідко й з інвалідізацією постраждалих [5-8]. Епідеміологічний аналіз пошкоджень щелепно-лицевої ділянки має вирішальне значення для більш ефективного планування системи розподілу ресурсів та забезпечення, а також лікувально-профілактичних заходів для даної категорії пацієнтів [9-12]. Більше того, розуміння причинних факторів та механізмів травми дозволяє розробити ефективні стратегії її запобігання та схеми надання високоспеціалізованої та кваліфікованої допомоги [9-12].

За даними різних авторів, переломи КСЗО, в тому числі – ПВЩ, складають 55-70 % від всіх переломів кісток лицевого черепа у пацієнтів з черепно-щелепно-лицевою травмою [1-4].

Епідеміологія переломів цієї локалізації надзвичайно різноманітна, залежно від низки чинників, таких як географічне розташування регіону, культурні та побутові відмінності, а також наявні соціально-економічні тенденції. Поширеними причинами переломів КСЗО є ДТП, побої і бійки, падіння з різної висоти, спортивні та виробничі травми. Багато авторів називають ДТП основною причиною переломів цієї локалізації, натомість в інших дослідженнях головним етіологічним фактором називають побиття та міжособистісні конфлікти. Автори пов'язують це, зокрема, з тенденцією до зменшення кількості ДТП у деяких розвинених країнах через зміни у законодавстві про безпеку дорожнього руху [7-12].

Дослідники, що вивчали вплив соціальних чинників на структуру щелепно-лищевої травми, встановили, що пацієнти з переломами носа та НЩ частіше були соціально та економічно неблагополучними, ніж пацієнти з переломами вищевого комплексу, ВЩ або dna орбіти [146]. Частота переломів, спричинених нападом, при цьому, не була пов'язана зі збільшенням соціально-економічної деривації. Однак, пацієнти з низьким соціально-економічним статусом частіше перебували у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння у момент отримання травми [146].

За даними мультицентрового дослідження EURMAT, до якого увійшли щелепно-лищеві клініки Нідерландів, Італії, Хорватії, Словенії, Сербії, Сполученого Королівства, Болгарії, України, Норвегії, Франції та Естонії, основними причинами отримання травм та переломів КСЗО були побиття (39-43 %), падіння з висоти (20,5-31 %), дорожньо-транспортні пригоди (11-16 %), травми з виробничих, спортивних або невідомих причин (19-20,5 %). При цьому ізольовані та поєднані переломи ВЩ та інших КСЗО виникали у 55,4 % хворих, включених в дослідження [3].

Переломи КСЗО, особливо переломи ВЩ за Le Fort II і III, супроводжуються виразним естетичним дефіцитом: втратою симетрії і пропорцій обличчя, спотворенням косметично значимих зон, зокрема орбіти, носа, вищевих виступів тощо. Крім того, вони пов'язані з порушенням функції жування, дихання, мовлення, зору, а також формуванням глибоких депресивних розладів у хворих. Важкі наслідки даного виду травми нерідко спричиняють втрату працездатності та інвалідізацію постраждалих, що визначає її вагоме медико-соціальне та економічне значення [1, 12, 13, 16, 17, 146].

ПВЩ відносять до найбільш складних видів переломів обличчя [3, 8, 11-14, 33]. Особливістю даного виду травми є значна індивідуальна варіативність характеру перелому, його топографічних характеристик і клінічних проявів [3, 8, 11-14, 33]. За даними літератури структура ПВЩ суттєво змінилась, в зв'язку зі зміною характеру травми та збільшенням числа випадків високоенергетичних

ушкоджень, пов'язаних з ДТП, техногенними катастрофами і нещасними випадками на виробництві, вогнепальними пораненнями, тощо [3, 8, 11-14, 33]. В цих випадках ПВЩ часто пов'язані з ЧМТ та несуть значний ризик глибоких неврологічних розладів та смерті постраждалого [17, 147, 148, 149]. Основними причинами смерті при травмі СЗО є ушкодження головного мозку, асфіксія через порушення прохідності верхніх дихальних шляхів та кровотечі з великих судин голови та шиї. Ці фактори є причиною 87 % негайних летальних наслідків та 97,6 % смертей у перші 24 години після травми серед жертв ДТП [18, 19].

Також автори вказують, що пряма загроза летального результату щелепно-лицевої травми низька [1, 150, 151]. Однак непрямий вплив ушкодження обличчя на загальний рівень виживання може бути значним через такі причини: 1) деякі супутні стани, що становлять загрозу для життя, можуть бути пропущені або неправильно діагностовані у випадках важких травм обличчя, що за даними літератури трапляється у 22 % випадків; 2) травми обличчя порушують нормальне дихання і можуть спричинити системну гіпоксію; 3) переломи кісток щелепно-лицевої ділянки є вхідними воротами для проникнення інфекції, включаючи високовірулентну одонтогенну мікрофлору, 4) згідно з даними відділень швидкої допомоги, повідомлених Lavoie та співавт, політравма зазвичай важча у випадках ураження голови та шиї [150]. У дослідженнях Domingues та співавт. (2011, 2018) 70,7 % усіх пацієнтів, які померли від політравми, мали травми голови або шиї [155, 156].

За даними авторів, ПВЩ поєднуються із відкритою чи закритою ЧМТ щонайменше у третині випадків [153, 154]. Найбільш важкими є поєднані ураження назо-етмоїдального комплексу з ураженням дна передньої черепної ямки, коли сила травмуючого агенту передається безпосередньо лобовим долям головного мозку [17, 152]. Naug та співавт. (1992) також продемонстрували, що поєднання переломів кісток декількох зон обличчя, як правило, асоціюється з більш серйозними внутрішньочерепними ушкодженнями, визначеними за шкалою коми Глазго та індексом травми мозку, ніж при переломі окремих

кісток [157]. Salentijn та співавт. (2014) виявили, що 8,1 % всіх пацієнтів з поєднаною щелепно-лицьовою травмою, яких лікували з використанням хірургічних методів, вимагали нейрохірургічного втручання під час перебування в тій самій лікарні [17]. Автори вважають, що при важкій травмі КСЗО передають енергію травмуючого агента безпосередньо черепній коробці та лише частково поглинають її в процесі руйнування, чого не достатньо для ефективного захисту внутрішньочерепних структур [158, 160]. Крім пошкодження голови, інші супутні травми у пацієнтів з ПВЩ включають ушкодження шийного відділу хребта (від 0,3 до 3 %) та інших частин тіла (живіт, грудна клітка, кінцівки) [159, 161].

Лікування поєднаної щелепно-лицьовою травми є складною задачею, що вимагає роботи мультидисциплінарної команди та реалізується у багатопрофільних лікарнях та спеціалізованих центрах щелепно-лицьової хірургії з додатковим залученням хірургів, травматологів, ЛОР-лікарів, нейрохірургів, офтальмологів, реаніматологів. Обізнаність та ефективна співпраця між спеціалістами різного профілю сприяє швидкій діагностиці та своєчасному і адекватному лікуванню таких хворих. [17, 162].

Усі пацієнти даної категорії, потребують застосування високоточних методів діагностики та комп'ютерної візуалізації (МСКТ, МРТ, ангиографія, тощо) для планування лікувальних заходів та контролю проведеного втручання, а також довготривалого і вартісного стаціонарного лікування та реабілітації [31, 49, 73].

Відомо, що при нанесенні травматичних ушкоджень складна система контрфорсів СЗО руйнується, а окремі кістки або їх фрагменти відділяються від нерухомих частин і зміщуються в неправильне. Структури СЗО втрачають свою функціональну здатність та нормальну анатомічну форму, наслідком чого є спотворення зовнішності, порушення прикусу, ускладнення або неможливість жування, ковтання, вимови окремих звуків, носового дихання, зору, тощо [31, 49, 73, 74, 148, 152].

У серіях робіт з біомеханіки та судової медицини розглядали особливості руйнування КСЗО з метою опису та пояснення значного різноманіття типів і форм переломів цієї локалізації [45, 163-166]. В досліджах Nahum та співавт. (1968, 1975, 1977) [163-165]; Hodgson та співавт. (1967) [166] на трупному матеріалі визначено, що характер ушкодження кісток залежить від абсолютного значення прикладеного навантаження, його розподілу по поверхні, швидкості прикладання сили і тривалості її дії. Було встановлено, що кісткова тканина здатна витримувати значні навантаження протягом коротких періодів часу, однак граничні значення навантаження різко зменшуються при зростанні тривалості його дії [163-166].

Hampson (1995) вказував, що здатність кісток обличчя протидіяти механічному ушкодженню є різною і характеризується широким діапазоном індивідуальних значень з певним розподілом вірогідностей/ризиків. З віком по мірі розвитку остеопорозу та остеопенії (70-80 років) міцність кісток обличчя зменшується на 20-30 % порівняно з фізіологічним максимумом, що відзначається у віці 20-30 років [45]. Крім того, абсолютна міцність кісток черепа у чоловіків вище, ніж у жінок [45, 163-166]. За даними Nyquist та співавт. (1986), середня сила, необхідна для виникнення перелому ВЩ, є найвищою серед усіх кісток лицевого черепа: вона в середньому перевищує 1100 Н. Це пояснює той факт, що значна частина ПВЩ виникає внаслідок високоенергетичної травми [46].

Всі автори одностайно заявляють, що ПВЩ є дуже різноманітними за топографією і характером, а також мають значну індивідуальну варіативність [1-12]. Roumeliotis та співавт. (2015) встановив, що при високоенергетичній травмі СЗО збільшення енергії травмувального чиннику призводить не лише до більшої фрагментації на ділянці ураження, але й якісно змінює топографію щілини перелому [13].

Незважаючи на суттєвий прогрес в методах діагностики і лікування травматичних ПВЩ, що відбувся за останні десятиліття, та краще розуміння механізмів руйнування ВЩ, до сьогоднішнього дня найбільш вживаною

класифікацією даного виду травми залишається класифікація Rene Le Fort, запропонована більше 100 років тому. Ця класифікація визначає основні «лінії найменшого супротиву», відповідно до експериментально визначених типів перелому [21, 47-49]. Згідно з цим виділяють три типи ПВЩ.

I тип перелому за Le Fort, також відомий як перелом Герена (Guérin) або "плаваюче піднебіння", визначається як від'єднання альвеолярного відростка та твердого піднебіння (нижній поперечний верхньощелепної контрфорс) від інших кісток лицевого черепа. Цей вид перелому орієнтований горизонтально і вражає передню, латеральну (задню), і медіальну стінки верхньощелепної пазухи, перетинаючи нижній край грушоподібної апертури і носової перетинки та поширюється на крилоподібні відростки [21, 47-49].

II тип перелому за Le Fort, також відомий як "пірамідальний" перелом, формує вільний верхньощелепний фрагмент пірамідальної форми, який може рухатися незалежно від решти КСЗО та основи черепа. Вершина піраміди знаходиться на рівні або трохи нижче носолобового шва. Косо орієнтовані щілини перелому проходять через медіальні та нижні стінки орбіт та вилицево-верхньощелепні шви, не включаючи вилицеві кістки. Цей перелом охоплює носолобовий, вилицево-верхньощелепний та крило-верхньощелепний контрфорси (середній тип перелому) [21, 47-49].

III тип перелому за Le Fort, також відомий як черепно-лицеве роз'єднання, призводить до повного від'єднання лицевих кісток від основи черепа. Цей перелом починається від носолобового шва і проходить в бічному напрямку по медіальній і латеральній стінці орбіт і вилицевим дугам; таким чином, перелом за Le Fort III, на відміну від I і II типів, включає вилицеві кістки. Цей перелом супроводжується руйнуванням, як вертикальних так і горизонтальних контрфорсів КСЗО (верхній тип перелому) [21, 47-49].

Класифікація Le Fort є простою і зрозумілою, але водночас не надає достатньої інформації для описання характеру перелому і повноцінного планування лікувальних заходів в більшості клінічних випадків [13, 21, 27, 47-49, 53]. Вже на момент її створення було очевидно, що дана класифікація є

досить умовною: вона не дозволяє оцінити реальний характер руйнування вертикальних і горизонтальних контрфорсів, особливо у випадку багатопламкових переломів, та часто недооцінює реальну важкість ушкодження, що представляє собою складну комбінацію переломів вилицевого, назо-етмоїдального комплексу та орбіт із ушкодженням ВЩ (в тому числі в нетипових зонах локалізації) [13, 53]. Автори зазначали, що на відміну від двосторонніх симетричних переломів, описаних Le Fort, в реальності переважають асиметричні комбіновані (інколи навіть односторонні) переломи, які проходять на різних рівнях. Наявність сагітальних переломів ВЩ додатково ускладнює клінічну ситуацію та віднесення перелому до певного типу [21, 27, 53].

З часом класифікація Le Fort була переглянута та вдосконалена [13, 21, 27, 49, 53]. Окрім трьох стандартних рівнів перелому (нижній, середній, верхній) був доданий четвертий тип, що включав у себе поєднання попередніх типів у різних комбінаціях з включенням переломів стінок лобової пазухи та передньої черепної ямки [49].

Donat та співавт. (1998) запропонували класифікацію ПВЩ, направлену на точне визначення ділянок контрфорсів, що зазнають руйнування при травмі. Згідно неї виділяють 3 вертикальні контрфорси: (V1 – носолобовий/носо-верхньощелепний V2 – вилицево-верхньощелепний та V3 – крило-верхньощелепний), і 3 горизонтальні контрфорси: Н1 – надбрівні дуги та перенісся, Н2 - нижньо-орбітальний край, вилицева кістка та вилицева дуга, Н3 – альвеолярний відросток ВЩ. Горизонтальні контрфорси додатково ділять на центральний (с) та латеральний (l) сегменти, а вертикальні контрфорси – на верхній (s) і нижній (i) сегменти [27].

Впровадження цієї класифікації значною мірою було пов'язано з розвитком і клінічним застосуванням КТ, яка стала золотим стандартом візуалізації ушкоджених структур та дозволила ширше використовувати об'єктивні методи кількісної оцінки важкості щелепно-лицевої травми, зокрема на основі Facial Injury Severity Scale (FISS) [54-59, 168].

КТ дозволяє не лише висловитись про характер фрагментації кісткових структур, локалізацію щілин перелому та особливості зміщення кісткових фрагментів, але й визначати архітектоніку кістки, її товщину та щільність на ділянці встановлення елементів фіксації, розкриваючи можливості для пошуку індивідуалізованих рішень в кожному конкретному клінічному випадку. Водночас, це питання залишається до кінця не вивченим і не знаходить адекватного відображення в рамках традиційних уніфікованих протоколів [54-59].

1.3 Відкрита репозиція та остеосинтез верхньої щелепи в комплексному лікуванні переломів кісток середньої зони обличчя. Ускладнення та шляхи їх профілактики.

Метою лікування постраждалих з переломами КСЗО є відновлення неперервності, анатомічної цілісності та тривимірної геометрії ушкоджених кісткових структур, нормальної (претравматичної) оклюзії, функціональної здатності повітряностних шляхів та органу зору, а отже максимально повна естетична і функціональна реабілітація [16, 17, 21]. У пацієнтів з поєднаними ушкодженнями та політравмою реалізація цих задач здійснюється з дотриманням певної послідовності етапів та заходів, що виконуються мультидисциплінарною бригадою фахівців [31-34, 82-84].

Невідкладна допомога постраждалим з переломами КСЗО, в тому числі важкими ПВЩ, проводиться відповідно до рекомендацій ATLS (advanced trauma life support), та включає реанімаційні заходи з відновленням прохідності дихальних шляхів, контроль кровотечі, відновлення об'єму циркулюючої крові та проведення комплексу протишокових заходів [169-171].

Для відновлення прохідності дихальних шляхів у постраждалих в першу чергу, необхідно визначити доцільність та, в разі потреби, провести ендотрахеальну інтубацію, трахеостомію та встановлення назогастрального зонда і, хоча в окремих випадках потреби в цьому не виникає, при важкій

поєднаній травмі, зокрема із ураженням ЦНС введення ендотрахеальної трубки суттєво полегшує подальші реанімаційні та лікувальні заходи. Ушкодження назо-етмоїдального комплексу та потреба в доступі до порожнини рота і співставленні зубних рядів в прикус на різних етапах лікування визначають низку особливостей проведення ендотрахеальної інтубації у цієї категорії хворих, зокрема використання інтубації через оростому. На етапі надання невідкладної медичної допомоги пацієнту також забезпечують первинну зупинку кровотечі шляхом тугої тампонади ран, порожнини носа (передня і, обов'язково, задня), рота, глотки [169-171].

Після стабілізації життєво-важливих функцій (дихання, гемодинаміка) проводять повне мультидисциплінарне обстеження хворого, встановлюють діагноз та формують відповідний план лікування з визначенням пріоритетів та послідовності лікувальних заходів [169-171]. Особливу увагу при цьому приділяють виявленню ушкоджень ЦНС та шийного відділу хребта, що часто супроводжують переломи КСЗО, зокрема при високоенергетичній травмі [153-161]. Ці загрозові для життя стани можуть лишитися непоміченими за наявності значних ушкоджень обличчя, які привертають до себе безпосередню увагу лікаря [172]. Так, за даними Phillips та співавт (2017), переломи хребта зустрічаються у 1,4 % постраждалих з ПВЩ і можуть бути основною причиною летальності у цих пацієнтів [172].

Точне встановлення діагнозу і застосування адекватних лікувальних підходів потребує використання додаткових методів дослідження, таких як рентгенографія шийного відділу хребта, лицевого та мозкового черепа в різних проєкціях, комп'ютерна томографія (КТ) з 3D-реконструкцією, в окремих випадках – МРТ, ангіографія, лабораторні аналізи тощо [54-59, 169-171].

Загально визнаним на сьогоднішній день є факт, що основним методом діагностики переломів КСЗО, зокрема ВЩ, є мультиспіральна КТ голови (лицевий і мозковий череп) [54-59]. МСКТ показана всім пацієнтам для уточнення характеру перелому, діагностики інтракраніальних ушкоджень, переломів орбіти і основи черепа, точної локалізації чужорідних тіл, оцінки

стану зубів (потенційні вогнища інфекції) та придаткових пазух носа [173]. Рентгенографія в традиційних укладках (носо-підборідна, пряма і бокова проекція) може бути застосована лише в якості допоміжного методу або для попередньої оцінки характеру ушкодження в умовах обмежених ресурсів системи охорони здоров'я [54-59].

Після проведення необхідних діагностичних процедур в максимально стислі терміни, пацієнту виконують життєво та органозберігаючі втручання, зокрема остаточну зупинку кровотечі, краніотомії, судинні операції, репозицію і стабілізацію відкритих переломів довгих трубчастих кісток [169-171]. З боку щелепно-лицевого хірурга до таких операцій належать боротьба з асфіксією та відновлення прохідності дихальних шляхів, остаточна зупинка кровотечі і усунення компресії зорового нерва ретробульбарними гематомами та кістковими уламками [169-171].

Безпосередньо лікування переломів кісток лицевого черепа, в тому числі ПВЩ, проводять з використанням консервативних, хірургічних та комбінованих методів [16, 17, 21, 31-34]. Рішення про можливість/доцільність проведення відкритої репозиції та остеосинтезу кісток лицевого черепа, строки проведення втручань та способи тимчасової іммобілізації уламків приймають з урахуванням загального стану хворого, ступеня дислокації, важкості і типу перелому, наявності і характеру супутніх уражень органів і систем, клінічних проявів тощо [82-84, 169-171].

Терміни хірургічного лікування переломів від моменту травми визначають як негайні (до 48 годин), ранні (до 2 тижнів) та пізні [66]. В окремих випадках важкий загальний стан хворих, виразний набряк м'яких тканин, нестабільна гемодинаміка та значні ризики наркозу, зумовлюють доцільність відтермінувати втручання спрямоване на остаточну репозицію та іммобілізацію кісткових уламків [16, 17, 21]. При цьому більшість авторів дотримуються думки, що хірургічне втручання має бути проведено не пізніше, ніж 2 тижні після травми через підвищений ризик запальних ускладнень, нагноєння операційних ран та утворення рубцевої тканини між зміщеними

уламками кістки в більш пізньому посттравматичному періоді [31-34, 162]. На думку Salentijn та співавт. (2014) оптимальним для проведення хірургічних втручань з приводу переломів кісток обличчя у пацієнтів з поєднаною краніо-фаціальною травмою є період між 7 та 10 добою після травми. В ці строки (коротші у дітей та довші у дорослих) набряк м'яких тканин значно зменшується та існує можливість адекватного лікування внутрішньочерепних гематом та стабілізації неврологічного статусу пацієнтів [17]. Більш раннє проведення хірургічних втручань у пацієнтів з важкою поєднаною щелепно-лицевою травмою, хоча і має певні переваги, але не дозволяє отримати вірогідно нижчий рівень ускладнень і пов'язано з підвищеним ризиком з боку інших органів і систем. [76, 162, 174].

Аналізуючи тенденції в лікуванні ПВЩ, слід зазначити, що до кінця минулого століття для лікування постраждалих цієї категорії переважно використовували консервативні та консервативно-хірургічні методи лікування, такі як: двощелепне шинування з використанням шин Тігерштедта, Васильєва, Ванкевич, Вебера, Порта у поєднанні із підборідно-тім'яною еластичною тягою, хірургічно-ортопедичну іммобілізацію за Фальтіним–Адамсом, застосування апаратів зовнішньої фіксації та складних ортопедичних апаратів (апарат Збаража). Хірургічні методи лікування ПВЩ застосовували обмежено, зважаючи на особливості архітекtonіки КСЗО, близькість інфікованих повітроносних порожнин, складні умови навантаження ушкодженої ділянки та недосконалість існуючих способів остеосинтезу [175].

Починаючи 80-90-х років минулого століття широкого застосування набувають методики відкритої репозиції і внутрішньої фіксації КСЗО, які на сьогоднішній день розглядають як «золотий стандарт» в лікуванні даного виду травми [67, 82]. Консервативні методи застосовують лише для тимчасової іммобілізації, при переломах без зміщення або з незначним зміщенням, що не спричиняють значного естетичного чи функціонального дефіциту, у випадку важких супутніх захворювань чи ушкоджень, що супроводжуються значним ризиком при загальній анестезії [16, 17, 21, 175]. Нерідко шинування щелеп

використовують на етапах хірургічного лікування, в тому числі під час та після проведення операції для забезпечення правильної оклюзії та адекватного співвідношення зубних рядів [172, 176].

Концептуальні основи методу відкритої репозиції та внутрішньої фіксації уламків були запропоновані у 1958 р. групою швейцарських вчених, що отримала назву АО/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, Асоціація остеосинтезу/Асоціація вивчення внутрішньої фіксації) [83, 177]. Дослідження членів цієї асоціації стали революційними у галузі розробки інструментів та імплантатів/фіксаторів для оперативного лікування переломів довгих трубчастих кісток. Завдяки процесу внутрішнього контролю якості (документація АО) клінічний успіх цих нових методів став очевидним. Оперативне лікування переломів отримало визнання у всій Європі і, нарешті, у всьому світі. Сьогодні медична спільнота визнає величезний позитивний глобальний ефект, який спричинила АО/ASIF, постійно вдосконалюючи оперативне лікування переломів різних локалізацій, в тому числі переломів щелепно-лищевої ділянки. Але в історичному аспекті, у пацієнтів з переломами КСЗО базові принципи АО були застосовані значно пізніше, ніж при переломах довгих трубчастих кісток чи НЩ, що визначалось їх анатомо-функціональними та біомеханічними характеристиками, а також особливостями архітекtonіки, які ускладнювали встановлення накісних пластин [82, 83, 109, 177].

Основними передумовами для впровадження методів остеосинтезу КСЗО можна вважати удосконалення хірургічних доступів та методів діагностики, впровадження нових схем антибіотикопрофілактики, фіксаторів з титану та полімерних матеріалів (мікро- та мініпластини різної форми і розміру, монокортикальні шурупи з удосконаленими характеристиками різьби, сітки та мембрани для заміщення кісткових дефектів), а також системні дослідження групи АО/ASIF та SORG щодо оптимальних способів встановлення фіксаторів в різних клінічних умовах [82, 83, 109, 177, 178].

З роками, по мірі вдосконалення методики лікування, з'явилися нові техніки та матеріали для фіксації, але основні цілі та задачі хірургічного

лікування залишилися незмінними [16, 17, 21, 31-34, 175, 178]. До основних задач хірургічного лікування переломів КСЗО можна віднести наступні:

1. Відновлення ширини, висоти та профілю обличчя. Слід враховувати, що положення вилицевого та назо-етмоїдального комплексів, а також зовнішнього краю орбіти визначають поперечні та сагітальні розміри обличчя та його профіль (положення кісток носа). Положення верхньої щелепи та співвідношення між верхнім і нижнім зубними рядами задають вертикальні параметри обличчя. Неправильне позиціонування вказаних кісткових структур може призводити до виникнення помітних деформацій та незадовільного зовнішнього вигляду.

2. Відновлення функціональної спроможності КСЗО. Через складну будову та близькість важливих анатомічних утворень СЗО представляє собою мультифункціональну одиницю, що бере участь у забезпеченні функції жування, ковтання, мови, дихання, зору, відчуття запахів, тощо. Зміна положення кісткових структур призводить до певних функціональних порушень. При зміні положення ВЩ та руйнуванні системи контрфорсів порушуються оклюзійні співвідношення, що у свою чергу призводить до неможливості пережовування їжі, адекватного харчування, виникнення больового синдрому. Під дією травмуючого агента і тяги медіального крилоподібного м'яза та м'язів м'якого піднебіння ВЩ зміщується дозад, що ускладнює функцію ковтання та може призводити до апное сну. Порушення положення назо-етмоїдального комплексу та кісток орбіти визначає низку функціональних порушень: ускладнення носового дихання, зниження прохідності носових ходів, функції зігрівання, зволоження повітря, відчуття запахів, слезовідведення, положення кантальних зв'язок та ширини розрізу очей, функції кліпання та зволоження рогівки ока, можливі зміни об'єму орбіти, положення очей та забезпечення стереоскопічного зору тощо.

3. Збереження цілісності великих судин та стовбурів рухових та чутливих нервів в ході операції. При проведенні хірургічних втручань з приводу переломів КСЗО необхідно враховувати розташування верхньощелепної,

підочноямкової, етмоїдальних, очної артерій, тощо пошкодження яких може ускладнювати хід операції, створювати передумови до формування гематом у післяопераційному періоді та негативно впливати на загоєння операційних ран. Пошкодження стовбурів та гілок V та VII пари черепно-мозкових нервів призводить до зниження або втрати чутливості м'яких тканин обличчя, порушення роботи м'язів, що у свою чергу призводить до дискомфорту та незручностей у повсякденному житті, вираженої асиметрії обличчя, порушенню міміки.

4. Використання оптимальних хірургічних доступів до пошкоджених ділянок, що дозволяють зменшити травматизацію анатомічних структур, а також мають високі косметичні характеристики і дозволяють уникнути погіршення або спотворення зовнішнього вигляду пацієнта у післяопераційному періоді.

Сучасні методики остеосинтезу, які дозволяють вирішити ці клінічні задачі можуть бути реалізовані одним із двох концептуальних підходів до реконструкції СЗО при її множинних ушкодженнях: “знизу - вверх” та “зверху - вниз” [179, 180]. У першому випадку репозиція і остеосинтез переломів СЗО зі значною фрагментацією починається з відновлення і фіксації правильних оклюзійних співвідношень, що виступають в якості базової відправної точки для всіх подальших етапів реконструкції лицевого черепа [179, 180]. Після того репозицію і фіксацію накісними міні пластинами проводять в напрямку догори, фіксуючі фрагменти кістки до вже закріплених уламків та нерухомих структур лицевого і мозкового черепа [179, 180]. У другому випадку спочатку відновлюють зовнішній контур СЗО – вилице лобне з'єднання та вилицеву дугу, таким чином, встановлюють вилицеву кістку в правильне положення по вертикалі і по сагітталі [179, 180]. Після цього фіксують кісткові фрагменти в зоні вилицево-альвеолярного гребня, визначаючи положення відламаного альвеолярного відростка в просторі [179, 180]. Після фіксації оклюзії відновлюють центральні відділи СЗО – назо-етмоїдальний комплекс, нижні краї і стінки орбіт, носолобовий контрфорс [179, 180]. Невірне позиціонування

кісткових фрагментів на кожній з цих ключових ділянок веде до порушення зовнішності і погіршення інтегрального естетичного результату [179, 180]. Крім того недоліки у виконанні остеосинтезу можуть спричиняти функціональний дефіцит, зокрема стійкі порушення оклюзії, зору, дихання [179, 180].

Точна репозиція уламків КСЗО має поєднуватись із їх надійним закріпленням [179, 180]. При цьому, кількість, розмір, тип і розташування фіксаторів залежать від топографо-анатомічних та біомеханічних характеристик перелому [21, 31-34, 179, 180]. В більшості випадків для остеосинтезу застосовують титанові міні та мікро-пластини фіксовані моно кортикальними шурупами вздовж вертикальних та горизонтальних контрфорсів обличчя. Цей спосіб фіксації був вперше описаний у роботах Michelet у 1973 році, але його широке впровадження стало можливим лише через 2 десятиліття [82]. Основна проблема полягала в тому, що будова КСЗО сильно відрізнялася від нижньощелепної кістки та інших кісток людини де якісні пластини на той момент вже довели свою ефективність [82]. Так, величина напружень в кістковій тканині ВЩ за даними Маланчука та ін., 2011, є співставною із величиною напружень в навантажених зонах НЩ, однак товщина кортикального шару тут є набагато-меншою, особливо навколо повітроносних пазух і орбіт [52]. На ділянках, де товщина кортикального шару ВЩ є меншою ніж 1 мм, надійна фіксація кісткових шурупів утруднена або неможлива [52].

Роботи Ewers та співавт., проведені наприкінці минулого століття, продемонстрували, що для закріплення якісних мініпластин шурупами оптимальна товщина кортикального шару становить 2 мм і більше [181, 182]. Такі умови в ділянці ВЩ відзначають майже виключно в зоні контрфорсів, що вплинуло на існуючі протоколи лікування та фактично визначило принципи функціонально-стабільного остеосинтезу ВЩ із застосуванням мініпластин [181, 182]. Удосконалені міні- та мікропластини дозволи забезпечити достатню жорсткість міцність і надійність фіксації уламків ВЩ в значному відсотку випадків, на підставі чого автори робили висновок про хороший віддалений

прогноз реконструктивних хірургічних втручань [181, 182]. В численних публікаціях вони рекомендували застосовувати прямі L-, T- або Y-подібні пластини з титану чи полімерних матеріалів, залежно від конфігурації перелому ВЩ [79, 94, 133, 181, 182].

Основне значення при цьому надавалось відновленню вилицево-альвеолярного гребеня, що зазнає найбільшого (переважно стискаючого) функціонального навантаження [30-39]. Автори вказували на доцільність встановлення жорсткіших пластин в цій зоні, особливо за наявності кісткових дефектів [30-39]. В окремих роботах висловлювалась думка про принципову можливість стабілізації переломів по типу Le Fort I за допомогою 2 пластин, встановлених на ділянці вилицево-альвеолярних гребенів, але більшість авторів, на основі накопиченого емпіричного досвіду наполягали на необхідності встановлювати щонайменше 2 додаткові пластини по зовнішньому краю грушовидного отвору, на ділянці носолобового контрфорсу [30-39]. Ця ділянка з біомеханічної точки зору характеризується складним НДС із переважанням деформацій стиску і згину, а її стабілізація є важливою складовою інтегрального успіху хірургічного втручання [30-39]. Зона крило-піднебінного контрфорсу при цьому залишається найменш стабільною ділянкою, що не може бути зафіксована пластинами з технічних міркувань [30-39]. Втім експериментальні і клінічні дані вказують на те, що за наявності простих лінійних переломів, співставлених в анатомічно-правильному положенні, досягнення необхідної стабільної при застосуванні стандартних підходів не становить значних складностей [30-39]. На сьогоднішній день, фіксація ПВЩ на рівні Le Fort I із використанням 4 накісних міні пластин, є основним методом лікування даного виду травми, відображеним в більшості міжнародних протоколів та клінічних настанов [30-39].

Натомість, автори зазначають, що при уламкових переломах та переломах із дефектом кістки система фіксації часто виявляється нездатною протидіяти вторинним зміщенням уламків, що відбуваються під дією сили тяжіння, жувального навантаження, тяги жувальних та, меншою мірою, м'язів

[17, 66, 81, 174]. Крім того, відомо, що архітектоніка ВЩ має значні індивідувальні відмінності і при значному рівні пневматизації товщина кортикального шару на ділянках встановлення фіксаторів може бути меншою за мінімально-необхідну [96, 120, 127, 160]. При дрібно уламковій фрагментації фіксація пластин також ускладнюється, що дозволяє деяким авторам розширити показання до більш консервативних підходів у цієї категорії хворих [30-39, 175].

Жорсткість, міцність і надійність способів фіксації ПВЩ стала предметом низки біомеханічних досліджень, що лягли в основу клінічних рекомендацій і пояснили ряд ефектів, що спостерігаються при остеосинтезі КСЗО [30-39, 87, 88]. Так, Uscan та співавт. (2009), продемонстрував, що при встановленні 2 резорбуючих пластин, при переломах по типу Le Fort I збільшення сили змикання різців вище 44 Н створює ризик перелому та/або незворотньої деформації фіксатора [87,88]. Подібного висновку доходить і Erkmen та співавт. (2009), аналізуючи ортогнатичні операції із проведенням остеотомії на рівні Le Fort I та фіксацією титановими мініпластинами [116]. Автор повідомив, що напруження в кістковій тканині та елементах фіксації після остеотомії та взаємного переміщення фрагментів, можуть сягати гранично-допустимих значень. Встановлення 4 пластин замість 2 суттєво зменшує величину напружень, як в елементах фіксації так і в кістковій тканині [116]. В роботі Wang та співавт (2007), що застосовували моделювання ПВЩ методом скінченних елементів було показано, що при переломах типу Le Fort I закріплених 4 мініпластинами система фіксації була здатна сприйняти до 90% жувального навантаження без незворотньої деформації та руйнування, в той час, як встановлення 2 мініпластин виявлялось недостатньо ефективним не зважаючи на їх локалізацію [79]. Для забезпечення стабільності на рівні інтактної ВЩ автори рекомендували застосовувати 6 мініпластин (2 додаткових пластин встановлювали на ділянці передньої поверхні верхньощелепного синуса) [79]. Крім того для збільшення жорсткості фіксації було запропоновано низку технічних рішень, що включали зокрема застосування

пластин збільшеної товщини та удосконаленої форми [43, 79]. Однак, надмірне збільшення жорсткості систем фіксації, як за рахунок збільшення розмірів пластин, так і за рахунок збільшення їх кількості без урахування біологічних чинників, що впливають на перебіг післяопераційного періоду у хворих з переломами КСЗО призводило до збільшення частоти ускладнень, пов'язаних із прорізуванням пластин та їх експозицією в порожнину рота, ефектом екранування напружень, погіршенням васкуляризації та уповільненням репаративної регенерації, а також підвищенням потреби у видаленні фіксаторів (за даними літератури від 30 до 80 %) [87, 88, 108, 183]. Спроби застосування якісних титанових сіток для заміщення дефектів у навантажених ділянках СЗО також виявились недостатньо ефективними [87, 88, 108, 183].

Біомеханічні моделі, які застосовували в попередні роки для вивчення проблем остеосинтезу КСЗО мали суттєві обмеження – при їх побудові автори вдавались до значних спрощень у відтворенні геометрії, механічних властивостей кістки та типу перелому, що не дозволяло на їх основі сформулювати вичерпні рекомендації та підходи до лікування хворих [106, 107, 115]. Абсолютна більшість дослідників вивчали стандартні типи лінійних ПВЩ репоновані в анатомічно правильному положенні, які в «чистому вигляді» зустрічаються вкрай рідко [79, 184]. Водночас відомо, що найбільшу складність для остеосинтезу становлять дрібно уламкові переломи і переломи з дефектом кістки, які виникають внаслідок високоенергетичної травми [13]. В цих випадках біомеханічна поведінка системи може змінюватись якісно, і застосування стандартних технік фіксації часто виявляється недостатньо ефективним для забезпечення стабільності кісткових структур, особливо в зонах, що зазнають значного навантаження [79]. Автори вказують, що частота післяопераційних ускладнень, пов'язаних із вторинним зміщенням та неспроможністю систем фіксації (пластичні деформації та руйнування пластин, розхитування і випадіння шурупів) при таких переломах КСЗО, зокрема – ПВЩ, сягають 40 % і більше [66, 81, 149, 174, 183].

Одним із можливих рішень, що підвищують стабільність фіксації при цьому є застосування кісткових трансплантатів в комплексі застосованих хірургічних прийомів [107]. Основними видами кісткових трансплантатів, що можуть бути використані для відновлення цілісності вертикальних контрфорсів СЗО є розщеплені трансплантати з ребра, склепіння черепа, гребеня клубової кістки, гілки НЩ та підборіддя, а також з передньої стінки верхньощелепного синуса [107, 185]. Трансплантати мають бути встановлені на ділянці дефекту в щільному контакті із збереженими фрагментами кістки, стабільно зафіксовані гвинтами чи накісними пластинами і перекриті добре васкуляризованими м'якими тканинами щонайменше з одного боку [67, 107, 185]. Успіх кісткової трансплантації і лікування в цілому при цьому залежить від ефективності м'яко-тканинного перекриття, ізоляції кісткового трансплантату від інфікованих порожнин та наявності хороших джерел репаративної регенерації кістки в реципієнтній зоні [107, 185]. Хороше кровопостачання СЗО збільшує імовірність ефективної перебудови і приживлення трансплантату [107, 185]. Однак, при реконструкції контрфорсів ВЩ автори вказують на наявність додаткових складностей в разі експозиції трансплантату в порожнину верхньощелепного синуса та інфікування останнього, яке нерідко спричиняє відторгнення трансплантату [82, 112, 113, 182]. Крім того, для вільних кісткових трансплантатів в процесі їх перебудови притаманна втрата об'єму, що може сягати 65% і більше [186]. Волюметрична стабільність є більшою у трансплантатів із переважанням кортикального шару кістки (склепіння черепа, підборіддя, гілка НЩ – 5-25 %) та зменшується при збільшенні вмісту губчастої кістки (гребінь клубової кістки) [186].

На сьогоднішній день в доступній нам літературі відсутні роботи, присвячені біомеханічному дослідженню ефективності застосування кісткових трансплантатів при ПВЩ зі значною фрагментацією та дефектами кістки. Клінічні дослідження даної методики є не чисельними і характеризуються низьким рівнем доказовості та неоднозначністю отриманих результатів.

Дослідженню ефективності лікування ПВЩ та ускладненням, що виникають в ранньому та віддаленому посттравматичному періоді, присвячена значна кількість публікацій за останні 10 років [113, 149, 174]. Автори зазначають, що прогноз у пацієнтів з ПВЩ є різним і залежить від низки чинників. Це, зокрема, важкість травми, її тип, супутні пошкодження і можливість контролювати стан дихальних шляхів [172]. При цьому, ПВЩ мають один із найбільших показників летальності серед переломів кісток обличчя, що за даними Phillips та співавт. (2017), у пацієнтів з поєднаною краніо-фаціальною травмою сягає 11,6 проти 5,1 % у пацієнтів з іншими типами переломів СЗО [19, 172]. Прогноз щодо відновлення естетики і функції при проведенні відкритої репозиції у пацієнтів із ПВЩ більшість авторів оцінює, як позитивний [5, 174]. Водночас він значною мірою залежить від важкості та характеру травми, обраної методики хірургічного лікування та післяопераційного ведення пацієнта а також певною мірою від мануальних навичок хірурга та наявного матеріально-технічного забезпечення [5, 174].

Основні проблеми в післяопераційному періоді пов'язані із розвитком післяопераційних ускладнень серед яких найбільш поширеними є інфекційні гнійно-запальні процеси, вторинні зміщення і неправильне зрощення уламків, порушення консолидації, розходження країв операційної рани із експозицією фіксаторів, неврологічний дефіцит тощо [66, 81, 82, 187].

За даними Brandt та співавт (1991), Calderoni та співавт (2010), Shibuya та співавт. (2007), Salentijn та співавт. (2014), гнійно-запальні процеси, що потребують хірургічного та медикаментозного лікування, є найбільш частими ускладненнями ПВЩ (7,8-36,4 %) [15, 17, 152, 188].

Рівень гнійно-запальних ускладнень вірогідно пов'язаний з рухомістю уламків та формуванням псевдоартрозу. Тому одним із ефективних способів їх профілактики є стабільна фіксація уламків [81]. Zachariades та співавт (1993) вказують, що рівень гнійно-запальних ускладнень при лікуванні ПВЩ та КСЗО за допомогою якісних пластин суттєво нижчий ніж при переломах НЩ, 0,8 % та 4,9 % відповідно, при цьому частота гнійно-запальних ускладнень

знижується зі збільшенням досвіду хірурга [81]. Для профілактики та лікування цих ускладнень використовують різні схеми призначення протизапальних та антимікробних препаратів [17]. Так Zachariades та співавт (1993) вказують, на зменшення частоти гнійно-запальних процесів у пацієнтів із травматичними ушкодженнями обличчя за умови інтраопераційного введення бета-лактамних антибіотиків (пеніцилінів широкого спектру дії) [81]. Інші автори напроти не відзначали статистично достовірної різниці за рівнем післяопераційних нагноєнь операційних ран між пацієнтами, що отримували протимікробні препарати перед хірургічним лікуванням та тими, яким не проводилась передопераційна антибіотикопрофілактика [189].

Неправильне зрощення уламків і, як наслідок, порушення прикусу є результатом некоректної репозиції, позиціонування та фіксації ВЩ у вертикальному та сагітальному напрямках [72, 81, 190]. Це ускладнення розвивається в ранньому післяопераційному періоді і нерідко пов'язане із недостатньою стабільністю остеосинтезу, деформацією чи руйнуванням елементів фіксації при жувальному навантаженні, розхитуванням і випадінням фіксуєчих шурупів внаслідок резорбції чи перебудови оточуючої кістки або приєднання гнійно-запальних процесів. Подібні стани виникають частіше при множинних ПВЩ за Le Fort I, II і III, денто-альвеолярній травмі та переломах піднебіння. За даними Aman та співавт (2019) порушення прикусу частіше пов'язані з поєднанням ПВЩ та переломів НЩ, коли фіксація зубних рядів в прикусі становить певні складності. Особливості анатомічної будови і архітекτονіки ВЩ сприяють кращому кровопостачанню, швидкому кістковому зрощенню, тому фіброзне зрощення (псевдосуглоб) між ВЩ та іншими КСЗО майже не зустрічається. Незрощення уламків частіше пов'язано із приєднанням гнійно-запальних ускладнень та неспроможністю системи фіксації [72, 81, 190].

Розходження країв операційної рани та експозиція пластин є одним з частих спостережень у пацієнтів з ПВЩ та КСЗО. Розвиток цього ускладнення визначає обов'язкову потребу у видаленні фікстора в ранньому чи віддаленому

післяопераційних періодах. Іншими показаннями до видалення пластин є приєднання гнійно-запальних процесів, температурна реакція, відчуття дискомфорту чи болю в зоні встановлення фіксатора, руйнування чи значна пластична деформація елементів фіксації, наполягання хворого [17, 112, 113, 174, 183, 187]. В літературі існують розбіжності у визначенні показань до видалення пластин і частотою проведення вторинних операцій з цього приводу. Kubota та співавт (2012), вказують, що пластини у віддаленому післяопераційному періоді видаляли у 70 % пацієнтів, прооперованих з приводу ПВЩ. Основними причинами були нагноєння та оголення пластин [113]. Thoren та співавт (2010) визначає показник видалених пластин на рівні 17 % від загальної кількості встановлених фіксаторів [191]. Очевидно, що у пацієнтів з множинними переломами КСЗО видаляли переважно пластини розташовані на ділянці носолобового контрфорсу та вилицево-альвеолярного гребеня, в наслідок їх експозиції в порожнину рота [191]. Zachariades та співавт. (1993), вказують, що в ранньому післяопераційному періоді негайне видалення пластин у випадку їх оголення є не завжди доцільним [81]. Загоєння та зрощення кісткових уламків можливе навіть за умови експозиції пластини. Ретельна гігієна порожнини рота та антисептичні полоскання дозволять досягнути бажаного результату консолідації уламків [81]. У дослідженнях Chaushu та співавт. (2000), Islamoglu та співавт. (2002), Murthy та Lehman (2005), Nagase та співавт. (2005), Rallis та співавт. (2006) відсоток пацієнтів з ПВЩ, у яких виникала потреба у видаленні пластин, складав 3,7-27,2 % [112, 183, 191-194]. Відмінності в наведених показниках пояснюються відмінністю у показаннях до видалення пластин у різних країнах світу. Так, в Сполучених Штатах Америки, Японії існують положення, що регламентують вплив сторонніх тіл на організм людини і зобов'язують хірургів видаляти всі елементи фіксації, навіть у випадках, що клінічно не маніфестують та не турбують хворих [113].

Неврологічний дефіцит, що зберігається тривалий час після хірургічного лікування ПВЩ або носить незворотній характер за даними Salentijn та співавт, (2014), відзначається у 24 % пацієнтів цієї категорії [17]. Порушення зорової функції визначають у 3,4-5 % хворих з черепно-щелепно-лицевою травмою, порушення нюхової функції у 2-12,8 %. Розбіжності в частоті неврологічних ускладнень у пацієнтів з ПВЩ пояснюються тим, що тривалість і причина неврологічних розладів, а також їх характер і вираженість є різними. Комплексне лікування при цьому потребує застосування стероїдних протизапальних препаратів, вітамінних комплексів групи В, сечогінних, антихолінергічних препаратів та залучення спеціалістів офтальмологічного, нейрохірургічного, неврологічного профілю [17, 66, 71, 81, 183, 187].

Виникнення ускладнень у пацієнтів з ПВЩ часто призводить до формування виражених естетичних та функціональних порушень, та потреби у вторинних хірургічних втручаннях з приводу запальних процесів та посттравматичних деформацій, що утворюються [72, 190]. Такі втручання є складними, інколи багатоетапними та, здебільшого не дозволяють повною мірою відновити претравматичну анатомію та функцію ушкодженої ділянки [72, 190]. Тому профілактика ускладнень і визначення прогнозу первинних хірургічних втручань набуває особливого значення у цієї категорії хворих [72, 190]. Це забезпечується за рахунок 1) адекватного планування об'єму хірургічного втручання, 2) раціонального вибору та використання хірургічних доступів, 3) встановлення достатньої кількості елементів фіксації для отримання первинної стабільності уламків та профілактики вторинних зміщень, 4) використання відповідного хірургічного інструментарію хорошої якості, 5) постійної антисептичної обробки операційного поля для зниження контамінації операційної рани, 6) використання охолоджуючої рідини під час формування ложа для встановлення гвинтів, з метою профілактики резорбції кісткової тканини внаслідок її перегріву, 7) адекватної медикаментозної терапії та, навчання пацієнта навичкам гігієни у післяопераційному періоді [32-34, 72, 190].

Автори зазначають, що адекватне лікування, прогноз, ризик виникнення ускладнень, а також стратегія їх профілактики значною мірою залежать від індивідуальних анатомо-функціональних параметрів пацієнта. Вони вказують, що персоналізація клінічних рішень і диференційований підхід до застосування різних методів лікування, є перспективним напрямком підвищення його інтегральних результатів та профілактики післяопераційних ускладнень [32-34, 72, 190]. Водночас клінічні дослідження з цього приводу є не чисельними, а критерії для диференційованого вибору способу лікування є не чіткими та недостатньо обґрунтованими з анатомічної та біомеханічної точки зору.

Висновки до розділу 1

Таким чином, СЗО, до складу якої входить ВЩ, є мультифункціональною структурою, необхідною для повноцінної життєдіяльності та соціалізації людини. Вона належить до найбільш складних і варіативних анатомічних ділянок скелету людини [92, 93]. З функціональної точки зору ВЩ забезпечує сприйняття та перерозподіл жувального навантаження, підтримку і фіксацію верхнього зубного ряду в правильному оклюзійному співвідношенні, є опорою для жувальних, м'яких м'язів та м'язів м'якого піднебіння, бере участь в утворенні орбіт, порожнини носа, біляносових пазух та підскроневої ямки [23, 35, 38, 92, 93]. Складна геометрія КСЗО визначає профіль обличчя, його висоту, фіксує відстань між очними яблуками для забезпечення стереоскопічного зору [24-26, 101]. В ході філо і онтогенезу КСЗО набули такої анатомічної форми та внутрішньої архітектоники, що дозволяє при відносно невеликій масі та об'ємі кісткової тканини ефективно виконувати захисну та опорну функцію, сприймаючи і перерозподіляючи значні функціональні навантаження [23]. Це забезпечується головним чином складною системою вертикальних та горизонтальних контрфорсів – ділянок потовщеної кістки, що за рахунок відповідної організації остенів і трабекул набуває механічних властивостей оптимальних для сприйняття і перерозподілу

функціональних напружень [103, 105]. При травматичних ушкодженнях, зокрема високоенергетичній травмі система контрфорсів зазнає руйнування і фрагментації [3, 8, 11-14, 33, 46]. При цьому особливості механіки руйнування залежать як від характеру дії травмувального чинника так і від індивідуальних особливостей геометрії та структури організації кісткових структур [46, 51]. Ці параметри впливають на особливості лікувальної тактики, прогноз хірургічних втручань та ризик післяопераційних ускладнень [84]. Особливе значення має співвідношення кісток і повітроносних порожнин, що визначає пневматичний або склеротичний тип будови ВЩ із різними біомеханічними характеристиками [50, 51]. Водночас, характер взаємозв'язків між особливостями анатомічної будови та архітектоніки КСЗО та параметрами травми і її наслідками є практично недослідженим і розглядається переважно на рівні гіпотез [23]. Існують значні відмінності у розумінні механізмів ушкодження внутрішньочерепних структур при поєднаній черепно-щелепно-лицевій травмі, визначенні факторів ризику та прогнозуванні наслідків цих важких травматичних ушкоджень [1, 158, 160].

Автори зазначають що в структурі переломів КСЗО, в тому числі ПВЩ, зростає частка високоенергетичної дорожньо-транспортної, виробничої та кримінальної травми [3,11]. Внаслідок таких ушкоджень виникають переломи, що характеризуються значним ступенем фрагментації, топографічною варіативністю, формуванням дефектів кістки, та нетиповою локалізацією, що утруднює їх віднесення до традиційних типів за LeFort [21, 47-49, 51]. Такі переломи становлять найбільшу складність для хірургічного лікування, мають несприятливий прогноз та значний ризик виникнення посттравматичних ускладнень [17, 66, 81, 174, 183].

Основною задачею хірургічного лікування переломів КСЗО, в тому числі ПВЩ, є відновлення цілісності, анатомічної форми та функції уражених кісток, що досягається переважно шляхом відкритої репозиції та остеосинтезу накісними міні пластинами з титанових сплавів [66-72]. В основу сучасних концепцій, клінічних протоколів та настанов, створених міжнародними

фаховими асоціаціями (AOCMF, SORG, IBRA тощо) для лікування пацієнтів із травматичними переломами кісток обличчя, в тому числі ПВЩ, було покладено біомеханічний аналіз та дослідження функціональної анатомії кісткових структур [79, 83, 88, 118]. При цьому уявлення про біомеханіку КСЗО до останнього часу базувались на емпіричних і часто неточних даних, а застосовані натурні та математичні моделі були дуже спрощеними і дозволяли отримати лише узагальнене уявлення про біомеханічну поведінку ВЩ і інших КСЗО при переломах [106, 107, 115]. Це негативно позначалось на результатах лікування та ускладнювало вибір адекватного способу остеосинтезу, який би забезпечував необхідну жорсткість, міцність та надійність фіксації кісткових уламків [32-34, 66, 81, 84].

В літературі наведено значну кількість способів хірургічного лікування ПВЩ, більшість з яких позбавлені відповідного біомеханічного обґрунтування і базуються переважно на емпіричному досвіді [30, 110, 111]. Для фіксації уламків автори рекомендують застосовувати прямі, L-, T- або Y-подібні мініпластини з титану чи полімерних матеріалів, залежно від конфігурації перелому [66-72, 78-80]. Їх встановлюють на ділянці контрфорсів, де товщина кісткової тканини дозволяє використовувати моно кортикальні гвинти діаметром 1,5 мм [32, 33, 49, 82]. Оптимальна кількість пластин варіює залежно від клінічної ситуації: так, для стабільної фіксації ПВЩ за Le Fort I (нижній тип) та його правильного позиціювання в просторі за різних умов автори рекомендують встановлення 2, 4 або 6 пластин в зоні вертикальних контрфорсів [79, 80, 82]. В простих випадках за даними біомеханічних досліджень фіксація уламків ВЩ 4 мініпластинами на ділянках вертикальних контрфорсів здатна сприйняти до 90% жувального навантаження без незворотньої деформації та руйнування фіксаторів [79, 80, 82]. При важких множинних переломах СЗО додатково виникає необхідність реконструкції горизонтальних контрфорсів обличчя, стінок орбіти та кісток носа. При чому реконструкція СЗО може проводитися, як зверху вниз – від неушкоджених

нерухомих кісток черепа, так і знизу вверху, починаючи із відновлення і фіксації прикусу [66, 67, 78, 179, 180].

Однак, ці традиційні підходи до реконструкції СЗО, що продемонстрували свою ефективність в великих клінічних серіях та знайшли відображення у міжнародних настановах та клінічних рекомендаціях, виявились недостатньо ефективними при лікуванні переломів у пацієнтів із високою пневматизацією КСЗО із тонкими кістковими стінками, при дрібно уламкових переломах та переломах з дефектом кістки [50, 51, , 83, 84].

Відомо, що утворення дефектів на ділянці контрфорсів створює несприятливі біомеханічні умови в зонах, що сприймають функціональні навантаження, зменшує можливості для перерозподілу напружень між фіксатором і кісткою, і, як наслідок, знижує ефективність хірургічних втручань та збільшує ризик вторинних зміщень і незворотних деформацій фіксатора [22, 30, 37, 39, 43, 87, 88]. В цих випадках окремі автори пропонують відновлювати цілісність контрфорсів з використанням аутологічних кісткових трансплантатів у поєднанні з титановими накісними пластинами, а при неможливості трансплантації кістки - встановлювати більш жорсткі пластини. Фіксація уламків із використанням кісткових аутоотрансплантатів, у разі виникнення значних дефектів на ділянках контрфорсів, на їх думку покращує стабільність щелепи та передачу жувального навантаження на основу черепа [78, 82, 84, 85]. Втім цей підхід до сьогодні не має достатнього біомеханічного обґрунтування а показання до його застосування, залежно від наявних анатомічних умов не визначені [88, 89]. Оцінка ризиків подібних втручань а саме – нагноєння, розсмоктування та відторгнення трансплантатів утруднена, через відсутність достатньої кількості робіт, з високим рівнем доказовості, які б вивчали це питання в найближчому та віддаленому післяопераційному періоді [78].

Крім того, характер розподілу та передачі жувального навантаження через систему контрфорсів за різних варіантів їх відновлення може мати свої особливості у пацієнтів з різними типами анатомічної будови, що потребує додаткового вивчення з метою прогнозування та профілактики виникнення

вторинних зміщень і пов'язаних із ними посттравматичних деформацій та оклюзійних порушень [32-34, 43-46, 85].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна методологія, структура та дизайн дослідження

Вирішення поставлених завдань передбачало створення програми дослідження, яка складалася з 4 етапів, та її подальше послідовне виконання із узагальненням отриманих результатів з позиції системного підходу (рис. 2.1). Плануванню досліджень передував ретельний аналіз джерел літератури щодо існуючих підходів до хірургічного лікування пацієнтів з ПВЩ, їх переваг, недоліків та можливих шляхів підвищення ефективності оперативних втручань.

