

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

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

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КОВТУН ТЕТЯНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК:616.314-001.4/.5-089.23-06-073.7:004.9]-053.2

ДИСЕРТАЦІЯ

**«КЛІНІКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ
ІММОБІЛІЗАЦІЇ ЗУБІВ ПРИ ЇХ ВИВИХАХ У ДІТЕЙ»**

221 - «Стоматологія»

22 – «Охорона здоров'я»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Т.О. Ковтун

Науковий керівник Єфименко Владислав Петрович, кандидат медичних наук, доцент

Київ - 2024

АНОТАЦІЯ

Ковтун Т.О. Клініко-експериментальне обґрунтування імобілізації зубів при їх вивихах у дітей. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії (PhD) в галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 221 «Стоматологія». – Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, МОЗ України, Київ, 2024.

У дисертаційній роботі представлено теоретичне обґрунтування та практичне вирішення актуальної проблеми стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку – підвищення ефективності лікування та реабілітації дітей з неповними вивихами постійних зубів шляхом розробки алгоритму позиціонування імобілізаційної системи з використанням CAD/CAM технологій.

За даними літератури травматичні ушкодження зубів є найбільш поширеними ураженнями твердих тканин некаріозного генезу у дітей різного віку. Наукові дані свідчать, що поширеність травм тимчасових і постійних зубів становить 22% і 15% відповідно. Розповсюдженість травматичних ушкоджень зубів в світі загалом є високою, тому в багатьох країнах вони визнані проблемами здоров'я на державному рівні. Травми зубів мають фізичні, соціальні та економічні наслідки, тому що можуть порушувати функції жування, вимови, естетику, призводити до соціальної дезадаптації дитини. Характерним є те, що тенденції до зменшення випадків травматичних пошкоджень зубів протягом останніх 20 років не простежується.

Причинами травматичних ушкоджень зубів у дітей у всьому світі в переважній більшості є випадкові падіння, дорожньо-транспортні пригоди та участь у спортивних заходах. Найбільш скомпрометованими щодо

травмування зубами є тимчасові та постійні різці верхньої щелепи - через їх розташування у фронтальній ділянці зубної дуги.

Різні види вивихів складають від 15% до 61% випадків дентальної травми в постійних зубах із піком у 8–12 років. Вивих зазвичай спричиняє зміщення одного або кількох зубів лінгвально, рідше буккально або латерально. Найбільш широко вживаною є класифікація ВООЗ, в основу якої покладена робота Andreassen JO.(1935-2020), згідно якої в порядку зростання тяжкості вивихи зуба можна розподілити таким чином: підвивих, екструзія, бічний вивих, інтрузія.

Лікування травматичних ушкоджень постійних зубів у дітей спрямоване на надання невідкладної стоматологічної допомоги та мінімізацію небажаних ускладнень та наслідків травми. Успіх лікування травми зуба залежить від своєчасного звернення пацієнта, швидкості та коректності діагностики, правильності дій стоматолога. Залежно від типу та ступеня ушкодження для лікування травмованих зубів використовуються різні методи, оскільки у більшості випадків, окрім травмованого зуба, задіяні опорні структури (періодонт та альвеолярна кістка). Вивих вимагає негайної репозиції зуба, щоб досягти його правильного положення в зубній дузі, збереження вітальності тканин періодонта та запобігання небажаних ускладнень з боку пульпи.

Другим фактором, який слід враховувати при лікуванні вивиху зуба, є його стабілізація. Найчастіше для стабілізації травмованих зубів використовують шинування. До впровадження адгезивних технологій та матеріалів в стоматологічну практику, шинування зубів проводилося за допомогою жорстких шин, які вимагали тривалої іммобілізації. Вони фіксуються на зубі за допомогою лігатурних дротів, які проводять через зубо-ясеневе прикріплення навколо шийки кожного зуба. Основним недоліком жорсткої іммобілізації є те, що вона може спричинити некроз пульпи та зовнішню резорбцію кореня травмованого зуба. У випадках

застосування жорсткої шини - зуби повністю знерухоми на весь період фіксації, тоді як гнучка шина забезпечує функціональний рух і зменшує кількість ускладнень. Тому шина, яка використовується для іммобілізації, повинна дозволити певний функціональний рух травмованих зубів для відновлення фізіологічної перфузії тканин періодонта.

Згідно рекомендацій Міжнародної асоціації стоматологічної травматології (IADT) для стабілізації всіх видів травматичних пошкоджень зубів слід використовувати гнучкі шини протягом короткого часу.

В світовій літературі існують дані щодо проведених досліджень жорсткості та гнучкості матеріалу з якого виготовлена шина, але велике значення має техніка іммобілізації, зокрема, рівень її фіксації та охоплення поряд розташованих зубів, що дозволяє розподілити та зменшити навантаження на травмований зуб. Насьогодні щодо цього питання фахівці ще не дійшли єдиної думки.

Тому, одним із перспективних напрямків удосконалення лікування травматичних вивихів постійних зубів стало експериментальне обґрунтування позиціонування іммобілізаційної системи з урахуванням розподілу векторів навантаження на травмовані зуби та кістку щелепи.

Програма даного дослідження складалася з 3 етапів, при послідовному виконанні яких було застосовано загальноклінічні, рентгенологічні (в тому числі томографічні), біомеханічні методи, а також методи статистичного аналізу. На завершальному етапі було проведено узагальнення отриманих даних та формування практичних рекомендацій. Досягнення поставленої мети дослідження проводилося з дотриманням принципів біоетики та доказової медицини відповідно до принципів належної клінічної практики і особливо до вимог конфіденційності.

Дизайн дослідження було схвалено комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень при Національному медичному університеті імені О.О.Богомольця.

В ході виконання роботи на першому етапі було визначено тенденції, щодо поширеності, етіології та структури травматичних ушкоджень зубів у дітей.

Визначено, що травми зубів складають близько 11% від всіх травматичних пошкоджень тканин щелепно-лицевої ділянки. При цьому пошкодження тимчасових зубів становлять 74,1%, постійних – 25,89%. Найчастіше діти звертаються по допомогу влітку та восени (більше 70% випадків). Серед дітей з травматичними пошкодженнями постійних зубів більшість складають хлопчики - 63,68%, тоді як дівчата - 36,31% (співвідношення становить 1,64:1, середній вік $10,6 \pm 3,28$ роки). Результати дослідження показали, що пацієнти найчастіше отримали пошкодження зубів під час падіння (30%) вдома чи в школі, на вулиці (31%); внаслідок удару (9%) або прогулянки на самокаті (8%). Визначено, що у 94,5% дітей травмувались зуби верхньої щелепи: медіальні різці - 79,5% випадків, латеральні різці - 9,47%, інші - 1,05%.

Щодо структури травматичних пошкоджень постійних зубів, то найбільш численну групу склали пацієнти з переломом коронки одного чи кількох зубів (34,4%) та неповним травматичним вивихом (27,64%). Пошкодження декількох зубів визначали в понад 1,8 рази частіше - у кожного другого пацієнта було травмовано 2 та більше зубів, а у 16,5% пацієнтів діагностовано поєднані пошкодження зубів - неповний вивих одного зуба з авульсією (повний вивих) іншого, неповний та впроваджений вивих з авульсією тощо.

На другому етапі дослідження було вивчено загальні закономірності біомеханічної поведінки та аналіз напружено-деформованого стану

біомеханічної системи (БС) верхньої щелепи з шинувальною системою фіксації зубного ряду. Для цього були створені комп'ютерні моделі верхньої щелепи з симетричним розташуванням 13,12,11,21,22,23 зубів шляхом відтворення просторової будови біологічного об'єкту за даними знімків КТ дитини 13 років. Далі в програмному САЕ комплексі ANSYS Workbench були створені та досліджені 24 моделі БС з комбінаціями параметрів: довжини коренів зубів 100% і 70%, 3-ма варіантами розташування шини, 2-ма варіантами контактних умов між зубами та векторами навантажень на стиск і згин. Після того, як були сформовані клінічні групи пацієнтів з урахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб і станом сформованості кореня, було створено та обраховано ще 6 багатокомпонентних імітаційних комп'ютерних моделей БС верхньої щелепи з шинувальною системою фіксації зубного ряду. На цих моделях БС вивчалися показники напружено-деформованого стану шляхом математичного моделювання. Були визначені патогенетичні фактори, які впливають на жорсткість фіксації шини на травмованих зубах, а саме: ступінь сформованості кореня, напрямок впливу сили, наявність контакту між сусідніми зубами, рівень накладання шинувальної конструкції. В ході дослідження було з'ясовано, що вивихуванню травмованих зубів та нестабільності у системі «зубний ряд-шина-кістка» сприяє рівнодійна векторів згину та стиску, яка направлена знизу-вверх та з середини-назовні, що обумовлює необхідність зменшення навантаження на травмований зуб. Під дією векторів на згин найбільші значення полів переміщень та полів напружень виникали в зубах із сформованими на 70% коренями та відсутністю контактів між зубами. На підставі отриманих даних був розроблений алгоритм позиціонування іммобілізаційної системи на травмованих постійних зубах верхньої щелепи, в залежності від клінічної ситуації (Патент України на винахід №122378 від 26.10.2020). Запропонований алгоритм складається із двох частин. Діагностичний алгоритм передбачав стандартний набір обстежень: клінічна оцінка з

урахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб, визначення показників рухомості зуба, втрати епітеліального прикріплення, глибини парадонтальної кишені. До стандартного набору додали інструментальні методи, а саме рентгенологічне обстеження (дентальний знімок, КТ лицевого черепа або КПКТ травмованої ділянки), де визначали стан сформованості коренів травмованих і поряд розташованих зубів, оцінювали стан періапикальних тканин та періодонтальної щілини цих зубів, наявність пошкодження альвеолярної кістки в ділянці ураження. Лікувальний алгоритм передбачав заходи направлені на створення оптимальних умов для регенерації тканин періодонта та відновлення функціональної спроможності травмованого зуба, що в свою чергу впливає на гармонійний ріст щелеп.

На третьому етапі дослідження була клінічно доведена ефективність застосування запропонованого алгоритму в проспективному контрольованому дослідженні, в яке увійшли 103 пацієнти з травматичними неповними вивихами постійних зубів, розподілені на 4 групи. Групу контролю склали 27 дітей, лікування яких проводилось шляхом іммобілізації гладенькою шиною-скобою. Встановлено, що використання алгоритму дозволяє вірогідно покращити гігієнічний стан порожнини рота (у 2,1 рази) та знизити запальні явища в тканинах пародонту (у 1,8 рази) під час та після іммобілізації травмованих зубів. Відновлення стабільності зубів в клінічних групах дослідження настає вірогідно швидше (у 1,65 рази), порівняно з контрольною групою.

Загалом, результати дослідження свідчать, що застосування алгоритму позиціонування іммобілізаційної системи на травмованих зубах верхньої щелепи з використанням CAD/CAM технологій дозволяє підвищити ефективність лікування та реабілітації дітей з неповними вивихами постійних зубів у 1,47 рази. Впровадження запропонованих підходів в клінічну практику дозволило вірогідно пришвидшити відновлення анатомо-

функціональної спроможності травмованих зубів, тканин пародонту, за рахунок чого вдвічі зменшилась кількість ліжко-днів перебування хворих в стаціонарі та отримати позитивний медико-соціальний ефект.

Ключові слова: травматичні пошкодження, щелепно-лицева ділянка, постійні зуби, вивихи зубів, іммобілізація зубів, діти, імітаційне-комп'ютерне моделювання, напружено-деформований стан, діагностично-лікувальні заходи, клініко-рентгенологічна характеристика, CAD/CAM/CAE, зуби та кістка верхньої щелепи, стан гігієни порожнини рота, пародонт.

ABSTRACT

Kovtun T.O. Clinical and experimental substantiation of immobilization of teeth in case of their dislocation in children. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 22 «Health care» in the specialty 221 «Dentistry». – O.O. Bogomolets National Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Kyiv, 2024.

The dissertation presents a theoretical justification and a practical solution to the topical problem of dentistry and maxillofacial surgery - increasing the effectiveness of treatment and rehabilitation of children with incomplete dislocations of permanent teeth by developing an algorithm for positioning the immobilization system using CAD/CAM technologies.

According to the literature, traumatic injuries of teeth are the most common lesions of hard tissues of non-carious origin in children of various ages. Globally, the prevalence of traumatic injuries to temporary and permanent teeth is 22% and 15%, respectively. The prevalence and incidence of traumatic dental injuries in the world in general are high, so in many countries they are recognized as health problems at the state level. Dental injuries have physical, social and economic

consequences, because they can disrupt the functions of chewing, pronunciation, aesthetics, and the child's self-confidence. There is no trend towards a decrease in the number of traumatic dental injuries.

Accidental falls, traffic accidents and various sports activities are the main causes of traumatic dental injuries in children all over the world. The most compromised teeth in terms of trauma are both temporary and permanent incisors of the upper jaw due to their location in the frontal part of the dental arch.

Different types of dislocations account for 15% to 61% of external dental injuries in permanent teeth with a peak at 8–12 years. Dislocation traditionally appears due to displacement of one or more teeth lingual, less often buccal or laterally. In order of increasing severity, tooth dislocation can be described as follows: subluxation, extrusion, lateral dislocation, intrusion. The most widely used is the WHO classification, which is based on the work of Andreasen JO. (1935-2020).

Treatment of traumatic injuries to permanent teeth in children is aimed at providing emergency dental care and minimizing the unwanted consequences of trauma. The success of the treatment of a tooth injury depends on the timely application of the patient, the speed of establishment and accuracy of the diagnosis, and the correctness of the dentist's actions. Depending on the type and degree of damage, various methods of work are used for the treatment of teeth, regardless of the point of view, in addition to the injured tooth; supporting structures (periodontium and alveolar bone) are involved. Dislocation requires a temporary reposition of the tooth in order to achieve its correct position in the dental arch and avoid undesirable complications for the pulp.

The second factor that should be performed in the treatment of a dislocation of a tooth is stabilization. Most often, splinting is used to stabilize injured teeth. Before the introduction of adhesive technologies and materials into dental practice, splinting of teeth was carried out with the help of rigid splints, which required

long-term immobilization. They are fixed on the teeth with the help of ligature wires, which are performed through the gingival attachment around the neck of each tooth. The main disadvantage of rigid immobilization is that it can cause necrosis of the pulp and external resorption of the root of the injured tooth. In the case of using a rigid splint, the teeth are completely immobilized for the entire period of fixation, while a flexible splint provides functional movement and reduces the number of complications. Therefore, the splint used for immobilization must allow some functional movement of the injured teeth to restore physiological perfusion of periodontal tissues.

According to the recommendations of the International Association of Dental Traumatology (IADT), flexible splints should be used for a short time to stabilize all types of traumatic dental injuries.

Although studies were conducted in the world literature on the stiffness and flexibility of the material from the manufactured splint, the immobilization technique is of great importance, in particular the level of location and coverage of adjacent teeth, which allows to distribute and reduce the load on the injured tooth. Today, experts have not reached a consensus on this issue.

Therefore, one of the promising directions for improving the treatment of traumatic extraction of permanent teeth was the experimental substantiation of the positioning of the immobilization system taking into account the distribution of load vectors on the teeth and bony jaw.

The program of this study consisted of 3 stages, while the performed compositions were applied general clinical, radiological (including tomographic), biomechanical methods, as well as methodological and statistical analysis. At the final stage, the obtained data were summarized and practical recommendations were formed. Achieving the set goal of the research was carried out in compliance with the principles of bioethics and evidence-based medicine in accordance with

the principles of good clinical practice and especially with the requirements of confidentiality.

The research design was approved by the commission on bioethical expertise and research ethics at the O.O. Bogomolets National Medical University.

In the course of the work at the first stage, trends were determined regarding the expansion, ethology, and structure of traumatic dental injuries in children.

It was determined that dental injuries make up about 11% of all traumatically damaged tissues of the maxillofacial area. At the same time, 74.1% of temporary teeth are damaged, 25.89% of permanent teeth. Most often, children apply for help in summer and autumn (more than 70% of cases). Among children with traumatic damage to permanent teeth, the majority are boys - 63.68%, while girls - 36.31% (the ratio is 1.64:1, the average age is 10.6 ± 3.28 years). The results of the study showed that patients most often suffered tooth damage during a fall (30%) at home or at school, on the street (31%); as a result of a blow (9%) or riding a scooter (8%). It was determined that in 94.5% of children, the teeth of the upper jaw were injured: medial incisors - 79.5% of cases, lateral incisors - 9.47%, others - 1.05%.

Regarding the structure of traumatic injuries of permanent teeth, the largest group consisted of patients with a fracture of the crown of one or more teeth (34.4%) and incomplete traumatic dislocation (27.64%). Damage to several teeth was determined more than 1.8 times more often - more than one tooth was injured in every second patient, and combined tooth damage was diagnosed in 16.5% of patients.

At the second stage of the study, the general regularities of the biomechanical behaviour of the BS of the upper jaw with a splinting system for fixing the dentition were studied. For this, computer models of the upper jaw system with a symmetrical arrangement of 13,12,11,21,22,23 teeth were created by reproducing the spatial structure of a biological object based on the CT images of a

13-year-old child. Then, 24 models were created and studied in the ANSYS Workbench CAE software complex with combinations of parameters: tooth root lengths of 100% and 70%, 3 variants of splint location, 2 variants of contact conditions between teeth and vectors of compressive and bending loads. After the clinical groups of patients were formed taking into account the local status according to the number of teeth surrounding the injured tooth and the state of root formation, 6 more multi-component simulated computer models of BS of the upper jaw with splinting system of tooth row fixation were created and calculated. The indicators of the stress-strain state were studied on these BS models by means of mathematical modelling. Pathogenetic factors that affect the stiffness of splint fixation on traumatized teeth were determined, namely: the degree of root formation, the direction of force, the presence of contact between adjacent teeth, and the level of splint construction. In the course of the study, it was found that the development of injured teeth and instability in the "tooth row-splint-bone" system is facilitated by the interaction of bending and compression vectors, which are directed from the bottom-up and from the middle-outward, which determines the need to reduce the load on the injured tooth. Under the action of bending vectors, the greatest values of displacement fields and stress fields occurred in teeth with 70% formed roots and no contact between teeth. Based on the obtained data, an algorithm was developed for positioning the immobilization system on injured permanent teeth of the upper jaw, depending on the clinical situation (Ukraine patent for an invention No. 122378 dated 10.26.2020). The proposed algorithm consists of two parts. The diagnostic algorithm included a standard set of examinations: a clinical assessment taking into account the local status by the number of teeth surrounding the injured tooth, determination of tooth mobility, loss of epithelial attachment, and depth of the periodontal pocket. Instrumental ones were added to the standard set methods, namely CT scan of the facial skull or CPCT of the injured area, where the state of formation of the roots of the injured and adjacent teeth was determined, the condition of the periapical tissues and periodontal gap of these teeth was assessed, the presence of alveolar bone damage

in the affected area. The treatment algorithm included measures aimed at creating optimal conditions for the regeneration of periodontal tissues and restoring the functional capacity of the injured tooth, which in turn affects the harmonious growth of the jaws.

At the third stage of the study, the effectiveness of the proposed algorithm was clinically proven in a prospective controlled study, which included 103 patients with traumatic incomplete dislocations of permanent teeth divided into 4 groups. The control group consisted of 27 children who were treated by immobilization with a smooth splint. It has been established that the use of the algorithm makes it possible to reliably improve the hygienic condition of the oral cavity (2.1 times) and reduce inflammatory phenomena in periodontal tissues (1.8 times) during and after immobilization of injured teeth. Restoring the stability of the teeth in the clinical research groups probably occurs faster (1.65 times), compared to the control group.

In general, the results of the study indicate that the application of the algorithm for positioning the immobilization system on injured teeth of the upper jaw using CAD/CAM technologies allows to increase the effectiveness of treatment and rehabilitation of children with incomplete dislocations of permanent teeth by 1.47 times. The introduction of the proposed approaches into clinical practice made it possible to speed up the restoration of the anatomical and functional capacity of injured teeth and periodontal tissues, due to which the number of bed-days of patients in the hospital was halved and to obtain a positive medical and social effect.

Key words: traumatic injuries, maxillofacial area, permanent teeth, dislocation of teeth, immobilization of teeth, children, simulation-computer modeling, stressed-deformed state, diagnostic and therapeutic measures, clinical and radiological characteristics, CAD/CAM/CAE, teeth and bone of the upper jaw, state of oral hygiene, periodontium.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Яковенко Л.М., Єфименко В.П., Макаревич А.Ю., Ковтун Т.О. Травми тимчасових та постійних зубів у дітей (діагностичні заходи, лікувальна тактика). Науковий журнал «Медичні перспективи». 2016. №4. с.106-115. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук та взяла участь у формулюванні висновків).*

2. Ковтун Т.О. Визначення розподілу навантаження в біомеханічній системі «зубний ряд-шина-кістка» у дітей з травмами зубів. «Новини стоматології» №3 (100), 2019, с.82-87. *(Автор самостійно провела всі етапи дослідження та підготувала публікацію до друку).*

3. Ковтун Т.О., Єфименко В.П. «Використання методу комп'ютерного моделювання для позиціонування іммобілізуючої системи при вивихах зубів у дітей». «Вісник стоматології», №3 2023 (124), 119–127. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-49-3.19> *(Дисертантка виконала інформаційний пошук, провела основні етапи дослідження та взяла участь у формулюванні висновків).*

4. Kovtun Tetiana, Iefymenko Vladyslav, Chekhova Iryna. Stress-strain state biomechanical system of the maxilla and its influence on teeth immobilization in trauma. Azərbaycan respublikası səhiyyə nazirliyi, ATJ, 2024, №1, *(Здобувачці належить провідна роль у формулюванні дизайну дослідження реалізації етапів дослідження, інтерпретації отриманих результатів та підготовці публікації до друку).*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. Ковтун Т.О. Причинно-наслідкові механізми розвитку ускладнень після травм тимчасових та постійних зубів у дітей. Матеріали VII (XIV) З'їзду асоціації стоматологів України, Львів, 2016, с.22

(Здобувачка самостійно провела всі етапи дослідження та підготувала публікацію до друку).

6. Ковтун Т.О. Вколочені вивихи тимчасових зубів у дітей. Діагностика та лікувальна тактика. Науково-практична конференція з міжнародною участю «Досягнення та перспективи розвитку стоматології дитячого віку» 2016р. *(Здобувачка самостійно провела всі етапи дослідження та підготувала публікацію до друку).*

7. Ковтун Т.О. Ускладнення впроваджених вивихів постійних зубів у дітей. VII Міжнародний медичний форум «Інновації в медицині – здоров'я нації», Київ, 2017. *(Здобувачка самостійно провела всі етапи дослідження та підготувала публікацію до друку).*

8. Яковенко Л.М., Ковтун Т.О. Розподіл векторів сили навантаження на зуби верхньої щелепи при їх травмах. НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ "СУЧАСНА СТОМАТОЛОГІЯ ТА ЩЕЛЕПНО-ЛИЦЕВА ХІРУРГІЯ" КИЇВ, 2018. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук та взяла участь у формулюванні висновків).*

9. Яковенко Л.М., Ковтун Т.О. Досвід використання ін'єкційної PRP терапії при латеральних вивихах зубів у дітей. Матеріали першої науково-практичної конференції «Актуальні питання щелепно-лицевої хірургії дитячого віку» 13-14 грудня 2019р., Київ, с.62-64. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук та взяла участь у формулюванні висновків).*

10. L.Yakovenko, T.Kovtun. Scientific Abstracts «Factors that affect the rigidity of the tire fixation in dislocation of teeth» European Archives of Paediatric Dentistry. <https://doi.org/10.1007/s40368-020-00581-3>. The 15th Congress of the European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD). Hamburg, Germany, July 3–4, 2020. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук, взяла участь у формулюванні висновків та підготувала публікацію до друку).*

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

11. Ковтун Т.О., Кашура О.О. Визначення рівня фіксації шини на травмованих зубах залежно від сформованості їх коренів. Український науково-медичний молодіжний журнал №1 (107) 2018, 95-96 с. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук та взяв участь у формулюванні висновків та підготувала публікацію до друку).*

12. Яковенко Л.М., Чехова І.Л, Єфименко В.П., Ковтун Т.О., Шафета О.Б. Використання PRP-терапії в практиці щелепно-лицевої хірургії у дітей. «Питання експериментальної та клінічної стоматології», випуск 14, Харків 2019р., с.300-307. *(Автором проведено обстеження пацієнтів, виконано статистичне опрацювання та аналіз отриманих даних, висновки сформульовано зі співавторами).*

13. Ковтун Т.О., Примак І.А. Діагностика та лікування травматичних ушкоджень середньої зони обличчя у дітей. Український науково-медичний молодіжний журнал 2019 Annual Young Medical Scientists Conference 22-23 листопада. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та взяла участь у формулюванні висновків).*

14. Мальований С.Д., Кришук М.Г., Ковтун Т.О. Вплив біомеханічних характеристик та дефектів зубних рядів верхньої щелепи на її функціональність. Інновації молоді в машинобудуванні. Збірка праць Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених та студентів, ВИПУСК №1, с.12-17, Київ 2019р. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та взяла участь у формулюванні висновків).*

15. Tetiana Kovtun, Liudmyla Yakovenko. Research of biomechanical system “dentition - splint” rigidity using CAD/CAE method of modeling Modern Science — Moderní věda — Praha. — Česká republika, Nemoros. — 2022. —№2, p. 132-144. *(Дисертантка виконав інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та взяла участь у формулюванні висновків).*

16. Яковенко Л.М., Ковтун Т.О. "Карта обстеження та ведення пацієнта з травмою зубів" Свідоцтво на право власності на літературний твір наукового характеру №103111 від 10.03.2021р. *(Здобувач виконала інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та підготувала публікацію до друку).*

17. Яковенко Л.М., Єфименко В.П., Ковтун Т.О., Єщенко В.О. Фіксація шини на травмованих зубах залежно від сформованості їх кореня. Інформаційний лист № 318-2018. *(Здобувач виконала інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та підготувала публікацію до друку).*

Патентні документи:

18. Яковенко Л.М., Крищук М.Г., Ковтун Т.О. Спосіб визначення положення фіксації шини на травмованих зубах у дітей. Патент на винахід МПК (2020.01) А61С 7/00 А61В 8/13 (2006.01) G01N 23/046 (2018.01) UA 122378 С2 26.10.2020, Бюл.№ 20.

<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=271910&chapter=description> *(Здобувачка виконала інформаційний пошук, оформила текст, малюнки та подала матеріал до розгляду в ДП «Український інститут інтелектуальної власності»).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	19
ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1 ЕТІОЛОГІЯ, КЛІНІКО-РЕНТГЕНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЛІКУВАННЯ ТРАВМАТИЧНИХ ПОШКОДЖЕНЬ ЗУБІВ У ДІТЕЙ (огляд літератури)	31
1.1 Етіологія, діагностичні заходи та клінічна характеристика травматичних пошкоджень зубів у дітей.....	31
1.2 Сучасні методи лікування травматичних вивихів зубів у дітей.....	40
1.3 Біомеханічні аспекти іммобілізації при травмах зубів у дітей.....	46
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	50
2.1 Загальна методологія, структура та дизайн дослідження.....	50
2.2 Ретроспективний аналіз етіології, структури, характеру травматичних ушкоджень постійних зубів у дітей.....	53
2.3 Характеристика клінічних груп пацієнтів з травматичними неповними вивихами постійних зубів.....	57
2.4 Імітаційне комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану біомеханічних систем (БС) за допомогою методів CAD / CAE та даних знімків комп'ютерної томографії.	61
2.5 Методи клініко-рентгенологічного обстеження дітей з травмами постійних зубів.....	66
2.6 Методи оцінки гігієни порожнини рота та стану тканин пародонту при травматичних вивихах постійних зубів у дітей.....	70

2.7 Статистичні методи аналізу та обробки даних.....	74
--	----

РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БІОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ПРИ ТРАВМАХ ЗУБІВ У ДІТЕЙ ЗА CAD/CAE ТЕХНОЛОГІЯМИ	75
--	-----------

3.1 Експериментальне обґрунтування розподілу навантаження на травмовані зуби верхньої щелепи залежно від довжини кореня, наявності сусідніх зубів та апроксимальних контактів між ними під дією двох напрямків функціонального навантаження на зуби.....75

3.2 Моделювання перерозподілу навантажень на кісткові структури верхньої щелепи під час іммобілізації травмованих зубів.....89

3.3 Дослідження розподілу якісних характеристик полів переміщень та полів напружень біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду під впливом навантаження на стиск та згин...97

РОЗДІЛ 4 ДІАГНОСТИЧНО-ЛІКУВАЛЬНІ ЗАХОДИ ПРИ НЕПОВНИХ ТРАМАТИЧНИХ ВИВИХАХ ПОСТІЙНИХ ЗУБІВ У ДІТЕЙ	119
---	------------

4.1 Етіологія та діагностичні заходи при неповних травматичних вивихах постійних зубів у дітей.119

4.2 Клініко-рентгенологічна характеристика неповних травматичних вивихів зубів у дітей різного віку.....131

4.3 Результати лікування неповних травматичних вивихів постійних зубів у дітей143

РОЗДІЛ 5 ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ....	153
---	------------

ВИСНОВКИ.....	156
----------------------	------------

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	159
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	160
ДОДАТКИ.....	182

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

CAD/CAM/CAE - Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacture/
Computer-aided engineering – Автоматизоване (Комп'ютерне)
проектування/Автоматизоване (комп'ютерне) виробництво/Комп'ютерне
проектування

IADT- International Association of Dental Traumatology- Міжнародна
асоціація дентальної травми

FEA - finite element analysis- скінчено елементний аналіз

БС – біомеханічна система

ВЩ - верхня щелепа

ДТП – дорожньо-транспортна пригода

ЗЧМТ – закрита черепно-мозкова травма

КНП «ДКЛ№7» - Комунальне Некомерційне Підприємство «Дитяча
клінічна лікарня №7»

КТ – комп'ютерна томографія

КПКТ - Конусно-Променева Комп'ютерна Томографія

МСЕ - метод скінченних елементів

НДС – напружено - деформований стан

ПЗ - постійні зуби

ПХО - первинна хірургічна обробка

СЕ - скінченний елемент

ТЗ- тимчасові зуби

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження

Травматичні ушкодження зубів є частішою причиною звернення дітей різного віку за невідкладною стоматологічною допомогою. Вони найпоширеніші серед дітей молодшого віку та підлітків - приблизно 50% дітей мали травму зубів до 18 років. За даними різних дослідників дентоальвеолярні ушкодження реєструються від 6% до 59% в різних вікових групах [3,6,16,25,41]. За оцінками провідних світових фахівців близько 80% усіх травм зубів трапляється у віці до 20 років [22,35,82,94,176]. За даними ВООЗ (2019) 17–50% підлітків і дорослих зазнають травми одного або кількох постійних зубів. Деякі автори описували травму зубів в тимчасовому прикусі: це від 9%– до 40% випадків у дітей (Andreasen & Ravn, 1972; Bonini, Bönecker, Braga, & Mendes, 2012; Feldens, Kramer, Ferreira, Spiguel, & Marquezan, 2010; Goettems et al., 2012; Jones, Mourino, & Bowden, 1993; Norton & O'Connell, 2012; Oliveira, Marcenes, Ardenghi, Sheiham, & Bonecker, 2007; Piovesan, Guedes, Casagrande, & Ardenghi, 2012; Wendt et al., 2010). В доступних наукових джерелах повідомляється, що відсоток дітей, які мали пошкодження молочних або постійних зубів, значно варіює залежно від країни чи категорії населення, із діапазоном поширеності від 10% до 30% [94]. Такі травми можуть несприятливо вплинути на подальший розвиток та ріст зубів та щелеп і призвести до незворотних змін з боку пульпи зуба та тканин пародонта. Очевидно, що величезна кількість дітей, їхніх сімей і стоматологів так чи інакше відчувають вплив дентальної травми. Але, на жаль, дослідження дентальної травми недостатньо представлені в педіатричних дослідженнях здоров'я порожнини рота в цілому [3,6,13,51].

Клінічні наслідки травматичних ушкоджень зубів реєструються як у тимчасовому прикусі, так і в постійному. Наслідки для тимчасових зубів виникають через невеликий проміжок часу та легко діагностуються. На відміну від них, потенційні ускладнення, які можуть виникнути у фолікулах

постійних зубів проявляються лише після їх прорізування. Зазвичай наслідки проявляються через місяці або роки після травми, серед яких: гіпопластичні дефекти коронки, діляцерації коренів та інші порушення емалі або розвитку зуба тощо. Загалом наслідки травматичних ушкоджень зубів виходять далеко за рамки традиційних клінічних проявів і можуть вплинути на якість життя постраждалих та їх сімей та належать до проблеми громадського здоров'я. Висока розповсюдженість травматичних ушкоджень зубів та їх негативний вплив на якість життя спонукали дослідників вивчати можливі етіологічні чинники цієї проблеми. Загальновідомо, що етіологія травми зубів є багатофакторною та складною. У 2009 році Ulf Glendor запропонував розподілити основні етіологічні чинники стоматологічної травми на три групи:

- сфера «людської поведінки», яка загалом включає ризиковану поведінку, такі стани, як синдром дефіциту уваги/гіперактивності та інші;
- «детермінанти навколишнього середовища», де більше контекстуальні параметри, такі як матеріальна депривація або «небезпечне» середовище;
- «оральні чинники», включаючи вади прикусу з протрузією, інші внутрішньоротові та екстраоральні фактори.

Ця тріада, звичайно, не враховує всі фактори, але пропонує корисну категоризацію факторів ризику травми зубів. Додатковими факторами ризику, які не обов'язково підпадають під одну з цих трьох категорій, але також можуть підвищувати ризик травматичних ушкоджень зубів, є індекс маси тіла (надмірна вага), стать, наявність супутніх захворювань, труднощі з навчанням, фізичні обмеження, «неправильне» використання зубів (відкривання пляшок) і пірсинг ротової порожнини [187,188].

Діагностика травматичних уражень зубів зазвичай не викликає труднощів, хоча у дітей молодшого віку, має певні особливості. Для

правильного встановлення діагнозу потрібно вміти збирати та аналізувати результати обстеження маленького пацієнта. У дітей 1,5-3 років складно зібрати анамнез та провести клінічний огляд. Рентгенологічне обстеження, яке в більшості випадків є обов'язковим для встановлення точного діагнозу та визначення тактики лікування, у пацієнтів молодшого віку провести також нелегко. В останні роки в світі розробили певні рекомендації для призначення додаткового обстеження дітям [74,79,92].

Лікувальна тактика щодо травматичних пошкоджень зубів полягає у відновленні їх положення в зубній дузі та стабілізації. Для цього найчастіше застосовують шинування різними видами шин [38,77,83,101,152], які подекуди погіршують стан травмованих зубів та тканин пародонта. Імобілізація травмованих зубів супроводжується навантаженням на оточуючу кістку, що є фактором ризику для відновлення їх функціонального стану. В останні роки для аналізу оклюзійних навантажень на зуби та навколишню кістку зазвичай застосовують метод скінченно-елементного аналізу. Це ефективний метод дослідження напружень у тканинах, який дозволяє «моделювати» біологічну систему, що складається з різних структур: зуб, кістка, шинувальна система, визначаючи реакцію на навантаження її компонентів. Питання вибору способу імобілізації при травматичних пошкодженнях зубів є актуальним, особливо у дітей в змінному періоді прикусу [3,4,6]. Дослідити та оцінити жорсткість фіксації шинувальної конструкції травмованих зубів шляхом проведення прямих натурних експериментів у дітей практично неможливо. Клінічна оцінка, яка використовується з цією метою, недостатня для визначення терміну фіксації та трансформації її міцності. Тому метод комп'ютерного математичного моделювання (CAD/CAM), заснований на фундаментальних положеннях механіки твердого деформованого тіла, дозволяє прецизійно відтворити механічну «поведінку» системи «зубний ряд-шина» та визначити умови, які впливають на ступінь її жорсткості. На сьогодні комп'ютерне моделювання в

поєднанні з експериментальними методами дослідження напружено-деформованого стану біомеханічних систем є найбільш інформативними сучасними інструментами не тільки планування хірургічних операцій, а й визначення можливості та способу застосування фіксуючих пристроїв [5,7,8,12,71,140,169].

Метод скінченних елементів добре пристосований до складної геометрії твердих тканин щелепно-лицевої ділянки. Його перші застосування у сфері стоматології були проведені ще у 1973 році Thresher and Saito та продовжені Takahashi et al., 1980; Moss et al., 1985; Kawasaki et al., 1987, але здебільшого вони стосувались ортопедичної стоматології [1,7,65,68].

Для планування хірургічних втручань в ділянці середньої зони обличчя була розроблена стандартизована відтворювана схема навантаження верхнього зубного ряду. Вона адекватно відображає тиск нижніх зубів на верхні в положенні центральної оклюзії та може застосовуватися для створення комп'ютерних імітаційних моделей [8,9,12,26,141,184]. Вказані дослідження проводились з використанням даних комп'ютерної томографії дорослих людей та відтворювали моделі біомеханічної системи (БС) сформованого зубо-щелепного апарату [65,71,180], але віковий аспект таких досліджень не враховувався.

В науковій літературі можна зустріти інформацію про дослідження жорсткості та гнучкості матеріалу з якого виготовлена шина [31,32,100,177], але немає даних про техніку іммобілізації, зокрема, рівня фіксації шини на коронках та охоплення поряд розташованих зубів. Це має велике значення, тому що дозволяє розподілити та зменшити навантаження на травмовані зуби. Але на сьогодні фахівці ще не дійшли єдиної думки щодо цього питання.

Тому, одним із перспективних напрямків удосконалення лікування травматичних вивихів постійних зубів стало експериментальне

обґрунтування позиціонування іммобілізаційної системи з урахуванням розподілу векторів навантаження на травмовані зуби та кістку щелепи.

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

Дисертаційна робота є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку «Комплексні лікувально-діагностичні заходи при вроджених та набутих захворюваннях щелепно-лицевої ділянки у дітей» (№ держреєстрації 0117U002263) та «Міждисциплінарні підходи до діагностики та лікування хірургічних стоматологічних захворювань щелепно-лицевої ділянки у дітей» (№ держреєстрації 0122U000494) і виконана згідно плану НДР Національного Медичного Університету імені О.О. Богомольця. Дисертант є співвиконавцем зазначених НДР.

Мета дослідження.

Підвищення ефективності лікування та реабілітації дітей з неповними вивихами постійних зубів шляхом розробки алгоритму позиціонування іммобілізаційної системи з використанням CAD/CAM технологій.

Завдання дослідження.

1. Вивчити етіологію, клініко-рентгенологічну характеристику травматичних ушкоджень зубів у дітей на підставі ретроспективного аналізу архівних історій хвороб пацієнтів клініки кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку НМУ імені О.О.Богомольця.

2. Дослідити напружено-деформований стан комп'ютерних моделей біомеханічних систем та розподіл навантаження на зуби та кістку верхньої щелепи під час іммобілізації в експерименті.

3. Визначити оптимальні умови фіксації травмованих зубів при різних клінічних ситуаціях.

4. Розробити комплексний алгоритм позиціонування іммобілізаційної системи на коронках зубів у пацієнтів з травматичними неповними вивихами в залежності від ступеню сформованості кореня та віку дитини.

5. Визначити ефективність запропонованого алгоритму при травматичних ушкодженнях постійних зубів у дітей.

Об'єкт дослідження: лікування травматичних неповних вивихів постійних зубів у дітей.

Предмет дослідження: розподіл векторів навантаження на зуби та кістку щелепи за даними показників НДС БС, зміни показників стану гігієни порожнини рота та тканин пародонту під час та після лікування дітей з неповними травматичними вивихами постійних зубів згідно запропонованого алгоритму.

Методи дослідження:

- бібліографічні - вивчення існуючих світових і вітчизняних підходів до діагностики та лікування травматичних пошкоджень зубів у дітей;
- ретроспективні – аналіз архівних історій хвороб пацієнтів з травматичними пошкодженнями зубів;
- клінічні – анамнестичні, клінічні та інструментальні методи обстеження;
- рентгенологічні – прицільні дентальні знімки, ортопантомограми, конусно-променева комп'ютерна томографія щелеп, спіральна комп'ютерна томографія щелеп;
- біомеханічні - імітаційне комп'ютерне моделювання на основі методу скінченних елементів: створення тривимірних комп'ютерних моделей; визначення та аналіз напружено-деформованого стану БС верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду за допомогою методів CAD/CAE моделювання;

- статистичні методи аналізу та обробки отриманих даних - визначення валідності дослідження; визначення середніх величин, похибок середніх і вірогідності розбіжностей в групах порівняння, кореляційний аналіз.

Дизайн дослідження був схвалений комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень при Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця (Протокол №158 від 23.05.2022). Дисертаційна робота не містить підвищеного ризику для суб'єктів дослідження, виконана з урахуванням чинних біоетичних норм та наукових стандартів щодо проведення клінічних досліджень, відповідно до Основ законодавства України про охорону здоров'я (1992) [9] та Гельсінської декларації, включно з її пізніми редакціями [2].

Наукова новизна отриманих результатів.

В ході роботи поглиблено уявлення про розповсюдженість, етіологію, структуру, діагностику, методи лікування дітей з травматичними неповними вивихами постійних зубів.

Вперше були створені експериментальні багатокомпонентні імітаційні комп'ютерні моделі БС верхньої щелепи дитини з шинувальною системою фіксації зубного ряду.

Вперше в модельному експерименті CAD/CAE вивчено біомеханічну поведінку БС верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду та досліджено розподіл полів переміщень і напружень на зуби та кістку щелепи.

Отримані нові дані про стан гігієни порожнини рота та тканин пародонту при неповних травматичних вивихах постійних зубів у дітей під час і після їх іммобілізації шинувальною системою.

На основі отриманих результатів дослідження був розроблений алгоритм позиціонування шини на коронку травмованого зуба залежно від

сформованості кореня при іммобілізації його дротово-фотополімерною шиною.

Практичне значення отриманих результатів. Впровадження результатів дослідження.

В ході виконання роботи були визначені основні етіологічні чинники та структура травматичних пошкоджень постійних зубів у дітей, які можуть слугувати основою для розробки профілактичних заходів і рекомендацій та планування надання стоматологічної допомоги таким пацієнтам.

Отримані дані мають значення для організації роботи відділень щелепно-лицевої хірургії на регіональному та загальнодержавному рівні. На основі створених тривимірних комп'ютерних моделей БС верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду за допомогою методів CAD/CAM моделювання досліджено розподіл полів переміщень та напружень на зуби та кістку щелепи. Це дозволило розробити практичні рекомендації щодо вибору положення фіксуючого пристрою на травмованих зубах в залежності від ступеня сформованості кореня та наявності контактів між зубами.

Практичні та наукові результати впроваджені в навчально-педагогічний процес кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку НМУ імені О.О. Богомольця, практичну діяльність травматологічного пункту та відділення щелепно-лицевої хірургії КНП «Дитяча клінічна лікарня №7 Печерського району м. Києва», стоматологічного відділення Київського Міського Дитячого Діагностичного Центру, Стоматологічного Медичного Центру НМУ імені О.О.Богомольця.

Особистий внесок здобувача.

Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням, виконаним в період з 2019 по 2023 рр. у Комунальному Некомерційному Підприємстві (КНП) «Дитяча клінічна лікарня №7 Печерського району м.

Києва» (директор - Забудська Л.Р.), яка є клінічною базою кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку (завідувач кафедрою - к. мед. н., доцент Єфименко В.П.) Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (ректор – член-кореспондент НАМН України, професор Кучин Ю.Л.). Автором сформульовано назву дисертаційного дослідження, мету, предмет та завдання, визначено достатній об'єм вибірки. Самостійно виконано аналіз літературних джерел, інформаційно-патентний пошук за темою дисертації. Автором проведено набір та обстеження пацієнтів, сформовано дослідні групи та здійснено лікування дітей з травматичними неповними вивихами постійних зубів з наступним спостереженням. Дисертантом особисто опрацьовані та систематизовані отримані результати, викладено зміст дисертаційного дослідження, здійснено статистичну обробку результатів та підготовлено ілюстративний матеріал. На підставі проведених досліджень написані наукові публікації. Спільно з науковим керівником сформульовані висновки та практичні рекомендації. Фрагменти експериментальних біомеханічних досліджень було виконано на базі лабораторії кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів (завідувач кафедри - доктор технічних наук, професор Пискунов Сергій Олегович) Механіко-машинобудівного інституту Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" (ректор - академік НАН України М.З.Згуровський).

Апробація матеріалів дисертації.

Основні положення дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на Науково-практичних та міжнародних конференціях: Науково-практична конференція з міжнародною участю «Досягнення та перспективи розвитку стоматології дитячого віку» (2016р.); VII Міжнародний медичний форум «Інновації в медицині – здоров'я нації» (Київ, 2017р.); науково-практична конференція «Травматичні пошкодження в щелепно –

лицевій ділянці у дітей» (9 лютого 2018 р., м. Київ); Науково-практичний семінар «Остеосинтез кісток лицевого черепа: міжнародні протоколи, досягнення, інновації» (19-20 травня 2018 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Актуальні проблеми стоматології, щелепно-лицевої хірургії, пластичної та реконструктивної хірургії голови та шиї» (14-15 листопада 2019р., м. Полтава); Науково-практична конференція з міжнародною участю «Актуальні питання щелепно-лицевої хірургії дитячого віку.» (13-14 грудня 2019р., Київ); Науково-практична конференція з міжнародною участю «Сучасні аспекти теоретичної та практичної стоматології» (4-5 травня 2020 Чернівці); XIII конгрес з міжнародною участю «ЛЮДИНА та ЛІКИ – Україна» Науково-практичний симпозіум «Інноваційні методи лікування в сучасній стоматології» (21 травня 2020 року, Київ); 15th Congress of the European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD), Hamburg, Germany (July 3–4, 2020); Науково-практична конференція з міжнародною участю «Досягнення і перспективи клінічної пародонтології. Наука-практиці» 13-14 листопада 2020; Науково-практична конференція з міжнародною участю «Актуальні питання сучасної стоматології» (18-19 березня 2021р.); Науково-практична конференція «Сучасні досягнення науки в медичній практиці» в рамках 30-ї Міжнародної медичної виставки PUBLIC HEALTH 2021, Київ (6-8 жовтня 2021р.); International Dental Forum, Семінар «Стоматологічна наука і практика в екстремальних умовах: виклики та шляхи подолання» (04.10.2023 Київ).

Публікації.

За темою дисертації опубліковано 17 друкованих праць, у тому числі: 1 стаття в періодичних наукових виданнях, які цитуються в наукометричній базі Scopus, 3 статті у наукових періодичних фахових виданнях України (категорія Б), 5 тез науково-практичних та міжнародних конференцій, інших публікацій 7, Патент України на винахід МПК (2020.01), №122378 від 26.10.2020, Бюл.№ 20.

Структура та обсяг дисертації.

Матеріали дисертації викладені на 180 сторінках друкованого тексту. Робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів власних досліджень, аналізу та узагальнення результатів дослідження, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел та додатків. Дисертація ілюстрована 66 рисунками та 19 таблицями. Список використаних джерел містить 190 літературних посилань, з них 13 кирилицею та 177 латиницею.

