

Також можна виділити 3 хронологічні етапи: дослідження за допомогою статистичних та математичних методів, розвиток штучний інтелекту та машинного навчання, застосування штучного інтелекту для автоматизації аналізу результатів методів візуалізації, початок залучення штучного інтелекту до аналізу патогістологічних зображень.

Ключові слова: штучний інтелект, рак грудної залози, шкала BI-RADS, скринінг, бібліометричний аналіз.

THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIAGNOSIS OF BREAST CANCER: BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Lakhtaryna R. Yu.

Abstract. Breast cancer (BC) remains the leading cause of death among women worldwide. Diagnosis and treatment of BC is determined by a complex interaction of genetic, environmental and socio-economic risk factors. Optimization of the diagnosis of this pathology took place thanks to the introduction of breast cancer screening using radiation imaging methods, but the widespread involvement of BC screening requires significant financial investments. The use of artificial intelligence (AI) can reduce the level of subjectivity and improve the efficiency of the diagnosis of BC, while using fewer resources than the current standard diagnostic scheme.

The aim of the work was to carry out a bibliometric analysis and systematization of data on the use of artificial intelligence to improve the radiation diagnosis of breast cancer.

The authors searched, analyzed, and systematized scientific publications on the use of artificial intelligence in radiation diagnosis of breast cancer in electronic databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and Google-Scholar over the past 40 years using the keywords “artificial intelligence” and “breast cancer”. Tools for bibliometric analysis of the Scopus database and the VOSviewer system for building bibliometric networks were used to visualize the research results.

According to the results of a bibliometric analysis of publications in the Scopus database using the keywords “artificial intelligence” and “breast cancer”, it was established that over the past 5 years the number of articles in this field has increased significantly, and most research is conducted in the United States of America, India, China and Great Britain. Publication data can be divided into 11 subject areas, the vast majority of which belong to medicine, computer science, biochemistry, engineering and mathematics.

Using VOSviewer bibliometric network visualization tools, 4,751 publications in the Scopus database using the keywords “artificial intelligence” and “breast cancer” can be divided into 3 thematic clusters: artificial intelligence, imaging methods, pathomorphology of breast cancer.

It is also possible to distinguish 3 chronological stages: research using radiological and pathomorphological methods, the use of artificial intelligence to automate the analysis of the results of imaging methods, the beginning of the involvement of artificial intelligence in the analysis of pathohistological images.

Key words: artificial intelligence, breast cancer, BI-RADS, screening, bibliometric analysis.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Lakhtaryna R. Yu.: <https://orcid.org/0009-0001-8017-788X>^{ABCDEF}

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Ruslana Yuriivna Lakhtaryna / Лахтарина Руслана Юріївна

Sumy State University / Сумський державний університет

Ukraine, 40007, Sumy, 116 Kharkivska str. / Адреса: Україна, 40007, м. Суми, вул. Харківська 116

Tel.: +380994553180 / Тел.: +380994553180

E-mail: r.lakhtaryna@med.sumdu.edu.ua

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

Received 10.07.2024 / Стаття надійшла 10.07.2024 року
Accepted 14.11.2024 / Стаття прийнята до друку 14.11.2024 року

DOI 10.29254/2077-4214-2024-4-175-54-63

UDC 612.126:616.314.9-002.4-071-08

Liubarets S. F., Liubarets T. F.

THE ROLE OF INDICATORS OF MINERAL METABOLISM IN THE DEVELOPMENT OF COMPLICATIONS OF TOOTH FORMATION DISORDERS IN CHILDREN

Bogomolets National Medical University (Kyiv, Ukraine)

slub@ukr.net

In the spectrum of children's dental diseases, a significant share is made up of disorders of tooth formation. The imbalance of mineral metabolism, caused by various etiological factors, which occurs in the body as a whole, leads, in particular, to disturbances in the mineralization processes of the hard tissues of the teeth and the development of a number of complications, primarily caries.

The aim is to analyze and summarize existing research on the role of indicators of mineral metabolism in the development of complications of tooth formation disorders in children as a basis for development and implementation of a complex of therapeutic and preventive measures with the use of modern means of remineralizing therapy.

The development of caries in children as a complication of tooth formation due to an imbalance of mineral metabolism is the result of the influence of many factors, both general and local. Common factors include: the presence of somatic, endocrine, transferred infectious diseases, nutritional characteristics, etc. Local cariogenic factors include changes in the composition of saliva, in particular, an increase in the content of lactic and pyruvic acids in it, the activity of lactate dehydrogenase, the presence of pathogenic microflora in the oral cavity, etc. The influence of local factors leads to an increase in the processes of anaerobic glycolysis and oxidation. The combination of these processes with violations of mineralization processes, including calcium-phosphate metabolism, significantly increases the probability of dental caries in children as a complication of molar-incisor enamel hypomineralization, which is confirmed, in particular, enamel resistance test indicators.