На першому етапі методом ретроспективного аналізу було вивчено епідеміологію черепно-щелепно-лицевої травми за даними КНП КМКЛ ШМД, що є основним центром надання допомоги пацієнтам з політравмою та поєднаною краніо-фаціальною травмою в м. Києві, досліджено її структуру та основні етіологічні чинники. Основну увагу було приділено супутнім пошкодженням, асоційованим з щелепно-лицевою травмою. Крім того, були визначені зв'язки між характером перелому кісток лицевого черепа та проявами політравми і ушкодженням ЦНС, проведено порівняння діагностичної та прогностичної ефективності різних оціночних шкал з точки зору визначення факторів ризику несприятливого перебігу посттравматичних процесів та розвитку травматичної хвороби, а також прогнозування летальних результатів у даної категорії хворих.

На другому етапі було досліджено взаємозв'язки між клініко-рентгенологічними характеристиками ПВЩ та особливостями її анатомічної будови, зокрема ступенем пневматизації у пацієнтів з важкими поєднаними ураженнями КСЗО. Для цього на основі аналізу 30 спіральних КТ пацієнтів без ознак патології КСЗО обличчя та придаткових пазух носа (контроль) було досліджено індивідуальні особливості анатомічної будови та архітекτονіки КСЗО в нормі, розроблено критерії оцінки співвідношень між кістковими

елементами та повітряними шляхами з використанням методів мультиспіральної КТ та 3D реконструкції томографічних зображень. В наступному ці критерії були застосовані до пацієнтів з травматичними ПВЩ. На основі регресійного мультифакторного аналізу було встановлено взаємозв'язки між ступенем пневматизації КСЗО та характером їх уламкової фрагментації при високоенергетичній травмі. Вивчено клініко-анатомічні особливості руйнування вертикальних контрфорсів СЗО у пацієнтів з різними типами будови (пневматизації КСЗО).

На III етапі на імітаційних комп'ютерних моделях КСЗО, створених на основі КТ пацієнтів, яким проводили остеосинтез ВЩ методом скінченних елементів, було вивчено НДС систем фіксатор-кістка та проведено порівняльну оцінку їх жорсткості та міцності при застосуванні різних способів відновлення цілісності ушкоджених вертикальних контрфорсів ВЩ.

Отримані результати дозволили сформувавши теоретичну і методологічну базу для проведення четвертого етапу досліджень, що передбачав розробку і впровадження в клінічну практику диференційованого підходу до лікування уламкових ПВЩ і переломів з дефектом кістки на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ, який базувався на використанні комп'ютерних методів діагностики і планування хірургічних втручань з визначенням анатомічних особливостей будови КСЗО пацієнта і диференційованим застосуванням удосконалених методів аутотрансплантації кістки та пластин підвищеної жорсткості. Ефективність запропонованих підходів була вивчена в проспективному контрольованому дослідженні, в яке увійшли 77 пацієнтів з ПВЩ, розділені на 3 клінічні групи. Був проведений комплексний аналіз найближчих і віддалених результатів лікування хворих, ускладнень, що виникли під час операції та в процесі консолідації переломів, а також технічних особливостей проведення хірургічних втручань згідно запропонованим підходам. Оцінку функціонального результату остеосинтезу з точки зору відновлення жувальної функції і здатності сприймати жувальне навантаження поводити в строки 4-6 місяців з використанням методу комп'ютерної

оклюзіографії, використовуючи тензодатчик та програмне забезпечення “T-Scan” компанії “Tekscan” (Tekscan, Inc., S. Boston, MA, США) [195-198].

На заключному етапі роботи було проведено узагальнення отриманих даних, сформульовані висновки і практичні рекомендації, а отримані результати було впроваджено в практичну діяльність закладів охорони здоров'я (рис. 2.1).

Клінічні дослідження були проведені в період з 2012 по 2020 рр. на базі КНП КМКЛ ШМД м. Києва (головний лікар – О. А. Ткаченко) та Центру щелепно-лицевої хірургії та стоматології Київської обласної клінічної лікарні (головний лікар – д-р мед. наук, проф. М. Л. Анкін), що є клінічними базами кафедри стоматології ІПО НМУ імені О. О. Богомольця (завідувач кафедри – д-р мед. наук, проф. М. Ю. Антоненко). Фрагменти експериментальних біомеханічних досліджень було виконано на базі лабораторії комп'ютерного моделювання та цифрової стоматології Стоматологічного медичного центру НМУ імені О. О. Богомольця та лабораторії математичного моделювання (завідувач лабораторії – д-р техн. наук, проф. О. С. Цибенко) механіко-машинобудівного інституту при НТУУ-КПІ (ректор – акад. НАН України М. З. Згуровський). Дослідження оклюзійних співвідношень за допомогою апарата Tekscan виконано на базі кафедри ортопедичної стоматології стоматологічного факультету НМУ імені О. О. Богомольця (зав. кафедрою – д-р мед. наук, проф. В. П. Неспрядько).

При проведенні клінічних досліджень було забезпечено дотримання принципів біоетики та прав пацієнта відповідно до Гельсінкської Декларації (2008) [90] та Основ законодавства України про охорону здоров'я (1992) [91]. Експертизу матеріалів роботи було проведено комісією з біоетики НМУ імені О.О. Богомольця (Протокол № 144 від 29.03.2021 р.).

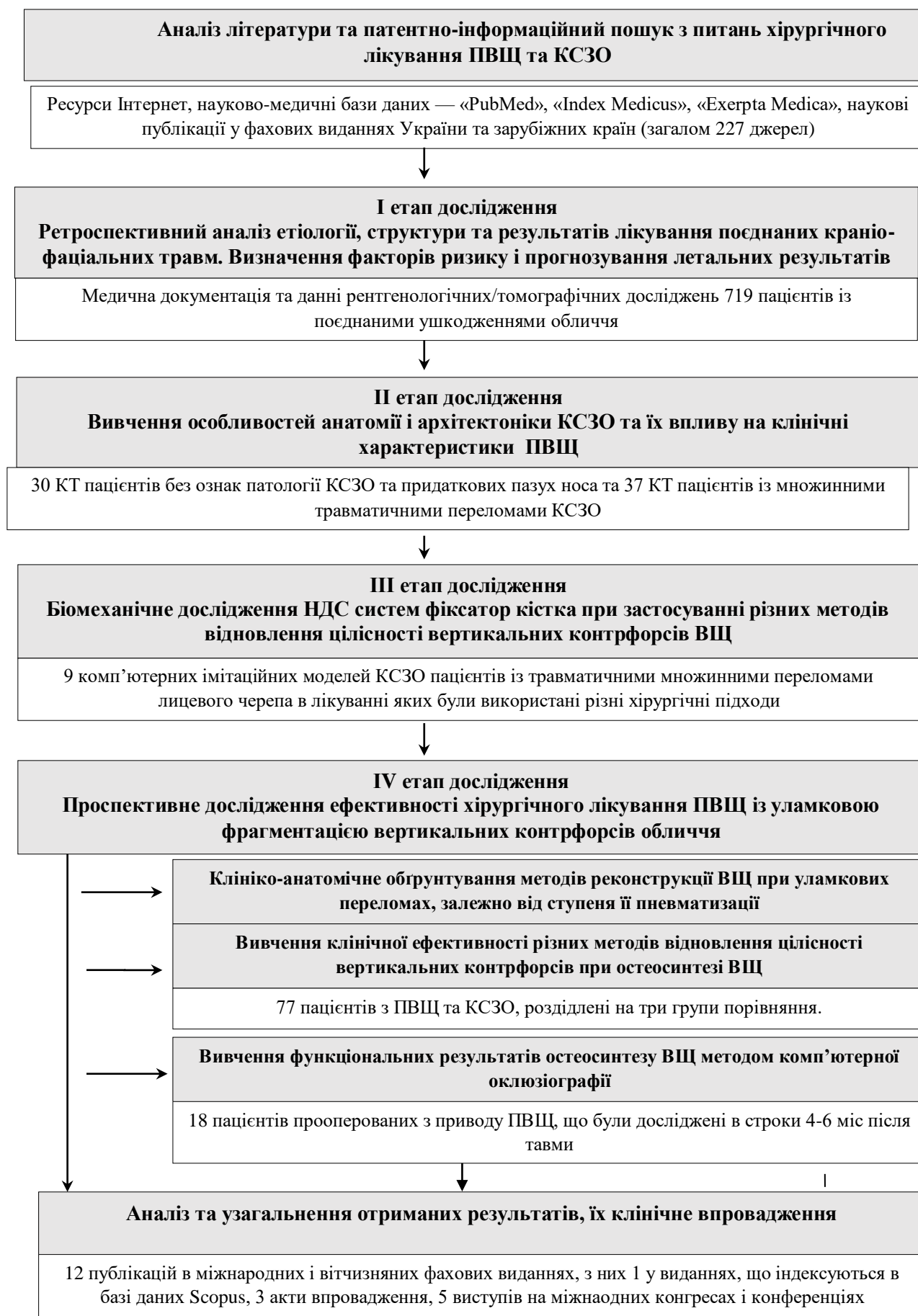


Рис. 2.1. Дизайн та матеріали дослідження.

2.2. Ретроспективний аналіз етіології та характеру поєднаної щелепно-лицевої травми, прогнозування її наслідків

На I етапі роботи нами було проведено ретроспективний аналіз історій хвороб пацієнтів з черепно-щелепно-лицевою травмою, що перебували на лікуванні на базі КНП КМКЛШМД м. Києва протягом 2012-2017 рр. для визначення розповсюженості ПВЩ та КСЗО у структурі пацієнтів з ЧМТ та політравмою. Критеріями включення були: пацієнти з наявністю забоїв, ран м'яких тканин обличчя, переломів кісток лицевого черепа та ЧМТ різного ступеня тяжкості, що перебували на стаціонарному лікуванні. Критеріями виключення були: дитяча травма (пацієнти молодше 18 років) та пацієнти, що отримували першу допомогу в інших лікувальних закладах та були направлені в КМКЛШМД для лікування ускладнень, а також пацієнти у яких була відсутня можливість контролю ускладнень проведеного лікування в зв'язку з переведенням до інших лікарень або реабілітаційних центрів.

Загалом в дослідження було включено 719 пацієнтів, що відповідали критеріям включення. Історію хвороби кожного пацієнта переглядали індивідуально. Ретроспективно були зібрані та досліджені такі параметри: стать, вік, етіологія та механізм травми, локалізація та кількість переломів кісток лицевого черепа, наявність ран на обличчі і в порожнині рота, поєднані ушкодження інших ділянок тіла, супутні соматичні захворювання, факт перебування на момент травми у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, строк від моменту травми до госпіталізації, тривалість перебування на стаціонарному лікуванні, дата та вид хірургічного втручання, що проводилось, результат лікування, дата та причина смерті в разі її настання.

Загальний стан пацієнтів на момент госпіталізації оцінювали відповідно до рекомендацій Advanced Trauma Life Support [169-171]. Клінічне обстеження проводила мультидисциплінарна група, до складу якої входили нейрохірурги, анестезіологи, травматологи, ЛОР-хірурги, щелепно-лицеві хірурги та інші спеціалісти, якщо це було необхідно. Проводились планові лабораторні та

функціональні тести та ультразвукова діагностика (УЗД). Переломи обличчя та травми головного мозку діагностували за допомогою мультиспіральної комп'ютерної томографії (МСКТ) та/або рентгенологічних досліджень голови та обличчя. МСКТ/рентгенологічне обстеження поширювалось на хребет, грудну клітину, кінцівки або живіт, за необхідності їх проведення при підозрі на наявні пошкодження вищевказаних ділянок (рис. 2.2).

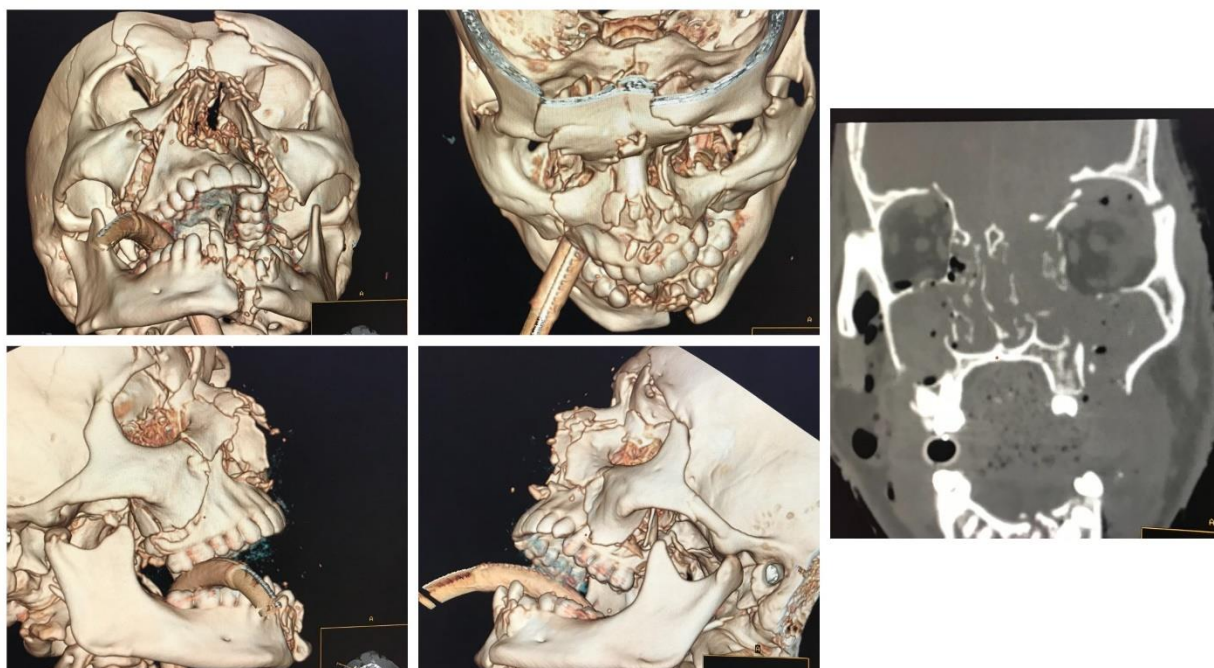


Рис. 2.2. 3D- реконструкція та корональний зріз комп'ютерної томографії кісток лицевого та мозкового черепа пацієнта з поєднаною черепно-щелепно – лицевою травмою.

Для оцінки важкості травми були обрані наступні загальноживані системи оцінювання: Скорочена шкала травми (Abbreviated Injury Scale, AIS), Оновлена шкала оцінки тяжкості політравми (New Injury Severity Score, NISS), Шкала тяжкості травми обличчя (Facial Injury Severity Scale, FISS) та Шкала коми Глазго (Glasgow Coma Scale, GCS). Скорочена шкала травм AIS-90 була використана для кодування та оцінки тяжкості політравми відповідно до існуючих рекомендацій [150, 151, 155, 168, 203-207] (дод. Г). Основою для оцінки травми тіла кожного пацієнта був діагноз, заснований на клінічних та рентгенологічних обстеженнях, даних, отриманих в результаті хірургічних

втручань або посмертного розтину. Оцінка AIS-90 отримувалася з табличних значень та використовувалася в подальшому і для визначення тяжкості політравми згідно з удосконаленою методикою підрахунку за NISS. Сутність методики NISS полягає в тому, що у квадрат зводяться три найвищі оцінки за шкалою AIS-90, отримані після обстеження пацієнта, але на відміну від, наприклад, загальновідомої ISS, у NISS дві з цих оцінок можуть бути враховані з однієї анатомічної ділянки, наприклад, голови [207]. В той же час, ISS передбачає використання трьох найвищих балів з трьох різних анатомічних ділянок, що пов'язано з низкою недоліків (див. розділ 1).

Інформацію про рівень свідомості за даними GCS було отримано із записів, проведених першим нейрохірургом, який оглядав пацієнта [208] (дод. Д).

Тяжкість травми обличчя розраховували окремо за індексом FISS. Для підрахунку балів FISS використовували рентгенологічні дані та клінічний діагноз, встановлений щелепно-лицевим хірургом (таб. 2.1) [18, 44168].

Інформацію про пацієнтів збирали та вносили до бази даних Microsoft Excel [209]. Для визначення розповсюдженості переломів на різних ділянках лицевого черепа, а також встановлення взаємозв'язків між важкістю ЧМТ та локалізацією переломів обличчя всіх пацієнтів розділили на чотири групи. До першої групи (Gr1) відносили пацієнтів з ізольованими переломами НЩ. До другої групи (Gr2) відносили пацієнтів з переломами СЗО, включаючи ПВЩ (Le Fort I, II, III), кістки орбіти, вилицевого та назо-етмоїдального комплексів. До третьої групи (Gr3) відносили пацієнтів з ізольованими переломами лобової кістки та стінок лобної пазухи. До четвертої групи (Gr4) увійшли пацієнти з одночасним поєднанням переломів кількох зон обличчя (рис. 2.3).

Таблиця 2.1

Визначення важкості травми обличчя за бальною оціночною шкалою
FISS (за S. C. Bagheri, 2005)

Нижня щелепа	Бали
Денто-альвеолярна травма	1
Перелом кожної ділянки: тіло/гілка/симфіз	2
Перелом кожної ділянки: виростковий/вінцевий відростки	1
Середня зона обличчя	
Кожному перелому середньої зони обличчя призначається один бал, якщо він не є частиною комплексу	
Денто-альвеолярна	1
Le Fort I	2
Le Fort II	4
Le Fort III	6
(Односторонні переломи за Le Fort відповідають половині числового значення)	
Назоорбітальноетмоїдальний комплекс (НОЕ)	3
Вилицевий комплекс	1
Ніс	1
Верхня зона обличчя	
Дах орбіти/верхній край орбіти	1
Лобова кістка/ стінки синусу зі зміщенням	5
Лобова кістка/стінки синусу без зміщенням	1
Пошкодження/ рани обличчя	
Довжина більше 10 см	1



Рис. 2.3. 3D-реконструкції КТ кісток лицевого та мозкового черепа пацієнтів з поєднаною черепно-щелепно-лицевою травмою, що увійшли до різних клінічних груп: Gr1 – пацієнти з ізольованими переломами НЩ, Gr2 – пацієнти з ізольованими переломами КСЗО, Gr3 – пацієнти з ізольованими переломами стінок лобового синуса, Gr4 – пацієнти з поєднанням переломів кількох анатомічних ділянок.

Відмінності між такими параметрами, як GCS, NISS, FISS та тривалість перебування на стаціонарному лікуванні у групах порівняння визначали за допомогою критерію Крускала-Уолліса та тесту Steel-Dwass для парних порівнянь. Якісні змінні порівнювали за допомогою критерію хі-квадрат або точного критерію Фішера, а також розраховували відношення ризиків (ВР) та 95 % довірчий інтервал (ДІ). Подальший аналіз був проведений для виявлення факторів, які були суттєво пов'язані з ризиком виникнення летального випадку. В якості можливих факторів ризику були обрані наступні параметри: вік, стать, оцінка NISS, оцінка GCS та оцінка FISS. Для виявлення факторів, пов'язаних з ризиком виникнення летального випадку використовували інформаційний критерій Акаїке (AIC). На основі цих факторів була побудована багатофакторна модель логістичної регресії. Порогові/критичні значення для ризику виникнення летального випадку були визначені за допомогою аналізу ROC кривих та Youden індексу. Для цього оцінювали площу під кривою ROC (AUC)

та 95 % ДІ. Для оцінки впливу факторів ризику були розраховані коефіцієнти відношення шансів (ВШ) з 95 % ДІ. Рівень значущості $<0,05$ вважався статистично значущим [210]. Аналіз проводили з використанням статистичного пакету EZR v.1.54 (graphical user interface for R statistical software version 4.0.3, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) [211].

2.3. Вивчення особливостей анатомії і архітекtonіки кісток середньої зони обличчя та їх впливу на клінічні характеристики переломів верхньої щелепи

2.3.1. Вивчення анатомії та архітекtonіки кісток середньої зони обличчя в нормі. Визначення особливостей будови та архітекtonіки КСЗО за різних варіантів її анатомічної будови проводили на другому етапі роботи. Дослідження базувалось на аналізі 30 спіральних КТ осіб віком від 15 до 75 років з нормально сформованим лицевим черепом, без ознак патології КСЗО та придаткових пазух носа. КТ було проведено на 128-зрізному мультиспіральному комп'ютерному томографі Philips Ingenuity CT 128, товщина зрізу складала 0,67 мм, колімація – 0,5 мм. Орієнтація томографічних зрізів базувалась на стандартизованому протоколі КТ досліджень лицевого черепа. Отримані дані у виді серії файлів формату DICOM імпортували в програмне середовище для аналізу томографічних зображень. В роботі використовувалось ліцензоване програмне забезпечення RealGuide 5.0 (3DIEMME, Italy) [212].

Для створення тривимірної реконструкції КСЗО застосовували спеціальні інструменти сегментації. При цьому спершу проводили сегментацію зображень зі створенням «маски» в діапазоні, що відповідав рентгенологічній щільності кісткової тканини від 250 до 3071 одиниць Хаунсфілда (HU) [213]. Застосовуючи інструменти для роботи з «маскою», проводили відокремлення кісткових структур лицевого черепа від рівня Glabella до вершини альвеолярного відростка ВЩ у фронтальній площині, та від найбільш

виступаючої точки альвеолярного відростка ВЩ до крайньої виступаючої точки Lamina medialis processus pterygoidei osis sphenoidalis у сагітальній площині (рис. 2.4).

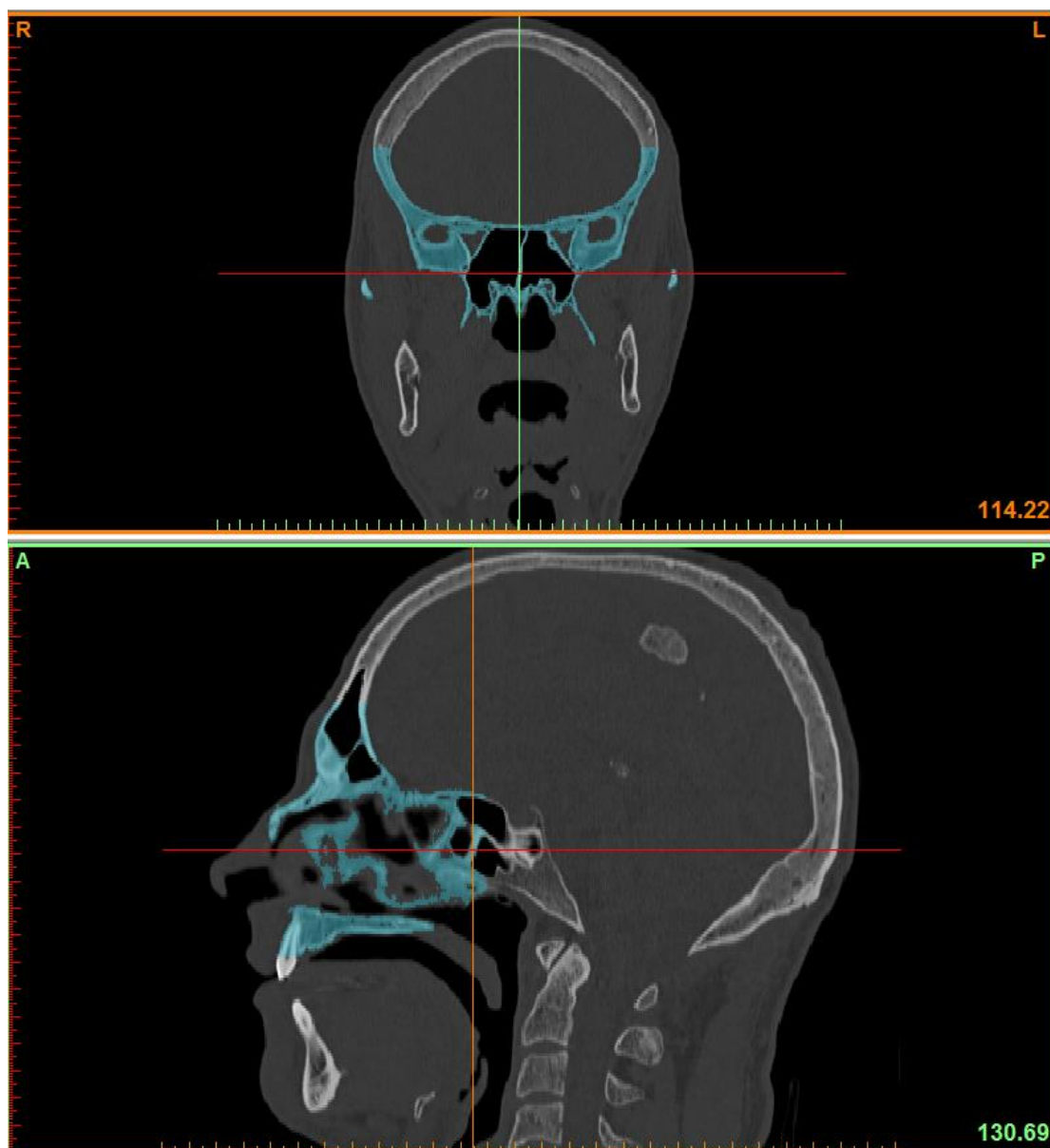


Рис. 2.4. Ділянка сегментації КСЗО у заданому діапазоні рентгенологічної щільності.

Оскільки у частини пацієнтів, що досліджувались, мали місце дефекти зубних рядів різної величини і локалізації, до складу моделі не включали коронкові частини наявних зубів. В ході редагування «маски» видаляли окремо розташовані пікселі та в ручному режимі корегували контури анатомічних

структур в зонах з наявними артефактами, за рахунок чого досягали високої якості зображення.

Після редагування «маски» здійснювали побудову 3D-моделі КСЗО, що включала весь об'єм тканин в заданому режимі сегментації (рис. 2.5).



Рис. 2.5. 3D-модель КСЗО, побудована у заданих межах.

Аналогічно створювали модель верхніх дихальних шляхів, що відносились до СЗО. Для цього сегментацію зображення проводили в діапазоні рентгенологічної щільності від -452 до -1024 НУ. Модель при цьому включала порожнину носа, верхньощелепні порожнини, решітчасті лабіринти, частину фронтального та клиноподібного синусів і частково порожнину носоглотки (рис. 2.6).



Рис. 2.6. 3D-модель повітряноносних порожнин СЗО, побудована у заданих межах.

Тип обличчя визначали на основі розрахунку морфологічного фаціального індексу за Izard [214, 215]. Цей показник дорівнює процентному співвідношенню відстані від точки перетину середньої лінії обличчя і дотичної до надбрівних дуг до підборідного виступу (точки gn) і ширини обличчя в ділянці вилицевих дуг [214, 215]. (рис. 2.7).

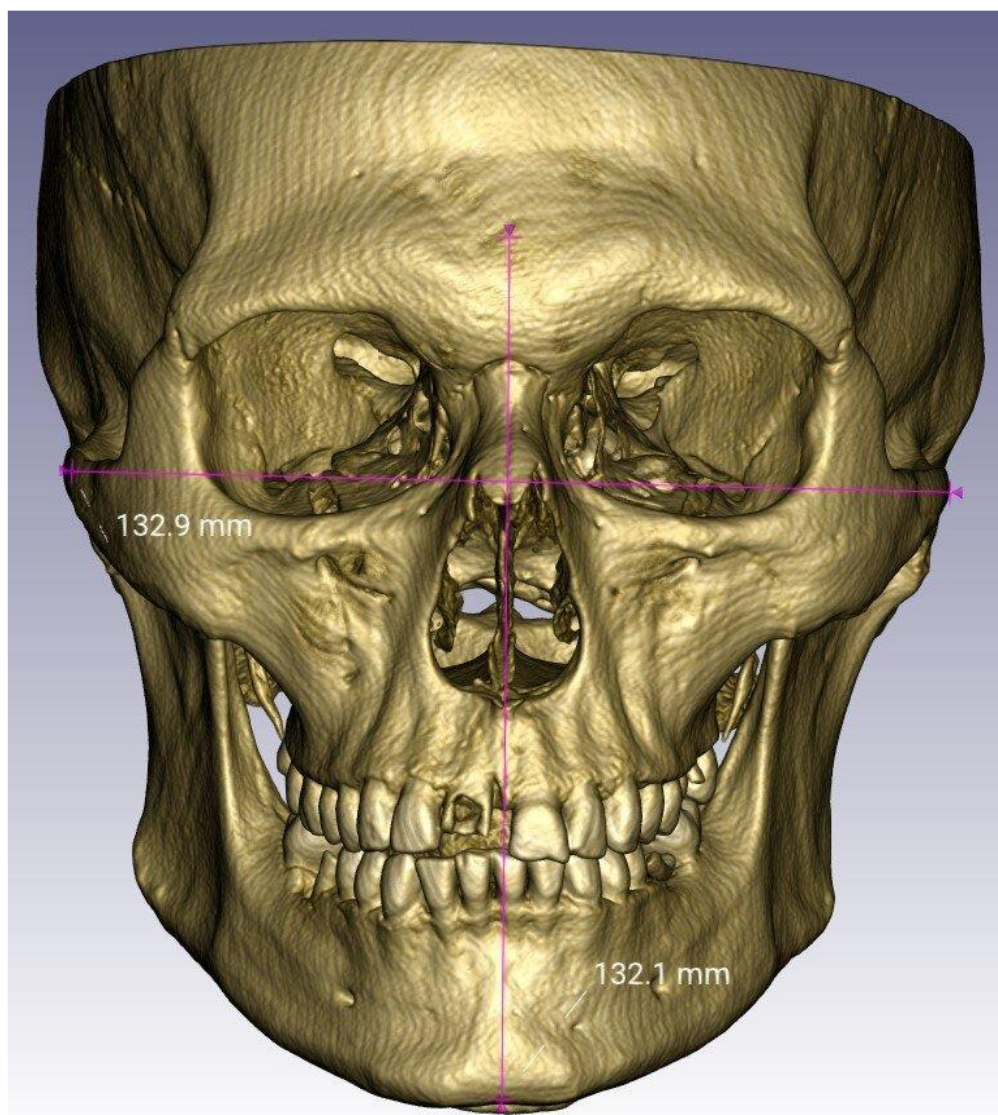


Рис. 2.7. Визначення морфологічного індексу за Ізард на 3D-моделі кісток лицевого черепа.

Величина індексу від 104 і більше характеризує вузьке обличчя, від 97 до 103 – середнє, від 96 і менше – широке обличчя. Для осіб з вузьким обличчям характерним є темпоральний тип жування, для осіб з широким – масетеріальний, з середнім – змішаний [214, 215].

В зрізах, що відповідали серединно-сагітальній площині, вимірювали лицевий кут та кут інклинації за Schwartz, що визначають кістковий профіль обличчя та характеризують індивідуальні варіації його анатомічної будови (рис. 2.8) [139-145].

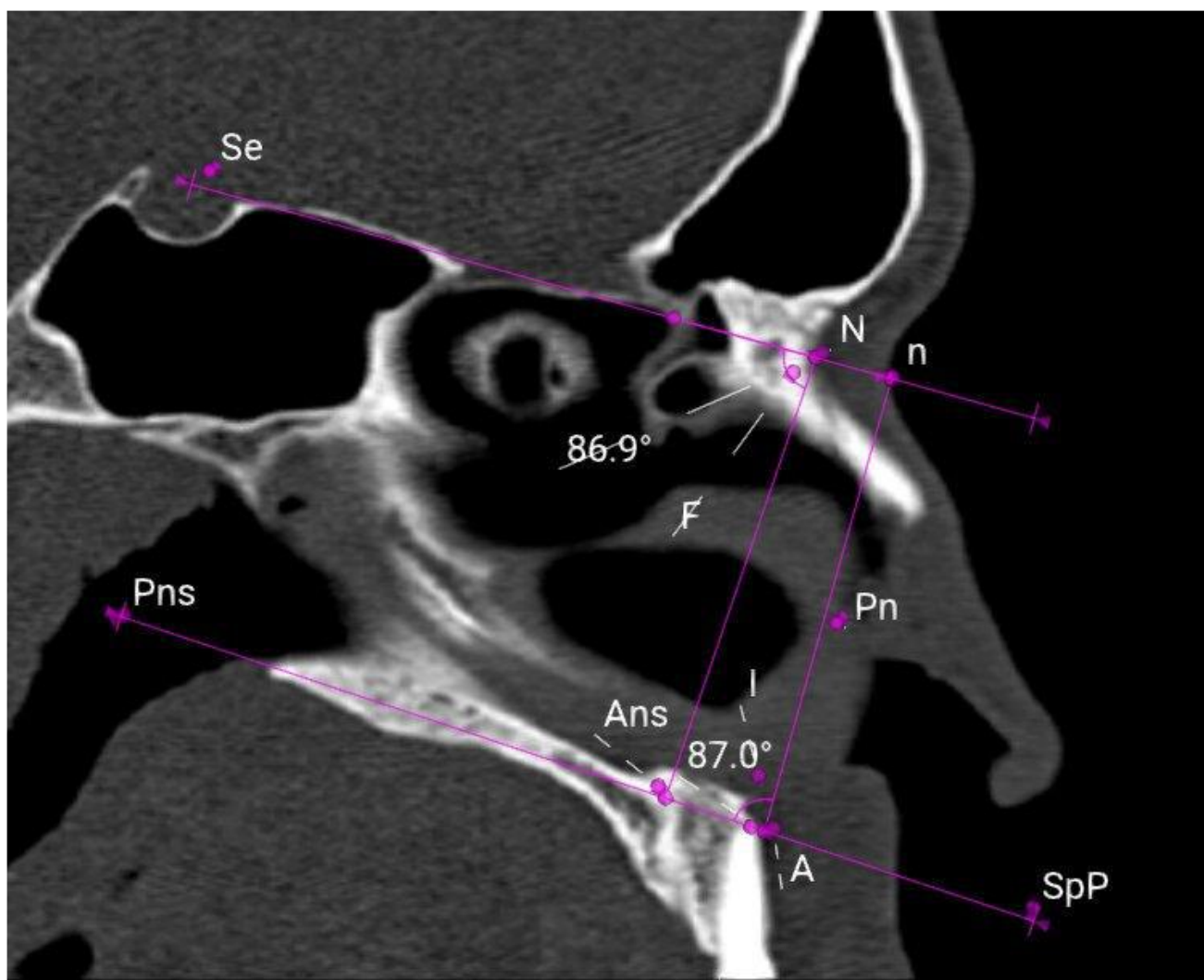


Рис. 2.8. Сагітальний зріз КТ з позначеними точками та лініями, необхідними для визначення лицевого кута (Se-N-A) та кута інклінації (Se-n-Pn).

Для об'єктивної оцінки архітектоніки КСЗО в аксіальних зрізах КТ визначали максимальну товщину кортикального шару в двох зонах правої та лівої половин обличчя. Першою зоною вимірювання була латеральна стінка верхньощелепної пазухи, на ділянці вилицево-альвеолярного гребня, на 1 см вище від найнижчої точки верхньощелепного синуса у відповідному фронтальному зрізі (рис. 2.9 А). Другою зоною вимірювання була ділянка носолобового контрфорсу на рівні підчочномкового отвору (рис. 2.9.Б).



А.

Б.

Рис. 2.9. Вимірювання товщини кісткової тканини на ділянці вилицево-верхньощелепного контрфорсу (А) та носолобового контрфорсу (Б).

В усіх створених моделях кісток та повітряноносних порожнин визначали об'єм та площу поверхні, після чого розраховували співвідношення між об'ємом кістки та повітряноносних порожнин – індекс пневматизації (ІП) СЗО [50, 51]. Для кожного з параметрів обчислювали середню величину та середньоквадратичне відхилення [210, 222]. Наявність статистичних взаємозв'язків між ІП, товщиною кісткових структур та антропометричними індексами визначали за коефіцієнтом кореляції Пірсона [210, 222]. Аналіз проводився з використанням статистичного пакету EZR v.1.54 (graphical user interface for R statistical software version 4.0.3, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) [211].

2.3.2. Дослідження впливу анатомії та архітектоніки кісток середньої зоно оличчя на клініко-рентгенологічні характеристики переломів верхньої щелепи. Наступний фрагмент дослідження ставив на меті вивчення взаємозв'язків між особливостями анатомічної будови, клінічними характеристиками травми та результатами хірургічних втручань у пацієнтів з ПВЩ. Для цього нами було досліджено 37 пацієнтів з множинними травматичними переломами КСЗО (32 чоловіки та 5 жінок, віком від 19 до 73 років, середній вік – $38,2 \pm 15,9$ роки), що перебували на стаціонарному лікуванні у КНП КМКЛШМД. Критеріями включення в дослідження були: наявність у пацієнта з переломами кісток лицевого черепа щонайменше одного з типів ПВЩ (Le Fort I, II, III), письмова згода на участь в дослідженні, повне документування випадку, проведення КТ в передопераційному періоді та після оперативного втручання. Критеріями виключення були: пацієнти з вогнепальними переломами кісток лицевого черепа, вік пацієнтів до 18 років, низька якість МСКТ, недотримання лікарських рекомендацій та відсутність взаємодії з лікарем в післяопераційному періоді, відмова пацієнта від участі в дослідженні.

Всіх хворих було обстежено згідно стандартної схеми, що включала збір анамнезу, клініко-лабораторне обстеження з визначенням загального та місцевого статусу, а також проведення МСКТ на 128-зрізному апараті Philips Ingenuity CT 128 з товщиною зрізу 0,67 мм при госпіталізації хворого та на наступний день після проведення хірургічного втручання. При встановленні діагнозу за клінічними і рентгенологічними даними детально описували характер руйнування ВЩ, додатково вивчали характеристики переломів вилицевих та назоетмоїдальних комплексів, ділянки Glabella, верхніх країв орбіт та їх стінок, якщо такі мали місце у поєднанні з ПВЩ. Тяжкість щелепно-лицевої травми визначали за шкалою FISS [168].

Для більш точного визначення характеру переломів використовували класифікаційну систему, запропоновану Т. Donat та співавт. (1998), згідно якої виділяють 3 вертикальні контрфорси: V1 – носолобовий/носоверхньощелепний,

V2 – вилицево-верхньощелепний та V3 – крилоподібно-верхньощелепний, і 3 горизонтальні контрфорси: H1 – надбрівні дуги та перенісся, H2 – нижньоорбітальний край, вилицева кістка та вилицева дуга, H3 – альвеолярний відросток ВЩ. Горизонтальні контрфорси додатково ділили на центральний (с) та латеральний (l) сегменти (ділянки), а вертикальні контрфорси – на верхній (s) і нижній (i) сегменти (рис. 2.10) [27].

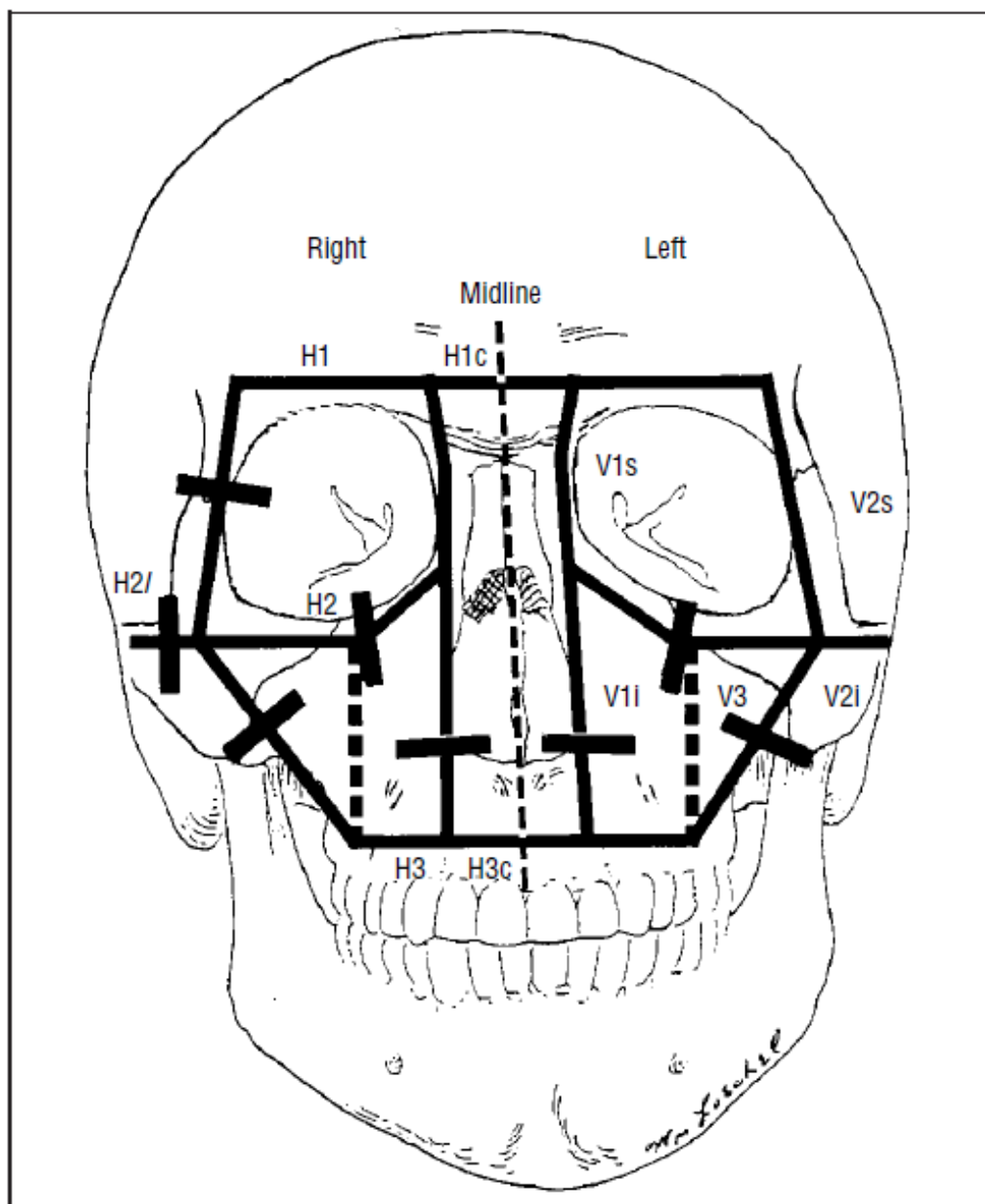


Рис. 2.10. Схема визначення локалізації зон переломів КСЗО згідно класифікації Donat T. та співавт. (1998) [27].

На кожній з ділянок (сегментів) визначали кількість щілин перелому і, відповідно, кісткових уламків для оцінки ступеня їх фрагментації, далі визначали загальну кількість щілин перелому, уламків у кожного пацієнта, сумуючи попередньо визначені значення, окремо визначали загальну кількість щілин переломів на ділянці носововерхньощелепного (носолобового) контрфорса та вилицево-альвеолярного гребеня справа і зліва – ділянки V1i, V2i, що належали до анатомічних структур власне ВЩ, які підлягають остеосинтезу (фіксація уламків в зоні V3 не проводиться, тому її виключали з розрахунків). Визначали середню кількість щілин перелому/уламків, що припадала на 1 контрфорс, а також кількість контрфорсів, що були фрагментовані. При проведенні подальшого аналізу не враховували особливості руйнування стінок орбіти та верхньощелепного синуса, величину і характер зміщення уламків.

В ході виконання даного етапу роботи аналізували особливості проведення хірургічного втручання, зокрема кількість встановлених фіксаторів, потребу у видаленні кісткових фрагментів на ділянці контрфорсів, а також отриманий анатомічний і функціональний результат. Визначали вплив архітектоніки кісток СЗО на ефективність і складність хірургічних втручань та стабільність системи фіксації з часом.

Для визначення типу будови кісток обличчя проводили побудову тривимірних комп'ютерних моделей кісток та повітроносних порожнин СЗО. Для обробки КТ-зображень використовували ліцензоване програмне забезпечення Mimics 12.1 (Materialise, Belgium).

Комп'ютерні моделі були створені на основі даних доопераційних МСКТ пацієнтів, включених в дослідження, за методикою описаною в розділі 2.3.1. (рис. 2.11).

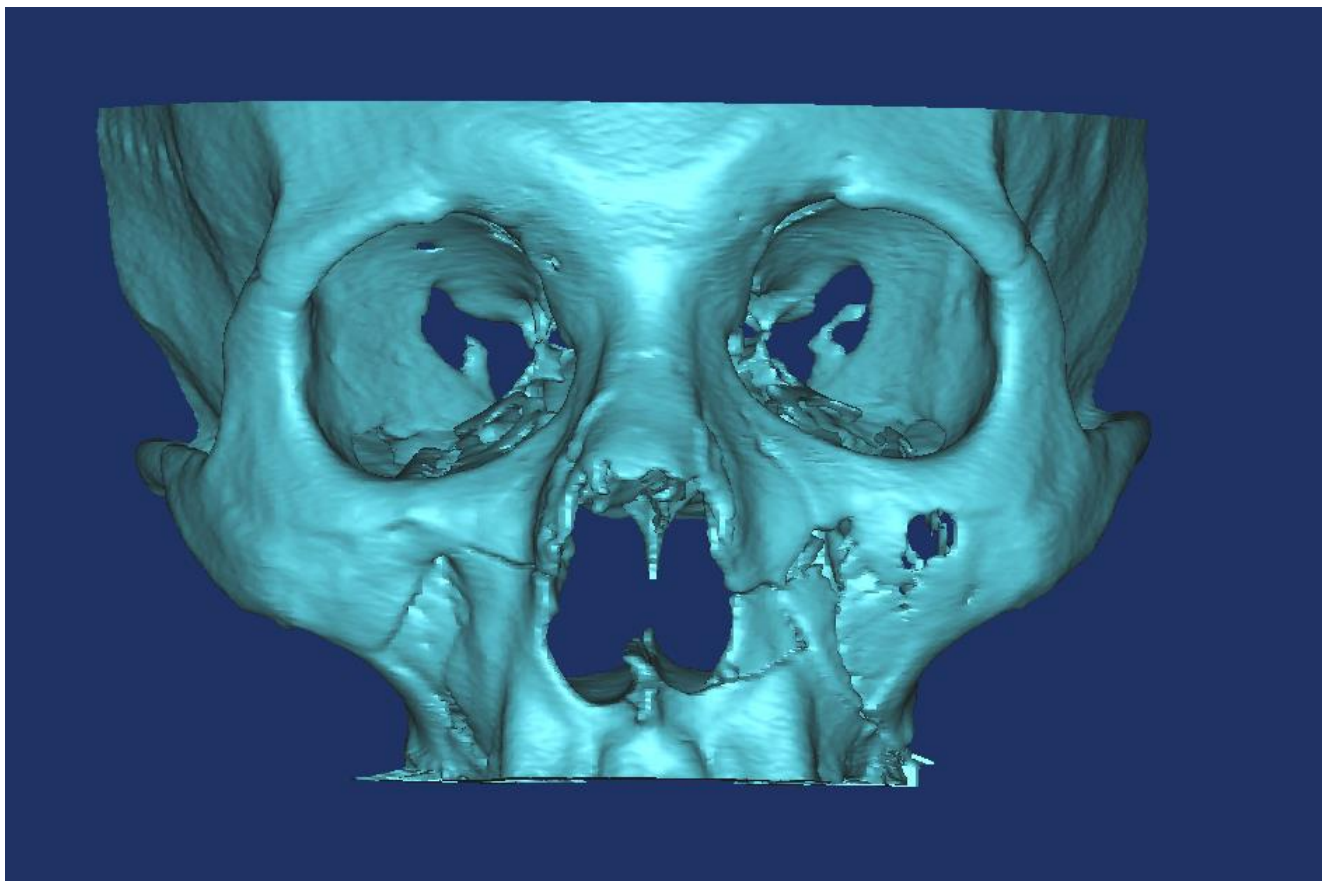


Рис. 2.11. 3D-модель КСЗО пацієнта Ф., 37 років, з діагнозом: Травматичний уламковий ПВЩ за Le Fort I зі зміщенням.

Враховуючи той факт, що комп'ютерні моделі створювались на основі даних КТ пацієнтів з переломами КСЗО, об'єм повітряноносних порожнин був зменшений за рахунок набряку слизової, наявності кров'яних згустків, сторонніх тіл (гемостатичних тампонів, зондів). Тому при створенні моделі повітряноносних порожнин її межі корегували в ручному режимі, використовуючи інструменти роботи з «маскою», для досягнення співвідношення між кістковою тканиною та повітряноносними порожнинами, що адекватно відображає притаманну пацієнту преморбідну архітектуру. Моделі кісток та повітряноносних порожнин СЗО (придаткових пазух носа та носової порожнин) поєднувались у єдину двокомпонентну модель (рис. 2.12). Далі, за методикою, описаною раніше, визначали об'єм кісткової тканини та повітряноносних порожнин і проводили розрахунок ІІІ.

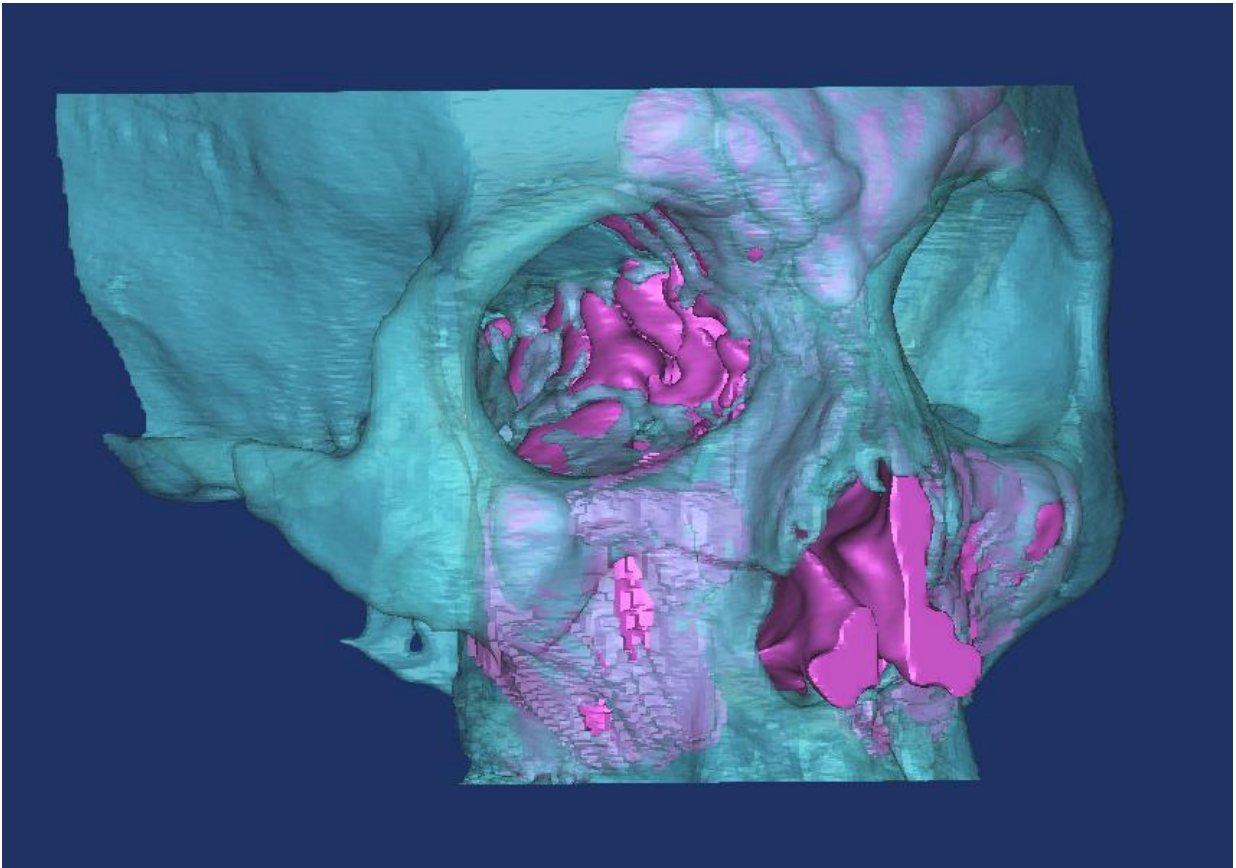


Рис. 2.12. Комп'ютерна 3D-модель КСЗО та повітряноносних порожнин у пацієнта з ПВЩ.

В залежності від типу будови кісток СЗО, згідно індексу пневматезації та КТ, пацієнтів було розділено на 3 групи. До першої групи (Gr1) віднесли пацієнтів з пневматичним типом будови кісток СЗО, величина ІІ була меншою 0,9. До другої групи (Gr2) віднесли пацієнтів з нормальним типом будови кісток СЗО, при якому величина ІІ становила від 0,9 до 1,5. До третьої групи (Gr3) віднесли пацієнтів з склеротичним типом, величина ІІ становила більше 1,5 (рис. 2.13).

При проведенні статистичного аналізу характер розподілу кількісних показників у групах визначали за критерієм Шапіро-Уїлка . Для представлення даних у випадку нормального закону розподілу визначали середнє значення (M) та стандартне відхилення ($\pm SD$), у випадку розподілу показників за законом відмінним від нормального, визначали медіанні значення (Me) та міжквартильний інтервал ($Q_I - Q_{III}$).

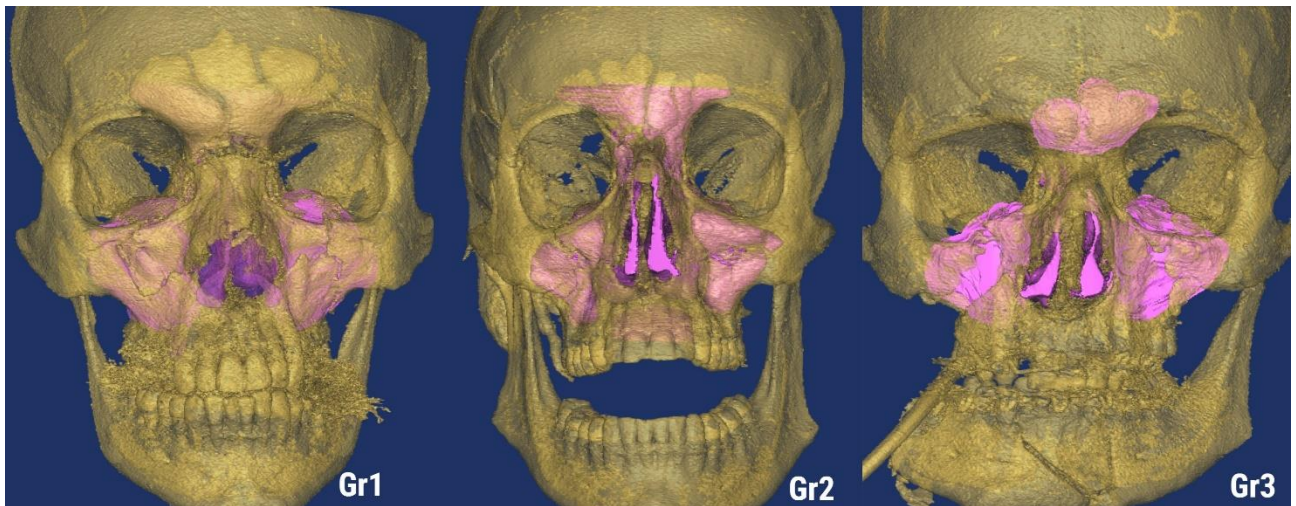


Рис. 2.13. 3D-моделі КСЗО та повітряноносних порожнин у пацієнтів, що належали до різних груп в залежності від значення ІІ. Gr1 – пацієнти з пневматичним типом будови КСЗО, Gr2 – пацієнти з нормальним типом будови КСЗО, Gr3 – пацієнти зі склеротичним типом будови КСЗО.

Визначення розбіжностей в групах порівняння проводилось за критерієм Стьюдента або Манна-Уїтні. Для вивчення наявності зв'язку між клініко-ретгенологічними та анатомічними параметрами розраховували показник рангової кореляції Спірмена. Для якісних ознак розраховували частоту їх прояву (%). Порівняння якісних ознак проводили за точним критерієм Фішера.