РОЗДІЛ 1 ЕТІОЛОГІЯ, КЛІНІКО-РЕНТГЕНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЛІКУВАННЯ ТРАВМАТИЧНИХ ПОШКОДЖЕНЬ ЗУБІВ У ДІТЕЙ

(огляд літератури)

1.1. Епідеміологія, діагностичні заходи та клінічна характеристика неповних травматичних вивихів постійних зубів у дітей

Травматичні ушкодження зубів є найбільш поширеними ураженнями твердих тканин не каріозного генезу у дітей різного віку. У глобальному масштабі поширеність травматичних ушкоджень тимчасових і постійних зубів становить 22% і 15% відповідно, а рівень захворюваності - 28,2 випадків на 1000 осіб на рік. Тимчасові зуби діти травмують переважно у 3-4 роки, а постійні – у 13-14 років [28, 33,139].

Поширеність та захворюваність травматичних ушкоджень зубів в світі загалом є високими, тому в багатьох країнах вони визнані проблемами здоров'я на державному рівні. Травми зубів мають фізичні, соціальні та економічні наслідки, тому що можуть порушувати функції жування, вимови, естетику, впевненість дитини у собі. Наслідками травматичних ушкоджень зубів можуть бути некроз пульпи, резорбція твердих тканин кореня, облітерація пульпової камери, а також втрата ушкодженого зуба/зубів [29, 127].

З метою дослідження загальної поширеності травм постійних зубів ВООЗ було проведено глобальне дослідження серед 300 тисяч осіб. Вік обстежених коливався від 7 до 98 років, середнє значення становило 13,8 років [14,130]. За результатами дослідження встановлено, що загальна поширеність травматичних уражень зубів дорівнює 15,2%. Між окремими регіонами світу ВООЗ не виявлено статистично значущої різниці. Однак, найвища поширеність травми зубів була зареєстрована в регіоні Америки

(19,1%), найнижча – у регіоні Західної частини Тихого океану (9,9%). Поширеність травми тимчасових зубів було оцінено майже у 60 тисяч дітей у всьому світі. Середній вік обстежених становив 3,4 років, загальна поширеність становила 22,7%. Найвищий показник виявлено у регіоні Південно-Східної Азії (27,0%), найнижчий - у Європейському регіоні (14,2%). Розповсюдженість травми постійних зубів у дітей віком 12±1 рік була оцінена у близько 40 тисяч осіб. Загальна поширеність становила 18,1%. Найвищий показник зафіксовано в американському регіоні (22,1%), найнижчий – в африканському регіоні (13,2%) [45, 67, 94, 130,160].

Згідно з національним опитуванням кожна четверта людина у США віком від 6 до 50 років мала травматичні ушкодження зубів. У Великій Британії кожна п'ята дитина травмувала фронтальні зуби під час навчання в школі. В тимчасовому прикусі третина всіх дітей перенесла травму зубів, тоді як у постійному - ¼ всіх школярів і 1/3 всіх дорослих мали травми зубів. Проспективні дослідження також підтверджують високі рівні захворюваності. Зокрема, результати дослідження, проведеного в Данії, де ретельно реєструвалися всі травми зубів від народження дітей до 14 років, показали, що 30% дітей мали травматичні пошкодження тимчасових зубів і 22% - постійних. Загалом, практично кожна дитина мала ті чи інші травми зубів у віці до 14 років. Австралійські дослідники виявили, що на рік близько 20 із 1000 дітей віком 6-12 років отримують різні травми зубів. Два великих шведських дослідження, що тривали кілька років, повідомляють про показники травми зубів від 19 до 29 випадків на 1000 осіб на рік, що становить 28% [132,176].

Встановлено, що травми зубів найчастіше виникають вдома та у школі. Факторами ризику, які підвищують вірогідність травмування зубів, є чоловіча стать, більш ранній вік дитини, ожиріння [61,109,117,136]. Причинами травматичних ушкоджень зубів у дітей у всьому світі в переважній більшості є випадкові падіння, дорожньо-транспортні пригоди та

різноманітні спортивні заходи. Найбільш скомпрометованими зубами стосовно травмування є як тимчасові, так і постійні різці верхньої щелепи через їх розташування у фронтальній ділянці зубної дуги [114,127,147]

Згідно дослідження Patidar, D., Sogi, S., Patidar, D. C., & Malhotra, A. (2021) постійні центральні різці верхньої щелепи травмуються у 76,8% випадків, а тимчасові— у 75,2% випадків усіх травмованих молочних зубів. Основним етіологічним чинником травми зубів було падіння (93,1%) і спортивна травма (5,5%). Деякі типи аномалій прикусу, зокрема глибоке перекриття і дистальна оклюзія підвищують ризик травмування зубів у два-три рази [127,128,175].

На різні види вивихів припадає від 15% до 61% випадків дентальної травми у постійних зубах з піком у 8–12 років. Вивих зазвичай спричиняє зміщення одного або кількох зубів лінгвально, рідше буккально або латерально. В порядку зростання тяжкості вивихи зуба можна розмістити в таким чином: підвивих, екструзія, бічний вивих, інтрузія. Хоча екструзивне ураження становить лише 2,6% травм зубів, однак має високу частоту некрозу пульпи [93,188].

Отже, вивчення розповсюдженості та структури травматичних ушкоджень тимчасових і постійних зубів є предметом досліджень у багатьох країнах світу.

Клінічні прояви травматичних ушкоджень є надзвичайно різноманітними. Тому існує кілька класифікацій [14,96], які об'єднують їх в певні групи. Найбільш широко вживаною є класифікація BOOЗ, в основу якої покладена робота Andreassen JO [18,19, 132], де виділяють наступні групи:

I. Пошкодження твердих тканин зуба та пульпи:

— відломлювання коронки (А);

— неускладнений перелом коронки - пошкодження емалі (В) або емалі та дентину (С);

— ускладнений перелом коронки з оголенням пульпи (D);

— ускладнений перелом коронки та кореня з оголенням пульпи (E);

— перелом кореня (F).

II Пошкодження тканин пародонта:

— струс зуба (concussion) (A) - без збільшення рухомості зуба та без його зміщення, з незначною реакцією періодонта на перку-сію;

— підвивих (B) - збільшена рухомість зуба без зміщення;

— вбивання зуба вглиб тканин (C);

— вихід зуба з лунки (D);

— зміщення зуба в напрямку, відхиленому від осьового (E);

— повний вивих зуба (F).

III. Пошкодження кістки:

— з'єднання із зубною лункою (A), вбивання зуба вглиб тканин;

— перелом стінки зубної лунки (B);

— перелом кістки альвеолярного відростка (C та D);

— перелом кістки нижньої або верхньої щелепи (E та F). IV.

Пошкодження ясен або слизової оболонки ротової порожнини:

— поранення ясен або слизової оболонки (A);

— забиття ясен або слизової оболонки (B);

— відшарування ясен або слизової оболонки (C).

Міжнародна асоціація дентальної травми (International Association of Dental Traumatology) в 2020 році запропонувала до використання таку класифікацію:

Вивихові травми: -Струс;

-Підвивих;

-Екструзія;

- Латеральний вивих;

- Впровадження;

- Авульсія (повний вивих);

Переломи: -Порушення емалі;

- Злам емалі;

- Неускладнений перелом коронки (емалево-дентинний перелом);

- Ускладнений перелом коронки (перелом емалі-дентину-пульпи);

- Неускладнений перелом кореня коронки;

- Ускладнений перелом кореня коронки;

- Перелом кореня;

- Альвеолярний перелом.

В Україні в 2023 році затверджені стандарти надання медичної допомоги пацієнтам з дентоальвеолярною травмою [10], де описують основні їх типи: - Тріщина емалі;

- Злам коронкової частини зуба в межах емалі;

- Злам коронкової частини зуба в межах емалі та дентину з / без оголення пульпової камери;

- Злам коронкової частини та кореня зуба з / без оголення пульпової камери;
- Злам кореня зуба з / без оголення пульпової камери;
- Забій зуба;
- Підвивих зуба;
- Неповний вивих зуба (екструзія);
- Вивих зуба зі зміщенням (люксація);
- Вколочений вивих зуба (інтрузія);
- Повний вивих (авульсія);
- Перелом альвеолярного відростку щелеп.

Травматичні ушкодження зубів зустрічаються у дітей різного віку як в тимчасовому, так і в постійному прикусі. Проте, в тимчасовому прикусі переважають різноманітні види вивихів та авульсія зубів, що зумовлено особливостями морфологічної будови як самих тимчасових зубів, так і кісткової тканини альвеолярного відростка, в якій вони знаходяться [49]. Завдяки невеликим розмірам тимчасового зуба та відносно низькому рівню мінералізації альвеолярної кістки під час удару тимчасовий зуб корпусно переміщується в альвеолярній кістці, що в переважній більшості випадків супроводжується розривом періодонтальної зв'язки, судинно-нервового пучка, а надалі може спричинити розвиток ускладнень з боку пульпи зуба та тканин апікального періодонта [47]. Тяжкість травми тимчасового зуба залежить від сили удару. Найбільш сприятливим в плані прогнозу є забій, оскільки пошкодження судинно-нервового пучка в такому випадку є незначним, зуб не змінює положення в зубній дузі, тому така травма може минати без наслідків [34]. Найбільш несприятливим видом травми тимчасового зуба є авульсія, яка проявляється повним виходом зуба з лунки,

повним розривом періодонтальної зв'язки та судинно-нервового пучка [62]. Частота авульсії тимчасових зубів становить від 7 до 13% всіх видів травми зубів в тимчасовому прикусі. Зважаючи на психологічні технічні складності роботи з маленькими дітьми, а також невизначений прогноз, реплантація тимчасового зуба не проводиться, тому наслідком цього виду травми є передчасна втрата останнього.

Найчастіше в тимчасовому прикусі діагностуються неповні вивихи, а саме інтрузивний вивих, коли зуб вбивається в альвеолярну кістку (ніби ховається в ній); бічна люксація, при якій тимчасовий зуб зміщується в бік сусіднього зуба, та екструзивний вивих, в результаті якого зуб зміщується в бік оклюзійної поверхні [59]. Всі види неповних вивихів тимчасових зубів несуть загрозу розвитку зачатку постійного зуба, оскільки зуб змінює своє положення в альвеолі, в тій чи іншій мірі розривається періодонтальна зв'язка і судинно-нервовий пучок тимчасового зуба. Запальний процес, який виникає внаслідок цього, призводить до порушення фізіологічного формування зачатку постійного зуба. Тому, за відсутності ендодонтичного лікування травмованих зубів через певний час практично у 100% випадків розвиваються ускладнення з боку апікального періодонту, що може порушувати процеси розвитку зачатку постійного зуба. Крім того, інтрузивний вивих може спричинити пряме механічне пошкодження зачатку постійного зуба, внаслідок чого порушуються процеси внутрішньощелепної мінералізації, та в подальшому виникають гіпопластичні дефекти твердих тканин постійного зуба. Переломи коронкової частини або кореня тимчасового зуба зустрічаються в клініці вкрай рідко, на відміну від неповних вивихів.

В постійному прикусі переважають переломи коронкової частини, іноді й кореня постійного зуба, що зумовлено відносно більшими розмірами постійних зубів, вищим ступенем мінералізації альвеолярної кістки, що не дозволяє зубу корпусно переміщуватись та втримує його в альвеолярній

кістці. Тому в клініці травматичних пошкоджень постійних зубів переважають ускладнені (з залученням пульпи) та неускладнені (без залучення пульпи) переломи коронкової частини зуба [20,34,96]. Відносно рідко порівняно з переломами коронкової частини діагностуються переломи кореня постійного зуба, які можуть локалізуватися на різних його рівнях. Однак, залежно від сили і напрямку удару, переломи коронкової частини або кореня постійного зуба можуть поєднуватися з різними видами неповних вивихів та пошкодженням альвеолярної кістки. Лікування в таких випадках ускладнюється, оскільки зуб потребує не тільки репозиції, іммобілізації та ендодонтичного втручання, а й загоєння альвеолярної кістки.

Клінічними ознаками підвивиху є болісність при накушуванні та вертикальній перкусії [34]. Зуб підвищено рухомий у вестибуло-оральному напрямку, однак його положення в лунці не змінене та може супроводжуватись кровотечею з ясенної борозни. Може спостерігатись зворотнє пошкодження пульпи, рентгенологічних змін в такому випадку немає. Підвивих вимагає лікування, особливо при значній рухомості зуба. В таких випадках застосовується шинування на 1-2 тижні. Клінічне та рентгенологічне обстеження повинно проводитись через 2, 4, 8 тижнів, 6 місяців та 1 рік.

Інtruзивний вивих є більш складним видом неповного вивиху, оскільки зуб зміщується в альвеолярну кістку в осьовому напрямку. Коронкова частина зуба видається розташованою більш апікально або нижче рівня оклюзійної поверхні порівняно з сусідніми зубами. Зуб нерухомий і при перкусії видає металевий (анкілотичний) звук. З ясенної борозни може спостерігатись кровотеча. Періодонтальна зв'язка майже повністю зруйнована протягом усього кореня чи його частини. Цементно-емалеве з'єднання розташоване апікальніше за сусідні зуби та під деяким кутом до альвеолярної кістки. У молодших пацієнтів з тимчасовими зубами з незавершеним формуванням кореня зуб може повторно прорізатися без втручання лікаря. Якщо природний

рух зуба не спостерігається, показана ортодонтична репозиція. У разі інтрузії понад 7 мм зуб слід репонувати хірургічним шляхом. Для постійних зубів з інтрузією менше, ніж 3 мм, необхідно забезпечити умови повторного прорізування. Якщо рух зуба не відбувається протягом 2-4 тижнів, слід хірургічно або ортодонтично змінити положення зубу до того, як розвинеться анкілоз. Такі зуби слід іммобілізувати гнучкою шиною терміном до 4 тижнів. Більшість зубів з інтрузивним вивихом потребують ендодонтичного лікування внаслідок некрозу пульпи. Видалення шини показано через 4, 6 або 8 тижнів, клінічні та рентгенологічні обстеження рекомендуються проводити терміном до 1 року, а щорічні контрольні огляди - протягом 5 років після лікування.

Латеральний вивих - це зміщення зуба у лінгвальному/піднебінному або губному напрямку [34,51]. Зуб нерухомий, при перкусії визначається болісність. Наявний перелом альвеолярного відростку, гематома або рана слизової оболонки в цій ділянці, з ясенної борозни спостерігається кровотеча. Періодонтальний простір розширений, що найкраще видно на дентальній або оклюзійній рентгенограмі. Положення зуба змінюють за допомогою щипців чи вручну та фіксують із сусідніми зубами гнучкою шиною терміном до 4 тижнів. Клінічні та рентгенологічні дослідження слід проводити через 4 тижні, 8 тижнів, 6 місяців та 1 рік, з наступним щорічним спостереженням протягом 5 років. Будь-які ознаки некрозу пульпи свідчать про необхідність ендодонтичного лікування.

У випадку екструзивного вивиху зуб має значну рухомість і здається подовженим. Можлива кровотеча з ясенної борозни. На прицільній рентгенограмі виявляється збільшення періодонтального простору в ділянці верхівки. Зуб слід обережно (мануально або інструментально) повернути в лунку та проконтролювати його положення рентгенологічно. Гнучку шину фіксують до сусідніх зубів на 2 тижні. Некроз пульпи постійних зубів вимагатиме ендодонтичного лікування. Шину слід зняти через 2 тижні, а клінічне та рентгенологічне обстеження проводять через 2, 4, та 8 тижнів, 6

місяців і 1 рік, із наступним щорічним спостереженням протягом 5 років. На рентгенограмі має бути видно весь пародонт, висота альвеолярної кістки має відповідати висоті після репозиції [138].

1.2. Сучасні підходи до лікування неповних травматичних вивихів постійних зубів у дітей

Лікування травматичних ушкоджень постійних зубів у дітей спрямоване на надання невідкладної стоматологічної допомоги та мінімізацію небажаних наслідків травми. Успіх лікування травми зуба залежить від своєчасного звернення пацієнта, швидкості встановлення та точності діагнозу, правильності дій стоматолога [62,66,85,96,101,103]. Залежно від типу та ступеня ушкодження для лікування травмованих зубів використовуються різні методи, оскільки у більшості випадків, окрім травмованого зуба, задіяні опорні структури (періодонт та альвеолярна кістка) [102,138,143].

Вивих вимагає негайної репозиції зуба, щоб досягти його правильного положення в зубній дузі та уникнути, наскільки це можливо, втрати життєздатності пульпи. Зазвичай репозиція проводиться вручну або за допомогою щипців. Інформації про терміни успішної репозиції вивихнутого зуба наразі недостатньо, однак затримка втручання може зашкодити правильній репозиції через організацію тромбу.

Другим фактором, який слід враховувати при лікуванні вивиху зубу, є стабілізація. Найчастіше для стабілізації травмованих зубів використовують метод шинування. Шина визначається як «пристрій, який використовується для підтримки, захисту або знерухомлення зубів, які були розхитані, пересаджені, зламані або ендодонтично чи хірургічно ліковані». Історично склалося так, що шинування зубів на початку проводилося за допомогою жорстких шин, які вимагали тривалої іммобілізації. Такий підхід був заснований на принципах лікування переломів кісток. Але основним

недоліком жорсткої іммобілізації є те, що вона може спричинити некроз пульпи та зовнішню резорбцію кореня травмованого зуба [41,95,137,161]. Пізніше були введені гнучкі шини і повідомлялось про меншу кількість анкілозів після шинування. Це свідчить про те, що шина, яка використовується для іммобілізації, повинна дозволяти деякий функціональний рух травмованих зубів. У випадках застосування жорсткої шини - зуби повністю знерухомлені на весь період фіксації, тоді як гнучка шина забезпечує функціональний рух і зменшує кількість ускладнень [97,152,153,157]. Згідно рекомендацій Міжнародної асоціації стоматологічної травматології (IADT) гнучкі шини, які використовуються протягом короткого часу, більш рекомендовані, ніж жорсткі шини [77,83].

Ідеальними вимогами до шини можна вважати:

- шина повинна забезпечувати повторне прикріплення волокон періодонтальної зв'язки;
- попереджати подальшу травму та запобігати рухливості травмованого зуба;
- легко накладатися та зніматися, не завдаючи додаткового пошкодження оточуючим м'яким тканинам;
- стабілізувати пошкоджені зуб/зуби в правильному положенні протягом усього періоду шинування;
- забезпечувати фізіологічну рухливість травмованого зуба/зубів;
- не подразнювати м'які тканини;
- дозволяти перевірку чутливості пульпи та, за необхідності, ендодонтичний доступ;
- забезпечувати можливість підтримувати адекватну гігієну ротової порожнини;
- не заважати оклюзійним рухам;
- мати естетичний вигляд і бути зручною для пацієнта.

На сьогодні найбільш часто використовуються композитні шини та шини з нержавіючої сталі. Якщо діаметр дроту не перевищує 0,3-0,4 мм, такі

шини називають гнучкими. Вони можуть бути ефективно використані при травматичних вивихах, а також для лікування авульсії. Процедури встановлення таких шин дуже прості, вони не травмують інші зуби, допомагають підтримувати вимову та естетику, а також гігієну ротової порожнини [52,190]. Такі шини не створюють перешкод для тестування життєздатності пульпи та проведення ендодонтичних процедур.

Волоконні шини, такі як Ribbond TM (США), Fiber-Splint (Швейцарія), EverStick (Фінляндія) містять поліетиленову або кевларову сітку та ненаповнену смолу (Optibond TM FL (Kerr, США) [152,153]. Вони забезпечують гарну стабілізацію рухомих або зміщених зубів; естетично прийнятні для маленьких дітей. Одношарове скловолокно для іммобілізації травмованих зубів на сьогодні використовується в усьому світі. Одношарові шини зі скловолокна мають гнучкість, подібну до гнучкості сталевого дроту твістфлекс. Процедура фіксації шин проста і не викликає додаткової травми навколишніх м'яких тканин. Така шина не заважає тестуванню життєздатності пульпи та ендодонтичному лікуванню, сприяє дотриманню гігієни порожнини рота.

Дугоподібні шини зазвичай використовуються при зубо-щелепних травмах. Арка - це металевий стрижень, який легко перетворюється в форму арки. Його фіксують на зубі за допомогою лігатурних дротів. Основним недоліком даної методики є використання жорстких шин, що не дає можливості фізіологічного переміщення зубів. Якщо стрижень дуги ослаблений або лігатурні дроти ослаблені, це може викликати подразнення тканин ясен. Тому в даний час шинування дугою для лікування травматичних ушкоджень зубів використовується рідко. Для всіх типів травматичних ушкоджень IADT рекомендовані гнучкі шини [14,18,19,20,31,32,96]. Єдиним винятком з цього є зубо-щелепний перелом.

Акрилові шини використовують в складних травматичних випадках, коли зубо-щелепні переломи поєднуються з переломами кісток. Їх можна

використовувати у випадках, коли лінії перелому можна репонувати шляхом застосування тиску (мануально або інструментально), щоб уникнути відкритих хірургічних втручань. Даний метод може застосовуватися у дітей та підлітків.

Оскільки в стоматології постійно триває розробка нових матеріалів для фіксації, проведено порівняння властивостей типових шин, які зазвичай використовуються, а також шин, виготовлених з нещодавно введених матеріалів. Були досліджені такі шини: композитна дротяна шина twistflex (TF); титанова травматична шина (TTS); двошарові скловолоконна шина зі скловолоконної ровингової смоли (DFG); одношарова скловолоконна шина (SFG); нейлонова композитна шина (FL) та композитна шина силового ланцюга (ПК). Шини порівнювали за наступними параметрами: жорсткість, легкість застосування, естетика, вартість. Результати дослідження свідчать про те, що найменш жорсткими шинами були FL і ПК, а найбільш жорсткою – DFG. Щодо простоти застосування, то найменш проблемною була TTS. Більшого часу для фіксації вимагали DFG і TF. Найбільш естетичною шиною була FL, найменш естетичною – DFG[152,153].

Титанова шина менш жорстка, ніж шини з дроту та скловолокна, має попередньо сформовані отвори для композитного матеріалу [31,32]. Титанова травматична шина (TTS) добре переноситься та майже не викликає дискомфорту у пацієнта. Ця шина класифікується як «гнучка шина низької жорсткості» з незначним обмеженням рухливості зубів. Вона проста у застосуванні, має задовільні естетичні властивості.

Нейлонові шини (волосінь) виявились такими ж гнучкими, як тонкі дроти з нержавіючої сталі [186], були найменш жорсткими з усіх та найбільш естетичними. Проте вони мають певні технологічні труднощі при накладанні, тому що важко утримуються на місці. Однак поетапне світлове полімеризування по одному зубу може подолати цю проблему. Нейлонова

волосінь видається цікавим, естетичним, гнучким і недорогим матеріалом для шинування, який вимагає подальшого дослідження.

У дане дослідження було включено нещодавно представлений гнучкий матеріал – силовий ланцюг, виготовлений з гуми, який використовується в ортодонтії для тракції та може бути цікавою альтернативою для шинування. Гумовий ланцюг є дуже гнучким і містить отвори для композитного матеріалу, подібно до титанової шини, що дозволяє фіксувати його на зубі. Силовий ланцюг подібний за гнучкістю до нейлонової волосіні. Він є високо естетичним, еластичним і легко накладається. Силовий ланцюг може бути цікавою новою альтернативою, яка забезпечує достатню мобільність завдяки своїй дуже низькій жорсткості, гарній естетичності, простоті застосування та низькій вартості.

За результатами даного дослідження можна зробити висновок, що оскільки настанови IADT рекомендують застосовувати найбільш гнучку шину, клініцистам слід використовувати волосінь (5,7 Нм 1), силовий ланцюг (6,3 Нм 1) або титанові шини (6,9 Нм 1). Слід уникати двошарової шини зі скловолокна (24,3 Нм 1), оскільки вона виявилась значно жорсткішою. Одношарову шину зі скловолокна (18,5 Нм 1) і твістфлекс (18,4 Нм 1) можна використовувати як альтернативу. Проте волосінь та силовий ланцюг є кращими з огляду на естетичність і вартість [31,32].

Отже, аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок, що шини повинні бути настільки гнучкими, наскільки це можливо, щоб травмований зуб мав можливість рухатися під час іммобілізації без ризику зміщення з лунки. Для попередження розвитку ускладнень під час та після іммобілізації слід уникати використання жорстких шин.

Окрім жорсткості та гнучкості матеріалу, з якого виготовлена шина, має значення техніка іммобілізації, зокрема рівень розташування та охоплення поряд розташованих зубів, що дозволяє розподілити та зменшити

навантаження на травмований зуб. З цією метою в дослідженні **Durrani, F., Galohda, A., Rai, S. K.** зроблено спробу порівняти різні матеріали для шинування (композитну смолу, композит, армований металом і композит, армований волокном) щодо їх здатності розподіляти напруги на різних рівнях кістки та проаналізувати розподіл оклюзійних напруг, які виникають у рухливій нижній частині шини за допомогою аналізу кінцевих елементів (FEA). Було відібрано 5 пацієнтів вікової групи 25–50 років. Учасники мали пародонтальні порушення нижньої передньої частини зубів із рухливістю 2 і 3 ступеня, але сусідні ікла мали оптимальну кісткову підтримку. Напруги на кісткові структури та шинну під вертикальними та поперечними навантаженнями були визначені як еквівалентні за фон-Мізесом поля напруги та виражені в одиницях МПа (мегапаскаль). Ділянками екстремального навантаження були контактні ділянки моделей зубів і кісток. Для аналізу прикладене навантаження на різці було вибрано як 150 Н, оскільки, як повідомляється, максимальне оклюзійне навантаження на різці становить від 40 Н до 200 Н. Значення напруги на зубах у всіх п'яти моделях нижньої щелепи з втратою кісткової тканини $\geq 40\%$ у передній частині показали, що армоване металом шинування розподіляло максимальне навантаження на ікла та найменше на центральні та бічні різці. Порівняно з армованим металом, шинування армоване волокном розподіляло найменше навантаження на ікла; однак навантаження на центральні та бічні різці були максимальними, порівняно з іншими шинувальними матеріалами. З'ясовано, що на шині з композитної смоли навантаження на ікла дещо більше, ніж на шині, армованій волокном. Подібним чином падіння напруги в різцях було більшим, ніж у шинах, армованих волокном, але меншим порівняно з шиною, армованою металом. Згідно з цими результатами можна стверджувати, що передача навантаження від центральних і бічних різців до ікла за допомогою металевої арматури є вищою, порівняно з іншими матеріалами. Однак був наявний побічний ефект шинування, який полягав у збільшенні навантаження на ікла. При порівнянні навантаження на кожен шинований

зуб, було помічено, що навантаження на центральний різець значно зменшилось. Суттєвої різниці в навантаженні на бічний різець не було, однак спостерігалось збільшення навантаження на ікло через передачу навантаження від центрального різця до ікла. Згідно з поточними результатами, спостерігалось збільшення навантаження на ікла та кістку для всіх матеріалів шин. При втраті кісткової тканини $\geq 40\%$, коли застосовувались шинувальні матеріали з металу, композитної смоли та волокна, навантаження на ікло під вертикальними та горизонтальними навантаженнями розподілялись в такому порядку: метал > композитна смола > армована волокном [58].

Шина обмежує величину сили, яку отримує один зуб під час оклюзійного навантаження, розподіляючи оклюзійні сили на велику кількість зубів. Однак, дуже важливо оцінити, чи буде шинування зубів запобігати подальшій втраті кісткової тканини, на якому рівні його слід застосувати, щоб зуби функціонували належним чином.

1.3 Біомеханічні аспекти іммобілізації при травмах зубів у дітей

В останні роки з широким розповсюдженням комп'ютерних технологій в усіх аспектах життя стало з'являтися дедалі більше наукових робіт із застосуванням методу імітаційного моделювання напружено-деформованого стану (НДС) біомеханічних систем опорно-рухового апарата людини. Враховуючи зростаючу увагу до етичних питань у наукових дослідженнях з відмовою від натурних випробувань на біологічних об'єктах (трупний матеріал, дослідження *in vivo*) імітаційне моделювання із застосуванням комп'ютерних технологій набуває дедалі більшої актуальності. Точність розрахунків та максимальне наближення до реальних умов життєдіяльності тканин організму людини в умовах його нормального функціонування, наслідків травм або захворювань дозволяє застосовувати метод імітаційного моделювання з метою вивчення поведінки біомеханічної системи у різних

умовах функціонування. При цьому науковці та клініцисти отримують вірогідну інформацію про можливі функціональні наслідки будь-якого втручання на передопераційному, доклінічному етапі [1,7,8,9,12,69,72]. Основою створення адекватних імітаційних комп'ютерних моделей біомеханічних систем є якість знань про об'єкт моделювання, а саме чисельні дані про геометричні характеристики, структуру побудови сполучених неоднорідних елементів конструкцій, анізотропні та ізотропні фізико-механічні властивості в'язкопружних та пружних матеріалів природного та штучного походження, силові та кінематичні умови навантаження. Точність і вірогідність імітаційного комп'ютерного моделювання НДС біомеханічних систем, їх відповідність реальному біологічному об'єкту визначається точністю відтворення у вхідних даних геометрії, механічних властивостей біологічних тканин і штучних матеріалів, силових навантажень і граничних умов (умови контактної взаємодії з оточуючим середовищем, особливості кінематичного закріплення моделі) залежно від задач математичного моделювання. Точність і вірогідність імітаційного комп'ютерного моделювання НДС біомеханічних систем, їх відповідність реальному біологічному об'єкту визначається точністю відтворення у вхідних даних геометрії, механічних властивостей біологічних тканин і штучних матеріалів, силових навантажень і граничних умов (умови контактної взаємодії з оточуючим середовищем, особливості кінематичного закріплення моделі) залежно від задач математичного моделювання. На сучасному етапі для створення індивідуальних імітаційних комп'ютерних моделей елементів зубо-щелепного апарату людини в якості вхідних даних використовують результати тривимірного сканування – дані комп'ютерної (КТ) чи магнітно-резонансної (МРТ) томографії. Серії лінійних елементів КТ та МРТ сканів відображають не лише контури поверхні, але й внутрішню структуру кісткової тканини та м'якотканинних структур. Отримані при проведенні КТ/МРТ досліджень дані є послідовністю цифрових зображень (аксіальних зрізів), які зберігаються та експортуються файлами у форматі DICOM (Digital

Imaging and Communication in Medicine). Після томографічної реконструкції створюється об'ємний блок – відображення структури об'єкта дослідження у об'ємному вигляді. Наступним кроком є побудова тривимірної моделі, яка відповідає заданому діапазону рентгенологічної або магнітної щільності. Оскільки можливості для прямої конвертації даних КТ в програми, що реалізують скінченно-елементне моделювання, на сьогоднішній день не існує, побудова тривимірних віртуальних моделей потребує проміжного етапу обробки і трансформації даних із застосуванням сучасних програмних комплексів комп'ютерного інженерного дизайну та аналізу (CAD/CAE системи) [8,9].

Для дослідження розподілу навантаження на зуби та щелепи людини використовують CAD/CAM/CAE технології та імітаційне комп'ютерне моделювання НДС біологічної системи щелепно-лицевої ділянки [1,5,7,8,9,54,69,72,99,141,142,143,181]. Слід зазначити, що чисельне моделювання дає широкий асортимент інструментів при постановці задач. Вказані дослідження проводились з використанням даних комп'ютерної томографії та відтворювали моделі біомеханічної системи зубо-щелепного апарату. На основі кожного сканування КТ створювали 3D-модель за допомогою програмного забезпечення для медичного зображення та редагування Mimics 19.0 (Materialise, Левен, Бельгія). Найчастіше проводили дослідження НДС нижньої щелепи з урахуванням сили жувальних м'язів для планування остеосинтезу при лікуванні травматичних пошкоджень, визначення виду та способу фіксації уламків та прогнозування наслідків [8,9]. Для планування хірургічних втручань в ділянці середньої зони обличчя була розроблена стандартизована відтворювана схема навантаження зубного ряду верхньої щелепи, яка адекватно відображає тиск нижніх зубів на верхні в положенні центральної оклюзії, та може застосовуватися для створення комп'ютерних імітаційних моделей [8,9,12]. Для моделювання шинування різців та іклів при плануванні лікування захворювань пародонта

створювали імітаційні БС нижньої щелепи разом із періодонтальною зв'язкою на яких вивчали НДС [1,7]. Імітаційні моделі верхньої щелепи створювались з метою дослідження НДС БС, зокрема, для планування та визначення ефективності ортодонтичного лікування [180]. Останнім часом в науковій літературі можна знайти інформацію про дослідження НДС БС верхньої щелепи дитини. Однак досліджень щодо БС верхньої щелепи, травмованих зубів та шинувальної конструкції дитячого віку не проводилось.

При відтворенні НДС імітаційних моделей спостерігається картина розподілу напружень у вигляді кольорових кодових смуг. Розподіл напруги в кінцево-елементній моделі представлений у числових значеннях і кольоровому кодуванні. Червоним кольором позначені максимальні значення напруги фон Мізеса. Синім кольором позначені мінімальні значення напруги фон Мізеса. Проміжні значення представлені блакитно-зеленим, зеленим, зеленувато-жовтим і жовтуваточервоним у порядку зростання розподілу напруги.

Дослідження *in vitro* не можуть відтворити дуже динамічну природу ротового середовища, оскільки оклюзійні навантаження швидко змінюють свій обсяг і напрямок. Однак альтернативи немає - жоден з інших варіантів не може точно показати розподіл сил. Метод скінченних елементів, хоча і є теоретичним представленням біологічної системи, є найближчим методом моделювання для вимірювання величини розподілу напруги навколо зубів.

Узагальнення огляду літературних джерел

За результатами дослідження встановлено, що загальна поширеність травматичних уражень зубів дорівнює 15,2%. Між окремими регіонами світу ВООЗ не виявлено статистично значущої різниці. Однак, найвища поширеність травми зубів була зареєстрована в регіоні Америки (19,1%), найнижча – у регіоні Західної частини Тихого океану (9,9%). Поширеність травми тимчасових зубів було оцінено майже у 60 тисяч дітей у всьому світі.

Середній вік обстежених становив 3,4 років, загальна поширеність становила 22,7%. Найвищий показник виявлено у регіоні Південно-Східної Азії (27,0%), найнижчий - у Європейському регіоні (14,2%). Розповсюдженість травми постійних зубів у дітей віком 12 ± 1 рік була оцінена у близько 40 тисяч осіб. Загальна поширеність становила 18,1%. Найвищий показник зафіксовано в американському регіоні (22,1%), найнижчий – в африканському регіоні (13,2%) [45, 67, 94, 130,160].

В тимчасовому прикусі переважають різноманітні види вивихів та авульсія зубів, що зумовлено особливостями морфологічної будови як самих тимчасових зубів, так і кісткової тканини альвеолярного відростка, в якій вони знаходяться [49]. В постійному прикусі переважають переломи коронкової частини, іноді й кореня постійного зуба, що зумовлено відносно більшими розмірами постійних зубів, вищим ступенем мінералізації альвеолярної кістки, що не дозволяє зубу корпусно переміщуватись та втримує його в альвеолярній кістці.

Лікування травматичних ушкоджень постійних зубів у дітей спрямоване на надання невідкладної стоматологічної допомоги та мінімізацію небажаних наслідків травми. Успіх лікування травми зуба залежить від своєчасного звернення пацієнта, швидкості встановлення та точності діагнозу, правильності дій стоматолога [62,66,85,96,101,103]. Залежно від типу та ступеня ушкодження для лікування травмованих зубів використовуються різні методи, оскільки у більшості випадків, окрім травмованого зуба, задіяні опорні структури (періодонт та альвеолярна кістка) [102,138,143]. Згідно рекомендацій Міжнародної асоціації стоматологічної травматології (IADT) гнучкі шини, які використовуються протягом короткого часу, більш рекомендовані, ніж жорсткі шини [77,83]. Окрім жорсткості та гнучкості матеріалу, з якого виготовлена шина, має значення техніка іммобілізації, зокрема рівень розташування та охоплення

поряд розташованих зубів, що дозволяє розподілити та зменшити навантаження на травмований зуб.

Для дослідження розподілу навантаження на зуби та щелепи людини використовують CAD/CAM/CAE технології та імітаційне комп'ютерне моделювання НДС біологічних систем. Для планування хірургічних втручань в ділянці середньої зони обличчя була розроблена стандартизована відтворювана схема навантаження зубного ряду верхньої щелепи, яка адекватно відображає тиск нижніх зубів на верхні в положенні центральної оклюзії, та може застосовуватися для створення комп'ютерних імітаційних моделей. Однак таких досліджень щодо травмованих зубів та кістки верхньої щелепи дитини не проводилось.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна методологія, структура та дизайн дослідження

Для реалізації поставлених завдань було складено план послідовних досліджень. Кожний етап передбачав вирішення задач, сформульованих у попередньому розділі. Відповідно плану роботи було передбачено три етапи виконання дослідження, кожен із яких був спрямований на вирішення низки послідовних завдань з позиції комплексного підходу. Програма даного дослідження складалася з 3 етапів, при послідовному виконанні яких було застосовано загальноклінічні, рентгенологічні (в тому числі томографічні), біомеханічні методи, а також методи статистичного аналізу. На завершальному етапі було проведено узагальнення отриманих даних та формування практичних рекомендацій. Досягнення поставленої мети дослідження проводилося з дотриманням принципів біоетики та доказової медицини відповідно до принципів належної клінічної практики і особливо до вимог конфіденційності.

Для досягнення поставленої перед дослідженням мети та виконанням визначених завдань було розроблено власний дизайн дослідження (рис. 2.1).

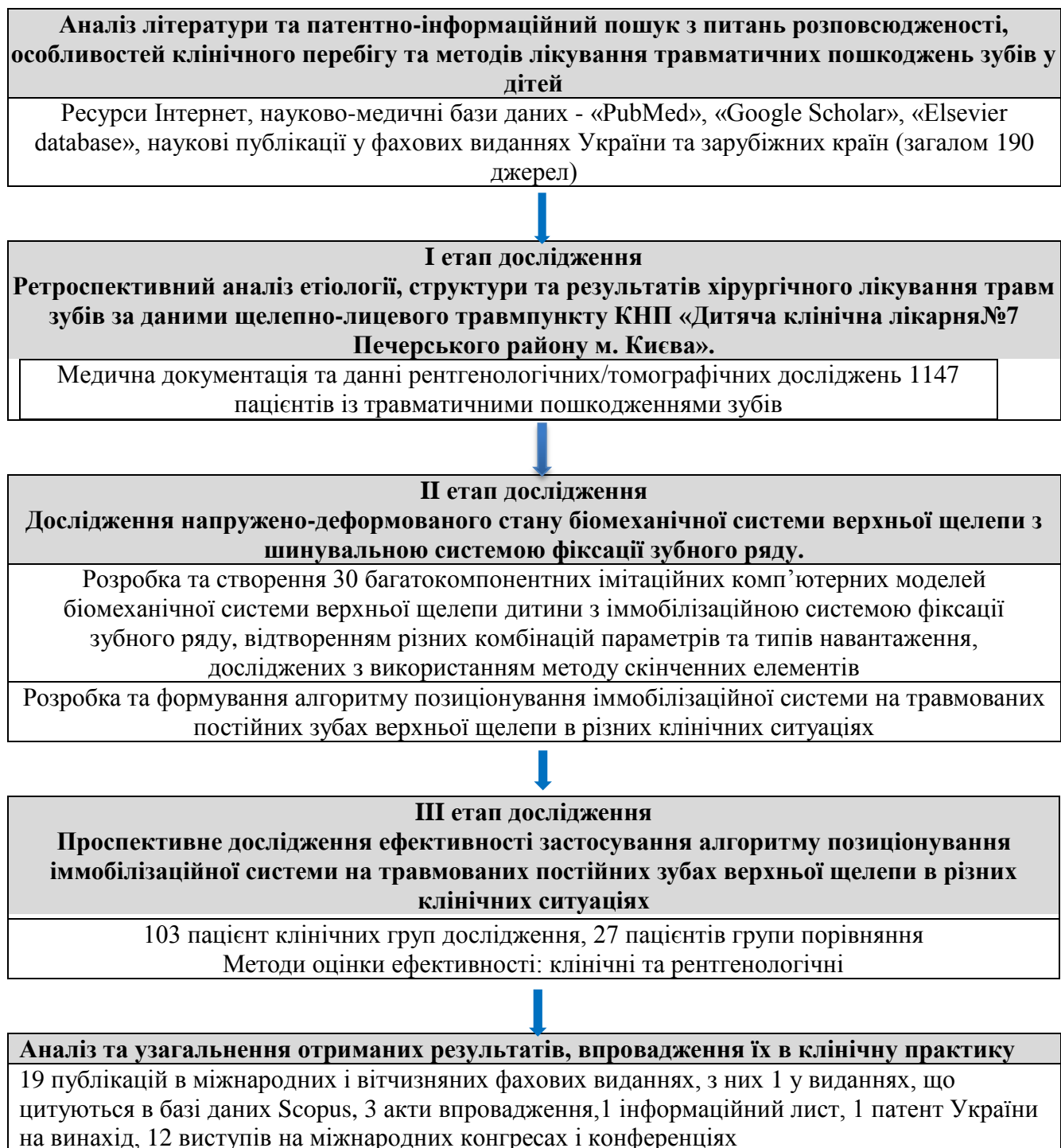


Рис. 2.1. Дизайн, матеріали та методи дослідження.

На I етапі роботи було проведено аналіз джерел літератури та з'ясовані питання розповсюдженості і особливостей клінічного перебігу травматичних пошкоджень зубів у дітей. Методом ретроспективного аналізу була вивчена епідеміологія травм зубів за даними щелепно-лицевого травм пункту КНП «Дитяча клінічна лікарня №7 Печерського району м. Києва», який є базовим

в наданні допомоги дітям із щелепно-лицевою травмою із м. Києва, Київської області та інших областей України.

На II етапі було дослідження було вивчено загальні закономірності біомеханічної поведінки та аналіз напружено-деформованого стану біомеханічної системи (БС) верхньої щелепи з шинувальною системою фіксації зубного ряду. Для цього були створені комп'ютерні моделі верхньої щелепи з симетричним розташуванням 13,12,11,21,22,23 зубів шляхом відтворення просторової будови біологічного об'єкту за даними знімків КТ дитини 13 років. Потім в програмному САЕ комплексі ANSYS Workbench були створені та досліджені 24 моделі БС з комбінаціями параметрів: довжини коренів зубів 100% і 70%, 3-ма варіантами розташування шини, 2-ма варіантами контактних умов між зубами та векторами навантажень на стиск і згин. Після того, як були сформовані клінічні групи пацієнтів з урахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб і станом сформованості кореня, було створено та обраховано ще 6 багатокomпонентних імітаційних комп'ютерних моделей БС верхньої щелепи з шинувальною системою фіксації зубного ряду. На цих моделях БС вивчались показники напружено-деформованого стану шляхом математичного моделювання. На підставі отриманих даних було розроблено алгоритм позиціонування іммобілізаційної системи на травмованих постійних зубах верхньої щелепи, в різних клінічних ситуаціях (Патент України на винахід №122378 від 26.10.2020).

На третьому етапі дослідження була клінічно доведена ефективність застосування запропонованого алгоритму в проспективному контрольованому дослідженні, в яке увійшли 103 пацієнти з травматичними неповними вивихами постійних зубів, розподілені на 4 групи. Групу контролю склали 27 дітей, лікування яких проводилось шляхом іммобілізації гладенькою шиною-скобою.

На заключному етапі роботи було проведено узагальнення отриманих даних, сформульовані висновки та практичні рекомендації, а отримані результати були впроваджені в практичну діяльність закладів охорони здоров'я міста Києва.

Клінічні дослідження проведені в період з 2019 по 2023 рр. на всіх етапах виконання роботи та здійснювались у Комунальному Некомерційному Підприємстві (КНП) «Дитяча клінічна лікарня №7 Печерського району м. Києва» (директор – Забудська Л.Р.), яка є клінічною базою кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку (завідувач кафедрою - к. мед. н., доцент Єфименко В.П.) Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (ректор – член-кореспондент НАМН України, професор Кучин Ю.Л.). Фрагменти експериментальних біомеханічних досліджень було виконано на базі лабораторії кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів (завідувач кафедри - доктор технічних наук, професор Пискунов Сергій Олегович) Механіко-машинобудівного інституту Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" (ректор - академік НАН України М.З.Згуровський).

Проведення досліджень було забезпечено з дотриманням принципів біоетики й прав пацієнта у відповідності з «Гельсінською Декларацією» (2000р.) і «Основ законодавства України про охорону здоров'я» (1992р.). Експертизу матеріалів було проведено комісією з біоетики Національного медичного університету імені О.О. Богомольця.

Матеріалом дослідження стали 369 пацієнтів з різними видами травм постійних зубів, з яких 110 мали неповний вивих.

2.2 Ретроспективний аналіз епідеміології, етіології, характеру травматичних ушкоджень постійних зубів у дітей

Матеріалом ретроспективного дослідження була медична документація (амбулаторні картки та історії хвороб) та результати додаткових методів обстеження (рентгенографії, КТ, КПКТ) 1147 дітей, які знаходились на лікуванні в клініці з травмами кісток ЩЛД та зубів з 2009 по 2016 роки. Для вивчення епідеміології, клінічних характеристик травми та застосованих методів лікування з медичної документації збирали інформацію про стать, вік, скарг хворих, даних щодо часу та обставин настання випадку, виду травми та механізму виникнення, чи надавалась медична допомога (в який час), дані стоматологічного та загального анамнезу, супутніх захворювань, наявність поєднаної травми; обраний метод лікування; ускладнення (якщо такі виникли). Отримані дані заносили до індивідуальної карти спостереження (Додаток Б).