Conclusions. 1. Analysis of studies on the role of mineral metabolism indicators in the development of complications of tooth formation disorders indicates the prevalence of carious lesions due to the influence of general and local factors, in particular, insufficient mineralizing potential of blood serum and oral fluid.

2. The generalization of studies on the role of mineral exchange indicators in the development of complications of tooth formation disorders creates the basis for the development and implementation of a complex of therapeutic and preventive measures with the use of modern means of remineralizing therapy.

Key words: mineral exchange, enamel, saliva, hypoplasia, caries.

Connection of the publication with planned research works.

The work is a fragment of the research work of the Department of Pediatric and Preventive Dentistry of the Bogomolets National Medical University (NMU) "Clinic, prevention and treatment tactics of oral diseases in children with combined pathology" (state registration number 0122U000493).

Introduction.

Mineral metabolism is a set of processes of absorption, distribution, assimilation and release of mineral substances, which are found in the body mainly in the form of inorganic compounds [1, 2]. Mineral substances play a major role in maintaining acid-alkaline balance, osmotic pressure of cellular and extracellular fluids, water-salt exchange, the state of the blood coagulation system, regulation of the activity of numerous enzyme systems, processes of mineralization of hard dental tissues, etc., i.e., they are of crucial importance for homeostasis.

Disturbances of tooth formation (DTF) constitute a significant share of dental diseases in children [3], among which enamel hypoplasia prevails [3, 4]. Insufficient volume of treatment and preventive measures regarding DTF, non-observance of individual oral hygiene by the patient, etc. lead to complications, primarily dental caries.

Data on the occurrence of caries as a complication of enamel hypoplasia are contradictory. There is a claim that caries does not develop with enamel hypoplasia, other authors believe that in persons with the above-mentioned developmental defect, carious lesions are diagnosed as often as in persons with normally developed tooth tissues. However, the majority of researchers who have studied this developmental defect believe that caries is its main complication [3, 4, 5]. Caries occurs as a result of disturbances in mineral exchange in the hard tissues of already formed teeth, while enamel hypoplasia is a consequence of these changes during the period of development and formation of teeth.

The aim of the study.

To analyze and summarize existing research on the role of indicators of mineral metabolism in the development of complications of tooth formation disorders in children as a basis for development and implementation

of a complex of therapeutic and preventive measures with the use of modern means of remineralizing therapy.

Main part.

Tooth enamel is the hardest tissue of the human body due to its high content (up to 95%) of inorganic substances [6].

Using X-ray photoelectron spectroscopy, it was established that the amount of Ca^{2+} in the surface layer of the mature enamel of permanent teeth increases, respectively, to 8.8 and 20.7% ($p < 0.05$) compared to similar indicators in the enamel of tooth buds ($22.53 \pm 0.98\%$) and immature enamel ($20.47 \pm 1.07\%$) [7]. The value of the Ca/P ratio in the enamel of the rudiments of immature enamel of permanent teeth was 1.37 ± 0.05 and 1.38 ± 0.08 , respectively, which confirms their insufficient level of mineralization. In mature enamel, this indicator was significantly higher (1.61 ± 0.04 , $p < 0.05$). The obtained data indicate that the enamel of the rudiments of permanent teeth and teeth that have just erupted is insufficiently mineralized and less resistant to caries damage [7].

In the tooth enamel of children with diseases of the gastrointestinal tract, in the absence of DTF, a low calcium-phosphorus ratio was determined [8].

It is known that in the area of the hypoplastic surface, enamel has a pronounced globular structure with globule sizes from 10 to 50 nm, the surface of the spot is rough, not interrupted by cracks due to the presence of collagen proteins, and does not contain mineral-forming elements (P, Ca^{2+}) [9].