При дослідженні взаємозв'язків між ступенем пневматизації та клінічними характеристиками пацієнтів застосовували аналіз методом побудови логістичних моделей регресії. Низькі значення ІІ ($ІІ \leq 0,9$) та належність до І групи, що пов'язана з більшою пневматизацією пазух та стоншенням кісткової тканини на ділянках контрфорсів, відносили до «випадку» (результуюча ознака $Y=1$). Для прогнозування ризиків використовували однофакторну та багатофакторні моделі логістичної регресії. Відбір значимих ознак проводили за інформаційним критерієм Акаїке (AIC). Для оцінки якості прогнозування використано метод побудови кривих операційних характеристик моделі (ROC-кривих) та розрахунок площі під кривою (Area under curve, AUC) з оцінкою 95 % довірчого інтервалу (95 % ДІ). При вибраному оптимальному порозі прийняття рішення в моделі були розраховані показники її чутливості

(Sensitivity) та специфічності (Srecificity). Оцінка зв'язку факторних ознак та низького значення ПІ проводилася за показником відношення шансів (ВШ), для якого було розраховано 95 % довірчий інтервал. Критичний рівень значимості приймали рівним 0,05 для двосторонньої критичної області [210, 222]. Аналіз проводився з використанням статистичного пакету EZR v.1.54 (graphical user interface for R statistical software version 4.0.3, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) [211].

2.4. Дослідження напружено-деформованого стану систем фіксатор кістка залежно від способу відновлення цілісності вертикальних контрфорсів у пацієнтів з переломом верхньої щелепи

На третьому етапі роботи нами було вивчено особливості розподілу напружень і деформацій в кістковій тканині СЗО, а також досліджено характер змін жувального стереотипу в пацієнтів, прооперованих з приводу ПВЩ, залежно від застосованого способу лікування. Матеріалом дослідження були 9 комп'ютерних імітаційних моделей КСЗО пацієнтів з травматичними множинними переломами лицевого черепа. Критерієм включення були переломи, що супроводжувались руйнуванням вертикальних контрфорсів (щонайменше вилицево-верхньощелепних та носолобових), для відновлення яких застосовували відкриту репозицію та внутрішню фіксацію накісними мініпластинами. Пацієнтів було розділено на 3 групи по 3 випадки в залежності від застосованого способу хірургічного лікування: В першу групу (Gr1) увійшли випадки, де на ділянці всіх ушкоджених контрфорсів було проведено анатомічно точне співставлення кісткових фрагментів та їх фіксацію мініпластинами відповідно до протоколів АОСМФ [83]; в другу групу (Gr2) – випадки, де кісткові фрагменти на ділянці контрфорсів були втрачені/видалені, а відновлення контрфорсу проводилось лише титановими мініпластинами, які безпосередньо сприймали і перерозподіляли жувальне навантаження; в третю групу (Gr3) – випадки, де для заміщення дефектів на ділянці ушкоджених

контрфорсів ВЩ застосовували кісткові аутогрансплантати (кортикальні та кортикально-губчасті блоки) зі склепіння черепа, верхньої чи нижньої щелеп (рис. 2.14).

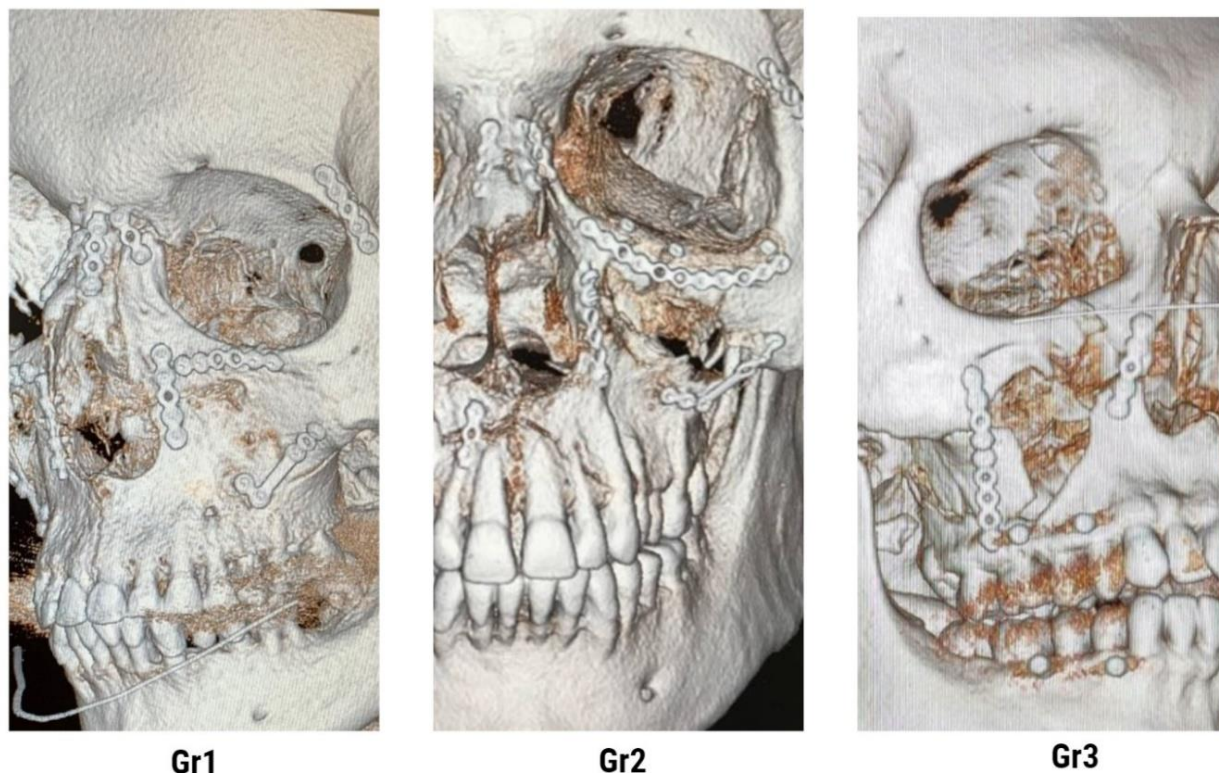


Рис. 2.14. 3D-моделі КСЗО пацієнтів з ПВЩ, у яких було застосовано різні способи відновлення цілісності вертикальних контрфорсів: Gr1 – співставлення уламків у анатомічно правильному положенні, без утворення дефекту вертикальних контрфорсів та фіксація титановою пластиною; Gr2 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та відновлення його за допомогою титанової пластини; Gr3 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та відновлення його за допомогою кісткового аутогрансплантата та титанової пластини.

Імітаційні комп'ютерні моделі були створені на основі даних післяопераційної МСКТ пацієнтів, включених в дослідження. Для побудови моделей використовували програмне середовище Mimics 12.1 (Materialise, Belgium), для відтворення жувального навантаження, визначення величини

деформації та напруження, що виникає в КСЗО, використовували програмне середовище ANSYS 5.6 [216].

Побудову 3D-моделей КСЗО здійснювали відповідно до алгоритму, наведеному в розділі 2.3.1.

Після редагування «маски» створювали та оптимізували об'ємну скінченно-елементну сітку. Сітка складалася з 333-728 тисяч тетраедричних скінченних елементів та 100-214 тисяч вузлів. Така кількість скінченних елементів є достатньою для відтворення індивідуальної геометрії КСЗО (рис. 2.15) [216].

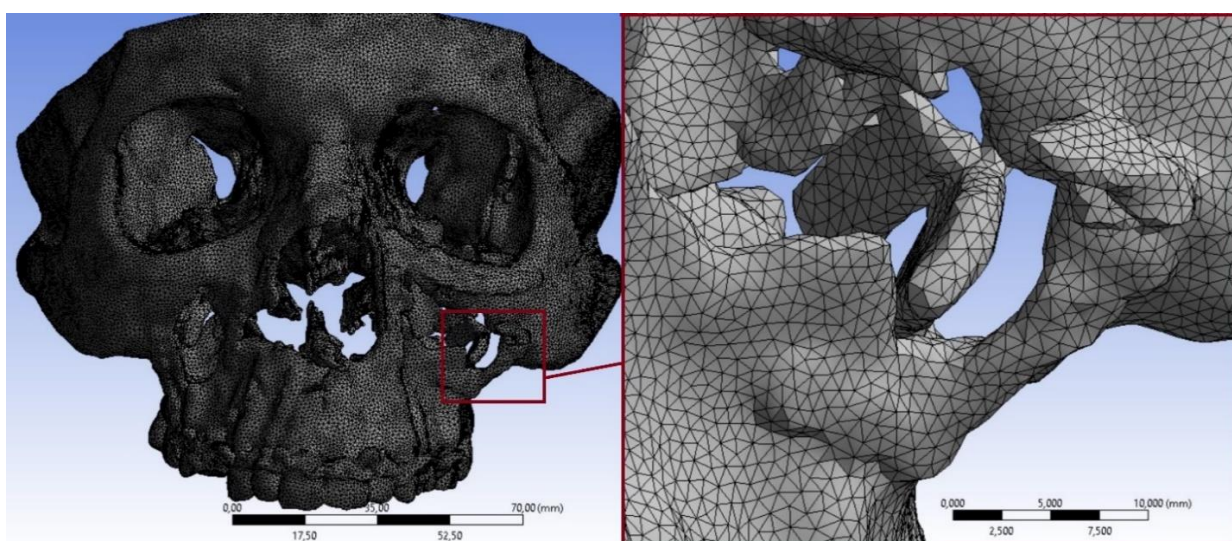


Рис. 2.15. Загальний вид скінченно-елементної сітки в створеній моделі КСЗО після остеосинтезу.

Відповідно до рентгенологічної щільності всі елементи скінченно-елементної сітки було поділено на 7 типів, що відповідали типам кістки за класифікацією Маланчука та Копчака (2013) з подальшим присвоєнням відповідних властивостей матеріалу на основі експериментальних даних [113]. Елементом титанових конструкцій надавали властивостей титанового сплаву Ti-6Al-4V, Grade 5 ($E = 114\text{GPa}$, $\nu = 0,34$).

Силу змикання зубів у скінченно-елементних моделях завдавали рівною 800 Н при відтворенні умов центральної оклюзії, що відповідає верхній межі фізіологічного діапазону [119]. Силу прикладали до вузлів моделі на жувальній поверхні/ріжучому краї зубів, що визначали на основі схеми оклюзійних

контактів, запропонованої Хватовою [217]. Щоб визначити силу, яку необхідно прикласти до кожного з вузлів скінченно-елементної моделі (відповідно до різних зубів) використовували жувальні коефіцієнти за Гавриловим та Оксманом [218]. Напрямок сили завдавали перпендикулярним до оклюзійної площини.

Для відтворення сили скорочення жувальних м'язів, зокрема підіймачів НЩ, використовували дані робіт Koolstra та співавт [219] та Koriath та співавт. [220] та (рис. 2.16). Модель закріплювали на ділянці кісток склепіння черепа по її верхній межі: всі лінійні та кутові переміщення відповідних вузлів блокували [216].

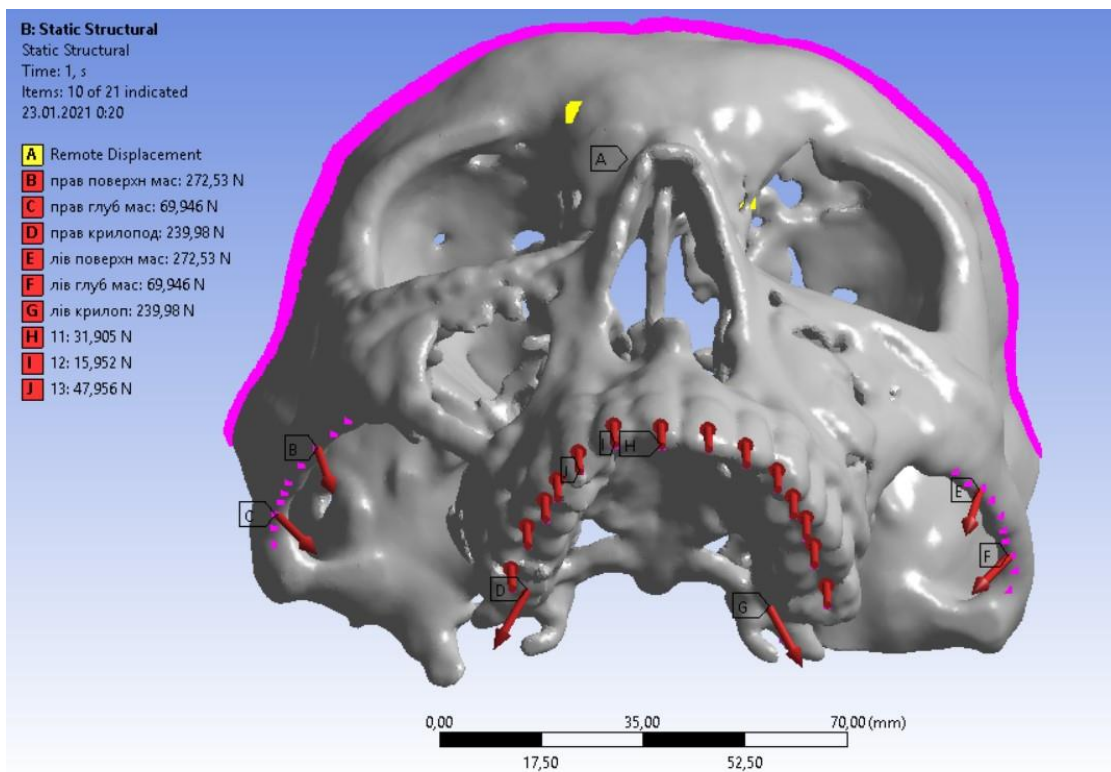


Рис. 2.16. Імітаційна комп'ютерна модель КСЗО. Літерами В, С, Е, F позначені напрями дії сили скорочення поверхневої та глибокої порції жувального м'яза, що прикладені до вузлів скінченно-елементної моделі на ділянці вилицевої дуги. D, G – напрям дії сили скорочення медіального крилоподібного м'яза, що прикладений до вузлів скінченно-елементної моделі в зоні крилоподібних відростків. J, H – сила прикусу, розподілена вздовж зубного ряду. Модель закріплена на ділянці кісток склепіння черепа (всі лінійні та кутові переміщення відповідних вузлів заблоковані).

Після завдання граничних умов і прикладання сил проводили обчислення максимальної величини переміщення вузлів моделі (total deformation) та визначали головні та еквівалентні напруження за Мізесом [216, 221]. Отримані результати представляли у виді кольорових градієнтів або векторної графіки. Визначали максимальну величину досліджуваного параметра у ділянках носолобових, криловерхньощелепних, вилицево-верхньощелепних контрфорсів, ділянці лобово-вилицевого з'єднання, нижнього краю орбіти, ділянки вилицевої дуги та Glabella.

2.5. Вивчення клінічної ефективності різних методів відновлення вертикальних контрфорсів при остеосинтезі верхньої щелепи

Проспективні клінічні дослідження, проведені на четвертому етапі дослідження, були направлені на вивчення найближчих та віддалених результатів лікування хворих з множинними уламковими ПВЩ та визначення частоти ускладнень при застосуванні різних підходів.

Матеріалом даного дослідження було 77 пацієнтів з ПВЩ та КСЗО, що проходили лікування у відділенні нейрохірургії та політравми КНП КМКЛ ШМД та у Центрі щелепно-лицевої хірургії та стоматології Київської обласної клінічної лікарні за період з липня 2016 до січня 2021 рр.

Критеріями включення в дослідження були: пацієнти, яким проводили відкриту репозицію та остеосинтез КСЗО з приводу ПВЩ, що супроводжувалися руйнуванням вилицево-альвеолярних гребенів та носолобових контрфорсів; письмова згода на участь в дослідженні, вичерпне клінічне та томографічне документування випадку в перед- та післяопераційному періодах, терміни спостереження не менше 6 місяців.

Критеріями виключення були: вік до 18 років, наявність супутньої соматичної патології в стані декомпенсації, психічні захворювання, алкоголізм, наркотична залежність, давність травми більше 14 діб на момент операції,

низька якість КТ, пацієнти, що померли в період спостереження від супутнього ураження органів і систем або були неконтактні внаслідок важких уражень ЦНС, недотримання лікарських рекомендацій та відсутність взаємодії з лікарем в післяопераційному періоді, відмова пацієнта від участі в дослідженні.

Серед 77 хворих з ПВЩ, що відповідали наведеним критеріям, було 68 чоловіків (88,3 %) та 9 жінок (11,7 %), віком від 19 до 61 року (середній вік $38 \pm 11,8$ років). Основними причинами травми були побиття (40,3 %), падіння з висоти (19,5 %), ДТП (14,3 %), та травми з виробничих, спортивних або невідомих причин (25,9 %). Залежно від характеру травми і способу проведення остеосинтезу ВЩ всіх пацієнтів було розділено на 3 групи (рис. 2.17).

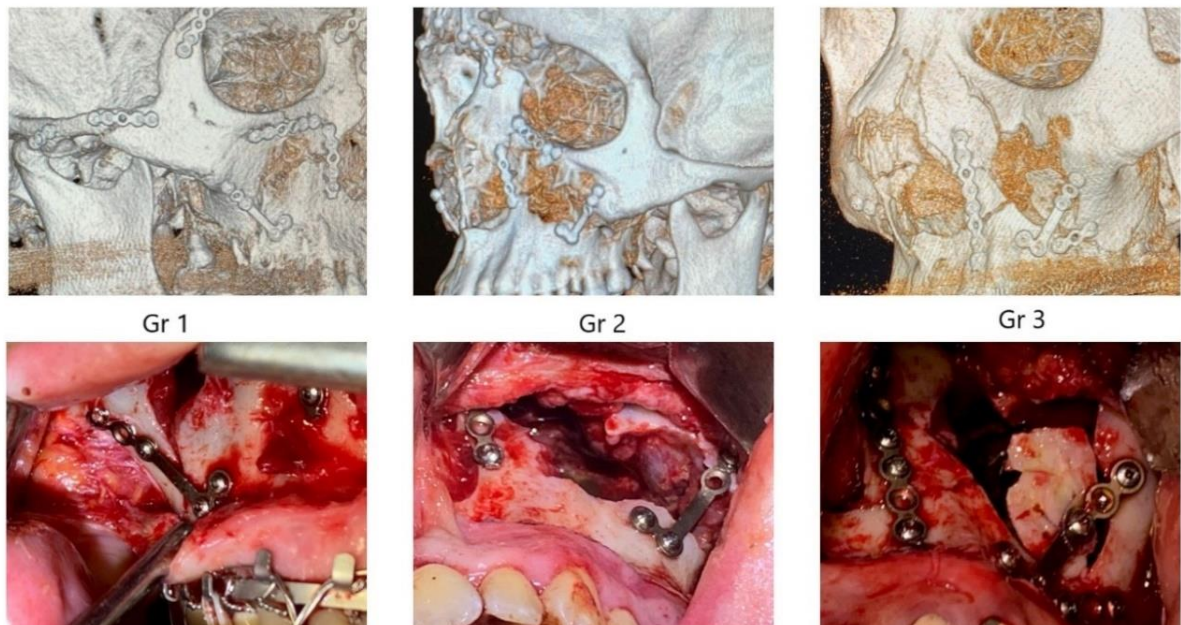


Рис. 2.17. 3D-реконструкція лицевого черепа та інтраопераційні фотографії пацієнтів з різних груп дослідження залежно від застосованого способу лікування: Gr1 – співставлення уламків у анатомічно правильному положенні, без утворення дефекту вертикальних контрфорсів та їх фіксація титановою пластиною; Gr2 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та його відновлення за допомогою титанової пластини; Gr3 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та його відновлення за допомогою кісткового аутоотрансплантата та титанової пластини.

У першій групі (Gr1, n=32) всі уламки на ділянці вертикальних контрфорсів (носолобовий та вилицево-альвеолярний) співставляли в контакті та фіксували титановими мініпластинами системи 1,6 (I-plant, Україна) або системи ALFA (Titamed, Бельгія) відповідно до рекомендацій АО СМФ [83]. До другої групи (Gr2, n=12) були включені пацієнти, у яких внаслідок видалення нежиттєздатних кісткових фрагментів формувалися дефекти вертикальних контрфорсів ВЩ протяжністю від 1,5 до 3,5 см. Фіксацію уламків в цьому випадку проводили накісними титановими пластинами збільшеної жорсткості системи 1,6 (I-plant, Україна) або системи ВЕТА (Titamed, Бельгія), розташованими безпосередньо над дефектом. До третьої групи (Gr3, n=33) були включені пацієнти, у яких дефекти, що утворювались на ділянці вертикальних контрфорсів, заміщували кістковими аутогрансплантатами з передньої стінки верхньощелепного синуса, підборіддя, гілки НЩ або склепіння черепа, які фіксували до збережених ділянок кістки традиційними титановими мініпластинами системи 1,6 (I-plant, Україна) або систем ALFA, ВЕТА (Titamed, Бельгія).

Проведенню остеосинтезу передувала клінічна, інструментальна та лабораторна діагностика та підготовка хворого до операції. Усіх пацієнтів в групах спостереження було обстежено згідно стандартної схеми, що включала збір анамнезу, оцінку загального та місцевого статусу з обчисленням індексу тяжкості лицевої травми за шкалою FISS, тяжкості черепно-мозкової травми за GCS, тяжкості політравми за NISS [151, 168, 208]. Діагноз встановлювали на підставі скарг хворого, анамнезу з обов'язковим з'ясуванням обставин травми, характерної клінічної симптоматики та даних КТ, яку проводили всім пацієнтам, використовуючи комп'ютерний томограф на Philips Ingenuity CT 128 з товщиною зрізу 0,67 мм. За даними КТ визначали зони порушення цілісності кісткової тканини, форму, розмір уламків, напрям їх зміщення, сполучення з внутрішньокістковими порожнинами.

Для визначення ступеня пневматизації та типу будови КСЗО у пацієнтів груп дослідження визначали ІІІ, як співвідношення між об'ємом кісткової

тканини та об'ємом повітряноносних порожнин СЗО (див. підрозділ 3.2.1). Типи ПВЩ визначали згідно класифікації Le Fort в модифікації Marciani (1993) [49]. Згідно цієї класифікації, запропонованої для більш детального опису ділянок переломів, їх основні типи поділяють на кілька підтипів, що адекватно відображають характер пошкодження та дозволяють хірургам вибрати оптимальні доступи для проведення лікування. Перелом за Le Fort I поділений на 2 типи: I – простий горизонтальний перелом обох ВЩ; Ia – перелом за горизонтальним типом з багатоуламковою фрагментацією щелеп. Перелом за Le Fort II поділений на 2 типи: IIa – пірамідальний перелом поєднаний з переломом кісток носа; IIb – пірамідальний перелом поєднаний з переломом назо-етмоїдального комплексу. Перелом за Le Fort III поділений на 2 типи: IIIa – черепно-лицеве роз'єднання поєднане з переломом кісток носа; IIIb – черепно-лицеве роз'єднання поєднане з переломом назо-етмоїдального комплексу. Перелом за Le Fort IV характеризується наявністю будь-якого перелому за типом II, III з поєднанням переломів основи черепа та поділений на 3 типи: IVa – перелом за Le Fort II, III та перелом верхньоорбітального краю; IVb – перелом за Le Fort II, III, передньої черепної ямки та верхньоорбітального краю; IVc – перелом за Le Fort II, III, передньої черепної ямки та стінок орбіт (рис. 2.18).

Діагноз встановлювали за найвищим типом перелому, враховуючи можливість поєднання кількох типів переломів за Le Fort у хворих [47, 48]. Для комплексної оцінки загального стану пацієнтів залучали суміжних спеціалістів нейрохірургічного, офтальмологічного, оториноларингологічного, стоматологічного, загального хірургічного, політравматологічного, терапевтичного, анестезіологічного профілів та застосовували додаткові методи дослідження (офтальмоскопія, ендоскопія носових ходів, УЗД, рентгенографія в традиційних укладках, КТ, МРТ тощо).

Показаннями до проведення хірургічного втручання вважали наявність порушення цілісності кісткової тканини ВЩ (КСЗО) на рівнях I-IV за класифікацією Le Fort з поправкою Marciani (1993) [49], що супроводжувались

порушенням прикусу, наявністю патологічної рухливості уламків, розвитком естетичних чи функціональних розладів

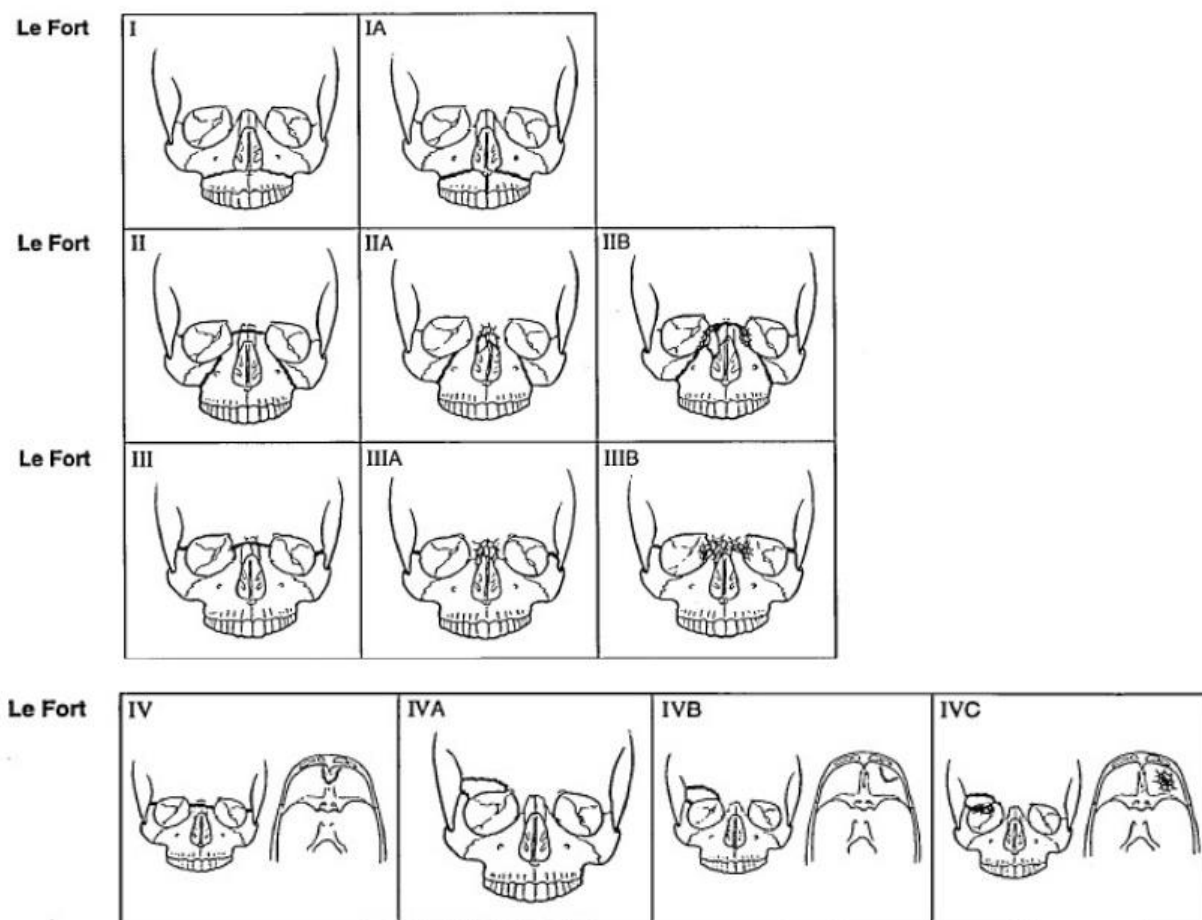


Рис. 2.18. Рівні ПВЩ за класифікацією Le Fort з поправкою Marciani (1993) [49].

Відкриту репозицію та остеосинтез виконували під загальним знеболенням, застосовуючи ендотрахеальний наркоз з інтубацією трахеї через ніс або з формуванням оростоми у підпідборідній ділянці. При виконанні хірургічних втручань застосовували традиційні доступи: на ділянці зовнішнього краю орбіти, вздовж брови, верхньолатерального кута повіки, вздовж верхнього краю нижньої повіки (війковий доступ), через кон'юнктиву ока (транскон'юнктивальний доступ), у ділянці перенісся та/або Glabella, вінцевий (коронарний) та напіввінцевий, внутрішньоротовий доступ та доступи через існуючі рани обличчя. За допомогою вказаних доступів в ході втручання

розкривали і візуалізували ділянки лобово-вилицевого з'єднання, нижнього краю орбіти, спинки носа, передньої стінки лобового синуса, вилицевих дуг, вилицево-верхньощелепного та носолобового контрфорсів. Після цього проводили їх репозицію під прямим візуальним контролем та внутрішню фіксацію накісними мініпластинами. Тактика відновлення цілісності вертикальних контрфорсів у групах порівняння відрізнялась (див. вище).

У післяопераційному періоді всім пацієнтам призначали протизапальну та антибіотикотерапію, а також застосовували раннє функціональне навантаження з відновленням рухів НЩ. За наявності переломів НЩ, лікування яких супроводжувалось відшаруванням або пересіченням жувального м'яза, або переломів КСЗО із застосуванням коронального доступу, з пересіченням і відшаруванням скроневого м'язу, для їх репозиції та фіксації в перші 14 діб після операції використовували направляючі еластичні тяги, що дозволяли співставити зубні ряди у стані множинного контакту та визначали правильне взаємне співвідношення щелеп в ранньому післяопераційному періоді. Протягом 6 тижнів після операції хворі отримували м'яку дієту та мали уникати значних фізичних навантажень. Всім пацієнтам надавались рекомендації щодо дотримання гігієни порожнини рота.

Хворих спостерігали протягом всього періоду перебування в стаціонарі (в середньому 16 ± 4 дні). Контрольні огляди проводили в термін 1, 3 та 6 місяців після операції, а надалі – один раз на рік. Тривалість диспансерного спостереження за постраждалими у віддалені строки після операції склала від 6 до 48 місяців. У ранньому і пізньому післяопераційних періодах у всіх пацієнтів визначали наявність чи відсутність ускладнень, оцінювали ступінь відновлення функції щелепно-лицевої ділянки (наявність множинного міжзубного контакту, ширину відкриття рота, прохідність носових ходів та можливість носового дихання, порушення роботи м'язів у ділянці іннервації *n. facialis dextra et sinistra*, порушення чутливості в зоні іннервації *n. trigeminus*, порушення зору та сльозовідвідної функції), а також досягнутий

естетичний результат. В цей період оцінювали стабільність фіксації, перебіг процесів репаративної регенерації та наявність гнійно-запальних ускладнень.

З метою об'єктивізації отриманих даних хворих додатково обстежували з використанням рентгенологічних (томографічних) методів. КТ в післяопераційному періоді проводили безпосередньо після операції і через 3 або 6 місяців за показаннями. За даними КТ визначали точність репозиції та надійність фіксації, особливості розташування фіксаторів відносно анатомічних структур та кісткових уламків, наявність їх деформації або руйнування, вторинних зміщень у найближчому та віддаленому післяопераційних періодах, наявність патологічного вмісту в придаткових пазухах носа тощо; оцінювали стан кісткової тканини навколо фіксатора, ступень резорбції кісткових аутотрансплантатів, а також ознаки консолідації уламків в пізні строки після травми, після чого визначали потребу в проведенні додаткових лікувальних та реабілітаційних заходів. Клінічно оцінювали характер змикання зубів в різних оклюзійних положеннях, при цьому звертали увагу на порушення прикусу, супраконтакти, больові синдроми при змиканні зубів, можливість відкушувати їжу передніми зубами.

Інформацію про характер травми, особливості проведеного хірургічного втручання, його результати, а також про ускладнення, що виникали в найближчому та віддаленому післяопераційному періоді заносили до спеціально розробленої індивідуальної карти хворого (дод. В).

При проведенні статистичного аналізу характер розподілу кількісних показників у групах визначали за критерієм Шапіро-Уїлка. Для представлення даних у випадку нормального закону розподілу визначали середнє значення (M) та стандартне відхилення (SD), у випадку розподілу показників за законом відмінним від нормального, визначали медіанні значення (Me) та міжквартильний інтервал (Q_I-Q_{III}). Визначення розбіжностей за цими параметрами в групах порівняння проводилось за критерієм Крускала-Уоліса або ANOVA. Постеріорні порівняння були проведені за критерієм Тьюкі. Для

якісних ознак розраховувалася частота їх прояву (%), а порівняння проводилося за точним критерієм Фішера [210, 222].

Основним критерієм ефективності лікування ПВЩ з реконструкцією вертикальних контрфорсів вважали відновлення прикусу і дотравматичних оклюзійних співвідношень. Відомо, що вертикальні контрфорси верхньої щелепи визначають положення альвеолярного відростка в трьох площинах, отже досягнення цього положення при репозиції та стабільне утримання правильного співвідношення кісткових фрагментів вважали основною задачею реконструкцій, що проводилися. Для визначення факторів, що впливають на результати/ефективність хірургічних втручань було застосовано аналіз методом побудови логістичних моделей регресії. При його проведенні результуючою ознакою $Y=1$ вважали наявність порушень прикусу, як основного ускладнення після проведення реконструкції КСЗО. Для прогнозування ризику отримання цього незадовільного результату використовували однофакторну та багатофакторну модель логістичної регресії. Враховували наступні показники (потенційні фактори ризику): тип ПВЩ, наявність супутніх переломів НЩ, наявність розходження країв рани у післяопераційному періоді, оголення елементів фіксації, видалення титанових пластин, хронічне запалення або нагноєння м'яких тканин у ранньому післяопераційному періоді, наявність (підтвердженого клінічно та рентгенологічно) хронічного травматичного верхньощелепного синуситу, наявність кісткових дефектів на ділянці вилицево-верхньощелепного та носолобового контрфорсів, ступінь пневматизації середньої зони обличчя (Ш), неврологічний дефіцит в ділянці інервації V та VII пари черепно-мозкових нервів, що тривав більше 6 місяців, особливості проведеного хірургічного лікування. Відбір значимих ознак проводився за інформаційним критерієм Акаїке (AIC). Для оцінки якості прогнозування використано метод побудови кривих операційних характеристик моделі (ROC-кривих) та розрахунок площі під кривою (Area under curve, AUC) з оцінкою 95 % довірчого інтервал. При вибраному оптимальному порозі прийняття рішення в моделі розраховані показники її чутливості (Sensitivity) та специфічності

(Specificity). Оцінка впливу факторних ознак на ризик виникнення порушень прикусу в післяопераційному періоді проводилася за показником відношення шансів (ВШ), розраховано його 95 % ДІ. Критичний рівень значимості прийнято рівним 0,05 для двосторонньої критичної області [210, 222]. Аналіз проводився з використанням статистичного пакету EZR v.1.54 (graphical user interface for R statistical software version 4.0.3, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) [211].

2.6. Оцінка оклюзійних співвідношень та жувальної функції у пацієнтів, прооперованих з приводу перелому верхньої щелепи

Для вивчення функціональних результатів проведених хірургічних втручань у віддаленому післяопераційному періоді було проведено аналіз оклюзійних співвідношень у пацієнтів в групах дослідження залежно від застосованого способу відновлення вертикальних контрфорсів ВЩ із застосуванням методу комп'ютерної оклюзіометрії.

Дослідження проведено у 18 пацієнтів з множинними травматичними переломами КСЗО (15 чоловіків та 3 жінки), віком від 25 до 62 років (в середньому $43,8 \pm 10,8$ роки), що перебували на стаціонарному лікуванні у відділеннях нейрохірургії та політравми КНП КМКЛ ШМД. Критерії включення у дослідження відповідали наведеним в розділі 2.5. Критеріями виключення були: пацієнти з вогнепальними переломами кісток лицевого черепа, вік пацієнтів до 18 років, наявність дефектів зубних рядів або неякісних протезних конструкцій, наявність глибоких психоневрологічних розладів внаслідок перенесеної ЧМТ, недотримання лікарських рекомендацій, неточна репозиція ВЩ за даними контрольних КТ, розвиток ускладнень в післяопераційному періоді, відсутність ефективної взаємодії з лікарем, відмова пацієнта від участі в дослідженні.

В залежності від способу фіксації уламків ВЩ на ділянці її вертикальних контрфорсів пацієнти були розділені на три групи відповідно до критеріїв,

наведених у розділі 2.5. До першої групи (Gr1, n=6) були віднесені пацієнти, у яких відновлення вилицево-верхньощелепних та носолобових контрфорсів відбувалося з використанням титанових мініпластин при анатомічно точному співставленні уламків. До другої групи (Gr2, n=5) були віднесені пацієнти, у яких у результаті уламкової фрагментації формувалися дефекти вертикальних контрфорсів, а відновлення їх анатомічної неперервності проводили з використанням пластин підвищеної жорсткості. До третьої групи (Gr3, n=7) були віднесені пацієнти, у яких відновлення вилицево-верхньощелепного та/або носолобового контрфорсів відбувалося шляхом використання титанових накісних мініпластин у поєднанні із кістковими аутотрансплантатами.

В післяопераційному періоді у всіх пацієнтів застосовували раннє функціональне навантаження. Протягом 6 тижнів після операції хворі отримували м'яку дієту та мали уникати значних фізичних навантажень.

Всім пацієнтам проводили КТ: перед хірургічним втручанням, в перші 3 дні після операції, та через 1,5 місяці (для контролю стабільності результату втручання та наявності післяопераційних ускладнень). Для визначення архітектоніки та особливостей будови КСЗО у пацієнтів у групах дослідження визначали ІІІ.

Аналіз оклюзійних співвідношень був проведений методом комп'ютерної оклюзіометрії за допомогою апарата та програмного забезпечення "T-Scan" компанії "Tekscan" (Tekscan, Inc., S. Boston, MA, США), що дозволяє збирати, систематизувати і аналізувати дані про послідовність контактів у режимі реального часу, час виникнення першого контакта та його локалізацію, зміну оклюзійних співвідношень зубних рядів від першого контакта до максимального міжгорбкового контакта, а також визначати силу стискання зубних рядів протягом певного проміжку часу (рис. 2.19) [199-202].

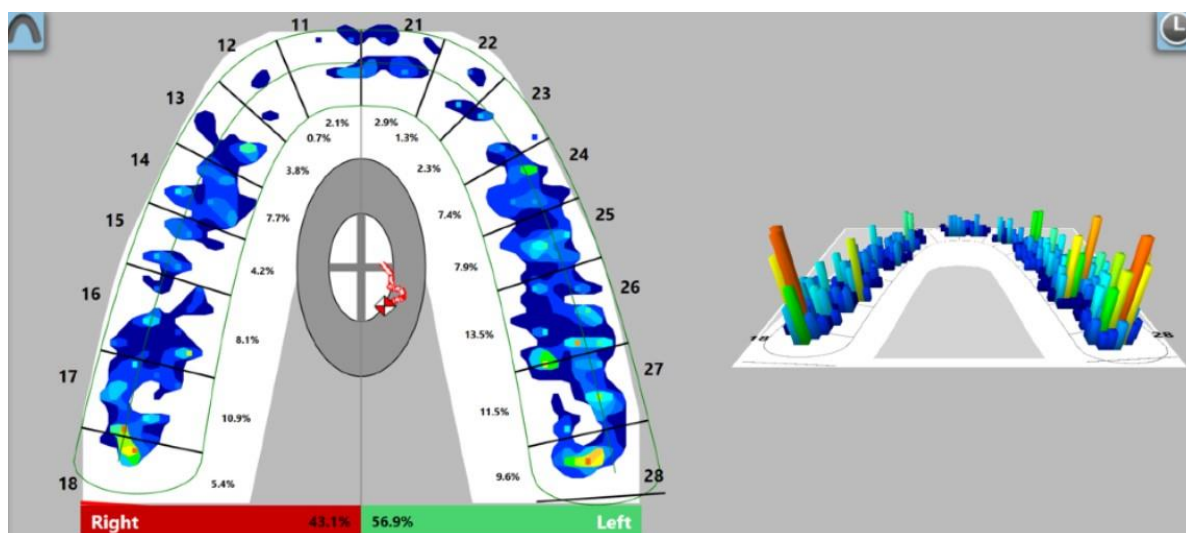


Рис. 2.19. Графічне двовимірне та тривимірне зображення локалізації та сили оклюзійних контактів, а також балансу оклюзії, отримане за допомогою тензодатчика і програмного забезпечення “T-Scan” компанії “Tekscan” (Tekscan, Inc., S. Boston, MA, США).

В основі методу лежить передача електричного сигналу від ультратонкого гнучкого датчика, що визначає силу стискання зубів. Кожний датчик має у своєму складі чутливі елементи “Сенсели”, що утворюють лінії та стовпчики на діаграмі, що реєструється. На екрані кожний сенсел виглядає як окремий квадрат. Пацієнт проводить стискання зубних рядів до максимального фісурно-горбкового контакту, прикушуючи при цьому сенсор, який приєднаний до комп’ютера. Програмне забезпечення аналізує місце розміщення контактів, їх силу і послідовність протягом відрізка часу. Оклюзійні сили представляють у виді кольорової шкали, від синього (самий слабкий контакт) до рожевого (самий сильний контакт). Після проведення у кожного пацієнта кількох послідовних записів різних видів оклюзії зубних рядів можливий подальший їх аналіз у двовимірному та тривимірному зображенні [195-202].

У пацієнтів, включених в дослідження, аналіз оклюзійних співвідношень проводили відповідно до стандартного протоколу в строки від 4 до 6 місяців після хірургічного лікування. При аналізі отриманих даних враховували наступні характеристики оклюзії:

1. Час оклюзії та дезоклюзії, фіксація перших контактів, супраконтактів, вектор сумарного оклюзійного навантаження, баланс оклюзії в момент максимального міжгортанового змикання у стані центральної оклюзії.

2. Контакти та супраконтакти у стані протрузії, лівій та правій латеротрузії та за умов контактів у центральному співвідношенні.

Різницю між показниками балансу оклюзії правої та лівої сторони визначали за індексом асиметрії, вираженим у відсотках [195].

При проведенні статистичного аналізу характер розподілу кількісних показників у групах визначали за критерієм Шапіро-Уїлка [210, 222]. Для представлення даних у випадку нормального закону розподілу визначали середнє значення (M) та стандартне відхилення (SD), у випадку розподілу показників за законом, відмінним від нормального, визначали медіанні значення (Me) та міжквартильний інтервал (Q_I-Q_{III}) [210, 222]. Визначення розбіжностей за цими параметрами в групах порівняння проводилось за ANOVA або за критерієм Крускала-Уоліса [210, 222]. Для визначення наявності зв'язку між показниками розраховувався показник рангової кореляції Спірмена [210, 211, 222]. Для якісних ознак розраховувалася частота їх прояву (%), а порівняння проводили за точним критерієм Фішера [210, 222]. Аналіз проводили з використанням статистичного пакету EZR v.1.54 (graphical user interface for R statistical software version 4.0.3, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) [211].

Матеріали розділу викладено в наступних публікаціях:

1. Shumynskiy IeV, Kopchak AV. Relation between paranasal sinuses and surrounding bone tissue. Journal of Education, Health and Sport. 2020;10(12):22-31. doi: <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.12.002>.
2. Шуминський ЄВ, Крищук МГ, Копчак АВ, Біомеханічний аналіз методів відновлення цілісності вертикальних контрфорсів верхньої щелепи при травматичних переломах кісток середньої зони обличчя із використанням

індивідуалізованих скінченно-елементних моделей. Вісн. стоматології. 2020;38(4):72-7. doi 10.35220/2078-8916-2020-38-4-72-77.

3. Шуминський ЄВ, Копчак АВ. Шестирічний аналіз травматичних пошкоджень черепно-щелепно-лищевої ділянки: зв'язок щелепно-лищевої та черепно-мозкової травм. Сучас. стоматологія. 2021;1:49-52. doi: 10.33295/1992-576X-2021-1.

4. Shumynskiy Ie, Korchak A. Clinical and anatomical features of maxillary fractures in patients with different types of its pneumatization. Вісн. стоматології. 2021;39(1):36-47. doi: 10.35220/2078-8916-2021-39-1-36-47.

5. Shumynskiy I, Gurianov V, Kaniura O, Korchak A. Prediction of mortality in severely injured patients with facial bone fractures. Oral Maxillofac Surg. 2021 Jun 8. doi: 10.1007/s10006-021-00967-7.

6. Шуминський ЄВ, Копчак АВ, Гурьянов ВГ. Клінічна ефективність хірургічного лікування переломів верхньої щелепи із уламковою фрагментацією вертикальних контрфорсів. Colloquium-journal. 2021;(18):44-58.

7. Шуминський ЄВ, Копчак АВ, Гурьянов ВГ, Лисейко НВ. Оцінка оклюзійних співвідношень та жувальної функції у пацієнтів із переломами верхньої щелепи методом комп'ютерної оклюзіографії. Клін. стоматологія. 2021;(3):10-25.

РОЗДІЛ 3

КЛІНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЄДНАНИХ УШКОДЖЕНЬ КІСТОК СЕРЕДНЬОЇ ЗОНИ ОБЛИЧЧЯ: ЕТІОЛОГІЯ, СТРУКТУРА, ФАКТОРИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ НЕСПРИЯТЛИВИЙ ПРОГНОЗ

За даними ретроспективного аналізу історій хвороб та журналів реєстрації пацієнтів за шестирічний період з 2012 по 2017 роки на стаціонарному лікуванні у КМКЛ ШМД знаходилось 719 пацієнтів з діагностованою травмою щелепно-лицевої ділянки та наявністю супутніх травматичних ушкоджень. Переломи кісток обличчя встановлено у 70,7 % випадків (509 пацієнтів з 847 переломами різних кісток лицевого черепа). В інших випадках відзначали рани та/або множинні забої м'яких тканин обличчя. Вік пацієнтів з травмою щелепно-лицевої ділянки коливався від 18 до 91 року і в середньому становив 30,5 років (25 ± 37 років). У дослідженій вибірці переважали чоловіки (84,4 %).

Основними причинами травми були побої та бійки (43 %), падіння (20,5 %) та ДТП (16 %). Серед інших етіологічних чинників були виробнича травма (0,5 %), спортивна травма (1 %) та травма з невідомих причини (19 %) (рис. 3.1). Перебування у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння на момент травми було відзначено у 31,2 % пацієнтів.

Всі пацієнти, що знаходились на лікуванні з приводу травматичних переломів кісток обличчя за локалізацією ушкоджень були розділені на 4 групи. До першої групи (Gr1 – ізольовані переломи НЩ) було віднесено 84 пацієнтів (16,5 %). До другої групи (Gr2 – ізольовані переломи середньої зони обличчя) було віднесено 290 пацієнтів (56,9 %). До третьої групи (Gr3 – ізольовані переломи стінок лобового синуса і лобової кістки) було віднесено 19 пацієнтів (3,7 %). До четвертої (Gr4 – множинні переломи кісток обличчя, що

охоплювали 2 і більше анатомічні ділянки) було віднесено 116 пацієнтів (22,9 %) (рис. 3.2).

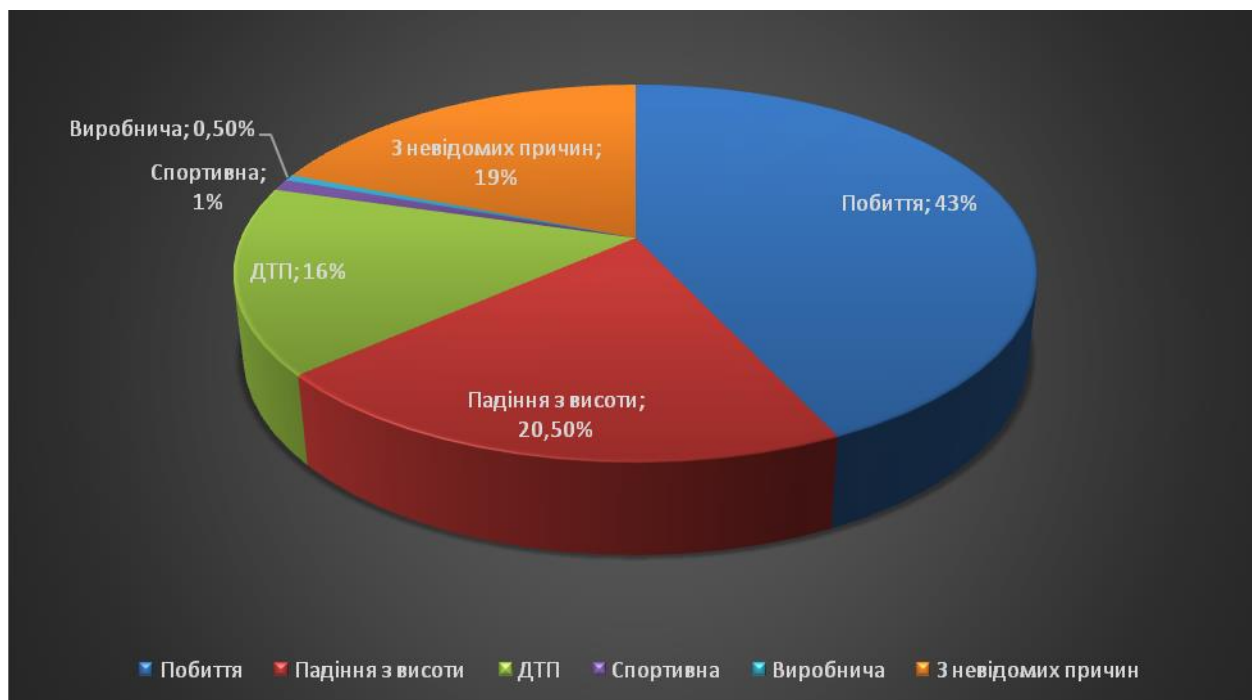


Рис. 3.1. Основні причини виникнення щелепно-лицевих травм серед досліджуваної групи пацієнтів.

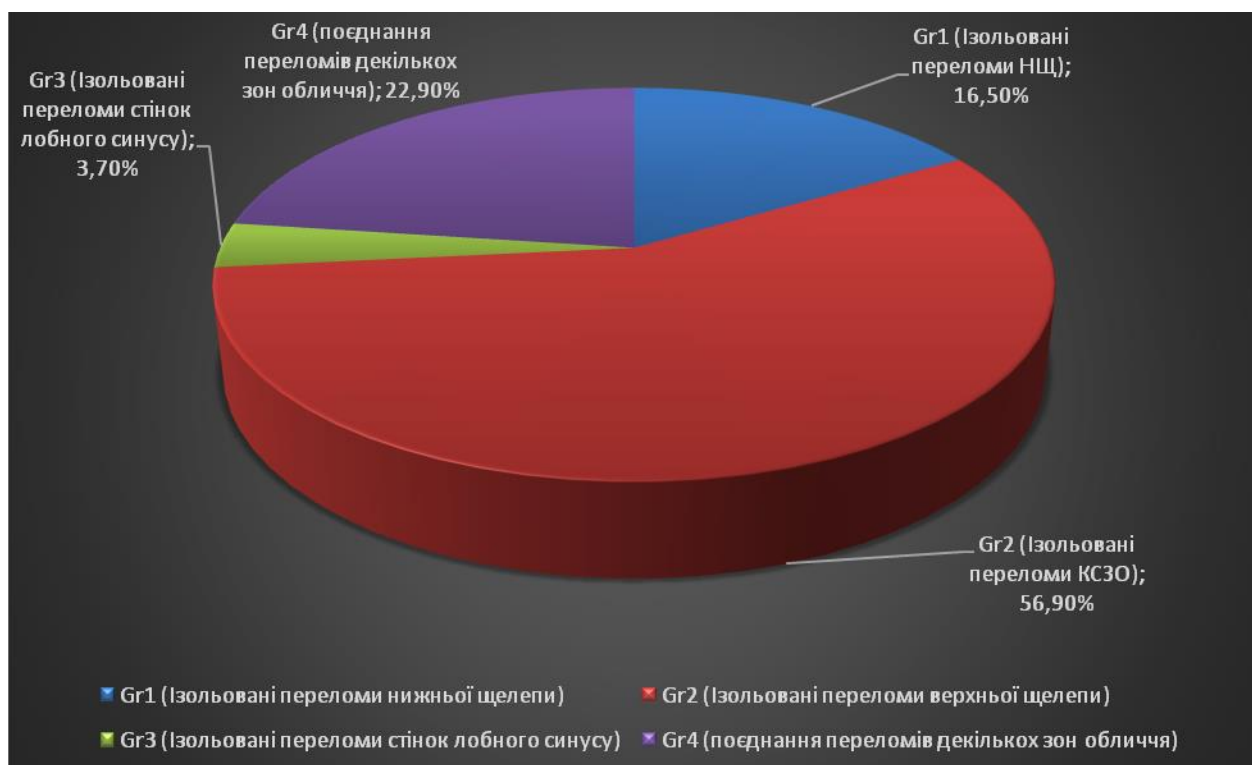


Рис. 3.2. Розподіл пацієнтів з переломами лицевого черепа за локалізацією ушкоджень.

Більш детальний аналіз зон перелому (847 переломів у 509 пацієнтів) виявив наступне: серед досліджених хворих з поєднаними щелепно-лицевими ушкодженнями переважали переломи вищевого комплексу, носа і назо-етмоїдального комплексу та НЩ (найбільше переломи виросткового відростка). ПВЩ за Le Fort I, II, III відзначали в 77 випадках (рис. 3.3).

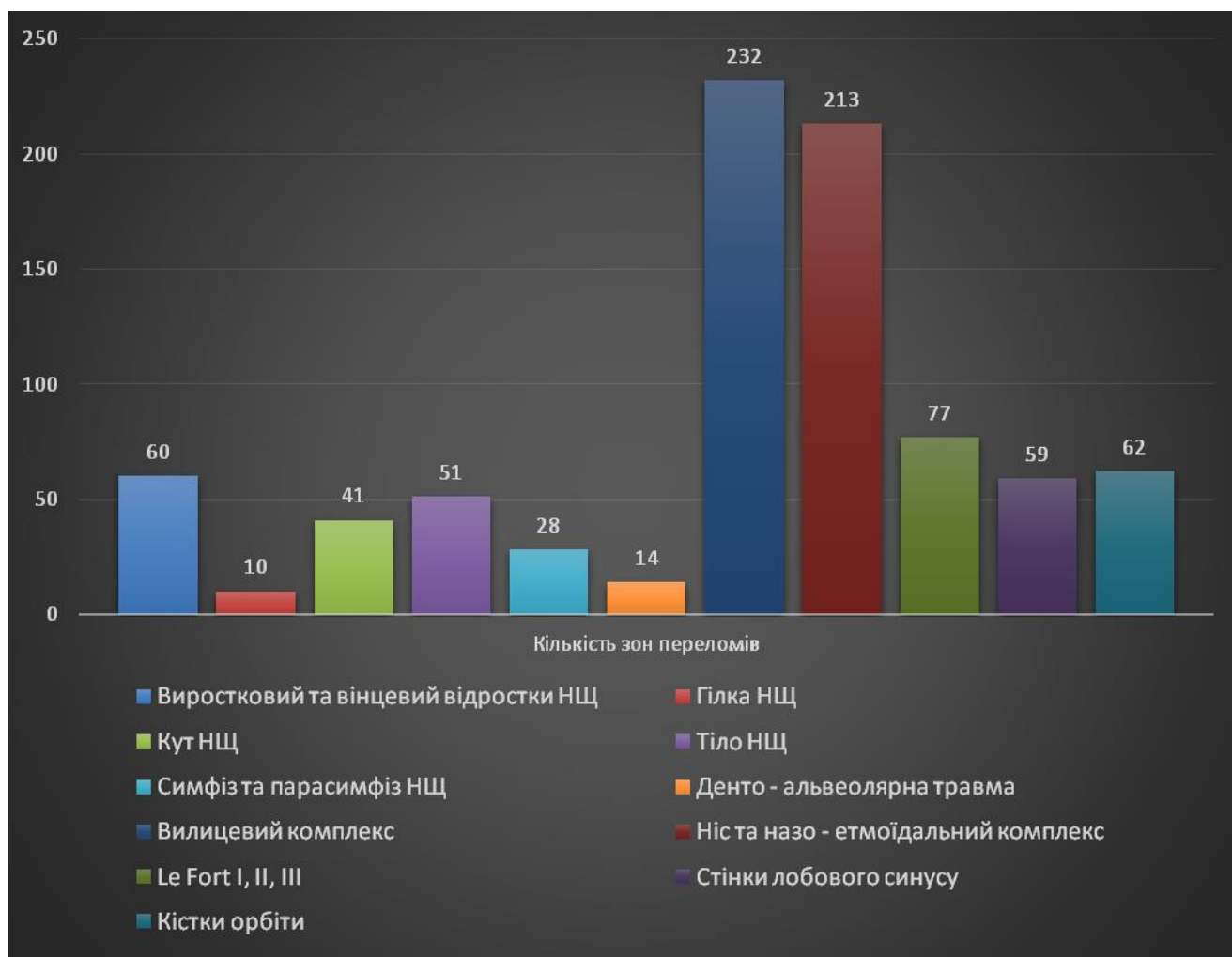


Рис. 3.3. Кількість випадків з ураженням різних анатомічних ділянок серед досліджених пацієнтів.