На підставі отриманих даних визначено, що травматичні ушкодження зубів становлять близько 18,8% від всіх травм ЩЛД. Так, із 1147 історій хвороб дітей з травмами кісток ЩЛД та зубів, які були проаналізовані за вказані роки, 915- хворих з травмами ТЗ та ПЗ. Співвідношення частоти травми серед хлопчиків та дівчат - 2,1:1. Найбільша частота відзначена у віковій групі 7-15 років - 59,2%, що можна пояснити більшою активністю дітей в цьому віці. Переважна більшість пацієнтів з Києва або Київської області – 96% всіх пацієнтів стаціонарного профілю. Встановлено, що в більшості випадків причиною травм є падіння дитини – 60%, нанесення удару в ділянку обличчя гойдалкою чи кулаком – 19%, інші причини – 21% . Нами виявлено, що найбільша кількість травм зубів та кісток ЩЛД (до 55%) припадає на період з травня по вересень, що пов'язане з шкільними канікулами. В цей період відмічається збільшення побутової травми – до 65%, а також дорожньо-транспортної (до 30%) випадків, здебільшого авто- і велосипедної. Ушкодження ЩЛД внаслідок автотравми завжди значно

виражені, комбінуються з черепно-мозковою травмою, переломами, ранами та забиттями тканин інших анатомічних ділянок. За нашими даними найчастіше уражаються різці верхньої щелепи: центральні - близько 70-80%, бокові – 10-20%, як в тимчасовому, так і в змінному прикусі. Нижні різці травмуються лише в 1-6% випадків. Травми ТЗ відмічалися в 30-45% випадках. До 2 років частіше зустрічалися вивихи ТЗ, бо вони ще не мають повністю сформованих коренів, отже і великого плеча опору. У віці від 2,5 до 5 років їхні корені продовжують формуватися, укріплюється їх зв'язок з альвеолярною кісткою, тому в цьому віці переважають переломи коронкової частини зубів. В період розсмоктування коренів ТЗ знов збільшувалася частота вивихів. Аналіз частоти окремих видів травм ПЗ показав, що пошкодження зв'язкового апарату зубів переважають у віці 6-12 років, тоді як твердих тканин - після 12 років. Це пояснюється більш лабільним, з біомеханічної точки зору, пародонтом, в якому переважають органічні компоненти, та незакінченим формуванням коренів ПЗ. Неповний вивих ТЗ та ПЗ відмічався у 123 дітей, які отримували лікування в клініці кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку НМУ ім. О.О.Богомольця, що становило 57%. При цьому виді травми відбувалася зміна положення зуба в трьох напрямках: за вертикаллю, за сагітальною та за трансверзаллю. Зміщення травмованого зуба в оклюзійній площині спостерігалася в 31% випадків, поворот навколо повздовжньої осі – в 4%; в вестибулярному напрямку - в 56%, в бік порожнини рота - в 6%. Травмований зуб не змінював свого положення в 2% випадків. А от зміщення травмованого зуба у бік здорового відмічалася всього в 0,1% випадків. Тільки тоді, коли був відсутній сусідній зуб. Неповний вивих ТЗ характеризувався підвищеною рухливістю зуба, чутливістю або болем на дотик чи перкусію. Короткочасна кровотеча із зубо-ясеневі борозни спостерігалася в 2/3 випадках. При травмах ТЗ, незважаючи на ступінь сформованості чи резорбції кореня та функціональну спроможність зуба, не

проводили додаткових методів обстеження хворих – прицільну рентгенографію, ортопантомографію, КТ - бо зуб видаляли.

Неповний вивих ПЗ проявлявся болем у зубі, кровотечею із періодонтальної щілини, що вказувало на травму судин та волокон періодонту, зміною його положення в зубному ряду. Крім того, відмічали неможливість відкушувати їжу, закривати рот. Часто виявлявся набряк м'яких тканин обличчя в ділянці травмування. Відмічався набряк ясен, гіперемія їх. При неповному вивиху зуба пульпа гине не завжди, вітальність її частіше залишається у несформованому зубі. На рентгенограмі виявлялося розширення періодонтальної щілини (рівномірне чи нерівномірне). Додаткові методи обстеження при травмах ПЗ у дітей 6-7 років проводилися лише в 1/3 випадків з використанням премедикації або наркозу.

Впроваджений вивих ТЗ та ПЗ відмічався у 32 дітей, які отримували лікування в клініці кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку НМУ ім. О.О.Богомольця, що становило 15% випадків. Клінічна картина виявила зменшення висоти коронки зуба чи повне його зникнення, кровотечу із зубо-ясенної борозни, набряк м'яких тканин губи та ясен. Перкусія травмованого зуба давала «металевий» звук та була мало позитивною. При пальпації альвеолярний відросток був потовщений за рахунок дислокованої коронки зуба. Для підтвердження діагнозу проводили прицільну рентгенографію зуба. На рентгенівському знімку ріжучий край коронки травмованого зуба на верхній щелепі розташований вище, а на нижній – нижче сусідніх зубів. Періодонтальна щілина часто не виявлялася. Якщо сила удару була великою і зуб вийшов за межі альвеоли, тоді доцільним було проведення КТ.

За даними клініки кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку НМУ ім. О.О.Богомольця в 16% випадків (34 дитини) спостерігався повний вивих зуба або травматичне видалення (авульсія). Частіше уражалися різці верхньої щелепи (96%). При цьому виді травми зуб

втрачав всі зв'язки з альвеолою та м'якими тканинами (відбувався розрив тканин періодонту, циркулярної зв'язки, судинно-нервового пучка) і був відсутній в лунці. В деяких випадках відзначалися скальповані рани м'яких тканин альвеолярного паростка та переломи його. На рентгенограмі відмічалася відсутність зуба в альвеолі, інколи – порушення цілісності кісткової тканини альвеолярного відростку.

Таким чином, ретроспективний аналіз історій хвороб показав, що травматичні ушкодження зубів становлять близько 18,8% від всіх травм ЩЛД у дітей. Найбільша частота відзначена у віковій групі 7-15 років. Співвідношення частоти травми серед хлопчиків та дівчат становило 2,1:1. Найчастіше травмуються фронтальні зуби верхньої щелепи. Травма ТЗ відмічена в 30- 45% від всіх травм зубів. Вивихи ТЗ переважають до 2 років, а переломи (в основному коронкової частини зубів) - у віці від 2,5 до 5 років. Пошкодження зв'язкового апарату ПЗ переважають у віці 6-12 років, тоді як твердих тканин - після 12 років. Найчастіше зустрічався неповний вивих ТЗ та ПЗ - 57%. Ретельна діагностика свіжої дентальної травми має велике значення, оскільки вона визначає подальшу лікувальну тактику. Діагностичні заходи включали проведення клінічного та інструментального дослідження. Із додаткових методів обстеження в 90% випадків виконували прицільну рентгенографію, в 7-8% випадків – ортопантомографію, у 1-2% випадків – КТ. При травмах ТЗ рентгенологічне дослідження виконувалося вкрай рідко.

2.3 Характеристика клінічних груп пацієнтів з травматичними неповними вивихами постійних зубів

Серед обстежених нами 1425 дітей з різними видами травм зубів у 2019-2023 роках, 1056 - мали пошкодження тимчасових зубів - це склало 74,1%, 369 дітей - постійних зубів – 25,89%. Із цих пацієнтів ми відібрали 110 дітей з травматичними неповними вивихами постійних зубів. В дослідження було відібрано 103 дітей з травматичними неповними вивихами постійних зубів. Критерії включення пацієнтів у дослідження були наступні:

- діти з травматичними неповними вивихами зубів постійних зубів верхньої щелепи;

- добровільна згода батьків на обстеження, лікування та участь в дослідженні;

- стать: чоловіча та жіноча.

У дослідження не включали пацієнтів, у яких визначали (критерії виключення):

- неблагонадійну родину (асоціальні батьки, алкоголізм, наркоманія);

- авульсію (повний вивих) постійних зубів;

- пухлини або пухлиноподібні новоутворення в ділянці травмованих зубів;

- наявність генералізованого або локального пародонтиту в ділянці травмованих зубів;

- захворювання слизової оболонки порожнини рота (гінгівіти, кандидози СОПР, алергічні ураження СОПР, БЕЕ, ХРАС);

- наявність пародонтального синдрому;

- вроджені вади розвитку щелепно-лицевої ділянки;

- ідіопатичні захворювання пародонту (хвороба Таратинова, хвороба Папільона-Лефевра, еозинофільна гранульома тощо);

- супутні соматичні захворювання: цукровий діабет, порушення системи згортання крові, системні захворювання сполучної тканини, ендокринні захворювання тощо;

- специфічні захворювання (СНІД, туберкульоз, сифіліс, актиномікоз тощо);

- злюкисні захворювання щелепно-лицевої ділянки;
- гострі респіраторні або вірусні захворювання;
- гострі інфекційні захворювання;
- психо-емоційно нестабільний стан.

Також в групу не включали дітей, батьки яких відмовились від участі у дослідженні та які проходили довготривале медикаментозне лікування.

Набір пацієнтів, які відповідали критеріям включення проводився за зручністю на клінічних базах кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку НМУ імені О.О.Богомольця - щелепно-лицевому травм пункті КНКП «Дитяча клінічна лікарня №7 Печерського району м.Києва»; Київському Міському Дитячому Діагностичному Центрі, Стоматологічному Медичному Центрі НМУ імені О.О.Богомольця у 2019-2023 роках.

Клінічні групи пацієнтів були сформовані з урахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб та станом сформованості кореня.

В першу групу увійшли 7 пацієнтів з чотирма різцями верхньої щелепи, які мали корінь з незавершеним апексогенезом (95% довжини) та за відсутності ікол (рис.2.3.1.), що відповідає віку 11-12 років (за W.Kunzel, 1988).



Рис. 2.3.1. Фото пацієнта першої групи.

Другу групу склали 19 пацієнтів, у яких в змінному прикусі довжина коренів чотирьох постійних різців верхньої щелепи складала 70% (корінь на стадії росту), а корені тимчасових ікол були сформовані повністю (рис2.3.2.), що відповідає віку 9-10 років (за W.Kunzel, 1988).



Рис. 2.3.2. Фото пацієнта другої групи.

В третю групу увійшли 45 пацієнтів на етапі зміни тимчасових латеральних різців. Центральні постійні різці мали 70% довжини кореня (корінь на стадії росту), а у тимчасових ікол довжина кореня була повністю збережена (рис2.3.3.), що відповідає віку від 6 до 8 років (за W.Kunzel, 1988).



Рис.2.3.3. Фото пацієнта третьої групи.

Четверта клінічна група формувалась із 32 пацієнтів 13 і більше років, у яких були наявні всі постійні різці з повністю сформованим коренем та постійні ікла (рис. 2.3.4.).



Рис.2.3.4. Фото пацієнта четвертої групи.

Групу контролю склали 27 пацієнтів з травматичними неповними вивихами постійних зубів, лікування яких проводилось шляхом іммобілізації гладенькою шиною-скобою (рис.2.3.5.).



Рис.2.3.5. Фото пацієнта групи контролю.

Клінічне обстеження проводилось за стандартною схемою, яка включала визначення скарг хворих, збір даних щодо часу та обставин настання випадку. Реєструвались дані стоматологічного та загального анамнезу, огляду ЩЛД та місцевого статусу. Отримані дані клінічного обстеження заносили в розроблену здобувачем «Карту обстеження та ведення пацієнта з травмою зубів» (Додаток Б, свідоцтво на право власності на літературний твір наукового характеру №103111 від 10.03.2021р.).

2.4 Імітаційне комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану біомеханічних систем (БС) за допомогою методів CAD / CAE та даних знімків комп'ютерної томографії

Вивчення поведінки біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду проводили в модельному експерименті, використовуючи метод комп'ютерних імітаційних моделей FEA. Задачами даної роботи було моделювання напружено-деформованого стану (НДС) комп'ютерних моделей біомеханічних систем (БС) за допомогою методів CAD / CAE та даних знімків комп'ютерної томографії. В рамках поставленої задачі була зімітована геометрія верхньої щелепи здорової дитини з симетричним розташуванням 13,12,11,21,22,23 зубів шляхом відтворення просторової будови біологічного об'єкту за даними знімків КТ дитини 13 років із правильно-сформованим лицевим черепом без ознак патології зубо-щелепної системи. За даними комп'ютерної томографії та даними рентгенологічної щільності зубів було створено геометричні моделі шарів щелепи та зубів у спеціальній програмі Medical Image Control System (MIMICS) 12. При створенні неоднорідної біомеханічної моделі, фізико-механічні властивості кожного складового об'єму скінченного елемента (СЕ) задавалися як ізотропні, використовуючи емпіричні формули з рентгенологічної щільності біологічних тканин. Значення модуля пружності обиралися відповідно до рентгенологічної щільності ρ . Пориста неоднорідна структура верхньої щелепи людини була апроксимована кортикальним та губчастим шарами. Моделі зубів були представлені шарами емалі, дентину та періодонтальної зв'язки, які були отримані зі знімків КТ здорової дитини 13 років за відповідними значеннями величин Хаунсфілда.

Адекватність моделі характеризувалась достовірністю даних по моделях геометрії, матеріалів, навантаженню та гіпотез, які вкладались в модель. Достовірність матеріалів, визначалась даними експериментальних досліджень вивчення механічних властивостей. Достовірність геометрії

визначалась на основі знімків КТ з припущеннями про неоднорідність матеріалів та товщини окремих структур. При постановці задачі застосовувались гіпотези механіки деформованого твердого тіла, в основу яких закладені вхідні параметри, наближені до реального об'єкту.

Кожна біомеханічна модель верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду являла собою складання з 27 структурних елементів, для яких в програмному САЕ комплексі ANSYS Workbench в напівавтоматичному режимі були сформовані умови жорсткого контакту для суміжних тіл. Для дослідження впливу умов контакту між зубами на жорсткість біомеханічної системи, додатково були створені моделі з контактом та відсутністю контакту між сусідніми зубами.

Для формування об'ємної твердотільної сітки було застосовано контактні 10-ти вузлові тетраедричні елементи з квадратичною апроксимацією функцій, що є оптимальним для відображення об'єктів неправильної форми зі складною геометрією. Для всіх моделей біомеханічних систем проведена скінчено-елементна дискретизація в напівавтоматичному режимі з використанням 10-ти вузлових пірамідальних 3D SOLID187 скінчених елементів (рис.2.4.1.).

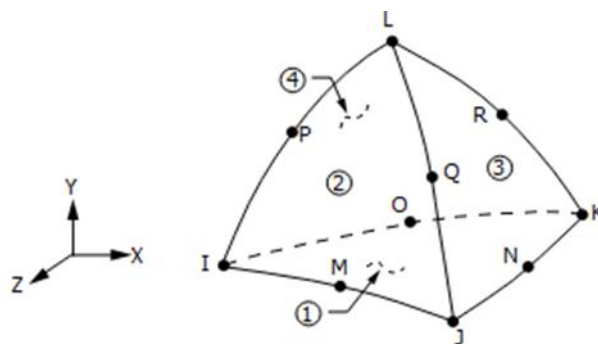


Рис.2.4.1. Схематизація 10-ти вузлового CE SOLID 187 високого порядку 3D, який використовується для моделювання нерегулярних сіток [17].

В середньому кожна скінчено-елементна модель налічувала 165418 вузлів та 78752 пірамідальних скінчених елементів (рис.2.4.2.).

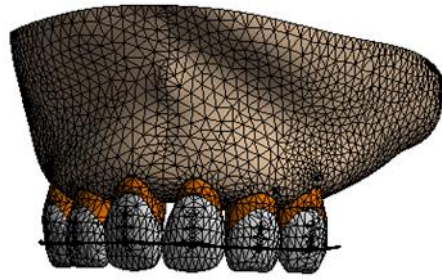


Рис.2.4.2. Тривимірна скінчено-елементна модель біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду (NN: 165418, NE: 78752)

Ізотропні механічні властивості матеріалів структурних елементів біомеханічної системи отримані за даними літературних джерел (8,9). Після перевірки скінченно-елементної сітки на наявність дефектів та її оптимізації проводили розрахунок моделі. Визначали інтегральну деформаційну здатність БС, як максимальне переміщення вузлів моделі за відтворених умов навантаження, якісно описували характер розподілу напружень та деформацій, визначали їх градієнти.

Були змодельовані три випадки розташування шини на зубах - коронка зуба була умовно поділена на три рівні частини по висоті. За перше приймали положення шини у верхній третині коронки (ближче до шийки зуба), за друге – положення шини на середині коронки зуба (відповідало екватору), за третє – положення шини в нижній третині коронки (ближче до ріжучого краю). Довжину кореня визначали як 100% в повністю сформованих зубах та 70% - в зубах, в яких формування кореня ще не завершено (постійні зуби), або розпочалась їх фізіологічна резорбція (в тимчасових зубах).

В даній роботі розглянуто два крайніх фізіологічно можливих варіанти напрямків функціонального силового навантаження зубів для моделей

біомеханічних систем верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду. Напрямок дії векторів зусиль визначено шістьма локальними системами координат, які були розташовані на відповідних ділянках зубів. Навантаження представлені “стискаючим” P_{zi} та “згинаючим” P_{yi} векторами зусиль (рис. 2.4.3.).

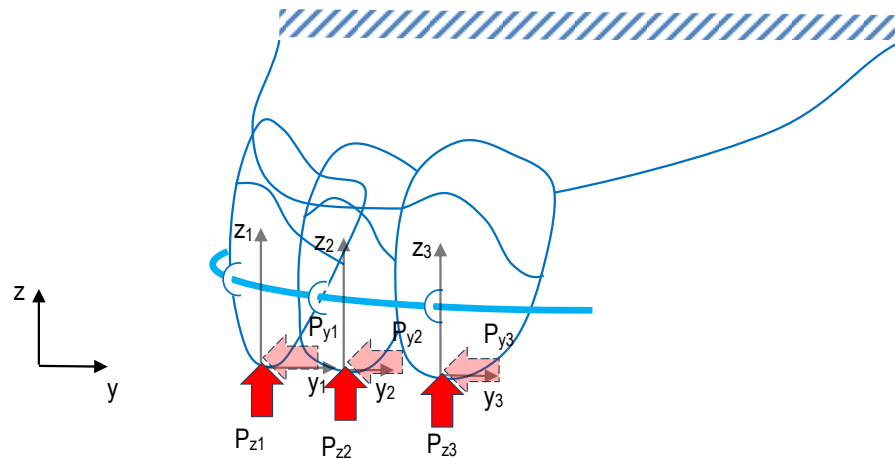


Рис.2.4.3. Схеми навантаження біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду.

Для даного дослідження сумарна сила прикусу була прийнята за одиницю. Моделі навантаження характеризувались відносними величинами зусиль, які були розраховані з використанням вагових коефіцієнтів за Агаповим. Загалом було створено та досліджено 24 моделі з комбінаціями параметрів: довжини коренів зубів 100% і 70%, 3-ма варіантами розташування шини, 2-ма варіантами контактних умов між зубами та векторами навантажень на стиск та згин.

Після формування клінічних груп із врахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб у змінному прикусі, були створені багатокомпонентні імітаційні комп'ютерні моделі БС верхньої щелепи з шинувальною системою фіксації зубного ряду. Перша модель біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» складалася з фронтального відділу альвеолярного відростка верхньої щелепи та чотирьох постійних

різців, які мають корінь з незавершеним апексогенезом (95% довжини) та розташовані один біля одного. Друга модель також включала фронтальний відділ альвеолярного відростка верхньої щелепи, але з шістьма зубами, розташованими один біля одного, у яких довжина коренів чотирьох центральних постійних різців - становить 70%, а тимчасових ікол - 100%. Третя тримірна модель містила фронтальну ділянку верхньої щелепи із чотирма зубами - двома центральними постійними різцями, які мають 70% довжини кореня, та тимчасовими іклами (корінь 100% довжини). Латеральні різці відсутні. На цих моделях БС вивчались показники напружено-деформованого стану (НДС) шляхом математичного моделювання.

Перша та третя імітаційні моделі склалися з 19 структурних елементів, друга - з 27. Напрямок дії векторів зусиль було визначено локальними системами координат, які були розташовані на відповідних ділянках зубів (рис.2.4.4.).

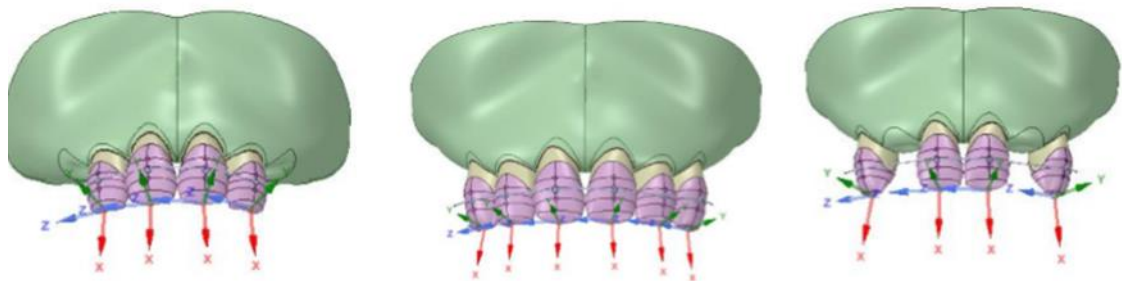


Рис. 2.4.4. Положення локальних систем координат в моделях.

Проведено моделювання напружено-деформованого стану (НДС) для 6 варіантів імітаційних моделей трьох БС верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду.

Загалом було створено та обраховано 30 багатокомпонентних імітаційних комп'ютерних моделей БС верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду.

2.5 Методи клініко-рентгенологічного обстеження дітей з травмами постійних зубів.

Загально клінічні дослідження проводились за стандартною схемою, яка включала визначення скарг хворих, збір даних щодо часу та обставин настання випадку – вдома, на дитячому майданчику, в школі чи на вулиці. Особливу увагу при цьому приділяли виду травми - побутова, спортивна, дорожньо-транспортна пригода; та механізму виникнення – внаслідок падіння чи удару. З'ясовували, чи супроводжувалась травма втратою свідомості, чи пам'ятає дитина обставини події; надавалась чи ні медична допомога та в який час (в перші 24 години, через 24 або більше годин). Реєструвались дані стоматологічного та загального анамнезу. Визначали наявність супутніх захворювань: порушення системи згортання крові, ендокринні порушення, цукровий діабет, інші. Під час клінічного обстеження проводили огляд конфігурації обличчя (фіксували наявність асиметрії), стану шкіри та видимих слизових оболонок, набряку тканин, наявність рани м'яких тканин та визначали уражену ділянку обличчя. При обстеженні порожнини рота звертали увагу на стан відкривання рота та можливість з'єднати зубні ряди, кількість травмованих зубів та наявність їх, положення зубів, ушкодження маргінального краю ясен в ділянці травми, наявність гематоми чи рани слизової оболонки порожнини рота. Визначали такі характеристики стану травмованих зубів, як: цілісність коронки, рухомість, втрата епітеліального прикріплення та глибина пародонтальної кишені. Цілісність коронки визначали при огляді – візуально, та підтверджували аналізом рентгенограми.

Під час пальпації травмованого зуба визначали болісність при натисканні на нього, рухомість, встановлювали наявність зміщення кореня, яке відбувається при відхиленні коронкової частини у вестибулярному або піднебінному напрямку. При переломі кореня зуба іноді можна пальпаторно визначити місце перелому. При впровадженому вивиху під час пальпації

коміркового відростка виявляли деформацію його, що відповідає розташуванню коронкової частини зуба. Під час зондування з'ясовували наявність або відсутність ушкодження циркулярної зв'язки травмованого зуба. Цей метод використовувався також для визначення вертикального перелому коронкової частини або кореня зуба. Перкусію проводили пінцетом або ручкою зонда, постукуючи по ріжучому краю або жувальній поверхні зуба. При проведенні перкусії удари були легкими і рівномірними. Починали перкусію із завідомо здорових зубів, щоб не заподіяти сильного болю і дати можливість хворому порівняти відчуття в здоровому і ураженому зубі. Розрізняють вертикальну перкусію, коли напрям ударів співпадає з віссю зуба, і горизонтальну, коли удари мають бічний напрям.

Визначали зміщення зуба за площинами: сагітальною, трансверзальною або вертикальною, наявність порушення цілісності слизової оболонки в ділянці травмованих зубів, наявність гематом, тощо. З'ясовували супутні та комбіновані пошкодження. Отримані дані клінічного обстеження заносили в розроблену здобувачем «Карту обстеження та ведення пацієнта з травмою зубів» (Додаток Б, свідоцтво на право власності на літературний твір наукового характеру №103111 від 10.03.2021р.) .

Ступінь патологічної рухомості зубів визначали за Міллером [88] шляхом фіксації зуба між металевими ручками двох інструментів і переміщення його у вестибуло-оральному напрямку. За індексом Міллера вирізняють три ступені рухомості зубів. При 1-му ступені спостерігається невелика рухомість із незначним горизонтальним або бічним переміщенням зуба (до 1 мм). Ступінь 2 означає помірну рухомість зуба з більш помітним горизонтальним рухом (1-2 мм) і можливим вертикальним або осьовим зміщенням. Ступінь 3 означає виражену рухомість (понад 2 мм), коли зуб демонструє значний рух як в горизонтальному, так і вертикальному напрямках.

Для уточнення діагнозу та виявлення перелому кореня зуба або кісткових структур альвеолярного відростка проводили рентгенологічне обстеження травмованої ділянки. Зазвичай, у разі травматичного пошкодження одного-двох зубів виконували дентальний знімок (близькофокусну контактну рентгенографію), яка проводилась на апараті Focus (General Electric Healthcare). У випадках, коли травмувались більше двох зубів – ортопантомографію або конусно-променеву комп'ютерну томографію. Ортопантомографію проводили на апараті Orthopantomograph OP100D (General Electric Healthcare) пацієнтам, яким у плані подальшого комплексного лікування передбачали надання ортопедичної чи ортодонтичної допомоги. Це дослідження призначали в післяопераційному періоді до або після закінчення терміну шинування. Одною з методик близькофокусної контактної рентгенографії є радіовізіографія, яка дає можливість отримання рентгенівського знімка на напівпровідниковій пластині з подальшою цифровою обробкою зображення. Метод радіовізіографії дозволяє зменшити отриману пацієнтом дозу рентгенівського опромінення за рахунок використання високочутливих датчиків. Цей спосіб має більшу роздільну здатність щодо лінійних розмірів і оптичної щільності тканин, ніж традиційна рентгенографія. За рахунок цифрової обробки знімка з'являється можливість детально дослідити зображення, що виводиться на монітор. Дослідження проводилось на апараті Sigma (General Electric Healthcare).

Комп'ютерна томографія (Computed Tomography) — неінвазивний метод пошарового дослідження органів людського тіла за допомогою засобів променевої діагностики. Розрізняють спіральну і мультиспіральну КТ, які сканують тканини щелепно-лищевої ділянки і створюють 3D-зображення на екрані комп'ютера. Дослідження проводились на апараті Toshiba Asteion Super 4 (мінімальний зріз 0,5мм). Метод конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ) дозволяє при мінімальному променевому навантаженні

отримати багатоплощинні і 3D-зображення структур черепно-щелепно-лицевої ділянки, тому ми призначали його достатньо часто для діагностики гострої, поєднаної та комбінованої травми зубів у дітей. Перевагою КПКТ - дослідження є можливість перетворення зображення з об'ємного знімка за допомогою програмного забезпечення у такі знімки, як: ортопантомограма, телерентгенограма (пряма, бокова проєкції). При цьому пацієнт не отримує додаткового променевого навантаження. КПКТ дає більше інформації, ніж інші методи рентгенологічного обстеження, що дозволяє лікарю-стоматологу максимально вивчити досліджувану ділянку, правильно спланувати лікування. Дослідження проводились на апараті Planmeca ProMax 3D.

Під час рентгенологічного обстеження оцінювали наявність та цілісність коронки та кореня травмованого зуба, виявляли зміни періодонтальної щілини, визначали ступінь сформованості коренів травмованих та поряд розташованих зубів, оцінювали стан періапикальних тканин травмованих зубів, наявність пошкодження альвеолярної кістки в ділянці ураження. Результати рентгенологічного обстеження вносили до «Карти обстеження та ведення пацієнта з травмою зубів» (Додаток Б).

2. 6 Методи оцінки гігієни порожнини рота та стану тканин пародонту при неповних травматичних вивихах постійних зубів у дітей.

Клінічне обстеження хворих включало об'єктивну оцінку гігієнічного стану порожнини рота під час та після іммобілізації травмованих зубів. Для цього застосовували модифіковані (Свідоцтво на право власності на літературний твір наукового характеру №103112 від 10.03.2021р.) гігієнічні індекси O'Leary (O'Leary і співав., 1972) та Федорова – Володкіної. За допомогою **індексу Федорова-Володкіної** (1971) оцінювали площу коронки зуба, вкрито нальотом. Для цього йодовмісним розчином або іншим розчином для виявлення зубного нальоту зафарбовували вестибулярні поверхні 6 (на одній щелепі) або 12 (на обох щелепах) фронтальних зубів. Кількісну оцінку здійснювали за п'ятибальною шкалою:

- 1 бал - відсутність фарбування;
- 2 бали - фарбування ¼ коронки;
- 3 бали - фарбування 1/2 коронки;
- 4 бали - фарбування 3/4 коронки;
- 5 балів - фарбування всієї поверхні коронки.

Значення індексу вираховували за формулою:

$$\text{ФВ} = \frac{\Sigma \text{балів}}{\text{кількість зубів (6 або 12)}} \times 100\%$$

Гігієнічний індекс оцінювали наступним чином:

- 1,1-1,5 добрий гігієнічний стан;
- 1,6 – 2,0 задовільний гігієнічний стан
- 2,1 – 2,5 незадовільний гігієнічний стан
- 2,6 – 3,4 поганий гігієнічний стан
- 3,5 -5,0 дуже поганий гігієнічний стан ротової порожнини.

Індекс O'Leary (або PI - plaque index)- точний індекс, який враховує наявність зубного нальоту на чотирьох поверхнях кожного зуба: вестибулярній, оральній, контактних медіальній та дистальній. Для визначення цього індексу всі поверхні зуба/зубів фарбуються йодовмісним розчином або іншим розчином для виявлення зубних відкладень. Наявність (+) або відсутність (-) зубного нальоту фіксується візуально і заноситься в просту схему («-» зубний наліт відсутній; «+» зубний наліт наявний). Індивідуальний стан гігієни ротової порожнини точно оцінюється у відсотках:

$$\text{ІГ} = \frac{\text{кількість поверхонь з нальотом}}{\text{кількість обстежених поверхонь}} \times 100\%.$$

Перевага індекс O'Leary полягає в тому, що він точно відображає динаміку змін гігієнічного стану ротової порожнини у конкретного пацієнта.

Модифікація визначення вказаних індексів полягала у тому, що вони визначались безпосередньо в ділянці травмованого зуба /зубів та ще кількох, розташованих поряд (загалом від 6 до 12 зубів). Розрахунок значень індексів проводився відповідно до кількості залучених зубів.

Ступінь тяжкості запального процесу в яснах під час та після іммобілізації травмованих зубів оцінювали на підставі **індексу РМА** (папілярно-маргінально-альвеолярний індекс) в модифікації Parma (1960). Для його визначення слизову оболонку ясен забарвлювали йодовмісним розчином. За наявності запалення уражені ділянки набувають коричневого кольору за рахунок підвищеного вмісту глікогену у тканинах ясен. Шкала оцінювання: 1 – запалення ясенного сосочка (Р);

2 – запалення ясенного краю (М);

3- запалення альвеолярної частини ясен (А).

Значення індексу розраховували за формулою:

$$РМА = \frac{\Sigma \text{балів}}{3 \times \text{число досліджуваних зубів}} \times 100\% ,$$

де бали: 0 – відсутність запалення;

1 – наявне запалення ясенного сосочка (Р);

2 – наявне запалення маргінального краю ясен (М);

3 – наявне запалення прикріплених ясен – альвеолярної частини (А).

Кількість зубів у дітей від 6 до 12 років – 24; від 12 до 14 років - 28; у підлітків 15 років і старше – 30.

Критерії оцінювання: до 25%- легкий ступінь, 25-50% - середній ступінь, вище 50% - тяжкий ступінь.

Визначення індексу **втрати епітеліального прикріплення** (ВЕП, мм) проводили шляхом вимірювання за допомогою градуйованої гладилки або атравматичного пародонтального зонду від емалево-цементного сполучення (ЦЕС) зуба до дна пародонтальної кишені. Результати оцінювали за наступними показниками:

0 – втрата прикріплення не перевищує 3,0 мм (ЦЕС не видно під час зондування);

I ступінь – втрата прикріплення 4-5 мм (ЦЕС знаходиться на рівні чорної мітки пародонтального зонда);

II ступінь – втрата прикріплення 6-8 мм (ЦЕС знаходиться між чорною міткою і міткою 8,5 мм на пародонтальному зонді);

III ступінь – втрата прикріплення 9-11 мм (ЦЕС знаходиться між мітками 8,5 і 11,5 мм пародонтального зонда);

IV ступінь - втрата прикріплення 12 мм і більше (ЦЕС знаходиться за міткою 11,5 мм пародонтального зонда).

Глибину пародонтальної кишені (ПК) вимірювали від маргінального краю ясен до дна ПК. Вимірювання проводили за допомогою каліброваної гладилки чи пародонтометра. Для цього інструмент вводили у патологічну кишеню до появи відчуття незначного упору. Результати оцінювали за показниками:

I ступінь – до 4 мм;

II ступінь – від 4,1 до 6,0 мм;

III ступінь – більше 6,0 мм.

Дослідження кожного зуба здійснювалось у 4-6 точках: вестибуло-дистальній, вестибулярній, вестибуло-медіальній, орально-дистальній, оральній, орально-медіальній.

Усі дані, отримані з допомогою клінічного обстеження та індексної оцінки ротової порожнини, вносили до розробленої автором «Карти обстеження та ведення пацієнта з травмою зубів» (Додаток Б).

2.7 Статистичні методи аналізу та обробки даних

Статистичні розрахунки отриманих результатів дослідження проводились з використанням авторського пакета MedStat (Ю. Є. Лях, В. Г. Гур'янов, 2004–2019 рр.) та статистичного пакета EZR v. 1.35 (Saitama Medical Center, Jichi Medical University, Saitama, Japan 2017), а також в програмному середовищі IBM SPSS Statistics.

Для визначення характеру розподілу кількісних ознак застосовано методику Шапіро-Уїлка (W). Для представлення кількісних даних визначали середнє арифметичне значення (\bar{X}) та стандартне відхилення (SD) показника або його стандартну похибку (m). Для проведення оцінки розраховувався 95% вірогідний інтервал (95% ВІ) середнього. Для якісних ознак розраховували частоту (%). Проводячи порівняння вибірок нами використовувалися параметричні та непараметричні критерії. Для проведення порівняння двох вибірок було використано критерій Ст'юдента (у випадку нормального закону розподілу) або непараметричний критерій W-Вілкоксона (у випадку закону розподілу відмінного від нормального), для порівняння показників до та після лікування застосовувалися відповідні критерії порівняння для пов'язаних вибірок. Порівняння якісних ознак проводили з використанням критерію χ^2 -квадрат.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ

БІОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ПРИ ТРАВМАХ

ЗУБІВ У ДІТЕЙ ЗА CAD/CAE ТЕХНОЛОГІЯМИ

3.1 Експериментальне обґрунтування розподілу навантаження на травмовані зуби верхньої щелепи залежно від довжини кореня, наявності сусідніх зубів та апроксимальних контактів між ними під дією двох напрямків функціонального навантаження на зуби

Дослідження розподілу навантаження на зуби верхньої щелепи людини найбільш доцільно проводити використовуючи натурні експерименти. Однак, це доволі складно: визначений об'єм кісткової тканини для вимірювання, вікові та генетичні особливості, кримінальний кодекс та ін. Біологічні структури живих організмів є складними системами, їх механічні та фізичні характеристики можуть суттєво варіюватися, що робить недоцільними проведення натурального експерименту, особливо у пацієнтів молодшого віку. Для вирішення цієї проблеми використовують чисельне моделювання, яке допомагає у вирішенні поставлених задач. При цьому фізичні та механічні характеристики створюваної моделі спрощуються, для отримання коректного результату. Слід зазначити, що чисельне моделювання дає широкий асортимент інструментів при постановці задач. Для планування хірургічних втручань в ділянці середньої зони обличчя була розроблена стандартизована відтворювана схема навантаження зубного ряду верхньої щелепи, яка адекватно відображає тиск нижніх зубів на верхні в положенні центральної оклюзії, та може застосовуватися для створення комп'ютерних імітаційних моделей. Вказані дослідження проводились з використанням даних комп'ютерної томографії та відтворювали моделі біомеханічної системи зубо-щелепного апарату. При створенні імітаційної моделі відбувається спрощення основних механічних властивостей структурних

елементів, шляхом усереднення величин пружних констант. Силові навантаження при цьому вибираються довільно виходячи з фізіологічних аспектів для кожного випадку. Слід зазначити, що при створенні індивідуальної імітаційної моделі (ІМ), особливо при наявності ушкоджених біологічних тканин, для вибору методу лікування чи прогнозування наслідків травм використовується максимально точне відтворення індивідуальних характеристик та властивостей анатомії та структур. Сучасні розробки чисельних методів інженерного аналізу, різних інформаційних технологій, САМ/PLM/CAD/CAE систем, засобів комп'ютерного рішення математичних задач дають можливість відтворити біомеханічну систему з достатньо високою точністю.

Для створення моделі верхньої щелепи людини використовувались вихідні дані комп'ютерної томографії дитини із правильно-сформованим лицевим черепом без ознак патології зубо-щелепної системи, що дало можливість точно відтворити індивідуальні геометричні особливості кістки, а також її структурну неоднорідність.

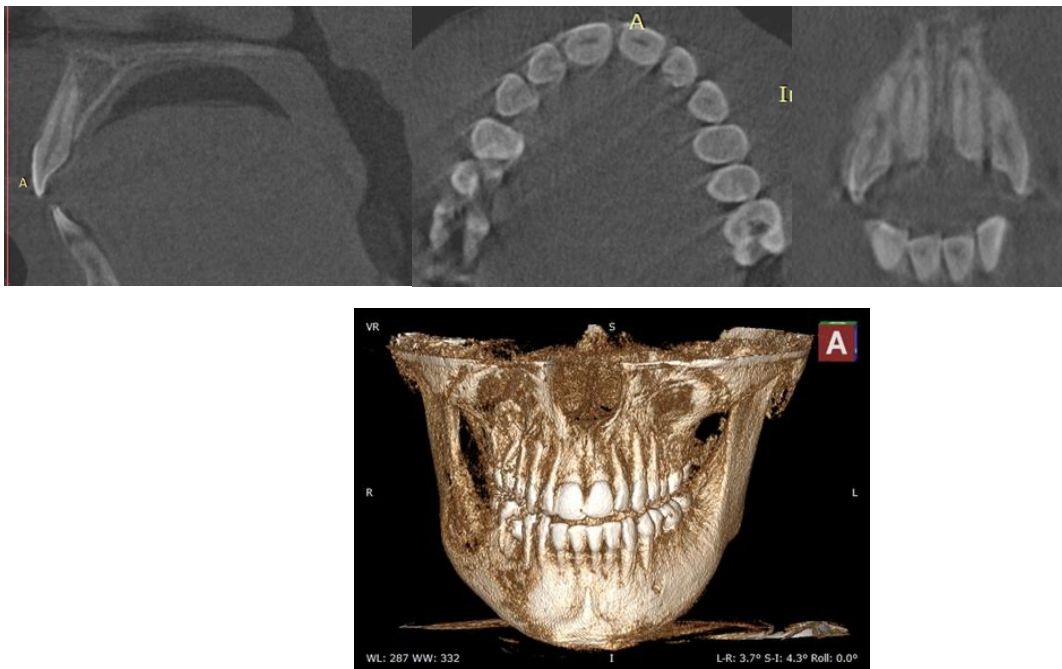


Рис.3.1.1 Знімки комп'ютерної томографії дитини 13 років з мультипланарною 3D-реконструкцією.

За даними комп'ютерної томографії та даними рентгенологічної щільності зубів було створено геометричні моделі шарів щелепи та зубів у спеціальній програмі Mimics 12. При створенні неоднорідної біомеханічної моделі, фізико-механічні властивості кожного складового об'єму СЕ задавалися як ізотропні, використовуючи емпіричні формули з рентгенологічної щільності біологічних тканин. Значення модуля пружності обиралися відповідно до рентгенологічної щільності ρ .

$$E(\rho) = 6211 \cdot \rho^3 - 19458 \cdot \rho^2 + 3236 \cdot \rho - 9393 \quad (r = 0,6; p < 0,05)$$

Пористу неоднорідну структуру верхньої щелепи людини було апроксимовано кортикальним та губчастим шарами. Моделі зубів було представлено шарами емалі, дентину та періодонтальної зв'язки, які було отримано зі знімків КТ здорової дитини 13 років за відповідними значеннями величин Хаунсфілда.

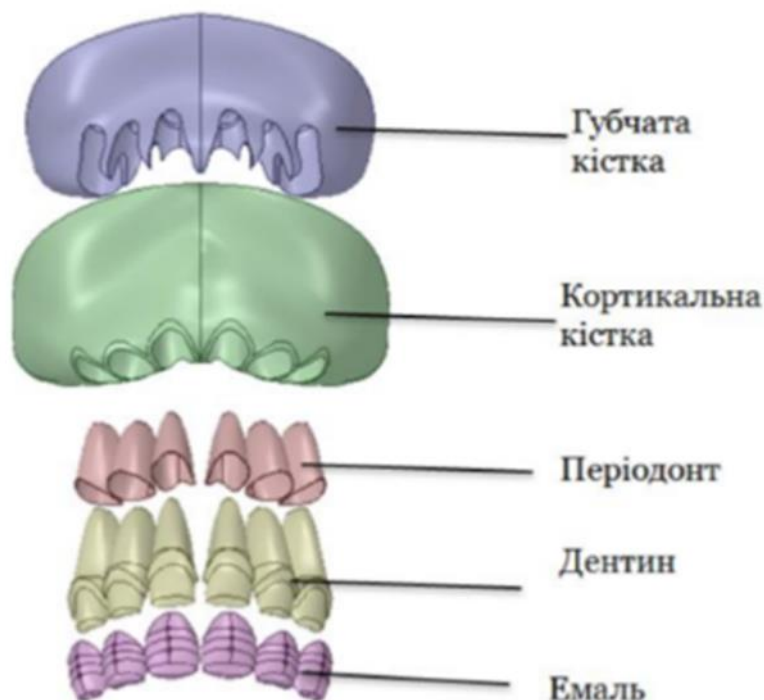


Рис.3.1.2 Структурна модель біомеханічної системи.

За мету роботи покладено відновлення опроздатності верхньої щелепи людини при типових травмах зубного ряду верхньої щелепи (рис. 3.1.2.).

Задачами даної роботи було моделювання НДС комп'ютерних моделей БС за допомогою методів CAD / CAE та даних знімків комп'ютерної томографії. В рамках поставленої задачі була зімітована геометрія верхньої щелепи здорової дитини із правильно-сформованим лицевим черепом без ознак патології зубо-щелепної системи з симетричним розташуванням 13,12,11,21,22,23 зубів (рис.3.1.3) шляхом відтворення просторової будови біологічного об'єкту за даними знімків КТ дитини 13 років.

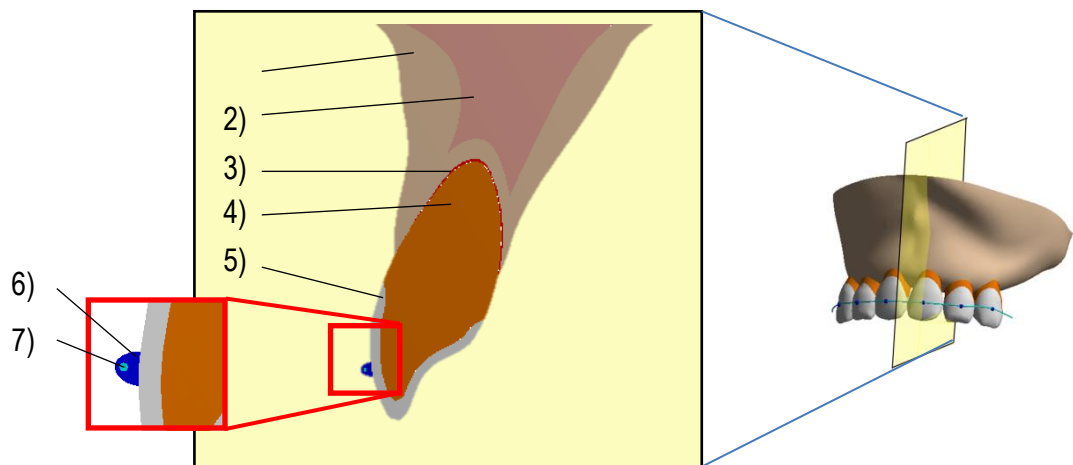


Рис.3.1.3 Твердотільна комп'ютерна біомеханічна модель верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду 1) кортикальна кістка; 2) губчаста кістка; 3) періодонтальна зв'язка; 4) дентин; 5) емаль; 6) клей; 7) стальна проволока

Змодельовано три випадки розташування шини на зубах - коронка зуба була умовно поділена на три рівні частини по висоті. За перше приймали положення шини у верхній третині коронки (ближче до шийки зуба), за друге – положення шини на середині коронки зуба (відповідало екватору), за третє – положення шини в нижній третині коронки (ближче до ріжучого краю). Довжину кореня визначали як 100% в повністю сформованих зубах та 70% - в зубах, в яких формування кореня ще не завершено (постійні зуби), або розпочалась їх фізіологічна резорбція (в тимчасових зубах) (рис.3.1.4).

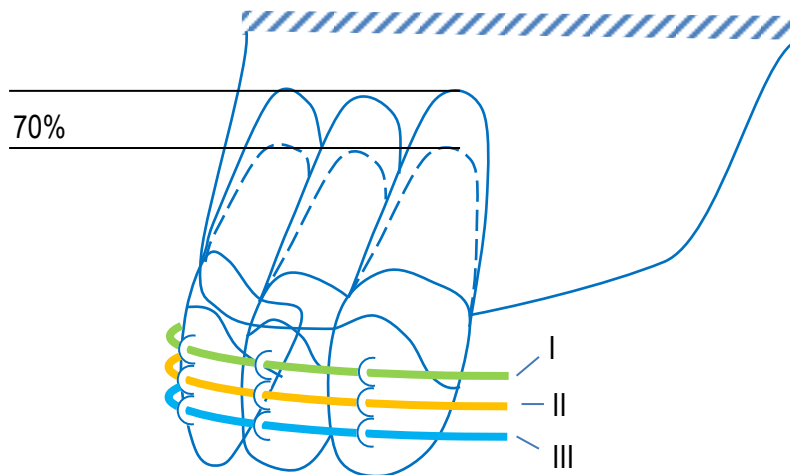


Рис.3.1.4 Схематичне уявлення досліджуваних параметрів моделі біомеханічної системи верхньої щелепи з трьома варіантами розташування шинувальної конструкції (I - верх, II – середина, III - низ) та двома варіантами довжини коренів зубів (100% і 70%).

Кожна біомеханічна модель верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду являла собою складання з 27 структурних елементів (рис.2), для яких в програмному САЕ комплексі ANSYS Workbench в напівавтоматичному режимі були сформовані умови жорсткого контакту для суміжних тіл. Для дослідження впливу умов контакту між зубами на жорсткість біомеханічної системи, додатково були створені моделі з контактом та відсутністю контакту між сусідніми зубами.

Для всіх моделей біомеханічних систем проведена скінчено-елементна дискретизація в напівавтоматичному режимі з використанням контактних і 10-ти вузлових пірамідальних 3D SOLID187 скінчених елементів (рис.3.1.5).

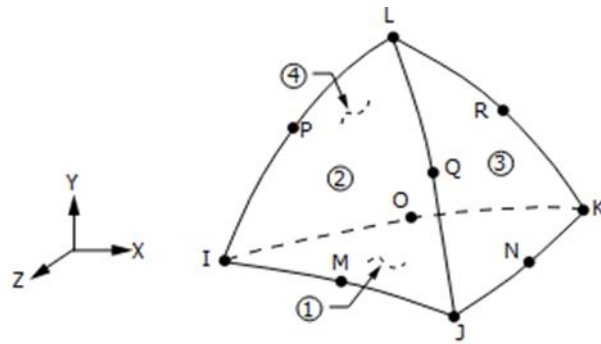


Рис.3. 1.5 Схематизація 10-ти вузлового CE SOLID 187 високого порядку 3D, який використовується для моделювання нерегулярних сіток.

В середньому кожна скінчено-елементна модель налічувала 165418 вузлів та 78752 пірамідальних скінчених елементів (рис.3.1.6).