When studying the chemical composition of the intact enamel of permanent teeth at various stages of their development in the absence of DTF, the following changes were detected by its acid biopsy method: in enamel biopsies obtained from permanent teeth that erupted within 6 months (group № 1) and after 2 years after teething (group № 2), the calcium content was 2528 ± 63.0 mg/l and 2889 ± 55.0 mg/l, respectively, phosphorus – 1732 ± 42.0 and 1823 ± 47.0 mg/l, respectively [1]. The Ca/P ratio in samples of group № 1 was equal 1.46 ± 0.02 , in group № 2 – 1.60 ± 0.02 . Thus, calcium content was significantly ($p \leq 0.05$) higher in biopsies of intact enamel of permanent teeth after completion of secondary mineralization compared to intact enamel of permanent teeth at

the stage of secondary mineralization. Diagnosed probable ($p \leq 0.05$) an increase in the Ca/P ratio in the intact enamel of permanent teeth after completion of secondary mineralization. There was no significant difference in the phosphorus content in enamel biopsies of permanent teeth of both groups.

It was established that the resistance to caries of the enamel of permanent teeth in the absence of DTF in children aged 5–9 years (7.75 ± 0.42) and 10–13 years (7.55 ± 0.45) is low, in 14–18 is determined at the average level (5.95 ± 0.34) [10]. Enamel resistance test (TER) in the main and control groups of children with systemic enamel hypoplasia (SEH) was 4.60 ± 0.15 and 4.68 ± 0.18 , respectively [4].

One of the etiological factors leading to the occurrence of DTF and, in particular, molar-incisor enamel hypomineralization (MIH) as a type of hypoplasia, can be changes in calcium-phosphorus metabolism [11].

It has been established that the strength of enamel is reduced by 50–75% in case of MIH and correlates with the increase in its carbonate content [5].

Research conducted by us [3] showed that in the areas of affected enamel of permanent teeth in children with defects of hard tissues, a probable decrease in the content of Ca and P is determined, to a greater extent in MIH compared to SEH, and there is a more pronounced degree of violations in the presence of chronic diseases of internal organs in children when comparing with persons without somatic pathology [3]. The dependence of TER indicators on the age of the examinees was confirmed, which is due to the insufficient degree of mineralization of tooth enamel. The average degree of TER prevailed, more pronounced in children with MIH, which indicates a higher probability of developing caries in them as a complication of DTF.

During the life of an individual, the processes of demineralization (outflow of minerals) and remineralization (re-entry of minerals) occur in tooth enamel, which are balanced under physiological conditions. Common cariogenic factors include: the presence of somatic diseases, contact with ionizing radiation, etc. [12–14]. The influence of the above factors can lead to the development of caries in children as a complication of DTF in general, and enamel hypoplasia, in particular [5].

Local cariogenic factors include pathogenic plaque microflora, changes in the quantitative and qualitative composition of saliva, consumption of food products with a high content of refined carbohydrates [15]. A local risk factor for caries as a complication of SEH in children is also a significant increase in the content of lactic and pyruvic acids in saliva and the activity of lactate dehydrogenase [9]. This indicates the strengthening of the processes of anaerobic glycolysis, which occurs when physiological processes are disturbed in the tissues of the oral cavity and is combined with the strengthening of oxidation processes.

The optimal physiological mineralizing mediator in the oral cavity is saliva, which plays an important role in the occurrence of dental diseases [9, 15, 16]. As you know, saliva is classified as an inorganic component chlorides, hydrocarbons, phosphates and other salts number of elements – sodium, potassium, calcium [16]. The content of Ca in saliva is 1–3 mmol/l, P – 3.23–5.07 mmol/l [16].

Violations of the chemical characteristics of saliva are accompanied by changes in its mineralizing potential [16]. It was shown that in healthy children the content of total calcium (1.31 ± 0.22 mmol/l) and phosphorus (6.15 ± 0.37 mmol/l) was within the age norm [17]. The calcium-phosphorus ratio was higher in children with multiple caries compared to healthy children (0.54 and 0.21, $p < 0.05$).

The indicator of low mineralizing potential of the oral fluid of children with the absence of DTF living in the mountainous zone of Ukraine was 1.86 ± 0.13 [18]. In children with multiple dental caries, a lower content of total calcium (1.02 ± 0.08 mmol/l, $p < 0.05$) and inorganic phosphorus (3.81 ± 0.31 mmol/l, $p < 0.05$) was found in the oral fluid compared to children with a low level of caries intensity [19]. The above-mentioned trend also occurred in 3–6-year-old children [20]. The levels of calcium and inorganic phosphorus in the saliva of children with no dental caries were found to be higher than in children with early childhood caries [20].