Супутні травматичні ушкодження у пацієнтів представлені на рис. 3.4. Їх умовно розподіляли на 5 груп. У першій групі (голова) були враховані лише важкі ЧМТ, такі як внутрішньочерепні крововиливи, забої та відкрита ЧМТ. До другої групи (кінцівки) відносили забої, рани, переломи, вивихи кінцівок та

пошкодження магістральних судин. До третьої групи (живіт) відносили забиття передньої черевної стінки, розриви внутрішніх органів та проникаючі поранення. До четвертої (грудна клітина) відносили забої, рани, переломи ребер, гемоторакс, пневмоторакс, забиття серця та легенів. Переломи хребців зараховувались до травм хребта у п'ятій групі (хребет).

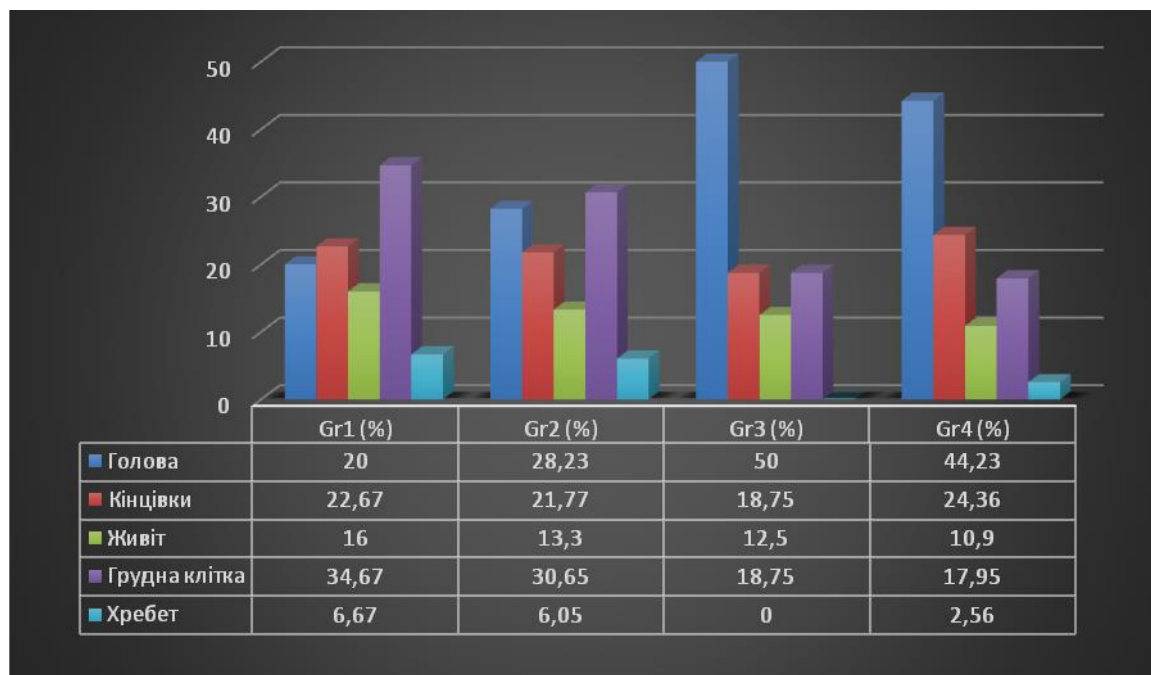


Рис. 3.4. Розподіл пацієнтів у клінічних групах за характером супутніх травматичних ушкоджень.

Показники важкості щелепно-лицевої травми за шкалою FISS у досліджених хворих коливались від 1 до 14 балів (у пацієнта з множинними уламковими переломами обох стінок лобової пазухи, стінок орбіт, ПВЩ за Le Fort II-III, вінцевого відростка, симфізу НЩ та вилицевого комплексу). Медіанне значення FISS становило 3,36 (1÷5). Показник тривалості перебування на стаціонарному лікуванні у пацієнтів, включених у дослідження, був дуже мінливим і становив від 1 до 111 днів, а медіанне значення складало 14,1 дні (7÷17). Стан свідомості за GCS був ≤ 13 балів у 23,6 % пацієнтів. Мінімальний бал за GCS становив 3. Значення показника NISS коливались від 1 до 66. Показники GCS, NISS, FISS та тривалості перебування на стаціонарному

лікуванні (табл. 3.1) розподілялися за законом відмінним від нормального, тому подальший статистичний аналіз проводили за допомогою непараметричних критеріїв [210, 211, 222].

Таблиця 3.1

Медіанне значення, перший та третій квартиль показників тяжкості травми обличчя, головного мозку, політравми та тривалості лікування у досліджених пацієнтів за основними оціночними шкалами

Показник Значення	FISS	GCS	NISS	Тривалість стаціонарного лікування
Me (Q _I ÷ Q _{III})	3.36 (1 ÷ 5)	13.8 (14 ÷ 15)	15.5 (6 ÷ 24)	14.1 (7 ÷ 17)

Показники важкості щелепно-лицевої травми за FISS в клінічних групах вірогідно відрізнялися: їх значення зростало від першої до четвертої групи. Цей факт дозволяє зробити висновок, що оціночна шкала FISS адекватно відображає тяжкість та характер переломів кісток обличчя та має як статистичне, так і клінічне значення. У той же час відмінність у значеннях GCS, NISS та тривалості стаціонарного лікування між першою, другою та третьою групами з ізольованими переломами відповідних анатомічних ділянок обличчя була недостовірною. Однак, усі ці параметри були вірогідно вищими у Gr4. Цей результат продемонстрував, що наявність переломів кількох зон обличчя пов'язана з більш важкою ЧМТ та політравмою. У цих випадках вищий бал FISS вказував на більш тяжкий стан та більш тривалий період, необхідний для лікування та реабілітації пацієнтів (табл. 3.2, рис. 3.5-3.8).

Таблиця 3.2

Медіанне значення, перший та третій квартиль показників тяжкості травми обличчя, головного мозку, політравми та тривалості лікування за основними оціночними шкалами у пацієнтів різних клінічних груп.

Група \ Показник	Gr1 (n=84)	Gr2 (n=290)	Gr3 (n=19)	Gr4 (n=116)
FISS	3 ^{2,3,4} (2;3)	3 ^{1,3,4} (1;3)	5 ^{1,2,4} (5;5)	7 ^{1,2,3} (5;9)
GCS	15 ⁴ (14;15)	15 ⁴ (14;15)	15 ⁴ (15;15)	14 ^{1,2,3} (13;15)
NISS	6 ⁴ (6;14)	6 ⁴ (3;21)	5 ⁴ (2;28.5)	21 ^{1,2,3} (9;36)
Тривалість стаціонарного лікування (днів)	10.5 ⁴ (7;15.25)	10 ⁴ (6;15)	15 (9.5;19)	17 ^{1,2} (11;23)

Примітка.

¹ Різниця з Gr1 є статистично значущою, $p < 0,05$

² Різниця з Gr2 є статистично значущою, $p < 0,05$

³ Різниця з Gr3 є статистично значущою, $p < 0,05$

⁴ Різниця з Gr4 є статистично значущою, $p < 0,05$

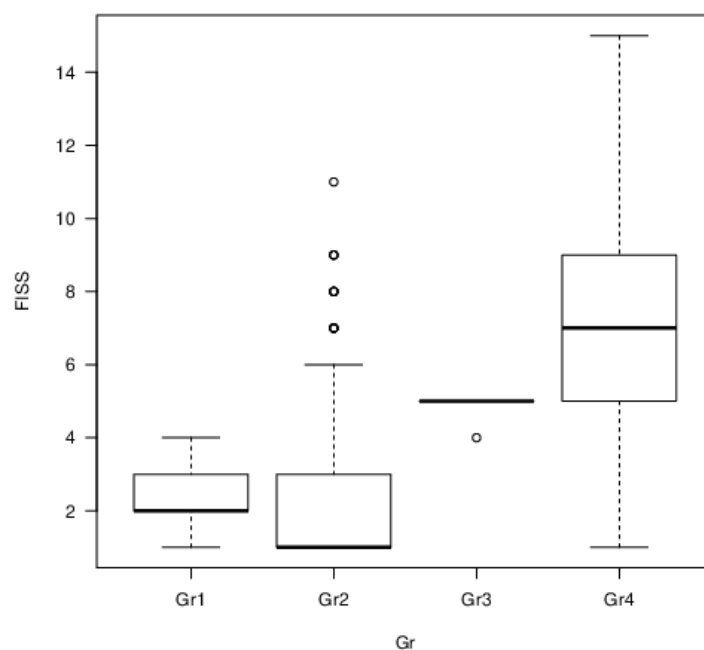


Рис. 3.5. Мінімальне, медіанне, перший та третій кuartилі, максимальне значення балу FISS серед досліджених груп пацієнтів.

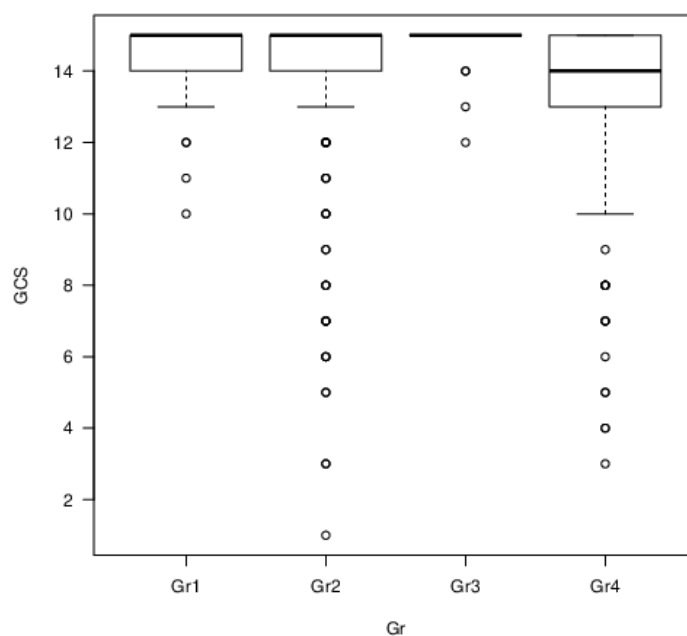


Рис.3.6. Мінімальне, медіанне, перший та третій кuartилі, максимальне значення балу GCS серед досліджених груп пацієнтів.

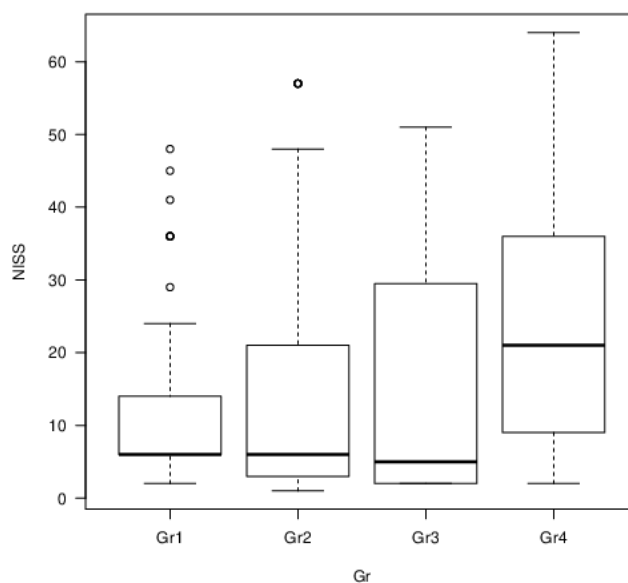


Рис. 3.7. Мінімальне, медіанне, перший та третій кватилі, максимальне значення балу NISS серед досліджених груп пацієнтів.

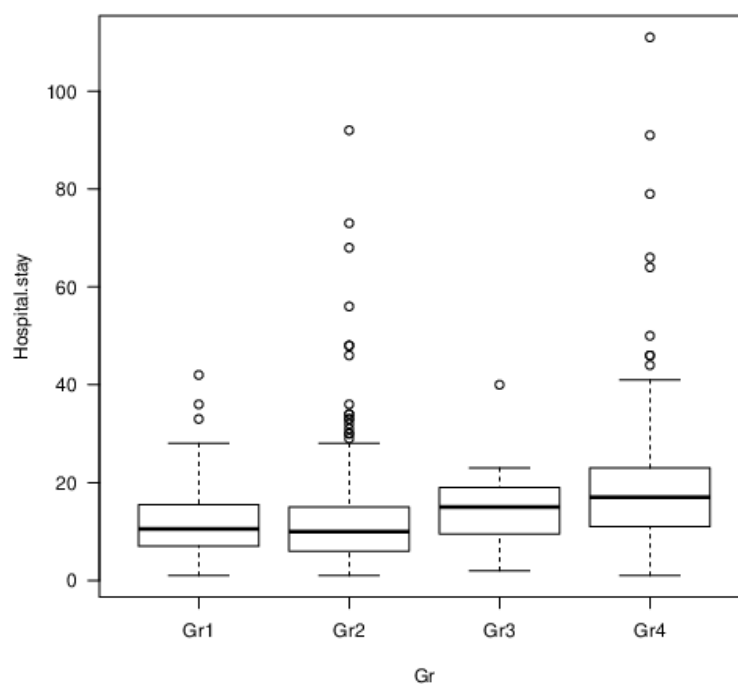


Рис. 3.8. Мінімальне, медіанне, перший та третій кватилі, максимальне значення тривалості стаціонарного лікування серед досліджених груп пацієнтів

Серед 719 досліджених пацієнтів визначилось 16 летальних випадків (2,2 %). Середній вік пацієнтів, що померли, становив $47,8 \pm 14,7$ років. Основними причинами смерті були набряк мозку (75 %), синдром поліорганної недостатності (12,5 %), посттравматична пневмонія (6,25 %) та гостра серцева недостатність (6,25 %). Час до смерті різнився, і коливався у межах від 1 до 15 діб після госпіталізації до стаціонару. Середнє тривалість стаціонарного лікування становила $7,7 \pm 3,4$ доби. Рівень смертності був вищим у пацієнтів з поєднаними переломами кількох анатомічних зон лицевого черепа ($p=0,008$), у порівнянні з пацієнтами, що мали ізольовані переломи окремих ділянок обличчя (6 проти 1,5 %; $VP=4,0$, 95 % ДІ 1,5-10,6).

Подальший статистичний аналіз виявив, що серед усіх потенційних факторів ризику смертності, що досліджувались, найбільш вагомими виявились вік, показник GCS при госпіталізації та NISS. Стать та оцінка тяжкості щелепно-лицевої травми за FISS були виключені з подальшого аналізу на основі AIC. На рис. 3.9 наведена крива операційних характеристик трифакторної моделі (вік та бали за GCS та NISS; $AUC=0,98$, 95 % ДІ 0,96-1,00). Наведені показники свідчать про сильний зв'язок між ризиком виникнення летального випадку та виявленими факторами ризику, при цьому створена модель (табл. 3.3) забезпечує чутливість на рівні 93,3 % та специфічність 93,9 %.

Таблиця 3.3.

Коефіцієнти регресійної моделі за показниками віку, GCS та NISS

Показник	Коефіцієнт моделі $b \pm m$	p	ВШ (95 % ДІ)
Вік	0.070 ± 0.030	0.021	1.07 (1.01-1.14)
GCS	-0.38 ± 0.14	0.008	0.69 (0.52-0.9)
NISS	0.14 ± 0.05	0.002	1.15 (1.05-1.26)

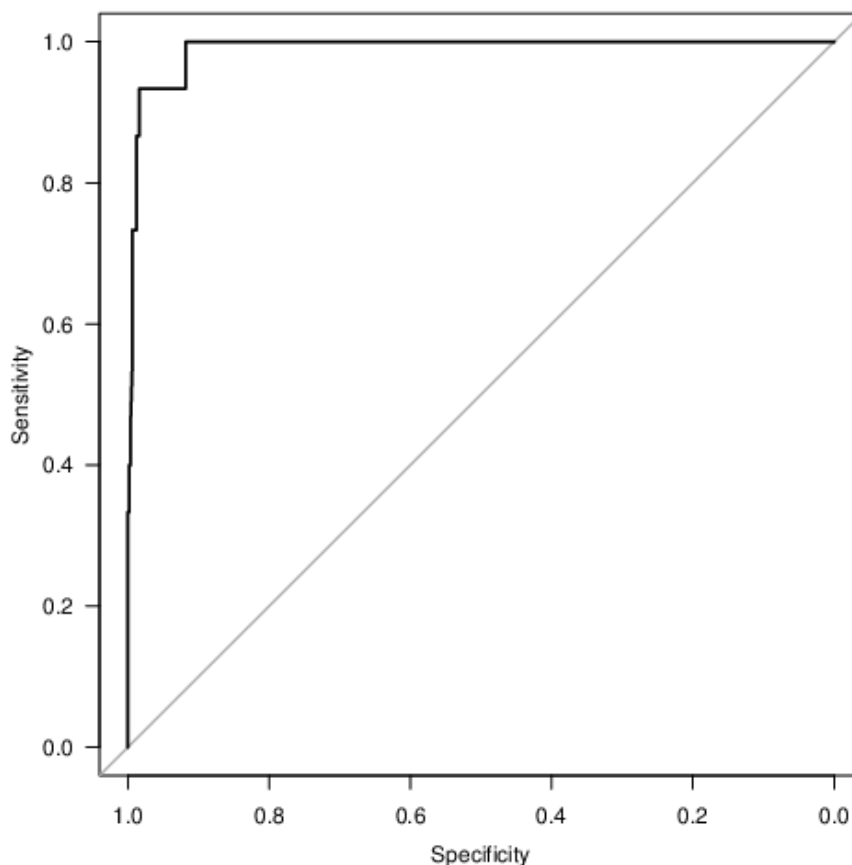


Рис. 3.9. Характеристики аналізу ROC кривої трифакторної моделі (вік, оціночні значення GCS та NISS).

Встановлено, що зі збільшенням віку ризик смертності зростав ($p=0,021$; ВШ 1,07, 95 % ДІ 1,01-1,14). Навпаки, зі збільшенням балу GCS ризик смертності зменшився ($p=0,008$; ВШ 0,69, 95 % ДІ 0,52-0,9), оскільки нижчий бал GCS вказує на більш тяжке ураження ЦНС. Нарешті, збільшення балу за NISS також було пов'язане зі збільшенням ризику смертності ($p=0,002$; ВШ 1,15, 95 % ДІ 1,05-1,26). Загалом, поєднане використання цих трьох показників вірогідно покращило точність прогнозу виживання пацієнтів з важкою поєднаною травмою, що дозволяє використовувати їх для визначення ризику летального випадку і планування лікувальних заходів у щоденній клінічній практиці.

Після проведення регресійного аналізу ми зосредитились на параметрі NISS, який має широкий діапазон числових значень. Це дозволяє обрати порогове значення, яке можна використовувати для точного прогнозування ризику виникнення летального випадку. У всіх пацієнтів з черепно-щелепно-лицевою травмою значення показника NISS коливалися від 1 до 66 балів. Медіанне значення становило 9 (6÷24). Показник NISS був вірогідно вищим у пацієнтів, які померли, ніж у тих, хто вижив. У пацієнтів, які померли, він коливався від 11 до 64, з медіаною 52,5 (44÷57). Для визначення критичного балу NISS для прогнозування високої імовірності летального випадку в пацієнтів з щелепно-лицевою травмою нами був використаний аналіз ROC-кривої та визначено оптимальне порогове значення для показника. $NISS_{\text{критичне}} = 41$, яке мало специфічність 92,4 % та чутливість 86,7 % ($AUC=0,92$, 95 % ДІ 0,89-0,99) (рис. 3.10).

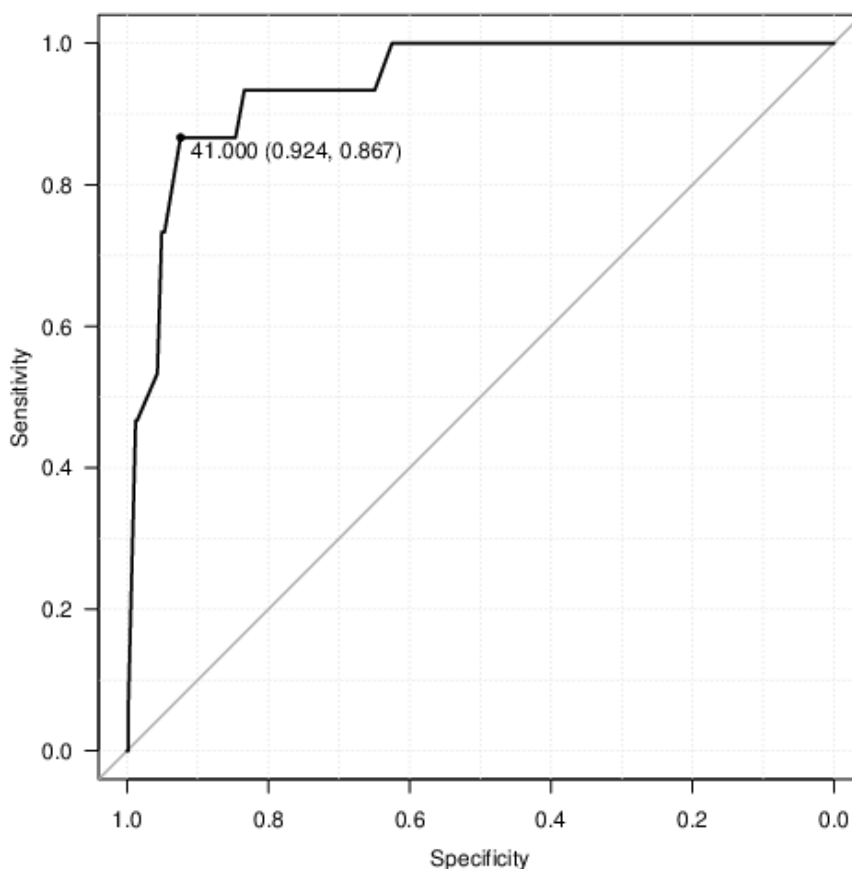


Рис. 3.10. Характеристики аналізу ROC-кривої. Граничне значення показника NISS.

Отримані регресійні моделі та критичні значення оціночних шкал у пацієнтів з поданою щелепно-лицевою травмою дозволяють з високим рівнем точності прогнозувати летальні наслідки отриманих ушкоджень, крім того вони підтверджують, що безпосередній ризик для життя є вірогідно вищим у пацієнтів з множинними переломами кісток обличчя, що включають структури СЗО.

Висновки по розділу 3

В ході проведеного нами ретроспективного дослідження історій хвороб та даних рентгенологічного/томографічного дослідження 719 пацієнтів з діагностованою травмою щелепно-лицевої ділянки та наявністю супутніх травматичних ушкоджень інших органів і систем було встановлено, що переломи щелепно-лицевої ділянки визначились в 70,7 % постраждалих (509 пацієнтів та 847 зон переломів різних кісток лицевого черепа). В інших випадках у пацієнтів існували рани та/або множинні забої м'яких тканин обличчя. Основними причинами виникнення щелепно-лицевої травми були побиття (43 %), падіння (20,5 %) та ДТП (16 %). Серед постраждалих пацієнти з ізольованими переломи КСЗО склали 56,9 % (290 хворих). Множинні переломи кісток обличчя, що охоплювали 2 і більше анатомічні ділянки були наявні в 22,9 % випадків (116 хворих). При цьому ПВЩ за Le Fort I, II, III відзначали в 15 % випадків (77 хворих). Для пацієнтів з множинними переломами кісток обличчя були характерні вірогідно вищі показники тяжкості травми за NISS 21 (9÷36) проти 15.5 (6÷24) в середньому по вибірці, тяжкості щелепно-лицевої травми за шкалою FISS 7 (5÷9) проти 3.36 (1÷5), та тривалості перебування в стаціонарі 17 (11÷23) проти 14.1 (7÷17) діб.

Загальний рівень смертності у пацієнтів з поєднаною щелепно-лицевою травмою склав 2,2 %. Основними причинами смерті були: набряк мозку (75 %), синдром поліорганної недостатності (12,5 %), посттравматична пневмонія (6,25 %) та гостра серцева недостатність (6,25 %), спричинені переважно

супутніми травмами інших частин тіла. Рівень смертності був вірогідно вищим у пацієнтів з переломами кількох зон обличчя, порівняно з тими, у яких визначалися ізольовані переломи окремих ділянок лицевого черепа – 6 проти 1,5 % (RR=4,0, 95 % ДІ 1,5-10,6). При цьому нами не було виявлено зв'язку між значенням FISS та ризиком виникнення летального результату (смерті). Чинники, які були тісно пов'язані зі смертністю, це вік, бальна оцінка за шкалою коми Глазго на момент госпіталізації та величина оціночного параметра за NISS. Запропонована трифакторна модель логістичної регресії на основі цих змінних у пацієнтів з щелепно-лицевою травмою з високою точністю прогнозує ризик летального результату, (чутливість 93,3 % та специфічність 93,9 % (AUC=0,98 (95 % ДІ 0,96–1,00)). Граничне (критичне) значення NISS для прогнозування високого ризику летального результату в хворих з політравмою та черепно-щелепно-лицевою травмою складає 41 (AUC=0,92;95 % ДІ 0,89-0,99). Це порогове (критичне) значення є вагомим показником прогнозування смертності, яке слід враховувати при плануванні лікувальних заходів у даної категорії пацієнтів.

Матеріали розділу викладено в наступних публікаціях:

1. Шуминський ЄВ, Копчак АВ. Шестирічний аналіз травматичних пошкоджень черепно-щелепно-лицевої ділянки: зв'язок щелепно-лицевої та черепно-мозкової травм. Сучас. стоматологія. 2021;1:49-52. doi: 10.33295/1992-576X-2021-1.
2. Shumynskiy I, Gurianov V, Kaniura O, Kopchak A. Prediction of mortality in severely injured patients with facial bone fractures. Oral Maxillofac Surg. 2021 Jun 8. doi: 10.1007/s10006-021-00967-7.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ І АРХІТЕКТОНІКИ КІСТОК СЕРЕДНЬОЇ ЗОНИ ОБЛИЧЧЯ НА КЛІНІКО-РЕНТГЕНОЛГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕЛОМІВ ЦІЄЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ

4.1. Анатомічна будова, архітектоніка та ступінь пневматизації кісток середньої зони обличчя за даними мультиспіральної комп'ютерної томографії

При вивченні нормальної анатомії КСЗО за допомогою МСКТ в усіх досліджених осіб вдавалося чітко відділити кісткові, м'якотканинні структури та заповнені повітрям порожнини. Найбільші складнощі виникали на ділянці решітчастого лабіринту та зубних рядів, де відзначали найбільшу кількість артефактів томографічного зображення. Морфологічний фаціальний індекс за Ізард у досліджених осіб перебував у межах від 94 до 113. Середнє значення індексу становило 100 ± 5 , підтверджуючи, що більша частина досліджених осіб мала середнє за шириною обличчя. Після розрахунку лицевого кута та кута інклінації було отримано наступні данні: величина лицевого кута знаходилась в діапазоні від 72 до 93° та складала у середньому $85 \pm 4^{\circ}$. Кут інклінації, у свою чергу, перебував у межах від 81 до 92° та становив у середньому $87 \pm 2^{\circ}$, що свідчило про відсутність аномалій і деформацій лицевого черепа у досліджених осіб.

Об'єм кісткової тканини СЗО змінювався від 75 до 175 см^3 і в середньому становив $111 \pm 25 \text{ см}^3$. Кісткові структури завдяки складній анатомічній формі мали велику площу поверхні, що в середньому становила $723 \pm 112 \text{ см}^2$. Товщина кісткової тканини в ділянці носолобового контрфорсу коливалась від $1,79$ до $5,7 \text{ мм}$ та у середньому складала $2,85 \pm 0,71 \text{ мм}$. Товщина латеральної стінки верхньощелепної пазухи на висоті 1 см у проекції середини вилицево–

альвеолярного гребеня була у межах від 1,73 до 5,69 мм і в середньому становила $2,83 \pm 1,08$ мм.

Об'єм повітроносних порожнин у середині кістки становив 93 ± 22 см³. Співвідношення об'єму кістки і повітроносних порожнин (ПІ) коливалось від 0,8 до 1,9, в середньому – $1,22 \pm 0,29$. У 80 % обстежених хворих величина індексу перебувала в межах середньоквадратичного відхилення – від 0,9 до 1,5. Цей діапазон вважали нормальним співвідношенням. Значення індексу більші за 1,5 свідчили про склеротичний тип будови КСЗО, а менше 0,9 – про пневматичний (рис. 4.1).

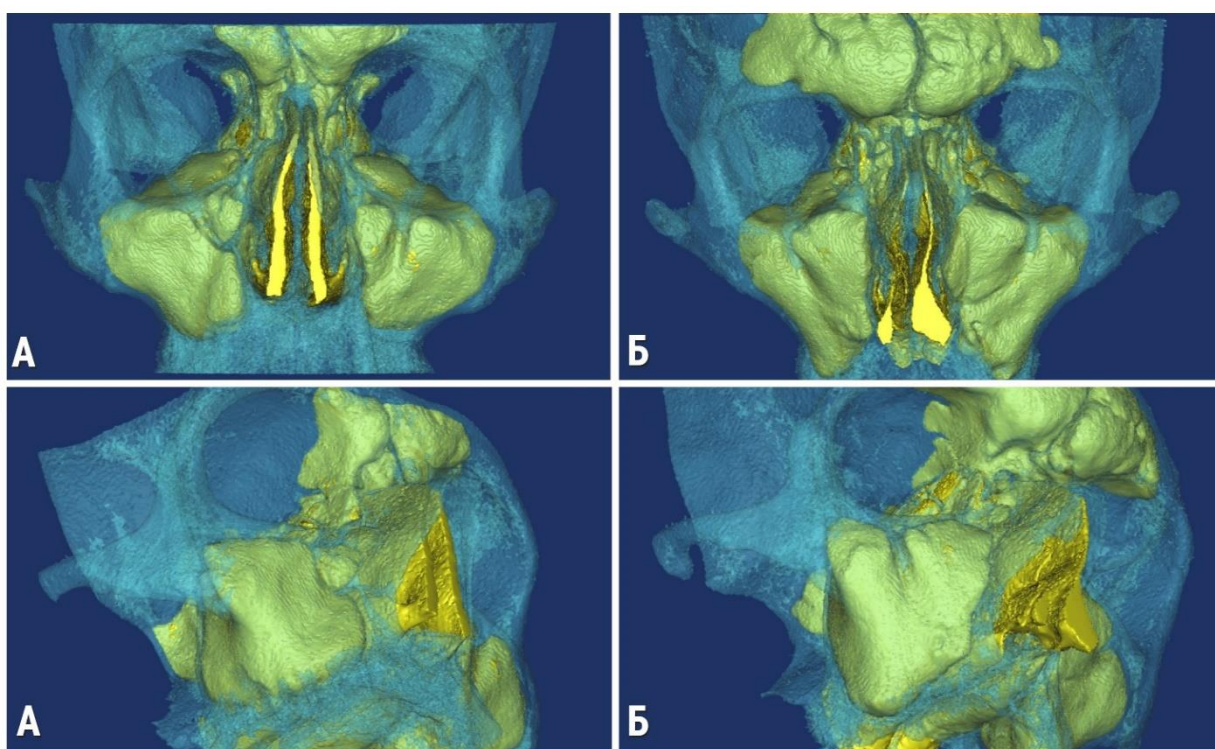


Рис. 4.1. 3D-реконструкція томографічних зображень пацієнтів з різними типами пневматизації КСЗО: А – пацієнт з високим значенням ПІ (склеротичний тип), Б – пацієнт з низьким значенням ПІ (пневматичний тип).

Важливим параметром, що характеризував архітектуру кістки, виявлялося відношення об'єму кістки до площі її поверхні, що коливалось від 1 до 2 мм, в середньому – $1,54 \pm 0,25$ мм. Збільшення цього індексу було зумовлено наявністю септ, додаткових комірок та ускладненням анатомічної форми та рельєфу анатомічних структур. Статистично вірогідної кореляції між

цим параметром та ІІ виявлено не було, що свідчить про необхідність одночасного урахування обох параметрів для отримання цілісного уявлення про особливості архітекtonіки КСЗО (рис. 4.2).

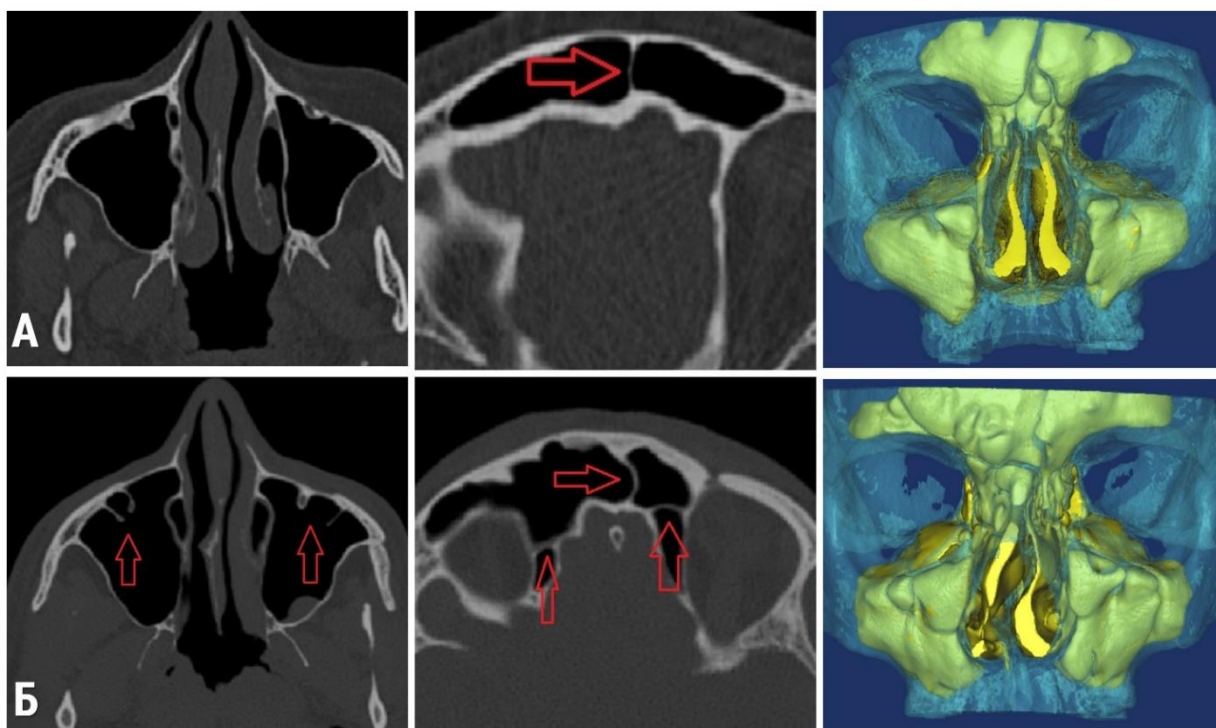


Рис. 4.2. Аксіальні, корональні зрізи та 3D-реконструкція томографічних зображень пацієнтів з різними показниками відношення об'єму кістки до площі її поверхні: А – Пацієнтка Ч., 55 років. Значення ІІ=1,08, що відповідає нормальному типу будови КСЗО. Показник відношення об'єму кісткової тканини до площі її поверхні складає 0,85 мм; Б – Пацієнт К., 44 роки. Значення ІІ=0,99, що відповідає нормальному типу будови КСЗО. Показник відношення об'єму кісткової тканини до площі її поверхні складає 1,05 мм. Чероними стрілочками вказані септи та додаткові комірочки.

При проведенні кореляційного аналізу було встановлено, що ІІ та співвідношення об'єму кістки до площі її поверхні не були вірогідно пов'язані з величиною кута інклінації, лицевого кута та морфологічним індексом за Ізард ($p > 0.05$). Це свідчить, що проведення антропометричних вимірювань, у тому числі за даними телерентгенографії, які на сьогоднішній день є основою для планування ортогнатичних та реконструктивно-відновних втручань, не дозволяє отримати цілісне уявлення про архітекtonіку та ступінь пневматизації

КСЗО. Очевидно, що планування подібних операцій потребує урахування наявного об'єму кісткової тканини, особливостей її структурної організації та співвідношень з повітроносними порожнинами.

Сучасні можливості КТ і віртуального моделювання анатомічних структур дозволяють якісно змінити підходи до визначення типу архітекtonіки КСЗО. Розроблені нами принципи об'єктивної оцінки структурної організації кісткової тканини та типу пневматизації додаткових пазух на основі даних МСКТ дозволяють визначити об'єм кістки, ступінь іррегулярності її поверхні та частково судити про товщину кістки на різних ділянках.

Так, нами встановлено, що між Π та товщиною кісткової тканини у ділянці вилицево-альвеолярного гребеня існував вірогідний зв'язок середньої сили $r=0,55$, $p < 0,05$. Особливості будови цієї анатомічної ділянки відіграють значну роль при встановленні елементів фіксації, проведенні остеотомії, синусліфтингу, дентальної імплантації, що визначає клінічне значення запропонованого індексу.

Водночас, на ділянках, де структура кістки меншою мірою залежить від будови повітроносних порожнин (носолобовий контрфорс) вірогідних кореляцій між товщиною кістки та величиною Π виявлено не було.

4.2. Вплив індексу пневматизації кісток середньої зони обличчя на клініко-рентгенологічні характеристики травматичних переломів верхньої щелепи

За результатами обрахунку 3D-моделей пацієнтів з різними типами ПВЩ об'єм КСЗО у них перебував у межах від 63 до 154,5 см³ та в середньому складав 101,2±22,1 см³. Об'єм повітроносних порожнин перебував у межах від 87 до 186,5 см³ та у середньому складав 129,4±21,9 см³. Таким чином, існувала тенденція до зменшення об'єму кістки та збільшення об'єму повітроносних порожнин у постраждалих з множинними переломами КСЗО порівняно з контрольною групою (див. розділ 4.1), що за данної кількості спостережень

була недостовірною ($p > 0.05$). Значення ІІ варіювало і знаходились у межах від 0,68 до 1,79. Розподіл пацієнтів залежно від ступеня пневматизації був наступним. Пневматичний тип будови СЗО (ІІ менше 0,9; Gr1) мали 11 пацієнтів (29,7 %), нормальний тип будови (ІІ від 0,9 до 1,5) – 24 пацієнти (64,9 %), склеротичний тип будови (ІІ більше 1,5) – 2 пацієнти (5,4 %). Зважаючи на дуже малу кількість пацієнтів з склеротичним типом будови для подальшого аналізу вони були об'єднані в одну групу з пацієнтами, що мали нормальний тип (Gr2).

Випадки симетричних двосторонніх переломів різних рівнів за Le Fort зустрічалися в 63,6 % у Gr1 та у 46,1 % у Gr2. Односторонні переломи визначалися в 9 % у Gr1 та у 15,3 % у Gr2, двосторонні переломи на різних рівнях у 27,4 % у Gr1 та у 38,6 % у Gr2. ПВЩ у пацієнтів Gr1 і Gr2 поєднувалися з переломами НЩ, стінок лобової пазухи та переломами основи черепа у 28,5 та 31,8 %, відповідно. За наявності ПВЩ на різних рівнях згідно класифікації Le Fort враховували тяжчий з двох наявних типів перелому. Дані, щодо кількості різних типів ПВЩ у групах наведені на рис. 4.3.

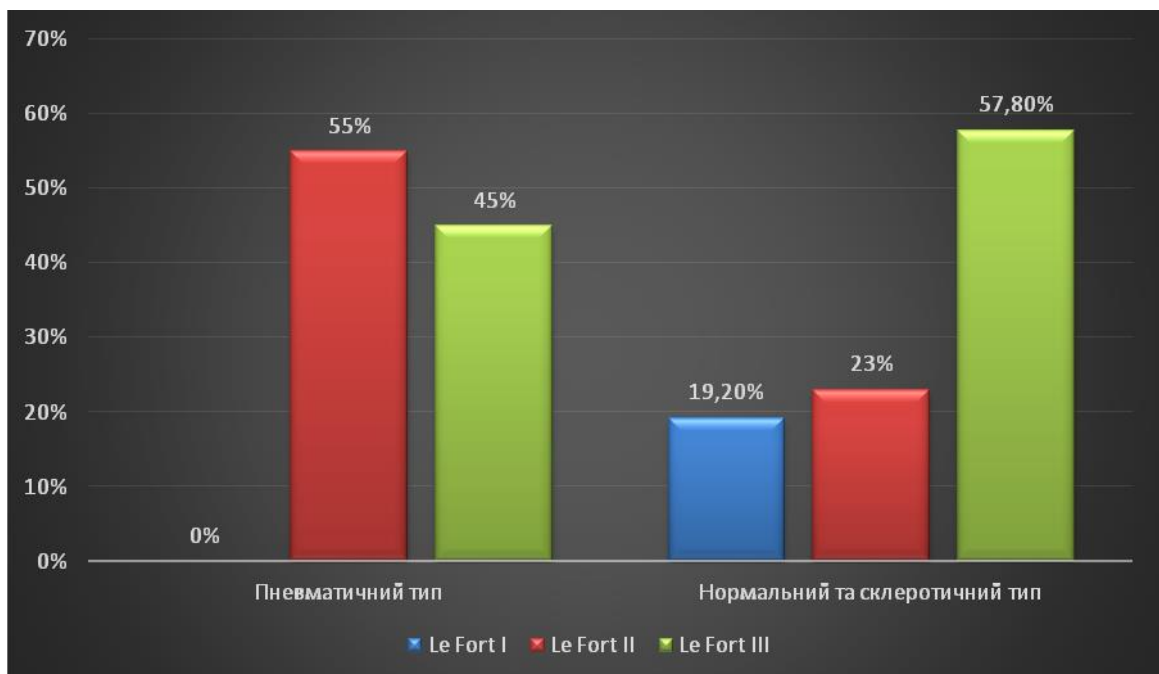


Рис. 4.3. Розподіл типів ПВЩ за Le Fort у групах порівняння.

Достовірних відмінностей за цим параметром у хворих в групах порівняння виявлено не було ($p > 0,05$).

Значення показника FISS у досліджених хворих варіювали від 1 до 13. Медіанні значення показника тяжкості щелепно-лицевої травми наведені у табл. 4.1. та на рис. 4.4. При співставленні отриманих результатів у пацієнтів Gr1 та Gr2 статистично значимої відмінностей виявлено не було ($p=0,471$).

Аналіз ступені фрагментації вертикальних і горизонтальних контрфорсів СЗО в групах порівняння, наведений у табл 4.1.

Так, загальна кількість щілин перелому, на різних ділянках СЗО у досліджених хворих становила від 2 до 26. Статистичних відмінностей в середніх значеннях цього показника у пацієнтів Gr1 та Gr2 виявлено не було ($p=0,091$) (рис. 4.5).

Однак, як видно з представлених на рис. 4.5 даних, частота випадків із загальною кількістю щілин перелому на ділянках всіх контрфорсів більше 15 в Gr1 була на 12 % частішою, ніж в Gr2, отже, ступінь уламкової фрагментації лицевого черепа в осіб з пневматичним типом виявлялася більшою (рис.4.6), хоча за даної кількості спостережень ці відмінності не були статистично значущими ($p>0,05$).

Таблиця 4.1

Клініко-рентгенологічні параметри, що характеризують ступінь фрагментації КСЗО у пацієнтів з ПВЩ залежно від ступеня пневматизації

Група	Пневматичний тип Gr1(n=11)	Склеротичний і нормальний тип Gr2 (n=26)	Рівень значимості відмінності між групами, р
Показник			
FISS (Me (QI÷QIII))	5 (4,5÷6)	4,5 (3÷8,5)	0,471
Загальна кількість щілин перелому (M±SD)	13,09 ± 5,61	10,19 ± 4,19	0,091

Продовження табл. 4.1

Загальна кількість щілин перелому на всіх контрфорсах	<15	8 (73 %)	22 (85 %)	0,403
	≥15	3(27 %)	4 (15 %)	
Загальна кількість щілин перелому у ділянці носолобового та вилицево-верхньощелепного контрфорсів (зони V1i /V2i,) M± SD		5,09 ± 1,37	4,46 ± 1,55	0,253
Середня кількість ушкоджених вертикальних контрфорсів ВЩ на 1 пацієнта (зони V1i/V2i, без урахування зони V3) Me (QI÷QIII)		4 (4÷4)	3 (3÷4)	0,004
Загальна кількість щілин перелому вертикальних контрфорсів ВЩ в зонах V1i/V2i	<5	4 (36,3 %)	13 (50 %)	0,495
	≥5	7 (63,7 %)	13 (50 %)	
Середня кількість щілин перелому на зламаній вертикальній контрфорс ВЩ (зони V1i та V2i) M± SD		1,36 ± 0,53	1,34 ± 0,55	0, 853
Частота утворення дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ при їх багато уламковій фрагментації (кількість дефектів/кількість ушкоджених контрфорсів)		4 з 6 (66 %)	7 з 12 (58 %)	>0,999

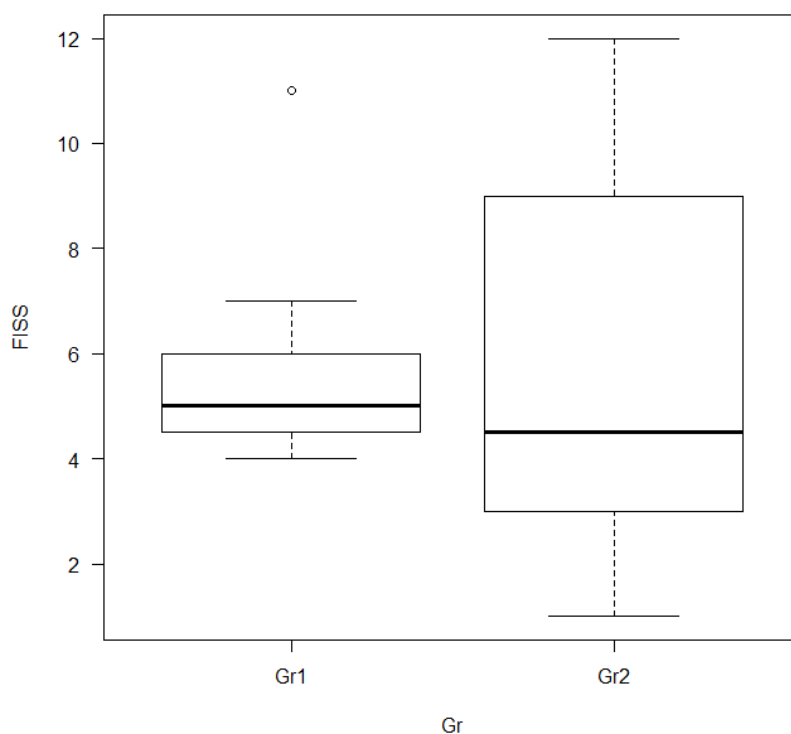


Рис. 4.4. Медіанні значення, перший та третій кuartиль показників тяжкості щелепно-лицевої травми за шкалою FISS у групах порівняння.



Рис. 4.5. Розподіл пацієнтів за загальною кількістю щілин/зон перелому на ділянці вертикальних і горизонтальних контрфорсів СЗО у пацієнтів в групах порівняння.



А

Б

Рис. 4.6. 3D-реконструкції КТ черепа пацієнтів з множинними переломами щелепно-лицьової ділянки, що мають подібний механізм виникнення і локалізацію. Відмінності в характері фрагментації зумовлені різним ступенем пневматизації. А – Пацієнт С., 35 років, ІП=1,38; Б – Пацієнт Г., 29 років, ІП=0,86.

Загальна кількість щілин/зон перелому в ділянці носолобового та вилицево-альвеолярного контрфорсів (зони V1i та V2i) на одного пацієнта в Gr1 також виявлялась більшою. Так, кількість щілин перелому більше 5 на цих ділянках в Gr1 зустрічалась у 64 %, а в Gr2 II групі – у 50 % пацієнтів ($p=0,495$), в окремих спостереженнях цей показник в Gr1 сягав 8, що відображало багатоуламкову фрагментацію вертикальних контрфорсів ВЩ (рис. 4.7).

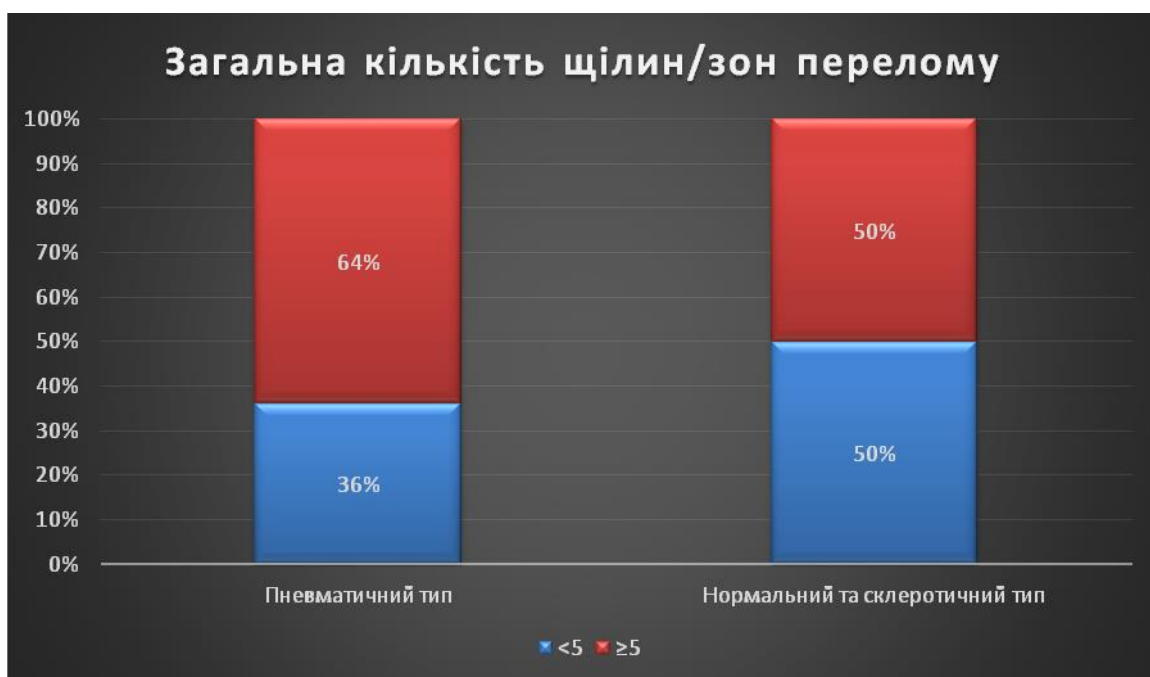


Рис. 4.7. Розподіл пацієнтів за кількістю щілин/зон перелому на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ (носолобового та вилицево-верхньощелепного) у пацієнтів в групах порівняння.

Медіанне значення кількості ушкоджених вертикальних контрфорсів ВЩ на 1 пацієнта в Gr1 виявлялась вищим ($p=0,004$) у порівнянні з Gr2. Так, у Gr1 в усіх спостереженнях кожний контрфорс зони V1i та V2i, без урахування зони V3 був зламаний.

Багатоуламкова фрагментація ВЩ супроводжувалась потребою у видаленні нежиттєздатних уламків під час операції з утворенням дефектів на ділянці вертикальних контрфорсів, що в Gr1 спостерігалось у 4 з 6 прооперованих пацієнтів (66 %), в в Gr2 – у 7 з 12 прооперованих пацієнтів (58 %) ($p>0,05$). Утворення дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ ускладнювало репозицію великих фрагментів кісток СЗО та робило фіксацію технічно складнішою і менш прогнозованою.

Зважаючи на значну варіативність переломів СЗО та відносно невелику кількість спостережень, при проведенні порівняльного аналізу статистично значимої відмінності показників у дослідних групах виявлено не було ($p>0,05$).

Однак, при проведенні кореляційного аналізу з використанням матриці кореляцій було виявлено наявність слабкого негативного кореляційного зв'язку

між ІІ та кількістю щілин перелому в ділянці носолобового контрфорсу ($r=-0.347$, $p=0,038$) та слабо позитивного кореляційного зв'язку між ІІ та кількістю щілин переломів у ділянці вилицевої дуги ($r=0,385$, $p=0,020$). Отже, із збільшенням пневматизації ступінь уламкової фрагментації контрфорсів ВЩ мала тенденцію до зростання, а ступінь фрагментації вилицевої дуги – зменшувалась.

Для проведення подальшого аналізу значення $ІІ \leq 0,9$ у пацієнтів, що відносилися до Gr1 (пневматичний тип), вважали умовною групою ризику з потенційною можливістю виникнення ускладнень в післяопераційному періоді. Для виявлення зв'язку між пневматичним типом будови КСЗО та показниками тяжкості щелепно-лицевої травми було використано метод побудови та аналізу багатофакторних моделей логістичної регресії.

При виборі оптимального порогу прийняття рішення за ROC-кривою однофакторної моделі прогнозування ризику низького значення коефіцієнта ІІ за кількістю щілин переломів у ділянці носолобового контрфорсу встановлено, що пацієнти з низьким значенням ІІ частіше мають >1 щілини перелому на ділянці носолобового контрфорсу, а ≤ 1 щілини перелому мають пацієнти з високим показником ІІ ($>0,9$). На рис. 4.8 представлено криву операційних характеристик тесту, $AUC=0,69$ (95 % ДІ 0,52-0,83). При вибраному порозі тесту він демонструє такі прогностичні характеристики: Sensitivity 100 %, Specificity 34,6 %.

При проведенні мультифакторного аналізу для виявлення набору показників тяжкості щелепно-лицевої травми та інших ознак, пов'язаних з низьким значенням ІІ серед 15 чинників ознак, за методом АІС було відібрано 4 значимі змінні. До них віднесли показники тяжкості щелепно-лицевої травми за шкалою FISS, загальну кількість щілин перелому на ділянках контрфорсів, кількість уламків на ділянці вилицево-альвеолярного гребеня та вилицевої дуги. За виділеними факторами ризику було побудовано 4-факторну модель логістичної регресії, що пов'язувала вказані параметри з низьким значенням ІІ (аналіз коефіцієнтів моделі представлений в табл. 4.2).