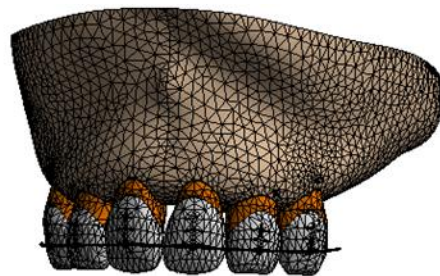


Рис.3.1.6 Тривимірна скінчено-елементна модель біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду (NN: 165418, NE: 78752)

Ізотропні механічні властивості матеріалів структурних елементів біомеханічної системи отримані за даними літературних джерел [8-15] та представлені в таблиці 1, де модуль пружності першого роду (модуль пружності під час розтягу, E) — фізична величина, що характеризує пружні властивості ізотропних речовин. Модуль пружності під час розтягу — відношення нормального напруження до відповідної лінійної деформації за лінійного напруженого стану до границі пропорційності, встановлює зв'язок між деформацією розтягу й механічним напруженням направленим на розтяг. Коефіцієнт Пуассона — співвідношення відносної поперечної деформації до відносної повздовжньої деформації, характеризує пружні властивості матеріалу.

Моделі матеріалів біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду

Назва матеріалу	Модуль пружності E, МПа	Коефіцієнт Пуассона ν
Кортикальна кістка	10000	0,25
Губчаста кістка	1000	0,30
Періодонт	35	0,47
Дентин	18000	0,28
Емаль	43400	0,30
Шина	193000	0,31
Клей	4250	0,3

В даній роботі розглянуто два крайніх фізіологічно можливих варіанти напрямків функціонального силового навантаження зубів для моделей біомеханічних систем верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду. Напрямок дії векторів зусиль визначено шістьма локальними системами координат, які були розташовані на відповідних ділянках зубів. Навантаження представлені “стискаючим” P_{zi} та “згинаючим” P_{yi} векторами зусиль (рис. 3.1.8).

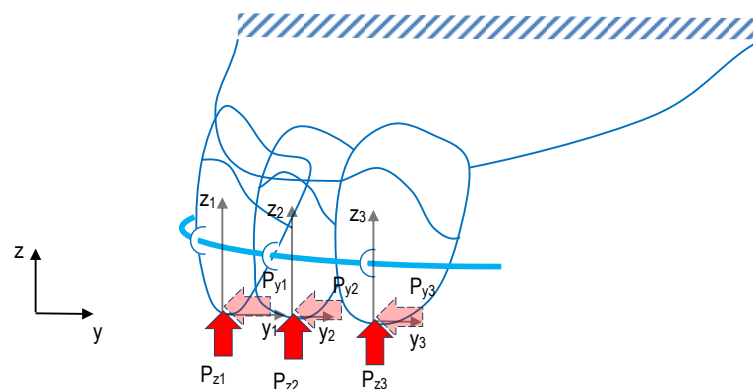


Рис.3.1.8 Схеми навантаження біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду.

Для даного дослідження сумарна сила прикусу була прийнята за одиницю. Моделі навантаження характеризувались відносними величинами

зусиль, які були розраховані з використанням вагових коефіцієнтів за Агаповим, які представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіл зусиль на зуби

Номер зуба	Ваговий коефіцієнт за Агаповим	Коефіцієнт зусилля на зуб
1	2	0,08
2	1	0,04
3	3	0,12

Загалом було створено та досліджено 24 моделі з комбінаціями параметрів: довжини коренів зубів 100% і 70%, 3-ма варіантами розташування шини, 2-ма варіантами контактних умов між зубами та векторами навантаження на стиск та згин.

Результати експериментів розрахунків максимальних величин переміщень моделей повністю сформованих зубів на стиск та згин показали залежність жорсткості фіксації шини від цих факторів (табл.3.3).

Таблиця 3.3

Максимальні величини переміщень моделей біомеханічної системи «зубний ряд-шина» з повністю сформованими коренями зубів при навантаженні на стиск (P_{zi}) та на згин (P_{yi})

	Максимальні величини переміщень зубів u , мм $\times 10^{-5}$			
	Навантаження P_{zi} (стиск)		Навантаження P_{yi} (згин)	
Положення шини	Контакт	Без контакту	Контакт	Без контакту
I – верхнє	3,1685	4,8204	8,9006	10,7930
II – середнє	3,1693	4,8291	8,8974	10,7890
III – нижнє	3,1697	4,8346	8,8941	10,7850

Під дією навантаження на стиск (P_{zi}) рівень накладання шинувальної конструкції на коронку травмованого зуба з повною довжиною кореня за наявності контакту між сусідніми зубами майже не впливає на зміну максимальної величини полів переміщень зубів: I – верхнє положення шини – $3,1685 \times 10^{-5}$ мм, II – середнє положення – $3,1693 \times 10^{-5}$ мм, III – нижнє положення шини – $3,1697 \times 10^{-5}$ мм. При відсутності контакту між сусідніми зубами під дією навантаження на стиск (P_{zi}) мобільність системи збільшується: при верхньому положенні шини – $4,8204 \times 10^{-5}$ мм, середньому – $4,8291 \times 10^{-5}$ мм та при нижньому – $4,8346 \times 10^{-5}$ мм. Під дією навантаження на згин (P_{yi}) максимальні величини переміщень зубів з повною довжиною кореня за наявності контакту між сусідніми зубами найменші при накладанні шини в нижньому положенні коронки зуба – $8,8941 \times 10^{-5}$ мм, та збільшуються при середній – $8,8974 \times 10^{-5}$ мм та верхній позиції – $8,9006 \times 10^{-5}$ мм (рис.3.1.9). За відсутності контакту між сусідніми зубами показники поступово збільшуються від нижнього положення шини – $10,7850 \times 10^{-5}$ мм, до середнього – $10,7890 \times 10^{-5}$ мм та верхнього – $10,7930 \times 10^{-5}$ мм при дії на згин (P_{yi}).

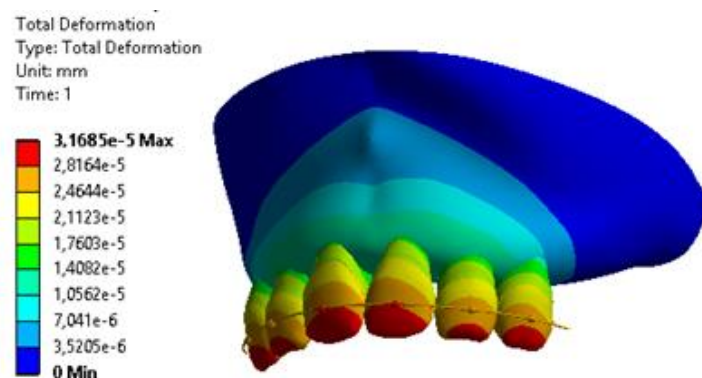


Рис.3.1.9. Поля розподілу переміщень біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду при стискаючому P_{zi} навантаженні, нижньому положенні шини та 100% довжині кореня зуба.

Результати розрахунків максимальних величин переміщень моделей зубів, корені яких сформовані на 70%, показали залежність жорсткості

фіксації шини від наявності контактів між зубами, дії векторами навантаження на стиск та згин та 3-ма рівнями розташування шини на коронках зубів.

Таблиця 3.4

Максимальні величини переміщень моделей біомеханічної системи верхньої щелепи з зубами, корені яких сформовані на 70%, та шинувальною конструкцією при навантаженні на стиск (P_{zi}) та на згин (P_{yi}).

Положення шини	Максимальні величини переміщень зубів u , мм $\times 10^{-5}$			
	Навантаження P_{zi} (стиск)		Навантаження P_{yi} (згин)	
	Контакт	Без контакту	Контакт	Без контакту
I – верхнє	3,6611	5,7631	10,5830	13,3470
II – середнє	3,6598	5,7728	10,5770	13,3430
III – нижнє	3,6579	5,7914	10,5720	13,3390

При фіксації зубів із несформованим коренем (70% довжини) та наявними контактами між сусідніми зубами, зменшення максимальної величини полів переміщень при навантаженні на стиск (P_{zi}) відбувається від $3,6611 \times 10^{-5}$ мм при верхньому положенні шини, до $3,6598 \times 10^{-5}$ мм - середньому та $3,6579 \times 10^{-5}$ мм при нижньому. Відсутність контакту між сусідніми зубами додає мобільності системі: при верхньому положенні шини – $5,7631 \times 10^{-5}$ мм, середньому – $5,7728 \times 10^{-5}$ мм, при нижньому – $5,7914 \times 10^{-5}$ мм. Зуби з несформованим коренем (70% довжини) і наявними контактами між сусідніми зубами, виявляють меншу опороздатність під впливом навантаження на згин (P_{yi}). Так, максимальні величини переміщень зубів при накладанні шини в нижньому положенні травмованого зуба становлять $10,5720 \times 10^{-5}$ мм, середньому – $10,5770 \times 10^{-5}$ мм, а у верхньому положенні – $10,5830 \times 10^{-5}$ мм. Відсутність контакту між сусідніми зубами сприяє

зменшенню стійкості системи: від нижнього положення шини - 13.3390×10^{-5} мм, до середнього - 13.3430×10^{-5} мм та верхнього - 3.3470×10^{-5} мм.

Шляхом експериментальних розрахунків максимальних величин переміщень моделей біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду при стискаючому (P_{zi}) та згинальному (P_{yi}) навантаженні, була визначена комбінація параметрів при яких система виявила найменшу стабільність. Це біомеханічна система з моделлю геометрії 70% довжини кореня зубу, без контакту між сусідніми зубами та під дією згинального вектору навантаження P_{yi} . Для визначення граничних величин навантаження найбільш нестабільної БС, було проведено моделювання напружено-деформованого стану з показниками функціональних величин навантажень на зуби, з розрахунку $P_{\Sigma} = 800$ N на всю щелепу.

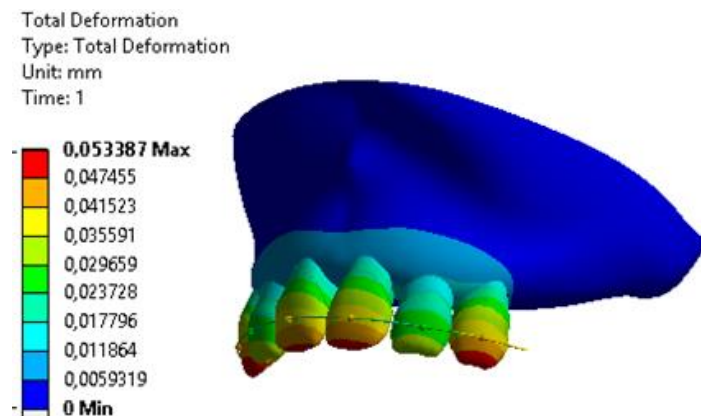


Рис.3.1.10 Поля розподілу переміщень біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду при згинаючому P_y навантаженні, нижньому положенні шини та 70% довжини кореня зубу, при дії функціональних навантажень.

Отримані результати показали, що за таких умов найбільша сумарна деформація припадає на нижню третину коронок центральних різців та ікол - $5338,7 \times 10^{-5}$ мм, найменша – на середню частину коронок латеральних різців

та пришийкові ділянки центральних різців та ікол – $2372,8 \times 10^{-5}$ мм (мал. 3.1.10).

Значення максимальних величин переміщень зубів надаються в дуже малих абсолютних цифрах – тисячні долі міліметрів. Такі цифри важливі не самі по собі, а як матеріал для виявлення та аналізу закономірностей поведінки біологічної системи при математичному моделюванні напружено-деформованого стану залежно від вхідних даних та при прикладанні вектора одиничного зусилля. Тобто, виявивши цю закономірність, ми можемо розрахувати ступінь стабільності системи фіксації травмованих зубів в тій чи іншій клінічній ситуації, в залежності від місця накладання шини на коронку зуба, враховуючи розподіл фізіологічного жувального навантаження на нього та довжину кореня.

Аналіз жорсткості шинувальної конструкції залежно від рівня накладання на коронку травмованого зуба з повною довжиною кореня за наявності контакту між сусідніми зубами під дією навантаження на стиск (P_{zi}) показав, що система більш стабільна при накладанні шини на верхню третину коронки: у порівнянні з середнім положенням на $0,0008 \times 10^{-5}$ мм та нижнім на $0,0012 \times 10^{-5}$ мм. Мобільність біологічної системи збільшується в 1.5 рази при відсутності контакту між сусідніми зубами під дією навантаження на стиск (P_{zi}). Найбільш стабільні показники отримані при верхньому положенні шини: у порівнянні з середнім положенням на $0,0087 \times 10^{-5}$ мм та нижнім на $0,0142 \times 10^{-5}$ мм. У порівнянні з системою з наявними контактами між зубами значення максимальних величин переміщень більше: при верхньому положенні шини на $1,6519 \times 10^{-5}$ мм, середньому – на $1,6598 \times 10^{-5}$ мм та при нижньому положенні - на $1,6649 \times 10^{-5}$ мм.

Під дією навантаження на згин (P_{yi}) максимальні величини переміщень зубів при накладанні шини в нижньому положенні травмованого зуба з повною довжиною кореня за наявності апроксимальних контактів на

0.0033×10^{-5} мм менші, ніж при положенні шини на середині коронки та на 0.0065×10^{-5} мм - біля шийки зуба, тобто система більш стабільна в разі фіксації шини в ділянці нижньої третини коронки зуба. Таку ж закономірність зміни максимальних величин полів переміщень зубів при дії навантаження на згин (P_{yi}) відмічено при відсутності контакту між сусідніми зубами при накладанні шини в нижньому положенні: на 0.004×10^{-5} мм менші, ніж при положенні шини на середині коронки та на 0.008×10^{-5} мм - біля шийки зуба, тобто система більш стабільна при нижньому положенні шини. Відсутність контактів між сусідніми зубами при дії навантаження на згин (P_{yi}) додає мобільності системі в середньому 1.21 рази не залежно від рівня накладання шини.

Порівняльний аналіз показників максимальних величин переміщень зубів біомеханічної системи з повною довжиною кореня в залежності від виду навантаження на травмований зуб, показав, що БС виявляє більшу опороздатність на стиск (P_{zi}), ніж на згин (P_{yi}) в середньому у 2.8 рази. За наявності контакту між сусідніми зубами, це співвідношення в середньому становить як 1:3. При відсутності контактів між сусідніми зубами цей показник зменшується до 1:2.2. Це вказує на те, що при відсутності апроксимальних контактів стабільність системи при дії стискаючої сили (P_{zi}) зменшується.

Визначено, що при дії навантаження на стиск (P_{zi}) та на згин (P_{yi}) на коронку травмованого зуба з повною довжиною кореня та за наявності або відсутності контактів між сусідніми зубами, найбільшій стабільності система набуває при накладанні шинувальної конструкції в ділянці екватора коронок зубів.

При фіксації зубів з несформованим коренем (70% довжини) та наявними контактами між сусідніми зубами виявлена найбільша стабільність систем при накладанні шини на нижню третину коронки: у порівнянні з середнім положенням на 0.0019×10^{-5} мм, та верхнім положенням - 0.0032

$\times 10^{-5}$ м. Під дією навантаження на стиск (P_{zi}) відсутність контакту між сусідніми зубами додає мобільності системі в середньому в 1.6 рази. При цьому мобільність шинувальної конструкції збільшується зверху донизу: різниця значень максимальних величин переміщень між верхнім та середнім положенням шини $-0,0097 \times 10^{-5}$ мм, верхнім та нижнім - $0,0283 \times 10^{-5}$ мм. У порівнянні з системою з наявними контактами між зубами значення максимальних величин переміщень більше: при верхньому положенні шини на 2.102×10^{-5} мм, середньому – на 2.113×10^{-5} мм, та при нижньому положенні - на 2.1335×10^{-5} мм.

Тенденція до зменшення опороздатності під впливом навантаження на згин (P_{yi}) зберігається і в зубах із несформованим коренем (70% довжини) , за наявності або відсутності контакту між сусідніми зубами. Так, при наявності контакту найбільшої стабільності система набуває при накладанні шинувальної конструкції в нижній третині коронки: у порівнянні з середнім положенням на 0.005×10^{-5} мм, та верхнім положенням - 0.011×10^{-5} м. Порівняння впливу векторів зусиль на стиск (P_{zi}) та згин (P_{yi}) показало, що збільшення максимальних величин полів переміщень зубів відбувається при навантаженні на згин (P_{yi}): при верхньому положенні шини на 6.9219×10^{-5} мм, в середньому – на 6.9172×10^{-5} мм, та при нижньому - на 6.9141×10^{-5} мм. Тобто за таких умов система більш стабільна при накладанні шини в ділянці ріжучого краю коронки зуба. Відсутність контакту між зубами додає мобільності системі в середньому в 1.276 рази, порівняно із системою з наявністю контактів: при верхньому положенні шини – на 2.764×10^{-5} мм, середньому – на 2.766×10^{-5} мм та при нижньому її положенні - на 2.767×10^{-5} мм. Найбільшу стабільність система виявляє при нижньому положенні шини: у порівнянні з середнім положенням на 0.004×10^{-5} мм, та верхнім - 0.008×10^{-5} м.

За умови фіксації зубів із несформованим коренем (70% довжини) в залежності від виду навантаження аналіз показників максимальних величин

переміщень засвідчив, що система виявляє більшу опороздатність на стиск (P_{zi}) ніж на згин (P_{yi}) майже у 3 рази. За наявності контакту між сусідніми зубами співвідношення переміщень під дією на стиск (P_{zi}) та згин (P_{yi}) становить 1:2.8, а в разі відсутності контактів - 1:2.3. Співвідношення стиск (P_{zi}):згин (P_{yi}) однакове в зубах як з повною довжиною кореня, так і при сформованих на 70% довжини.

Визначено, що при дії навантаження на стиск (P_{zi}) та на згин (P_{yi}) на коронку травмованого зуба з 70% довжиною кореня, сформованого або резорбованого на 1/3, та наявності контактів між сусідніми зубами, найбільшої стабільності система набуває при накладанні шинувальної конструкції в нижній третині коронки. В разі відсутності апроксимальних контактів система більш стабільна при фіксації шини в ділянці середини коронки зуба.

Зуби з несформованим, порівняно зі сформованим коренем, виявляють меншу опороздатність під впливом навантаження на стиск (P_{zi}) як за наявності контактів - у 1.15 рази, так і при відсутності їх - в 1.19 рази. При навантаженні на згин (P_{yi}) відмічається та ж тенденція: при наявних контактах між сусідніми зубами - 1.18 рази, при відсутності контакту в 1.23 рази.

Таким чином, комп'ютерне моделювання біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду дозволяє детально дослідити вплив і значущість геометричних параметрів та умов навантаження на напружено-деформований стан та жорсткість біомеханічної системи. Визначені патогенетичні фактори, які впливають на жорсткість фіксації шини на травмованих зубах, а саме: ступінь сформованості кореня, напрямок впливу сили, наявність контакту між сусідніми зубами, рівень накладання шинувальної конструкції.

За результатами моделювання НДС найбільш нестабільної БС з моделлю геометрії 70% довжини кореня зуба, без контакту між сусідніми зубами та

під дією згинального вектору P_y , при функціональному навантаженні визначено, що напруження, які виникають в структурних елементах біомеханічної системи не перевищують граничних величин, тобто не несуть загрози цілісності кісткової тканини та структурам зуба.

3.2 Моделювання перерозподілу навантажень на кістковій структурі верхньої щелепи під час іммобілізації травмованих зубів.

Попередніми дослідженнями встановлено, що під дією навантаження на стиск (P_{zi}) та на згин (P_{yi}) на коронку травмованого зуба з повною довжиною кореня та при наявності або відсутності контактів між сусідніми зубами, оптимальний рівень накладання шинувальної конструкції визначається в ділянці екватора коронок зубів. Саме в цьому положенні система більш стабільна. Під дією навантаження на стиск (P_{zi}) та на згин (P_{yi}) на коронку травмованого зуба з 70% довжиною кореня, сформованого або резорбованого на 1/3, та наявності контактів між сусідніми зубами, оптимальний рівень накладання шинувальної конструкції визначається в нижній третині коронки, а в разі відсутності контакту сусідніх зубів - в ділянці середини коронки зуба. За таких умов іммобілізації травмованих зубів були вивчені напруження, що виникають в кістковій тканині альвеолярного відростка.

Проведене дослідження дозволило встановити якісні характеристики полів переміщень та полів напружень. Результати експериментальних розрахунків еквівалентних за Мізесом напружень в кортикальному шарі під дією векторів на стиск та згин показали розподіл навантаження в комірках зубів (таблиця 5).

Табл.5

**Відносні величини максимальних еквівалентних за Мізесом
напружень в кортикальних шарах альвеол біомеханічної системи
верхньої щелепи з шинуючою конструкцією зубного ряду.**

		Відносні величини максимальних еквівалентних напружень в кортикальних шарах альвеол верхньої щелепи, %							
		Навантаження P_{zi} (стиск)				Навантаження P_{yi} (згин)			
Положення шини	№ Номер зуба	100% кореня зуба		70% кореня зуба		100% кореня зуба		70% кореня зуба	
		Конт.	Без конт.	Конт.	Без конт.	Конт.	Без конт.	Конт.	Без конт.
Нижня третина коронки зуба	1	66	112	49	96	83	106	38	63
	2	62	65	48	46	50	41	38	30
	3	100	100	100	100	100	100	100	100
Середина коронки зуба	1	64	113	50	96	86	107	38	64
	2	60	65	48	46	50	41	38	30
	3	100	100	100	100	100	100	100	100

Для спрощення проведення аналізу отриманих результатів експериментальних розрахунків всі варіанти комбінації закладених параметрів дослідження нами були «закодовані» (табл. 6).

Табл. 6

**Варіанти комбінації закладених параметрів
експериментальних розрахунків**

Положення шини (коронка зуба)	Навантаження P_{zi} (стиск)				Навантаження P_{yi} (згин)			
	100% кореня зуба	100% кореня зуба	70% кореня зуба	70% кореня зуба	100% кореня зуба	100% кореня зуба	70% кореня зуба	70% кореня зуба
	Конт.	Без	Конт.	Без	Конт.	Без	Конт.	Без

		КОНТ.		КОНТ.		КОНТ.		КОНТ.
Середина	$P_{zi}100к$	$P_{zi}100б$	$P_{zi}70к$	$P_{zi}70б$	$P_{yi}100к$	$P_{yi}100б$	$P_{yi}70к$	$P_{yi}70б$
Нижня третина	$P_{zi}100к$	$P_{zi}100б$	$P_{zi}70к$	$P_{zi}70б$	$P_{yi}100к$	$P_{yi}100б$	$P_{yi}70к$	$P_{yi}70б$

Навантаження у групі $P_{zi}100к$ розподіляється майже рівномірно між альвеолами центрального та латерального різців та становить $2/3$ від навантаження на третю комірку. У групі $P_{zi}100б$ відбувається перевантаження альвеоли центрального різця, тоді як показники латерального різця та ікла залишаються сталими. У групі $P_{yi}100к$ розподіл навантаження інакший, а саме: перевантаження збільшується порівняно з P_{zi} навантаженням в альвеолі центрального різця на 17%, а латерального на 12%. У групі $P_{yi}100б$ перевантаження альвеоли центрального різця більше, ніж ікла, але менше ніж при навантаженні P_{zi} . В комірці латерального різця навантаження в 2,5 рази менше, ніж центрального різця, та в 1,5 рази - ніж при P_{zi} навантаженні. У групі $P_{zi}70к$ навантаження розподіляється приблизно рівномірно між альвеолами центрального та латерального різців та становлять $1/2$ від навантаження третьої комірки. У групі $P_{zi}70б$ альвеола центрального різця зазнає найбільшого навантаження - показники збільшуються майже вдвічі, тоді як показники латерального різця та ікла залишаються сталими. У групі $P_{yi}70к$ навантаження розподіляється однаково між альвеолами центрального та латерального різців та становлять більше $1/3$ від навантаження комірки ікла. У групі $P_{yi}70б$ збільшується навантаження альвеоли центрального різця майже вдвічі порівняно з групою $P_{yi}70к$, тоді як показники альвеоли латерального різця зменшуються, а комірки ікла залишаються сталими.

Аналізуючи дані показники, можна зауважити, що найбільшого навантаження зазнає альвеола центрального різця з повністю сформованим коренем та відсутністю контактів між сусідніми зубами. Оскільки ці зуби

травмуються найчастіше, перевантаження кісткових структур погіршує умови відновлення функціональної спроможності травмованих тканин. Актуальним є питання виведення з прикусу травмованого зуба для гармонійного відновлення пошкоджених структур – «зуб-кістка».

Якщо розглядати навантаження P_{yi} (згин) та P_{zi} (стиск) як вектори (рис. 3.2.1), прикладені до тіла в одній точці, то згідно аксіомі паралелограма сил – сила, яка знайдена шляхом побудови паралелограма сил, є рівнодійною цих сил та чисельно дорівнює діагоналі паралелограма.

Таким чином, рівнодійна векторів P_{yi} (згин) та P_{zi} (стиск) буде направлена знизу-вверх та з середини-назовні, тобто в напрямку, що сприяє вивихуванню травмованих зубів.

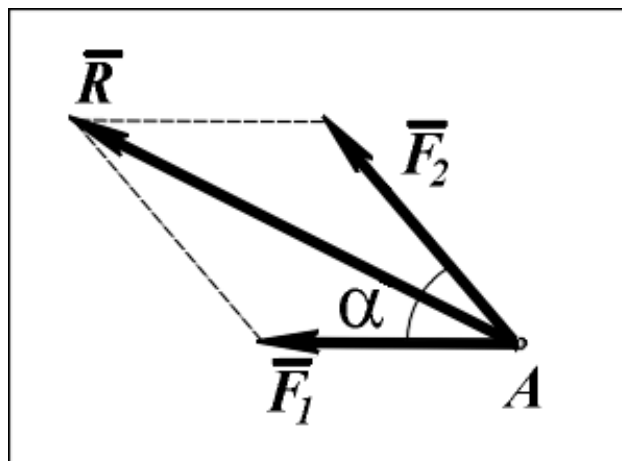


Рис.3.2.1. Паралелограм сил, де F_1 та F_2 вектори навантаження, що прикладені в одній точці, α – кут між ними, R – рівнодійна.

Під дією навантажень P_{yi} (згин) та P_{zi} (стиск) найбільші концентрації напружень в кортикальному шарі кістки виникають на передній і задній поверхнях альвеоли ікол (рис. 3). Кортикальний шар альвеолярного відростка з піднебінного боку в проекції дистальної поверхні альвеоли ікла зазнає значного навантаження. Наявність контакту між сусідніми зубами призводить до вирівнювання величин градієнтів еквівалентних за Мізесом напружень в кортикальних шарах альвеол медіального та латерального

різців, що в 2.6 разів менше, ніж в кортикальних шарах альвеол ікол (рис. 3.2.2).

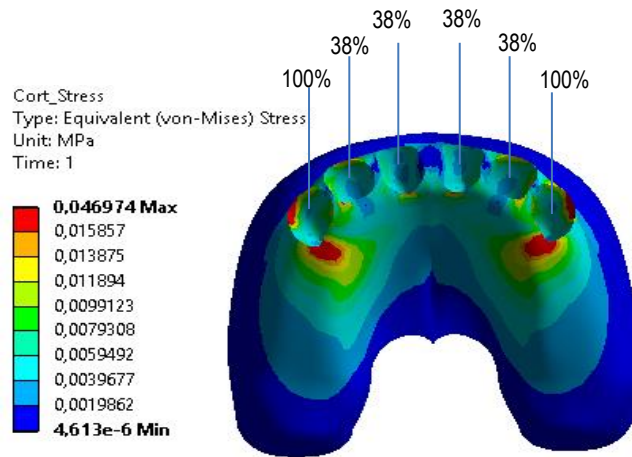


Рис.3.2.2. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень в кортикальному шарі кістки з шинуючою конструкцією зубного ряду у групі P_{yi70k} .

При відсутності контакту між зубами в кортикальному шарі альвеол латерального різця виникають напруження на 2/3 менші від напружень в альвеолі ікла, а в комірці медіального різця максимальні напруження на 1/3 менші ніж ті, що в комірці ікла (рис.3.2.3.). Водночас, зберігається тенденція до перевантаження кортикального шару альвеолярного відростка з піднебінного боку в проекції дистальної поверхні альвеоли ікла.

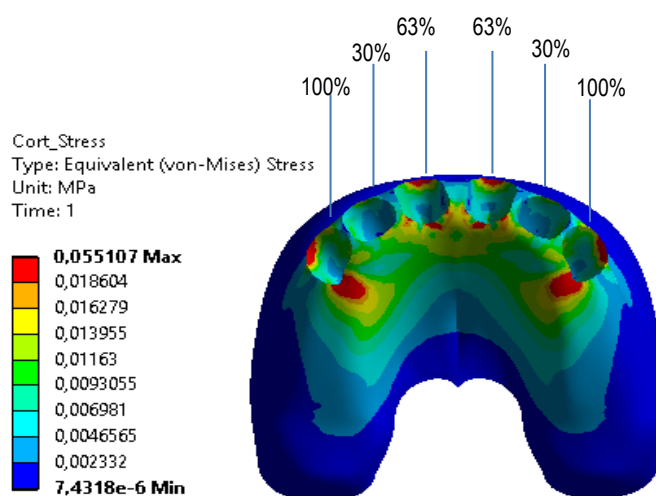


Рис.3.2.3. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень в кортикальному шарі кістки у нижньому положенні шини у групі $P_{yi}70б$.

Розподіл еквівалентних за Мізесом напружень в губчастому шарі кістки інакший: ділянки найбільшого навантаження розташовані на медіальних та дистальних поверхнях комірок центральних зубів, дистальних поверхнях комірок других різців та медіальних і піднебінних поверхнях комірок ікол. При цьому напруження в комірках центральних різців концентруються на верхівці медіальної стінки альвеоли (між зубами) та на дні латеральної стінки, а ікол - на верхівках медіальної стінки та на піднебінній поверхні (рис.3.2.4.).

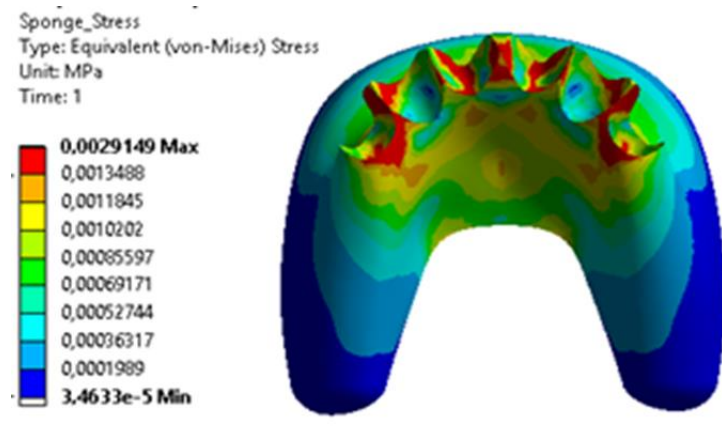


Рис.3.2.4. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень в губчастому шарі кістки біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду у нижньому положенні шини у групі $P_{yi}70б$.

У групі $P_{yi}70б$, в якій визначено найбільші значення полів переміщень та полів напружень, проведено моделювання напружено-деформованого стану при дії функціональних величин навантажень на зуби, з розрахунку $P_{\Sigma} = 800 \text{ N}$ на всю щелепу [15] для встановлення критичних значень напруження в структурних елементах біомеханічної системи (рис. 3.2.5,3.2.6.).

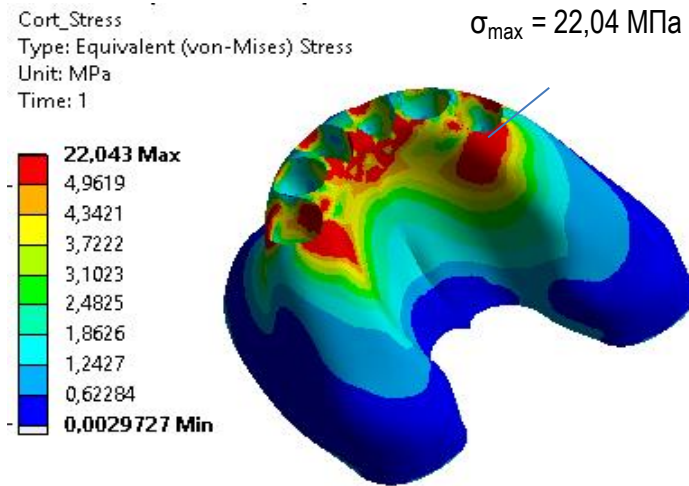


Рис.3.2.5. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень в кортикальному шарі кістки при дії функціональних навантажень

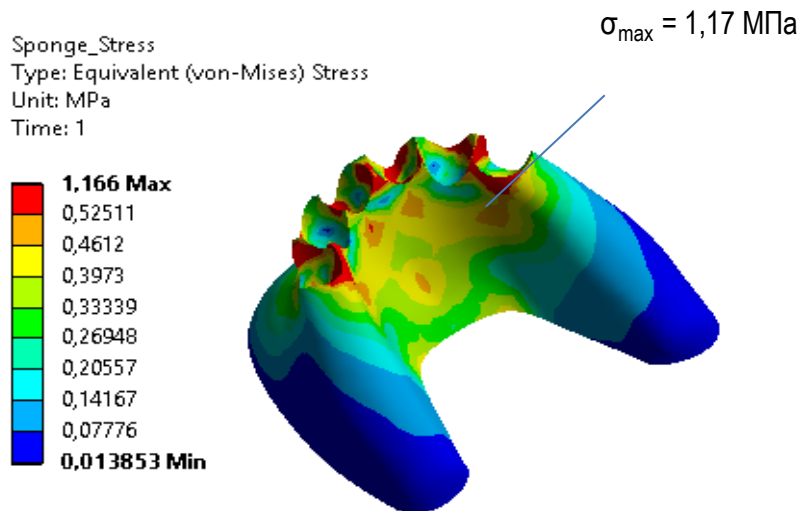


Рис.3.2.6. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень в губчатому шарі кістки при дії функціональних навантажень

За результатами моделювання напружено-деформованого стану біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду при дії функціонального навантаження визначено, що напруження які виникають в структурних елементах біомеханічної системи не перевищують граничних величин, що підтверджують показники в 22,4МПа для кортикальної кістки та 1,17МПа для губчастої кістки.

Таким чином, слід констатувати, що у біомеханічній системі «зубний ряд-шина-кістка» найбільшого навантаження зазнає кортикальний шар альвеолярного відростка з піднебінного боку в проекції дистальної поверхні альвеоли та на верхівках медіальної стінки ікла, а губчастий шар - в комірках перших різців на верхівці медіальної стінки альвеоли (між зубами) та на дні латеральної стінки. Найбільш перевантаженою є альвеола центрального різця при повністю сформованому корені та відсутності контактів між сусідніми зубами. Вивихуванню травмованих зубів та нестабільності у системі «зубний ряд-шина-кістка» сприяє рівнодійна векторів згину та стиску, яка направлена знизу-вверх та з середини-назовні, що обумовлює необхідність зменшення навантаження на травмований зуб. під дією векторів на згин найбільші значення полів переміщень та полів напружень виникали в зубах із сформованими на 70% коренями та відсутністю контактів між зубами.

3.3 Дослідження розподілу якісних характеристик полів переміщень та полів напружень біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду під впливом навантаження на стиск та згин.

Об'єктом дослідження стали 369 історій хвороб та результати рентгенологічних обстежень (дентальний знімок, КТ, КПКТ) дітей, які звернулись за допомогою до травматологічного пункту ДКЛН[№]7, що є клінічною базою кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку Національного медичного університету імені О.О. Богомольця з травмами зубів у 2019-2023 роках. Всім дітям після клінічного огляду та рентгенологічного обстеження, оцінювався стан періапикальних тканин та періодонтальної щілини травмованих зубів, наявність пошкодження м'яких тканин та альвеолярної кістки в ділянці ураження. Після встановлення діагнозу та визначення плану лікування, під відповідним знеболенням проведено репозицію травмованих зубів за загальноприйнятими правилами відповідно форми зубної дуги та іммобілізацію їх дрово-

фотополімерною шиною, яку фіксували в ділянці екватора коронок зубів. На підставі отриманих даних були створені тривимірні комп'ютерні моделі біомеханічної системи (БС) верхньої щелепи з шинувальною системою фіксації зубного ряду.

Методика та алгоритм імітаційного математичного моделювання напружено-деформованого стану (НДС) БС здійснювались на моделях БС верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду. Адекватність моделі характеризувалась достовірністю даних по моделях геометрії, матеріалів, навантаженню та гіпотез, які вкладались в модель. Достовірність матеріалів, визначалась даними експериментальних досліджень вивчення механічних властивостей. Достовірність геометрії визначалась на основі знімків КТ з припущеннями про неоднорідність матеріалів та товщин окремих структур. При постановці задачі застосовувались гіпотези механіки деформованого твердого тіла, в основу яких закладені вхідні параметри, наближені до реального об'єкту.

Відтворення просторової геометрії біологічного об'єкту верхньої щелепи з зубами було проведено на основі даних знімків КТ за відповідними значеннями величин Хаунсфільда. Пористу, неоднорідну структуру кісткової тканини апроксимовано кортикальним та губчастим шарами. Для моделей зубів виділено шари емалі, дентину та періодонтальної зв'язки.

Відтворення тривимірної твердотільної моделі верхньої щелепи з зубами та шиною проведено в САД пакеті CATIA. В рамках поставленої задачі зімітовано геометрію верхньої щелепи здорової дитини із симетричним розташуванням передніх 6-и зубів з правого та лівого боку сагітальної площини (дивись розділ 3.1, рис.3.1.3).

На підставі аналізу 1425 історій хвороб дітей з різними видами травм зубів були відібрані 369 дітей з пошкодженням постійних (25,89%). Із цих пацієнтів ми відібрали 110 дітей з травматичними неповними вивихами постійних зубів. В дослідження було включено 103 дітей з травматичними

неповними вивихами постійних зубів. були сформовані три клінічні групи із врахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб у змінному прикусі. Першу групу склали 7 пацієнтів з чотирма різцями верхньої щелепи, які мали корінь з незавершеним апексогенезом (95% довжини), за відсутності ікол (рис.3.3.1.), що відповідає віку 11-12 років (за W.Kunzel, 1988).

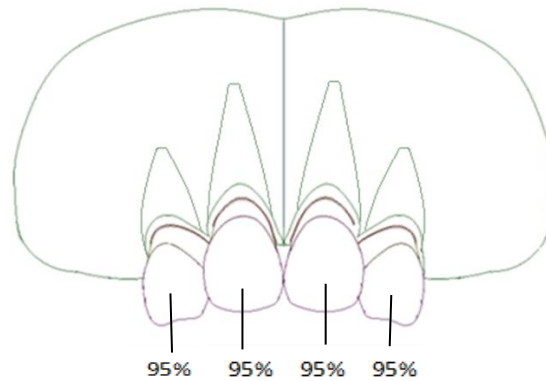


Рис.3.3.1. Схема розташування та стан зубів першої групи пацієнтів.

Другу групу становили 19 пацієнтів, у яких в змінному прикусі довжина коренів чотирьох центральних постійних зубів верхньої щелепи складала 70% (корінь на стадії росту), а корені тимчасових ікол були сформовані повністю (рис.3.3.2.), що відповідає віку 9-10 років (за W.Kunzel, 1988).

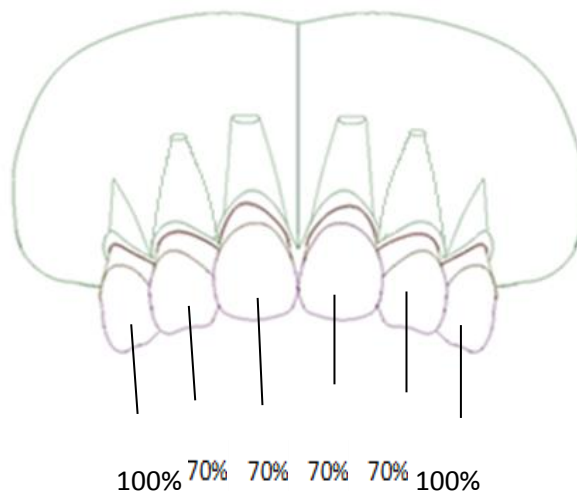


Рис.3.3.2. Схема розташування та стан зубів другої групи пацієнтів

В третю групу увійшли 45 пацієнтів з прикусом на етапі зміни тимчасових латеральних різців. Центральні два постійні різця мали 70% довжини кореня (корінь на стадії росту), а у тимчасових ікол корінь зберігався за всією довжиною (рис.3.3.3.), що відповідає віку від 6 до 8 років (за W.Kunzel, 1988).

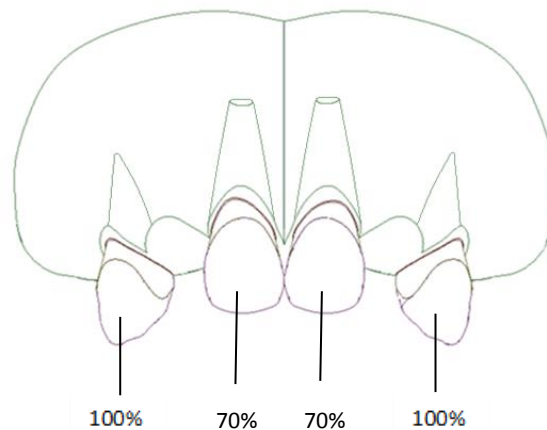


Рис.3.3.3. Схема розташування та стан зубів третьої групи пацієнтів

Четверта клінічна група формувалась із 32 пацієнтів 13 і більше років, у яких були наявні всі постійні різці з повністю сформованим коренем та постійні ікла. Створення моделей БС та визначення показників НДС для четвертої клінічної групи пацієнтів описано в розділі 3.1.

В кожній групі дітей було травмовано один або два центральні різця.

На підставі цих даних були створені три тривимірні комп'ютерні моделі біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною системою фіксації зубного ряду.

Перша модель біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» складалася з фронтального відділу альвеолярного відростка верхньої щелепи та чотирьох постійних різців, які мають корінь з незавершеним апексогенезом (95% довжини) та розташовані один біля одного (мал.3.3.4.).

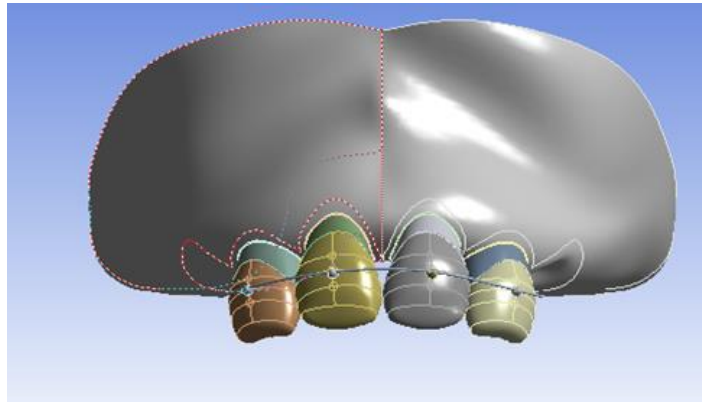


Рис.3.3.4. Модель біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» - 4 зуба фронтальної ділянки верхньої щелепи, розташовані один біля одного.

Друга модель також включала фронтальний відділ альвеолярного відростка верхньої щелепи, але з шістьма зубами, розташованими один біля одного, у яких довжина коренів чотирьох центральних постійних різців - становить 70%, а тимчасових ікол - 100% (мал.3.3.5.).

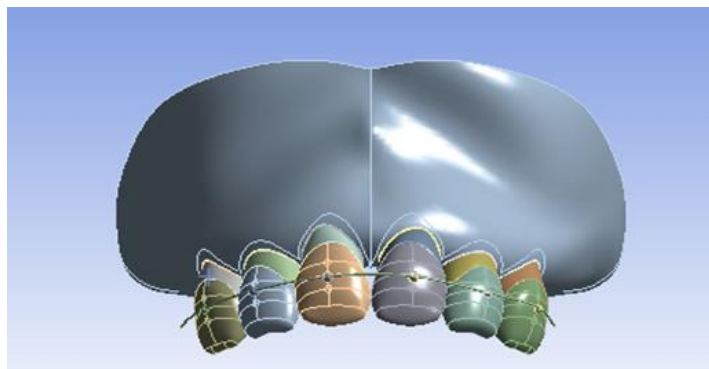


Рис.3.3.5. Модель біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» - шість зубів фронтальної ділянки верхньої щелепи, розташовані один біля одного.

Третя тримірна модель містила фронтальну ділянку верхньої щелепи із чотирма зубами - двома центральними постійними різцями, які мають 70% довжини кореня, та тимчасовими іклами (корінь 100% довжини). Латеральні різці відсутні (мал.3.3.6.)

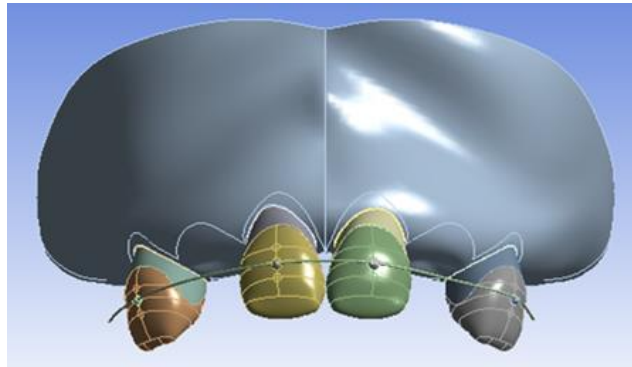


Рис. 3.3.6. Модель біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» - фронтальна ділянка верхньої щелепи з двома центральними постійними різцями (70% довжини кореня - на стадії росту) та тимчасовими іклами (100% довжини кореня).

На цих моделях БС вивчались показники напружено-деформованого стану (НДС) шляхом математичного моделювання.

Перша та третя біомеханічні моделі склалися з 19 структурних елементів, друга - з 27. Для всіх моделей в програмному комплексі ANSYS Workbench в напівавтоматичному режимі були сформовані умови жорсткого контакту для суміжних тіл. Проведено скінчено-елементну дискретизацію в напівавтоматичному режимі з використанням контактних десяти вузлових пірамідальних 3D SOLID187 скінчених елементів (дивись розділ 3.1, рис.3.1.5).

В середньому кожна скінчено-елементна модель налічувала вузлів 290315 та 152759 пірамідальних скінчених елементів (рис.3.3.7).

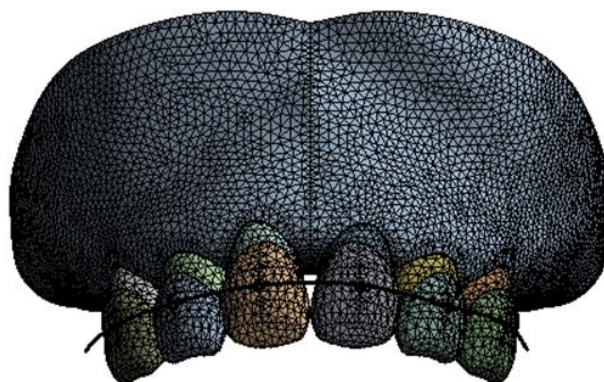


Рис.3.3.7. Тривимірна скінчено-елементна модель біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Ізотропні механічні властивості матеріалів структурних елементів біомеханічної системи отримані за даними літературних джерел [8,9].