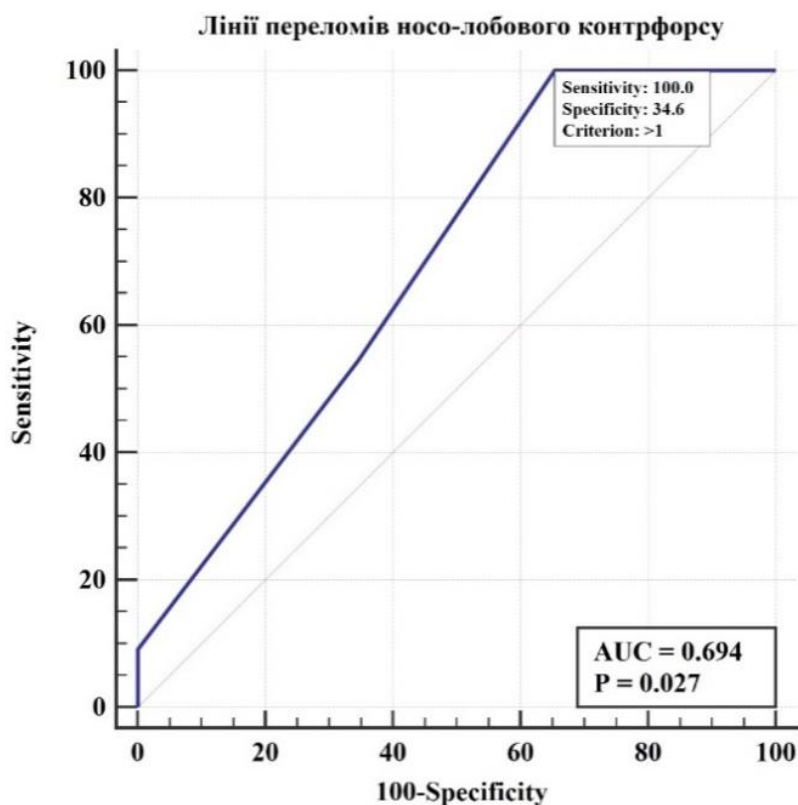


Рис. 4.8 Крива операційних характеристик однофакторної моделі, що пов'язує низьке значення коефіцієнта ІІ з кількістю щілин перелому на ділянці носолобового контрфорсу.

Таблиця 4.2

Коефіцієнти чотирифакторної моделі логістичної регресії для прогнозування імовірності низького значення ІІ

Факторна ознака	Значення коефіцієнта моделі, $b \pm m$	Рівень значимості відмінності коефіцієнта моделі від 0, p	Показник відношення шансів, ВШ (95 % ДІ)
FISS	-0,92±0,50	0,063	0,40 (0,15–1,06)
Загальна кількість щілин перелому КСЗО	0,82±0,37	0,027	2,3 (1,1–4,7)
Кількість уламків вилицевої дуги	-2,84±1,51	0,060	0,06 (0,01–1,12)
Кількість уламків вилицево-верхньощелепного контрфорсу	-1,91±0,92	0,038	0,15 (0,02–0,90)

Запропонована модель з високою точністю (AUC=0,89 (95 % ДІ 0,78-0,99)) прогнозує наявність низького значення ІІ у пацієнтів з ПВЩ. На рис. 4.9 представлена крива операційних характеристик цієї моделі.

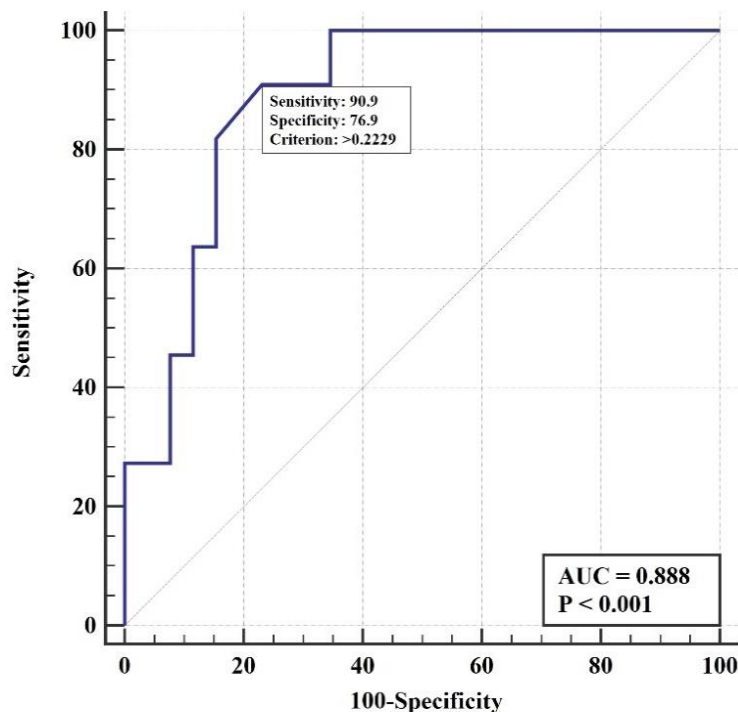


Рис. 4.9. Крива операційних характеристик 4-факторної моделі прогнозування наявності низького значення коефіцієнта ІІ у пацієнтів з ПВЩ.

При виборі оптимального порога моделі ($Y > 0,223$) її чутливість Sensitivity становить 90,9 % (95 % ДІ 58,7-99,8 %), а специфічність Specificity 76,9 % (95 % ДІ 56,4-91%), прогностичність позитивного результату моделі складає 62,5 % (95 % ДІ 44,6-77,5 %), прогностичність негативного результату моделі складає 95,2 % (95 % ДІ 75,3-99,2 %).

Отримані дані підтверджують наявність взаємозв'язку між рівнем пневматизації КСЗО та клініко-рентгенологічними характеристиками перелому, зокрема загального ступеня фрагментації та кількості уламків на ділянці вилицевої дуги і вилицево-альвеолярного гребеня.

Висновки по розділу 4

При вивченні 30 КТ пацієнтів з нормально сформованим лицевим черепом, без ознак патології КСЗО та придаткових пазух носа з використанням методів віртуальної симуляції та комп'ютерного моделювання було встановлено, що анатомічна будова, архітектоніка КСЗО та ступінь їх пневматизації характеризуються значною індивідуальною варіативністю.

Обчислення традиційних антропометричних параметрів, таких як лицевий кут, кут інклінації, лицевий індекс за Ізард, не дає повного уявлення про внутрішню будову, архітектоніку, ступінь пневматизації КСЗО, ступінь іррегулярності їх поверхні тощо. Застосування сучасних методів КТ-діагностики та віртуального моделювання анатомічних структур дозволяє з високою точністю визначати площу поверхні, об'єм, товщину кісткової тканини на різних її ділянках. При цьому, для об'єктивної інтегральної оцінки архітектоніки КСЗО доцільно розраховувати співвідношення об'єму кісткової тканини до об'єму повітроносних шляхів – індекс пневматизації та об'єму кістки до площі її поверхні. Було встановлено, що у 80 % обстежених осіб в нормі величина ІП перебувала в межах середньоквадратичного відхилення – від 0,9 до 1,5. Цей діапазон вважали нормальним співвідношенням. Значення індексу більші за 1,5 свідчили про склеротичний тип будови КСЗО, а менше 0,9 – про пневматичний. Нами встановлено наявність вірогідного зв'язку середньої сили $r=0,55$, $p<0,05$ між ІП та товщиною кісткової тканини у ділянці вилицево-альвеолярного гребеня. Водночас, на ділянках, де структура кістки меншою мірою залежить від будови повітроносних порожнин (носолобовий контрфорс), вірогідних кореляцій між товщиною кістки та величиною ІП виявлено не було.

При дослідженні КТ пацієнтів з множинними ПВЩ було встановлено, що їх клініко-анатомічні характеристики значною мірою залежать від особливостей архітектоніки КСЗО, а саме від співвідношення об'єму кісткової тканини і повітроносних порожнин. Нами виявлені статистично вірогідні залежності, що пов'язують низькі значення ІП (що відповідає пневматичному типу будови КСЗО) з високим ступенем фрагментації носолобового контрфорсу

(AUC=0,69 (95 % ДІ 0,52-0,83), збільшенням загальної кількості щілин перелому, тяжкістю щелепно-лицевої травми за шкалою FISS, ступенем фрагментації вилицево-альвеолярного гребеня та вилицевої дуги ((AUC=0,89 (95 % ДІ 0,78-0,99))).

При проведенні відкритої репозиції і остеосинтезу КСЗО у пацієнтів з пневматичним типом їх будови дефекти на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ утворювалися в 66 % випадків, проти 58 % у пацієнтів із склеротичним та нормальним типом архітектоніки. В зв'язку з цим, при плануванні і реалізації лікувальних та реабілітаційних заходів у пацієнтів з ПВЩ слід враховувати підвищений ризик уламкової фрагментації та утворення дефектів вертикальних контрфорсів обличчя у пацієнтів з пневматичним типом будови КСЗО.

Матеріали розділу викладено в наступних публікаціях:

1. Shumynskyi IeV, Kopchak AV. Relation between paranasal sinuses and surrounding bone tissue. *Journal of Education, Health and Sport*. 2020;10(12):22-31. doi: <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.12.002>.
2. Shumynskyi Ie, Kopchak A. Clinical and anatomical features of maxillary fractures in patients with different types of its pneumatization. *Вісн. стоматології*. 2021;39(1):36-47. doi: 10.35220/2078-8916-2021-39-1-36-47.

РОЗДІЛ 5

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН СИСТЕМ ФІКСАТОР-КІСТКА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНТРФОРСІВ СЕРЕДНЬОЇ ЗОНИ ОБЛИЧЧЯ

Вертикальні контрфорси обличчя визначають позицію альвеолярного відростка ВЩ в просторі і забезпечують можливість сприйняття і перерозподілу жувального навантаження при відкушуванні та пережовуванні їжі. Їх уламкова фрагментація та формування дефектів кістки при тяжкій краніо-фаціальній травмі є причиною виразних функціональних розладів, тому відновлення цілісності та неперервності вертикальних контрфорсів ВЩ (носолобовий контрфорс та вилицево-альвеолярний гребінь) є одною з ключових задач хірургічного лікування переломів КСЗО. Зважаючи на наявність різних підходів до відновлення цілісності цих контрфорсів та заміщення кісткових дефектів, нами було проведено модельний експеримент із застосуванням імітаційного комп'ютерного моделювання методом скінченних елементів.

Для цього на основі КТ пацієнтів, прооперованих з приводу уламкових ПВЩ, було створено 9 скінченно-елементних моделей. Пацієнтів було поділено на 3 групи в залежності від обраного способу лікування (див. розділ 2). В першу групу (Gr1) увійшли випадки, де на ділянці всіх ушкоджених контрфорсів було проведено співставлення кісткових фрагментів та їх фіксацію мініпластинами; в другу групу (Gr2) – випадки, де за наявності дефектів контрфорсу більших за 1,5 см його відновлення проводили титановими мініпластинами; в третю групу (Gr3) – випадки, де для заміщення дефектів на ділянці ушкоджених контрфорсів ВЩ застосовували кісткові аутоотрансплантати з різних ділянок.

Після обчислення всіх моделей в заданих умовах навантаження було встановлено, що розподіл напружень і деформацій в них був нерівномірним і залежав від індивідуальних особливостей морфології (геометрії), архітектоніки

та неоднорідної внутрішньої структури кістки, характеру травми, а також застосованого способу фіксації.

Жорсткість фіксації. Середня величина максимального переміщення вузлів моделей (загальна деформація) в групах порівняння представлена на рис. 5.1.

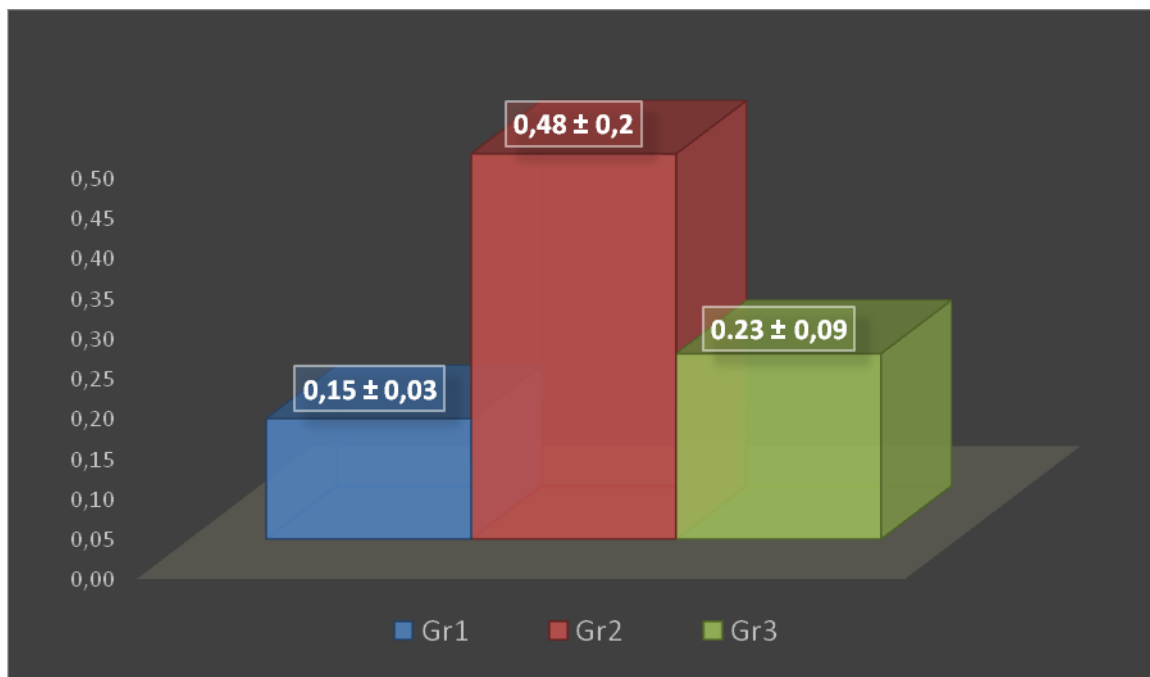


Рис. 5.1. Середні значення максимального переміщення вузлів моделей на ділянці молярів ВЩ (мм) у групах порівняння за умови довільного стискання зубів в стані центральної оклюзії з силою 800 Н. Gr1 – співставлення уламків у анатомічно правильному положенні, без утворення дефекту вертикальних контрфорсів та їх фіксація титановою пластиною. Gr2 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та відновлення його за допомогою титанової пластини. Gr3 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та відновлення його за допомогою кісткового аутогрантанта та титанової пластини.

Як видно з рис. 5.1, найбільші деформації систем фіксатор–кістка були відзначені в Gr2, де для зміщення дефектів використовували титанові мініпластини. При заміщенні дефектів кістковими аутогрантантами стабільність/жорсткість системи зростала в 2 рази, але залишалась на 54 % нижчою, ніж при анатомічно точному співставленні кісткових уламків при переломах без дефекту контрфорсів. В усіх групах була наявна індивідуальна варіативність за дослідженим параметром, зумовлена різними

характеристиками переломів у ділянках дослідження. Розбіжності між максимальним і мінімальним значенням параметра в групах порівняння становили від 1,6 до 2,5 разів і були найбільшими в Gr2 з незаміщеними дефектами (рис. 5.1, 5.2).

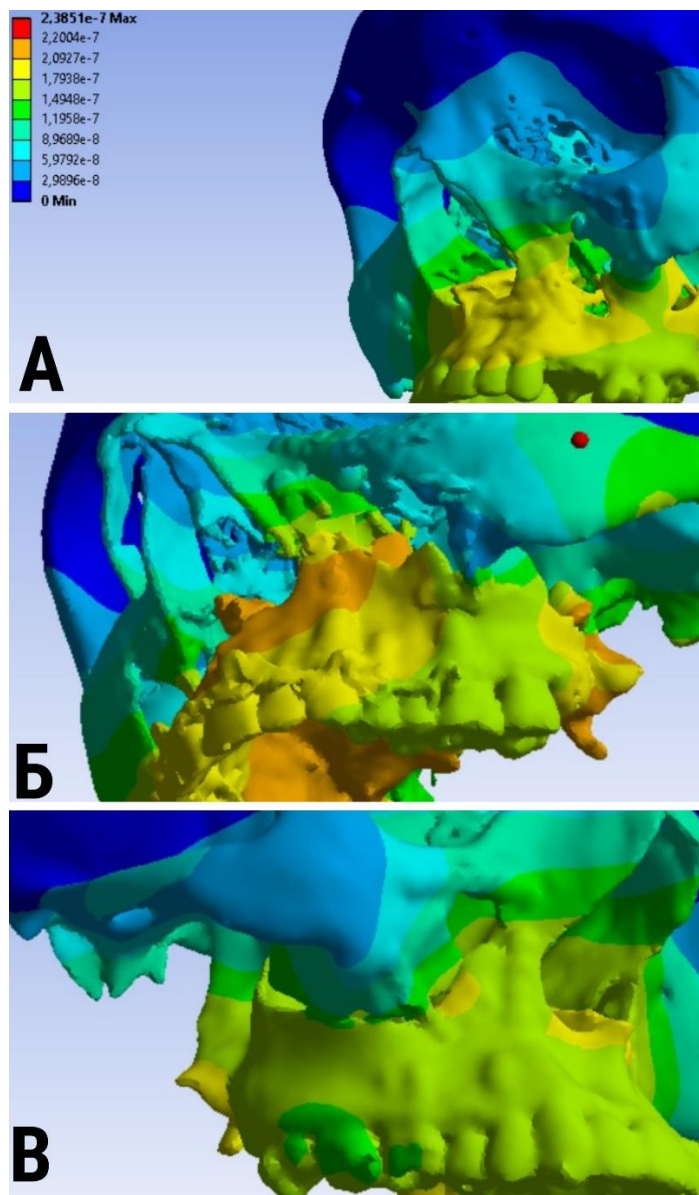


Рис. 5.2. Переміщення (мм) вузлів моделі (total deformation) у пацієнтів з ПВЦ після остеосинтезу в умовах довільного стискання зубів у стані центральної оклюзії з силою у 800 Н. А – модель пацієнта Ф. (Gr1), 43 років. Фіксація титановою пластиною в умовах анатомічно точного співставлення уламків. Б – модель пацієнта Н. (Gr2), 36 років. Фіксація уламків при переломі з дефектом за допомогою лише титанової пластини. В – модель пацієнта Г. (Gr3), 27 років. Фіксація уламків та відновлення контрфорсів за допомогою кісткового аутоотрансплантата та титанової накісної пластини.

Відомо, що максимальні деформації (total deformation) моделей інтактних КСЗО при жувальному навантаженні не перевищують 0,32 мм [52]. Наші розрахунки підтвердили, що системи фіксації в Gr1 (анатомічно точне співставлення уламків) та Gr3 (заміщення дефектів кістковими аутоотрансплантатами) забезпечували адекватну жорсткість і стабільність на рівні інтактної ВЩ. Натомість, в Gr2 (заміщення дефекту титановою пластиною), цей показник виявлявся в середньому у 1,6 разів більшим, що свідчило про неможливість повноцінного відкушування і пережовування їжі у цих пацієнтів та потребу в певних функціональних обмеженнях.

Напруження і деформації в системах фіксатор-кістка. Відомо, що при циклічному жувальному навантаженні в системах фіксатор-кістка можуть виникати напруження, що перевищують граничну межу і можуть спричинити пластичні деформації та руйнування фіксаторів, резорбцію кісткової тканини з випадінням і розхитуванням шурупів, переломи кортикального шару кістки на ділянці фіксації з втратою стабільності системи. За даними літератури, ці біомеханічні процеси найбільш повно і адекватно описуються четвертою теорією міцності. Тому, в якості основного параметра, що застосовували для описання механічної поведінки кісток та елементів фіксації, використовували значення еквівалентних напружень за Мізесом [216, 221].

Згідно розрахунків, в усіх моделях розподіл еквівалентних напружень за Мізесом був нерівномірним і в загальних рисах відповідав природному розподілу, притаманному інтактній ВЩ. Ділянки максимальної концентрації напружень частіше виникали на поверхні елементів фіксації (титанових пластин), але в жодному випадку не перевищували межі текучості сплаву титану Ti-6Al-4V (830 МПа).

Найбільші напруження відзначали в моделях Gr2 (дефекти, заміщені лише пластиною). В середньому їх величина становила $59,8 \pm 34,7$ МПа, а в окремих спостереженнях вони перевищували 100 МПа (рис. 5.3), що створювало ризик пластичної деформації та руйнування фіксаторів від втоми. Це було пов'язано з тим, що при такому способі фіксації пластина повністю

сприймала жувальне навантаження, а його перерозподіл на межі кістка-фіксуєчий гвинт був недостатньо ефективним. Середні значення напруження у фіксаторах на ділянці носолобового контрфорсу (латеральна стінка грушевидного отвору) були вірогідно нижчими, ніж на ділянці вилицево-альвеолярного гребеня (34 ± 17 проти $75 \pm 34,2$ МПа).

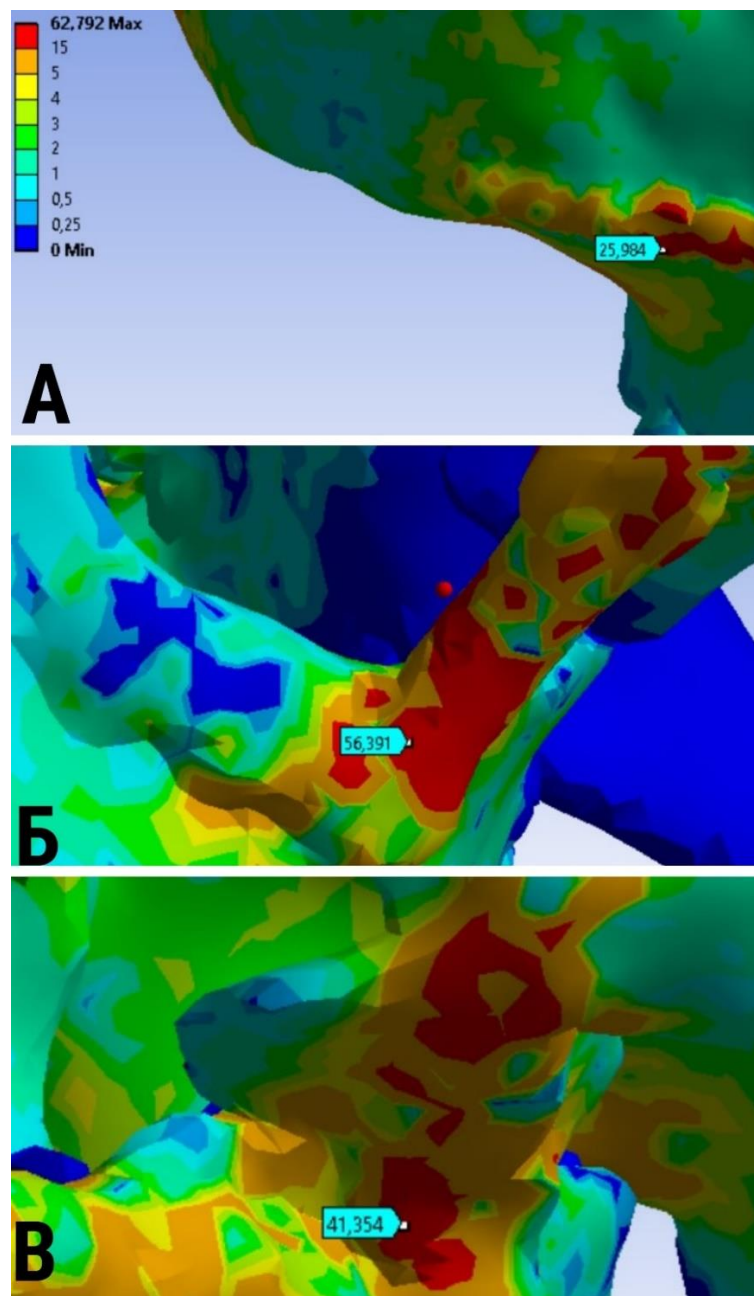


Рис. 5.3. Локальна концентрація еквівалентних напружень у ділянках розташування накісних пластин. А – модель пацієнта А. (Gr1), 50 років. Фіксація титановою пластиною в умовах анатомічно точного співставлення уламків. Б – модель пацієнта Я. (Gr2), 32 роки. Фіксація уламків за допомогою лише титанової пластини. В – модель пацієнта Б. (Gr3), 39 років. Фіксація уламків та відновлення контрфорсів за допомогою кісткового аутоотрансплантата та титанової накісної пластини.

В Gr3, де дефекти заміщували кістковими трансплантатами, напруження в елементах фіксації знижувались в середньому на 30 % за рахунок перерозподілу навантаження між пластиною і кісткою. В жодному випадку вони не перевищували 60 МПа, що суттєво збільшувало інтегральну міцність і надійність системи. Водночас, їх величина була значно більшою, ніж у Gr1 за наявності дефектів кістки в зонах контрфорсів ($41,6 \pm 17$ проти $27,3 \pm 13,1$ МПа). В Gr1 величина еквівалентних напружень виявлялась найбільш близькою до параметрів інтактних КСЗО при навантаженні і не перевищувала 50 МПа, що є у 22-33 рази меншою гранично допустимої величини на розрив (рис. 5.4, 5.5).

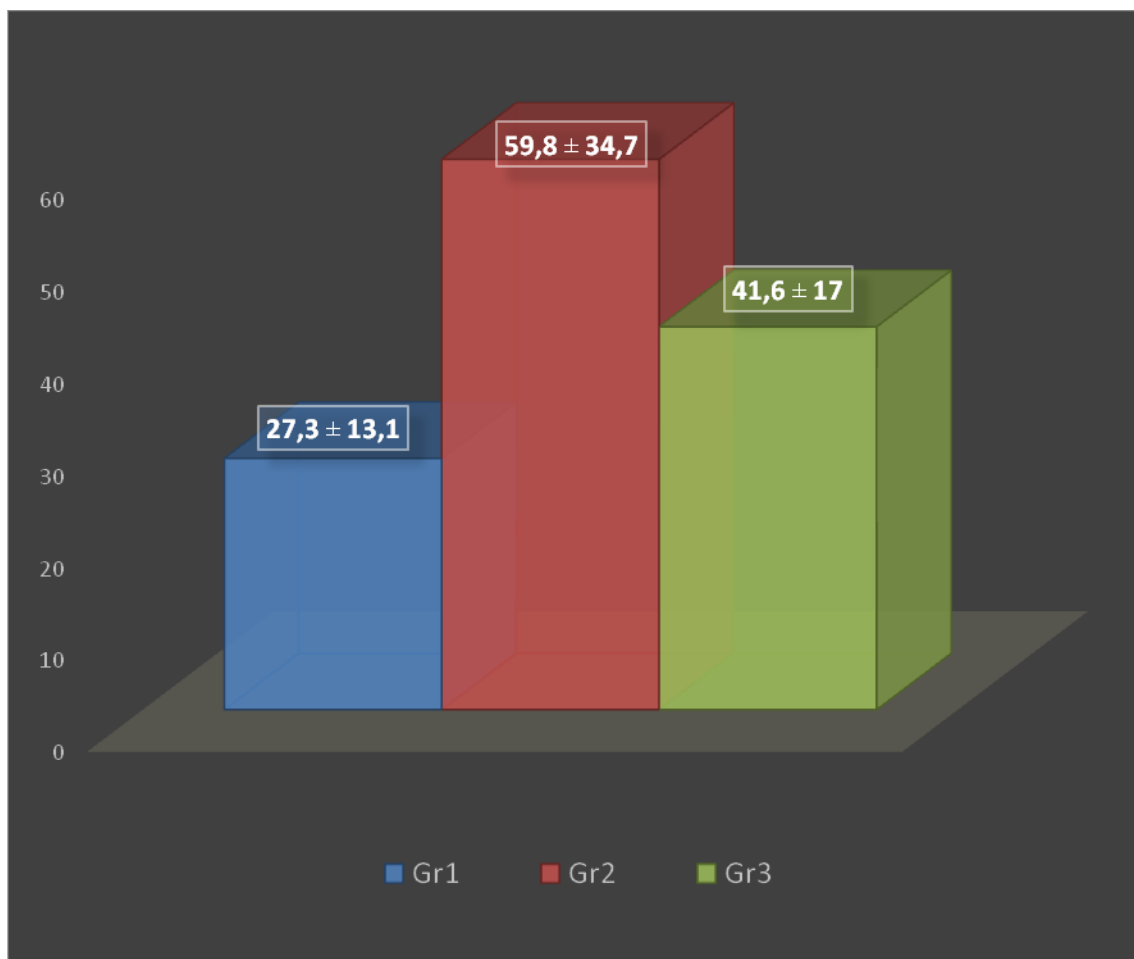


Рис. 5.4. Середні значення максимальної величини еквівалентних напружень в зонах їх локальної концентрації у групах порівняння за умови довільного стискання зубів в стані центральної оклюзії із силою 800 Н. Gr1 – співставлення уламків у анатомічно правильному положенні, без утворення дефекту вертикальних контрфорсів та фіксація титановою пластиною. Gr2 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та відновлення його за допомогою титанової пластини. Gr3 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та відновлення його за допомогою кісткового аутоотрансплантата та титанової пластини.

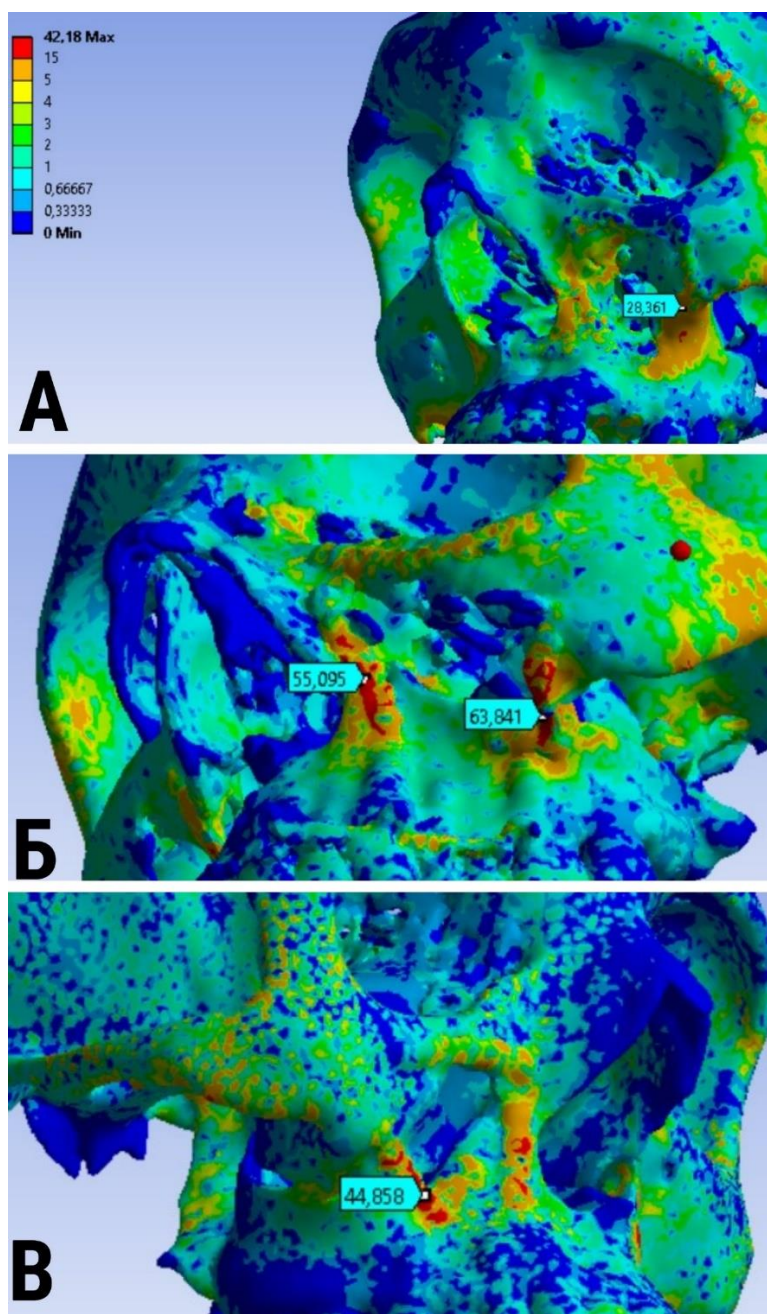


Рис. 5.5. Розподіл еквівалентних напружень за Мізесом у пацієнтів з ПВЩ після остеосинтезу в умовах довільного стискання зубів у стані центральної оклюзії з силою 800 Н. Кольоровою шкалою позначені зони з різним ступенем напруження. А – модель пацієнта Ф., 43 років. Фіксація титановою пластиною в умовах анатомічно точного співставлення уламків. Б – модель пацієнта Н., 36 років. Фіксація уламків при переломі з дефектом за допомогою лише титанової пластини. В – модель пацієнта Г., 27 років. Фіксація уламків та відновлення контрфорсів за допомогою кісткового аутогрантанта та титанової накісної пластини.

Висновки по розділу 5

В серії модельних експериментів на індивідуалізованих скінченно-елементних моделях, які були створені на основі КТ пацієнтів та мали високий рівень деталізації та точності відтворення геометрії і неоднорідної внутрішньої структури кісткових структур, було встановлено, що при проведенні остеосинтезу КСЗО їх напружено-деформований стан відрізнявся залежно від індивідуальних особливостей морфології (геометрії), архітекtonіки та фізико-механічних властивостей кістки, характеру травми, а також застосованого способу фіксації. Розподіл еквівалентних напружень за Мізесом в моделях був нерівномірним, і, в загальних рисах, відповідав природному розподілу, притаманному інтактній ВЩ. Ділянки максимальної концентрації напружень частіше виникали на поверхні елементів фіксації (титанових пластин), розташованих в зоні вертикальних контрфорсів СЗО.

Анатомічно точна репозиція кісткових фрагментів на ділянці ушкоджених вертикальних контрфорсів (вилцево-альвеолярний гребінь та латеральний край грушовидного отвору) забезпечувала жорсткість фіксації на рівні інтактною кістки, а напруження в елементах фіксації були значно меншими за гранично допустимі навіть при максимальному вольовому стисканні зубів. В середньому вони становили $27,3 \pm 13,1$ МПа і в жодному спостереженні не перевищували 50 МПа.

За наявності дефектів на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ інтегральна жорсткість фіксації накісними пластинами зменшувалась в 2,6 рази, а напруження в елементах фіксації над ділянкою дефекту зростали в середньому на 46 %.

Заміщення дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ кістковими аутоотрансплантатами при проведенні остеосинтезу дозволяло збільшити інтегральну жорсткість фіксації в середньому в 2 рази та зменшити еквівалентні напруження за Мізесом в елементах фіксації в середньому на 30 %. Позитивні біомеханічні ефекти були більш виразними при встановленні кісткових трансплантатів на ділянці вилцево-альвеолярного гребеня, що сприймає

переважно стискаючі напруження, ніж в ділянці носолобового контрфорсу, що зазнає не лише деформацій стиску, але й згину.

Матеріали розділу викладені в наступних публікаціях:

1. Шуминський ЄВ, Крищук МГ, Копчак АВ, Біомеханічний аналіз методів відновлення цілісності вертикальних контрфорсів верхньої щелепи при травматичних переломах кісток середньої зони обличчя із використанням індивідуалізованих скінченно-елементних моделей. Вісн. стоматології. 2020;38(4):72-7. doi 10.35220/2078-8916-2020-38-4-72-77.

РОЗДІЛ 6

КЛІНІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ ВЕРХНЬОХ ЩЕЛЕПИ З УЛАМКОВОЮ ФРАГМЕНТАЦІЄЮ ТА ДЕФЕКТАМИ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНТРОРСІВ

6.1. Лікування переломів верхньої щелепи при застосуванні різних методів відновлення вертикальних контрфорсів середньої хони обличчя

Для вивчення клінічної ефективності методів остеосинтезу ВЩ з використанням різних підходів до відновлення вертикальних контрфорсів СЗО нами було проведено проспективне клінічне дослідження, в яке увійшло 77 пацієнтів, розділених на 3 групи в залежності від способу лікування (рис. 6.1).

Особливістю даного проспективного дослідження було: 1) детальний аналіз ступеня фрагментації КСЗО та особливостей їх анатомічної будови (в першу чергу, рівень пневматизації) у досліджених хворих з використанням методів віртуальної симуляції та комп'ютерного моделювання за даними КТ; 2) вивчення найближчих та віддалених результатів лікування хворих, що увійшли до клінічних груп, та визначення частоти ускладнень при застосуванні різних підходів. Одним з основних критеріїв ефективності при цьому було відновлення нормального претравматичного змикання зубів та здатності сприймати значні жувальні навантаження; 3) вивчення функціональних результатів хірургічних втручань, зокрема стану оклюзії та функції жування, в строки 4-6 місяців після травми з використанням методу комп'ютерної оклюзіометрії.

Розподіл пацієнтів, що увійшли до клінічних груп за типом ПВЩ згідно класифікації Le Fort в модифікації Marciani (1993) [49], представлений на рис. 6.2. Вірогідних відмінностей за цим показником в групах порівняння виявлено не було.

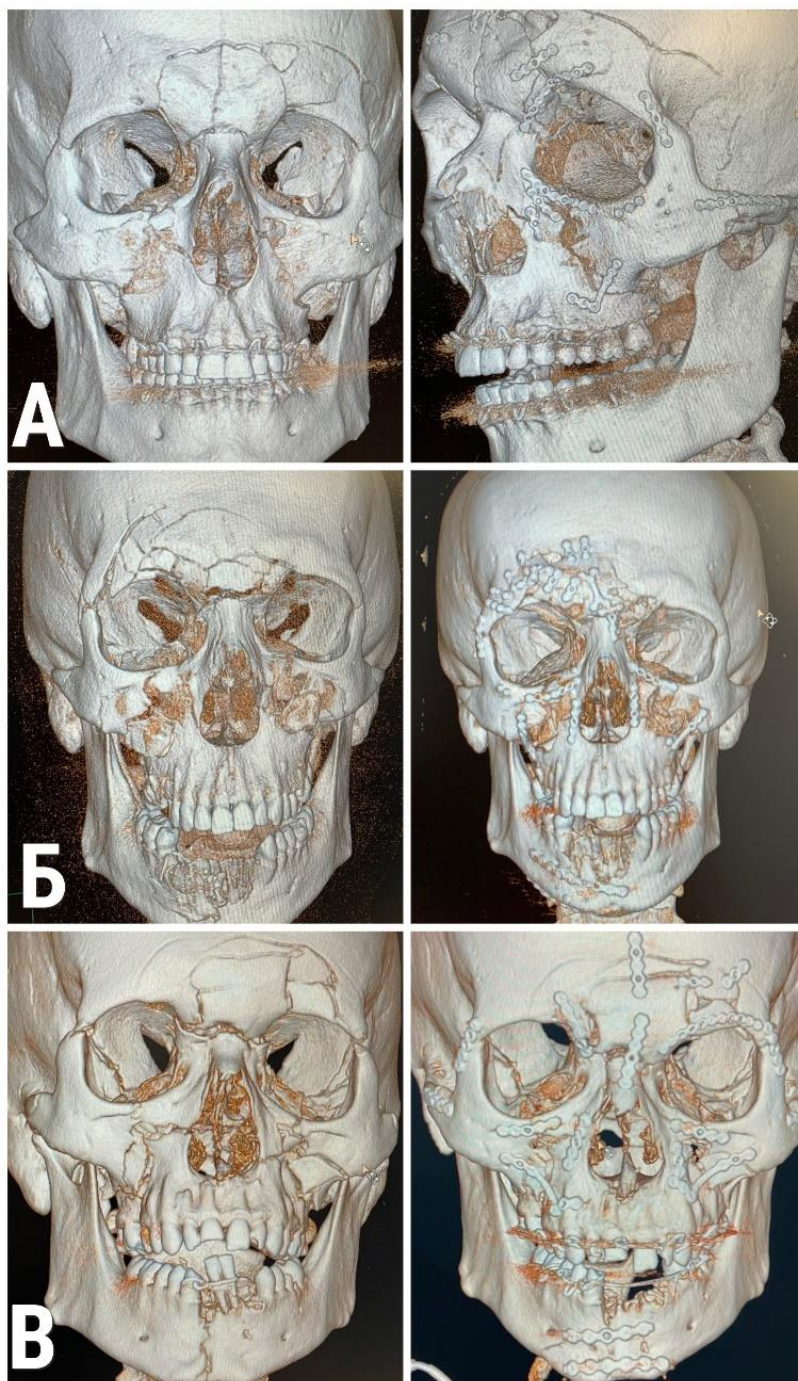


Рис. 6.1. 3D-реконструкція томографічних зображень пацієнтів у трьох групах дослідження до та після проведення хірургічного лікування. А – Gr1. Пацієнт Т., 43 роки. Діагноз: Травматичний ПВЩ за Le Fort IV зі зміщенням. Стан після остеосинтезу контрфорсів титановою пластиною, фіксація уламків у анатомічно правильному положенні, без утворення дефектів. Б – Gr.2. Пацієнт Г., 29 років. Діагноз: Травматичний ПВЩ за Le Fort IV зі зміщенням. Стан після остеосинтезу, відновлення дефектів вертикальних контрфорсів титановими пластинами. В – Пацієнт О., 45 років. Діагноз: Травматичний ПВЩ за Le Fort IV зі зміщенням. Стан після остеосинтезу, відновлення дефектів вертикальних контрфорсів кістковими аутогрантатами та титановими пластинами.

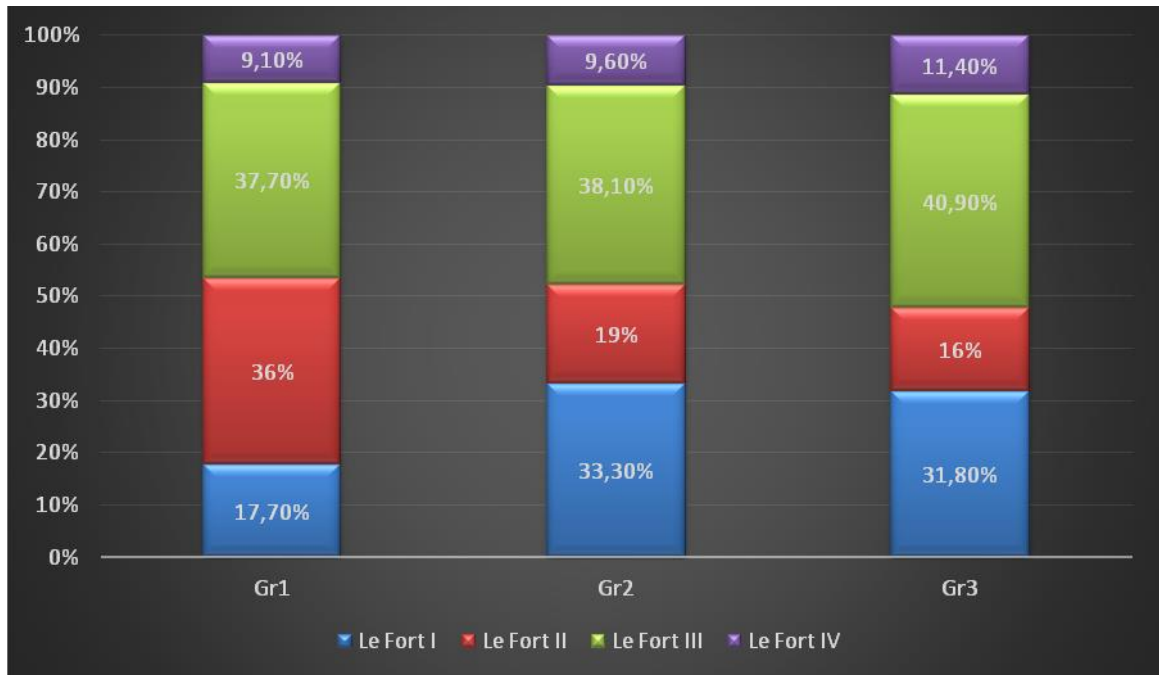


Рис. 6.2. Розподіл типів переломів КСЗО згідно класифікації Le Fort в модифікації Marciani (1993) [49]. Gr1 – співставлення уламків у анатомічно правильному положенні, без утворення дефекту вертикальних контрфорсів та їх фіксація титановою пластиною. Gr2 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та відновлення його за допомогою титанової пластини. Gr3 – співставлення уламків з утворенням дефекту вертикального контрфорсу та відновлення його за допомогою кісткового аутотрансплантата та титанової пластини.

Ступінь уламкової фрагментації, зокрема на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ, виявлявся вірогідно вищим в другій і третій групах порівняно з першою групою. При чому, за даної кількості спостережень міжгрупові відмінності між другою і третьою групою виявлялись недостовірними. Загальна кількість щілин переломів на ділянках вертикальних контрфорсів представлена у табл. 6.1 та на рис. 6.3 А, Б. Значний ступінь уламкової фрагментації зумовлював формування дефектів, що вимагали заміщення.

Таблиця 6.1

Медіанне значення та міжквартильний інтервал кількості щілин перелому в ділянці вилицево-верхньощелепного та носолобового контрфорсів

Показник	Gr1 (n=32)	Gr2 (n=12)	Gr3 (n=33)
Кількість щілин перелому на ділянці вилицево-верхньощелепного контрфорсу Me (QI–QIII)	2 (1÷2)	3 (3÷4)*	3 (2÷3)*
Кількість щілин перелому на ділянці носолобового контрфорсу Me (QI–QIII)	2 (1÷2)	3 (2÷3)**	2 (2÷3)

Примітка * – розбіжності з першою групою за критерієм Стіла-Двасса статистично значимі з $p < 0.05$; ** – розбіжності з першою групою за критерієм Стіла-Двасса статистично значимі з $p < 0.01$.

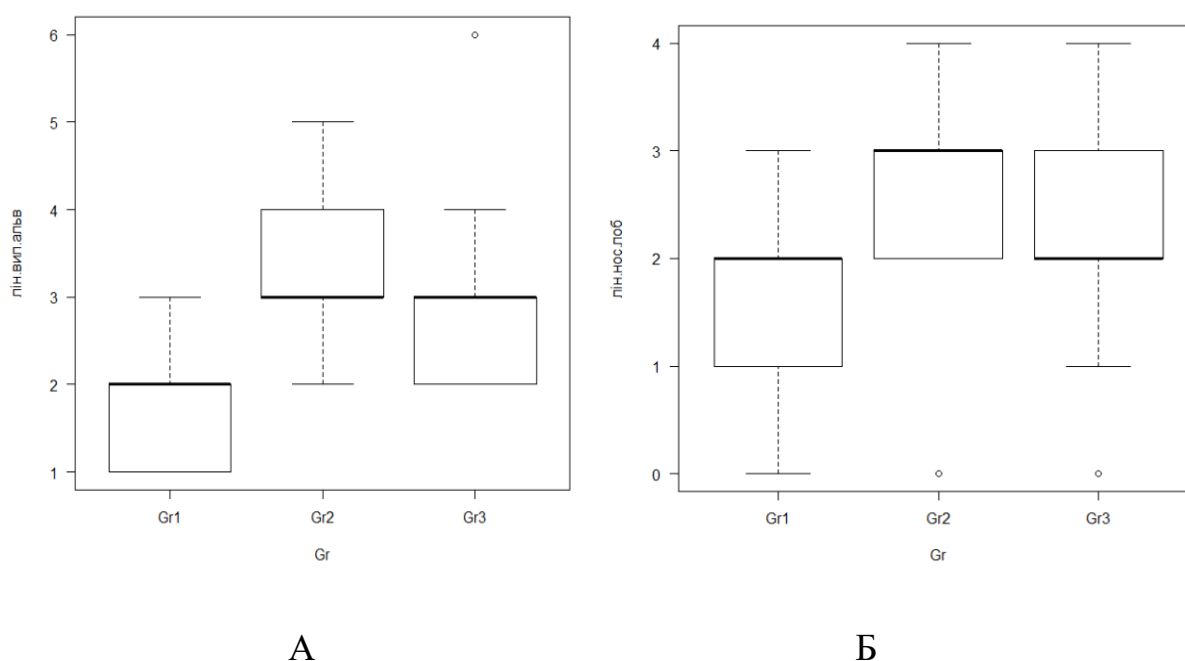


Рис. 6.3. Медіанне значення, міжквартильний інтервал, мінімальне та максимальне значення кількості щілин перелому у ділянці вилицево-верхньощелепного (А) та носолобового (Б) контрфорсів.

Серед пацієнтів, включених у дослідження, супутню ЧМТ відзначали у 81 % випадків. Показники GCS перебували у межах від 11 до 15 балів, медіанне значення склало 14 (13÷15). У всіх групах були наявні пацієнти, у яких показники свідомості за GCS перебували у межах від 4 до 8 балів. Пацієнти із забоями головного мозку тяжкого ступеня або з дифузним аксональним пошкодженням (GCS <4) в дослідження не включались через відсутність можливості адекватного збору даних та оцінки післяопераційних ускладнень. Статистично достовірної різниці за показником GCS у групах порівняння отримано не було.

Окрім ЧМТ у 37,5 % пацієнтів відзначалися переломи кінцівок та пошкодження внутрішніх органів (легень, селезінки, печінки). Показники NISS перебували у межах від 1 до 66 балів, медіанне значення складало 15.5 (6÷24). Статистичної відмінності між показниками в групах порівняння, а також залежностей між типом ПВЩ та тяжкістю політравми отримано не було.

Частота денто-альвеолярної травми верхнього зубного ряду в дослідженій серії склала 15,5 %. Серед них частковий або повний відлам коронок зубів визначали у 25 % пацієнтів. Неповний вивих зубів, що потребував репозиції та фіксації, визначали у 16,7 % пацієнтів. Авульсія зубів визначалася у 58,3 % хворих. Кількість зубів, що були втрачені у результаті повного вивиху, складала від 1 до 6. Слід зазначити, що у пацієнтів з множинними переломами кісток лицевого черепа частіше відзначалась травма зубів НЩ (до 45,5 % від загальної кількості хворих), що не аналізувалась в даному дослідженні, але могла позначатися на стані прикусу, отриманому після реконструкції (рис. 6.4).

Іншим чинником, що впливав на точність відновлення оклюзійних співвідношень і враховувався при статистичному аналізі, була значна поширеність дефектів зубних рядів у пацієнтів, що досліджувались.



Рис. 6.4. 3D-реконструкція лицевого черепа пацієнтів з множинними переломами кісток обличчя та денто-альвеолярною травмою за даними КТ.

Так, зуби, коронки яких були повністю зруйновані каріозним процесом, та/або дистально необмежені дефекти зубних рядів визначали у 65 % випадків. Повна вторинна адентія була наявна у 4 % пацієнтів. Прикус був ортогнатичним у 48 % пацієнтів. У 32,5 % випадків визначали наявність інших видів прикусу (фізіологічних чи патологічних), а співставлення зубів досягалось за непрямыми ознаками (фасетки стертості тощо). У 19,5 % постраждалих через наявні дефекти зубних рядів, наслідки денто-альвеолярної травми, наявність зубних протезів низької якості, визначити характеристики преморбідного прикусу точно не вдавалось. Цих пацієнтів було виключено з аналізу методом побудови логістичних моделей регресії.

Важкість щелепно-лицевої травми за FISS та величина ІІ, що відображала індивідуальні особливості анатомії та архітектоніки ВЩ у прооперованих хворих, представлено у табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Середні значення показників ПІ та медіанні значення FISS у групах порівняння

Показник	Gr1 (n=32)	Gr2 (n=12)	Gr3 (n=33)	Рівень значущості відмінностей між групами Р
ПІ ¹ (M±SD)	1,12±0,26	1,13±0,25	1,15±0,26	0,937
FISS ² Me (Q _I -Q _{III})	6 (4÷10,25)	6 (4,75÷6,25)	5 (3,5÷6,5)	0,413

Примітки:

¹ -при проведенні порівняння використано критерій ANOVA.

² -при проведенні порівняння використано критерій Крускала-Уоліса.

Як свідчать наведені дані, вірогідних відмінностей в групах порівняння за тяжкістю травми та особливостями анатомічної будови (пневматизації) КСЗО виявлено не було. Таким чином, групи порівняння виявлялись загалом однорідними за тяжкістю та характером травми, за виключенням того, що пацієнти другої і третьої груп мали вищий рівень уламкової фрагментації вертикальних контрфорсів, що власне призводив до утворення дефектів кістки в цих групах.

Пацієнтів було прооперовано в строки від 1 до 14 діб з моменту травми. Пізні терміни надання допомоги у значної частини пацієнтів пояснювались наступним: особливістю надання допомоги пацієнтам з важкою ЧМТ, політравмою та переломами кісток обличчя була необхідність стабілізації життєво важливих функцій (дихання, кровообігу, мозкової діяльності), що потребувало першочергового, інколи тривалого, лікування у відділенні реанімації та інтенсивної терапії. Реконструкцію кісток лицевого черепа хворим проводили після стабілізації загального стану, що пояснювало відтермінування хірургічного лікування переломів кісток лицевого черепа. Незалежно від стану

хворого, в перші три доби пацієнтам проводили іммобілізацію щелеп за допомогою назубних дротяних шин або скелетних фіксаторів. Іммобілізація щелеп полегшувала репозицію уламків та дозволяла під час оперативного втручання провести фіксацію щелеп у стані множинного міжзубного контакту.

При проведенні остеосинтезу важких інтраопераційних ускладнень не відзначали: під час забору кісткових аутоотрансплантатів в жодному випадку не спостерігали пошкодження коренів зубів, нервових стовбурів, магістральних судин, розходження країв ран, нагноєння ділянки забору трансплантатів. Час забору трансплантата становив 22 ± 7 хв, а середня тривалість хірургічних втручань у Gr2 та Gr3 вірогідно не відрізнялась.

В післяопераційному періоді ускладнення розвинулися у 28 (36,3 %) пацієнтів (табл. 6.3, рис. 6.5).

Розвиток гнійно-запальних процесів відзначали у 8 хворих (10,4 % від загальної кількості пацієнтів, що увійшли до клінічних груп). У всіх цих випадках причиною отримання травми були ДТП. Розвиток гнійного процесу в ранньому післяопераційному періоді визначали на 2-7 добу після проведеного хірургічного лікування. Основним збудником гнійно-запальних ускладнень була *Klebsiella pneumoniae* самотійно або у поєднанні з *Pseudomonas aeruginosa*, що відзначалися стійкістю до антимікробних препаратів широкого спектру дії (госпітальна інфекція).

Лікування таких пацієнтів проводили шляхом корекції медикаментозної терапії з призначенням напівсинтетичних пеніцилінів та антибіотиків тетрациклінового ряду. Одночасно із загальною терапією проводили місцеве лікування – розкриття і ревізію гнійно-запальних вогнищ, місцеву обробку ран антисептичними розчинами, а в особливо складних випадках застосування бактеріофагу клебсієл полівалентного. Статистично достовірної різниці в частоті гнійно-запальних ускладнень між дослідними групами виявлено не було. У всіх пацієнтів гнійно-запальні процеси протікали важко і, здебільшого, супроводжувались розвитком хронічного остеомієліту ВЩ або важких форм травматичного синуситу.

Таблиця 6.3

Частота і структура післяопераційних ускладнень в групах порівняння

Показники	Ускладнення, абс. (%)			Всього (n=77)
	Gr 1 (n=32)	Gr 2 (n=12)	Gr 3 (n=33)	
Розходження країв операційної рани	2 (6,25%)	3 (25 %)	2 (6 %)	7 (9 %)
Експозиція пластини	1 (3,1 %)	3 (25 %)	2 (6 %)	6 (7,8 %)
Перелом, деформація фіксаторів/розхитування і випадіння гвинтів, потреба у видаленні пластин на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ	6 (18,8 %)	2 (16,6 %)	4 (12,1 %)	12 (15,6 %)
Гнійно-запальні процеси: травматичний остеомієліт, синусит	3 (9,4 %)	3 (25 %)	2 (6 %)	8 (10,4%)
Оніміння м'яких тканин обличчя/порушення роботи м'язів через 6 місяців після операції	11 (34,3 %)	7 (58,3 %)	10 (30 %)	28 (36,3 %)
Порушення прикусу	3 (9,4 %)	2 (16,6 %)	4 (12,1 %)	9 (11,7 %)

Середня тривалість лікування до повної ліквідації клінічних ознак нагноєння операційних ран становила $35 \pm 17,3$ діб (загальний термін перебування на стаціонарному лікуванні у даної категорії пацієнтів склав від 9 до 60 діб). Найтяжчі ускладнення визначали у пацієнтів які мали обширні пошкодження м'яких тканин обличчя, а тяжкість щелепної травми за шкалою FISS була вищою 10 балів.

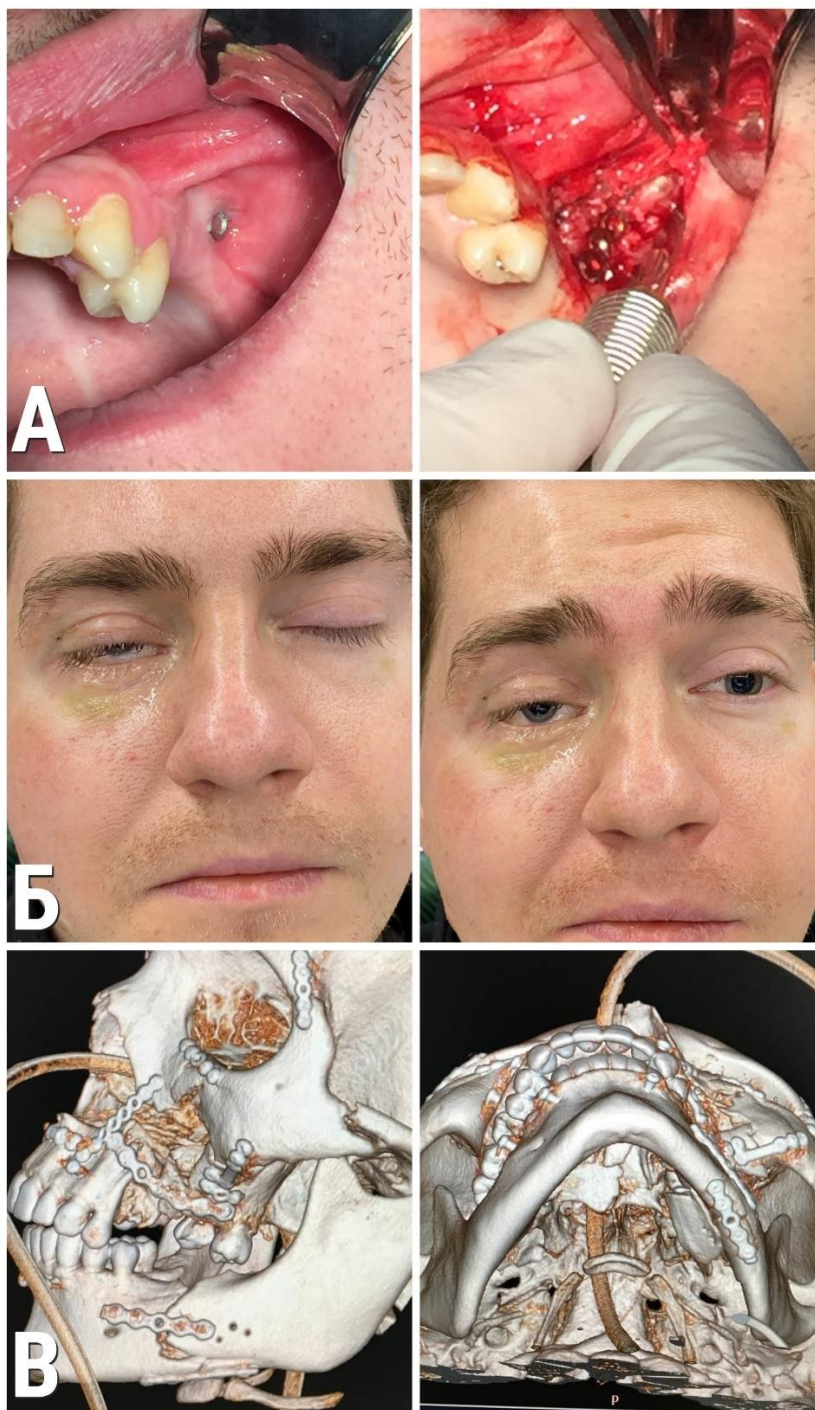


Рис. 6.5. Післяопераційні ускладнення пацієнтів у групах дослідження. А – Пацієнт З., 34 роки. Оголення титанової пластини та втрата фіксуючих гвинтів у ділянці лівого вилицево-альвеолярного гребеня. Б – Пацієнт М., 21 рік. Порушення роботи м'язів у ділянці іннервації *n. facialis dextra*. В – Пацієнтка Л., 23 роки. 3D-реконструкція томографічних зображень після некоректної репозиції та фіксації багатоуламкового ПВЩ з дефектом та наявності супутнього перелому НЩ.

Незважаючи на виявлену тенденцію до зменшення частоти гнійно-запальних процесів в третій та другій групі, за даної кількості спостережень ці відмінності були не вірогідними. Імовірно, контакт щілин перелому із зовнішнім середовищем, що супроводжувався значною контамінацією, та ступінь тяжкості перелому відігравали більшу роль у виникненні гнійно-запальних ускладнень порівняно із застосованою методикою хірургічного лікування.

Видалення елементів фіксації (титанових накісних мініпластин та/або гвинтів) у післяопераційному періоді проводили у 12 пацієнтів, що склало 15,6 % від їх загальної кількості. У 8 пацієнтів (66,7 %) видаленню фіксаторів в післяопераційному періоді передувало розходження країв операційних ран або мали місце гнійно-запальні процеси на ділянках проведення остеосинтезу. Іншими причинами видалення пластин були їх деформації або руйнування, розхитування і випадіння шурупів (4 пацієнти, 33,3 %). Випадіння шурупів та деформації пластин часто поєднувались із запальним процесом і розходженням швів, у одного пацієнта могли зустрічатися кілька ускладнень різних типів. У двох пацієнтів причиною видалення фіксаторів на ділянці контрфорсів стало відчуття температурного дискомфорту та болю у віддаленні (більше року) терміни після хірургічного втручання.

Порушення прикусу, пов'язане з неточною репозицією та недостатньо стабільною фіксацією і розвитком вторинних зміщень, визначалося у 9 пацієнтів (11,7 %): зокрема, у 3 пацієнтів Gr1 (9,4 %), 2 пацієнтів Gr2 (16,6 %) та 4 пацієнтів Gr3 (12,1 %). Серед виявлених порушень переважав відкритий прикус (самостійно або у поєднанні з косим з передчасним контактом на молярах). Більш глибокий аналіз кожного випадку малоклюзії в досліджених серіях підтвердив, що порушення прикусу частіше виникали у пацієнтів з дрібноуламковою фрагментацією і формуванням дефектів, де точне співставлення, особливо по висоті, було утруднене. Іншим чинником було поєднання ПВЩ з переломами НЩ, в цих випадках стан прикусу залежав не лише від точності реконструкції ВЩ, але й від стану НЩ і вираженості

посттравматичних змін в роботі м'язів. В переважній більшості випадків порушення прикусу корегувались методами ортопедичної стоматології (пришліфовка, раціональне протезування, виготовлення кап, ортодонтичних апаратів тощо), а у частини хворих (3 пацієнти) компенсувалися самостійно за рахунок адаптивно-приспосувальних механізмів зубів і пародонта. І хоча частота порушень прикусу виявлялась вищою в другій і третій групах, статистично достовірної різниці з першою групою за цим показником виявлено не було.

Найбільш поширеним ускладненням серед пацієнтів усіх груп було порушення чутливості м'яких тканин та/або порушення роботи мимічних м'язів у зонах іннервації V та VII пари черепно-мозкових нервів. У групах порівняння воно склало 34,3, 58,3 та 30 %, відповідно. Найвищий показник при цьому визначався у другій групі, де значна уламкова фрагментація із зміщенням фрагментів на ділянці проходження нервових стовбурів та необхідність видалення нежиттєздатних фрагментів супроводжувались додатковим ушкодженням нервових волокон. Відновлення функції периферійних нервів у даної категорії хворих відбувалось повільно і потребувало додаткових лікувальних та реабілітаційних заходів.

Таким чином, нами не було виявлено підвищеного ризику виникнення ускладнень у пацієнтів, прооперованих з використанням кісткових аутоотрансплантатів. Їх встановлення не призводило до збільшення ризику гнійно-запальних ускладнень, розходження країв рани, відторгнення та розсмоктування трансплантатів, а також підвищеної морбідності донорської ділянки. Варіанти застосування кісткових аутоотрансплантатів на ділянках вертикальних контрфорсів представлені на рис. 6.6.

Натомість, існувала виразна тенденція до збільшення частоти експозиції фіксаторів, а також (значно меншою мірою) до їх пластичної деформації та пов'язаних з цим порушень прикусу при самостійному застосуванні мініпластин у пацієнтів з переломами та наявним дефектом кістки в зоні

вертимальних контрфорсів СЗО, що не набувала статистичної вірогідності через малу кількість спостережень.

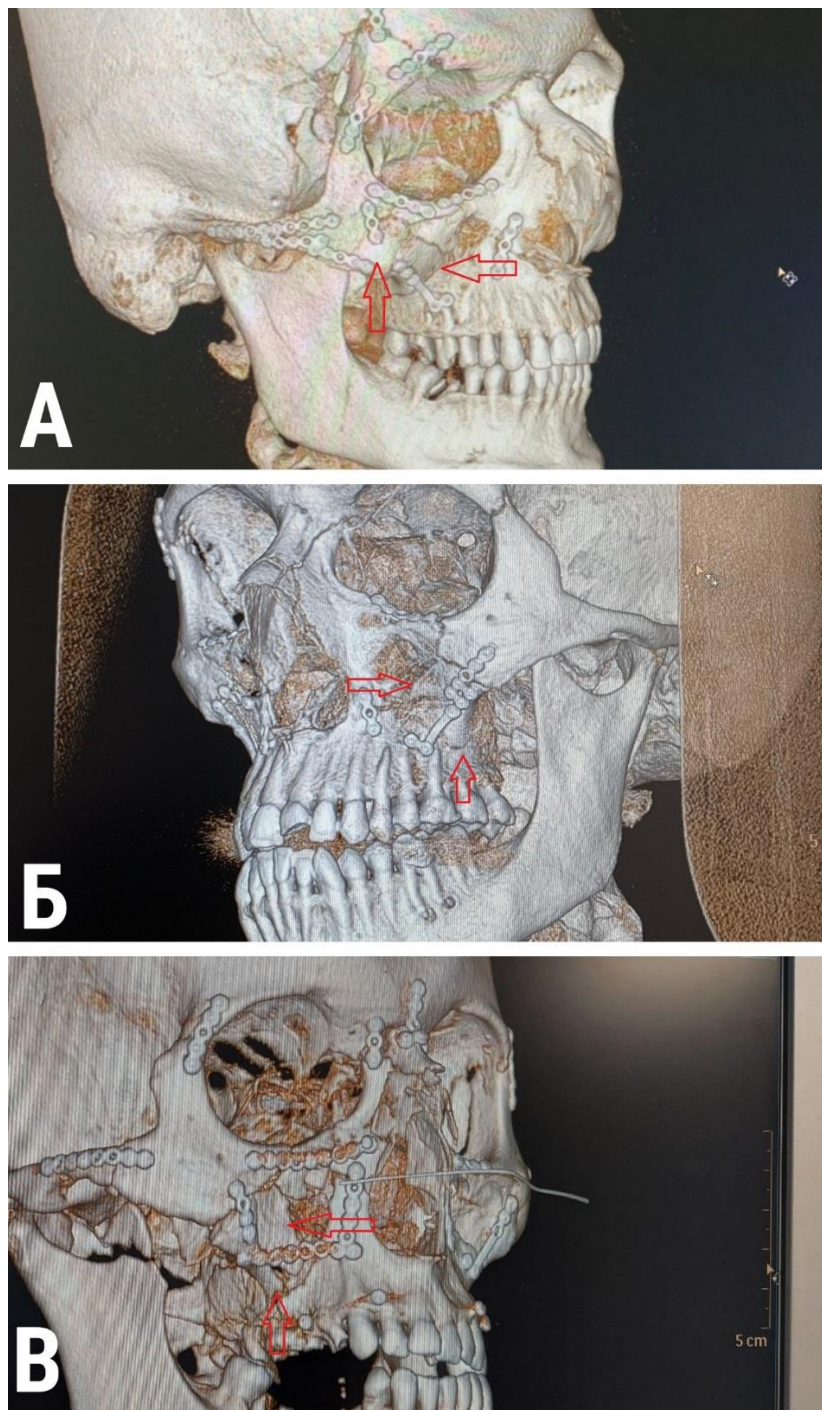


Рис. 6.6. 3D-реконструкція томографічних зображень. Різні варіанти відновлення цілісності вертикальних контрфорсів за допомогою кісткових трансплантаів та накісних титанових пластин. А – Пацієнт Б., 43 роки. Діагноз: Травматичний багатоуламковий ПВЩ за Le Fort III зі зміщенням. Б – Пацієнт І., 28 років. Діагноз: Травматичний багатоуламковий ПВЩ за Le Fort III зі зміщенням. В – Пацієнт Д., 33 роки. Діагноз: Травматичний багатоуламковий

ПВЩ за Le Fort III зі зміщенням. Чероними стрілочками вказані кісткові аутотрансплантати.

Для статистичного аналізу факторів, пов'язаних з підвищеним ризиком порушення прикусу в післяопераційному періоді, нами було використано метод побудови та аналізу одно- та багатфакторних моделей логістичної регресії.

Коефіцієнти моделей прогнозування ризику порушення прикусу, отримані в ході однофакторного дисперсійного аналізу, наведені у табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Коефіцієнти однофакторних моделей прогнозування ризику порушення прикусу в пацієнтів дослідних груп

Факторна ознака	Коефіцієнт моделі, $b \pm m$	Рівень значимості відмінності коефіцієнта від 0, p	Показник відношення шансів, ВШ (95% ДІ)
III	1.31 \pm 1.35	0.331	–
FISS	0.016 \pm 0.086	0.852	–
Наявність переломів НЩ	1.26 \pm 0.63	0.047	3.51 (1.02–12.1)
Розходження країв операційної рани	0.45 \pm 0.85	0.596	–
Експозиція фіксаторів	–0.05 \pm 0.94	0.961	–
Видалення фіксаторів	0.58 \pm 0.78	0.462	–
Довготривалий набряк	–0.26 \pm 0.79	0.744	–
Запалення (нагноєння) м'яких тканин обличчя,	1.18 \pm 0.86	0.170	–
Наявність травматичного синуситу	0.29 \pm 0.98	0.770	–
Наявність кісткових дефектів у ділянці вилицево-верхньощелепного контрфорсу	–0.05 \pm 0.81	0.949	–

Продовження табл. 6.4

Факторна ознака	Коефіцієнт моделі, $b \pm m$	Рівень значимості відмінності коефіцієнта від 0, p	Показник відношення шансів, ВШ (95% ДІ)
Наявність кісткових дефектів у ділянці носолобового контрфорсу	-0.04 ± 1.28	0.973	–
Онiмiння м'язких тканин обличчя/ порушення роботи мiмiчних м'язiв через 6 мiс. з моменту операцiї	0.51 ± 0.65	0.432	–
Неточна репозицiя уламкiв пiд час операцiї	3.98 ± 1.14	0.001	53 (5.7–497)

При аналізі отриманих даних можна стверджувати, що порушення прикуса були детерміновані переважно неточною репозицією та наявністю супутніх переломів НЩ і практично не залежали від характеру травматичного ушкодження ВЩ, застосованого методу хірургічного лікування та особливостей перебігу післяопераційного періоду. Втім, при відборі значимих факторів ризику в багатофакторних моделях (за методом АІС) було відібрано 2 додаткові факторні ознаки, що мали вагоме значення при поєднаному використанні ($p < 0,05$) – розходження країв операційної рани та ПП (табл. 6.5).

Так, площа під кривою операційних характеристик двофакторної моделі $AUC = 0,76$ (95 % ДІ 0,56-0,91) (відмінна від 0,5 при $p = 0,017$), що свідчить про наявність зв'язку середнього ступеня вираженості між ризиком порушення прикусу, рівнем ПП та наявністю розходження країв операційної рани (рис. 6.7). Це підтверджувало вплив рівня пневматизації на результати хірургічних втручань у пацієнтів з ПВЩ і відображало існуючу складність досягнення

точної репозиції та надійної фіксації у пацієнтів із стоншенням кісткових структур і збільшенням об'єму повітряноносних порожнин.

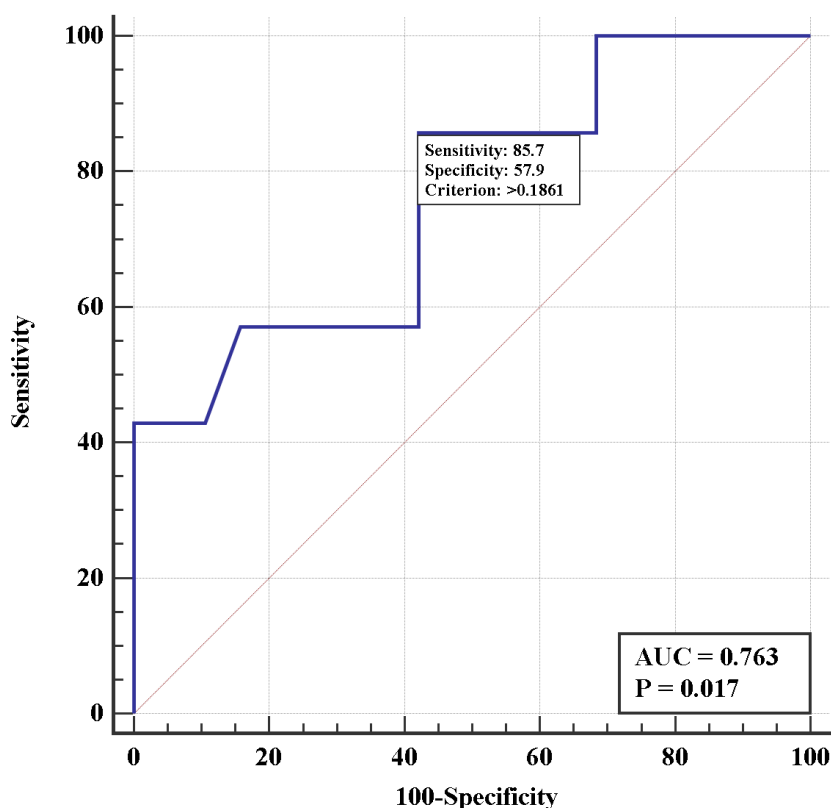


Рис. 6.7. Крива операційних характеристик тесту прогнозування ризику порушення прикусу багатofакторної моделі за значенням індексу пневматизації та частотою розходження країв операційної рани.

Таблиця 6.5

Коефіцієнти двофакторної моделі логістичної регресії прогнозування ризику порушення прикуса

Факторна ознака	Значення коефіцієнта моделі, $b \pm m$	Рівень значимості відмінності коефіцієнта моделі від 0, p	Показник відношення шансів, ВШ (95% ДІ)
Ш	$3,94 \pm 2,66$	0,138	51 (0,3 – 9000)
Розходження країв операційної рани	$1,92 \pm 1,15$	0,096	6,8 (0,7 – 66)

6.2. Оцінка оклюзійних співвідношень та жувальної функції у пацієнтів після остеосинтезу верхньої щелепи при її уламкових переломах

Серед всіх прооперованих хворих для аналізу функціональних результатів хірургічних втручань було відібрано 18 пацієнтів із відсутності дефектів зубних рядів або неякісних протезних конструкцій, без ускладнень і глибоких психоневрологічних розладів внаслідок перенесеної ЧМТ в післяопераційному періоді. Пацієнти представляли всі 3 дослідні групи, при цьому при аналізі передопераційних КТ було встановлено, що тяжкість травми, та особливості архітекtonіки КСЗО (ступінь їх пневматизації) в цих групах вірогідно не відрізнялись. Значення ІІ та тяжкості щелепно-лицевої травми за FISS, із статистичною вірогідністю міжгрупових розбіжностей за критерієм Тьюкі наведені у табл. 6.6. та на рис. 6.8, 6.9.

Таблиця 6.6

Значення індекса пневматизації та важкості щелепно-лицевої травми за FISS у групах порівняння

Досліджуваний показник	Gr1 (n=6)	Gr2 (n=5)	Gr3 (n=7)	Рівень значущості відмінності показників між групами, p
ІІ M ± SD	1,18 ± 0,27	0,94 ± 0,09	1,04 ± 0,18	0,213
FISS M ± SD	7 ± 4,5	7,2 ± 4,9	4,2 ± 1,8	0,29

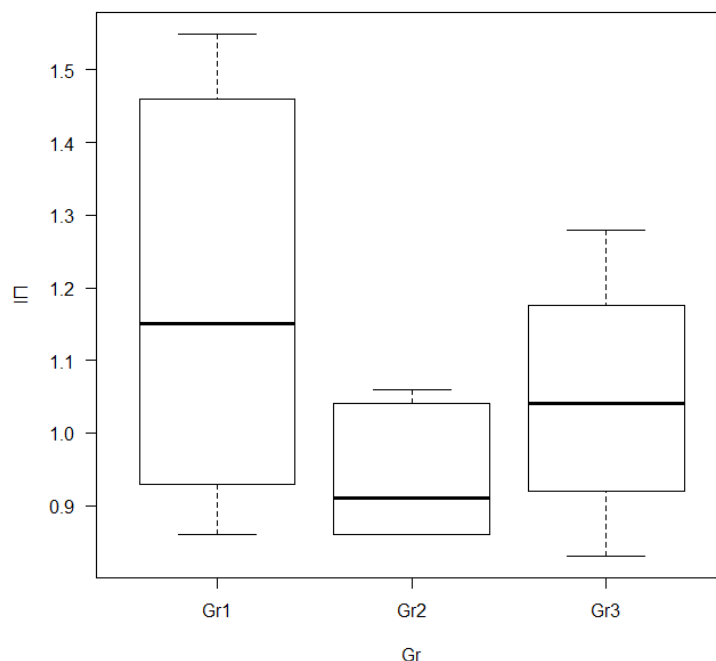


Рис. 6.8. Порівняння показника ІІІ проведено за критерієм ANOVA. Попарні порівняння проведені за критерієм Тьюкі. Різниця показників статистично недостовірна, $p \geq 0,05$.

На момент обстеження всі пацієнти вказували, що в результаті хірургічного втручання повноцінне змикання зубів було відновлено, скарг на утруднене пережовування їжі, біль на дискомфорт в зоні переломів та скронево – нижньощедепного суглобу не висували. Втім, при проведенні комп'ютерної оклюзіографії наявність супраконтактів та контактів надмірної сили при різних варіантах оклюзії була діагностовано у 100 % обстежених хворих. Відзначено, що зазвичай перші контакти і супраконтакти відзначалися у зоні молярів ВЩ. У 67 % пацієнтів при змиканні зубів в центральній оклюзії супраконтакти виникали на молярах однієї сторони з наступним приєднанням супраконтактів на молярах протилежної сторони з поступовим збільшенням площі контакта і формуванням множинного фісурно-горбикового змикання. В окремих випадках визначали супраконтакти на різцях, іклах, премолярах.

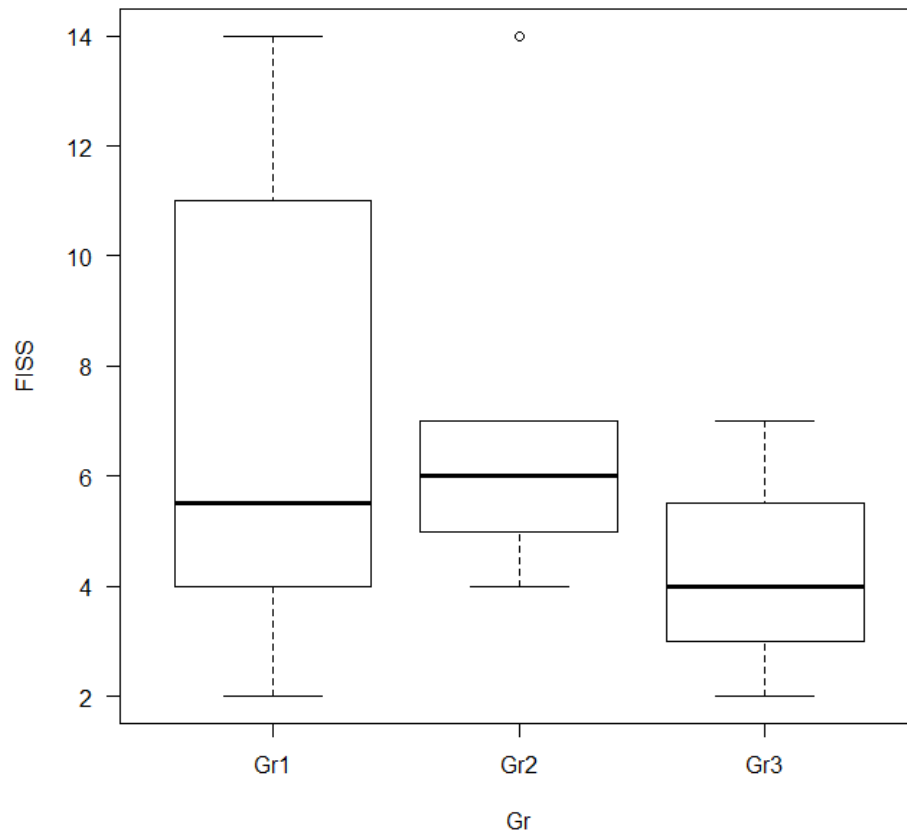


Рис. 6.9. Порівняння показника Facial Injury Severity Scale (FISS) проведено за критерієм ANOVA. Попарні порівняння проведені за критерієм Тьюкі. Різниця показників статистично не достовірна, $p \geq 0,05$.

Показники балансу оклюзії між правою і лівою стороною коливалися від 51 %/49 % до 85,4 %/14,6 %; показник асиметрії оклюзії знаходився у межах від 2 до 70,8 % (табл. 6.7, рис. 6.10-6.13).

Таблиця 6.7

Медіанні значення показників змикання та розмикання зубів (с), а також індексу асиметрії у групах порівняння залежно від способу фіксації уламків

Досліджуван ий показник Me (Q _I ÷Q _{III})	Середні показники за даними літератури	Gr1 (n=6)	Gr2 (n=5)	Gr3 (n=7)	Рівень значущості відмінностей р
Occlusion time час оклюзії (с)	< 0,3	0,17 (0,12÷0,25)	0,29 (0,18÷0,37)	0,22 (0,21÷0,38)	0.468
Disclusion time час дезоклюзії (с)	< 0,4	0,18 (0,15÷0,19)	0,13 (0,12÷0,20)	0,11 (0,08÷0,22)	0.61
Індекс асиметрії (%)		12,2 (8÷29,1)	28,4 (16,8÷36,8)	23,2 (15,4÷29,7)	0,526

¹ – дані отримані з літературних джерел [224].

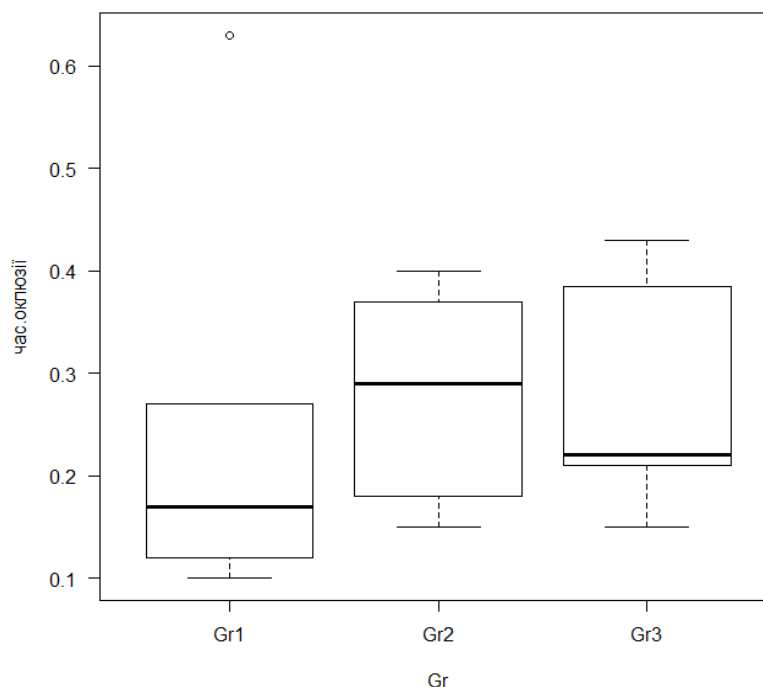


Рис. 6.10. Медіанні значення показників часу оклюзії у групах порівняння в залежності від способу фіксації уламків. Порівняння показника проводилося за критерієм Крускала-Уолліса, попарні порівняння проведені за критерієм Стіла - Двасса. Різниця показників статистично не достовірна, $p \geq 0,05$.

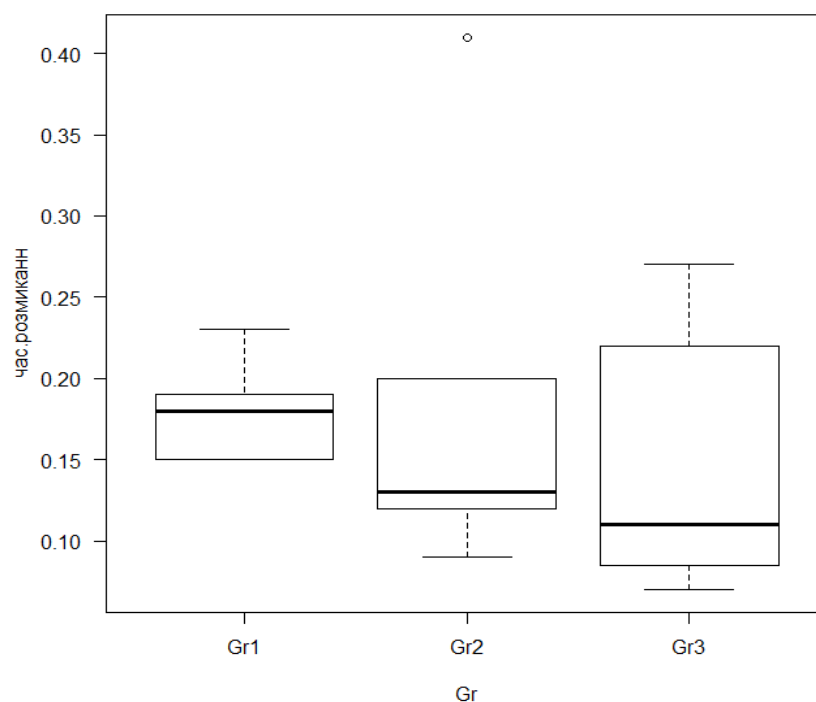


Рис. 6.11. Медіанні значення показників часу дезоклюзії у групах порівняння в залежності від способу фіксації уламків. Порівняння показника проводилося за критерієм Крускала-Уолліса, попарні порівняння проведені за критерієм Стіла-Двасса. Різниця показників статистично не достовірна, $p \geq 0,05$.

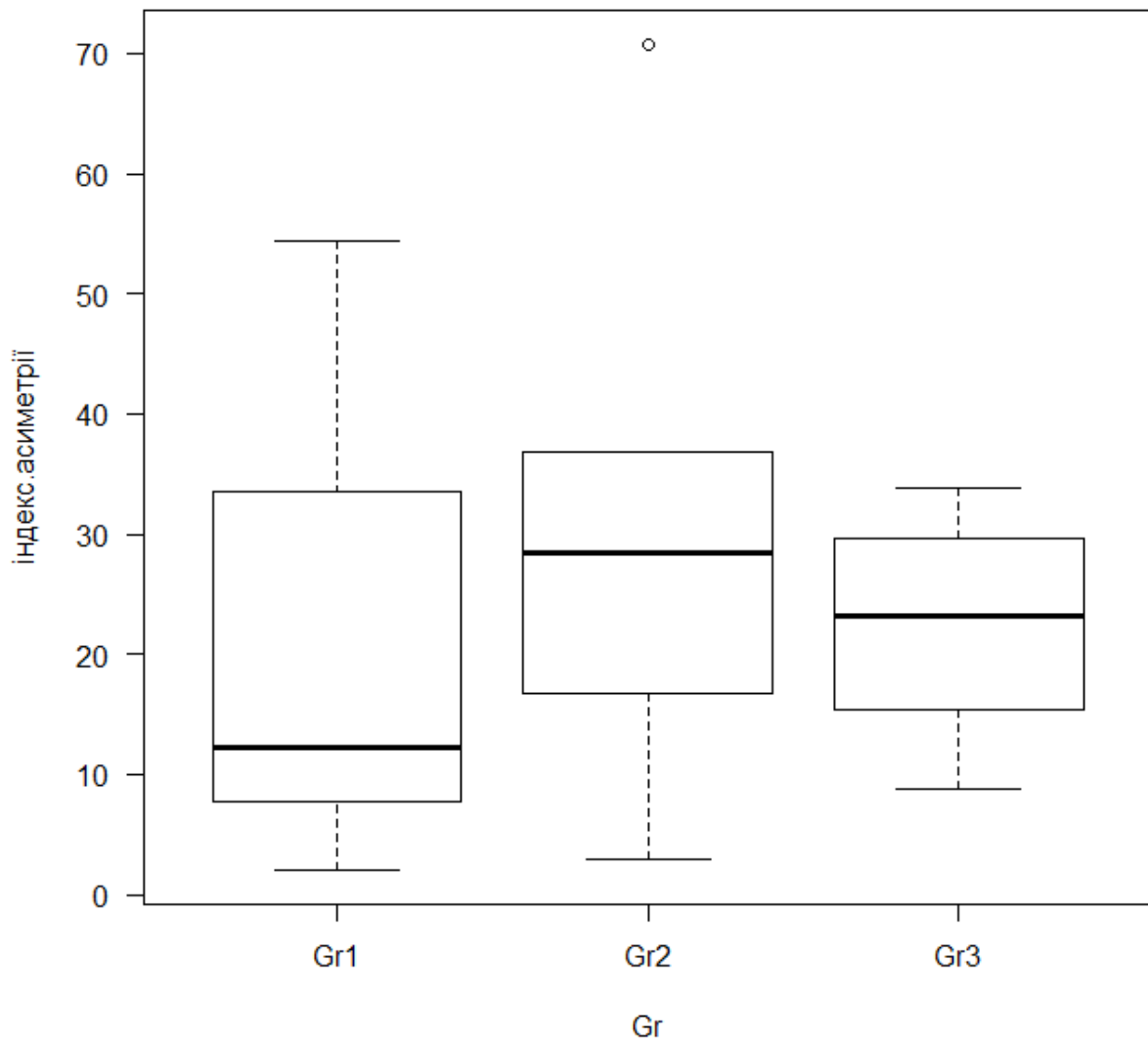


Рис. 6.12. Медіанні значення показника індексу асиметрії оклюзії у групах порівняння в залежності від способу фіксації уламків. Порівняння показника проводилося за критерієм Крускала-Уолліса, попарні порівняння проведені за критерієм Стіла-Двасса. Різниця показників статистично не достовірна, $p \geq 0,05$.

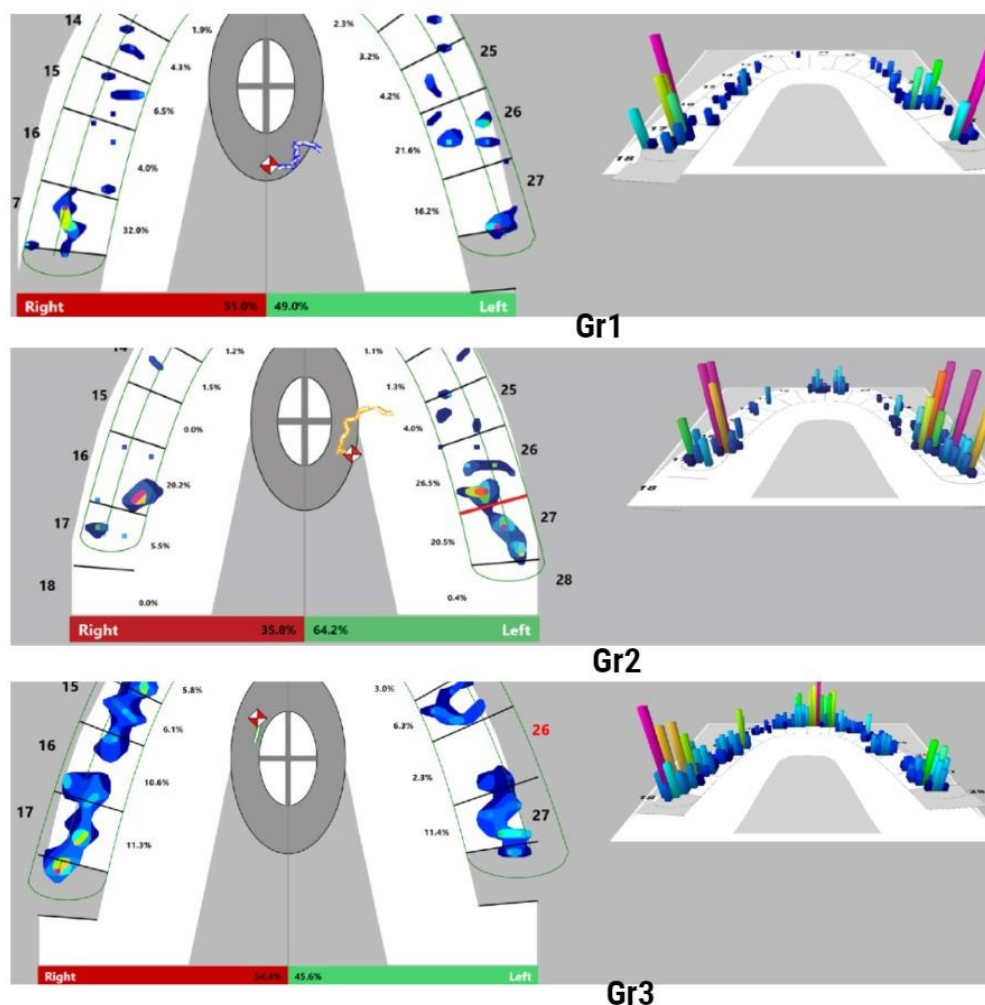


Рис.6.13. Графічне двовимірне та тривимірне відображення розподілу сили оклюзійних контактів, балансу оклюзії у пацієнтів різних груп, отримане за допомогою програмного забезпечення “Т-Scan” компанії “Tekscan” (Tekscan, Inc., S. Boston, MA, США). Gr1 – пацієнт С., 48 років. Діагноз: Травматичний ПВЩ за Le Fort III зі зміщенням. Стан після остеосинтезу контрфорсів титановими пластинами у анатомічно правильному положенні, без утворення дефектів. Gr2 – пацієнт П., 25 років. Діагноз: Травматичний ПНЩ за Le Fort II зі зміщенням. Стан після остеосинтезу із заміщенням дефектів вертикальних контрфорсів титановою пластиною. Gr3 – пацієнт П., 45 років. Діагноз: Травматичний ПВЩ за Le Fort II зі зміщенням. Стан після остеосинтезу, заміщення дефектів вертикальних контрфорсів кістковими аутогрансплантатами.

В ситуаціях, коли у пацієнта з одного боку був наявний перелом з дефектом, заміщений пластиною, а з іншого боку – перелом, фіксований без дефекту кістки, перші контакти завжди виникали на стороні, де дефект контрфорсів був відсутній. При цьому, сторона першого контакту між зубами збігалася з вектором сумарного оклюзійного навантаження у 77,8 % випадків.

Час оклюзії у досліджених пацієнтів становив від 0,1 до 0,63 с. Він перевищував референтне значення (0,3 с) у 1 хворого Gr1 (16,7 %) і у 5 (42 %) хворих Gr2 та Gr3, де були наявні уламкові переломи, що супроводжувались утворенням дефектів вертикальних контрфорсів. Водночас, в Gr3 час оклюзії в середньому був меншим на 25 %, ніж в Gr2, а індекс асиметрії був меншим на 19 %, що свідчило про краще відновлення жувальної функції у пацієнтів, яким для заміщення дефектів контрфорсів застосовували аутотрансплантацію кістки. Час дезоклюзії у досліджених хворих становив від 0,07 до 0,43 с і характеризувався значною варіативністю. Достовірних розбіжностей за цим показником в групах порівняння виявлено не було.

Крім власне оклюзійних співвідношень, на досліджені показники суттєво впливає стан жувальних м'язів, що можуть ушкоджуватись при травмі, але, ще більшою мірою, при забезпеченні хірургічних доступів під час проведення остеосинтезу. Взнявши до уваги нерівномірність груп, різницю в будові кісток лицевого черепа серед пацієнтів, включених у дослідження, складність стандартизації однорідності вибірки, ми провели порівняння показників часу оклюзії, дезоклюзії та індексу асиметрії виділивши дві групи, на основі критерію «хірургічне пошкодження жувальних м'язів при проведенні остеосинтезу». Так, ми врахували наявність переломів НЩ, відкрита репозиція яких супроводжувались відшаруванням або пересіченням жувальних м'язів, та/або проведення біфронтального доступу під час хірургічного лікування ПВЩ та КСЗО, що супроводжувалось оголенням скроневих м'язів і, в свою чергу, могло призводити до порушення їх роботи, зміни тонуусу та, як наслідок, погіршення стану оклюзійних співвідношень пацієнта.

У результаті такого відбору було виділено 2 групи пацієнтів. До першої групи (Gr1) увійшли 6 пацієнтів, яким проводилось лікування переломів НЩ та/або проведення біфронтального доступу. До другої групи (Gr2) включено 12 пацієнтів, яким проводили лікування ПВЩ за стандартною методикою без відшарування жувальних м'язів. Дані порівняння показників наведені у табл. 6.8 та на рис. 6.14-6.16.

Таблиця 6.8

Медіанні значення показників змикання та розмикання зубів (с), а також індексу асиметрії у хворих, прооперованих з приводу ПВЩ, в залежності від використаних хірургічних доступів

Досліджуваний показник	Пацієнти, яким для доступу до зон перелому пересікали і відшаровували жувальні м'язи Gr1	Пацієнти, у яких при проведенні остеосинтезу хірургічної травми жувальних м'язів не відбувалось Gr2	Рівень значущості різниці між показниками р
Occlusion time (с) Me (Q _I ÷Q _{III})	0.29 (0.22÷0.37)	0.22 (0.15÷0.39)	0.78
Disclusion time (с) Me (Q _I ÷Q _{III})	0.19 (0.12÷0.25)	0.16 (0.11÷0.19)	0.578
Індекс асиметрії (%) Me (Q _I ÷Q _{III})	33.6 (31.2÷31.8)	16.7 (10.1÷28.3)	0.287

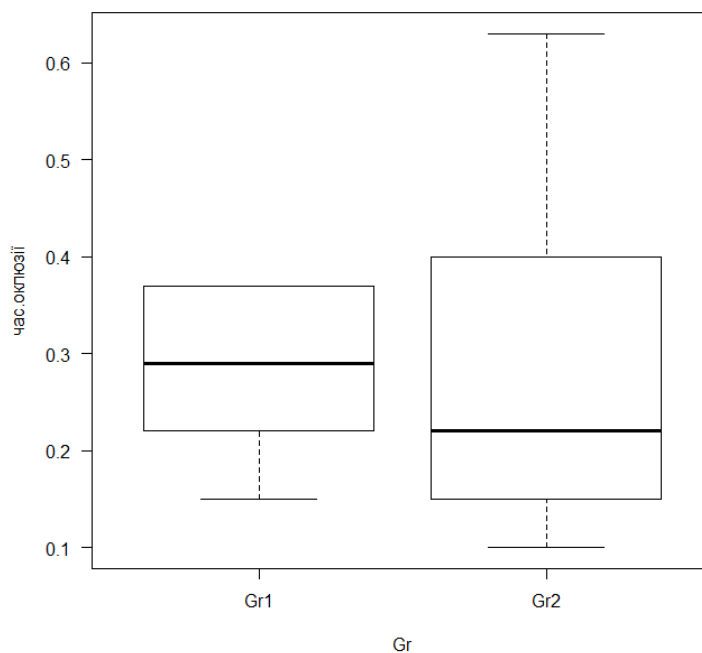


Рис. 6.14. Медіанні значення показників часу оклюзії у групах порівняння в залежності від використаних хірургічних доступів. Порівняння показника проводилося за критерієм Крускала-Уолліса, попарні порівняння проведені за критерієм Стіла-Двасса. Різниця показників статистично не достовірна, $p \geq 0,05$.

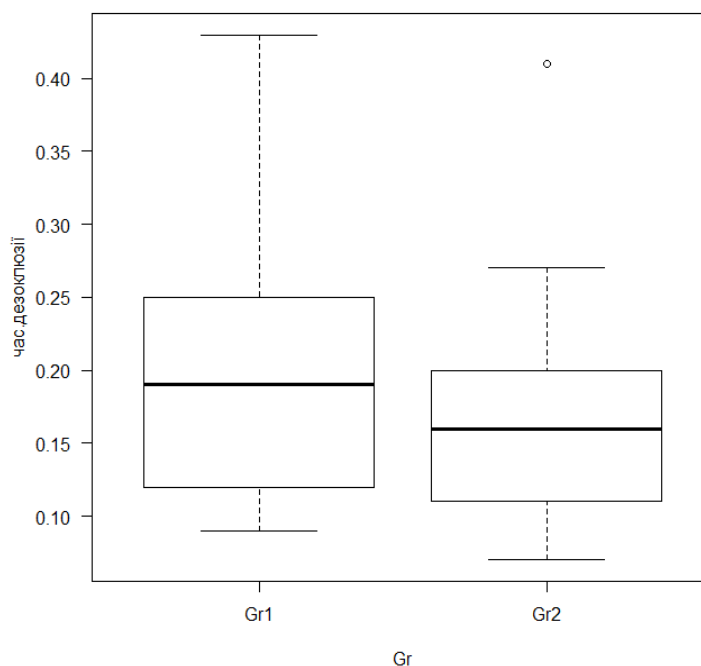


Рис. 6.15. Медіанні значення показників часу дезоклюзії у групах порівняння в залежності від використаних хірургічних доступів. Порівняння показника проводилося за критерієм Крускала-Уолліса, попарні порівняння проведені за критерієм Стіла-Двасса. Різниця показників статистично не достовірна, $p \geq 0,05$.

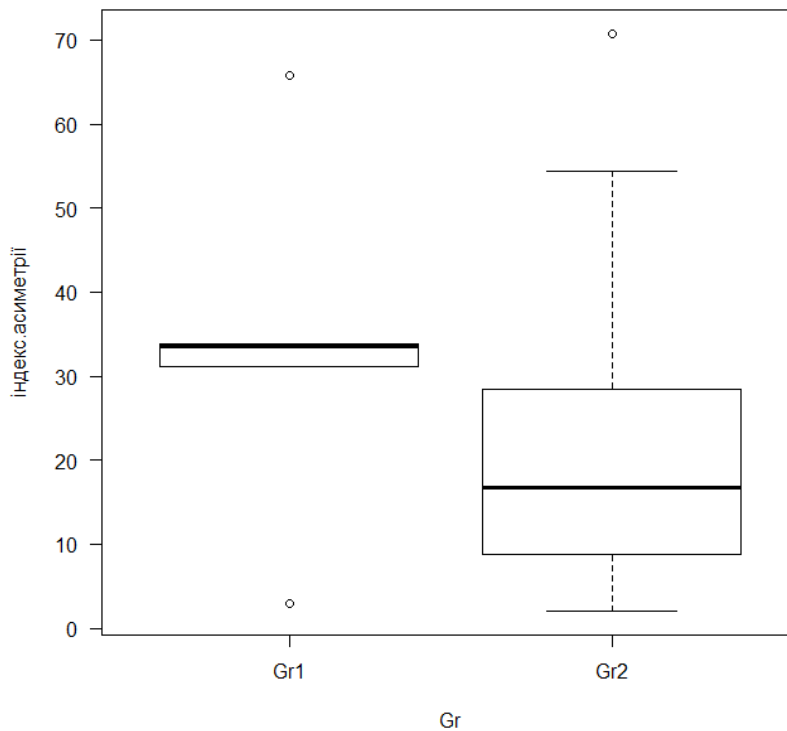


Рис. 6.16. Медіанні значення показника індексу асиметрії у групах порівняння в залежності від використаних хірургічних доступів. Порівняння показника проводилося за критерієм Крускала-Уолліса, попарні порівняння проведені за критерієм Стіла-Двасса. Різниця показників статистично не достовірна, $p \geq 0,05$.

Хоча статистично достовірної різниці між показниками в цих групах виявлено не було через малу кількість спостережень, відзначалась чітка тенденція до зростання часу оклюзії на 24 %, часу дезоклюзії – на 16 % та ступеня асиметрії – на 17 % у пацієнтів з операційною травмою скроневого чи/або власне жувального м'яза.

Висновки по розділу 6

ПВЩ у пацієнтів з поєднаною травмою супроводжуються високим ризиком виникнення посттравматичних ускладнень. Так, гнійно-запальні процеси, в тому числі травматичний остеомієліт і травматичний синусит, розвилися у 10,4 % хворих, розходження країв рани та експозиція пластин

склали 9 та 7,8 %, відповідно, механічна неспроможність систем фіксації (переломи, пластичні деформації пластин, розхитування і випадіння шурупів) і потреба в їх видаленні – 15,6 %, післяопераційні деформації та порушення прикусу – 11,7 %, порушення функцій V та VII пари черепно-мозкових нервів – 36,3 %.

Застосування пластин збільшеної жорсткості та кісткових аутогрансплантатів для заміщення дефектів вилице-альвеолярного та носолобового контрфорсів СЗО не супроводжується вірогідним збільшенням ризику післяопераційних ускладнень. Відзначена тенденція до зменшення на 19 % частоти гнійно-запальних процесів і експозиції пластин, а також на 4,5 % залишкових порушень прикусу при заміщенні вказаних дефектів кістковими аутогрансплантатами порівняно із самостійним застосуванням пластин, що однак за даної кількості спостережень виявилась недостовірною.

Основними чинниками, що значимо ($p < 0.05$) впливали на ризик післяопераційних порушень прикусу за даними одно- та багатофакторного аналізу були: неточна репозиція фрагментів ВЩ (ВШ=53 (95 % ДІ 5.7-497)), наявність переломів НЩ (ВШ=3.51 (95 % ДІ 1.02-12.1)), особливості анатомічної будови та розходження країв операційної рани AUC=0,76 (95 % ДІ 0,56-0,91).

Навіть за умови адекватної репозиції, ПВЩ були асоційовані з підвищеним ризиком оклюзійних порушень у післяопераційному періоді, зокрема наявності супраконтактів та контактів надмірної сили, асиметрії в балансі оклюзії в момент максимального міжгорткового змикання, подовження часу оклюзії тощо.

Важливими чинниками, що сприяють поглибленню функціональних змін, виявлених за результатами комп'ютерної оклюзіографії, є ПВЩ з дефектом (зростання індексу асиметрії в середньому на 13,6 % та часу оклюзії – на 71 %), а також операційна травма жувальних м'язів при проведенні хірургічних доступів (зростання часу оклюзії в середньому на 24 %, часу дезоклюзії – на 16 % та ступеня асиметрії – на 17 %).

Заміщення дефектів вертикальних контрфорсів кістковими аутоотрансплантатами покращує відновлення жувальної функції порівняно з пацієнтами, де для фіксації уламків на ділянці дефектів використовували якісні мініпластини як самостійне хірургічне рішення (середній час оклюзії у цієї категорії хворих був меншим на 25 %, а індекс асиметрії був менше на 19 %).

Матеріали даного розділу викладені в наступних публікаціях:

1. Шуминський ЄВ, Копчак АВ, Гурьянов ВГ. Клінічна ефективність хірургічного лікування переломів верхньої щелепи із уламковою фрагментацією вертикальних контрфорсів. *Colloquium-journal*. 2021;(18):44-58.

2. Шуминський ЄВ, Копчак АВ, Гурьянов ВГ, Лисейко НВ. Оцінка оклюзійних співвідношень та жувальної функції у пацієнтів із переломами верхньої щелепи методом комп'ютерної оклюзіографії. *Клін. стоматологія*. 2021;(3):10-25.

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Поєднана травма обличчя має серйозні медичні та соціально-економічні наслідки, які визначаються значним естетичним та функціональним дефіцитом, психологічними розладами, порушеннями соціалізації та високими витратами, пов'язаними з лікуванням та реабілітацією цієї категорії хворих. Наявність численних переломів кісток лицевого черепа, в тому числі ПВЩ, пов'язане з високим рівнем ускладнень, незадовільними клінічними результатами і навіть смертністю [17, 66, 81, 174, 225, 226].

В ході проведеного нами ретроспективного дослідження історій хвороб та даних томографічного дослідження 719 пацієнтів з діагностовано травмою щелепно-лицевої ділянки та наявністю супутніх травматичних ушкоджень інших органів і систем, було встановлено, що серед них, переломи кісток лицевого черепа були наявні у 70,7% постраждалих. В інших випадках відзначали рани та/або множинні забої м'яких тканин обличчя. Основними причинами виникнення щелепно-лицевої травми були побої (43 %), падіння (20,5 %) та ДТП (16 %). Серед постраждалих, пацієнти із ізольованими переломи КСЗО склали 56,9 % (290 хворих). Множинні переломи кісток обличчя що охоплювали 2 і більше анатомічні ділянки були наявні в 22,9% випадків (116 хворих). При цьому ПВЩ за Le Fort I, II, III відзначали в 15 % випадків (77 хворих).

Серед супутніх уражень, наявних у хворих відзначали наступні: важка ЧМТ, внутрішньочерепні крововиливи, забої головного мозку та відкрита черепно-мозкова травма у 31,3 %. Забої, рани, переломи, вивихи кінцівок та пошкодження магістральних судин у 22,4 %. Забиття передньої черевної стінки, розриви внутрішніх органів та проникаючі поранення у 13,8 %. Забої, рани, переломи ребер, гемоторакс, пневмоторакс, забиття серця та легенів у 28 %. Переломи хребців у 4,5 %.

Для пацієнтів із множинними переломами кісток обличчя були характерні вірогідно вищі ніж в середньому по вибірці показники важкості травми за NISS 21(9÷36) проти 15.5 (6÷24), важкості щелепно-лицевої травми за шкалою FISS

7(5÷9) проти 3.36 (1÷5), та тривалості перебування в стаціонарі 17 (11÷23) проти 14.1 (7÷17) діб.

Загальний рівень смертності у пацієнтів з поєднаною щелепно-лицевою травмою склав 2,2 %. Основними причинами смерті були набряк мозку (75%), синдром поліорганної недостатності (12,5 %), посттравматична пневмонія (6,25%) та гостра серцева недостатність (6,25 %), спричинені переважно супутніми травмами інших частин тіла. Це відповідає результатам дослідження You та співавт. та надає докази того, що багатопрофільний підхід до контролю дихальних шляхів та лікування кровотеч, оснований на протоколах ATLS, що застосовують у спеціалізованих травматологічних центрах, є досить ефективним для запобігання смертності.

Хоча щелепно-лицеві травми не були в більшості випадків безпосередньою причиною летальних результатів, однак їх непрямий вплив на загальні показники виживання може бути значним з наступних причин: 1) деякі супутні потенційно небезпечні для життя стани можуть бути не помічені або неправильно діагностовані при серйозних травмах обличчя. 2) Травма обличчя утруднює нормальне дихання і може спричинити системну гіпоксію. 3) Щелепно-лицьова травма є потенційним джерелом інфікування, у тому числі дуже вірулентною одонтогенною мікрофлорою. 4) Згідно з даними відділів екстреної допомоги, повідомленими Lavoie та співавт, (2004) [150], політравма із ураженням голови та шиї, як правило, більш важка, тому ризик смертності у цих випадках вищий. У дослідженні Domingues та співавт. [155, 156], 70,7% всіх пацієнтів, які померли внаслідок політравми, мали травми голови або шиї.