В даній роботі розглянуто два крайніх фізіологічно можливих варіанти напрямків функціонального силового навантаження зубів для моделей біомеханічних системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду. Напрямок дії векторів зусиль визначено локальними системами координат, які були розташовані на відповідних ділянках зубів. Навантаження представлені “стискаючим” P_{zi} та “згинаючим” P_{yi} векторами зусиль (рис.3.3.8).

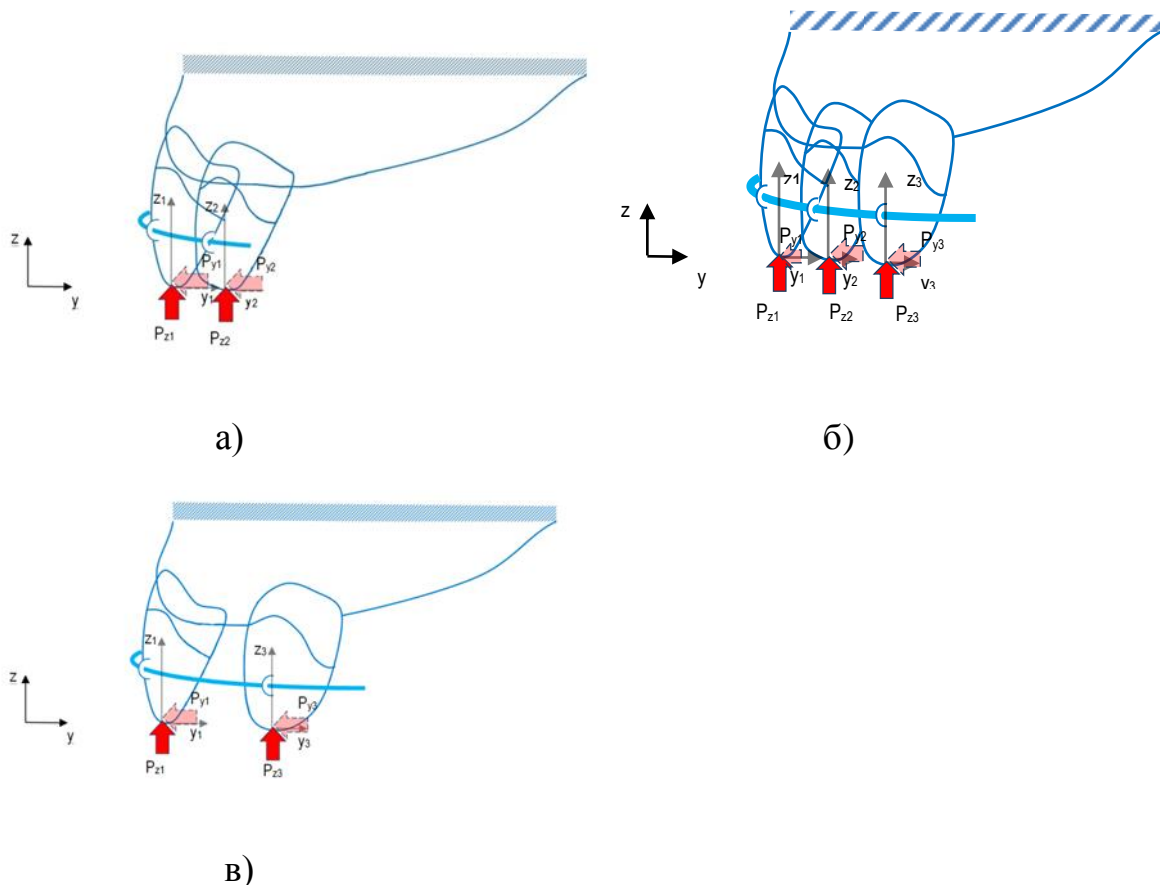


Рис.3.3.8. Схеми навантаження біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка»: а)- модель першої групи, б) – модель другої групи, в) - модель третьої групи.

У всіх випадках травматичного ураження зубів у дітей ми розглядали травмовану ділянку, як цілісну біологічну та функціональну систему, що

складається з зуба та пародонта. Моделі навантаження були представлені векторами одиничних зусиль. Для коректного задання напрямків дії векторів зусиль в модель було введено локальні системи координат для кожного зуба. Так, в першій моделі їх кількість становила - 4, в другій – 6, в третій – 4 (рис.3.3.9).

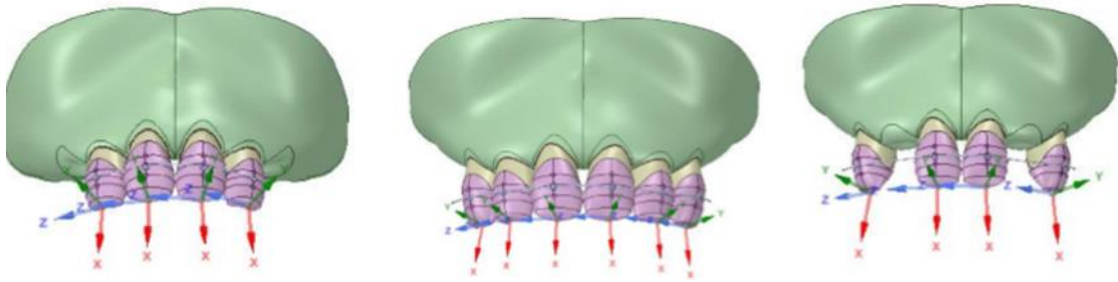


Рис. 3.3.9 Положення локальних систем координат в моделях

Для даного дослідження сумарна сила прикусу прийнята за одиницю. Моделі навантаження характеризувались відносними величинами зусиль, які були розраховані, використовуючи вагові коефіцієнти за Агаповим. Розподіл зусиль на зуб для моделей БС з використанням вагових коефіцієнтів за Агаповим та коефіцієнтів зусилля на зуб, які наведені в таблиці 7.

Таблиця 7

Розподіл зусиль для моделей БС «зубний ряд-шина-кістка»

Модель	Номер зуба	Ваговий коефіцієнт за Агаповим	Коефіцієнт зусилля на зуб
1	1	2	0.08
	2	1	0.04
2	1	2	0.08
	2	1	0.04
	3	3	0.12
3	1	2	0.10
	3	3	0.14

Оцінка адекватності результатів комп'ютерного математичного моделювання напружено-деформованого стану БС здійснено в процесі перевірок повноти та коректності вхідних даних дискретної моделі, кореляції розрахункових зусиль, напружень і деформацій з емпіричними та літературними даними.

Проведено моделювання напружено-деформованого стану (НДС) для 6 варіантів імітаційних моделей трьох БС верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду.

Так як, за умовою задачі, моделі навантаження представлені векторами одиничних зусиль, з аналізу отриманих результатів можна оцінити якісні характеристики полів напружень і полів переміщень.

Отримані результати максимальних величин переміщень та напружень першої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» свідчать про неоднорідність їх розподілу в різних відділах моделі (таб. 8).

Таблиця 8

**Максимальні величини переміщень та напружень
першої моделі БС «зубний ряд-шина-кістка».**

Напрямок дії сили	Структури	Деформація (м)	Напруження (Па)
P_z стиск	Кортикальна кістка	4,40E-09	5102,5
	Губчаста кістка	4,07E-09	783,4
	Зуби	9,85E-09	5959,9
P_{yi} згин	Кортикальна кістка	23,9E-09	31989
	Губчаста кістка	19,8E-09	1553
	Зуби	77,8E-09	20195

Під дією стискаючого (P_{zi}) та згинаючого (P_{yi}) векторів зусиль найбільшої деформації серед усіх досліджуваних структур, які включені до БС, зазнають зуби, а саме при $P_{zi} - 9,85E-09$ м, та $P_{yi} - 77,8E-09$ м. При цьому поля переміщення під час згинання в 7,9 разів більше, ніж при дії стискання.

Тобто, напружено-деформований стан зубів в умовах сумарного напруження найбільший.

Якщо розглядати навантаження P_{yi} (згин) та P_{zi} (стиск) як вектори, що прикладені до тіла в одній точці, то згідно аксіомі паралелограма сил – рівнодійна векторів буде направлена знизу-вверх та з середини-назовні (рис.3.3.10).

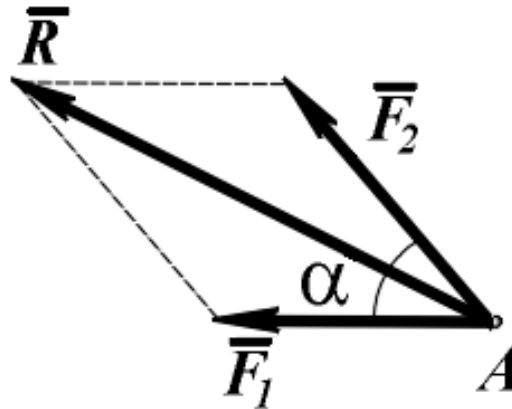


Рис.3.3.10 Паралелограм сил

Така дія навантаження на стиск та згин відповідає рухам нижньої щелепи на травмовані зуби верхньої щелепи, які за таких умов переміщуються до переду, що сприяє вивихуванню зубів. Це, в свою чергу, створює умови, які погіршують відновлення анатомічно-функціональної спроможності травмованих зубів.

Встановлено, що найбільша сумарна деформація в першій моделі припадає на нижню третину коронок центральних різців - $77,758E-09$ м, найменше деформуються пришийкові ділянки латеральних різців - $17,28E-09$ м (рис.3.3.11).

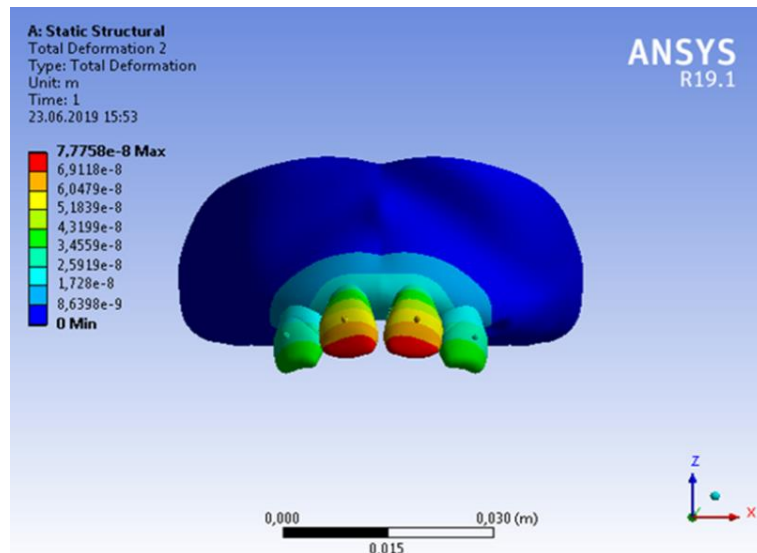


Рис.3.3.11. Поля розподілу переміщень першої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень на зуби під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль становить 5959,9Па, тоді як під дією згинаючого (P_{yi}) вектора цей показник в 3,3 рази більше - 20195Па. Найбільшого сумарного напруження зазнають пришийкові ділянки центральних різців - 9763,5 Па, найменшого - різальний край центральних та нижня третина коронки латеральних різців – 13,778Па (рис.3.3.12).

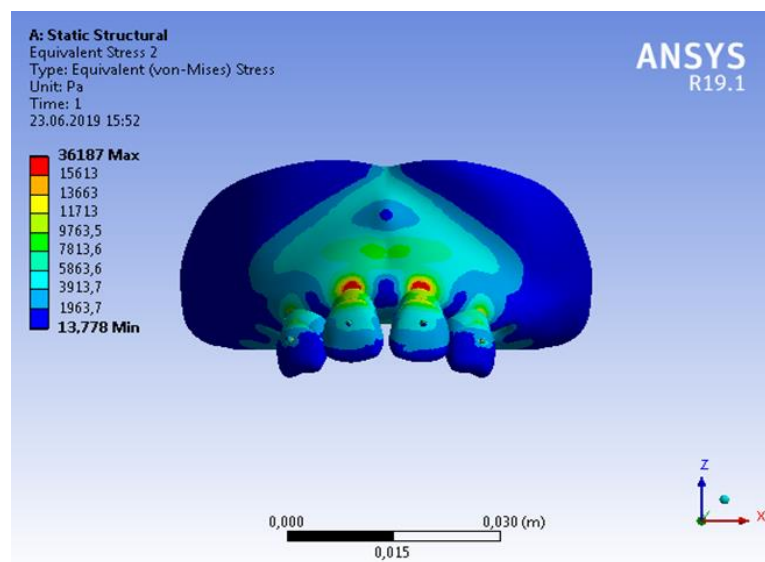


Рис.3.3.12. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень першої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Отримані дані свідчать, що в нижній третині коронки травмованих різців виникають умови для найбільшої деформації, тобто, переміщення коронки зуба, що, в свою чергу, призводить до виникнення найбільшого напруження в пришийковій ділянці зуба. Разом ці механічні явища в БС призводять до порушення рівноваги в ній, що може призвести до зміни положення зубів та взаємозв'язків із оточуючими структурами і суттєво вплинути на стан всієї БС.

Деформація кортикального шару кістки під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль займає другу позицію серед всіх досліджуваних структур та становить $4,40E-09$ м. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора навантаження деформація кортикального шару кістки в 5,4 разів більша, порівняно із деформацією на стиск та становить $23,9E-09$ м. Напруження на кортикальний шар кістки під дією вектору P_{zi} виявилось $5102,5$ Па, а P_{yi} цей показник в 6,2 рази був більшим -31989 Па. Найбільші концентрації еквівалентних за Мізесом напружень визначаються на вестибулярних та апроксимально-піднебінних поверхнях комірок центральних різців – 31989 Па, найменші – в ділянках кортикальної кістки між центральними різцями та апроксимально-вестибулярної поверхні всіх комірок – $27,901$ Па(рис.3.3.13).

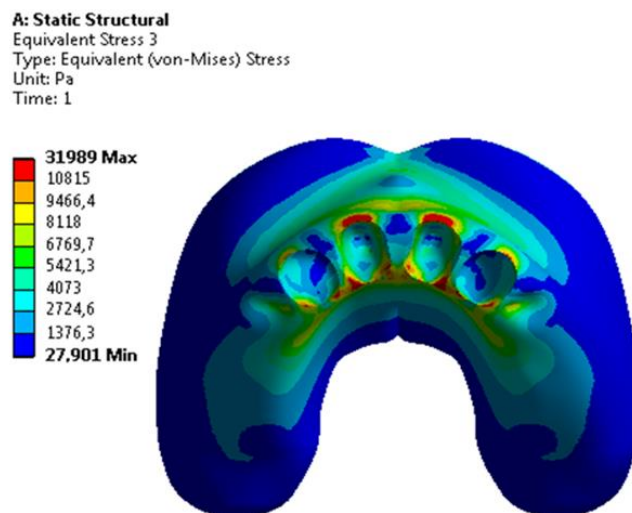


Рис.3.3.13. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень в кортикальному шарі кістки першої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Губчаста частина кістки зазнає майже такого ж навантаження під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль, як кортикальний шар, та становить $4,07E-09$ м. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора навантаження деформація губчастої кістки в 4,8 рази більша, порівняно із деформацією на стиск та становить $19,8E-09$ м. Напруження на губчастий шар кістки під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль виявилось найменшим серед всіх досліджуваних структур та становить $783,4$ Па, тоді як під дією згинаючого (P_{yi}) вектора цей показник в 2 рази більше - 1553 Па. Найбільші концентрації еквівалентних за Мізесом напружень визначаються на мезіо-вестибулярних та мезіо-піднебінних поверхнях комірок центральних різців - 1553 Па, а найменші - на вестибулярних поверхнях комірок латеральних різців - $158,82$ Па (рис.3.3.14).

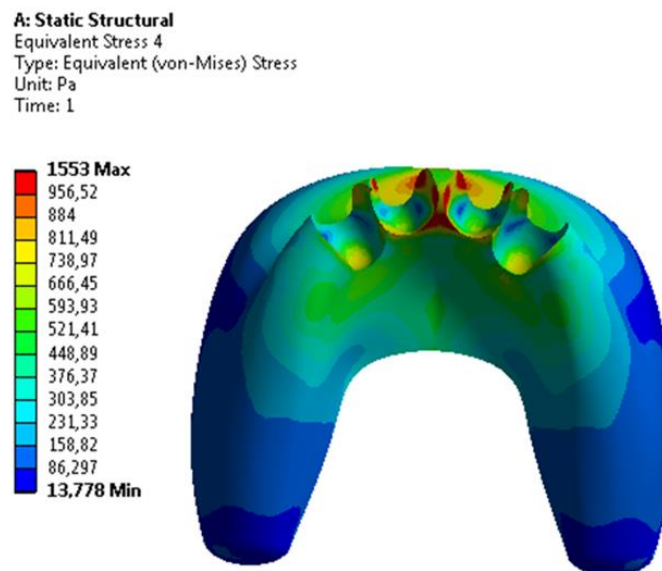


Рис.3.3.14. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень в губчастому шарі кістки першої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Результати вивчення показників переміщень та напружень залежно від зусилля (P_{zi} та P_{yi}) кортикального шару та губчастої частини кістки показали, що зусилля на згин (P_{yi}) викликають найбільші зміни в структурах кістки альвеолярного відростка навколо травмованих центральних різців. При цьому напруження визначається навколо всього травмованого зуба.

Показники максимальних величин переміщень та напружень другої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» засвідчили ті ж тенденції, що і в першій моделі, але їх значення виявилися більшими (табл. 9).

Таблиця 9

Максимальні величини переміщень та напружень другої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

2 модель		Деформація (м)	Напруження (Па)
стиск	Кортикальна кістка	5,03E-09	6765,3
	Губчаста кістка	4,54E-09	1043,6
	Зуби	10,5E-09	8147,9
згин	Кортикальна кістка	28,1E-09	39967
	Губчаста кістка	20,7E-09	1894,3
	Зуби	92,1E-09	23716

Під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль найбільшої деформації серед усіх досліджуваних структур зазнають зуби – 10,5E-09м, тоді як під дією згинаючого (P_{yi}) вектора навантаження поля переміщення в 8,7 разів більше, та становлять 92,1E-09м. При цьому найбільша сумарна деформація припадає на всю мезіо-апроксимальну частину коронок травмованих центральних різців – 10,546E-09м, що пов'язано зі зменшеною площею контакту з кісткою несформованого кореня різця (рис.3.3.15).

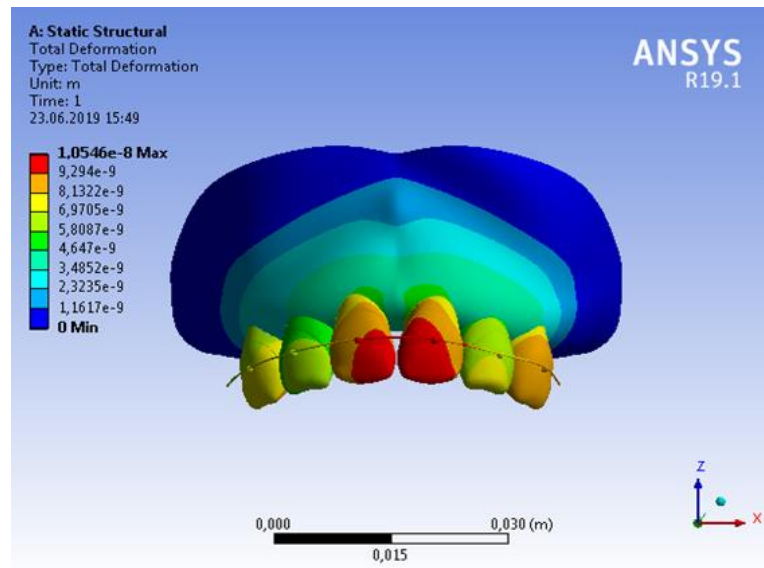


Рис.3.3.15. Поля розподілу переміщень другої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень на зуби під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль становить 8147,9Па, а під дією згинаючого (P_{yi}) вектора цей показник в 2,9 рази більше - 23716Па (рис.3.3.16).

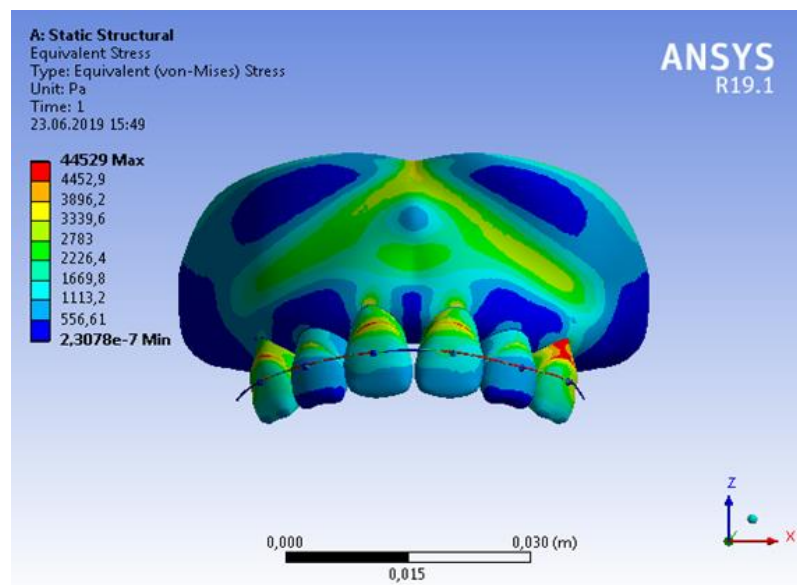


Рис.3.3.16. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень другої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Найбільші концентрації еквівалентних за Мізесом напружень визначаються в пришийкових ділянках ікол - 44529Па, а найменші – на різальних поверхнях латеральних різців – 556,61Па. Отримані дані можна

пояснити анатомічною будовою зубної дуги та положенням ікол в альвеолярному відростку верхньої щелепи.

Деформація кортикального шару кістки під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль в 2 рази менше, порівняно із деформацією зубів, та становить $5,03E-09$ м. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора навантаження деформація кортикального шару кістки в 5,5 разів більша, порівняно із деформацією на стиск та становить $28,1E-09$ м. Кортикальний шар кістки під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль зазнає напруження в $6765,3$ Па, а згинаючого (P_{yi}) вектора -39967 Па. Це в 5,9 рази більше, ніж на стиск. Найбільші концентрації еквівалентних за Мізесом напружень визначаються на вестибулярних поверхнях комірок центральних різців – $3339,6$ Па.

Губчаста частина кістки зазнає майже такого ж навантаження під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль, як і кортикальний шар, та становить $4,54E-09$ м. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора навантаження деформація губчастої кістки в 4,6 рази більша, порівняно із деформацією на стиск та становить $20,7E-09$ м. Напруження на губчастий шар кістки під дією вектору зусиль на стиск (P_{zi}) становить $1043,6$ Па, на згин (P_{yi}) – $1894,3$ Па. При цьому найбільші концентрації еквівалентних за Мізесом напружень визначаються на вестибулярних поверхнях комірок центральних різців, що в 1,8 рази більше, ніж на стиск.

Навантаження під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль третьої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» призводить також до найбільшої деформації зубів – $12,5E-09$ м. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора навантаження деформація становить $104E-09$ м, що в 8,3 разів більше, ніж на стиск(P_{zi}) (таб. 10).

Таблиця 10

Максимальні величини переміщень та напружень третьої моделі біомеханічної системи верхньої щелепи «зубний ряд-шина-кістка».

3 модель		Деформація (м)	Напруження (Па)
стиск	Кортикальна кістка	5,55E-09	7554,8
	Губчаста кістка	5,03E-09	1177,3
	Зуби	12,5E-09	10303
згин	Кортикальна кістка	29,6E-09	45181
	Губчаста кістка	21,6E-09	2137,2
	Зуби	104E-09	28986

При цьому найбільша сумарна деформація припадає на нижню третину коронок центральних різців- 104E-09м (рис.3.3.17).

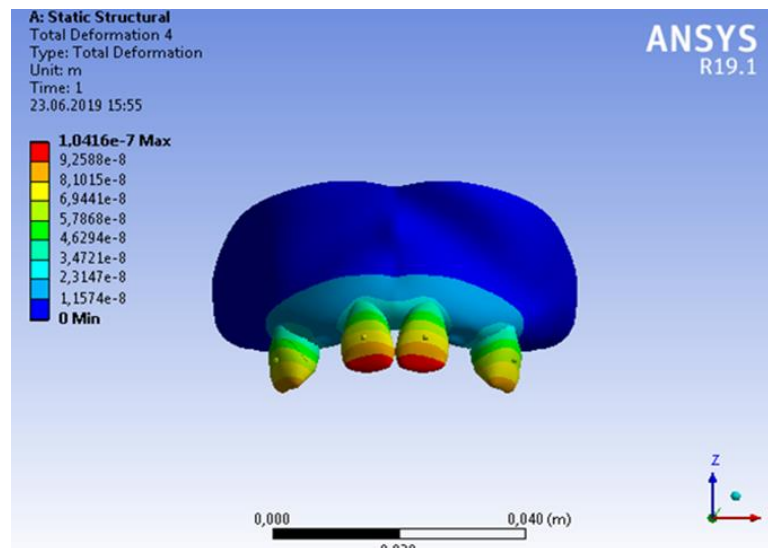


Рис.3.3.17. Поля розподілу переміщень третьої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень на зуби під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль становить 8147,9Па, тоді як під дією згинаючого (P_{yi}) вектора цей показник в 2,9 рази більше - 23716Па (рис.3.3.18).

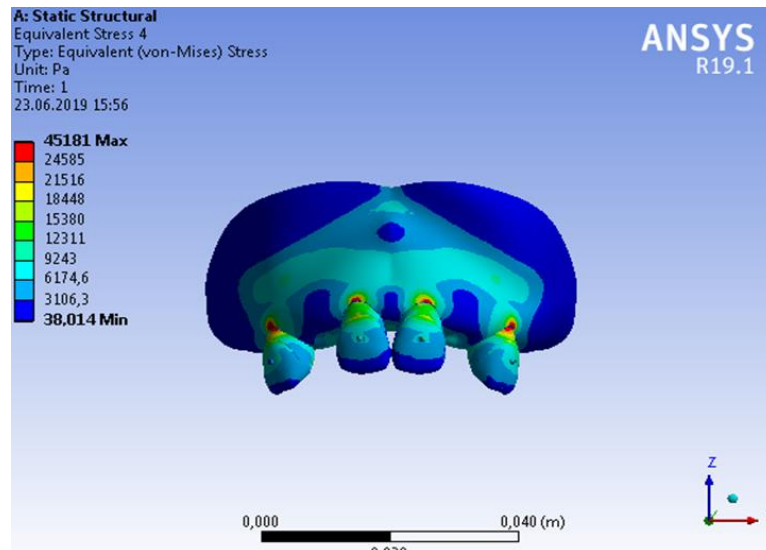


Рис.3.3.18. Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень третьої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Деформація кортикального шару кістки під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль в 2,2 рази менше, порівняно із деформацією зубів, та становить $5,55E-09$ м. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора навантаження деформація кортикального шару кістки в 5,3 разів більша, порівняно із деформацією на стиск та становить $29,6E-09$ м. Напруження на кортикальний шар кістки під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль становить $7554,8$ Па, тоді як під дією згинаючого (P_{yi}) вектора цей показник в 6 разів більше - 45181 Па. Найбільші концентрації еквівалентних за Мізесом напружень визначаються на вестибулярних поверхнях комірок центральних різців та ікол – 45181 Па. Губчаста частина кістки зазнає майже такого ж навантаження під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль, як кортикальний шар - $5,03E-09$ м. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора навантаження деформація губчастої кістки в 4,2 рази більша, порівняно із деформацією на стиск та становить $21,6E-09$ м. Напруження на губчастий шар кістки під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль становить $1177,3$ Па, тоді як під дією згинаючого (P_{yi}) вектора цей показник в 1,8 рази більше – $2137,2$ Па.

Порівняльний аналіз результатів розрахунків трьох моделей біомеханічних систем «зубний ряд-шина-кістка» показав, що під дією

згинального та стискаючого навантажень перша система має найбільш низькі показники переміщення. Так, показники полів розподілу переміщень під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль призводить до найбільшої деформації зубів третьої моделі біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка»– $12,5E-09$ м. Це в 1,19 разів більше, ніж навантаження на зуби в другій моделі БС та в 1,26 разів - ніж у першій моделі БС (таб.11).

Таблиця 11

Максимальні величини переміщень моделей біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Максимальні величини переміщень (м)				
модель		1	2	3
стиск	кортикальна	4,40E-09	5,03E-09	5,55E-09
	губчаста	4,07E-09	4,54E-09	5,03E-09
	зуби	9,85E-09	10,5E-09	12,5E-09
згин	кортикальна	23,9E-09	28,1E-09	29,6E-09
	губчаста	19,8E-09	20,7E-09	21,6E-09
	зуби	77,8E-09	92,1E-09	104E-09

Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора найбільшого навантаження зазнають зуби третьої моделі БС, а найменшого - першої – в 1,3 рази. Під дією навантаження на згин (P_{yi}) зуби зазнають в середньому в 8,32 рази більшого навантаження, ніж під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль, при цьому в першій моделі ці навантаження найменші. Останнє є свідченням того, що варіант фіксації на чотирьох зубах, які мають контакт між собою та коренями, сформованими на 90%, представляє більш жорстку систему, яка може ефективно протидіяти зовнішнім навантаженням.

Поля розподілу еквівалентних за Мізесом напружень першої системи виявились найменшими (табл. 12). Так, дія стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль призводить до найбільших напруження зубів третьої моделі біомеханічної системи верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду - 10303 Па. Це в 1,26 разів більше, ніж напруження зубів другої моделі БС та в

1,72 разів більше, ніж першої моделі БС. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора найбільшого напруження зазнають зуби третьої моделі БС- 28986Па, а в другій та першій ці напруження зменшуються відповідно в 1,22 та 1,43 рази. Напруження в зубах при навантаженні на згин (P_{yi}) в 3,03 рази більше, ніж під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль.

Таблиця 12

Максимальні величини еквівалентних за Мізесом напружень моделей біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка».

Максимальні величини напружень (Па)				
модель		1	2	3
стиск P_{zi}	кортикальна	5102,5	6765,3	7554,8
	губчаста	783,4	1043,6	1177,3
	зуби	5959,9	8147,9	10303
згин P_{yi}	кортикальна	31989	39967	45181
	губчаста	1553	1894,3	2137,2
	зуби	20195	23716	28986

Найбільші показники полів розподілу переміщень кортикального шару кістки під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль відбувається в третій моделі БС – $5,55E-09$ м, що в 1,3 рази більше, ніж в першій моделі БС. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора ця тенденція зберігається – найбільшій деформації зазнає кортикальний шар третьої моделі БС, а найменшій - першої – в 1,23 рази. Кортикальний шар кістки під дією навантаження на згин (P_{yi}) зазнає в середньому в 5,44 рази більшого навантаження, ніж під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль.

Розподіл еквівалентних за Мізесом напружень в кортикальному шарі кістки під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль найбільше відбувається в третій моделі БС – 7554,8Па, що в 1,5 разів більше, ніж в першій. Під дією згинаючого (P_{yi}) вектора зусиль – найбільше напруження виникає в кортикальному шарі третьої моделі БС -45181Па, другої – в 1,13 разів менше,

а першої – в 1,41 рази. Під дією навантаження на згин (P_{yi}) кортикальний шар зазнає в середньому в 6,04 рази більшого напруження, ніж під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль.

Губчаста кістка показала найбільші значення полів розподілу переміщень в третій моделі БС під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль – $5,03E-09$ м. Це в 1,1 разів більше, ніж навантаження в другій моделі БС та в 1,23 разів більше, ніж в першій моделі БС.

Під дією навантаження на згин (P_{yi}) показники збільшуються від $19,8E-09$ м в першій моделі БС до $21,6E-09$ м в третій моделі. Різниця складає в 1,04 рази для другої моделі БС та 1,09 рази для третьої. Під дією вектору на згин (P_{yi}) губчаста кістка зазнає в середньому в 4,56 рази більшого навантаження, ніж під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль. Губчаста кістка показала найбільші значення еквівалентних за Мізесом напружень в третій моделі БС під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль – 1177,3Па. Це в 1,12 разів більше, ніж напруження в другій моделі БС та в 1,5 разів більше, ніж в першій моделі БС. Під дією навантаження на згин (P_{yi}) показники збільшуються від 1553Па в першій моделі БС до 2137,2Па в третій моделі. Різниця складає в 1,12 рази для другої моделі БС та 1,37 рази для третьої. Під дією вектору на згин (P_{yi}) губчаста кістка зазнає в середньому в 1,84 рази більшого напруження, ніж під дією стискаючого (P_{zi}) вектору зусиль.

Отже, найменшого навантаження з усіх структур БС зазнає губчаста кістка під дією вектора на стиск (P_{zi}), а найбільшого – зуби під дією навантаження на згин (P_{yi}). Вцілому показники значень максимальних величин переміщень першої моделі БС, в порівнянні з другою системою менші на 11% при дії стискаючого навантаження (P_{zi}), та 13% при дії згинального навантаження (P_{yi}). При порівнянні з третьою системою максимальні переміщення для першої системи були менші в середньому на 25% при стискаючому навантаженні (P_{zi}) та на 22% при дії згинаючого навантаження (P_{yi}). Опороздатність біомеханічних «зубний ряд-шина-кістка»,

навантаженням на згин P_{yi} , є меншою, ніж здатність чинити опір навантаженням на стиск P_{zi} , вектор дії яких майже співпадає з осями зубів. При однакових величинах зусиль, максимальні переміщення системи при згинальних навантаженнях P_{yi} у 6,1 разів більші, ніж при навантаженнях на стиск P_{zi} .

Отже, найменше напруження з усіх структур БС виникає в губчастій кістці під дією вектора на стиск (P_{zi}), а найбільше – в кортикальному шарі альвеол під дією навантаження на згин (P_{yi}). В середньому значення напружень першої системи порівняно з другою системою були менші на 35% при дії стискаючого навантаження (P_{zi}) та на 21% при дії згинального навантаження (P_{yi}). В порівнянні з третьою системою показники були менші на 57% при стискаючому (P_{zi}) та на 40% при згинаючому (P_{yi}) навантаженні. При однакових величинах зусиль, максимальні значення еквівалентних за Мізесом напружень системи при згинальних навантаженнях P_{yi} у 3,63 разів більші ніж при навантаженнях на стиск P_{zi} .

Таким чином, встановлено, що для оцінки опороздатності біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» слід розглядати варіанти навантаження згинаючими векторами. Найбільш перевантаженими в системі «зубний ряд-шина-кістка» є центральні різці. Перша біомеханічна система зазнає найменшого переміщення та напруження у порівнянні з другою та третьою системами, тобто є найбільш оптимальною для фіксації. Оптимальною кількістю зубів, які необхідно включати до іммобілізаційної системи, є чотири.

Висновки до розділу 3.

Проведені дослідження НДС 24 багатокomпонентних імітаційних комп'ютерних моделей БС верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду, які дозволяють констатувати, що комп'ютерне моделювання дозволяє детально дослідити вплив і значущість геометричних параметрів та умов навантаження на напружено-деформований стан та жорсткість БС. В

ході дослідження визначені патогенетичні фактори, які впливають на жорсткість фіксації шини на травмованих зубах, а саме: ступінь сформованості кореня, напрямок впливу сили, наявність контакту між сусідніми зубами, рівень накладання шинувальної конструкції на коронки зубів.

Після того, як були сформовані клінічні групи пацієнтів з урахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб і станом сформованості кореня, було створено та обраховано ще 6 багатокomпонентних імітаційних комп'ютерних моделей БС верхньої щелепи з шинувальною системою фіксації зубного ряду. Дослідження НДС цих моделей показало, що у біомеханічній системі «зубний ряд-шина-кістка» найбільшого навантаження зазнає кортикальний шар альвеолярного відростка з піднебінного боку в проекції дистальної поверхні альвеоли та на верхівках медіальної стінки ікла, а губчастий шар - в комірках перших різців на верхівці медіальної стінки альвеоли (між зубами) та на дні латеральної стінки. Найбільш перевантаженою є альвеола центрального різця при повністю сформованому корені та відсутності контактів між сусідніми зубами. Вивихуванню травмованих зубів та нестабільності у системі «зубний ряд-шина-кістка» сприяє рівнодійна векторів згину та стиску, яка направлена знизу-вверх та з середини-назовні, що обумовлює необхідність зменшення навантаження на травмований зуб. Визначено, що під дією векторів на згин найбільші значення полів переміщень та полів напружень виникали в зубах із сформованими на 70% коренями та відсутністю контактів між ними.

Проведене дослідження встановило, що для оцінки опороздатності біомеханічної системи «зубний ряд-шина-кістка» слід розглядати варіанти навантаження згинаючими векторами зусиль. Найбільш перевантаженими в системі «зубний ряд-шина-кістка» є центральні різці, які зазвичай є травмованими. Перша біомеханічна система зазнає найменшого переміщення та напруження у порівнянні з другою та третьою системами, тобто є

найбільш оптимальною для фіксації. Оптимальною кількістю зубів, які необхідно включати до іммобілізаційної системи, є чотири.

Матеріали розділу викладено в наступних публікаціях:

1. Ковтун Т.О., Кашура О.О. Визначення рівня фіксації шини на травмованих зубах залежно від сформованості їх коренів. Український науково-медичний молодіжний журнал №1 (107) 2018, 95-96 с
2. Яковенко Л.М., Єфименко В.П., Ковтун Т.О., Єщенко В.О. Фіксація шини на травмованих зубах залежно від сформованості їх кореня. Інформаційний лист № 318-2018
3. Мальований С.Д., Крищук М.Г., Ковтун Т.О. Вплив біомеханічних характеристик та дефектів зубних рядів верхньої щелепи на її функціональність. Інновації молоді в машинобудуванні. Збірка праць Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених та студентів, ВИПУСК №1, с.12-17, Київ 2019р.
4. Ковтун Т.О. Визначення розподілу навантаження в біомеханічній системі «зубний ряд-шина-кістка» у дітей з травмами зубів. «Новини стоматології» №3 (100), 2019, с.82-87.
5. Яковенко Л.М., Крищук М.Г., Ковтун Т.О. Спосіб визначення положення фіксації шини на травмованих зубах у дітей. Патент на винахід МПК (2020.01) А61С 7/00 А61В 8/13 (2006.01) G01N 23/046 (2018.01) UA 122378 С2 26.10.2020, Бюл.№ 20
6. L.Yakovenko, T.Kovtun. Scientific Abstracts «Factors that affect the rigidity of the tire fixation in dislocation of teeth» European Archives of Paediatric Dentistry. <https://doi.org/10.1007/s40368-020-00581-3> . The 15th Congress of the European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD). Hamburg, Germany, July 3–4, 2020
7. L.Yakovenko, T.Kovtun, M.Kryshchuk. Stress strain state of the “dentition - splint –bone” biomechanical system in teeth injury. Modern Science

— Moderní věda. — Praha. — Česká republika, Nemoros. — 2021. — № 2, p. 144-152

8. Tetiana Kovtun, Liudmyla Yakovenko. Research of biomechanical system “dentition - splint” rigidity using cad/cae method of modeling Modern Science — Moderní věda — Praha. — Česká republika, Nemoros. — 2022. — №2, p. 132-144

9. Ковтун Т.О., Єфіменко В.П. «Використання методу комп'ютерного моделювання для позиціонування іммобілізуючої системи при вивихах зубів у дітей». Scientific and practical journal Stomatological Bulletin, №3 2023 (124), 119–127. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-49-3.19>

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Епідеміологія та діагностика неповних травматичних вивихів постійних зубів у дітей.

За нашими даними травми зубів складають близько 11% від всіх травматичних пошкоджень тканин щелепно-лицевої ділянки. Ушкодження зубів спостерігаються у дітей різного віку та найчастіше реєструються у 2—3 та 8-11 років, що пояснюється періодом максимальної активності дитячого організму. Так, серед обстежених нами 1425 дітей з різними видами травм зубів у 2019-2023 роках, 1056 - мали пошкодження тимчасових зубів - це склало 74,1%, 369 дітей - постійних зубів – 25,89%. Із цих пацієнтів ми відібрали 110 дітей з травматичними неповними вивихами постійних зубів та сформували групу дослідження – 103 пацієнти, які відповідали критеріям включення.

Простежується залежність частоти травматичних ушкоджень зубів від пори року, так 30% дітей звертаються по допомогу влітку, навесні та восени – 27% та 25% відповідно, взимку - 18% пацієнтів (рис.4.1.1). Це, на нашу думку, пов'язане з тим, що влітку діти більше часу проводять на свіжому повітрі, займаються активними видами спорту (велосипеди, самокати, спортивні ігри з м'ячем, інше), мають більше вільного часу (період шкільних канікул), послабленим батьківським контролем.

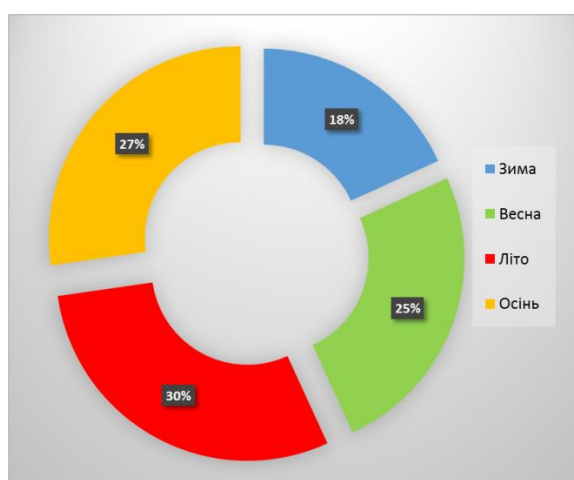


Рис. 4.1.1. Розподіл травматичних пошкоджень зубів у дітей за сезоном.

Результати дослідження показали, що етіологічними чинниками травм зубів найчастіше є падіння або удар. Падіння може статись вдома (на підлогу, стіл, ін.) або на вулиці (зі сходів, на асфальт, з самоката, велосипеда або внаслідок дорожньо-транспортної пригоди). Удар може бути спричинений гойдалкою, в школі, під час занять в спортивній секції (наприклад бокс, футбол, спортивна боротьба інше). Нами також зареєстровані поодинокі казуїстичні випадки травм зубів внаслідок гри з обручкою та укусу тварини (собака). Травми зубів внаслідок падіння виникали у пацієнтів значно частіше, ніж внаслідок удару (рис.4.1.2.). Зазвичай травми траплялись на вулиці.

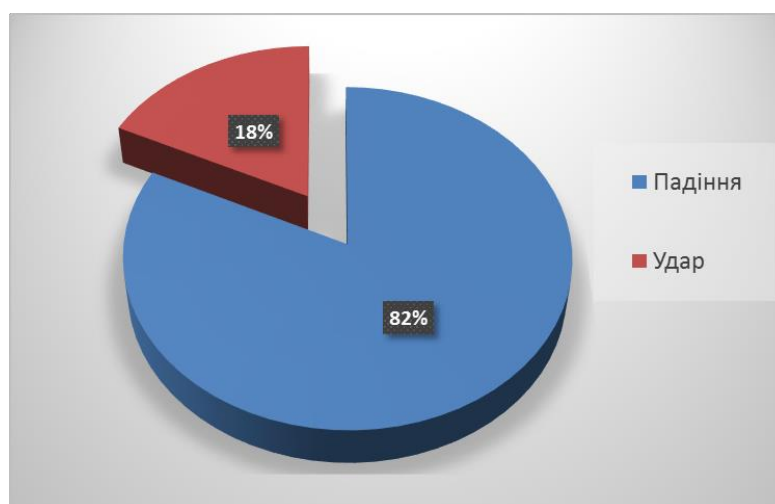


Рис. 4.1.2. Причини травм постійних зубів у дітей.

Падіння з самоката зареєстровано у 33 дітей та велосипеда - 15. Удар в обличчя гойдалкою отримали 18 дітей, а 11 - в спортивній секції. Вдома травмувались 40 пацієнтів, 3- потрапили в ДТП, а 2 дитини постраждали внаслідок укусу домашніх тварин (рис.4.1.3.).



Рис. 4.1.3. Розподіл пацієнтів з травматичними пошкодженнями зубів за етіологічним чинником.

Необхідно відмітити, що внаслідок падіння з велосипедів, самокатів і скутерів виникають тяжкі поєднані пошкодження тканин щелепно-лицевої ділянки. При цьому діагностують гематоми, садна та рани м'яких тканин, різні види травм зубів, альвеолярного відростка щелеп, а іноді й кісток обличчя. Такі випадки реєструвались нами як в тимчасовому, так і в постійному прикусі (фото 4.1.4.).



Фото 4.1.4. Діти з поєднаною травмою: перелом альвеолярного відростка та вивих зубів верхньої щелепи, гематоми та рани слизової

оболонки альвеолярного відростка та верхнього присінку порожнини рота, верхньої губи.

Найбільш тяжкі пошкодження тканин щелепно-лицевої ділянки поєднані з закритими (або відкритими) черепно-мозковими травмами (ЗЧМТ) реєструються внаслідок дорожньо-транспортних пригод (фото 4.1.5.).



Фото 4.1.5. Дитина травмована внаслідок ДТП з ЗЧМТ, переломом альвеолярного відростка верхньої щелепи та впровадженим вивихом зубів 1.1,1.2,2.1,2.2, переломом кісток носа, множинними саднами та гематомами обличчя, переломом правої променевої кістки, раною правої гомілки.

Вік пацієнтів був від 5 до 17 років та становив в середньому $10,6 \pm 3,28$ роки (табл.4.1.6).

Таблиця 4.1.6

Розподіл дітей з травматичними пошкодженнями зубів за віком та статтю.

Вік, роки	Дівчата	Хлопці	Всього
5	3 (2,23%)	3 (1,27%)	6
6	16 (11,94%)	13 (5,53%)	29
7	18 (13,43%)	18 (7,65%)	36
8	27 (20%)	29 (12,3%)	56
9	7 (5,22%)	26 (11%)	33
10	19 (14,17%)	28 (11,9%)	47
11	13 (9,7%)	15 (6,38%)	28
12	5 (3,73%)	18 (7,65%)	23
13	9 (6,71%)	15 (6,38%)	24
14	6 (4,47%)	23 (9,7%)	29
15	4 (2,98%)	17 (7,23%)	21
16	7 (5,22%)	12 (5,1%)	19
17	-	18 (7,65%)	18
Всього	134 (36,31%)	235 (63,68%)	369

При цьому віковий пік спостерігався в 8 років (рис 4.1.7). Загалом отримані нами результати підтверджують дані інших авторів про наявність вікових піків ушкодження зубів у дітей у 8-10 років. Що можна пояснити більшою активністю дітей в цьому віці - заняття активними видами спорту, катання на велосипедах, самокатах, ігри з м'ячем, інше.