В нашому дослідженні рівень смертності був вірогідно вищим у пацієнтів з переломами кількох зон обличчя, порівняно із тими, у яких визначалися ізольовані переломи окремих ділянок лицевого черепа – 6 проти 1,5 % (RR=4,0, 95 % ДІ 1,5-10,6). При цьому нами не було виявлено зв'язку між значенням FISS та ризиком виникнення летального результату (смерті). Чинники, які були тісно пов'язані зі смертністю це вік, бальна оцінка за шкалою коми Глазго на момент госпіталізації та величина оціночного параметру за NISS. Запропонована

трифакторна модель логістичної регресії на основі цих змінних у пацієнтів з щелепно-лицевою травмою з високою точністю прогнозує ризик летального результату, (чутливість 93,3 % та специфічність 93,9 % ($AUC=0,98$ (95 % ДІ 0,96–1,00)). Граничне (критичне) значення NISS для прогнозування високого ризику летального результату у хворих з політравмою та черепно-щелепно-лицевою травмою склало 41 ($AUC=0,92$ (95 % ДІ 0,89-0,99)). Ця величина є вагомим показником прогнозування смертності, яке слід враховувати при плануванні лікувальних заходів у пацієнтів даної категорії.

Більшість померлих пацієнтів, в представленій серії мали множинні травми КСЗО, зокрема ПВЩ, що відображає клінічне та фізіологічне значення цієї анатомічної ділянки для прогнозу виживання хворих з поєднаною травмою.

Проведений нами аналіз клінічного матеріалу (77 пацієнтів з поєднаними ПВЩ) засвідчив, що переломи кісток СЗО достатньо різноманітні за своїми клініко-анатомічними характеристиками, що зумовлено відмінностями у направленні, тривалості дії, величині та площі прикладення сили травмуючого агенту, а також залежить від особливостей індивідуальної анатомії, внутрішньої структури та фізико-механічних властивостей кісткових структур. ПВЩ супроводжуються руйнуванням складної системи вертикальних та горизонтальних контрфорсів, при чому щілина перелому може проходити як вздовж типових ліній найменшого супротиву, описаних Le Fort, так і відхилятися від них, викликаючи складну фрагментацію з утворенням уламків різного розміру та форми. Відомо, що характеристики та локалізація перелому визначають обсяг хірургічного лікування та його складність, впливають на інтегральну ефективність лікувальних та реабілітаційних заходів, перебіг післяопераційного періоду, та частоту ускладнень.

При багатоуламковій фрагментації, що часто виникає внаслідок високоенергетичної травми, за умови зниженої опірності (міцності) кісткової тканини, окремі фрагменти кістки втрачають життєздатність та зв'язок із м'якими тканинами. Утворення дефектів на ділянці контрфорсів створює несприятливі біомеханічні умови на ділянках що сприймають функціональні навантаження,

утруднює точну репозицію (втрата анатомічних орієнтирів), встановлення фіксуєчих гвинтів та стабілізацію великих уламків. Це зменшує можливості для перерозподілу напружень між фіксатором і кісткою, і, як наслідок, знижує ефективність хірургічних втручань та збільшує ризик вторинних зміщень та незворотних деформацій фіксатора.

Роботи, присвячені механізмам руйнування кісток при травмі, свідчать, що геометричні характеристики кісткових структур та особливості їх архітекtonіки впливають на формування зон локальної концентрації напружень і деформацій, напрямом поширення тріщин, а отже і інтегральний характер втрати цілісності ушкодженої кістки [13]. Для ВЩ, що має виключно складу анатомічну будову ці питання досліджені недостатньо в поодиноких, переважно експериментальних дослідженнях.

На сьогоднішній день прогрес методів візуалізації і комп'ютерного моделювання розкрив нові можливості у прижиттєвому вивченні анатомії та архітекtonіки КСЗО, а також визначенні тяжкості травми та ступеня фрагментації кісткових структур. Так, при дослідженні 30 КТ пацієнтів із нормально сформованим лицевим черепом, без ознак патології КСЗО та придаткових пазух носа нами було встановлено, що анатомічна будова, архітекtonіка КСЗО та ступінь їх пневматизації характеризуються значною індивідуальною варіативністю.

Обчислення традиційних антропометричних параметрів, таких як лицевий кут, кут інклінації, лицевий індекс за Ізард не дають повного уявлення про внутрішню будову, архітекtonіку, ступінь пневматизації КСЗО, ступінь іррегулярності їх поверхні та ін. Застосування сучасних методів КТ діагностики та віртуального моделювання анатомічних структур дозволяє з високою точністю визначати площу поверхні, об'єм, товщину кісткової тканини на різних її ділянках. При цьому для об'єктивної інтегральної оцінки архітекtonіки КСЗО доцільно розраховувати співвідношення об'єму кісткової тканини до об'єму повітроносних шляхів – індекс пневматизації (ІП) та об'єму кістки до площі її поверхні.

Було встановлено, що у 80% обстежених осіб в нормі величина індексу пневматизації перебувала в межах середньоквадратичного відхилення – від 0,9 до 1,5. Цей діапазон вважали нормальним співвідношенням. Значення індексу більші за 1,5 свідчили про склеротичний тип будови КСЗО, а менше 0,9 про пневматичний. Нами встановлено наявність вірогідного зв'язку середньої сили $r=0,55$, $p<0,05$ між ІІ та між товщиною кісткової тканини у ділянці вилицево-альвеолярного гребня. Водночас, на ділянках де структура кістки зазнає меншого впливу від будови повітряних порожнин (носолобовий контрфорс) вірогідних кореляцій між її товщиною та величиною ІІ виявлено не було.

При дослідженні 37 КТ пацієнтів із множинними ПВЩ було встановлено, що їх клініко-анатомічні характеристики значною мірою залежали від особливостей архітекtonіки КСЗО, а саме від співвідношення об'єму кісткової тканини і повітряних порожнин.

За даними дослідження пневматичний тип будови СЗО був відзначений у 29,7% пацієнтів з ПВЩ. Нами виявлені статистично вірогідні залежності, що пов'язують низькі значення ІІ (пневматичний тип будови КСЗО) із високим ступенем фрагментації носолобового контрфорсу ($AUC=0,69$ (95 % ДІ 0,52-0,83)), збільшенням загальної кількості щілин перелому, важкістю щелепно-лицевої травми за шкалою FISS, ступенем фрагментації вилицево-альвеолярного гребня та вилицевої дуги ($AUC=0,89$ (95 % ДІ 0,78-0,99)). Існувала тенденція до збільшення кількості фрагментів на ділянці носолобового та вилицево-верхньощелепного контрфорсів (а також загальної кількості кісткових уламків) та зменшення ступеня фрагментації вилицевої дуги при збільшенні пневматизації КСЗО. Загальна кількість щілин перелому була більше 15 у пацієнтів із пневматичним типом в 27 % проти 15 % в контролі (нормальний та склеротичний тип), а кількість щілин перелому на ділянці вертикальних контрфорсів більше 5 відзначалась у 63,7 % проти 50 % в контролі. Таким чином, збільшення ступеня фрагментації у пацієнтів з пневматичним типом будови КСЗО відбувалось переважно за рахунок збільшення кількості уламків саме на ділянці носолобового контрфорса та вилицево-альвеолярного гребня.

При проведенні відкритої репозиції і остеосинтезу КСЗО у пацієнтів із пневматичним типом їх будови дефекти на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ утворювалися в 66 % проти 58 % випадків у пацієнтів з склеротичним та нормальним типом архітектоніки. В зв'язку з цим при плануванні і реалізації лікувальних та реабілітаційних заходів у пацієнтів з ПВЩ слід враховувати підвищений ризик до уламкової фрагментації та утворення дефектів вертикальних контрфорсів обличчя у пацієнтів із пневматичним типом будови КСЗО.

Це можна пояснити наступним, незалежно від типу будови КСЗО забезпечують ефективне сприйняття і перерозподіл жувального навантаження в нормі. Це досягається збільшенням щільності і жорсткості кістки при її стоншенні у пацієнтів із пневматичним типом, а також зміною орієнтації остенів і трабекул в напрямку середнього вектору статичних навантажень та збільшенням ступеня її анізотропії. Такі властивості кістки, з іншого боку, роблять її більш вразливою до аномальних навантажень спричинених дією травмувальних чинників, зумовлюють крихкий характер її руйнування і створення численних ділянок локальної концентрації напружень із тенденцією до уламкової фрагментації кістки в наближених до повітроносних порожнин зонах. При нормальному і склеротичному типі енергія травмувального чинника більш ефективно передається системою контрфорсів, що зменшує кількість ділянок що зазнають руйнування і фрагментації в зонах V1i та V2i за Donat та співавт [27], водночас збільшується фрагментація ділянок з'єднання лицевого і мозкового черепа (в нашому дослідженні – це вилицева дуга).

Окрім продемонстрованої тенденції до формування менш сприятливих уламкових переломів на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ, пневматичний тип пов'язаний із низкою особливостей, що ускладнюють хірургічне лікування і знижують його ефективність. Стоншення кістки, її фрагментація та утворення дефектів на ділянці встановлення фіксаторів ускладнюють репозицію, зменшують можливість перерозподілу напружень між пластиною і кісткою, погіршують умови для фіксації гвинтів. Це створює додаткові ризики дезінтеграції системи фіксатор-кістка та розвитку вторинних зміщень.

В зв'язку з цим, можна стверджувати, що основним методом діагностики характеру травми у пацієнтів з ПВЩ є МСКТ з тривимірною візуалізацією, що дозволяє визначити локалізацію і напрям щілини перелому, кількість кісткових відламків, товщину кортикального шару в функціонально та клінічно-значимих ділянках, а також віднести КСЗО пацієнта до одного з визначених нами типів пневматизації. При плануванні і реалізації лікувальних заходів у пацієнтів з ПВЩ слід враховувати підвищений ризик до уламкової фрагментації та утворення дефектів вертикальних контрфорсів обличчя у пацієнтів з пневматичним типом будови КСЗО, а також гірший прогноз щодо ризику післяопераційних ускладнень та порушень прикусу при проведенні остеосинтезу.

Відомо що надійним методом оптимізації клінічних рішень при проведенні остеосинтезу ушкоджених кісткових структур є імітаційне комп'ютерне моделювання із визначенням розподілу напружень і деформацій в системі фіксатор-кістка. Досвід застосування методу скінченних елементів при переломах різних локалізацій довів його високу ефективність.

Втім біомеханічні моделі, які застосовували в попередні роки для вивчення проблем остеосинтезу КСЗО мали суттєві обмеження – при їх побудові автори вдавались до значних спрощень та апроксимації у відтворенні геометрії, механічних властивостей кістки та типу перелому, що не дозволяло на їх основі сформулювати чіткі рекомендації та удосконалити підходи до лікування хворих. Для визначення біомеханічних особливостей існуючих способів остеосинтезу та визначення оптимальних хірургічних рішень у пацієнтів із уламковою фрагментацією і дефектами вертикальних контрфорсів СЗО нами було застосовано удосконалені індивідуалізовані скінченно-елементні моделі, створені на основі даних мультиспіральної КТ, що з високою точністю відображали анатомічні особливості та характер травми у реальних пацієнтів, а також, притаманні ним фізико-механічні властивості кісткової тканини та умови функціонального навантаження.

На відміну від попередніх стандартизованих спрощених моделей КСЗО, в даному дослідженні були використані моделі реальних переломів різного типу,

що були репоновані та фіксовані із застосуванням різних підходів, відповідно до існуючих клінічних рекомендацій. Створені моделі були здатні адекватно відтворити природну нерівномірність щільності і жорсткості кістки, а також особливості розподілу напружень і деформацій в ній. За деталізацією геометрії та густиною скінченно-елементної сітки (кількість елементів в моделях варіювала від 333-728 тисяч тетраедричних скінченних елементів) вони суттєво перевершували моделі створені Gross та співавт. (2001) (1800 елементів), але дещо поступалися моделям, представленим в роботах 2015 р.; Wu та співавт. (2014); Pakdel та співавт. (2017) [107, 108, 118]. Кісткову тканину в моделі розглядали, як кусочно-неоднорідну, що складається із 7 типів матеріалу відповідно до класифікації В. О. Маланчука (2013) [227]. Подібний підхід успішно застосовували в своїх роботах Pakdel та ін., 2017; Szwedowski та ін., 2011 для досягнення високого рівня відповідності реальним біологічним об'єктам. Так, Casas та співавт. (2007) вдалося отримати скінченно-елементні моделі, що характеризуються високим рівнем точності та адекватності, їх похибка при співставленні з результатами експериментів та прямих вимірів на біологічних об'єктах визначались на рівні 1,7-11,4 % [115]. Така похибка при моделюванні біологічних об'єктів вважається незначною і не впливає на вірогідність отриманих результатів.

Індивідуальна варіативність анатомічної форми та рентгенологічної щільності кісткових структур, так само і типів переломів, що певною мірою відрізнялися, в досліджених скінченно-елементних моделях, може розглядатися як обмеження даного дослідження з точки зору стандартизації. Водночас даний підхід суттєво наближує модель до реальних біологічних об'єктів, що є важливим при відтворенні переломів з дефектами та багатоуламкових переломів КСЗО. Слід зазначити, що серед існуючих скінченно-елементних моделей, запропонованих для вивчення ПВЩ раніше, практично відсутні моделі придатні для біомеханічного аналізу цього складного виду травматичних ушкоджень.

Отримані результати підтвердили, що анатомічно точна репозиція кісткових фрагментів на ділянці ушкоджених вертикальних контрфорсів

(вилецевоальвеолярний гребінь та латеральний край грушовидного отвору) забезпечує жорсткість фіксації на рівні інтактної кістки, а напруження в елементах фіксації є значно меншими за гранично-допустимі навіть при максимальному вольовому стисканні зубів.

Для вивчення стабільності фіксації ми досліджували, як загальну деформацію системи, так і взаємне переміщення кісткових фрагментів при навантаженні та градієнти абсолютної деформації (strain), як це прийнято в дослідженнях подібного типу. Маланчуком та співавт. (2009) було продемонстровано, що природна деформація інтактних КСЗО при стисненні зубів в стані центральної оклюзії не перевершує 0,3-0,35 мм, а як правило є меншою (на рівні 0,15-0,25 мм) [52]. При точно репонованих і адекватно фіксованих переломах (І група) в нашому дослідженні величина загальної деформації не виходила за межі цього діапазону в жодному із спостережень.

Водночас при переломах із дефектом кістки біомеханічні параметри системи, кардинально змінювались. Інтегральна жорсткість фіксації накісними пластинами зменшувалась в 2,6 рази, а напруження в елементах фіксації над ділянкою дефекту зростали в середньому на 46 %. В окремих випадках їх величина могла перевищувати гранично-допустимі значення для титану марки Ti6Al4V (з урахуванням особливостей його руйнування при втомі). Ці результати, для КСЗО отримані нами вперше. При цьому вони узгоджуються із загальними закономірностями поведінки фіксаторів при остеосинтезі, в тому числі переломів з дефектом, отриманими для інших кісток людини. Клінічний досвід також підтверджує вищий ризик вторинних зміщень при переломах з дефектом кістки. Відомо, що накісні міні пластини добре працюють на розтяг і гірше на стиск і згин, а наявність вільних отворів (що є концентратором напружень) пластини над дефектом погіршує умови їх функціонування.

Заміщення дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ кістковими ауто трансплантатами при проведенні остеосинтезу, дозволяло збільшити інтегральну жорсткість фіксації в середньому в 2 рази та зменшити еквівалентні напруження за Мізесом в елементах фіксації в середньому на 30 %. Це узгоджується із

клінічними результатами, отриманими в роботах Wang та співавт. (2007); McRae та співавт. (2000), та знайшло часткове відображення в протоколах АОСМФ [67, 79, 83]. Отримані нами дані дають теоретичне обґрунтування та поглиблюють уявлення про біомеханічні аспекти застосування даної техніки. Так, позитивні біомеханічні ефекти більш виразні при встановленні кісткових трансплантатів на ділянці вилицево-альвеолярного гребеня, що сприймає переважно стискаючі напруження, а ніж в ділянці носолобового контрфорсу, що зазнає не лише деформацій стиску але й згину.

Хоча отримані данні дозволяли описати основні закономірності біомеханічної поведінки систем фіксатор-кістка при остеосинтезі КСЗО, в тому числі при уламковій фрагментації і дефектах вертикальних контрфорсів, та створювали підґрунтя для оптимізації хірургічних рішень та способів фіксації в різних клінічних випадках, даному дослідженню була притаманна низка обмежень, пов'язаних із спрощеннями і припущеннями, які були застосовані в ході препроцесінгу. Всі елементи скінченно-елементних моделей розглядались нами, як ізотропні, гомогенні (в межах одного типу кістки) та лінійно-еластичні. Зважаючи на відмінності змодельованих і реальних властивостей кісткової тканини та умов навантаження, пряма екстраполяція отриманих результатів на клінічну практику має проводитися зі значною обережністю. Крім того, дане дослідження не враховує біологічних аспектів репаративної регенерації та перебудови кісткового трансплантату в умовах його контакта із інфікованими порожнинами і можливого дефіциту мякотканинного перекриття. Тому, встановлені нами біомеханічні переваги додаткового застосування кісткових ауто трансплантатів при переломах КСЗО потребували підтвердження в серії клінічних досліджень.

Для вивчення клінічної ефективності методів остеосинтезу ВЩ із використанням різних підходів до відновлення вертикальних контрфорсів СЗО, нами було проведено проспективне клінічне дослідження, в яке увійшло 77 пацієнтів розділених на 3 групи в залежності від способу лікування. Особливістю проведеного проспективного дослідження було 1) детальний аналіз ступеня

фрагментації КСЗО та особливостей їх анатомічної будови (в першу чергу - рівень пневматизації) у досліджених хворих з використанням методів віртуальної симуляції та комп'ютерного моделювання за даними КТ, 2) вивчення найближчих та віддалених результатів лікування хворих, що увійшли до клінічних груп та визначення частоти ускладнень при застосуванні різних підходів. Одним із основних критеріїв ефективності при цьому було відновлення нормального претравматичного змикання зубів та здатності сприймати значні жувальні навантаження. 3) Вивчення функціональних результатів хірургічних втручань, зокрема стану оклюзії та функції жування в строки 4-6 місяців після травми із використанням методу комп'ютерної оклюзіометрії.

Нами було підтверджено, що ПВЩ у пацієнтів з поєднаною щелепно-лицевою травмою супроводжуються високим ризиком посттравматичних ускладнень, серед яких переважають гнійно-запальні процеси (10,4 %), розходження країв операційної рани та експозиція пластин (9 та 7,8 %, відповідно), механічна неспроможність систем фіксації і потреба в їх видаленні (15,6%), порушення функцій V та VII пар черепно-мозкових нервів – (36,3%). післяопераційні деформації та порушення прикусу – 11,7 %. Це відповідає даним літератури, згідно з якими, частота ускладнень при хірургічному лікуванні ПВЩ оцінюється на рівні 11-76.6 % і є вірогідно більшою при поєднаних краніо-фаціальних травмах і політравмах, зокрема при розвитку травматичної хвороби та поліорганної недостатності. Розвиток ускладнень був пов'язаний із тяжкою щелепно-лицевою травмою, наявністю дрібноуламкової фрагментації ВЩ, контактом кісткових уламків із зовнішнім середовищем через пошкодження м'яких тканин, відтермінуванням хірургічного лікування, подовженим часом оперативного лікування через складність проведення репозиції, втрати орієнтирів, тощо.

Слід зазначити, що в дане дослідження включали пацієнтів з переважно важкою травмою (медіанне значення FISS у групах дослідження становило від 5 (3,5÷6,5) до 6 (4÷10,25) балів), що супроводжувалась уламковою фрагментацією ВЩ. Gassner та ін., 2003, вказує, що такі хворі мають підвищений ризик

виникнення посттравматичних ускладнень а забезпечення точної репозиції та стабільної фіксації уламків в цих випадках утруднене [68]. Найбільш несприятливими з клініко-анатомічної та хірургічної точки зору виявлялись множинні уламкові переломи із утворенням дефекту кістки на ділянці вертикальних контрфорсів обличчя. Тому, основним завданням даного етапу роботи стала порівняльна оцінка клінічної ефективності застосування методу аутотрансплантації кістки та пластин підвищеної жорсткості як самостійного хірургічного рішення, для заміщення дефектів вертикальних контрфорсів, що утворювались при важкій поєднаній формах ПВЩ з точки зору ризику виникнення гнійно-запальних ускладнень, експозиції пластин і трансплантатів, розсмоктування/відторгнення пересащеної кістки та можливостей досягнення точної репозиції, відновлення прикусу і жувальної функції.

Було встановлено, що за даними контрольних КТ в строки до 6 місяців після операції розсмоктування або відторгнення кісткових трансплантатів не визначалось. Це ми пояснювали тим, що тип будови ВЩ сприяє кращому кровопостачанню та швидкому кістковому зрощенню на ділянці ушкоджень [72, 81, 107, 185, 190]. При виборі типу кісткового аутотрансплнтату найкращі біологічні та біомеханічні властивості демонстрували кортикальні блоки із гілки НЩ, підборіддя, склепіння черепа, передньої стінки верхньощелепного синуса. Достатня товщина кортикального шару дозволяла отримати подовжений період розсмоктування блоків, що відіграло позитивну роль з біомеханічної точки зору та дозволяло отримати стабільне кісткове зрощення у зонах контакта фрагментів щелеп та трансплантату у період спостереження. Забір трансплантату із вказаних ділянок не супроводжувався підвищеною морбідністю донорської зони та значним збільшенням тривалості операцій.

При порівнянні частоти ускладнень різних типів у пацієнтів в клінічних групах було визначено, що найвища частота ускладнень гнійно-запального характеру, експозиції пластин та післяопераційних порушень прикусу була притаманна пацієнтам Gr2 (група з дефектами вертикальних контрфорсів, що відновлювали накісними титановими пластинами). Найкращі результати

натомість були виявлені в Gr1 (фіксація всіх уламків накісними пластинами без утворення дефекту кістки). Це підтверджує доцільність збереження і репонування всіх життєздатних уламків, уникаючи утворення кісткових дефектів, при проведенні остеосинтезу ВЩ і відновленні цілісності ушкоджених вилицево-альвеолярних та носолобових контрфорсів. В цьому випадку, система фіксатор-кістка має вірогідні біомеханічні та клінічні переваги.

При застосуванні кісткових аутогрансплантатів була відзначена тенденція до зменшення частоти гнійно-запальних процесів і експозиції пластин на 19 %, а також залишкових порушень прикусу на 4,5 % порівняно із самостійним застосуванням накісних пластин. При цьому частота ускладнень вірогідно не відрізнялась від показників Gr1, що свідчить про потенційні переваги методики. Встановлення кісткових аутогрансплантатів дозволяло більш точно відновити висоту зруйнованого контрфорсу та стабільно зафіксувати альвеолярний відросток в правильному положенні в 3-х площинах, що позитивно позначалось на можливості відновлення прикусу та профілактиці вторинних зміщень, особливо у пацієнтів із високим рівнем пневматизації КСЗО та стоншенням кісткових структур (пневматичний тип будови). Водночас, аналіз віддалених результатів хірургічних втручань з точки зору відновлення прикусу не виявив вірогідних міжгрупових розбіжностей. Основними чинниками, що значимо ($p < 0.05$) впливали на ризик післяопераційних порушень прикусу за даними одно та багатофакторного аналізу були неточна репозиція фрагментів ВЩ (ВШ = 53 (95 % ДІ 5.7-497)), наявність переломів НЩ (ВШ = 3.51 (95% ДІ 1.02–12.1)), особливості анатомічної будови (величина П) та розходження країв операційної рани (AUC=0,76 (95 % ДІ 0,56-0,91)). Отже важкість та характер травми, особливості анатомічної будови та архітектоніка КСЗО, а також перебіг процесів регенерації кістки в післяопераційному періоді, що є дуже варіативними параметрами, впливали на результуючі оклюзійні співвідношення більшою мірою ніж застосований спосіб хірургічного лікування.

Проведене дослідження мало низку обмежень пов'язаних із невеликою кількістю пацієнтів та важкістю створення однорідності у групах дослідження, що

не дозволили виявити статистично вірогідні відмінності за частотою ускладнень у пацієнтів з ПВЩ, яким встановлювали кісткові трансплантати порівняно із самостійним застосуванням жорсткіших пластин для заміщення дефектів вертикальних контрфорсів СЗО, це питання потребує подальшого вивчення на великих групах хворих в мультицентрових рандомізованих дослідженнях. Однак, проведені дослідження дозволили визначити частоту і структуру ускладнень у пацієнтів із важкою поєднаною травмою СЗО, зокрема з ПВЩ. Були визначені фактори ризику виникнення ускладнень і підтвердженій вплив анатомії та архітектоніки КСЗО (ступеня їх пневматизації), як на характер ушкоджень, так і на прогноз, щодо розвитку ускладнень (у поєднанні з іншими факторами ризику). Встановлено, що при дрібно уламкових переломах, що супроводжуються утворенням дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ, частота гнійно-запальних ускладнень, експозиції пластин, неспроможності системи фіксації та порушень прикусу є більшою. Було показано, що застосування кісткових ауто трансплантатів із передньої стінки гайморової порожнини, підборіддя, зовнішньої косої лінії НЩ, та склепіння черепа не супроводжується підвищеним ризиком гнійно-запальних ускладнень, експозиції пластин чи розсмоктування трансплантатів, натомість демонструють певну тенденцію до зменшення частоти вторинних зміщень і порушень прикусу.

Іншим важливим критерієм ефективності лікувальних заходів у пацієнтів з ПВЩ вважали відновлення функціональної здатності ВЩ сприймати та перерозподіляти жувальні навантаження, що в даному дослідженні контролювали із використанням методу комп'ютерної оклюзіометрії.

Відомо, що забезпечення ефективної функції жування є складним регульованим процесом, що забезпечується унікальною анатомічною будовою щелепно-лицевої ділянки та злагодженою роботою різних анатомічних структур. При травмі окремі елементи цієї системи зазнають руйнування, що спричиняє її часткову чи повну дезінтеграцію. Задачею хірургічного лікування ПВЩ є відновлення цілісності ушкоджених кісток і претравматичних оклюзійних співвідношень, а також швидке відновлення функції СНЩС і жувальних м'язів в

процесі реабілітації. Забезпечення множинного міжзубного контакта, що є одним з показників центральної оклюзії в нормі, під час проведення остеосинтезу є важливою задачею, що досягається низкою хірургічних прийомів і є важливим критерієм ефективності лікування в цілому. Втім у віддаленому післяопераційному періоді на ефективність відновлення функції жування впливає і низка інших чинників, таких, як стан м'язевого апарату, пародонту і твердих тканин зубів (наявність сколів, переломів, каріозних уражень тощо), утворення дефектів зубних рядів, в тому числі внаслідок дентоальвеолярної травми, якість регенерату, що утворився на ділянці перелому і особливості розподілу напружень і деформацій в системі фіксатор-кістка, що залежать від застосованого способу остеосинтезу. Неможливість ефективного відновлення природних біомеханічних параметрів ВЩ при цьому може супроводжуватись зниженням сили довільного змикання зубів, асиметрією в балансі оклюзії, зміною жувального стереотипу та повою аномальних контактів в різних фазах жувального циклу (особливо, коли зниження жорсткості і міцності системи супроводжується пластичними деформаціями елементів фіксації та вторинними зміщеннями).

Отримані нами данні свідчать, що ПВЩ у пацієнтів з важкою поєднаною краніо-фаціальною травмою та політравмою були асоційовані із підвищеним ризиком оклюзійних порушень в післяопераційному періоді. Ці порушення, виражені різною мірою були наявні у всіх досліджених хворих навіть за умови адекватної репозиції уламків, і полягали в наявності окремих супраконтактів та контактів надмірної сили, асиметрії в балансі оклюзії в момент максимального міжгорбкового змикання (від 2,0 до 70,8 %), подовження часу оклюзії (із виходом за межі референтних значень у 30 % пацієнтів), тощо. Одним із обмежень даного дослідження було те, що претравматичний стан оклюзії у пацієнтів був невідомий, тому ми не можемо чітко визначити, якою мірою саме травма і наслідки хірургічного втручання визначали розвиток цих порушень. Однак отримані нами данні свідчать, що пацієнти із ПВЩ на етапах реабілітації потребують спостереження у ортопеда стоматолога або гнатолога із проведенням відповідної діагностики і корекції вказаних порушень. При цьому зазначені

порушення в значній частині випадків (27,8 %) носили субкомпенсований характер і до кінця не усвідомлювались пацієнтом і щелепно-лицевим хірургом, що за відсутності відповідної діагностики із застосуванням сучасних тензодатчиків “T-Scan” компанії “Tekscan” (Tekscan, Inc., S. Boston, MA, США) може стати причиною несвоєчасного звернення по допомогу і поглиблення патологічних змін з часом.

За нашими даними наявність дефекту на ділянці контрфорсів сприяла поглибленню функціональних змін, виявлених за результатами комп'ютерної оклюзіографії, зокрема супроводжувалась зростанням індексу асиметрії в середньому на 13,6 % та часу оклюзії на 71,0 % (0,1 с). В ситуаціях, коли ураження носили асиметричний характер, і у пацієнта з одного боку був наявний перелом із дефектом, заміщений пластиною, а з іншого боку – перелом фіксований без дефекту кістки (в тому числі при застосуванні кісткових трансплантатів), перші контакти завжди виникали на стороні де дефект контрфорсів був відсутній. Ступень асиметрії в силі стискання зубів правої і лівої сторони в цих випадках міг бути дуже значним, досягаючи 70,0 %. При цьому, сторона першого контакта між зубами збігалася з вектором сумарного оклюзійного навантаження у 77,8 % випадків.

Відомо, що збалансований двосторонній міжзубний контакт створює найбільш сприятливі умови для функціонування зубо-щелепної системи. У випадку ПВЩ, одним зі шляхів оптимізації жувальної функції було застосування кісткових аутоотрансплантаів для заміщення дефектів вертикальних контрфорсів. В даному дослідженні було показано, що їх застосування дозволяло зменшити середній час оклюзії на 25,0 %, а індекс асиметрії – на 19,0 % порівняно із пацієнтами, де для фіксації уламків на ділянці дефектів використовували накісні мініпластини, як самостійне хірургічне рішення, що цілком узгоджувалось із результатами проведеного нами модельного експерименту. Через невелику кількість спостережень і значні індивідуальні варіації за даними показниками в групах порівняння, ці розбіжності виявились не достовірними. Це вимагає подальшого вивчення питання на більших контингентах хворих, в тому числі в

багато центрових рандомізованих дослідженнях. Крім того слід брати до уваги, той факт, що крім точності відновлення претравматичної анатомії кісток обличчя та множинного фісурно-горбикового контакта зубів, важливим чинником нормалізації оклюзійних співвідношень був стан жувальних м'язів. Нами продемонстровано, що операційна травма жувальних м'язів при проведенні хірургічних доступів – пересічення і відшарування власне жувальних м'язів (при операціях з приводу супутніх травм НЩ) та скроневих м'язів (під час виконання вінцевого доступу) спричиняє збільшення часу оклюзії в середньому на 24 %, часу дезоклюзії на 16 % та ступеня асиметрії на 17 %, не залежно від способу остеосинтезу ВЩ. Це дозволяє рекомендувати щадну малоінвазивну техніку проведення доступів по відношенню до жувальних м'язів поряд із ранньою мобілізацією НЩ в післяопераційному періоді у пацієнтів із множинними переломами обличчя.

Загалом, результати даного дисертаційного дослідження свідчать, що планування лікувальних та реабілітаційних заходів, а також прогнозування їх найближчих та віддалених результатів у пацієнтів з ПВЩ при політравмі та поєднаній краніо-фаціальній травмі має проводитись на основі диференційованого підходу, що враховує особливості анатомічної будови та архітекτονіки КСЗО, зокрема ступень їх пневматизації, визначений методами комп'ютерного моделювання на основі КТ. При пневматичному типі будови кісток лицевого черепа (значення ІІ $< 0,9$), що частіше асоційований із багато уламковою фрагментацією і утворенням дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ, застосування способів їх відновлення із використанням кісткових аутотрансплантатів дозволяє досягти найкращих функціональних результатів та не пов'язано із підвищеним ризиком виникнення ускладнень в найближчому та віддаленому післяопераційному періоді.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено наукове обґрунтування і практичне вирішення однієї з актуальних задач щелепно-лицевої хірургії – підвищення ефективності хірургічного лікування пацієнтів з ПВЩ шляхом розробки та клінічного застосування удосконалених методів комп'ютерного моделювання та функціонально-стабільного остеосинтезу із використанням кісткових аутотрансплантатів для відновлення вертикальних контрфорсів СЗО. В ході виконання роботи було розроблено та впроваджено в клінічну практику нові діагностичні і прогностичні критерії, що дозволяють враховувати особливості анатомічної будови і архітекtonіки КСЗО при плануванні і реалізації хірургічних стратегій. Впровадження диференційованих підходів до проведення остеосинтезу у пацієнтів з ПВЩ, залежно від характеру травми і ступеня пневматизації кісткових структур дозволило покращити анатомічні та функціональні результати їх хірургічного лікування та зменшити частоту післяопераційних ускладнень і порушень функції жування.

1. Переломи КСЗО та множинні переломи обличчя, що охоплюють 2 і більше анатомічні зони відзначаються у 79,8% пацієнтів із поєднаною щелепно-лицевою травмою, при цьому ПВЩ за Le Fort I, II, III наявні у 15 % хворих цієї категорії. Їх основними причинами є побої (43%), падіння (20,5 %) та ДТП (16,0 %). Для пацієнтів із множинними переломами кісток обличчя характерні вірогідно вищі ніж в середньому по вибірці показники важкості травми за NISS (21(9÷36) проти 15.5 (6÷24)), важкості щелепно-лицевої травми за шкалою FISS(7(5÷9)проти 3.36 (1÷5)), та тривалості перебування в стаціонарі (17(11÷23)проти 14.1 (7÷17) діб).

2. Загальний рівень смертності у пацієнтів з поєднаною щелепно-лицевою травмою склав 2,2 %. Основні причини смерті були набряк мозку (75%), синдром поліорганної недостатності (12,5 %), посттравматична пневмонія (6,25 %) та гостра серцева недостатність (6,25 %). Рівень смертності був вірогідно вищим у пацієнтів з множинними переломами обличчя, порівняно

із тими, у яких визначали ізольовані переломи його окремих анатомічних зон – 6,0 проти 1,5 % ($p < 0,05$). Чинники, які були тісно пов'язані зі смертністю це вік, оцінка за шкалою коми Глазго на момент госпіталізації та величина параметру NISS. Запропонована трифакторна модель логістичної регресії на основі цих змінних з високою точністю прогнозує ризик летального результату, (чутливість 93,3% та специфічність 93,9 % ($AUC = 0,98$ (95 % ДІ 0,96-1,00)).

3. Клініко-анатомічні характеристики ПВЩ у пацієнтів із множинними переломами значною мірою залежать від особливостей архітекtonіки КСЗО, а саме, від співвідношення об'єму кісткової тканини і повітроносних порожнин (П). Існують вірогідні залежності, що пов'язують низькі значення П (пневматичний тип будови КСЗО) із високим ступенем фрагментації носолобового контрфорсу, збільшенням загальної кількості щілин перелому, важкістю щелепно-лицевої травми за шкалою FISS, ступенем фрагментації вилицево-альвеолярного гребеня та вилицевої дуги ($AUC=0,89$ (95 % ДІ 0,78-0,99)). При проведенні відкритої репозиції і остеосинтезу КСЗО у пацієнтів із пневматичним типом їх будови дефекти на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ утворювалися ніж у пацієнтів із склеротичним та нормальним типом архітекtonіки (66,0 проти 58,0 %, випадків).

4. Розподіл напружень і деформацій в системах фіксатор-кістка при проведенні остеосинтезу КСЗО залежить від індивідуальних особливостей анатомії та архітекtonіки кістки, її щільності, характеру травми а також застосованого способу фіксації. При цьому, максимальна концентрація напружень виникає на поверхні елементів фіксації, розташованих в зоні вертикальних контрфорсів ВЩ. Анатомічно точна репозиція кісткових фрагментів на цих ділянках забезпечує жорсткість фіксації на рівні інтактної кістки, а напруження в елементах фіксації в середньому становлять $27,3 \pm 13,1$ МПа (в 22-33 рази менше гранично допустимої величини на розрив). За наявності дефектів кістки на ділянці вертикальних контрфорсів ВЩ, інтегральна жорсткість фіксації накісними пластинами зменшується в 2,6 рази, а напруження в елементах фіксації зростають в середньому на 46 %.

5. Заміщення дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ кістковими ауто трансплантатами при проведенні остеосинтезу, дозволяє збільшити інтегральну жорсткість фіксації в середньому в 2 рази та зменшити еквівалентні напруження за Мізесом в елементах фіксації в середньому на 30% порівняно із самостійним застосуванням накісних пластин. Ці позитивні біомеханічні ефекти більш виразні при встановленні кісткових трансплантатів на ділянці вилицево-альвеолярного гребеня, що сприймає переважно стискаючі напруження, а ніж в ділянці носолобового контрфорсу, що зазнає не лише деформацій стиску але й згину.

6. ПВЩ у пацієнтів з поєднаною щелепно-лицевою травмою супроводжуються високим ризиком посттравматичних ускладнень, серед яких переважають гнійно-запальні процеси (10,4%), розходження країв операційної рани та експозиція пластин (9,0 та 7,8 %, відповідно), механічна неспроможність систем фіксації і потреба в їх видаленні (15,6 %), порушення функцій V та VII пар черепно-мозкових нервів (36,3 %). післяопераційні деформації та порушення прикусу (11,7 %). Основними чинниками, що значимо ($p < 0.05$) впливали на ризик післяопераційних порушень прикусу за даними одно та багатофакторного аналізу були неточна репозиція фрагментів ВЩ (ВШ = 53 (95 % ДІ 5.7–497)), наявність переломів НЩ (ВШ=3.51 (95 % ДІ 1.02–12.1)), особливості анатомічної будови (величина ІІІ) та розходження країв операційної рани (AUC = 0,76 (95 % ДІ 0,56–0,91)).

7. Застосування пластин збільшеної жорсткості та кісткових ауто трансплантатів для заміщення дефектів вилице-альвеолярного та носолобового контрфорсів СЗО, не супроводжується вірогідним збільшенням ризику післяопераційних ускладнень. Відзначена тенденція до зменшення частоти гнійно-запальних процесів і експозиції пластин на 19 %, а також залишкових порушень прикусу на 4,5 % при заміщенні цих дефектів кістковими ауто трансплантатами порівняно із самостійним застосуванням накісних пластин.

8. ПВЩ при поєднаній щелепно-лицевій травмі в післяопераційному періоді асоційовані із розвитком оклюзійних порушень: наявність супраконтактів та контактів надмірної сили, асиметрія в балансі оклюзії і подовження її часу, що за результатами комп'ютерної оклюзіографії різною мірою наявні у всіх прооперованих хворих. Важливими чинниками, що сприяють поглибленню цих функціональних змін є ПВЩ із дефектом (зростання індексу асиметрії в середньому на 13,6 % та часу оклюзії на 71 % (0,1 с)), та операційна травма жувальних м'язів при проведенні хірургічних доступів (зростання часу оклюзії в середньому на 24 %, часу дезоклюзії на 16 % та ступеня асиметрії на 17 %). Заміщення дефектів вертикальних контрфорсів кістковими ауто трансплантатами покращує відновлення жувальної функції у цієї категорії хворих (зменшення середнього часу оклюзії на 25 %, а індексу асиметрії на 19 %), порівняно із використанням накісних пластини, як самостійного хірургічного рішення.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для отримання цілісного уявлення про анатомічну будову і архітекtonіку КСЗО у пацієнтів з ПВЩ, обчислення традиційних антропометричних параметрів, таких як лицевий кут, кут інклинації, лицевий індекс за Ізард, слід доповнювати розрахунком співвідношення об'єму кісткової тканини до об'єму повітроносних шляхів (П) та об'єму кістки до площі її поверхні за даними КТ та 3D-моделювання анатомічних структур. Ці співвідношення з високою точністю відображають ступінь пневматизації КСЗО, та іррегулярності їх поверхні, а також на основі встановлених кореляційних залежностей дозволяють судити про товщину кістки в функціонально значимих зонах. Значення П від 0,9 до 1,5 свідчать про нормальний тип архітекtonіки КСЗО, менше 0,9 – про пневматичний тип, більше 1,5 – про склеротичний тип.

2. Основним методом діагностики характеру травми у пацієнтів з ПВЩ є МСКТ з тривимірною візуалізацією, що дозволяє визначити локалізацію і напрям щілини перелому, кількість кісткових відламків, товщину кортикального шару в функціонально та клінічно-значимих ділянках, а також віднести КСЗО пацієнта до одного з визначених нами типів пневматизації. При плануванні і реалізації лікувальних заходів у пацієнтів з ПВЩ слід враховувати підвищений ризик до уламкової фрагментації та утворення дефектів вертикальних контрфорсів обличчя у пацієнтів із пневматичним типом будови КСЗО, а також гірший прогноз щодо ризику післяопераційних ускладнень та порушень прикусу при проведенні остеосинтезу.

3. Для визначення ризику летальних результатів у пацієнтів з поєднаною щелепно-лицевою травмою нами запропонована трифакторна модель логістичної регресії, що з високою точністю прогнозує ризик летального результату на основі врахування таких факторів, як вік хворих, оцінка за шкалою коми Глазго та величина параметру NISS (чутливість 93,3 %, специфічність 93,9 % (AUC=0,98 (95 % ДІ 0,96-1,00)). Граничне (критичне) значення NISS для прогнозування високого ризику летального результату в хворих з політравмою та черепно-щелепно-лицевою травмою складає 41

(AUC=0,92;95 % ДІ 0,89-0,99). Це значення є вірогідним показником для прогнозування смертності, яке слід враховувати при плануванні мультидисциплінарних лікувальних заходів, визначенні термінів і обсягу хірургічної допомоги у пацієнтів даної категорії.

4. При проведенні остеосинтезу ВЩ необхідно проводити відновлення цілісності всіх ушкоджених вилицево-альвеолярних та носолобових контрфорсів. При їх багатоуламковій фрагментації необхідно, по можливості, зберігати і репонувати всі життєздатні уламки, уникаючи утворення кісткових дефектів. В цьому випадку система фіксатор-кістка має вірогідні біомеханічні переваги, а результати лікування є кращими порівняно з ПВЩ з дефектом кістки, незалежно від застосованого способу заміщення дефектів.

5. Застосування кісткових аутотрансплантатів для заміщення дефектів вертикальних контрфорсів ВЩ є методом вибору при переломах, що виникають у пацієнтів з пневматичним типом будови КСЗО, натомість при склеротичному і нормальному типі можливе застосування накісних мініпластин збільшеної жорсткості, як самостійного хірургічного рішення. Встановлення кісткових аутотрансплантатів найбільш доцільне в ділянці вилицево-альвеолярного гребеня; при їх встановленні в зоні носолобового контрфорсу біомеханічні переваги способу зменшуються. При вибрі типу кісткового аутотрансплнтату перевагу слід надавати кортикальним блокам з гілки НЩ, підборіддя, склепіння черепа, передньої стінки верхньощелепного синуса.

6. Пацієнти з множинними переломами КСЗО та ПВЩ у віддаленому післяопераційному періоді потребують спостереження у ортопеда-стоматолога чи гнатолога з контролем відновлення оклюзії та жувальної функції методом комп'ютерної оклюзіометрії, а також проведення ортопедичної чи ортодонтичної корекції виявлених порушень. При цьому, слід враховувати, що в групу ризику порушень оклюзійних співвідношень входять пацієнти з ПВЩ і дефектими вертикальних контрфорсів та хворі, у яких при проведенні остеосинтезу використовували хірургічні доступи з пересіченням м'язів, що піднімають НЩ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Leketas M, Vedlugaitė E, Kubilius R. Management of maxillofacial fractures within three years of empirical findings. *Stomatologija*. 2016;18(2):39-50.
2. Yamamoto K, Matsusue Y, Murakami K, Horita S, Sugiura T, Kirita T. Maxillofacial fractures in older patients. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011 Aug;69(8):2204-10. doi: 10.1016/j.joms.2011.02.115.
3. Boffano P, Rocca F, Zavattero E, Dediol E, Uglešić V, Kovačić Ž, et al. European Maxillofacial Trauma (EURMAT) project: a multicentre and prospective study. *J Craniomaxillofac Surg*. 2015 Jan;43(1):62-70. doi: 10.1016/j.jcms.2014.10.011.
4. Cohn JE, Smith KC, Licata JJ, Michael A, Zwillenberg S, Burroughs T, et al. Comparing urban maxillofacial trauma patterns to the National Trauma Data Bank©. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2020 Feb;129(2):149-56. doi: 10.1177/0003489419878457.
5. Regmi KP, Tu J, Ge S, Hou C, Hu X, Li S, et al. Retrospective clinical study of maxillary sagittal fractures: predictors of postoperative outcome. *J Oral Maxillofac Surg*. 2017 Mar;75(3):576-83. doi: 10.1016/j.joms.2016.11.012.
6. Gandhi S, Ranganathan LK, Solanki M, Mathew GC, Singh I, Bither S. Pattern of maxillofacial fractures at a tertiary hospital in northern India: a 4-year retrospective study of 718 patients. *Dent Traumatol*. 2011 Aug;27(4):257-62. doi: 10.1111/j.1600-9657.2011.00996.x.
7. Kostakis G, Stathopoulos P, Dais P, Gkinis G, Igoumenakis D, Mezitis M, et al. An epidemiologic analysis of 1,142 maxillofacial fractures and concomitant injuries. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012 Nov;114(5 Suppl):S69-73. doi: 10.1016/j.tripleo.2011.08.029.
8. Naveen Shankar A, Naveen Shankar V, Hegde N, Sharma, Prasad R. The pattern of the maxillofacial fractures - A multicentre retrospective study. *J Craniomaxillofac Surg*. 2012 Dec;40(8):675-9. doi: 10.1016/j.jcms.2011.11.004.

9. Lee K. Global trends in maxillofacial fractures. *Craniofacial Trauma Reconstr.* 2012 Dec;5(4):213-22. doi: 10.1055/s-0032-1322535.
10. Van Hout WM, Van Cann EM, Abbink JH, Koole R. An epidemiological study of maxillofacial fractures requiring surgical treatment at a tertiary trauma centre between 2005 and 2010. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2013 Jul;51(5):416-20. doi: 10.1016/j.bjoms.2012.11.002.
11. Mijiti A, Ling W, Tuerdi M, Maimaiti A, Tuerxun J, Tao YZ, et al. Epidemiological analysis of maxillofacial fractures treated at a university hospital, Xinjiang, China: A 5-year retrospective study. *J Craniofacial Surg.* 2014 Apr;42(3):227-33. doi: 10.1016/j.jcms.2013.05.005.
12. Al-Khateeb T, Abdullah FM. Craniofacial injuries in the United Arab Emirates: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Jun;65(6):1094-101. doi: 10.1016/j.joms.2006.09.013.
13. Roumeliotis G, Ahluwalia R, Jenkyn T, Yazdani A. The Le Fort system revisited: Trauma velocity predicts the path of Le Fort I fractures through the lateral buttress. *Plast Surg (Oakv).* 2015 Spring;23(1):40-2. doi: 10.4172/plastic-surgery.1000899.
14. Chrcanovic BR, Abreu MH, Freire-Maia B, Souza LN. 1,454 mandibular fractures: a 3-year study in a hospital in Belo Horizonte, Brazil. *J Craniofacial Surg.* 2012 Feb;40(2):116-23. doi: 10.1016/j.jcms.2011.03.012.
15. Shibuya TY, Karam AM, Doerr T, Stachler RJ, Zormeier M, Mathog RH, et al. Facial fracture repair in the traumatic brain injury patient. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Sep;65(9):1693-9. doi: 10.1016/j.joms.2006.06.309.
16. Kaufman MS, Marciani RD, Thomson SF, Hines WP. Treatment of facial fractures in neurologically injured patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 1984 Apr;42(4):250-2. doi: 10.1016/0278-2391(84)90457-9.
17. Salentijn EG, Collin JD, Boffano P, Forouzanfar T. A ten year analysis of the traumatic maxillofacial and brain injury patient in Amsterdam: complications and treatment. *J Craniofacial Surg.* 2014 Dec;42(8):1717-22. doi: 10.1016/j.jcms.2014.06.005.

18. Arajärvi E, Lindqvist C, Santavirta S, Tolonen J, Kiviluoto O. Maxillofacial trauma in fatally injured victims of motor vehicle accidents. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1986 Aug;24(4):251-7. doi: 10.1016/0266-4356(86)90089-6.
19. Bellamy JL, Munding GS, Reddy SK, Flores JM, Rodriguez ED, Dorafshar AH. Le Fort II fractures are associated with death: a comparison of simple and complex midface fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013 Sep;71(9):1556-62. doi: 10.1016/j.joms.2013.04.007.
20. Fattahi T. Surgical anatomy of the maxillary region. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2007 Mar;15(1):1-6. doi: 10.1016/j.cxom.2006.10.001.
21. Manson PN. Some thoughts on the classification and treatment of Le Fort fractures. *Ann Plast Surg.* 1986 Nov;17(5):356-63. doi: 10.1097/00000637-198611000-00003.
22. Митрошенков ПН. Реконструктивная хирургия тотальных и субтотальных дефектов верхней, средней и нижней зон лицевого скелета: [рук. для врачей]. СПб.: СИНТЕЗ Бук; 2010. 411 с.
23. Maddux SD, Butaric LN. Zygomaticomaxillary morphology and maxillary sinus form and function: how spatial constraints influence pneumatization patterns among modern humans. *Anat Rec.* 2017 Jan;300(1):209-25. doi: 10.1002/ar.23447.
24. O'Malley JF. Evolution of the nasal cavities and sinuses in relation to function: (Abstract). *Proc R Soc Med.* 1923;16(Laryngol Sect):83-4.
25. Ross CF. In vivo function of the craniofacial haft: the interorbital "pillar". *Am J Phys Anthropol.* 2001 Oct;116(2):108-39. doi: 10.1002/ajpa.1106.
26. Scott JH. Heat regulating function of the nasal mucous membrane. *J Laryngol Otol.* 1954 May;68(5):308-17. doi: 10.1017/s0022215100049707.
27. Donat TL, Endress C, Mathog RH. Facial fracture classification according to skeletal support mechanisms. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998 Dec;124(12):1306-14. doi: 10.1001/archotol.124.12.1306.
28. Vaid S, Vaid N. Normal anatomy and anatomic variants of the paranasal sinuses on computed tomography. *Neuroimaging Clin N Am.* 2015 Nov;25(4):527-48. doi: 10.1016/j.nic.2015.07.002.

- 29.Sigaud C. Le forme humaine. Paris; Lyon: A. Maloine; 1914. 57 p
- 30.Rudderman RH, Mullen RL. Biomechanics of the facial skeleton. *Clin Plast Surg.* 1992 Jan;19(1):11-29.
- 31.Manson PN, Hoopes JE, Su CT. Structural pillars of the facial skeleton: an approach to the management of Le Fort fractures. *Plast Reconstr Surg.* 1980 Jul;66(1):54-62. doi: 10.1097/00006534-198007000-00010.
- 32.Luce EA. Developing concepts and treatment of complex maxillary fractures. *Clin Plast Surg.* 1992 Jan;19(1):125-31.
- 33.Markowitz BL, Manson PN. Panfacial fractures: organization of treatment. *Clin Plast Surg.* 1989 Jan;16(1):105-14.
- 34.Rowe NL. [Traumatic lesions of the middle third of the face and their treatment]. *Ann Otolaryngol.* 1961 Oct-Nov;78:670-87. French.
- 35.Любченко АВ. Результаты изучения напряженно-деформированного состояния костной ткани скуловой области при применении нового полного эндопротеза височно-нижнечелюстного сустава, *Вісн. стоматології.* 2009;(3):63-8.
- 36.Krabbel G, Appel H. Development of a finite element model of the human skull. *J Neurotrauma.* 1995 Aug;12(4):735-42. doi: 10.1089/neu.1995.12.735.
- 37.Tanne K, Hiraga J, Sakuda M. Effects of directions of maxillary protraction forces on biomechanical changes in craniofacial complex. *Eur J Orthod.* 1989 Nov;11(4):382-91. doi: 10.1093/oxfordjournals.ejo.a036010.
- 38.Wroe S, Ferrara TL, McHenry CR, Curnoe D, Chamoli U. The craniomandibular mechanics of being human. *Proc Biol Sci.* 2010 Dec 7;277(1700):3579-86. doi: 10.1098/rspb.2010.0509.
- 39.Reimann S, Keilig L, Jäger A, Bourauel C. Biomechanical finite-element investigation of the position of the centre of resistance of the upper incisors. *Eur J Orthod.* 2007 Jun;29(3):219-24. doi: 10.1093/ejo/cjl086.
- 40.Provatidis CG, Georgiopoulos B, Kotinas A, McDonald JP. Evaluation of craniofacial effects during rapid maxillary expansion through combined in vivo/in

- vitro and finite element studies. *Eur J Orthod.* 2008 Oct;30(5):437-48. doi: 10.1093/ejo/cjn046.
- 41.Han UA, Kim Y, Park JU. Three-dimensional finite element analysis of stress distribution and displacement of the maxilla following surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009 Apr;37(3):145-54. doi: 10.1016/j.jcms.2008.10.002.
- 42.Yu HS, Baik HS, Sung SJ, Kim KD, Cho YS. Three-dimensional finite-element analysis of maxillary protraction with and without rapid palatal expansion. *Eur J Orthod.* 2007 Apr;29(2):118-25. doi: 10.1093/ejo/cjl057.
- 43.Wu YQ, Zhang ZY, Tie Y, Zhang ZY, Wang DM, Zhang CP, et al. [Biomechanical evaluation of zygomatic implant in unilateral maxillary defect restoration]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2008 Jun;17(3):250-5. Chinese.
- 44.Lei YH, Jian XC, Ren BQ. [Three-dimensional finite element model of maxillary protraction of the maxilla in patients with cleft lip and palate]. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2008 Oct;33(10):898-905. Chinese.
- 45.Hampson D. Facial injury: a review of biomechanical studies and test procedures for facial injury assessment. *J Biomech.* 1995 Jan;28(1):1-7. doi: 10.1016/0021-9290(95)80001-8.
- 46.Nyquist GW, Cavanaugh JM, Goldberg, SJ, King AI. Facial impact tolerance and response. In: 30th Stapp Car Crash Conference; 1986 Oct 27. p. 850-71. doi: <https://doi.org/10.4271/861896>.
- 47.Le Fort R. Experimental study of fractures of the upper jaw Parts I and II. *Rev Chir Paris.* 1901;23:208; translated by Tessier P, reprinted in *Plast Reconstr Surg.* 1972;50(5):497-506.
- 48.Le Fort, R. Experimental study of fractures of the upper jaw Part III. *Plast Reconstr Surg.* 1972;50(6):600-5.
- 49.Marciani RD. Management of midface fractures: fifty years later. *J Oral Maxillofac Surg.* 1993 Sep;51(9):960-8. doi: 10.1016/s0278-2391(10)80035-7.

50. Shumynskyi IeV, Kopchak AV. Relation between paranasal sinuses and surrounding bone tissue. *Journal of Education, Health and Sport*. 2020;10(12):22-31. doi: <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.12.002>.
51. Shumynskyi Ie, Kopchak A. Clinical and anatomical features of maxillary fractures in patients with different types of its pneumatization. *Вісн. стоматології*. 2021;39(1):36-47. doi: 10.35220/2078-8916-2021-39-1-36-47..
52. Маланчук ВО, Крищук МГ, Короткоручко АА. Особливості відтворення функціональних навантажень в імітаційних моделях кісток середньої зони обличчя. *Укр. мед. часоп.* 2011;(2):102-5.
53. Catapano J, Fialkov JA, Binhammer PA, McMillan C, Antonyshyn OM. A new system for severity scoring of facial fractures: development and validation. *J Craniofac Surg*. 2010 Jul;21(4):1098-103. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181e1b3c1.
54. Chen WJ, Yang YJ, Fang YM, Xu FH, Zhang L, Cao GQ. Identification and classification in le fort type fractures by using 2D and 3D computed tomography. *Chin J Traumatol*. 2006 Feb;9(1):59-64.
55. Fraioli RE, Branstetter BF, Deleyiannis FW. Facial fractures: beyond Le Fort. *Otolaryngol Clin North Am*. 2008 Feb;41(1):51-76, vi. doi: 10.1016/j.otc.2007.10.003.
56. Buitrago-Téllez CH, Schilli W, Bohnert M, Alt K, Kimmig M. A comprehensive classification of craniofacial fractures: postmortem and clinical studies with two- and three-dimensional computed tomography. *Injury*. 2002 Oct;33(8):651-68. doi: 10.1016/s0020-1383(02)00119-5.
57. Hopper RA, Salemy S, Sze RW. Diagnosis of midface fractures with CT: what the surgeon needs to know. *Radiographics*. 2006 May-Jun;26(3):783-93. doi: 10.1148/rg.263045710.
58. Laine F, Conway WF, Laskin DM. Radiology of maxillofacial trauma. *Curr Probl Diagn Radiol*. 1993 Jul-Aug;22(4):145-88. doi: 10.1016/0363-0188(93)90019-p.
59. Ludi EK, Rohatgi S, Zygmunt ME, Khosa F, Hanna TN. Do Radiologists and surgeons speak the same language? A retrospective review of facial trauma. *AJR Am J Roentgenol*. 2016 Nov;207(5):1070-6. doi: 10.2214/AJR.15.15901.

60. Treil J, Casteigt J, Borianne P, Faure J. Céphalométrie 3D [3D cephalometry]. *Orthod Fr.* 2000 Apr;71(2):153-4. French.
61. Smektała T, Jędrzejewski M, Szyndel J, Sporniak-Tutak K, Olszewski R. Experimental and clinical assessment of three-dimensional cephalometry: a systematic review. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014 Dec;42(8):1795-801. doi: 10.1016/j.jcms.2014.06.017.
62. Yun HS, Jang TJ, Lee SM, Lee SH, Seo JK. Learning-based local-to-global landmark annotation for automatic 3D cephalometry. *Phys Med Biol.* 2020 Apr 23;65(8):085018. doi: 10.1088/1361-6560/ab7a71.
63. Farronato M, Maspero C, Abate A, Grippaudo C, Connelly ST, Tartaglia GM. 3D cephalometry on reduced FOV CBCT: skeletal class assessment through AF-BF on Frankfurt plane-validity and reliability through comparison with 2D measurements. *Eur Radiol.* 2020 Nov;30(11):6295-302. doi: 10.1007/s00330-020-06905-7.
64. Casselman JW, Gieraerts K, Volders D, Delanote J, Mermuys K, De Foer B, et al. Cone beam CT: non-dental applications. *JBR-BTR.* 2013 Nov-Dec;96(6):333-53. doi: 10.5334/jbr-btr.453.
65. Hariharan A, Diwakar NR, Jayanthi K, Hema HM, Deepukrishna S, Ghaste SR. The reliability of cephalometric measurements in oral and maxillofacial imaging: Cone beam computed tomography versus two-dimensional digital cephalograms. *Indian J Dent Res.* 2016 Jul-Aug;27(4):370-7. doi: 10.4103/0970-9290.191884.
66. Lozada K, Kadakia S, Abraham MT, Ducic Y. Complications of midface fractures. *Facial Plast Surg.* 2017 Dec;33(6):557-61. doi: 10.1055/s-0037-1607447.
67. McRae M, Frodel J. Midface fractures. *Facial Plast Surg.* 2000;16(2):107-13. doi: 10.1055/s-2000-12572.
68. Gassner R, Tuli T, Hächl O, Rudisch A, Ulmer H. Cranio-maxillofacial trauma: a 10 year review of 9,543 cases with 21,067 injuries. *J Craniomaxillofac Surg.* 2003 Feb;31(1):51-61. doi: 10.1016/s1010-5182(02)00168-3.
69. Bakardjiev A, Pechalova P. Maxillofacial fractures in Southern Bulgaria - a retrospective study of 1706 cases. *J Craniomaxillofac Surg.* 2007 Apr;35(3):147-50. doi: 10.1016/j.jcms.2007.01.005.

70. Brown JS, Shaw RJ. Reconstruction of the maxilla and midface: introducing a new classification. *Lancet Oncol*. 2010 Oct;11(10):1001-8. doi: 10.1016/S1470-2045(10)70113-3. PMID: 20932492.
71. Kühnel TS, Reichert TE. Trauma of the midface. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2015 Dec 22;14:Doc06. doi: 10.3205/cto000121.
72. Yang RS, Salama AR, Caccamese JF. Reoperative midface trauma. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2011 Feb;23(1):31-45. doi: 10.1016/j.coms.2010.10.005.
73. Boyette JR, Pemberton JD, Bonilla-Velez J. Management of orbital fractures: challenges and solutions. *Clin Ophthalmol*. 2015 Nov 17;9:2127-37. doi: 10.2147/OPTH.S80463.
74. Nastri AL, Gurney B. Current concepts in midface fracture management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016 Aug;24(4):368-75. doi: 10.1097/MOO.0000000000000267.
75. Stanley RB. Rigid fixation of fractures of the maxillary complex. *Facial Plast Surg*. 1990;7(3):176-84. doi: 10.1055/s-2008-1064680.
76. Janus SC, MacLeod SP, Odland R. Analysis of results in early versus late midface fracture repair. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008 Apr;138(4):464-7. doi: 10.1016/j.otohns.2007.12.024.
77. Coello AF, Canals AG, Gonzalez JM, Martín JJ. Cranial nerve injury after minor head trauma. *J Neurosurg*. 2010 Sep;113(3):547-55. doi: 10.3171/2010.6.JNS091620.
78. Gruss JS, Phillips JH. Complex facial trauma: the evolving role of rigid fixation and immediate bone graft reconstruction. *Clin Plast Surg*. 1989 Jan;16(1):93-104.
79. Wang H, Chen MS, Fan YB, Tang W, Tian WD. Biomechanical evaluation of Le Fort I maxillary fracture plating techniques. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007 Jun;65(6):1109-16. doi: 10.1016/j.joms.2006.10.020.
80. Zhou X, Wei M, Yan D, Yu ZY, Tang DS, Zhao JQ, et al. Segmental osteotomy in the treatment of obsolete orbitozygomatic fractures. *J Craniofac Surg*. 2009 May;20(3):784-9. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181a2dc19.

- 81.Zachariades N, Papademetriou I, Rallis G. Complications associated with rigid internal fixation of facial bone fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 1993 Mar;51(3):275-8; discussion 278-9. doi: 10.1016/s0278-2391(10)80174-0.
- 82.Michelet FX, Deymes J, Dessus B. Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillo-facial surgery. *J Maxillofac Surg.* 1973 Jun;1(2):79-84. doi: 10.1016/s0301-0503(73)80017-7.
- 83.We strive to improve patient care by supporting excellence in craniomaxillofacial surgery [Internet]. [updated 2020 Nov 15; cited 2021 June 12]. Available from: <https://aocmf.aofoundation.org/>.
- 84.Шуминський ЄВ, Копчак АВ, Гурьянов ВГ. Клінічна ефективність хірургічного лікування переломів верхньої щелепи із уламковою фрагментацією вертикальних контрфорсів. *Colloquium-journal.* 2021;(18):44-58.
- 85.Шуминський ЄВ, Крищук МГ, Копчак АВ, Біомеханічний аналіз методів відновлення цілісності вертикальних контрфорсів верхньої щелепи при травматичних переломах кісток середньої зони обличчя із використанням індивідуалізованих скінченно-елементних моделей. *Вісн. стоматології.* 2020;38(4):72-7. doi: 10.35220/2078-8916-2020-38-4-72-77.
- 86.Tessier P. Autogenous bone grafts taken from the calvarium for facial and cranial applications. *Clin Plast Surg.* 1982 Oct;9(4):531-8.
- 87.Uckan S, Veziroglu F, Soydan SS, Uckan E. Comparison of stability of resorbable and titanium fixation systems by finite element analysis after maxillary advancement surgery. *J Craniofac Surg.* 2009 May;20(3):775-9. doi: 10.1097/scs.0b013e3181a2d871.
- 88.Pakdel AR, Whyne CM, Fialkov JA. Structural biomechanics of the craniomaxillofacial skeleton under maximal masticatory loading: Inferences and critical analysis based on a validated computational model. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2017 Jun;70(6):842-50. doi: 10.1016/j.bjps.2017.01.021.
- 89.Ulusoy Ç, Dogan M. A new method for the treatment of unilateral posterior cross-bite: a three-dimensional finite element stress analysis study. *Prog Orthod.* 2018 Aug 27;19(1):31. doi: 10.1186/s40510-018-0227-z.

90. Гельсінкська декларація Всесвітньої медичної асоціації. Етичні принципи для медичних досліджень із залученням людини. Укр. вісн. психоневрології. 2008;16(3):70-2.
91. Основи законодавства України про охорону здоров'я: закон України від 19.11.1992 р. № 2801-ХІІ. Відом. Верховної Ради. 1993;(4):Ст. 19.
92. Синельников РД, Синельников ЯР.. Атлас анатомии человека: в 4 т. М.: Медицина; 1996. Т. 1. 343 с.
93. Трезубов ВН, редактор. Прикладная анатомия жевательного аппарата: учеб. пособ. для мед. вузов. СПб.: СпецЛит; 2001. 78 с.
94. Peterson J, Wang Q, Dechow PC. Material properties of the dentate maxilla. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol.* 2006 Sep;288(9):962-72. doi: 10.1002/ar.a.20358.
95. Szwedowski TD, Fialkov J, Whyne CM. Sensitivity analysis of a validated subject-specific finite element model of the human craniofacial skeleton. *Proc Inst Mech Eng H.* 2011 Jan;225(1):58-67. doi: 10.1243/09544119JEIM786.
96. Siddiqi A, Kieser JA, De Silva RK, McNaughton A, Zafar S, Duncan WJ. Trabecular bone microarchitecture in the median palate and maxillary premolar alveolar sites of edentulous elderly cadavers. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013 Nov;71(11):1852.e1-1852.e11. doi: 10.1016/j.joms.2013.07.019.
97. Garritano FG, Quatela VC. Surgical anatomy of the upper face and forehead. *Facial Plast Surg.* 2018 Apr;34(2):109-13. doi: 10.1055/s-0038-1637727.
98. Marur T, Tuna Y, Demirci S. Facial anatomy. *Clin Dermatol.* 2014 Jan-Feb;32(1):14-23. doi: 10.1016/j.clindermatol.2013.05.022.
99. Tarbet KJ, Lemke BN. Clinical anatomy of the upper face. *Int Ophthalmol Clin.* 1997 Summer;37(3):11-28. doi: 10.1097/00004397-199703730-00004.
100. Cotofana S, Schenck TL, Trevidic P, Sykes J, Massry GG, Liew S, et al. Midface: clinical anatomy and regional approaches with injectable fillers. *Plast Reconstr Surg.* 2015 Nov;136(5 Suppl):219S-34S. doi: 10.1097/PRS.0000000000001837.

101. Whyte A, Boeddinghaus R. The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy. *Dentomaxillofac Radiol.* 2019 Dec;48(8):20190205. doi: 10.1259/dmfr.20190205.
102. Delmar H. Anatomie descriptive du tiers moyen de la face [Anatomy of the midface]. *Ann Chir Plast Esthet.* 2009 Oct;54(5):399-407. French. doi: 10.1016/j.anplas.2009.04.007.
103. Hosemann W, Grimm A. Chirurgische Anatomie der Kieferhöhle [Surgical anatomy of the maxillary sinus]. *HNO.* 2020 Aug;68(8):555-65. German. doi: 10.1007/s00106-020-00868-3.
104. Jankowski R, Nguyen DT, Poussel M, Chenuel B, Gallet P, Rumeau C. Sinusology. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2016 Sep;133(4):263-8. doi: 10.1016/j.anorl.2016.05.011.
105. Schumacher G-H. Funktionelle Anatomie des orofazialen Systems. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit; 1988. 231 s.
106. Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. The transfer of occlusal forces through the maxillary molars: a finite element study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Apr;123(4):367-73. doi: 10.1067/mod.2003.73.
107. Gross MD, Arbel G, Hershkovitz I. Three-dimensional finite element analysis of the facial skeleton on simulated occlusal loading. *J Oral Rehabil.* 2001 Jul;28(7):684-94. doi: 10.1046/j.1365-2842.2001.00711.x.
108. Pakdel A, Fialkov J, Whyne CM. High resolution bone material property assignment yields robust subject specific finite element models of complex thin bone structures. *J Biomech.* 2016 Jun 14;49(9):1454-60. doi: 10.1016/j.jbiomech.2016.03.015.
109. Tanne K, Miyasaka J, Yamagata Y, Sachdeva R, Tsutsumi S, Sakuda M. Three-dimensional model of the human craniofacial skeleton: method and preliminary results using finite element analysis. *J Biomed Eng.* 1988 May;10(3):246-52. doi: 10.1016/0141-5425(88)90006-4.

110. Zannoni C, Mantovani R, Viceconti M. Material properties assignment to finite element models of bone structures: a new method. *Med Eng Phys.* 1998 Dec;20(10):735-40. doi: 10.1016/s1350-4533(98)00081-2.
111. Nagase DY, Courtemanche DJ, Peters DA. Plate removal in traumatic facial fractures: 13-year practice review. *Ann Plast Surg.* 2005 Dec;55(6):608-11. doi: 10.1097/01.sap.0000189666.13860.c0.
112. Kubota Y, Kuroki T, Akita S, Koizumi T, Hasegawa M, Rikihisa N, et al. Association between plate location and plate removal following facial fracture repair. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2012 Mar;65(3):372-8. doi: 10.1016/j.bjps.2011.09.040.
113. Маланчук ВО, Крищук МГ, Копчак АВ. Імітаційне комп'ютерне моделювання в щелепно-лицевій хірургії: навч. посіб. Київ: Асканія; 2013. 230 с.
114. Casas MJ, Krimbalis PP, Morris AR, Behdinan K, Kenny DJ. An experimentally calibrated finite element study of maxillary trauma. *Dent Traumatol.* 2007 Oct;23(5):273-7. doi: 10.1111/j.1600-9657.2006.00460.x.
115. Erkmen E, Ataç MS, Yücel E, Kurt A. Comparison of biomechanical behaviour of maxilla following Le Fort I osteotomy with 2-versus 4-plate fixation using 3D-FEA: part 3: inferior and anterior repositioning surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Feb;38(2):173-9. doi: 10.1016/j.ijom.2008.10.006.
116. Tanne K, Matsubara S, Sakuda M. Location of the centre of resistance for the nasomaxillary complex studied in a three-dimensional finite element model. *Br J Orthod.* 1995 Aug;22(3):227-32. doi: 10.1179/bjo.22.3.227.
117. Wu W, Zhou J, Xu CT, Zhang J, Jin YJ, Sun GL. Biomechanical evaluation of maxillary Lefort I fracture with bioabsorbable osteosynthesis internal fixation. *Dent Traumatol.* 2014 Dec;30(6):447-54. doi: 10.1111/edt.12120.
118. Choi WC, Choi HG, Kim JN, Lee MC, Shin DH, Kim SH, et al. The efficacy of bioabsorbable mesh in craniofacial trauma surgery. *Arch Craniofac Surg.* 2016 Sep;17(3):135-9. doi: 10.7181/acfs.2016.17.3.135.

119. Worthington P, Branemark PI. Advanced osseointegration surgery: applications in the maxillofacial region. Chicago: Quintessence Publishing Co Inc.; 1992. 404 p.
120. Takano M. Architectural study on the pillars of the skull. Journal-Showa University Dental Society. 2000;20(1):69-83.
121. Бусыгин АТ. Строение челюстных костей. Ташкент: Медгиз УзССР; 1962. 107 с.
122. Параскевич ВЛ. Дентальная имплантология : основы теории и практики. 3-е изд. М.: Мед. информ. агентство (МИА); 2011. 399 с.
123. Wolf JH. Julius Wolff und sein "Gesetz der Transformation der Knochen" [Julius Wolff and his "law of bone remodeling"]. Orthopade. 1995 Sep;24(5):378-86. German.
124. Bresin A, Kiliaridis S, Strid KG. Effect of masticatory function on the internal bone structure in the mandible of the growing rat. Eur J Oral Sci. 1999 Feb;107(1):35-44. doi: 10.1046/j.0909-8836.1999.eos107107.x.
125. Watt DG, Williams CH. The effects of the physical consistency of food on the growth and development of the mandible and the maxilla of the rat. Am J Orthod. 1951 Dec;37(12):895-928. doi: 10.1016/0002-9416(51)90101-7.
126. Bridges T, King G, Mohammed A. The effect of age on tooth movement and mineral density in the alveolar tissues of the rat. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1988 Mar;93(3):245-50. doi: 10.1016/s0889-5406(88)80010-6.
127. Biewener AA, Fazzalari NL, Konieczynski DD, Baudinette RV. Adaptive changes in trabecular architecture in relation to functional strain patterns and disuse. Bone. 1996 Jul;19(1):1-8. doi: 10.1016/8756-3282(96)00116-0.
128. Von Wowern N, Hjørting-Hansen E, Stoltze K. Changes in bone mass in rat mandibles after tooth extraction. Int J Oral Surg. 1979 Jun;8(3):229-33. doi: 10.1016/s0300-9785(79)80024-1.
129. Kiliaridis S, Bresin A, Holm J, Strid KG. Effects of masticatory muscle function on bone mass in the mandible of the growing rat. Acta Anat. 1996;155(3):200-5. doi: 10.1159/000147805.

130. Ito M, Tanaka S. Bone disorder and nutrition. *Clin Calcium*. 2016 Mar;26(3):375-83.
131. Kato Y, Kizu Y, Tonogi M, Ide Y, Yamane G. Observation of the internal structure of the zygomatic bone by micro-computed tomography. *J Oral Biosci* 2004;46:523-9.
132. Yoshino M, Kato Y, Kizu Y, Tonogi M, Abe S, Ide Y, et al. Study on internal structure of zygomatic bone using micro-finite element analysis model--differences between dentulous and edentulous dentition in Japanese cadavers. *Bull Tokyo Dent Coll*. 2007 Aug;48(3):129-34. doi: 10.2209/tdcpublish.48.129.
133. Dechow PC, Wang Q, Peterson J. Edentulation alters material properties of cortical bone in the human craniofacial skeleton: functional implications for craniofacial structure in primate evolution. *Anat Rec*. 2010 Apr;293(4):618-29. doi: 10.1002/ar.21124.
134. Peterson J, Dechow PC. Material properties of the human cranial vault and zygoma. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol*. 2003 Sep;274(1):785-97. doi: 10.1002/ar.a.10096.
135. Janovic A, Milovanovic P, Saveljic I, Nikolic D, Hahn M, Rakocevic Z, et al. Microstructural properties of the mid-facial bones in relation to the distribution of occlusal loading. *Bone*. 2014 Nov;68:108-14. doi: 10.1016/j.bone.2014.07.032.
136. Melsen B, Dalstra M. Distal molar movement with Kloehn headgear: is it stable? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003 Apr;123(4):374-8. doi: 10.1067/mod.2003.72.
137. Cattaneo PM, Dalstra M, Frich LH. A three-dimensional finite element model from computed tomography data: a semi-automated method. *Proc Inst Mech Eng H*. 2001;215(2):203-13. doi: 10.1243/0954411011533760.
138. Ghosh J, Nanda RS. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996 Dec;110(6):639-46. doi: 10.1016/s0889-5406(96)80041-2.
139. Schwarz AM. Gebisswinkel und profil. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd*. 1935;2(8): 487.

140. Schwarz AM. Das röntgenbild im dienste der gebißregelung. Z. Stomat. 1936;34:513-36.
141. Schwarz AM. Lehrgang der Gebissregelung. Band I: Untersuchungsgang (Diagnostik). Urban & Schwarzenberg; 1961.
142. Schwarz AM. Wie der angehende Kieferorthopäde Gesicht und Schädel verstehen lernt: mit 45 Abb.(84 Einzelbildern). Urban & Schwarzenberg; 1955.
143. Schwarz AM. Der Deckbiß (Steilbiß) im Fernröntgenbild. Fortschritte der Kieferorthopädie. 1956 Dec;17(4):258-82.
144. Schwarz AM. Der Knickbiss. Fortschritte der Kieferorthopädie. 1957 Jun 1;18(2):96-104.
145. Schwarz AM. Die falschen Bisslagen im Fernröntgenbild. Ztschr. Stomatol. 1958;56.
146. Goodfellow M, Burns A. Relation between facial fractures and socioeconomic deprivation in the north east of England. Br J Oral Maxillofac Surg. 2019 Apr;57(3):255-9. doi: 10.1016/j.bjoms.2018.11.021.
147. Bogusiak K, Arkuszewski P. Characteristics and epidemiology of zygomaticomaxillary complex fractures. J Craniofac Surg. 2010 Jul;21(4):1018-23. doi: 10.1097/scs.0b013e3181e62e47.
148. Giuliani G, Anile C, Massarelli M, Maira G. Management of complex craniofacial traumas. Rev Stomatol Chir Maxillofac. 1997 Nov;98 Suppl 1:100-2.
149. Stiver SI. Complications of decompressive craniectomy for traumatic brain injury. Neurosurg Focus. 2009 Jun;26(6):E7. doi: 10.3171/2009.4.FOCUS0965.
150. Lavoie A, Moore L, LeSage N, Liberman M, Sampalis JS. The New Injury Severity Score: a more accurate predictor of in-hospital mortality than the Injury Severity Score. J Trauma. 2004 Jun;56(6):1312-20. doi: 10.1097/01.ta.0000075342.36072.ef.
151. Jamulitrat S, Sangkerd P, Thongpiyapoom S, Na Narong M. A comparison of mortality predictive abilities between NISS and ISS in trauma patients. J Med Assoc Thai. 2001 Oct;84(10):1416-21.

152. Brandt KE, Burruss GL, Hickerson WL, White CE, DeLozier JB. The management of mid-face fractures with intracranial injury. *J Trauma*. 1991 Jan;31(1):15-9. doi: 10.1097/00005373-199101000-00003.
153. Haug RH, Prather J, Indresano AT. An epidemiologic survey of facial fractures and concomitant injuries. *J Oral Maxillofac Surg*. 1990 Sep;48(9):926-32. doi: 10.1016/0278-2391(90)90004-1.
154. Haug RH, Adams JM, Conforti PJ, Likavec MJ. Cranial fractures associated with facial fractures: a review of mechanism, type, and severity of injury. *J Oral Maxillofac Surg*. 1994 Jul;52(7):729-33. doi: 10.1016/0278-2391(94)90488-x.
155. Domingues Cde A, De Sousa RM, Nogueira Lde S, Poggetti RS, Fontes B, Muñoz D. The role of the New Trauma and Injury Severity Score (NTRISS) for survival prediction. *Rev Esc Enferm USP*. 2011 Dec;45(6):1353-8. doi: 10.1590/s0080-62342011000600011.
156. Domingues CA, Coimbra R, Poggetti RS, Nogueira LS, De Sousa RMC. New Trauma and Injury Severity Score (TRISS) adjustments for survival prediction. *World J Emerg Surg*. 2018 Mar 6;13:12. doi: 10.1186/s13017-018-0171-8.
157. Haug RH, Savage JD, Likavec MJ, Conforti PJ. A review of 100 closed head injuries associated with facial fractures. *J Oral Maxillofac Surg*. 1992 Mar;50(3):218-22. doi: 10.1016/0278-2391(92)90315-q.
158. Pappachan B, Alexander M. Correlating facial fractures and cranial injuries. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006 Jul;64(7):1023-9. doi: 10.1016/j.joms.2006.03.021.
159. Haug RH, Wible RT, Likavec MJ, Conforti PJ. Cervical spine fractures and maxillofacial trauma. *J Oral Maxillofac Surg*. 1991 Jul;49(7):725-9. doi: 10.1016/s0278-2391(10)80236-8.
160. Keenan HT, Brundage SI, Thompson DC, Maier RV, Rivara FP. Does the face protect the brain? A case-control study of traumatic brain injury and facial fractures. *Arch Surg*. 1999 Jan;134(1):14-7. doi: 10.1001/archsurg.134.1.14.
161. Sinclair D, Schwartz M, Gruss J, McLellan B. A retrospective review of the relationship between facial fractures, head injuries, and cervical spine injuries. *J Emerg Med*. 1988 Mar-Apr;6(2):109-12. doi: 10.1016/0736-4679(88)90148-5.

162. Katzen JT, Jarrahy R, Eby JB, Mathiasen RA, Margulies DR, Shahinian HK. Craniofacial and skull base trauma. *J Trauma*. 2003 May;54(5):1026-34. doi: 10.1097/01.TA.0000066180.14666.8B.
163. Nahum A, Gatts J, Gadd C, Danforth J. Impact Tolerance of the Skull and Face [Internet]. In: 12th Stapp Car Crash Conference. 1968; Technical paper 680785 [cited 2021 June 16]. Available from: <https://doi.org/10.4271/680785>.
164. Nahum AM. The prediction of maxillofacial trauma. *Trans Sect Otolaryngol Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1977 Sep-Oct;84(5):ORL932-3.
165. Nahum AM. The biomechanics of maxillofacial trauma. *Clin Plast Surg*. 1975 Jan;2(1):59-64.
166. Hodgson VR. Tolerance of facial bones to impact. *Am. J. Anat*. 1967;120:113-22.
167. Yamada H, Evans FG. Ratios for age changes in the mechanical properties of human organs and tissues. In: Evans FG, edited. *Strength of Biological Materials*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1970. p. 255-80.
168. Bagheri SC, Dierks EJ, Kademani D, Holmgren E, Bell RB, Hommer L, et al. Application of a facial injury severity scale in craniomaxillofacial trauma. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006 Mar;64(3):408-14. doi: 10.1016/j.joms.2005.11.013.
169. Galvagno SM Jr, Nahmias JT, Young DA. Advanced trauma life support® Update 2019: Management and applications for adults and special populations. *Anesthesiol Clin*. 2019 Mar;37(1):13-32. doi: 10.1016/j.anclin.2018.09.009.
170. Farrell MS, Emery B, Caplan R, Getchell J, Cipolle M, Bradley KM. Outcomes with advanced versus basic life support in blunt trauma. *Am J Surg*. 2020 Sep;220(3):783-6. doi: 10.1016/j.amjsurg.2020.01.012.
171. Jayaraman S, Sethi D, Chinnock P, Wong R. Advanced trauma life support training for hospital staff. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Aug 22;2014(8):CD004173. doi: 10.1002/14651858.CD004173.pub4.
172. Phillips BJ, Turco LM. Le Fort fractures: A collective review. *Bull Emerg Trauma*. 2017 Oct;5(4):221-30. doi: 10.18869/acadpub.beat.5.4.499.

173. Morales JL, Skowronski PP, Thaller SR. Management of pediatric maxillary fractures. *J Craniofac Surg.* 2010 Jul;21(4):1226-33. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181e41863.
174. Rothweiler R, Bayer J, Zwingmann J, Suedkamp NP, Kalbhenn J, Schmelzeisen R, et al. Outcome and complications after treatment of facial fractures at different times in polytrauma patients. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018 Feb;46(2):283-7. doi: 10.1016/j.jcms.2017.11.027.
175. Маланчук ВО, Логвіненко ПІ, Маланчук ТО, Ціленко ОЛ. Хірургічна стоматологія та щелепно-лицева хірургія: підруч.: у 2 т. Київ: Логос; 2011. Т. 2. 606 с.
176. Peretti N, MacLeod S. Zygomaticomaxillary complex fractures: diagnosis and treatment. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017 Aug;25(4):314-9. doi: 10.1097/MOO.0000000000000372.
177. Matter P. History of the AO and its global effect on operative fracture treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 1998 Feb;(347):11-8.
178. Meslemani D, Kellman RM. Recent advances in fixation of the craniomaxillofacial skeleton. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012 Aug;20(4):304-9. doi: 10.1097/MOO.0b013e3283543a9d.
179. Mast G, Ehrenfeld M, Cornelius CP, Litschel R, Tasman AJ. Maxillofacial fractures: Midface and internal orbit-Part I: Classification and assessment. *Facial Plast Surg.* 2015 Aug;31(4):351-6. doi: 10.1055/s-0035-1563692.
180. Mast G, Ehrenfeld M, Cornelius CP, Tasman AJ, Litschel R. Maxillofacial fractures: midface and internal orbit-Part II: Principles and surgical treatment. *Facial Plast Surg.* 2015 Aug;31(4):357-67. doi: 10.1055/s-0035-1563693.
181. Reichwein A, Schicho K, Moser D, Seemann R, Poeschl P, Baumann A, et al. Clinical experiences with resorbable ultrasonic-guided, angle-stable osteosynthesis in the panfacial region. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Jun;67(6):1211-7. doi: 10.1016/j.joms.2008.12.033.
182. Schilli W, Ewers R, Niederdellmann H. Bone fixation with screws and plates in the maxillo-facial region. *Int J Oral Surg.* 1981;10(Suppl 1):329-32.

183. Islamoglu K, Coskunfirat OK, Tetik G, Ozgentas HE. Complications and removal rates of miniplates and screws used for maxillofacial fractures. *Ann Plast Surg.* 2002 Mar;48(3):265-8. doi: 10.1097/00000637-200203000-00006.
184. Knežević P, Grgurević L, Uglešić V, Grgurević J, Drvar N, Kodvanj J. Maxillary fragment stabilization after Le Fort I fracture with 1 screw pair per plate. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Apr;69(4):1166-74. doi: 10.1016/j.joms.2010.02.049.
185. Bonanno PC, Converse JM. Primary bone grafting in management of facial fractures. *N Y State J Med.* 1975 Apr;75(5):710-2.
186. Kopchak A, Rybak V, Pavlychuk T. Changes in volume and density of autologous bone grafts after alveolar bone reconstruction. *Journal of Clinical periodontology.* 2018;45(Supl 19, Abstracts of EuroPerio 9; 2018 June 20-23; Amsterdam):309-10.
187. Cannon DE, Wells TS, Poetker DM. Two late complications of craniofacial trauma: case report and review of the literature. *Am J Otolaryngol.* 2012 Sep-Oct;33(5):615-8. doi: 10.1016/j.amjoto.2011.12.003.
188. Calderoni DR, Guidi Mde C, Kharmandayan P, Nunes PH. Seven-year institutional experience in the surgical treatment of orbito-zygomatic fractures. *J Craniomaxillofac Surg.* 2011 Dec;39(8):593-9. doi: 10.1016/j.jcms.2010.11.018.
189. Linkugel AD, Odom EB, Bavolek RA, Snyder-Warwick AK, Patel KB. Systemic preoperative antibiotics with mandible Fractures: Are they indicated at the time of injury? *Craniomaxillofac Trauma Reconstr.* 2018 Mar;11(1):35-40. doi: 10.1055/s-0037-1603458.
190. Aman H, Shokri T, Reddy LV, Ducic Y. Secondary management of midface fractures. *Facial Plast Surg.* 2019 Dec;35(6):640-4. doi: 10.1055/s-0039-3399494.
191. Thorén H, Snäll J, Kormi E, Lindqvist C, Suominen-Taipale L, Törnwall J. Symptomatic plate removal after treatment of facial fractures. *J Craniomaxillofac Surg.* 2010 Oct;38(7):505-10. doi: 10.1016/j.jcms.2010.01.005.
192. Chaushu G, Manor Y, Shoshani Y, Taicher S. Risk factors contributing to symptomatic plate removal in maxillofacial trauma patients. *Plast Reconstr Surg.* 2000 Feb;105(2):521-5. doi: 10.1097/00006534-200002000-00006.

193. Murthy AS, Lehman JA. Symptomatic plate removal in maxillofacial trauma: a review of 76 cases. *Ann Plast Surg.* 2005 Dec;55(6):603-7. doi: 10.1097/01.sap.0000183802.38116.37.
194. Rallis G, Mourouzis C, Papakosta V, Papanastasiou G, Zachariades N. Reasons for miniplate removal following maxillofacial trauma: a 4-year study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2006 Oct;34(7):435-9. doi: 10.1016/j.jcms.2006.07.001.
195. Лихота КМ. Оцінка оклюзійних співвідношень зубо-щелепної системи у пацієнтів із сагітальними аномаліями прикусу методом комп'ютерної оклюзіографії. В: Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П.Л. Шупика. Київ: НМАПО ім. П.Л. Шупика, 2015;24(Кн. 3). с. 43-9.
196. Федорова ОВ. Можливості використання системи комп'ютерного аналізу оклюзійних контактів при ортопедичному лікуванні пацієнтів із вторинними зубощелепними деформаціями (огляд літератури). *Укр. стоматол. альм.* 2017;(3):49-52.
197. Syed I, Joshi A, Desai AK, Anehosur V. Occlusal Analysis Using T-Scan in Patients With Condylar Fractures When Managed by Closed Method. *J Craniofac Surg.* 2020 Jul-Aug;31(5):e451-e459. doi: 10.1097/SCS.0000000000006449.
198. Sutter BA. Incidence of headaches related to occlusion and bite force imbalance: a case study. *Cranio.* 2016 May;34(3):195-207. doi: 10.1179/2151090315Y.0000000006.
199. Kerstein RB. Combining technologies: a computerized occlusal analysis system synchronized with a computerized electromyography system. *Cranio.* 2004 Apr;22(2):96-109. doi: 10.1179/crn.2004.013.
200. Kerstein RB. T-scan III applications in mixed arch and complete arch, implant - supported prosthodontics. *Dent Implantol Update.* 2008 Jul;19(7):49-53.
201. Thumati P, Kerstein RB, Thumati RP. Disclusion time reduction therapy in treating occluso-muscular pains. *J Indian Prosthodont Soc.* 2017 Jan-Mar;17(1):95-8. doi: 10.4103/0972-4052.194948.

202. Ma HT, Sun J, Li J, Shi J. [Evaluation of mastication function after three-dimensional maxillary reconstruction]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2005 Feb;23(1):29-31. Chinese.
203. Deng Q, Tang B, Xue C, Liu Y, Liu X, Lv Y, Zhang L. Comparison of the Ability to Predict Mortality between the Injury Severity Score and the New Injury Severity Score: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2016 Aug 16;13(8):825. doi: 10.3390/ijerph13080825.
204. Eid HO, Abu-Zidan FM. New Injury Severity Score is a better predictor of mortality for blunt trauma patients than the Injury Severity Score. *World J Surg*. 2015 Jan;39(1):165-71. doi: 10.1007/s00268-014-2745-2.
205. Cook A, Weddle J, Baker S, Hosmer D, Glance L, Friedman L, et al. A comparison of the Injury Severity Score and the Trauma Mortality Prediction Model. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014 Jan;76(1):47-52; discussion 52-3. doi: 10.1097/TA.0b013e3182ab0d5d.
206. Javali RH, Krishnamoorthy, Patil A, Srinivasarangan M, Suraj, Sriharsha. Comparison of Injury Severity Score, New Injury Severity Score, Revised Trauma Score and Trauma and Injury Severity Score for mortality prediction in elderly trauma patients. *Indian J Crit Care Med*. 2019 Feb;23(2):73-7. doi: 10.5005/jp-journals-10071-23120.
207. Mica L, Rufibach K, Keel M, Trentz O. The risk of early mortality of polytrauma patients associated to ISS, NISS, APACHE II values and prothrombin time. *J Trauma Manag Outcomes*. 2013 May 24;7:6. doi: 10.1186/1752-2897-7-6.
208. Mehta R; GP trainee, Chinthapalli K; consultant neurologist. Glasgow coma scale explained. *BMJ*. 2019 May 2;365:l1296. doi: 10.1136/bmj.l1296.
209. Jahangiri M, Mani K, Yates MT, Nowell J. The EXCEL Trial: The surgeons' perspective. *Eur Cardiol*. 2020 Nov 9;15:e67. doi: 10.15420/ecr.2020.34.
210. Petrie A, Sabin C. *Medical Statistics at a Glance*. 2nd ed. Blackwell Publishing; 2005. 157 p.

211. Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 2013 Mar;48(3):452-8. doi: 10.1038/bmt.2012.244.
212. Vinci R, Manacorda M, Abundo R, Lucchina AG, Scarano A, Crocetta C, et al. Accuracy of edentulous computer-aided implant surgery as compared to virtual planning: A retrospective multicenter study. *J Clin Med.* 2020 Mar 12;9(3):774. doi: 10.3390/jcm9030774.
213. DenOtter TD, Schubert J. Hounsfield Unit. 2021 Mar 16. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan– [updated 2021 Jan 15; cited 2021 June 17]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547721/>.
214. Дорошенко СІ, Кульгінський ЄА. Основи телерентгенографії. – Київ: Здоров'я; 2007. 72 с.
215. Melo DG, Bianchini EM. Relationship between electrical activity of the temporal and masseter muscles, bite force, and morphological facial index. *Codas.* 2016 Jul-Aug;28(4):409-16. doi: 10.1590/2317-1782/20162014233.
216. Басов КА. ANSYS: справочник пользователя. 2-е изд., стер. М.: ДМК Пресс; 2012. 639 с.
217. Хватова ВА. Клиническая гнатология: учеб. пособ. для слушателей системы последиплом. проф. образования врачей М.: Медицина; 2011. 294 с.
218. Гаврилов ЕИ, Оксман ИМ. Ортопедическая стоматология. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина; 1978. 464 с.
219. Koolstra JH, van Eijden TM. Dynamics of the human masticatory muscles during a jaw open-close movement. *J Biomech.* 1997 Sep;30(9):883-9. doi: 10.1016/s0021-9290(97)00047-x. PMID: 9302610.
220. Koriath TW, Romilly DP, Hannam AG. Three-dimensional finite element stress analysis of the dentate human mandible. *Am J Phys Anthropol.* 1992 May;88(1):69-96. doi: 10.1002/ajpa.1330880107.
221. Yemineni BC, Mahendra J, Nasina J, Mahendra L, Shivasubramanian L, Perika SB. Evaluation of maximum principal stress, von mises stress, and deformation on

surrounding mandibular bone during insertion of an implant: A three-dimensional finite element study. *Cureus*. 2020 Jul 27;12(7):e9430. doi: 10.7759/cureus.9430.

222. Гур'янов ВГ, Лях ЮС, Парій ВД, Короткий ОВ, Чалий ОВ. Посібник з біостатистики. Аналіз результатів медичних досліджень у пакеті EZR (R-statistics). Київ: Вістка; 2018. 207 с.

223. Илларионов АГ, Попов АА. Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов: учеб. пособ. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та; 2014. 137 с.

224. Thumati P. Digital analysis of occlusion using T-Scan III in orthodontics. *J Indian Orthodont Soc*. 2016;50(3):196-201.

225. Plaisier BR, Punjabi AP, Super DM, Haug RH. The relationship between facial fractures and death from neurologic injury. *J Oral Maxillofac Surg*. 2000 Jul;58(7):708-12; doi: 10.1053/joms.2000.7250.

226. Prathigudupu RS, Tiwari RV, Mathew P, Roy B, Sadique S, Tiwari H. Mortality in maxillofacial trauma – a review. *Saudi J Oral Dent Res*. 2018; 3(7): 219-23.

227. Маланчук ВО, Копчак АВ. Оцінка якості кісткової тканини лицевого відділу черепа та класифікація її типів на основі біомеханічних параметрів. *Укр. мед. часоп.* 2013;(1):126-31.

ДОДАТКИ

Додаток А

Список публікацій здобувача

1. Shumynskyi IeV, Kopchak AV. Relation between paranasal sinuses and surrounding bone tissue. Journal of Education, Health and Sport. 2020;10(12):22-31. doi: <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.12.002>.
2. Шуминський ЄВ, Крищук МГ, Копчак АВ, Біомеханічний аналіз методів відновлення цілісності вертикальних контрфорсів верхньої щелепи при травматичних переломах кісток середньої зони обличчя із використанням індивідуалізованих скінченно-елементних моделей. Вісн. стоматології. 2020;38(4):72-7. doi: 10.35220/2078-8916-2020-38-4-72-77.
3. Шуминський ЄВ, Копчак АВ. Шестирічний аналіз травматичних пошкоджень черепно-щелепно-лищевої ділянки: зв'язок щелепно-лищевої та черепно-мозкової травм. Сучас. стоматологія. 2021;1:49-52. doi: 10.33295/1992-576X-2021-1.
4. Shumynskyi Ie, Kopchak A. Clinical and anatomical features of maxillary fractures in patients with different types of its pneumatization. Вісн. стоматології. 2021;39(1):36-47. doi: 10.35220/2078-8916-2021-39-1-36-47.
5. Shumynskyi I, Gurianov V, Kaniura O, Kopchak A. Prediction of mortality in severely injured patients with facial bone fractures. Oral Maxillofac Surg. 2021 Jun 8. doi: 10.1007/s10006-021-00967-7.
6. Шуминський ЄВ, Копчак АВ, Гурьянов ВГ. Клінічна ефективність хірургічного лікування переломів верхньої щелепи із уламковою

- фрагментацією вертикальних контрфорсів. *Colloquium-journal*. 2021;(18):44-58.
7. Шуминський ЄВ, Копчак АВ, Гурьянов ВГ, Лисейко НВ. Оцінка оклюзійних співвідношень та жувальної функції у пацієнтів із переломами верхньої щелепи методом комп'ютерної оклюзіографії. *Клін. стоматологія*. 2021;(3):10-25.
 8. Шуминський ЄВ. Дослідження рентгенологічної щільності кісток середньої зони обличчя за різних варіантах її анатомічної будови. *Укр. наук.-мед. молодіж. журн*. 2016;(Спецвип 2, Матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. студентів та молодих вчених Спеціальні питання та лікування захворювань ЛОР-органів, краніофациальної ділянки та органа зору; 2016 Берез 11-11; Київ):33.
 9. Shumynsky Ie, Korchak A. Individual patterns of anatomical structure and architectonics of the midfacial bones: CT and cephalometric study. In: 24th EACMFS Congress; 2018 Sept 18-21; Munich. Munich: EACMFS; 2018.
 10. Шуминський ЄВ. Біомеханічне дослідження різних варіантів відновлення носолобового та вилицево-верхньощелепного контрфорсів верхньої щелепи при травматичних пошкодженнях. Аналіз скінченно-елементних моделей. *Укр. наук.-мед. молодіж. журн*. 2021;(Спецвип 1, Матеріали XIII Міжнар. наук.-практ. конф. студентів та молодих вчених Спеціальні питання та лікування захворювань ЛОР-органів, краніофациальної ділянки та органа зору; 2021 Берез 18-19; Київ):36.
 11. Шуминський ЄВ. Тяжкість поєднаної черепно-щелепно-лицевої травми у пацієнтів з переломами кісток лицевого скелету. В: Матеріали наук.-практ. конф. за міжнар. участі Актуальні питання сучасної стоматології, присвяченої 100-річчю стоматологічного факультету НМУ імені О.О. Богомольця. 2021 Берез 18-19; Київ. Київ; 2021. с. 397-8.

12. Shumynsky Ie. New injury severity score system in patients with maxillofacial trauma. 25th congress of the European association for cranio maxillo facial surgery. 2021 July 14-16. - virtual event.

Додаток Б

Відомості про апробацію результатів дисертації

1. 24th Congress of the European Association for Cranio Maxillo Facial Surgery 18-21 September 2018, Munich, Germany;

2. XIII Міжнародна науково-практична конференція студентів та молодих вчених «Спеціальні питання лікування захворювань ЛОР-органів, краніофациальної ділянки та органа зору» 18-19 березня 2021 року, м. Київ, Україна;

3. Науково-практична конференція за міжнародної участі «Актуальні питання сучасної стоматології», присвяченої 100-річчю стоматологічного факультету Національного медичного університету імені О.О. Богомольця 18-19 березня 2021 року, м. Київ, Україна;

4. Міжнародна конференція Київ – Марбург 2021 “Нові горизонти щелепно-лицевої хірургії” 23-24 квітня 2021 року, м. Київ, Україна.

Додаток В

Індивідуальна карта ускладнень пацієнта

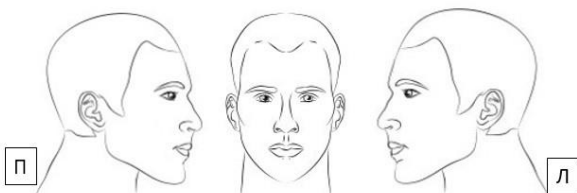
КАРТА УСКЛАДНЕНЬ

1. ПІБ, № іст./хв. _____

2. № КТ, контактний номер телефону пацієнта _____

3. Діагноз _____

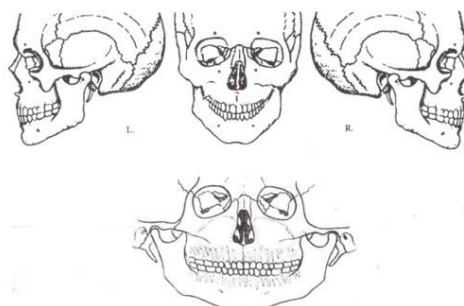
4. Дата операції, використані доступи _____



(—) - розріз; (---) - доступ через існуючу рану;
 (⊖) - використання дренажу.

5. Розташування пластин, система для МОС _____

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8



6. Наявність сполучень операційних ран з порожниною рота, носа, верхньощелепним синусом, мозком, слинною залозою, оком _____

7. Перед- та післяопераційне медикаментозне лікування див. додаток 1.

8. Дата виникнення, завершення ускладнення.

№	Виникнення	Завершення

Прояв ускладнення _____

Додаток Г

AIS – Abbreviated injury scale - 90.

Код AIS	Ступінь тяжкості
1	Незначна
2	Помірна
3	Небезпечна (викликає побоювання)
4	Важка
5	Загрозлива (критична)
6	Максимальна (смертельна)

Загальні правила кодування:

1. Травми з описом «ймовірно», «можливо» або під «?» не кодують, якщо вони недостатньо обгрунтовані в медичній карті.
2. Сторонні тіла не є ушкодженнями і тому не кодуються.
3. У AIS немає кодів, що позначають наслідки травми (наприклад сліпоту), але перевага віддається причини (тобто відриву зорового нерва).
4. Код «6» застосовується тільки для травм, що мають цю тяжкість. Якщо пацієнт помер, це не означає, що можна довільно застосовувати код «6».
5. Кожне пошкодження кодується окремо.
6. Двосторонні ушкодження кодуються роздільно для таких органів, як нирки, очі, вуха, кінцівки. Верхня щелепа, таз, ребра кодуються як поодинокі структури.
7. Якщо виникають питання щодо тяжкості травми, які неможливо з'ясувати з наявної інформації, кодуйте обережно (тобто найнижчим кодом AIS в цій категорії травм).

Оцінка тяжкості ушкодження по локалізаціям

Вид пошкодження	Код
Голова	
1. Рани м'яких тканин голови	1
2. Закриті переломи кісток носа	1
3. Струс головного мозку	1
4. Переломи щелеп	2
5. Забій головного мозку легкого ступеня	2
6. Забій головного мозку середнього ступеня тяжкості з переломами склепіння черепа	2
7. Забій головного мозку середнього ступеня тяжкості з закритими переломами склепіння та основи черепа	3
8. Забій головного мозку середнього ступеня тяжкості з відкритими переломами склепіння та основи черепа	4
9. Здавлення головного мозку на тлі неважких ударів	5
10. Важкий забій головного мозку з пошкодженням верхніх відділів стовбура	5
11. Здавлення головного мозку на тлі важких ударів	5
12. Важкий забій головного мозку з пошкодженням нижніх відділів стовбура	5
13. Розчавлювання - поширене руйнування черепа і мозку	6
<p>Пошкодження мозку можуть бути закодовані тільки після верифікації КТ, МРТ, ангіографії або після хірургічного втручання або аутопсії. Клінічний діагноз не може бути підставою для кодування пошкоджень внутрішніх органів.</p>	
1. Невелика гематома (<4 см діаметром), геморагічні петехії, субкортикальні геморагії	4
2. Двосторонні гематоми	5
3. Великі гематоми (<4 см діаметром)	5
4. Субдуральні гематоми	4

5. Двосторонні субдуральні гематоми	5
6. Великі субдуральні гематоми завтовшки понад 1 см.	5
7. Набухання мозку легке без здавлення стовбура мозку	3
8. Набухання мозку середнє - здавлення шлуночків і стовбура	4
9. Набухання мозку важке, відсутність шлуночків або порожнини стовбура мозку	5
10. Інфаркт (травматична закупорка судин)	3
11. Внутрішньошлуночковий крововилив	4
12. Субарахноїдальний крововилив	4
13. Проникаюче поранення мозку	5
<p>Рівні втрати свідомості. Опис короткої втрати свідомості, не підтвержене медичними працівниками не береться до уваги. Коли втрата свідомості супроводжується описом анатомічного ушкодження, вона повинна бути прийнята до уваги, якщо відображає більш серйозну травму, ніж та, яка відповідає описаному анатомічному пошкодженню. У цьому випадку вибирається більш високий бал за AIS.</p>	
Голова	
Рівні втрати свідомості, підтвержені медпрацівниками.	
1. Тривалість <1 ч	2
2. З неврологічними розладами	3
3. 1 - 6 годин втрати свідомості	3
4. з неврологічними розладами	4
5. 6 - 24 год втрати свідомості або 1 календарний день	4
6. З неврологічними розладами	5
7. > 24 год втрати свідомості	5
Шия	
1. Проникаюче поранення поверхневе	1
2. Проникаюче поранення з крововтратою <20%, ушкодженнями внутрішніх структур крім сонної артерії.	2

3. Проникаюче поранення з крововтратою > 20%, пошкодженням сонної артерії	3
4. Перелом під'язикової кістки.	2
Грудна клітина	
1. Рани м'яких тканин	1
2. Проникаюча рана з крововтратою <20%	2
3. Проникаюча рана з крововтратою > 20%	3
4. Відкрита («засмоктуюча») рана грудної клітини, напружений пневмоторакс	4
5. Поодинокі переломи ребер (до трьох)	2
6. Переломи грудини	3
7. Множинні односторонні переломи ребер (більше трьох)	3
8. Односторонні переломи ребер з гемотораксом	3
9. Множинні двосторонні переломи ребер без клапана, без пошкодження порожнин	3
10. Здавлення грудей з травматичної асфіксією	3
11. Забій легенів	3
12. Множинні односторонні переломи ребер з розривом легені, пневмоторакс	3
13. Розрив діафрагми	3
14. Забій серця	4
15. Задній і заднє - бічний реберний клапан	4
16. Двосторонні множинні переломи ребер з пошкодженням однієї плевральної порожнини, розривом одного легкого	4
17. Передній і переднє - бічний реберний клапан	4
18. Пошкодження обох легенів, обох плевральних порожнин	4
19. Перфорація (розрив стравоходу)	4
20. Розрив головного бронха	5
21. Розрив аорти, серця, відрив легкого, пошкодження великих судин	5

Живіт	
1. Забої і дрібні рани черевної стінки (непроникаючі)	1
2. Забої нирок	3
3. Пошкодження позаорганих утворень, котрі потребували лапаротомії (брижа, сальник)	2
4. Те ж саме з крововтратою > 20%	3
5. Крайові пошкодження паренхіматозних органів	4
6. Розриви одного паренхіматозного органу	4
7. Розриви або відриви порожнистих органів	4
8. Пошкодження діафрагми	3
9. Пошкодження аорти, нижньої порожнистої, печінкової і ворітної вен	5
Таз	
1. Забої і дрібні рани м'яких тканин	1
2. Ізольовані переломи кісток таза	2
3. Множинні переломи кісток таза з порушенням цілісності тазового кільця в одному місці	3
4. Множинні переломи кісток таза з порушенням цілісності тазового кільця в двох місцях без зміщення	3
5. Множинні переломи кісток таза без зміщення тазового кільця з позабрюшинним розривом органів	3
6. Те ж саме з внутрішньоочеревиним розривом органів	4
7. Множинні переломи кісток тазу зі зміщенням або центральним вивихом стегна без пошкодження органів	3
8. Множинні переломи кісток тазу зі зміщенням тазового кільця з розривом органів	4
Хребет	
1. Забої і дрібні рани області хребта	1
2. Переломи остистих і поперечних відростків хребців	2
3. Компресійний стабільний перелом тіла одного хребця	2

4. Компресійні стабільні переломи тіл двох і більше хребців або одного з підвивихом	3
5. Часткове пошкодження спинного мозку в будь-якому відділі	4
6. Повний пошкодження спинного мозку в поперековому відділі	4
7. Повний пошкодження спинного мозку в грудному відділі	4
8. Повне ушкодження спинного мозку в нижньошийному відділі	4
9. Повне пошкодження верхньошийного відділу спинного мозку.	5
Кінцівки	
1. Обмежені рани м'яких тканин	1
2. Забої м'яких тканин	1
3. Забої суглобів з гемартрозом	1
4. Відрив одного пальця, фаланги	2
5. Пошкодження менісків або зв'язок колінного або гомілковостопного суглобів	2
6. Вивих плеча, передпліччя, ключично - акроміального зчленування	2
7. Поодинокі переломи кісток кисті, стопи	1
8. Вколочений перелом хірургічної шийки плеча	2
9. Переломи коротких кісток, виростків, вертелів, горбків без зміщення	2
10. Переломи коротких кісток, вертелів, виростків, горбків зі зміщенням	2
11. Множинні переломи кісток стопи, кисті	3
12. Двох - трьохщиколотны переломи гомілки	2
13. Закритий вивих стегна, гомілки, відкритий вивих стопи	3
14. Перелом п'яtkової або таранної кістки	3
15. Відкритий по типу перфорації або закритий перелом гомілки, плеча, передпліччя	3
16. Велике пошкодження м'яких тканин передпліччя, кисті, стопи кінцівки	2
17. Переломи кісток кисті, стопи з великим ушкодженням м'яких	3

тканин	
18. Відрив 3-5 пальців кисті	3
19. Відкритий перелом гомілки, плеча, передпліччя з пошкодженням м'яких тканин, нервових стовбурів	3
20. Відрив стопи, кисті, передпліччя	3
21. Відкритий по типу перфорації перелом стегна; закритий перелом стегна	3
22. Медіальний перелом шийки стегна	2
23. Відрив гомілки, плеча	4
24. Велике пошкодження м'яких тканин сегмента кінцівки, відшарування шкіри	2
25. Відрив стегна	4
26. Великі ушкодження м'яких тканин стегна або пошкодження стегнової артерії	3

Додаток Д

Шкала для оцінки порушення свідомості та коми у дітей старших 4-х років та дорослих

<p>Розплющування очей (E, Eye respons)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Довільне — 4 бали • На звернену мову — 3 бали • На больові подразники — 2 бали • Відсутнє — 1 бал
<p>Мовна реакція (V, Verbal respons)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Орієнтованість повна — 5 балів • Сплутана — 4 бали • Незрозумілі слова — 3 бали • Нечленороздільні звуки — 2 бали • Відсутня — 1 бал
<p>Рухова реакція (M, Motor respons)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Виконує команди — 6 балів • Цілеспрямована на больовий подразник — 5 балів • Нецілеспрямована на больовий подразник — 4 бали • Тонічне згинання на больовий подразник — 3 бали • Тонічне розгинання на больовий подразник 2 бали • Відсутня — 1 бал

Інтерпретація отриманих результатів	<ul style="list-style-type: none">• 15 балів — ясна свідомість• 13-14 балів — стан помірною оглушення• 11-12 балів — стан глибокого оглушення• 9-10 балів — сопор• 7-8 балів — кома 1• 5-6 балів — кома 2• 3-4 бали — кома 3
-------------------------------------	--