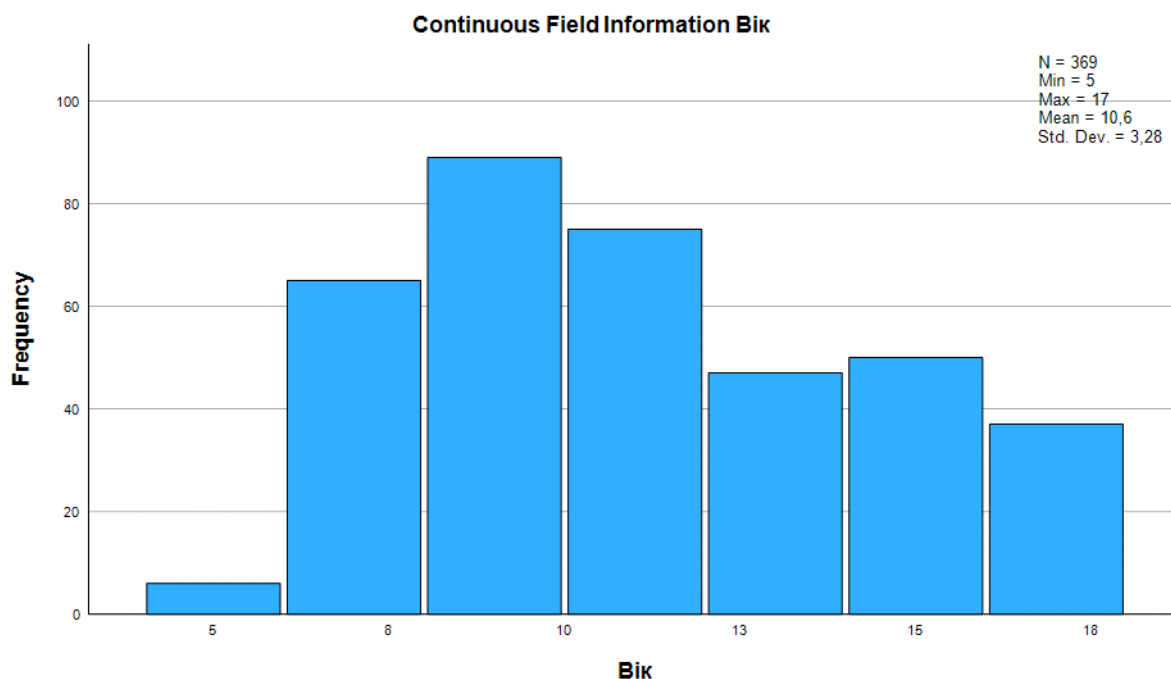


Рис. 4.1.7. Розподіл пацієнтів за віком.

Серед дітей з травматичними пошкодженнями зубів більшість склали хлопчики - 63,68%, тоді як дівчата - 36,31% (рис.4.1.8).

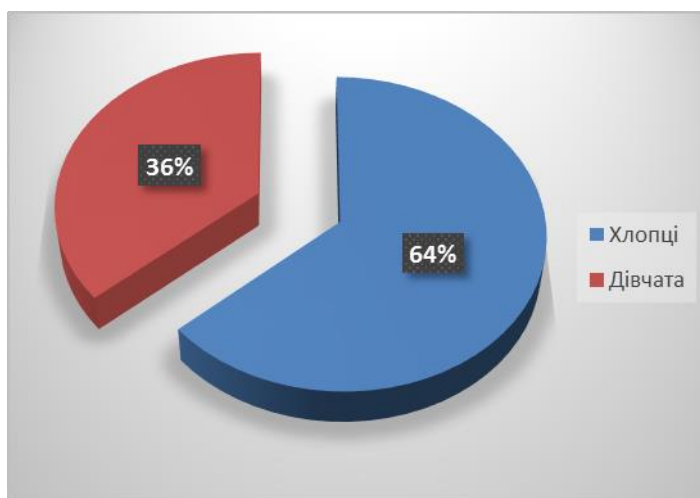


Рис. 4.1.8. Розподіл пацієнтів за статтю.

Це підтверджує дані інших досліджень, в яких йдеться про вдвічі більшу частоту гострої травми зубів у хлопчиків у порівнянні з дівчатками. У віковій групі до 8 років співвідношення хлопчиків та дівчаток, які отримали травму було приблизно однакове ($p < 0,05$), а з 9 років кількість хлопчиків

переважала в 2, а подекуди в 3 рази (рис. 4.1.9.). Це можна пояснити тим, що у віці до 10 років основна причина травм – побутова, отримана внаслідок падінь та необережних ігор вдома чи у школі. А у віковий період від 10 до 17 років основною причиною ушкоджень є контактні види спорту та бійки, учасниками яких найчастіше стають хлопці.

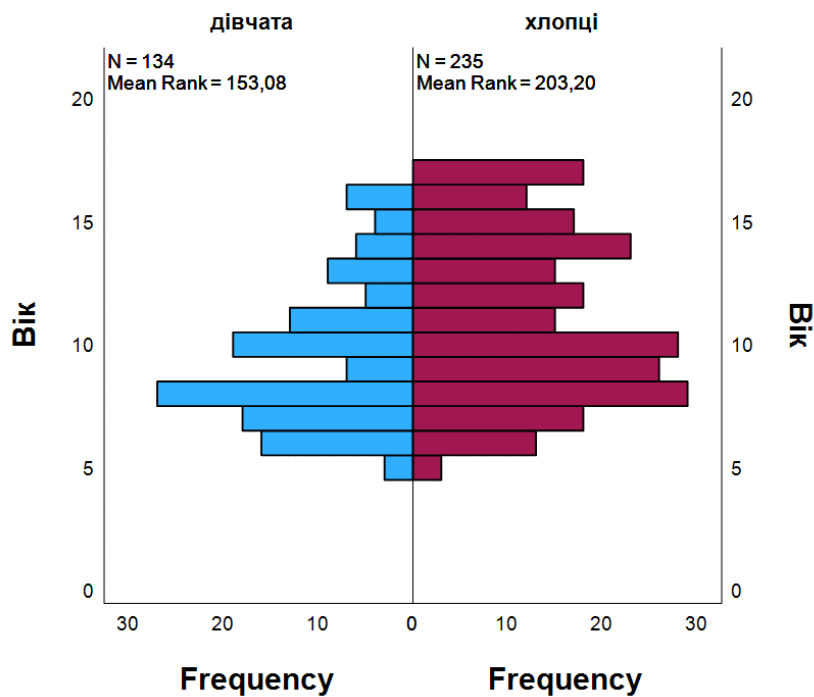


Рис 4.1.9. Графічне представлення даних незалежної вибірки Mann-Whitney U- test за віком та статтю.

Потрібно відзначити, що у віковій групі 17 років травматичних ушкоджень зубів у дівчат не було зареєстровано.

Пошкодження лише одного зуба в результаті травми спостерігалось у 44,17% пацієнтів (рис.4.1.10). Два зуби травмувались у 42,54% дітей, приблизно по 6% постраждалих отримали пошкодження 3 та 4 зубів, решта - 1,08% мали травмовані п'ять та шість зубів. Тобто, частіше у пацієнтів визначалось ушкодження декількох зубів внаслідок травми.

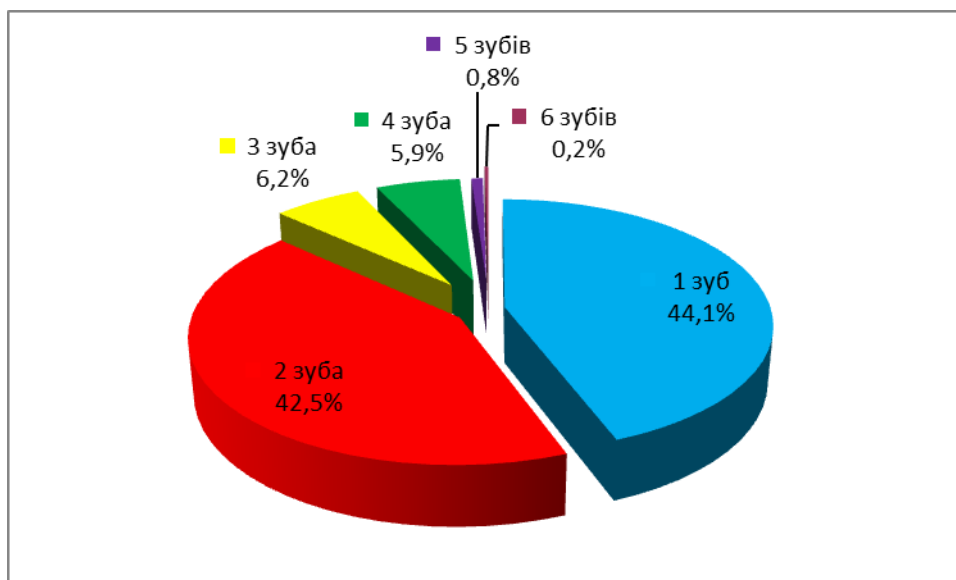


Рис. 4.1.10. Розподіл пацієнтів за кількістю травмованих зубів.

Із наведених даних випливає, що травмованих зубів більше ніж постраждалих пацієнтів в понад 1,8 рази, тобто у кожного другого пацієнта було травмовано більше одного зуба.

Із 369 дітей з різними видами травм постійних зубів найбільш численну групу склали пацієнти з переломом коронки одного чи кількох зубів – 127 осіб (34,4%) та неповним травматичним вивихом - 110 хворих (27,64%) (табл. 4.1.3.). Пацієнтів з повним вивихом зуба (авульсією) було 77 дітей (20,86%), забиття діагностовано у 62 хворих (16,8%). Пацієнти з впровадженим вивихом становили 12 (3,25%), пацієнти з переломом кореня - 7 (1,89%) осіб, останнє місце посіла 1 дитина з інтрузивним вивихом (0,27%) (рис.4.1.11.).

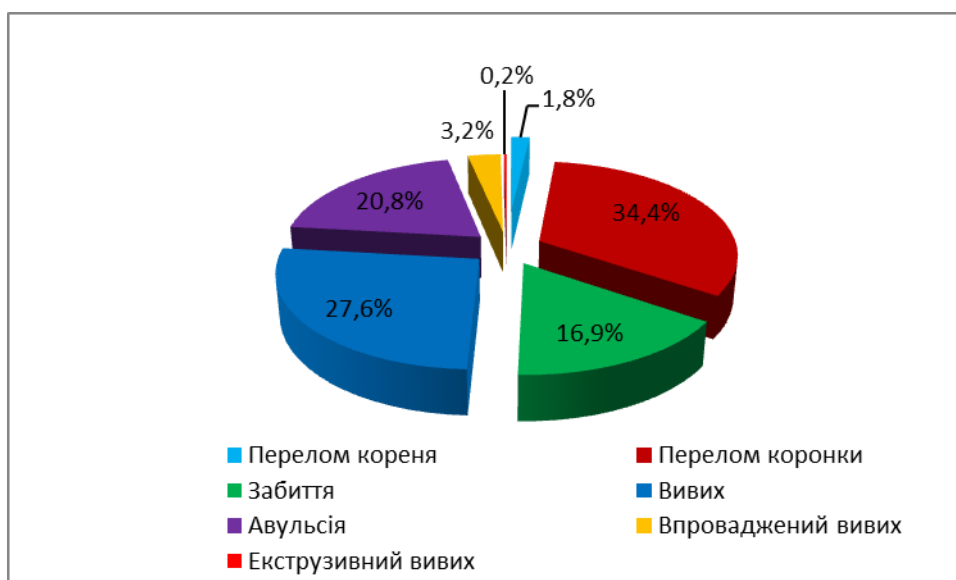


Рис. 4.1.11. Розподіл пацієнтів за видами травм постійних зубів

Таблиця 4.1.12.

Розподіл дітей в залежності від виду пошкодження зубів та статі.

Вид травми	Хлопці	Дівчата	Всього	Частка %
Перелом кореня	7	-	7	1,89%
Перелом коронки	84	43	127	34,41%
Забиття	36	26	62	16,9%
Вивих	66	36	102	27,64%
Авульсія	42	35	77	20,86%
Впроваджений вивих	11	1	12	3,25%
Екструзивний вивих	1	-	1	0,27%
Всього пацієнтів	235 (63,68%)	134 (36,31%)	369	100

Слід зазначити, що у 16,5% пацієнтів діагностовано поєднані пошкодження зубів: перелом коронки одного зуба з вивихом іншого, вивих декількох зубів з переломом альвеолярного відростка, неповний вивих одного зуба з авульсією (повний вивих) іншого, неповний та впроваджений вивих з авульсією тощо.

В результаті дослідження ми визначили, що у 94,5% дітей травмувались зуби верхньої щелепи: медіальні різці - 79,5% випадків, латеральні різці - 9,47%, інші - 1,05%. При цьому лівий різець пошкоджувався частіше ніж правий (40,2% проти 39,3%). Гематоми супроводжували 8% травм зубів, рани – 32% та у 2,7% випадків ушкодження зубів супроводжувалось переломом альвеолярного відростка. Пошкодження премолярів та молярів зазвичай супроводжувалось переломом щелепи.

Із обстежених 369 дітей з різними видами травм ПЗ ми відібрали 110 дітей з неповними вивихами та сформували групу дослідження – 103 пацієнти, які відповідали критеріям включення. Клінічні групи пацієнтів були сформовані з урахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб та станом сформованості кореня (табл.4.1.13.).

Таблиця.4.1.13.

Розподіл пацієнтів з травматичними неповними вивихами постійних зубів, які увійшли до клінічних груп дослідження.

Клінічна група	Дівчата		Хлопці		Всього	
	Абсолютна кількість	%	Абсолютна кількість	%	Абсолютна кількість	%
1 11-12 років	2	5,12%	5	7,81%	7	6,79%
2 9-10 років	8	20,51%	11	17,18%	19	18,44%
3 6 - 8 років	21	53,84%	24	37,5%	45	43,68%
4 13 - 18 років	8	20,51%	24	37,5%	32	31,06%
Всього	39	100%	64	100%	103	100%

За гендерною ознакою серед 103 дітей 64 були хлопцями та 39 дівчатами, із співвідношенням хлопців/дівчат 1,64:1 (рис.4.1.14.).

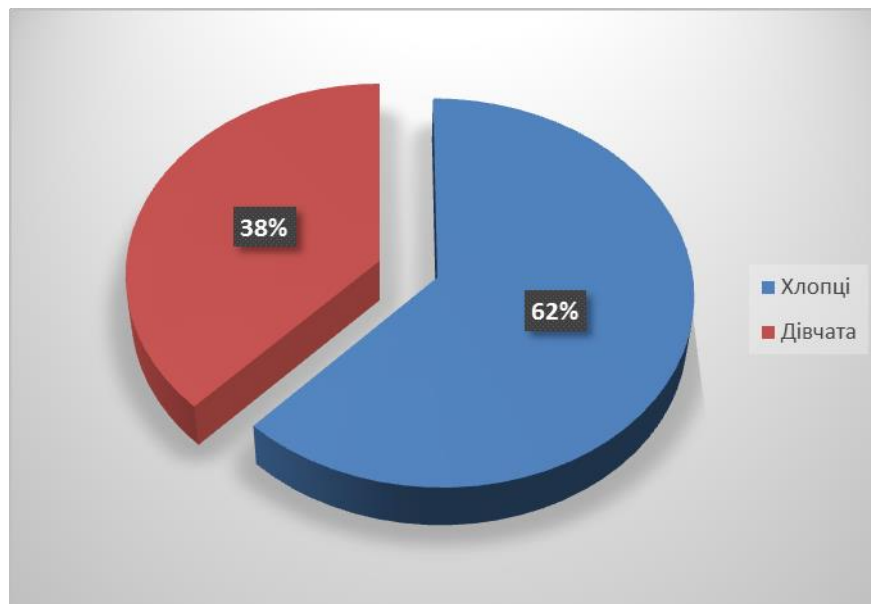


Рис.4.1.14. Розподіл пацієнтів груп дослідження за статтю.

Аналіз сезонності отримання травми зубів дозволив визначити, що 40% дітей звернулись по допомогу влітку, 31% восени, навесні та взимку – 15% та 14% відповідно (рис. 4.1.15.).

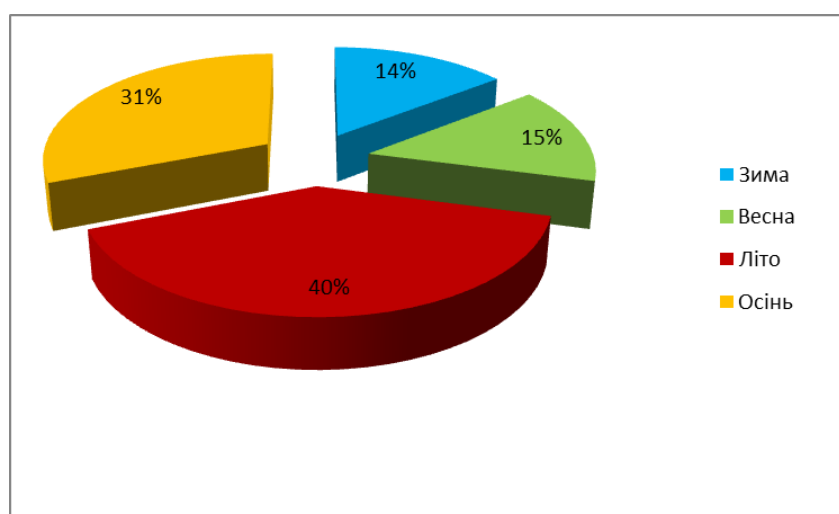


Рис.4.1.15. Сезонний розподіл пацієнтів груп дослідження.

Визначена тенденція щодо переважання травм зубів в літні та осінні місяці, при цьому в червні відмічалась найбільша кількість випадків, найменша - в квітні (рис. 4.1.16). Це пов'язане з тим, що влітку та восени погодні умови дозволяють дітям більше часу проводити на свіжому повітрі, займатись активними видами спорту, кататись на велосипедах, самокатах, грати з м'ячем та інше, вони мають більше вільного часу (період шкільних канікул).

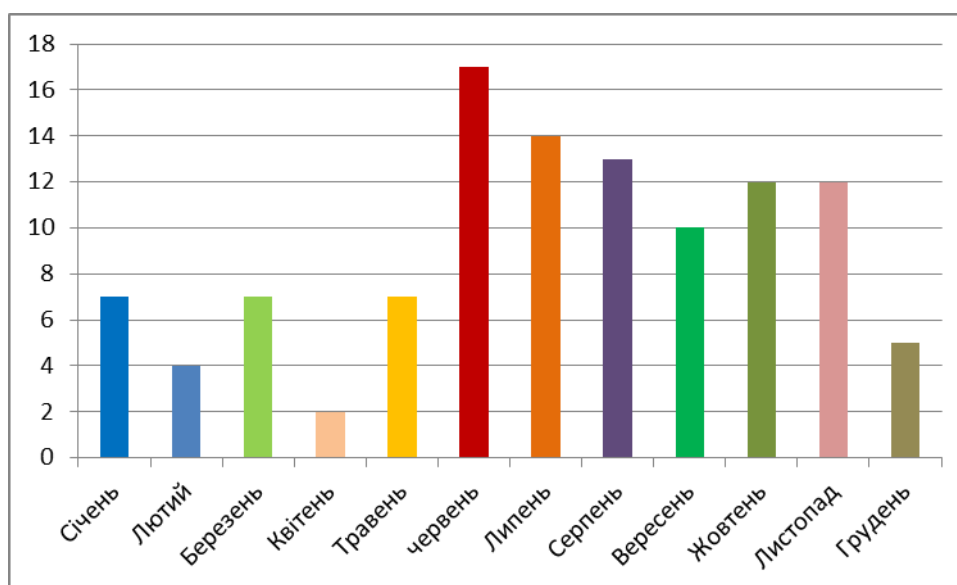


Рис.4.1.16. Розподіл пацієнтів груп дослідження по місяцях.

Результати дослідження показали, що пацієнти клінічних груп найчастіше отримали пошкодження зубів під час падіння вдома чи в школі (на підлогу, стіл, ін.), на вулиці (зі сходів, на асфальт, з самоката, велосипеда або внаслідок дорожньо-транспортної пригоди); внаслідок удару гойдалкою, або під час занять в спортивній секції (наприклад бокс, футбол, спортивна боротьба тощо) (рис.4.1.17.).

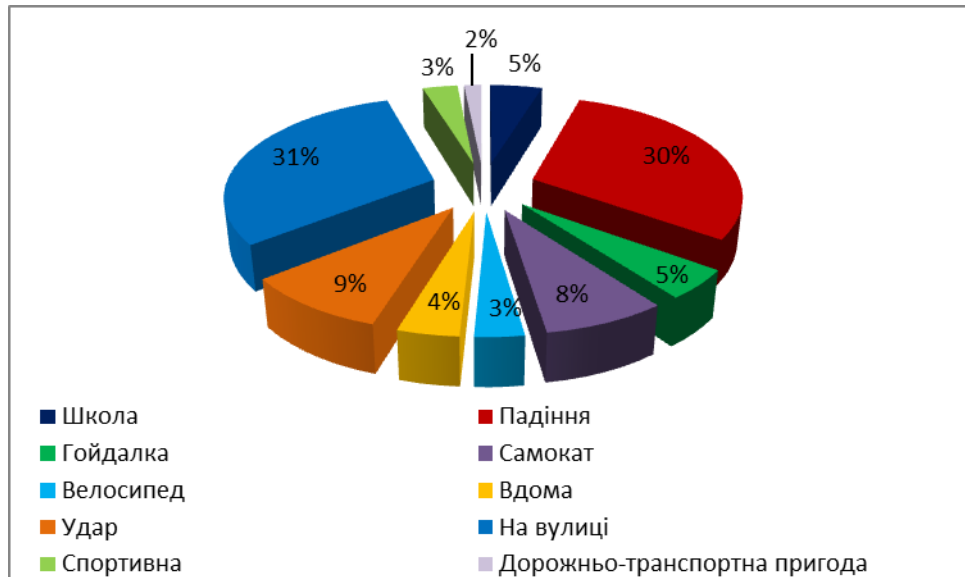


Рис.4.1.17. Розподіл пацієнтів груп дослідження за етіологією травматичних пошкоджень.

Середній вік пацієнтів груп дослідження становив 10,15 років (діапазон 5-17 років; медіана 10; стандартне відхилення 3,26) (рис.4.1.18).

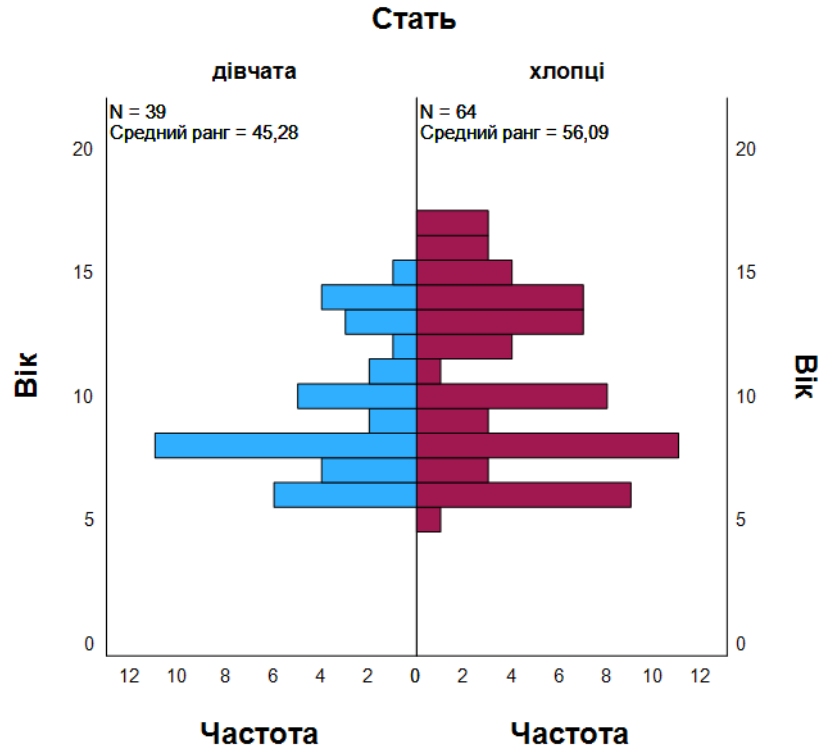


Рис. 4.1.18. Графічне представлення даних груп дослідження незалежної вибірки Mann-Whitney U- test за віком та статтю.

У 1,2 та 3 групах співвідношення хлопчиків та дівчаток, які отримали травму було приблизно однакове ($p < 0,05$), а в 4 групі кількість хлопчиків переважала в 3 рази (рис. 4.1.18.).

4.2 Клініко-рентгенологічна характеристика неповних вивихів зубів у дітей.

Вивих виникає в результаті впливу травматичного фактору на коронкову частину зуба (зазвичай це удар), внаслідок чого він стає рухомих та переміщується просторово та позиційно, і може частково чи повністю виходити за межі альвеоли. Тобто, для вивиху є характерною зміна взаєморозташування зуба до власної альвеоли. Зміна положення зуба відбувається в одному з трьох напрямків: за вертикаллю (зміщення у бік оклюзійної площини — екструзія або занурення його в кісткову тканину коміркового відростка — інтрузія); за сагітальною (зміщення у вестибуло-оральному напрямку), за трансверсальною (зміщення в бік сусідніх зубів - зазвичай спостерігається в разі відсутності сусіднього зуба), обертання навколо поздовжньої вісі (післятравматична тортооклюзія). Для неповного вивиху зуба характерним є як відсутність видимого зміщення коронки (визначається за допомогою рентгенологічного обстеження), так і зміна положення його коронки в зубному ряді. В залежності від напрямку та місця прикладання травмуючої сили, зуб може корпусно переміщуватись в бік оклюзійної площини, вестибулярному чи оральному напрямках, в бік сусіднього зуба, або повертатись навколо поздовжньої вісі. Форма зубного ряду при цьому порушується. Найчастіше при вивиху зуба коронка його зміщується по відношенню до коронок сусідніх зубів в бік порожнини рота, вестибулярно, орально або в бік сусіднього зуба, а корінь, відповідно, переміщується в протилежний бік. Можливі комбіновані вивихи - переміщення зуба відбувається одночасно в двох або трьох напрямках. Ступінь та напрямок зміщення залежить від сили удару, вікових особливостей будови зуба

(ступінь сформованості коренів) та кісткової тканини щелепи (стан мінералізації), наявності сусідніх зубів та контакту між ними.

Типовими скаргами дітей з неповними вивихами зубів є: ниючий біль в пошкодженому зубі та біль при торканні до нього, наявність рухомості зуба, зміна положення зуба у вестибулярний чи оральний бік, збільшення або зменшення висоти коронки (в залежності від напрямку зміщення), обертання зуба навколо власної поздовжньої вісі, біль при прийомі їжі, неможливість закривати рот, правильно зімкнути зуби, відкушувати та жувати. Досить часто пацієнти вказують на рану слизової оболонки в ділянці травми та кровотечу з рота.

Клінічні дослідження проводились за стандартною схемою, яка включала визначення скарг хворих, збір даних щодо часу та обставин настання випадку – вдома, на дитячому майданчику, в школі чи на вулиці. Особливу увагу при цьому приділяли виду травми - побутова, спортивна, дорожньо-транспортна пригода; та механізму виникнення – внаслідок падіння чи удару. З'ясовували, чи супроводжувалась травма втратою свідомості, чи пам'ятає дитина обставини події; надавалась чи ні медична допомога та в який час (в перші 24 години, через 24 або більше годин). Реєструвались дані стоматологічного та загального анамнезу. Визначали наявність супутніх захворювань: порушення системи згортання крові, ендокринні порушення, цукровий діабет тощо.

Клінічна картина. Під час огляду пацієнтів з травмою зубів ми визначали конфігурацію обличчя (фіксували наявність асиметрії), стан шкіри та видимих слизових оболонок, набряк тканин, наявність рани м'яких тканин та окреслювали уражену ділянку обличчя. Під час клінічного обстеження ми оцінювали наявність чи відсутність зуба в зубній дузі, його положення, цілісність та колір коронки, рухливість зуба, дані, отримані при пальпації та перкусії. Зазвичай у дитини напіввідкритий рот, з якого витікає слина з

кров'ю. Нижня щелепа набуває вимушеного положення, оскільки дитина рефлекторно обмежує її рухи для зменшення больової симптоматики в разі змикання зубів. М'які тканини верхньої губи набряклі, гіперемовані, можуть відмічатись садна, гематоми та рани на шкірі, червоній облямівці губ чи підборіддя (до 40%). Дитина не може зімкнути щелепи в положення центральної окклюдії, особливо якщо зуб зміщений в напрямку окклюдійної площини, або коронка зуба верхньої щелепи- в піднебінний бік. Рухливість зуба доволі виражена, в разі зміщення зуба у напрямку верхівки альвеолярного відростка або при поєднанні вивиху зуба з переломом коміркового відростка чи стінки комірки. В разі зміщення зуба таким чином, що його корінь ламає стінку комірки, рухливість зуба відсутня через заклинювання верхівки кореня в кістці. Звичне положення травмованого зуба змінене.

Ясна навколо травмованого зуба пошкоджені, набряклі та гіперемовані, відмічається наявність гематоми, порушення зубо-ясеневого прикріплення, а в деяких випадках - циркулярної зв'язки. Останнє супроводжується кровотечею з періодонтальної щілини, що свідчить про пошкодження судин та волокон періодонта. При неповному вивиху волокниста структура періодонта пошкоджується частково – відбувається розтягнення, надрив або повний відрив окремих волокон. Локалізація та об'єм таких змін визначається видом вивиху та ступенем зміщення коронки зуба. Під час пальпації зуба визначається біль при натисканні на нього, рухомість I-II ступеня, можна встановити наявність зміщення кореня, яке відбувається при відхиленні коронкової частини у вестибулярному або піднебінному напрямку. При переломі кореня визначається гематома в проекції травмованого зуба, іноді можна пальпаторно визначити місце перелому. Вертикальна та горизонтальна перкусія позитивна. Наявність рухливості зуба ми визначали за допомогою пінцету. При цьому рухливий може бути як весь зуб, так і частина його, що характерно для вивихів зубів,

які супроводжуються переломом коронкової частини або кореня. Під час зондування визначали наявність або відсутність ушкодження циркулярної зв'язки травмованого зуба та глибокої тріщини або вертикального перелому коронкової частини або кореня зуба.

При неповному вивиху зуба в тому чи іншому обсязі пошкоджується також пульпа зуба. Ступінь пошкодження її залежить від стадії формування кореня – чим менше сформований корінь, тим меншого пошкодження зазнає пульпа. Це пов'язано з двома факторами:

- амплітудою переміщення сформованого кореня більша через його довжину (в такому випадку вірогідність розриву судинно-нервового пучка в ділянці апекса вище);

- наявністю росткової зони з великою кількістю мало диференційованих клітин, яка займає більший об'єм у несформованому корені. Росткова зона може залишатись живою при загибелі коронкової та більшої частини кореневої пульпи. Залежно від ступеня формування кореня вірогідність розриву судинно-нервового пучка біля входу в апікальний отвір при вивиху зуба збільшується.

Крім того, внаслідок крововиливу в пульпу може змінюватися колір коронкової частини зуба. При цьому звертають увагу на її піднебінну поверхню, тому що через тонкий шар емалі вона забарвлюється в ранні терміни спостережень, особливо в пришийковій ділянці. Зміна кольору коронкової частини зуба може виникнути відразу після травми або через певний проміжок часу, який слід уточнити під час збирання анамнезу.

Для уточнення діагнозу та виявлення перелому кореня зуба або кісткових структур альвеолярного відростка проводили рентгенологічне обстеження травмованої ділянки. Під час рентгенологічного обстеження оцінювали наявність та цілісність коронки та кореня травмованого зуба,

виявляли зміни періодонтальної щілини, визначали ступінь сформованості коренів травмованих та поряд розташованих зубів, оцінювали стан періапикальних тканин травмованих зубів, наявність пошкодження альвеолярної кістки в ділянці ураження.

Зазвичай при травматичному пошкодженні одного-двох зубів виконували дентальний знімок (близькофокусна контактна рентгенографія), більше двох зубів – ортопантомографію або конусно-променеву комп'ютерну томографію. Ортопантомографію (ОПТГ) призначали пацієнтам, яким за планом подальшого комплексного лікування передбачалось надання ортопедичної чи ортодонтичної допомоги. Проводили ОПТГ в післяопераційному періоді до або після закінчення терміну шинування для контролю положення зуба та стану періапикальних тканин. Ми не проводили ОПТГ для діагностики гострої травми зубів у зв'язку з тим, що вона не відтворює чіткість зображення (особливо у фронтальному відділі нижньої щелепи та в ділянці іклів та премолярів верхньої щелепи) та спотворює лінійні розміри зубів. Крім того, такий знімок не дозволяє деталізувати локальні зміни в тканинах періодонту та визначати напрямок щілини перелому кореня.

При первинній діагностиці травматичних пошкоджень зубів зазвичай надають перевагу методу близькофокусної контактної рентгенографії. Методика дозволяє оцінити стан твердих тканин зуба, як коронкової його частини, так і кореня. На знімку чітко деталізовані структурні зміни кісткової тканини навколо зуба, зумовлені механічним пошкодженням під час травми або внаслідок ускладнень у післяопераційному періоді. Для візуалізації розташування щілини при переломі кореня знімки, як правило, виконують в декількох проекціях.

Метод рентгенологічного дослідження ми застосовували на подальших етапах лікування пацієнтів. Зокрема, після репозиції зубів – для контролю за

положенням зуба у лунці та по завершенні терміну іммобілізації. У пізньому післяопераційному періоді це дозволяло виявити рентгенологічні ознаки розвитку запальної резорбції кореня або коронки травмованого зуба, анкілозування його.

Одною з методик близькофокусної контактної рентгенографії є радіовізіографія, яка дає можливість отримання рентгенівського знімка на напівпровідниковій пластині з подальшою цифровою обробкою зображення. Переваги цієї методики оцінено нами під час проведення дослідження. У зв'язку з тим, що на всіх етапах надання допомоги дітям з травмою щелепно-лицевої ділянки і, в тому числі, з травмою зубів, потрібно виконувати велику кількість рентгенівських знімків, важливого значення набуває променеве навантаження дослідження. Метод радіовізіографії дозволяє зменшити отриману пацієнтом сумарну дозу рентгенівського опромінення за рахунок використання високочутливих датчиків. Цей спосіб має більшу роздільну здатність щодо лінійних розмірів і оптичної щільності тканин, ніж традиційна рентгенографія. За рахунок цифрової обробки знімка з'являється можливість детально дослідити зображення, що виводиться на монітор, зберегти його для подальшого архівування та інше.

Завдяки стрімкому розвитку сучасних рентгенівської і комп'ютерних технологій з'явилась малодозова цифрова поліпозиційна дентальна рентгенографія. Використання високочутливого рентгенівського датчика дозволяє істотно (до 90 %) знизити променеве навантаження на пацієнта, виключити процес фотообробки, а цифровий аналіз телемоніторного зображення розширює діагностичну інформацію, дозволяє більш детально оцінити анатомічну структуру зуба в різних площинах. Це забезпечує правильний вибір лікування та оцінку його найближчих і віддалених результатів.

Комп'ютерна томографія (Computed Tomography) — неінвазивний метод пошарового дослідження органів людського тіла за допомогою засобів променевої діагностики. Існують спіральна і мультиспіральна КТ, які сканують тканини щелепно-лицевої ділянки і створюють 3D-зображення на екрані комп'ютера. На сьогодні на перший план діагностики травматичних пошкоджень зубів у дітей виходить метод конусно-променевої комп'ютерної томографії (cone beam computed tomography), який дозволяє отримати багатоплощинні та 3D-зображення структур черепно-щелепно-лицевої ділянки при мінімальному променевому навантаженні. Перевагами КПКТ є:

- мінімальне променеве навантаження: еквівалентна ефективна доза опромінення $\sim 50 \mu\text{Sv}$, для порівняння – дослідження аналогічної анатомічної ділянки на спіральному томографі – від $600 \mu\text{Sv}$;
- відсутність попередньої підготовки пацієнта;
- час проведення дослідження менше 20 сек;
- положення пацієнта під час дослідження – сидячи (переважно) або стоячи;
- отримання тривимірної реконструкції без спотворень і накладень (на відміну від стандартного рентгенологічного дослідження) з можливістю додаткової обробки результатів дослідження.

На відміну від інших методів рентгенологічної діагностики, КПКТ дає можливість візуалізувати точну 3D-анатомічну картину обстежуваної зони щелепно-лицевої ділянки пацієнта, всебічно оцінити стан кісткової тканини, положення травмованих зубів, стан їх коренів, наявність та стан «сусідніх» зубів. КПКТ - дослідження є мультинаправленим, що дозволяє перетворити зображення з об'ємного знімка за допомогою програмного забезпечення у такі знімки, як: ортопантомограма, телерентгенограма (пряма, бокова проєкції). При цьому пацієнт не отримує додаткового променевого навантаження. КПКТ дає більше інформації, ніж інші методи

рентгенологічного обстеження, що дозволяє детально вивчити досліджувану ділянку, провести комплексну діагностику та правильно спланувати лікування.

Клініко-рентгенологічна характеристика різних видів вивихів має певні особливості. Неповний вивих постійного зуба без зміщення (рис.4.2.1.) відносять до найбільш легких травматичних пошкоджень, який клінічно проявляється рухомістю I-II ступеня без зміни положення зуба в зубному ряді. Скарги дитини в таких випадках зводяться до рухомості та відчуття болю в травмованому зубі. Короткочасний біль виникає при торканні, пальпації зуба чи ясен, а також при стисканні зубів та спробі відкушувати чи жувати. При зондуванні визначається втрата епітеліального прикріплення 0-I ступеня. Вертикальна перкусія позитивна. На рентгенограмі визначається розширення всієї або частини періодонтальної щілини. Диференційну діагностику слід проводити з забиттям зуба та переломом зовнішньої чи внутрішньої кортикальної пластинки щелепи, або альвеолярного відростка. У разі забиття зуба рентгенологічних змін періодонтальної щілини не визначається. Перелом кортикальної пластинки або альвеолярного відростка можна діагностувати пальпаторно та підтвердити даними КТ чи КПКТ, на яких визначається лінія порушення цілісності кісткової тканини.



Рис.4.2.1.Фото пацієнта з неповним вивихом зуба 1.1

Неповний вивих постійного зуба зі зміщенням коронки за сагітально характеризується вестибулярним чи оральним його положенням (рис.4.2.2.). Зуб зміщується відносно вісі, яка проходить по середині його довжини, при цьому коронка та корінь переміщуються в протилежних напрямках. Одразу після травми виникає кровоточивість з ясен, яка зазвичай припиняється до моменту огляду лікарем. Біль короткочасний, виникає при торканні, пальпації зуба чи ясен, а також при стисканні зубів та спробі відкушувати чи жувати. У разі переміщення коронки у вестибулярний бік, клінічно вона візуалізується над поверхнею ясен та нахилена в бік присінку порожнини рота. Ясна навколо травмованого зуба пошкоджені, набряклі та гіперемовані. Під час зондування визначається порушення цілісності циркулярної зв'язки травмованого зуба та глибока зубо-ясенева борозна з піднебінного боку. Визначається рухомість зуба різного ступеня. При значному переміщенні коронки відбувається відлам альвеолярного краю вестибулярної стінки комірки та виникає значна рухомість зуба. У разі переміщення коронки в піднебінний бік (виникає зазвичай внаслідок прямого удару), корінь відповідно зміщується в напрямку присінку порожнини рота. Внаслідок цього порушується прикус. Клінічні ознаки такого вивиху подібні до впровадження зуба в кістку, тому що при значному нахилі коронки різальний край ледь помітний над поверхнею ясен. Зондування вестибулярного боку зуба дозволяє визначити глибоку зубо-ясеневу кишеню, яка утворюється внаслідок розриву циркулярної зв'язки та волокон періодонта. Пульпа зуба при такому вивиху гине не завжди, частіше вона зберігається в зубах з несформованими коренями, а функція росткової зони не порушується навіть у разі загибелі коронкової пульпи.

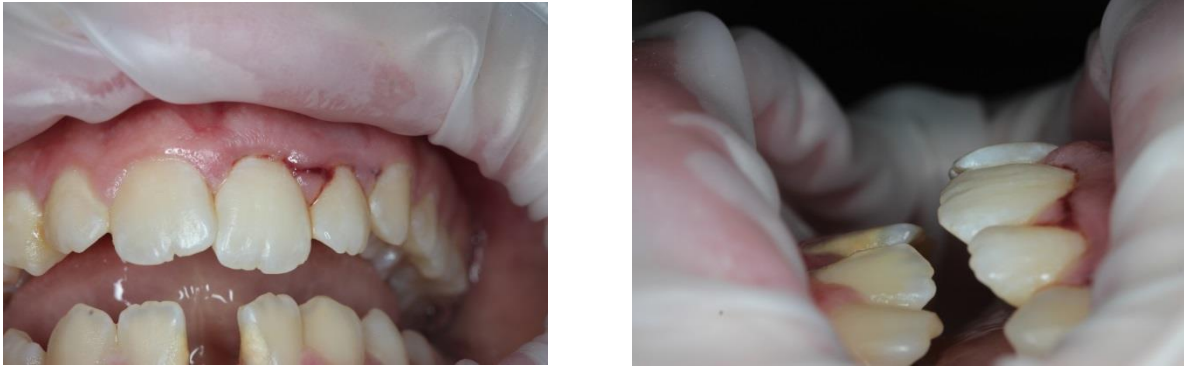
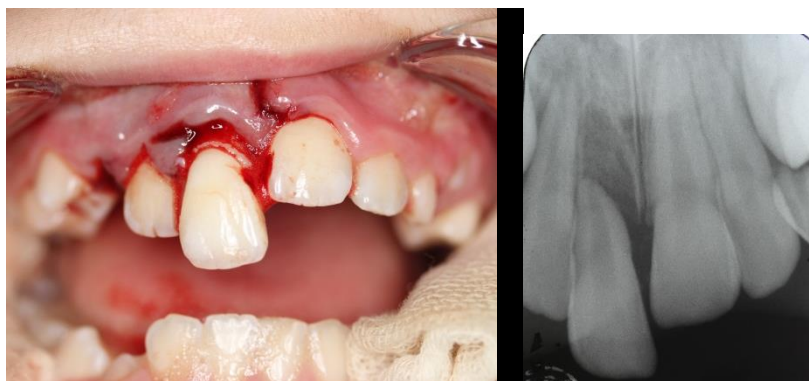


Рис.4.2.2. Фото пацієнта з неповним вивихом зубів 2.1, 2.2 зі зміщенням коронок в оральний бік.

На дентальній рентгенограмі можна побачити наступні зміни: травмований зуб внаслідок свого нахилу визначається коротшим за сусідні інтактні; довжина його залежить від ступеня нахилу: чим він більше, тим коротшим виглядає зуб. Ширина періодонтальної щілини також залежить від ступеня зміщення коронки - при значному зміщенні вона розширена в ділянці верхівки та бічних поверхонь кореня, при незначному - тільки в ділянці верхівки. Проведення КТ чи КПКТ дозволяє добре візуалізувати зону обстеження, провести диференційну діагностику та встановити вірний діагноз.

У разі екструзії зуб переміщується в бік порожнини рота, при цьому різальний край виступає над оклюзійною площиною (рис.4.2.3.). Коронка зуба здається подовженою внаслідок оголення шийки, а інколи і частини кореня. Одразу після травми виникає кровоточивість з ясен, біль при торканні, пальпації зуба чи ясен, а також при спробі відкушувати та жувати. Такий «висунутий» зуб заважає дитині зімкнути щелепи в стані центральної оклюзії. Зуб завжди рухливий, при цьому ступінь рухливості напряму залежить від рівня його зміщення. Вертикальна та горизонтальна перкусія різко болісні. Ясна навколо травмованого зуба набряклі та гіперемовані, досить часто виявляються рани маргінального краю, які потребують хірургічного лікування (ПХО). Під час зондування визначається глибока

зубо-ясенева кишеня навколо всього зуба, яка утворюється внаслідок розриву циркулярної зв'язки та волокон періодонта. Пульпа гине не завжди, при незначному переміщенні та в несформованих коренях вона залишається життєздатною.



а)

б)

Рис.4.2.3.Фото (а) та рентгенограма (б) дитини з неповним вивихом зуба 1.1 зі зміщенням коронки в оклюзійний бік (екструзія).

На дентальній рентгенограмі різальний край травмованого зуба визначається значно нижчим за сусідні зуби. Періодонтальна щілина розширена протягом всієї поверхні кореня, в ділянці апекса візуалізується «порожня» частина комірки. Кортикальна пластинка при такому виді вивиху майже завжди залишається неушкодженою. У разі екструзійних вивихів зубів з несформованими коренями, росткова зона виглядає подовженою.

Для диференційної діагностики та уточнення діагнозу проводять КТ чи КПКТ.

Поворот зуба (травматична тортооклюзія) характеризується зміною положення коронкової частини зуба під різними кутами навколо поздовжньої вісі (рис.4.2.4.). Кровоточивість з ясен виникає одразу після травми та припиняється на момент огляду лікарем. Короткочасний біль виникає при торканні, пальпації зуба та ясен, а також при стисканні зубів і спробі

відкушувати чи жувати. Вертикальна перкусія слабо болісна. Під час зондування визначається втрата епітеліального прикріплення 0-I ступеня навколо всього зуба.



а)



б)

Рис.4.2.4. Фото (а) та рентгенограма (б) пацієнта з неповним вивихом зуба 1.1 зі зміщенням коронки навколо повздовжньої вісі та переломом її.

Поворот зуба на дентальній рентгенограмі проектується по різному, залежно від ступеня переміщення та анатомічної форми. Якщо корінь сплющений з боків, більш широка його частина входить у вузьку частину комірки, що призводить до звуження періодонтальної щілини навколо кореня або зникненню її. В такому випадку форма коронки на рентгенограмі буде змінена. Проведення КТ чи КПКТ дозволяє дослідити зону пошкодження, провести диференційну діагностику з аномаліями розвитку та положення зубів, які не пов'язані з травмою (визначається періодонтальна щілина рівномірної ширини у всіх ділянках кореня зуба).

4.3 Результати лікування неповних травматичних вивихів постійних зубів у дітей.

Оскільки метою даного дослідження було підвищити ефективність комплексного лікування дітей з травматичними неповними вивихами

постійних зубів на підставі експериментально обґрунтованого вибору іммобілізаційної системи з урахуванням розподілу векторів навантаження на зуби та кістку щелепи, наступним етапом стало визначення клінічної ефективності діагностично-лікувальних заходів в проспективному контрольованому дослідженні. Нульова гіпотеза полягала в тому, що відповідно до результатів доклінічних експериментів і теоретичних очікувань, результати застосування запропонованих діагностично-лікувальних заходів не будуть відрізнятися від традиційних методів іммобілізації травмованих зубів у дітей. Альтернативна гіпотеза стверджувала, що результати лікування дітей з травматичними неповними вивихами постійних зубів будуть кращі внаслідок застосування запропонованих діагностично-лікувальних заходів на відміну від традиційних методів іммобілізації травмованих зубів.

Загалом у дослідження увійшли 130 пацієнтів з травматичними неповними вивихами постійних зубів, лікування 103 з яких проводили відповідно до запропонованого діагностично-лікувального алгоритму (4 групи дослідження) та 27 пацієнтів, у яких застосовували традиційні методи іммобілізації зубів.

Лікування неповного вивиху постійного зуба було направлене на збереження його (зуби не видаляли), забезпечення умов відновлення життєздатності пульпи (реваскуляризація в зубах з незавершеним формуванням кореня, з відкритим апексом) та подальшого розвитку і формування кореня. Після ретельного клініко-інструментального обстеження та проведення діагностичної рентгенографії, приступали власне до лікування. План заходів складався з:

- знеболення;
- репозиції зуба;

- контролю положення його як клінічно, так і рентгенологічно;
- іммобілізації (стабілізації) зуба;
- медикаментозної терапія (знеболювальні, протизапальні, антибактеріальні препарати – за показаннями);
- диспансерного нагляду.

Реалізація даного плану лікування здійснювалась якнайшвидше, бажано в перші години після травми. Залучались спеціалісти стоматологічного профілю: стоматолог-хірург, терапевт, ортодонт, ортопед. Сприятливий прогноз лікування травматичних неповних вивихів постійних зубів у дітей можна очікувати в разі надання медичної допомоги в повному об'ємі в перше відвідування лікаря. При складання плану лікування враховували вид вивиху, час звернення до лікаря, супутні пошкодження (ясен, пародонта, м'яких тканин та кісток), загальний та психоемоційний стан дитини, її вік, ступінь розвитку травмованих зубів, стан пульпи, пародонта.

Під час обстеження травмованих зубів пацієнтів клінічних груп визначали цілісність коронки, їх рухомість, втрату епітеліального прикріплення та глибину пародонтальної кишені.

Цілісність коронки травмованого зуба визначали візуально. Пацієнтів з переломом коронки у групах дослідження було 3,84% (4 дитини): один з переломом коронки зуба 1.1 (рис. 4.3.1.), 2- з переломом коронки зуба 2.1 та одна дитина з переломом коронок зубів 1.1 і 2.1 (рис.4.3.2.). В контрольній групі перелом коронки діагностовано у 11% (3 дитини).



Рис.4.3.1. Фото пацієнта з переломом коронки зуба 1.1



Рис.4.3.2. Фото пацієнта з переломом коронок зубів 1.1 та 2.1

Ступінь патологічної рухомості зубів визначали за Міллером [88] шляхом фіксації зуба між металевими ручками двох інструментів і переміщення його у вестибуло-оральному напрямку до іммобілізації та після зняття шини. Дослідження визначило, що одразу після травми ступінь рухомості зубів в групах дослідження та контрольній групі не відрізнялась. У всіх чотирьох групах дослідження визначалась патологічна рухомість зубів на рівні становила ... Не визначено відмінності за статтю, віком та місцевим статусом. В контрольній групі значення становили.....

Визначення індексу втрати епітеліального прикріплення проводили шляхом вимірювання за допомогою градуйованої гладилки або

атравматичного пародонтального зонду від емалево-цементного сполучення зуба до дна пародонтальної кишені.

Глибину пародонтальної кишені (ПК) вимірювали від маргінального краю ясен до дна ПК. Вимірювання проводили за допомогою каліброваної гладилки чи пародонтметра. Для цього інструмент вводили у патологічну кишеню до появи відчуття незначного упору.

Знеболення було обов'язковим етапом лікування дитини. Для цього частіше ми використовували провідникову анестезію препаратом Ultracain DS, яку проводили за допомогою стоматологічного карпульного шприца та голки. Після появи ознак знеболення, проводили огляд, очищення та антисептичну обробку травмованої ділянки. Далі виконували репозицію зуба, повертаючи його у вихідне положення. Для цього, утримуючи коронку зуба пальцями, за допомогою помірного тиску переміщували зуб в правильне положення. При зміщенні зуба та відсутності рухливості його через заклинювання верхівки кореня в кістці, вивільняли зуб із блокування і обережно повертали у вихідне положення. Для цього пальпували ясна для відчуття апексу. Одним пальцем натискали та зміщували апекс донизу, а іншим пальцем проштовхували зуб назад у лунки. Контроль правильного положення проводили візуально - ріжучий край травмованого зуба повинен бути на рівні оклюзійної площини та утворювати з оточуючими зубами вірну дугу.

Після цього проводили стабілізацію зубів. Стабілізацію зубів пацієнтам груп дослідження проводили за допомогою пасивної та гнучкої шини на 2-4 тижні. Виготовляли та припасовували шину із ортодонтичного дроту 0,16 мм в залежності від клінічної ситуації: у разі травмування 1-го зуба - на 3-х зубах, у разі 2-х та більше – на 4-х зубах. У випадках травми зуба із сформованим коренем, наявності чи відсутності контакту між сусідніми зубами дрову шину фіксували в ділянці екватора. У разі травми зуба із

несформованим коренем та наявності контакту між сусідніми зубами дрову шину фіксували в нижній третині коронки. При травмі зуба із несформованим коренем та відсутності контакту між сусідніми зубами дрову шину фіксували в ділянці екватора коронки. Імобілізацію виконували таким чином - вестибулярну поверхню коронок зубів ретельно очищали та обробляли травним гелем (35% ортофосфорна кислота) 20 секунд, потім гель змивали водою протягом 15-20 секунд, поверхню просушували струменем повітря 10-15 сек. На оброблену ділянку емалі зуба наносили краплю бонд-системи Latebond-LC та втирали 20 секунд, після чого просушували струменем повітря 10-15 сек. та фотополімеризували 15 сек. за загальноприйнятими правилами. За допомогою фотополімерного матеріалу Latelux flow фіксували дрову шину у відповідній ділянці коронок зубів, дотримуючись вказівок фірми-виробника. Вказаний матеріал має високу текучість, оптимальні тиксотропні властивості та доступну ціну, тому був обраний для використання. Фіксацію шини починали з неушкоджених зубів та завершували травмованими, їх фіксували в останню чергу, контролюючи правильність положення (рис.4.3.3.).



Рис. 4.3.3. Фото етапів імобілізації травмованих зубів пацієнту групи дослідження дрову-фотополімерною шиною.

Стабілізацію зубів пацієнтам контрольної групи проводили за допомогою гладенької шини-скоби. Для цього використовували відрізок проколеного алюмінієвого дроту, який вигинали за формою зубної дуги. Довжину шини визначали кількістю наявних зубів на щелепі, причому останні дистально розташовані зуби повинні були мати певну стабільність.

Шину розміщували відповідно до щічної чи губної поверхні зубів (вестибулярно) та фіксували лігатурами з латунного, бронзово-алюмінієвого дроту чи дротом з нержавіючої сталі діаметром 0,3-0,4 мм, який проводили через зубо-ясеневе прикріплення навколо шийки кожного зуба. Травмовані зуби репонували в правильне положення та фіксували до шини в останню чергу (рис.4.3.4).



Рис.4.3.4. Фото імобілізації травмованих зубів пацієнтам контрольної групи гладенькою шиною-скобою.

За показаннями дітям призначали медикаментозну терапію у віковому дозуванні: знеболювальні, протизапальні, антибактеріальні препарати. Знеболювальні препарати – нурофен, парацетамол, німесил - призначали дітям з вираженим больовим синдромом, поєднаними ушкодженнями та нестабільним психо-емоційним станом. Нестероїдні протизапальні препарати – парацетамол та німесил – призначали для профілактики ускладнень дітям із травматичними вивихами більше двох зубів, поєднаними пошкодженнями щелепно-лицевої ділянки.

Стан пульпи контролювали за допомогою тестів на чутливість під час наступних оглядів на 7 та 14 добу. Через 2 тижні після травми проводили оцінку стану пульпи та в залежності від результату призначали ендодонтичне лікування.

На 7 та 14 добу після травми проводили повторний огляд пацієнтів та визначали стан гігієни порожнини рота та тканин пародонта. Для цього використовували модифіковані гігієнічні індекси O'Leary та Федорова – Володкіної, а також індекс РМА (папілярно-маргінально-альвеолярний індекс).

За допомогою індексу Федорова-Володкіної оцінювали площу коронки зуба, вкриту нальотом. Для цього йодовмісним розчином або іншим розчином для виявлення зубного нальоту зафарбовували вестибулярні поверхні 6 (на одній щелепі) або 12 (на обох щелепах) фронтальних зубів.



а)

б)

Рис. Фото пацієнтів групи дослідження (а) та групи контролю (б) під час визначення гігієнічних індексів.

Індекс O'Leary – визначали наявність зубного нальоту на чотирьох поверхнях кожного зуба: вестибулярній, оральній, контактних медіальній та дистальній. Для цього індексу всі поверхні зуба/зубів зафарбовували йодовмісним розчином. Модифікація визначення вказаних індексів полягала у тому, що вони визначались безпосередньо в ділянці травмованого зуба

/зубів та ще кількох, розташованих поряд (загалом від 6 до 12 зубів). Розрахунок значень індексів проводився відповідно до кількості залучених зубів.

Ступінь тяжкості запального процесу в яснах оцінювали на підставі індексу РМА. Для його визначення слизову оболонку ясен забарвлювали йодовмісним розчином та оцінювали ступінь запалення ясен.

Висновки до розділу 4.

Встановлено, що використання алгоритму дозволяє вірогідно покращити гігієнічний стан порожнини рота (у 2,1 рази) та знизити запальні явища в тканинах пародонту (у 1,8 рази) під час та після іммобілізації травмованих зубів. Відновлення стабільності зубів в клінічних групах дослідження настає вірогідно швидше (у 1,65 рази), порівняно з контрольною групою.

Матеріали розділу викладено в наступних публікаціях:

1. Яковенко Л.М., Єфименко В.П., Макаревич А.Ю., Ковтун Т.О. Травми тимчасових та постійних зубів у дітей (діагностичні заходи, лікувальна тактика). Науковий журнал «Медичні перспективи». 2016. №4. с.106-115
2. Ковтун Т.О. Причинно-наслідкові механізми розвитку ускладнень після травм тимчасових та постійних зубів у дітей. Матеріали VII (XIV) З'їзду асоціації стоматологів України, Львів, 2016, с.22
3. Ковтун Т.О. Вколочені вивихи тимчасових зубів у дітей. Діагностика та лікувальна тактика. Науково-практична конференція з міжнародною участю «Досягнення та перспективи розвитку стоматології дитячого віку» 2016р.

4. Ковтун Т.О. Ускладнення впроваджених вивихів постійних зубів у дітей. VII Міжнародний медичний форум «Інновації в медицині – здоров'я нації», Київ, 2017

5. Ковтун Т.О., Примак І.А. Діагностика та лікування травматичних ушкоджень середньої зони обличчя у дітей. Український науково-медичний молодіжний журнал 2019 Annual Young Medical Scientists Conference 22-23 листопада

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

За даними більшості досліджень травматичні ушкодження зубів є найбільш поширеними ураженнями твердих тканин некаріозного генезу у дітей різного віку. Наукові дані свідчать, що поширеність травм тимчасових і постійних зубів становить 22% і 15% відповідно. Відомо, що факторами ризику є чоловіча стать, більш ранній вік дитини, ожиріння [61,109,117,136]. Основними причинами травматичних ушкоджень зубів у дітей в переважній більшості є випадкові падіння, дорожньо-транспортні пригоди та різноманітні спортивні заходи. Скомпрометованими зубами стосовно травмування є тимчасові і постійні різці верхньої щелепи через їх розташування у фронтальній ділянці зубної дуги [114,127,147].

Під час аналізу історій хвороб та даних рентгенологічних досліджень дітей із травмами кісток ЩЛД та зубів з 2009 по 2016, нами було встановлено, що травматичні ушкодження зубів становлять близько 18,8% від всіх травм ЩЛД. Частіше діти звертаються по допомогу влітку та восени (більше 70% випадків). Співвідношення випадків травми серед хлопчиків та дівчат - 2,1:1. Найбільша частота відзначена у віковій групі 7-15 років - 59,2%. Таку травму діти отримують внаслідок падіння – у 60% випадків, удару в ділянку обличчя гойдалкою чи кулаком – 19%, інші причини – 21%. За нашими даними частіше уражаються різці верхньої щелепи: центральні - близько 70-80%, бокові – 10-20%, як в тимчасовому, так і в змінному прикусі. Травма ТЗ відмічена в 30- 45% від всіх травм зубів. Вивихи ТЗ переважають до 2 років, а переломи (в основному коронкової частини зубів) - у віці від 2,5 до 5 років. Пошкодження зв'язкового апарату ПЗ переважають у віці 6-12 років, тоді як твердих тканин - після 12 років. Неповний вивих ТЗ та ПЗ зустрічався у 57% випадків.

Із обстежених 369 дітей з різними видами травм ПЗ ми відібрали 110 дітей з неповними вивихами та сформувавши групу дослідження – 103

пацієнти, які відповідали критеріям включення. Клінічні групи пацієнтів були сформовані з урахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб та станом сформованості кореня. За гендерною ознакою серед 103 дітей 64 були хлопцями та 39 дівчатами, із співвідношенням хлопців/дівчат 1,64:1. Визначена тенденція щодо переважання травм зубів в літні та осінні місяці, при цьому більшість випадків була в червні, найменша - в квітні. Пацієнти клінічних груп найчастіше отримали пошкодження зубів під час падіння вдома чи в школі, на вулиці, внаслідок удару гойдалкою, або під час занять в спортивній секції. Середній вік пацієнтів груп дослідження становив 10,15 років (діапазон 5-17 років; медіана 10; стандартне відхилення 3,26).

В нашому дослідженні стабілізацію зубів пацієнтам груп дослідження проводили за допомогою пасивної та гнучкої шини на 2-4 тижні. В світовій літературі існують дані щодо проведених досліджень жорсткості та гнучкості матеріалу з якого виготовлена шина, але велике значення має техніка іммобілізації, зокрема, рівень її фіксації та охоплення поряд розташованих зубів, що дозволяє розподілити та зменшити навантаження на травмований зуб. Насьогодні щодо цього питання фахівці ще не дійшли єдиної думки.

Тому, одним із перспективних напрямків удосконалення лікування травматичних вивихів постійних зубів стало експериментальне обґрунтування позиціонування іммобілізаційної системи з урахуванням розподілу векторів навантаження на травмовані зуби та кістку щелепи. Для цього були створені комп'ютерні моделі верхньої щелепи з симетричним розташуванням 13,12,11,21,22,23 зубів шляхом відтворення просторової будови біологічного об'єкту за даними знімків КТ дитини та з урахуванням місцевого статусу за кількістю зубів, які оточують травмований зуб і станом сформованості кореня. Загалом було створено та обраховано 30 багатокomпонентних імітаційних комп'ютерних моделей БС верхньої щелепи з шинувальною системою фіксації зубного ряду. На них вивчались показники

напружено-деформованого стану шляхом математичного моделювання. Визначені патогенетичні фактори, які впливають на жорсткість фіксації шини на травмованих зубах, а саме: ступінь сформованості кореня, напрямок впливу сили, наявність контакту між сусідніми зубами, рівень накладання шинувальної конструкції. За даними модельного експерименту було продемонстровано, що вивихуванню травмованих зубів і нестабільності у системі «зубний ряд-шина-кістка» сприяє рівнодійна векторів згину та стиску, яка направлена знизу-вверх та з середини-назовні, що обумовлює необхідність зменшення навантаження на травмований зуб. Під дією векторів на згин найбільші значення полів переміщень та полів напружень виникали в зубах із сформованими на 70% коренями та відсутністю контактів між зубами. На підставі отриманих даних був розроблений алгоритм позиціонування іммобілізаційної системи на травмованих постійних зубах верхньої щелепи, в залежності від клінічної ситуації. Визначено, що при дії навантаження на стиск (P_{zi}) та на згин (P_{yi}) на коронку травмованого зуба з повною довжиною кореня та за наявності або відсутності контактів між сусідніми зубами, рівень накладання шинуючої конструкції визначається в ділянці екватора коронок зубів – в цьому положенні система більш стабільна. При дії навантаження на стиск (P_{zi}) та на згин (P_{yi}) на коронку травмованого зуба з 70% довжиною кореня, сформованого або резорбованого на 1/3, та наявності контактів між сусідніми зубами, рівень накладання шинуючої конструкції визначається в нижній третині коронки – в цьому положенні система більш стабільна. В разі відсутності контакту сусідніх зубів система більш стабільна при фіксації шини в ділянці середини коронки зуба.

Результати дослідження свідчать, що застосування алгоритму позиціонування іммобілізаційної системи на травмованих зубах верхньої щелепи з використанням CAD/CAM технологій дозволило підвищити ефективність лікування та реабілітації дітей з неповними вивихами постійних

зубів у 1,47 рази. Впровадження запропонованих підходів в клінічну практику дозволило вірогідно ($p < 0,05$) пришвидшити відновлення анатомо-функціональної спроможності травмованих зубів, тканин пародонту, за рахунок чого вдвічі зменшилась кількість ліжко-днів перебування хворих в стаціонарі та отримати позитивний медико-соціальний ефект.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведене вирішення актуальної наукової задачі, яка полягає у підвищенні ефективності лікування та реабілітації дітей з неповними вивихами постійних зубів шляхом розробки алгоритму позиціонування іммобілізаційної системи з використанням CAD/CAM технологій.

1. Травми зубів складають близько 11% від всіх травматичних пошкоджень тканин ЩЛД та найчастіше виникають під час падіння (30%) вдома чи в школі, на вулиці (31%); внаслідок удару (9%) або прогулянки на самокаті (8%). Пошкодження тимчасових зубів становлять 74,1%, постійних – 25,89%, при чому у 94,5% дітей травмувались зуби верхньої щелепи: медіальні різці - 79,5% випадків, латеральні різці - 9,47%, інші - 1,05%. Більшість складають хлопчики - 63,68%, дівчата - 36,31%.

2. Дослідження напружено-деформованого стану комп'ютерних моделей біомеханічних систем дозволяють визначити патогенетичні фактори, які впливають на жорсткість фіксації шини на травмованих зубах, а саме: ступінь сформованості кореня, напрямок впливу сили, наявність контакту між сусідніми зубами, рівень накладання шинувальної конструкції.

3. Вивихуванню травмованих зубів та нестабільності у системі «зубний ряд-шина-кістка» сприяє рівнодійна векторів згину та стиску, що обумовлює необхідність зменшення навантаження на травмований зуб.

4. Визначено, що рівень накладання шинуючої конструкції під дією навантаження на стиск та згин залежить від довжини кореня та наявності або відсутності контактів між сусідніми зубами.

5. Розроблений діагностично-лікувальний алгоритм позиціонування іммобілізаційної системи на травмованих постійних зубах верхньої щелепи, в залежності від клінічної ситуації (Патент України на винахід №122378 від 26.10.2020), який полягає у визначенні ступеня сформованості коренів

травмованих та поряд розташованих зубів (на підставі рентгенологічного обстеження) та наявності або відсутності контакту між сусідніми зубами.

6. Запропонований діагностично-лікувальний алгоритм дозволив покращити гігієнічний стан порожнини рота у 2 рази, знизити запальні явища в тканинах пародонту у 1,8 рази та пришвидшити відновлення анатомо-функціональної спроможності травмованих зубів у 1,65 рази та вдвічі скоротити терміни перебування дитини в стаціонарі.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

В ході виконання роботи були визначені основні етіологічні чинники та структура травматичних пошкоджень постійних зубів у дітей, які можуть слугувати основою для розробки профілактичних заходів і рекомендацій та планування надання стоматологічної допомоги таким пацієнтам.

Рівнодійна векторів згину та стиску сприяє вивихуванню травмованих зубів та нестабільності у системі «зубний ряд-шина-кістка». Тому штучна дизоклюзія є необхідною дією для зменшення навантаження на травмований зуб. Для забезпечення надійної фіксації вивихнутого зуба та збереження фізіологічної рухомості його оптимальною кількістю зубів, які необхідно включати до іммобілізаційної системи є чотири.

Отримані дані мають значення для організації роботи відділень щелепно-лицевої хірургії на регіональному та загальнодержавному рівні. На основі створених тривимірних комп'ютерних моделей БС верхньої щелепи з шинувальною конструкцією зубного ряду за допомогою методів CAD/CAE моделювання розроблені практичні рекомендації щодо вибору положення фіксуючої конструкції на травмованих зубах в залежності від ступеня сформованості кореня та наявності контактів між зубами.

Застосування алгоритму позиціонування іммобілізаційної системи на травмованих зубах верхньої щелепи з використанням CAD/CAM технологій дозволяє підвищити ефективність лікування та реабілітації дітей з неповними вивихами постійних зубів у 1,47 рази. Впровадження запропонованих підходів в клінічну практику дозволяє вірогідно пришвидшити відновлення анатомо-функціональної спроможності травмованих зубів, тканин пародонту, за рахунок чого вдвічі зменшилась кількість ліжко-днів перебування хворих в стаціонарі та отримати позитивний медико-соціальний ефект.

Практичні та наукові результати впроваджені в навчально-педагогічний процес кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої

хірургії дитячого віку НМУ імені О.О. Богомольця, практичну діяльність травматологічного пункту та відділення щелепно-лицевої хірургії КНП «Дитяча клінічна лікарня №7 Печерського району м. Києва», стоматологічного відділення Київського Міського Дитячого Діагностичного Центру, Стоматологічного Медичного Центру НМУ імені О.О.Богомольця.

Список використаних джерел

1. Біда В.І., Гурин П.О., В'юн Г.І. (2018) Аналіз розподілу жувального навантаження за допомогою методу скінченних елементів незашинованих зубів фронтальної ділянки нижньої щелепи та зубів, зашинованих універсальною розбірною пародонтологічною шиною. «Сучасна стоматологія» 2/2018, с. 64-68 Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ss_2018_2_16
2. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації "Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження": Декларація ; Всесвітня медична асоціація від 01.06.1964. Редакція від 01.10.2008 . Доступно з: https://zakon.rada.gov.ua/go/990_005
3. Гуржій О. В., Коломієць С. В., Кулай О. О. (2022) Травма тимчасових і постійних зубів у дітей: лікувальна тактика. Вістник проблем біології і медицини / Випуск 4 (167), с.35-43 / [https://vpbm.com.ua/en/vipusk-4-\(167\),-2022/2022/12/29/travma-timchasovix-i-postijn/](https://vpbm.com.ua/en/vipusk-4-(167),-2022/2022/12/29/travma-timchasovix-i-postijn/)
4. Детская стоматология / Монти Даггал ; пер. с англ. Под науч. ред. М.Л. Бельфер. – М. : Таркомм, 2015. – 118 с.
5. Дорошенко, С., & Савонік, С. (2021). МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЛІКУВАННЯ ДЕФЕКТІВ ЗУБНИХ РЯДІВ ФРОНТАЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ У ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ. Вісник стоматології, 114(1), 15–19. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2021-39-1-15-19>
6. Іваницька О.С. (2020) Сучасні підходи до діагностики та лікування дентальної травми. Український стоматологічний альманах. № 4, с.42-49 <http://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/19848>
7. Леоненко П.В., Крищук М.Г., Єщенко В.О. (2013). БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ВІНІРНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗУБНИХ ШИН НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ БАГАТОВИМІРНИХ МОДЕЛЯХ ГЕНЕРАЛІЗОВАНОГО ПАРОДОНТИТУ. Зб. наук. праць співробіт. НМАПО імені П. Л. Шупика 22 (3), с.49-59. [http://ir.nuozu.edu.ua:8080/bitstream/lib/913/1/Biomechanical%20analysis%20of%20viniral%](http://ir.nuozu.edu.ua:8080/bitstream/lib/913/1/Biomechanical%20analysis%20of%20viniral%20)
8. Маланчук ВО, Копчак АВ, Крищук МГ. (2013). Визначення режимів функціонального навантаження у пацієнтів при травматичному переломі нижньої щелепи після здійснення остеосинтезу з застосуванням сучасних методів комп'ютерного моделювання. Клінічна хірургія [Інтернет].;3:53-58. Доступно з http://nbuv.gov.ua/UJRN/KIKh_2013_3_17

9. Маланчук ВО, Крищук МГ, Копчак АВ. (2013) Імітаційне комп'ютерне моделювання в щелепно-лицевій хірургії : навч. посібник. Київ : Асканія;. 231 с.
10. Наказ МОЗ України від 17.02.2023 № 314 "Про затвердження Стандартів медичної допомоги «Дентоальвеолярна травма».
<https://moz.gov.ua/article/ministry-mandates/nakaz-moz-ukraini-vid-17022023--314-pro-zatverdzhennja-standartiv-medichnoi-dopomogi-dentoalveoljarna-travma>
11. Основи законодавства України про охорону здоров'я : Закон України від 19.11.1992 № 2801-ХІІ. (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1993, № 4, ст.19). [Редакція від 01.10.2023]. Доступно з: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>
12. Чепурний Ю. В., Черногорський Д. М., Жуковцева О. І., Копчак А.В. (2020) ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ 3D ТЕХНОЛОГІЙ В ЛІКУВАННІ ПОСТТРАВМАТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ВИЛИЦЕВОГО КОМПЛЕКСУ. Вісник проблем біології і медицини – Вип. 2 (156).
https://www.researchgate.net/publication/342183939_EFFICACY_OF_THE_3D_TECHNOLOGIES_IN_A_TREATMENT_OF_THE_POST-TRAUMATIC_ZIGOMA_DEFORMITIES
13. Чехова, І., Єгоров, Р., & Кузьменко, А. (2023). ТРАВМАТИЧНІ УШКОДЖЕННЯ ЩЕЛЕПНО-ЛИЦЕВОЇ ДІЛЯНКИ У ДІТЕЙ. РЕТРОСПЕКТИВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ. Вісник стоматології, 125(4), 48–54.
<https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-50-4.9>
14. Abbott P. V. (2021). Dental Traumatology. Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology, 37(1), 1.
<https://doi.org/10.1111/edt.12656>
15. Adserias-Garriga, J. (2019). A review of forensic analysis of dental and maxillofacial skeletal trauma. Forensic Science International, 299, 80–88.
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.03.027>
16. Alhaddad, B., Rózsa, N. K., & Tarján, I. (2019). Dental trauma in children in Budapest. A retrospective study. European journal of paediatric dentistry, 20(2), 111–115. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2019.20.02.05>
17. Amaral-Freitas, G., Brasileiro, C. B., Zarzar, P. M., & Ferreira, F. M. (2020). Rare dental developmental disturbance in primary and permanent teeth following trauma prior to tooth eruption: Case report. Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology, 36(1), 79–83.
<https://doi.org/10.1111/edt.12500>
18. Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, (eds.). Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth (5th ed.). Oxford, Blackwell 2019.

19. Andreasen JO, Bakland LK, Flores MT, Andreasen FM, Andersson L. (2011) Lateral luxation. Traumatic Dental Injuries. A Manual. Oxford: Wiley Blackwell Publishing Company.
20. Andreasen, J. O., Lauridsen, E., Gerds, T. A., & Ahrensburg, S. S. (2012). Dental Trauma Guide: a source of evidence-based treatment guidelines for dental trauma. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 28(5), 345–350. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2011.01059.1.x>
21. Anitua, E., Mendinueva-Urkiá, M., Galán-Bringas, S., Murias-Freijo, A., & Alkhraisat, M. H. (2017). Tooth autotransplantation as a pillar for 3D regeneration of the alveolar process after severe traumatic injury: A case report. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 33(5), 414–419. <https://doi.org/10.1111/edt.12354>
22. Antipovienė, A., Narbutaitė, J., & Virtanen, J. I. (2021). Traumatic Dental Injuries, Treatment, and Complications in Children and Adolescents: A Register-Based Study. *European journal of dentistry*, 15(3), 557–562. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1723066>
23. Aps, J. (2019). Imaging in Pediatric Dental Practice. doi:10.1007/978-3-030-12354-3
24. Areffin NM, Zakaria ASI, Mahyuddin A, Sockalingam SNMP (2017) Clinical Management of Multiple Traumatic Dental Injuries and Treatment Approaches: 30 Months' Follow-Up. *J Dent Health Oral Disord Ther* 7(3): 00245. DOI: 10.15406/jdhodt.2017.07.00245
25. Arheiam, A. A., Elareibi, I., Elatrash, A., & Baker, S. R. (2020). Prevalence and factors associated with traumatic dental injuries among schoolchildren in war-torn Libya. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 36(2), 185–191. <https://doi.org/10.1111/edt.12529>
26. Atif, M., Tewari, N., Reshikesh, M., Chanda, A., Mathur, V. P., & Morankar, R. (2024). Methods and applications of finite element analysis in dental trauma research: A scoping review. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 10.1111/edt.12933. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/edt.12933>
27. A, V., A, S., K, E., C, A., Rk, S., & M, I. (2022). Knowledge, Awareness, and Practice Regarding Management of Dental Trauma in Children among Dental Practitioners: A Cross-sectional Survey. *The journal of contemporary dental practice*, 23(10), 1033–1038. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3402>

28. Azadani, E. N., Peng, J., Townsend, J. A., & Collins, C. L. (2023). Traumatic dental injuries in high school athletes in the United States of America from 2005 to 2020. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(2), 109–118. <https://doi.org/10.1111/edt.12800>
29. Bardellini, E., Amadori, F., Pasini, S., & Majorana, A. (2017). Dental Anomalies in Permanent Teeth after Trauma in Primary Dentition. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 41(1), 5–9. <https://doi.org/10.17796/1053-4628-41.1.5>
30. Belevcikli, M., Altan, H., & Altan, A. (2020). Surgical Extrusion of Anterior Teeth with Intrusion Traumatic Injury: A Report of two Cases. *European endodontic journal*, 5(3), 295–299. <https://doi.org/10.14744/ej.2020.07379>
31. Ben Hassan, M. W., Andersson, L., & Lucas, P. W. (2016). Stiffness characteristics of splints for fixation of traumatized teeth. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 32(2), 140–145. <https://doi.org/10.1111/edt.12234>
32. Berthold, C., Auer, F. J., Potapov, S., & Petschelt, A. (2011). Influence of wire extension and type on splint rigidity--evaluation by a dynamic and a static measuring method. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 27(6), 422–431. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2011.01033.x>
33. Born, C. D., Jackson, T. H., Koroluk, L. D., & Divaris, K. (2019). Traumatic dental injuries in preschool-age children: Prevalence and risk factors. *Clinical and experimental dental research*, 5(2), 151–159. <https://doi.org/10.1002/cre2.165>
34. Bourguignon, C., Cohenca, N., Lauridsen, E., Flores, M. T., O'Connell, A. C., Day, P. F., Tsilingaridis, G., Abbott, P. V., Fouad, A. F., Hicks, L., Andreasen, J. O., Cehreli, Z. C., Harlamb, S., Kahler, B., Oginni, A., Semper, M., & Levin, L. (2020). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 36(4), 314–330. <https://doi.org/10.1111/edt.12578>
35. Bratteberg, M., Thelen, D. S., Klock, K. S., & Bårdsen, A. (2018). Traumatic dental injuries-Prevalence and severity among 16-year-old pupils in western Norway. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 34(3), 144–150. <https://doi.org/10.1111/edt.12399>
36. Bratteberg, M., Thelen, D. S., Klock, K. S., & Bårdsen, A. (2021). Traumatic dental injuries and pulp sequelae in an adolescent population. *Dental*

traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology, 37(2), 294–301. <https://doi.org/10.1111/edt.12635>

37. Brune, A., Stiesch, M., Eisenburger, M., & Greuling, A. (2019). The effect of different occlusal contact situations on peri-implant bone stress - A contact finite element analysis of indirect axial loading. *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 99, 367–373.

<https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.01.104>

38. Burcak Cengiz, S., Stephan Atac, A., & Cehreli, Z. C. (2006). Biomechanical effects of splint types on traumatized tooth: a photoelastic stress analysis. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 22(3), 133–138. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2006.00339.x>

39. Burns, B., & Malcolm, L. (2023). A review of the iadt 2020 guidelines. *Primary dental journal*, 12(4), 22–27.

<https://doi.org/10.1177/20501684231210394>

40. Cagetti, M. G., Marcoli, P. A., Berengo, M., Cascone, P., Cordone, L., Defabianis, P., De Giglio, O., Esposito, N., Federici, A., Laino, A., Majorana, A., Nardone, M., Pinchi, V., Pizzi, S., Polimeni, A., Privitera, M. G., Talarico, V., & Zampogna, S. (2019). Italian guidelines for the prevention and management of dental trauma in children. *Italian journal of pediatrics*, 45(1), 157.

<https://doi.org/10.1186/s13052-019-0734-7>

41. Cho, W. C., Nam, O. H., Kim, M. S., Lee, H. S., & Choi, S. C. (2018). A retrospective study of traumatic dental injuries in primary dentition: treatment outcomes of splinting. *Acta odontologica Scandinavica*, 76(4), 253–256.

<https://doi.org/10.1080/00016357.2017.1414956>

42. Cho, V. Y. Y., Anthonappa, R. P., & King, N. M. (2019). Unusual sequelae of a subluxated primary incisor on its permanent successor tooth. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(1), 80–84.

<https://doi.org/10.1111/edt.12430>

43. Shubham, S., Nepal, M., Mishra, R., Kandel, L., & Gautam, N. (2021). Prevalence of Traumatic Dental Injury in a Tertiary Care Hospital: A Descriptive Cross-sectional Study. *JNMA; journal of the Nepal Medical Association*, 59(233), 31–34.

<https://doi.org/10.31729/jnma.5556>

44. Clark, D., & Levin, L. (2019). In the dental implant era, why do we still bother saving teeth? *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(6), 368–375.

<https://doi.org/10.1111/edt.12492>

45. Costantinides, F., Tonizzo, M., Dotto, F., Lenhardt, M., Borella, A., Sclabas, M., Rizzo, R., & Maglione, M. (2023). Epidemiological aspects of dental

trauma associated with maxillofacial injuries: Ten years of clinical experience in Trieste, Italy. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(4), 346–351.

<https://doi.org/10.1111/edt.12835>

46. Coulthard P., Keith Horner, Phil Sloan, Elizabeth D Theaker. *Oral and Maxillofacial Surgery, Radiology, Pathology and Oral Medicine*. Third edition 2013

47. Das, S., Thosar, N. R., Khubchandani, M., Malviya, N. S., & Ragit, R. (2023). Management of Laterally Luxated Primary Teeth: A Case Report. *Cureus*, 15(2), e35218. <https://doi.org/10.7759/cureus.35218>

48. da Silva, R. M., Mathias, F. B., da Costa, C. T., da Costa, V. P. P., & Goettens, M. L. (2021). Association between malocclusion and the severity of dental trauma in primary teeth. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 37(2), 275–281.

<https://doi.org/10.1111/edt.12615>

49. Day, P. F., Flores, M. T., O'Connell, A. C., Abbott, P. V., Tsilingaridis, G., Fouad, A. F., Cohenca, N., Lauridsen, E., Bourguignon, C., Hicks, L., Andreasen, J. O., Cehreli, Z. C., Harlamb, S., Kahler, B., Oginni, A., Semper, M., & Levin, L. (2020). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 3. Injuries in the primary dentition. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 36(4), 343–359.

<https://doi.org/10.1111/edt.12576>

50. de Amorim, C. S., Americano, G. C. A., Moliterno, L. F. M., de Marsillac, M. W. S., Andrade, M. R. T. C., & Campos, V. (2018). Frequency of crown and root dilaceration of permanent incisors after dental trauma to their predecessor teeth. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 34(6), 401–405.

<https://doi.org/10.1111/edt.12433>

51. de Paula Barros, J. N., de Araújo, T. A. A., Soares, T. R. C., Lenzi, M. M., de Andrade Risso, P., Fidalgo, T. K. D. S., & Maia, L. C. (2019). Profiles of Trauma in Primary and Permanent Teeth of Children and Adolescents. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 43(1), 5–10. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-43.1.2>

52. Dettwiler, C., Meller, C., Eggmann, F., Saccardin, F., Kühl, S., Filippi, A., Krastl, G., Weiger, R., & Connert, T. (2018). Evaluation of a Fluorescence-aided Identification Technique (FIT) for removal of composite bonded trauma splints. *Dental traumatology : official publication of International*

Association for Dental Traumatology, 34(5), 353–359.

<https://doi.org/10.1111/edt.12425>

53. Díaz, J. A., Almeida, A. M., & Benavente, A. A. (2008). Tooth transplantation after dental injury sequelae in children. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 24(3), 320–327. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2008.00566.x>

54. Ding, C., Shi, X., Song, Y., Qiu, L., Li, X., & Zhang, C. (2018). Finite Element Analysis on Loosen Teeth using Fibrous Periodontal Splint Restoration. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 417, 012038. doi:10.1088/1757-899x/417/1/012038

55. Di Venere, D., Rapone, B., & Corsalini, M. (2020). Dental trauma in the anterior sector: an analysis of the predisposing factors in a group of orthodontic patients. *La Clinica terapeutica*, 171(6), e481–e485.

<https://doi.org/10.7417/CT.2020.2261>

56. Djemal, S., Singh, P., Polycarpou, N., Tomson, R., & Kelleher, M. (2016). Dental Trauma 2- Acute Management of Fracture Injuries. *Dental update*, 43(10), 916–926. <https://doi.org/10.12968/denu.2016.43.10.916>

57. Dode, C. B., Cavalcante, Y., & Risso, P. A. (2022). Traumatic dental injuries and their sequelae in visually impaired adolescents. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(4), 309–313. <https://doi.org/10.1111/edt.12748>

58. Durrani, F., Galohda, A., Rai, S. K., Singh, N. K., Verma, R., Yadav, D. S., & Karthickraj, S. M. (2019). Evaluation and comparison of stress distribution around periodontally compromised mobile teeth splinted with different materials: Three-dimensional finite element analysis. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*, 30(1), 97–101. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_250_17

59. Feldens, C. A., Borges, T. S., Vargas-Ferreira, F., & Kramer, P. F. (2016). Risk factors for traumatic dental injuries in the primary dentition: concepts, interpretation, and evidence. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 32(6), 429–437.

<https://doi.org/10.1111/edt.12281>

60. Fischer, H., Weber, D., & Beneke, R. (2017). No Improvement in Sprint Performance with a Neuromuscular Fitted Dental Splint. *International journal of sports physiology and performance*, 12(3), 414–417.

<https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0037>Flores MT, Onetto JE. (2019). How does orofacial trauma in children affect the developing dentition? Long-term treatment and associated complications. *Dent Traumatol*.35:312–323. <https://doi.org/10.1111/edt.12496>

61. Fonseca, R. C. L. D., Antunes, J. L. F., Cascaes, A. M., & Bomfim, R. A. (2019). Individual and contextual factors associated with traumatic dental injuries in a population of Brazilian adolescents. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(3), 171–180. <https://doi.org/10.1111/edt.12469>
62. Fouad, A. F., Abbott, P. V., Tsilingaridis, G., Cohenca, N., Lauridsen, E., Bourguignon, C., O'Connell, A., Flores, M. T., Day, P. F., Hicks, L., Andreasen, J. O., Cehreli, Z. C., Harlamb, S., Kahler, B., Oginni, A., Semper, M., & Levin, L. (2020). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 36(4), 331–342. <https://doi.org/10.1111/edt.12573>
63. Fouad A. F. (2019). Microbiological Aspects of Traumatic Injuries. *Journal of endodontics*, 45(12S), S39–S48. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.05.011>
64. Gallichan, N., Albadri, S., Dixon, C., & Jorgenson, K. (2020). Trends in CBCT current practice within three UK paediatric dental departments. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 21(4), 537–542. <https://doi.org/10.1007/s40368-020-00526-w>
65. Gerami, A., Dadgar, S., Rakhshan, V., Jannati, P., & Sobouti, F. (2016). Displacement and force distribution of splinted and tilted mandibular anterior teeth under occlusal loads: an in silico 3D finite element analysis. *Progress in orthodontics*, 17(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40510-016-0129-x>
66. Goswami, M., & Eranhikkal, A. (2020). Management of Traumatic Dental Injuries Using Different Types of Splints: A Case Series. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 13(2), 199–202. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1746>
67. Gümüş, H., Öztürk, G., & Kürem, B. (2021). Profiles of traumatic dental injuries among children aged 0-15 years in Cappadocia, Turkey: A retrospective cohort study. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 37(3), 419–429. <https://doi.org/10.1111/edt.12648>
68. Hakim, M. A. A., Khatab, N. M. A., Mohamed, K. M. G., & Elheeny, A. A. H. (2020). A Comparative Three-Dimensional Finite Element Study of Two Space Regainers in the Mixed Dentition Stage. *European journal of dentistry*, 14(1), 107–114. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1702254>
69. Hammel, J. M., & Fischel, J. (2019). Dental Emergencies. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 37(1), 81–93. doi:10.1016/j.emc.2018.09.008

70. Heithersay G. S. (2016). Life cycles of traumatized teeth: long-term observations from a cohort of dental trauma victims - series 2. *Australian dental journal*, 61(3), 317–328. <https://doi.org/10.1111/adj.12430>
71. Hemanth, M., Deoli, S., Raghuveer, H. P., Rani, M. S., Hegde, C., & Vedavathi, B. (2015). Stress Induced in the Periodontal Ligament under Orthodontic Loading (Part I): A Finite Element Method Study Using Linear Analysis. *Journal of international oral health: JIOH*, 7(8), 129–133.
72. Hermann, N. V., Lauridsen, E., Ahrensburg, S. S., Gerds, T. A., & Andreasen, J. O. (2012). Periodontal healing complications following extrusive and lateral luxation in the permanent dentition: a longitudinal cohort study. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 28(5), 394–402. <https://doi.org/10.1111/edt.12000>
73. Holan G. (2019). Pulp Aspects of Traumatic Dental Injuries in Primary Incisors: Dark Coronal Discoloration. *Journal of endodontics*, 45(12S), S49–S51. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.05.012>
74. Holan, G., & Yodko, E. (2017). Radiographic evidence of traumatic injuries to primary incisors without accompanying clinical signs. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 33(2), 133–136. <https://doi.org/10.1111/edt.12315>
75. Horisk, K., & Gartshore, L. (2020). Technique Tips: Replantation and Stabilization of Avulsed Permanent Teeth. *Dental Update*, 47(5), 456–461. doi:10.12968/denu.2020.47.5.456
76. Ilyas, N., Green, A., Karia, R., Sood, S., & Fan, K. (2021). Demographics and management of paediatric dental-facial trauma in the 'lockdown' period: A UK perspective. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 37(4), 576–582. <https://doi.org/10.1111/edt.12667>
77. Jamal, S., Motiwala, M. A., & Ghafoor, R. (2020). Conventional and contemporary approaches of splinting traumatized teeth: A review article. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 70(Suppl 1)(2), S53–S59.
78. Jaramillo, D., Rosas, R., & Angelov, N. (2010). Dental Trauma: Case-Scenario Protocol for Dentists. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 3(1), 61–67. doi:10.3889/mjms.1857-5773.2010.0086
79. Jayaraman, J., Hoikka, A., Cervantes Mendez, M. J., & Hajishengallis, E. (2021). Radiographic Diagnosis in the Pediatric Dental Patient. *Dental Clinics of North America*, 65(3), 643–667. doi:10.1016/j.cden.2021.02.009
80. Jesus AMB, Gomes MS, Manieri PR, Lopes RRS, Alves AC.(2023). Photobiomodulation and its benefits in the dental trauma protocols for children: a

case report. *Rev Odontol Bras Central* 32(91): 142-151. DOI: 10.36065/robrac.v32i91.1581

81. Jochmannová, L. (2021). Trauma in children. *Grada*
82. Jones, L. C. (2020). Dental Trauma. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. doi:10.1016/j.coms.2020.07.009
83. Kahler, B., Hu, J. Y., Marriot-Smith, C. S., & Heithersay, G. S. (2016). Splinting of teeth following trauma: a review and a new splinting recommendation. *Australian dental journal*, 61 Suppl 1, 59–73.
<https://doi.org/10.1111/adj.12398>
84. Kaval, M. E., Ateşçi, A. A., Kurt, S. S. M., Boyacıoğlu, H., & Eden, E. (2023). Assessment of the validity and reliability of a novel dental trauma index. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(4), 381–385. <https://doi.org/10.1111/edt.12830>
85. Keels, M. A., & Section on Oral Health, American Academy of Pediatrics (2014). Management of dental trauma in a primary care setting. *Pediatrics*, 133(2), e466–e476. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3792>
86. Khehra, A., Cohenca, N., Cehreli, Z. C., & Levin, L. (2021). The International Association of Dental Traumatology ToothSOS mobile app: A 2-year report. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 37(1), 145–150. <https://doi.org/10.1111/edt.12609>
87. Kenny, K. P., Chauhan, A., Pavitt, S., Foy, R., & Day, P. F. (2024). Qualitative research in dental traumatology-A narrative review. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 10.1111/edt.12935. Advance online publication.
<https://doi.org/10.1111/edt.12935>
88. Kim, G. Y., Kim, S., Chang, J. S., & Pyo, S. W. (2023). Advancements in Methods of Classification and Measurement Used to Assess Tooth Mobility: A Narrative Review. *Journal of clinical medicine*, 13(1), 142.
<https://doi.org/10.3390/jcm13010142>
89. Kırzioğlu, Z., & Oz, E. (2019). Changes in the aetiological factors of dental trauma in children over time: An 18-year retrospective study. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(4-5), 259–267. <https://doi.org/10.1111/edt.12478>
90. Krug, R., Kremeier, K., & Krastl, G. (2019). Long-term retention of avulsed maxillary permanent incisors replanted after prolonged non-physiological storage. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(2), 147–152. <https://doi.org/10.1111/edt.12445>
91. Kühnisch, J., Daubländer, M., Klingberg, G., Dougall, A., Spyridonos Loizides, M., Stratigaki, E., Amar, J. L., Anttonen, V., Duggal, M., & Gizani, S.

(2017). Best clinical practice guidance for local analgesia in paediatric dentistry: an EAPD policy document. *European archives of paediatric dentistry : official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 18(5), 313–321.

<https://doi.org/10.1007/s40368-017-0311-y>

92. Kühnisch, J., Anttonen, V., Duggal, M. S., Spyridonos, M. L., Rajasekharan, S., Sobczak, M., Stratigaki, E., Van Acker, J. W. G., Aps, J. K. M., Horner, K., & Tsiklakis, K. (2020). Best clinical practice guidance for prescribing dental radiographs in children and adolescents: an EAPD policy document. *European archives of paediatric dentistry : official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 21(4), 375–386.

<https://doi.org/10.1007/s40368-019-00493-x>

93. Lago, L., da Silva, L., Fernandez-Formoso, N., & Rilo, B. (2023). Extrusive luxation. Therapeutic procedure. *Clinical case reports*, 11(5), e7289.

<https://doi.org/10.1002/ccr3.7289>

94. Lam R. (2016). Epidemiology and outcomes of traumatic dental injuries: a review of the literature. *Australian dental journal*, 61 Suppl 1, 4–20.

<https://doi.org/10.1111/adj.12395>

95. Lauridsen, E., Hermann, N. V., Gerds, T. A., Ahrensburg, S. S., Kreiborg, S., & Andreasen, J. O. (2012). Combination injuries 3. The risk of pulp necrosis in permanent teeth with extrusion or lateral luxation and concomitant crown fractures without pulp exposure. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 28(5), 379–385.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2011.01100.x>

96. Levin, L., Day, P. F., Hicks, L., O'Connell, A., Fouad, A. F., Bourguignon, C., & Abbott, P. V. (2020). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: General introduction. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 36(4), 309–313.

<https://doi.org/10.1111/edt.12574>

97. Li, L., Acharya, K., Ghimire, B., Li, Y., Xing, X., Hou, X., Hou, L., & Hu, X. (2023). Conservative management of mandibular fractures in pediatric patients during the growing phase with splint fiber and ligature arch wire. *BMC oral health*, 23(1), 601.

<https://doi.org/10.1186/s12903-023-03309-z>

98. Liao, Z., Chen, J., Li, W., Darendeliler, M. A., Swain, M., & Li, Q. (2016). Biomechanical investigation into the role of the periodontal ligament in optimising orthodontic force: a finite element case study. *Archives of oral biology*, 66, 98–107.

<https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2016.02.012>

99. Lin, S., Pilosof, N., Karawani, M., Wigler, R., Kaufman, A. Y., & Teich, S. T. (2016). Occurrence and timing of complications following traumatic dental injuries: A retrospective study in a dental trauma department. *Journal of*

clinical and experimental dentistry, 8(4), e429–e436.

<https://doi.org/10.4317/jced.53022>

100. Lopes, M. B., Felizardo, K. R., Guiraldo, R. D., Sella, K. F., Ramos Junior, S., Gonini Junior, A., & Berger, S. B. (2020). Photoelastic stress analysis of different types of anterior teeth splints. *Dental Traumatology*.

doi:10.1111/edt.12618

101. Luther, M., Gardiner, F. W., & Bishop, L. (2020). Management of Traumatic Tooth Avulsion Using 2-Octyl Cyanoacrylate Tissue Adhesive Splint: A Case Report. *Journal of Emergency Nursing*. doi:10.1016/j.jen.2020.03.017

102. Mahmoodi, B., Rahimi-Nedjat, R., Weusmann, J., Azaripour, A., Walter, C., & Willershausen, B. (2015). Traumatic dental injuries in a university hospital: a four-year retrospective study. *BMC oral health*, 15(1), 139.

<https://doi.org/10.1186/s12903-015-0124-5>

103. Majewski, M., Kostrzewska, P., Ziółkowska, S., Kijek, N., & Malinowski, K. (2022). Traumatic dental injuries - practical management guide. *Polski merkuriusz lekarski : organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 50(297), 216–218.

104. Malamed S. F. (2023). Pain management following dental trauma and surgical procedures. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(4), 295–303.

<https://doi.org/10.1111/edt.12840>

105. Manchanda, N., Anthonappa, R., & King, N. (2019). Supernumerary teeth formation following subluxation of primary incisors. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(3), 212–215. <https://doi.org/10.1111/edt.12464>

106. Mehrabi, F., & Djemal, S. (2021). International Association for Dental Traumatology guideline updates. *British dental journal*, 230(10), 671–675.

<https://doi.org/10.1038/s41415-021-3019-7>

107. Meier, A., Connert, T., Dagassan-Berndt, D., & Filippi, A. (2021). Dental trauma splint color preference of adults. *Swiss dental journal*, 131(4), Advance online publication.

108. Minch, L. E., Sarul, M., Nowak, R., Kawala, B., & Antoszevska-Smith, J. (2017). Orthodontic intrusion of periodontally-compromised maxillary incisors: 3-dimensional finite element method analysis. *Advances in clinical and experimental medicine : official organ Wroclaw Medical University*, 26(5), 829–833. <https://doi.org/10.17219/acem/61349>

109. Mohammadi, H., Roochi, M. M., Heidar, H., Garajei, A., Dallband, M., Sadeghi, M., Fatahian, R., & Tadakamadla, S. K. (2023). A meta-analysis to evaluate the prevalence of maxillofacial trauma caused by various etiologies

among children and adolescents. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(5), 403–417.

<https://doi.org/10.1111/edt.12845>

110. Moon, W., Hyun, H. K., & Chung, S. H. (2022). Mechanical evaluation of dental trauma splints fabricated using recently-developed photopolymerizable composites. *Dental materials journal*, 41(1), 37–44.

<https://doi.org/10.4012/dmj.2021-095>

111. Morgan, E., Fox, K., Jarad, F., & Albadri, S. (2022). The transitional care pathway following traumatic dental injuries: Patient perspectives. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(2), 117–122. <https://doi.org/10.1111/edt.12717>

112. Moule, A., & Cohenca, N. (2016). Emergency assessment and treatment planning for traumatic dental injuries. *Australian dental journal*, 61 Suppl 1, 21–38. <https://doi.org/10.1111/adj.12396>

113. Myers G. L. (2019). Evaluation and diagnosis of the traumatized dentition. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(6), 302–308. <https://doi.org/10.1111/edt.12498>

114. Mustafa Ali, M., Al Zoubi, L., Eissa, M., & Splieth, C. H. (2019). Changes in the epidemiology and aetiology of dental traumatic injuries in permanent teeth in children before and after German unification. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 20(1), 41–46. <https://doi.org/10.1007/s40368-018-0383-3>

115. Nagendrababu, V., Vinothkumar, T. S., Rossi-Fedele, G., Doğramacı, E. J., Duncan, H. F., Abbott, P. V., Levin, L., Lin, S., & Dummer, P. M. H. (2023). Dental patient-reported outcomes following traumatic dental injuries and treatment: A narrative review. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(4), 304–313.

<https://doi.org/10.1111/edt.12827>

116. Nagendrababu, V., Faggion, C. M., Jr, Gopinath, V. K., Narasimhan, S., Duncan, H. F., Levin, L., Abbott, P. V., & Dummer, P. M. H. (2023). Methodological assessment and overall confidence in the results of systematic reviews with meta-analyses focusing on traumatic dental injuries: A cross-sectional study. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(6), 637–646. <https://doi.org/10.1111/edt.12872>

117. Nashkova, S., & Dimova, C. (2022). Traumatic dental injuries: etiology, prevalence and possible outcomes, *MEDIS – Medical Science and Research*, 1(4), 27-29. doi:10.35120/medisij010427n UDK: 616.314-001-07/-08

118. Neuhaus, K. W., & Lussi, A. (Eds.). (2019). *Management of Dental Emergencies in Children and Adolescents*. doi:10.1002/9781119372684

119. Ng, L., Malandris, M., Cheung, W., & Rossi-Fedele, G. (2020). Traumatic dental injuries presenting to a paediatric emergency department in a tertiary children's hospital, Adelaide, Australia. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 36(4), 360–370. <https://doi.org/10.1111/edt.12548>
120. Nikolic, H., Ivancic Jokic, N., Bakarcic, D., Hrvatin, S., & Jakljevic, N. (2018). Knowledge about emergency procedure in case of dental trauma among paediatricians in Croatia. *European journal of paediatric dentistry*, 19(4), 277–281. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2018.19.04.5>
121. Nourwali, I. M., Maddhar, A. K., Alsaati, B. H., Alhazmi, R. A., AlAyoubi, S. M., & AlHarbi, S. S. (2019). Emergency management of dental trauma: a survey of public knowledge, awareness, and attitudes in Al-Madinah Al-Munawwarah. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, 11, 279–284. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S205248>
122. Ogle O. E. (2024). Controversies in Dental Traumatology. *Dental clinics of North America*, 68(1), 151–165. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2023.07.011>
123. Olawale, M., McKernon, S., & Gartshore, L. (2019). Trauma revisited. *British Dental Journal*, 226(5), 308–308. doi:10.1038/s41415-019-0096-y
124. O'Neill G. (2018). Dental trauma: Trauma protocol for schools. *British dental journal*, 225(5), 376. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.765>
125. Oner Ozdas, D., Zorlu, S., & Karataban, P. K. (2019). Traumatic dental injury incidence of unseen children. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(1), 15–19. <https://doi.org/10.1111/edt.12443>
126. Österberg, M., Holmlund, A., Sunzel, B., Tranæus, S., Twetman, S., & Lund, B. (2017). KNOWLEDGE GAPS IN ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY: A SYSTEMATIC MAPPING. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 33(01), 93–102. doi:10.1017/s026646231700023x
127. Patidar, D., Sogi, S., Patidar, D. C., & Malhotra, A. (2021). Traumatic Dental Injuries in Pediatric Patients: A Retrospective Analysis. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 14(4), 506–511. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2004>
128. Patel, K., Mack, G., & Djemal, S. (2022). Management of acute traumatic dental injuries in the orthodontic patient. *British dental journal*, 232(10), 695–700. <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4244-4>
129. Petti S. (2015). Over two hundred million injuries to anterior teeth attributable to large overjet: a meta-analysis. *Dental traumatology: official*

publication of International Association for Dental Traumatology, 31(1), 1–8.

<https://doi.org/10.1111/edt.12126>

130. Petti, S., Glendor, U., & Andersson, L. (2018). World traumatic dental injury prevalence and incidence, a meta-analysis-One billion living people have had traumatic dental injuries. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 34(2), 71–86.

<https://doi.org/10.1111/edt.12389>

131. Pedrini, D., Panzarini, S. R., Tiveron, A. R. F., Abreu, V. M., Sonoda, C. K., Poi, W. R., & Brandini, D. A. (2018). Evaluation of cases of concussion and subluxation in the permanent dentition: a retrospective study. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 26, e20170287. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2017-0287>

<https://doi.org/10.1111/edt.12753>

132. Petti, S., Andreasen, J. O., Glendor, U., & Andersson, L. (2022). NAOD - The new Traumatic Dental Injury classification of the World Health Organization. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(3), 170–174.

<https://doi.org/10.1111/edt.12753>

133. Perry, M., & Holmes, S. (2014). *Manual of Operative Maxillofacial Trauma Surgery*. doi:10.1007/978-3-319-04459-0

134. Pham, H. T., Nguyen, P. A., & Pham, T. A. V. (2018). Periodontal status of anterior teeth following clinical crown lengthening by minimally traumatic controlled surgical extrusion. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 34(6), 455–463.

<https://doi.org/10.1111/edt.12438>

135. Philip, N., Nazzal, H., & Duggal, M. S. (2023). Critical appraisal of the 2020 IADT Guidelines: A personal commentary. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(5), 509–516.

<https://doi.org/10.1111/edt.12858>

136. Porto, D. E., da Silva Barbirato, D., Cavalcanti, A. L., & de Souza Andrade, E. S. (2022). Pattern of oral and maxillofacial trauma and associated factors: An 8-year prospective study. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(5), 356–366.

<https://doi.org/10.1111/edt.12758>

137. Queiroz, A. F., Hidalgo, M. M., Consolaro, A., Panzarini, S. R., França, A. B., Pires, W. R., & Poi, W. R. (2019). Calcific metamorphosis of pulp after extrusive luxation. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(2), 87–94.

<https://doi.org/10.1111/edt.12456>

138. Reddy, L. V., Bhattacharjee, R., Misch, E., Sokoya, M., & Ducic, Y. (2019). Dental Injuries and Management. *Facial plastic surgery: FPS*, 35(6), 607–613. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1700877>
139. Ritwik, P., Massey, C., & Hagan, J. (2015). Epidemiology and outcomes of dental trauma cases from an urban pediatric emergency department. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 31(2), 97–102. <https://doi.org/10.1111/edt.12148>
140. Roser, C. J., Rückschloß, T., Zenthöfer, A., Rammelsberg, P., Lux, C. J., & Rues, S. (2022). Orthodontic shear bond strength and ultimate load tests of CAD/CAM produced artificial teeth. *Clinical oral investigations*, 26(12), 7149–7155. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04676-7>
141. Roser, C. J., Zenthöfer, A., Lux, C. J., & Rues, S. (2023). A new CAD/CAM tooth mobility simulating model for dental in vitro investigations. *Clinical oral investigations*, 27(9), 5131–5140. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05133-9>
142. Saga, A. Y., Maruo, H., Argenta, M. A., Maruo, I. T., & Tanaka, O. M. (2016). Orthodontic intrusion of maxillary incisors: a 3D finite element method study. *Dental press journal of orthodontics*, 21(1), 75–82. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.21.1.075-082.oar>
143. Sahni V. (2022). The Soft tissue component of dental trauma. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(1), 95. <https://doi.org/10.1111/edt.12720>
144. Sahni V. (2022). Maxillofacial trauma scoring systems in the assessment of oral and maxillofacial trauma. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(2), 165–166. <https://doi.org/10.1111/edt.12725>
145. Saikia, A., Patil, S. S., Ms, M., Cv, D., Sabarish, R., Pandian, S., Anthonappa, R., Walia, T., & Shahwan, M. J. S. A. (2023). Systematic review of clinical practice guidelines for traumatic dental injuries. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(4), 371–380. <https://doi.org/10.1111/edt.12838>
146. Sarao, S. K., & Levin, L. (2023). Pain management, pediatric dental injuries, and dental trauma education. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(4), 291–294. <https://doi.org/10.1111/edt.12866>
147. Sarao, S. K., & Levin, L. (2023). Predictive factors for maxillofacial fractures, sedentary behavior, and dental trauma literacy. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(5), 399–402. <https://doi.org/10.1111/edt.12885>

148. Sarao, S. K., & Levin, L. (2023). Mouthguard design, pediatric trauma, and reporting guidelines. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(3), 187–190. <https://doi.org/10.1111/edt.12850>
149. Sarao, S. K., & Levin, L. (2023). Prevention of maxillofacial injuries through analysis of mechanisms, patterns, and long-term sequelae. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 39(2), 97–100. <https://doi.org/10.1111/edt.12833>
150. Sari, M. E., Ozmen, B., Koyuturk, A. E., Tokay, U., Kasap, P., & Guler, D. (2014). A retrospective evaluation of traumatic dental injury in children who applied to the dental hospital, Turkey. *Nigerian journal of clinical practice*, 17(5), 644–648. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.141438>
151. Seguel-Moraga, P., Onetto, J. E., & E Uribe, S. (2021). Reporting quality of case reports about dental trauma published in international journals 2008-2018 assessed by CARE guidelines. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 37(2), 345–353. <https://doi.org/10.1111/edt.12630>
152. Shirako, T., Churei, H., Wada, T., Uo, M., & Ueno, T. (2017). Establishment of experimental models to evaluate the effectiveness of dental trauma splints. *Dental materials journal*, 36(6), 731–739. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-333>
153. Shirako, T., Churei, H., Iwasaki, N., Takahashi, H., & Ueno, T. (2017). Evaluation of the flexural properties of a new temporary splint material for use in dental trauma splints. *Journal of Dental Sciences*, 12(3), 308–310. doi:10.1016/j.jds.2017.02.00
154. Šimunović, L., Špiljak, B., Vranić, L., & Negovetić Vranić, D. (2024). Treatment priorities and arrival time of traumatic dental injuries-An 8-year retrospective study. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 40(1), 11–21. <https://doi.org/10.1111/edt.12889>
155. Slayton, R. L., & Palmer, E. A. (2020). Traumatic Dental Injuries in Children. doi:10.1007/978-3-030-25793-4
156. Soares, T. R. C., Silva, L. P., Salazar, S. L. A., Luiz, R. R., Risso, P. A., & Maia, L. C. (2018). Profile of intrusive luxation and healing complications in deciduous and permanent teeth - a retrospective study. *Acta odontologica Scandinavica*, 76(8), 567–571. <https://doi.org/10.1080/00016357.2018.1481226>
157. Sobczak-Zagalska, H., & Emerich, K. (2020). Best Splinting Methods in Case of Dental Injury-A Literature Review. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 44(2), 71–78. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-44.2.1>

158. Sommacal, A., Bingisser, R., Filippi, A., Bethke, M., Thieringer, F. M., Jaquiéry, C., & Berg, B. I. (2023). Dental and Maxillofacial Emergency Algorithms in Swiss Emergency Departments. *Journal of clinical medicine*, 12(8), 2952. <https://doi.org/10.3390/jcm12082952>
159. Srivastava, R., Jyoti, B., & Devi, P. (2013). Oral splint for temporomandibular joint disorders with revolutionary fluid system. *Dental research journal*, 10(3), 307–313.
160. Susarla, H. K., & Sheller, B. (2023). Dental and Dentoalveolar Injuries in the Pediatric Patient. *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 35(4), 543–554. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2023.06.002>
161. Sutter, S., & Knoll, K. (2018). Role of Endodontics in Dental Trauma. *Modern Sports Dentistry*, 57–75. doi:10.1007/978-3-319-44416-1_4
162. Taylor, G. D., Sumner, O., Holmes, R., & Waterhouse, P. J. (2021). Primary Care Dentists' management of permanent dentition traumatic dental injuries in 7- to 16-year-olds: A sequential mixed-methods study. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 37(4), 608–616. <https://doi.org/10.1111/edt.12676>
163. Tewari, N., Bansal, K., & Mathur, V. P. (2019). Dental Trauma in Children: A Quick Overview on Management. *Indian journal of pediatrics*, 86(11), 1043–1047. <https://doi.org/10.1007/s12098-019-02984-7>
164. Tewari, N., Mathur, V. P., Siddiqui, I., Morankar, R., Verma, A. R., & Pandey, R. M. (2020). Prevalence of traumatic dental injuries in India: A systematic review and meta-analysis. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*, 31(4), 601–614. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_953_19
165. Tewari, N., Kahler, B., Srivastav, S., & Goel, S. (2022). How far have we come? A historic scoping review of dental traumatology literature. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(5), 345–355. <https://doi.org/10.1111/edt.12760>
166. Thakur, A., & Thakur, S. (2021). Management of a Complex Dentoalveolar Traumatic Injury with Multiple Avulsions. *Case reports in dentistry*, 2021, 2373785. <https://doi.org/10.1155/2021/2373785>
167. Theologie-Lygidakis, N., Schoinohoriti, O. K., Leventis, M., & Iatrou, I. (2017). Evaluation of Dentoalveolar Trauma in Children and Adolescents. *Journal of Craniofacial Surgery*, 28(4), e383–e387. doi:10.1097/scs.0000000000003720
168. Tsukiboshi M. (2012) *Treatment Planning for Traumatized Teeth 2nd Edition*

169. Tribst, J. P. M., Dal Piva, A. M. O., & Kalman, L. (2022). Stress Concentration of Hybrid Occlusal Splint-Mouthguard during a Simulated Maxillofacial Traumatic Impact: 3D-FEA. *Dentistry journal*, 10(4), 65. <https://doi.org/10.3390/dj10040065>
170. Tulanov D.Sh., Shamirzaev Kh.D.(2023) Analysis of the features of injured dislocations of temporary and permanent teeth in children. *International Journal of Scientific Pediatrics*, 2023 / Issue 04 / Article 05. <https://doi.org/10.56121/2181-2926-2023-4-33-35>
171. Tzanetakis, G. N., Tzimpoulas, N., Markou, M., Papanakou, S. I., Gizani, S., & Georgopoulou, M. (2021). Evaluating the knowledge level, attitudes, and therapeutic approaches of Greek dentists for traumatic dental injuries. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 37(2), 177–187. <https://doi.org/10.1111/edt.12623>
172. Van Gorp, G., Lambrechts, M., Jacobs, R., & Declerck, D. (2022). Does clinical experience with dental traumatology impact 2D and 3D radiodiagnostic performance in paediatric dentists? An exploratory study. *BMC oral health*, 22(1), 245. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02281-4>
173. Van Gorp, G., Maes, A., Lambrechts, M., Jacobs, R., & Declerck, D. (2023). Is use of CBCT without proper training justified in paediatric dental traumatology? An exploratory study. *BMC oral health*, 23(1), 270. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03013-y>
174. Veras, S. R. de A., Bem, J. S. P., Almeida, E. C. B. de, & Lins, C. C. dos S. A. (2017). DENTAL SPLINTS: TYPES AND TIME OF IMMOBILIZATION POST TOOTH AVULSION. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(0). doi:10.17096/jiufd.93579
175. Vieira, W. A., Pecorari, V. G. A., Gabriel, P. H., Vargas-Neto, J., Santos, E. C. A., Gomes, B. P. F. A., Ferraz, C. C. R., Almeida, J. F. A., Marciano, M., & de-Jesus-Soares, A. (2022). The association of inadequate lip coverage and malocclusion with dental trauma in Brazilian children and adolescents - A systematic review and meta-analysis. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(1), 4–19. <https://doi.org/10.1111/edt.12707>
176. Vieira, W. A., Pereira, A. C., Lazzari, J., Pecorari, V. G. A., Gomes, B. P. F. A., Almeida, J. F. A., Ferraz, C. C. R., Santos, E. C. A., Vargas-Neto, J., & de-Jesus-Soares, A. (2023). Epidemiology and severity of traumatic dental injuries in permanent teeth: A 20-year retrospective study. *Brazilian dental journal*, 34(3), 1–8. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305257>
177. Vilela, A. B. F., Soares, P. B. F., Beaini, T. L., Versluis, A., & Soares, C. J. (2022). Splint stiffness and extension effects on a simulated avulsed

permanent incisor-A patient-specific finite element analysis. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(1), 53–61. <https://doi.org/10.1111/edt.12705>

178. Vilela, A. B. F., Soares, P. B. F., Versluis, A., & Soares, C. J. (2022). Dental trauma splints for the mixed dentition - A finite element analysis of splint material, splint extension, missing teeth, and PDL representation. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 38(6), 495–504. <https://doi.org/10.1111/edt.12777>

179. Vikram N R, Senthil Kumar K S, Nagachandran K S, Hashir Y M. (2012). Apical stress distribution on maxillary central incisor during various orthodontic tooth movements by varying cemental and two different periodontal ligament thicknesses: A FEM study. *Indian J Dent Res* 23:213-20

180. Vilela, A. B. F., Soares, P. B. F., Almeida, G. A., Veríssimo, C., Rodrigues, M. P., Versluis, A., & Soares, C. J. (2019). Three-dimensional finite element stress analysis of teeth adjacent to a traumatized incisor. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(2), 128–134. <https://doi.org/10.1111/edt.12453>

181. Vuletić, M., Škaričić, J., Batinjan, G., Trampuš, Z., Čuković Bagić, I., & Jurić, H. (2014). A retrospective study on traumatic dental and soft-tissue injuries in preschool children in Zagreb, Croatia. *Bosnian journal of basic medical sciences*, 14(1), 12–15. <https://doi.org/10.17305/bjbms.2014.2284>

182. Wang, G., Wang, C., & Qin, M. (2017). Pulp prognosis following conservative pulp treatment in teeth with complicated crown fractures-A retrospective study. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 33(4), 255–260. <https://doi.org/10.1111/edt.12332>

183. Woolley, J., & Djemal, S. (2021). Dental Traumas - Things May Not Be as They Seem: A Case Report. *Primary dental journal*, 10(1), 116–119. <https://doi.org/10.1177/2050168420980991>

184. Wu, B., Fu, Y., Shi, H., Yan, B., Lu, R., Ma, S., & Markert, B. (2018). Tensile testing of the mechanical behavior of the human periodontal ligament. *Biomedical engineering online*, 17(1), 172. <https://doi.org/10.1186/s12938-018-0607-0>

185. Yeng, T., O'Sullivan, A. J., & Shulruf, B. (2020). Learning about dental trauma for medical students. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 36(3), 237–240. <https://doi.org/10.1111/edt.12530>

186. Zafar, S., & Peters, C. I. (2022). Dental trauma simulation training using four splinting models: A cross sectional study. *Dental traumatology: official*

publication of International Association for Dental Traumatology, 38(6), 519–525.
<https://doi.org/10.1111/edt.12772>

187. Zaleckiene, V., Peciuliene, V., Brukiene, V., & Drukteinis, S. (2014). Traumatic dental injuries: etiology, prevalence and possible outcomes. *Stomatologija*, 16(1), 7–14.

188. Zaleckienė, V., Pečiulienė, V., Aleksejūnienė, J., Drukteinis, S., Zaleckas, L., & Brukienė, V. (2020). Dental Trauma Experience, Attitudes and Trauma Prevention in 11- to 13-Year-Old Lithuanian Schoolchildren. *Oral health & preventive dentistry*, 18(1), 373–378. <https://doi.org/10.3290/j.ohpd.a43309>

189. Zaror, C., Espinoza-Espinoza, G., Atala-Acevedo, C., Muñoz-Millán, P., Li, Y., Clarke, K., Onetto, J., Díaz, J., Hallet, K., Manton, D., & Mariño, R. (2019). Validation and usability of a mobile phone application for epidemiological surveillance of traumatic dental injuries. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 35(1), 33–40.
<https://doi.org/10.1111/edt.12444>

190. Zhu, Y., Chen, H., Cen, L., & Wang, J. (2016). Influence of abutment tooth position and adhesive point dimension on the rigidity of a dental trauma wire-composite splint. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 32(3), 225–230.
<https://doi.org/10.1111/edt.12241>

ДОДАТКИ

Додаток А

Список публікацій здобувача

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Яковенко Л.М., Єфименко В.П., Макаревич А.Ю., Ковтун Т.О. Травми тимчасових та постійних зубів у дітей (діагностичні заходи, лікувальна тактика). Науковий журнал «Медичні перспективи». 2016. №4. с.106-115. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук та взяла участь у формулюванні висновків).*
2. Ковтун Т.О. Визначення розподілу навантаження в біомеханічній системі «зубний ряд-шина-кістка» у дітей з травмами зубів. «Новини стоматології» №3 (100), 2019, с.82-87. *(Автор самостійно провела всі етапи дослідження та підготувала публікацію до друку).*
3. Ковтун Т.О., Єфименко В.П. «Використання методу комп'ютерного моделювання для позиціонування іммобілізуючої системи при вивихах зубів у дітей». «Вісник стоматології», №3 2023 (124), 119–127. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-49-3.19> *(Дисертантка виконала інформаційний пошук, провела основні етапи дослідження та взяла участь у формулюванні висновків).*
4. Kovtun Tetiana, Iefymenko Vladyslav, Chekhova Iryna. Stress-strain state biomechanical system of the maxilla and its influence on teeth immobilization in trauma. Azərbaycan respublikasi səhiyyə nazirliyi, ATJ, 2024, №1, *(Здобувачці належить провідна роль у формулюванні дизайну дослідження реалізації етапів дослідження, інтерпретації отриманих результатів та підготовці публікації до друку).*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. Ковтун Т.О. Причинно-наслідкові механізми розвитку ускладнень після травм тимчасових та постійних зубів у дітей. Матеріали VII (XIV) З'їзду асоціації стоматологів України, Львів, 2016, с.22 *(Здобувачка самостійно провела всі етапи дослідження та підготувала публікацію до друку).*

6. Ковтун Т.О. Вколочені вивихи тимчасових зубів у дітей. Діагностика та лікувальна тактика. Науково-практична конференція з міжнародною участю «Досягнення та перспективи розвитку стоматології дитячого віку» 2016р. *(Здобувачка самостійно провела всі етапи дослідження та підготувала публікацію до друку).*

7. Ковтун Т.О. Ускладнення впроваджених вивихів постійних зубів у дітей. VII Міжнародний медичний форум «Інновації в медицині – здоров'я нації», Київ, 2017. *(Здобувачка самостійно провела всі етапи дослідження та підготувала публікацію до друку).*

8. Яковенко Л.М., Ковтун Т.О. Розподіл векторів сили навантаження на зуби верхньої щелепи при їх травмах. НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ "СУЧАСНА СТОМАТОЛОГІЯ ТА ЩЕЛЕПНО-ЛИЦЕВА ХІРУРГІЯ" КИЇВ, 2018. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук та взяла участь у формулюванні висновків).*

9. Яковенко Л.М., Ковтун Т.О. Досвід використання ін'єкційної PRP терапії при латеральних вивихах зубів у дітей. Матеріали першої науково-практичної конференції «Актуальні питання щелепно-лицевої хірургії дитячого віку» 13-14 грудня 2019р., Київ, с.62-64. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук та взяла участь у формулюванні висновків).*

10. L.Yakovenko, T.Kovtun. Scientific Abstracts «Factors that affect the rigidity of the tire fixation in dislocation of teeth» European Archives of Paediatric Dentistry. <https://doi.org/10.1007/s40368-020-00581-3>. The 15th Congress of the European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD). Hamburg, Germany, July 3–4, 2020. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук, взяла участь у формулюванні висновків та підготувала публікацію до друку).*

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

11. Ковтун Т.О., Кашура О.О. Визначення рівня фіксації шини на травмованих зубах залежно від сформованості їх коренів. Український науково-медичний молодіжний журнал №1 (107) 2018, 95-96 с. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук та взяв участь у формулюванні висновків та підготувала публікацію до друку).*

12. Яковенко Л.М., Чехова І.Л, Єфименко В.П., Ковтун Т.О., Шафета О.Б. Використання PRP-терапії в практиці щелепно-лицевої хірургії у дітей. «Питання експериментальної та клінічної стоматології», випуск 14, Харків 2019р., с.300-307. *(Автором проведено обстеження пацієнтів, виконано статистичне опрацювання та аналіз отриманих даних, висновки сформульовано зі співавторами).*

13. Ковтун Т.О., Примак І.А. Діагностика та лікування травматичних ушкоджень середньої зони обличчя у дітей. Український науково-медичний молодіжний журнал 2019 Annual Young Medical Scientists Conference 22-23 листопада. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та взяла участь у формулюванні висновків).*

14. Мальований С.Д., Кришук М.Г., Ковтун Т.О. Вплив біомеханічних характеристик та дефектів зубних рядів верхньої щелепи на її функціональність. Інновації молоді в машинобудуванні. Збірка праць Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених та студентів, ВИПУСК №1, с.12-17, Київ 2019р. *(Дисертантка виконала інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та взяла участь у формулюванні висновків).*

15. Tetiana Kovtun, Liudmyla Yakovenko. Research of biomechanical system “dentition - splint” rigidity using CAD/CAE method of modeling Modern Science — Moderní věda — Praha. — Česká republika, Nemoros. — 2022. — №2, p. 132-144. *(Дисертантка виконав інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та взяла участь у формулюванні висновків).*

16. Яковенко Л.М., Ковтун Т.О. "Карта обстеження та ведення пацієнта з травмою зубів" Свідоцтво на право власності на літературний твір наукового характеру №103111 від 10.03.2021р. *(Здобувач виконала інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та підготувала публікацію до друку).*

17. Яковенко Л.М., Єфименко В.П., Ковтун Т.О., Єщенко В.О. Фіксація шини на травмованих зубах залежно від сформованості їх кореня. Інформаційний лист № 318-2018. *(Здобувач виконала інформаційний пошук, частину запланованих досліджень та підготувала публікацію до друку).*

Патентні документи:

18. Яковенко Л.М., Крищук М.Г., Ковтун Т.О. Спосіб визначення положення фіксації шини на травмованих зубах у дітей. Патент на винахід МПК (2020.01) А61С 7/00 А61В 8/13 (2006.01) G01N 23/046 (2018.01) UA 122378 С2 26.10.2020, Бюл.№ 20.
<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=271910&chapter=description> *(Здобувачка виконала інформаційний пошук, оформила текст, малюнки та подала матеріал до розгляду в ДП «Український інститут інтелектуальної власності»).*

Апробація матеріалів дисертації

Основні положення дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на міжнародних конференціях Науково-практична конференція з міжнародною участю «Досягнення та перспективи розвитку стоматології дитячого віку» (2016р.); VII Міжнародний медичний форум «Іновації в медицині – здоров'я нації» (Київ, 2017р.); науково-практична конференція «Травматичні пошкодження в щелепно – лицевій ділянці у дітей» (9 лютого 2018 р., м. Київ); Науково- практичний семінар «Остеосинтез кісток лицевого черепа: міжнародні протоколи, досягнення, інновації» (19-20 травня 2018 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Актуальні проблеми стоматології, щелепно-лицевої хірургії, пластичної та реконструктивної хірургії голови та

шиї» (14-15 листопада 2019р., м. Полтава); Науково-практична конференція з міжнародною участю «Актуальні питання щелепно-лищевої хірургії дитячого віку.» (13-14 грудня 2019р., Київ); Науково-практична конференція з міжнародною участю «Сучасні аспекти теоретичної та практичної стоматології» (4-5 травня 2020 Чернівці); XIII конгрес з міжнародною участю «ЛЮДИНА та ЛІКИ – Україна» Науково-практичний симпозіум «Інноваційні методи лікування в сучасній стоматології» (21 травня 2020 року, Київ); 15th Congress of the European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD), Hamburg, Germany (July 3–4, 2020); Науково-практична конференція з міжнародною участю «Досягнення і перспективи клінічної пародонтології. Наука-практиці» 13-14 листопада 2020; Науково-практична конференція з міжнародною участю «Актуальні питання сучасної стоматології» (18-19 березня 2021р.); Науково-практична конференція «Сучасні досягнення науки в медичній практиці» в рамках 30-ї Міжнародної медичної виставки PUBLIC HEALTH 2021, Київ (6-8 жовтня 2021р.); International Dental Forum, Семінар «Стоматологічна наука і практика в екстремальних умовах: виклики та шляхи подолання» (04.10.2023 Київ).

Карта обстеження та ведення пацієнта з травмою зубів

ПАСПОРТНІ ДАНІ								
ДАТА _____								
ПІБ _____								
Дата народження: _____		Вік _____		Стать: чоловіча-1; жіноча -2				
Місце проживання: Місто <input type="checkbox"/> Село <input type="checkbox"/>								
Адреса проживання _____								
ПІБ батька _____		тел.: _____						
ПІБ матері _____		тел.: _____						
ДІАГНОЗ _____								
СКАРГИ								
Біль: ні - <input type="checkbox"/> так - <input type="checkbox"/>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> </tr> </table>		1	2	3	4	*
1	2	3	4					
Кровотеча: ні - <input type="checkbox"/> так - <input type="checkbox"/>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> </tr> </table>		1	2	3	4	*
1	2	3	4					
Зміщення положення зуба ні - <input type="checkbox"/> так - <input type="checkbox"/>		Відсутність зуба <input style="width: 50px;" type="text"/>						
Деформація обличчя: відсутня <input type="checkbox"/> наявна <input type="checkbox"/>								
Набряк тканин ні - <input type="checkbox"/> так - <input type="checkbox"/>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> </tr> </table>		1	2	3	4	*
1	2	3	4					
Наявність рани ні - <input type="checkbox"/> так - <input type="checkbox"/>		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> </tr> </table>		1	2	3	4	*
1	2	3	4					
*верхня губа <input style="width: 20px;" type="text"/>		зуби <input style="width: 20px;" type="text"/>		щока <input style="width: 20px;" type="text"/>				
альвеолярний відросток <input style="width: 20px;" type="text"/>								
АНАМНЕЗ ЖИТТЯ								

СУПУТНІ ЗАХВОРЮВАННЯ ні так

цукровий діабет захворювання щитоподібної залози

гемофілія

інші _____

Тривалість захворювання: з народження з _____ років

АНАМНЕЗ ЗАХВОРЮВАННЯ

Вид травми: Побутова Спортивна Дорожньо-транспортна пригода

Падіння ні- так - Удар ні- так -

Втрата свідомості ні- так -

На дитячому В школі На вулиці
майданчику

Медична допомога надавалась ні- так -

Час надання: В перші 24 години Через 24 години

Вид допомоги:

Шинування: шина-скоба дрово-фотополімерна скло-волокно

Лігатурне зв'язування Видалення зуба Інший вид

STATUS LOCALIS

Асиметрія обличчя: відсутня виражена

Набряк тканин ні - так -

1	2	3	4
---	---	---	---

 *

Наявність рани ні - так -

1	2	3	4
---	---	---	---

 *

Шкіра обличчя: незмінена пошкоджена

Окклюзія: не змінена змінена

Зубна формула



Умовні позначення

С - карієс, Р - пульпіт, Рт - періодонтит, А - відсутній.

Кількість травмованих зубів

Характеристика стану зуба

Номер зуба	Рухомість ступінь			ВЕП ступінь			ПК ступінь			Стан коронки зуба			
	I	II	III	II	I	II	III	I	II	III	Не ушкоджена	Зруйнована	Травмована

Рухомість зубів за Мілером (I ступінь - до 1 мм у горизонтальному напрямку, II ступінь – більше за 1 мм у горизонтальному напрямку, III ступінь – значна рухомість у горизонтальному та вертикальному напрямку).

Втрата епітеліального прикріплення (ВЕП) – (мм) – вимірюється від емалево-цементної межі зуба до дна пародонтальної кишені. Початкова ступінь – не перевищує 3,0 мм; I ступінь – не перевищує 1/3 довжини кореня; II ступінь – не перевищує 1/2 довжини кореня; III ступінь – перевищує 1/2 довжини кореня.

Глибина пародонтальної кишені (ПК) вимірюється від маргінального краю ясен до дна ПК. I ступінь – до 4 мм; II ступінь – від 4,1 до 6,0 мм; III ступінь – більше 6,0 мм.

Зміщення зуба: ні - так -

Площина зміщення: Сагітальна Трансверзальна Вертикальна

Порушення цілісності слизової оболонки: ні - так -
 Наявна гематома: ні - так -

ДАНІ РЕНТГЕН- ОБСТЕЖЕННЯ _____ дата

Дентальний знімок ОПТГ КТ

Номер зуба	Стан періодонтальної щілини				Сформованість кореня			Ступінь резорбції кореня		
	Не змінена	Розширена	Звужена	Відсутня	Повністю	На 1/2	Сформований на 1/3	На 1/2	На 1/3	На 2/3

ЛІКУВАННЯ

Госпіталізація: ні так

Етапи іммобілізації

Вид знеболення : місьцеве загальне

Репозиція: мануальна інструментальна

Вид іммобілізаційної системи: шина-скоба дротово-фотополімерна
 скло-волоконна

Рівень накладання: середина коронки нижня третина коронки

Кількість зубів, які включені в систему

ПХО ран м'яких тканин: : ні - так -

PRP - терапія: ні - так -

I-ше введення інстиляції в періодонтальний простір
 ін'єкція в перехідну складку

II-ге введення ін'єкція в перехідну складку

МЕДИКАМЕНТОЗНЕ ЛІКУВАННЯ В ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНИЙ ПЕРІОД

Антибактеріальна терапія: ні - так -
назва препарату _____

Антисептична обробка порожнини рота : ні - так-

Хлоргексидин 0,01% Лістерін zero Хлорфіліпт Стоматидин Інше

РЕЗУЛЬТАТИ ЛІКУВАННЯ

Прикус: відновлено змінений

Положення зуба: відновлено змінено

Зміщення: Сагітальна Трансверзальна Вертикальна

Рентгенологічне обстеження: Дентальний знімок ОПТГ КТ

Номер зуба	Стан періодонтальної щілини				Динаміка сформованості кореня			Наявність патологічної резорбції кореня		Стан кореневого каналу		
	Не змінена	Розширена	Звужена	Відсутня	Відсутня	Негативна	Позитивна	Відсутня	Наявна	Не пломбований	Запломбований повністю	Запломбований не якісно

ДИСПАНСЕРИЗАЦІЯ

Стоматолог-терапевт ні так

Лікування травмованого зуба ні так

Вид лікування : пломбування к/к апексифікація

Ортодонт ні так

Ортодонтичне лікування ні так

Виведення ретенуваного зуба ні так

Постановка зуба в правильне положення ні так

Корекція прикуса ні так

Тимчасове протезування ні так

Хірургічно-ортодонтичне лікування ні так

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЛІКУВАННЯ

Категорія ознак	Критерії		Бали
I. Терапевтичні	Рухомість зуба ступінь	Відсутня	0
		Наявна	1
	Зміна кольору коронки травмованого зуба	Відсутня	0
		Наявна	1
	Стан періодонтальної щілини	Не змінена	0
		Змінена	1
	Стан кореневого каналу	Не потребує ендонтичного лікування	0
		Потребує ендодонтичного лікування	1
Динаміка сформованості кореня	Позитивна	0	
	Відсутня	1	
II Ортодонтичні	Зміна положення зуба	Відсутня	0
		Наявна	1
	Ретенція зуба	Відсутня	0
		Наявна	1
	Відсутність зуба	Відсутня	0

		Наявна	1
	Оклюзія	Відновлена	0
		Порушена	1
III Хірургічні	PRP-терапія	Проводилась	0
		Не проводилась	1
	Наявність патологічної резорбції кореня	Відсутня	0
		Наявна	1
	Формування кісто-гранульоми/ кісти	Відсутня	0
		Наявна	1
	Ретенція ПЗ, яка потребує хірургічного втручання	Відсутня	0
		Наявна	1

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПОДАЛЬШОГО ЛІКУВАННЯ

Категорія	Бали	Ефект лікування
0	0	Не потребує подальшого комплексного лікування
I	2-5	Потребує подальшого терапевтичного лікування
II	1-4	Потребує подальшого ортодонтичного лікування
III	1-4	Потребує подальшого хірургічного лікування

Додаток В

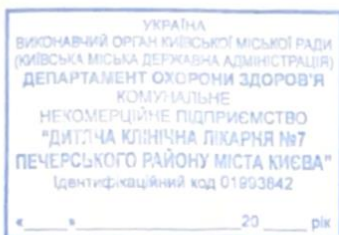
“Затверджую”
 Директор КЗ “МКЛ №8” ДОР”
 Бородуля Валентин Леонідович



_____ 2019 року

Акт про впровадження

1. **Назва пропозиції для впровадження:** Вибір положення шини при фіксації травмованих постійних зубів з повністю сформованим коренем та наявністю контактів між ними.
2. **Ким запропоновано, адреса виконавця:**
 НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ О.О.БОГОМОЛЬЦЯ;
 252004, Київ, б-р Шевченка 13
 Яковенко Людмила Миколаївна, Ковтун Тетяна Олександрівна.
3. **Джерело інформації (назва, рік видання метод. рекомендацій, інформ. листа, посилання на патент, наукову статтю, монографію).** Інформаційний лист №38-2018р.
4. **Де і коли було впроваджено:** КЗ «ДМКЛ №8» ДОР.
5. **Строки впровадження:** початок – 2018
 завершення – 2019
6. **Загальна кількість спостережень – 17**
7. **Результати використання методу:** з 2018р. по квітень 2019 р.
 Позитивні – 17
 Негативні – 0
 Невизначені - 0
8. **Ефективність впровадження (відповідно до критеріїв, викладених в джерелі інформації):**
 а) покращення анатомічного та функціонального результату ; б) профілактика ускладнень; в) профілактика вторинних деформацій.
9. **Зауваження, пропозиції -** Немає.



“Затверджую”
 Заступник директора з амбулаторно-
 поліклінічної допомоги КНП «Дитяча клінічна
 лікарня №7 Печерського району міста Києва»
 Герасимчук О.Т.
 «30» 07 2020 року

Акт про впровадження

1. **Назва пропозиції для впровадження:** Визначення положення шини при фіксації травмованих зубів з несформованим або резорбованим коренем (70% довжини) та відсутністю контактів між ними.
2. **Ким запропоновано, адреса виконавця:**
 НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ О.О.БОГОМОЛЬЦЯ;
 252004, Київ, б-р Шевченка 13
 Яковенко Людмила Миколаївна, Ковтун Тетяна Олександрівна.
Джерело інформації (назва, рік видання метод, рекомендацій, інформ. листа, посилання на патент, наукову статтю, монографію). Патент на корисну модель МПК (2020.01) A61C 7/00 UA 139586, від 10.01.2020, Бюл.№ 1
3. **Де і коли було впроваджено:** КМП «Дитяча клінічна лікарня №7 м. Києва»
4. **Строки впровадження:** початок – 2018
 завершення – 2020
5. **Загальна кількість спостережень – 16**
6. **Результати використання методу:** з 2018р. по жовтень 2020р.
 Позитивні – 16
 Негативні – 0
 Невизначені - 0
7. **Ефективність впровадження (відповідно до критеріїв, викладених в джерелі інформації):**
 - а) покращення анатомічного та функціонального результату ;
 - б) профілактика запальних ускладнень м'яких тканин;
 - в) створення оптимальних умов для прорізування постійних зубів.
9. **Зауваження, пропозиції -** Немає.

Зав.кафедрою хірургічної стоматології та щелепно-лицевої

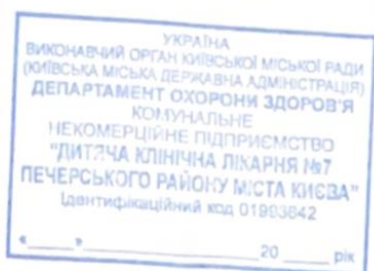
хірургії дитячого віку, д.м.н., професор

Асистент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої

хірургії дитячого віку

Л.М.Яковенко

Т.О. Ковтун



“Затверджую”

Заступник директора з амбулаторно-поліклінічної
допомоги КНП «Дитяча клінічна лікарня №7
Печерського району міста Києва»
Герасимчук О.Т.

“04” 04 2020 року

Акт про впровадження

1. **Назва пропозиції для впровадження:** Вибір положення шини при фіксації травмованих постійних зубів з повністю сформованим коренем та наявністю контактів між ними.
2. **Ким запропоновано, адреса виконавця:**
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ О.О.БОГОМОЛЬЦЯ;
252004, Київ, б-р Шевченка 13
Яковенко Людмила Миколаївна, Ковтун Тетяна Олександрівна.
3. **Джерело інформації (назва, рік видання метод. рекомендацій, інформ. листа, посилання на патент, наукову статтю, монографію).** Патент на корисну модель МПК (2020.01) А61С 7/00 UA 139586, від 10.01.2020, Бюл.№ 1
4. **Де і коли було впроваджено:** КМП «Дитяча клінічна лікарня №7 м. Києва»
5. **Строки впровадження:** початок – 2018
завершення – 2020
5. **Загальна кількість спостережень – 21**
6. **Результати використання методу:** з 2018р. по жовтень 2020р.
Позитивні – 21
Негативні – 0
Невизначені - 0
7. **Ефективність впровадження (відповідно до критеріїв, викладених в джерелі інформації):**
 - а) покращення анатомічного та функціонального результату ;
 - б) профілактика запальних ускладнень м'яких тканин;
 - в) створення оптимальних умов для прорізування постійних зубів.
9. **Зауваження, пропозиції -** Немає.

Зав.кафедрою хірургічної стоматології та щелепно-лицевої

хірургії дитячого віку НМУ імені О.О.Богомольця, д.м.н.,

професор

Л.М.Яковенко

Асистент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої

хірургії дитячого віку віку НМУ імені О.О.Богомольця

Т.О. Ковтун

ЗАТВЕРДЖЕНО

Медичний директор СМЦ
НМУ імені О.О.Богомольця м.Києва,

 Шпак Д.Ю.
 
АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
 матеріалів дисертаційної роботи

1. **Найменування пропозиції до впровадження:** Карта обстеження та ведення пацієнта з травмою зубів.
2. **Установа, автор:** НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ О.О.БОГОМОЛЬЦЯ; 252004, Київ, бульвар Шевченка 13
Яковенко Людмила Миколаївна, Ковтун Тетяна Олександрівна.
3. **Джерела інформації:** Ковтун Т.О., Яковенко Л.М. «Карта обстеження та ведення пацієнта з травмою зубів.» Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №103111, від 10.03.2021р.
4. **Місце впровадження:** Стоматологічний медичний центр Національного медичного університету імені О.О.Богомольця, кафедра хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії дитячого віку
5. **Строки впровадження:** початок – 2020
завершення – 2021
6. **Загальна кількість спостережень – 16**
7. **Ефективність впровадження (відповідно до критеріїв, викладених в джерелі інформації):**

Показники	За даними розробників	За даними організації, яка впроваджує пропозицію
Більш точна діагностика травм зубів	Ефективно	Ефективно
Комплексний підхід до ведення таких пацієнтів	Ефективно	Ефективно
Профілактика ускладнень та розвитку вторинних деформацій прикусу	Ефективно	Ефективно
Створення оптимальних умов для прорізування постійних зубів	Ефективно	Ефективно

8. **Зауваження, пропозиції - Немає.**

 Асистент кафедри хірургічної стоматології та
 щелепно-лицевої хірургії дитячого віку
 НМУ імені О.О.Богомольця



Ковтун Т.О.