A significant ($p < 0.05$) decrease in calcium content in saliva was found in children aged 7–15 years in group № 2 ($df + DMF = 5$) when compared with individuals of group № 1 ($df + DMF = 0$), regardless of the sex of the examinees [21]. The degree of disturbances of mineral metabolism in the hard tissues of the teeth in children with SEH directly correlates with the severity of enamel hypoplasia [22]. With its mild form, the content of total calcium in the oral fluid was likely ($p < 0.05$) was lower and was 0.85 ± 0.05 mmol/l, phosphates -2.42 ± 0.05 mmol/l. With moderate severity and severe forms of the disease, a high degree of mineralization of oral fluid with relatively stable activity of alkaline phosphatase was diagnosed, which indicates compensation of the chronic process.

In the children with DTF examined by us [3], a violation of mineral metabolism indicators was found – a significant ($p < 0.05$) decrease in the level of Ca and P in the oral fluid during MIH against the background of the presence/absence of the compensation stage of chronic diseases of internal organs, including – in persons with burdened radiation anamnesis and a significant ($p < 0.05$) decrease in phosphate content in children with SEH, not burdened by somatic pathology.

The presence of somatic pathology in children affects the state of mineral metabolism in the oral cavity. Study of the state of indicators of acid-alkaline balance in the oral cavity of children 6–12-year-olds and adolescents with juvenile rheumatoid arthritis (the main group) in comparison with healthy children of the same age [23] showed that in the main group, against the background of impaired saliva secretion and the balance of the chemical components of the oral cavity, there is a destabilization of the acid-base balance regulation system. In the experimental work [24], it was established that a feature of tooth damage in adjuvant arthritis is significantly higher indicators of the number of teeth affected by caries compared to intact animals.

A significant increase in the level of calcium and phosphates in the oral fluid was diagnosed in children with Down syndrome [25] and children with bronchial asthma with high intensity of dental caries [26].

A number of methods have been proposed to assess the state of the bone tissue to which tooth enamel belongs, including the densitometric method based on the determination of bone mineral density [27, 28]. It was

established that the intensity of caries in children with a decompensated form of caries with preserved mineral density of bone tissue is significantly lower than in children with signs of osteopenia and osteoporosis [29]. The bone strength index based on the results of densitometry in 12-year-old children with multiple dental caries was $74.70 \pm 2.34\%$, in 15-year-old children it was $79.40 \pm 2.35\%$, which is below the normative values [19].

Numerous studies have confirmed the relationship between an insufficient level of vitamin D and the development of dental caries in children in the absence of DTF [30, 31, 32]. Vitamin D deficiency is accompanied by insufficient activity of antibacterial peptides, a decrease in saliva secretion and a low level of Ca in it. When examining a group of 344 children from the state of Virginia (USA), it was found that a high concentration of 25(OH) vitamin D and calcium in blood serum ($p=0.019$ and $p<0.0001$, respectively), as well as breastfeeding ($p<0.001$) significantly reduced the risk of early childhood caries [33].

Summarizing the literature data presented in the review, it should be noted that the violation of the physiological balance between the processes of demineralization and remineralization of enamel, which take place during the life of an individual, creates the basis for the development of DTF [9]. Most studies have confirmed that among the complications of enamel hypoplasia, the most significant part is its carious lesion. It has been shown that caries resistance in SEH depends on age: it is lower in children of younger and middle age groups compared to teenagers [4, 10, 19, 20]. In the presence of MIH as a type of SEH, the resistance of enamel to carious damage decreases [3].

Numerous works have established that general and local factors are the factors of induction of DTF. Common include the presence, in particular, in children of somatic pathology at various stages of exacerbation (diseases of the gastrointestinal tract, bronchopulmonary system), some autoimmune diseases (rheumatoid arthritis), congenital diseases (Down syndrome), the influence of negative environmental factors (ionizing radiation and a number of others) [3, 8, 12-14, 23, 25, 26].

The presence of systemic processes in children characterized by a decrease in the mineral density of bone tissue (osteopenia, osteoporosis) indicates a higher intensity of caries in them compared to those in which there are no changes in bone tissue [29]. A number of authors have confirmed the existence of a relationship between the level of vitamin D as a predictor of bone mineral density and the development of dental caries [30-32]. Deficiency of this vitamin causes insufficient activity of antibacterial peptides in saliva, combined with a decrease in its secretion and calcium content. Increasing the concentration of vitamin D, which is facilitated, in particular, by breastfeeding, is significant ($p<0.001$) reduces the risk of early childhood caries [33].

Numerous studies have confirmed that local cariogenic factors include the presence of pathogenic plaque microflora, changes in the quantitative and qualitative composition of saliva, consumption of food products with a high content of refined carbohydrates, etc. [15, 16]. At the stage of formation of the rudiments of permanent teeth and teeth that have just erupted, the presence of an insufficient degree of mineralization of saliva [7] leads to a decrease in enamel resistance to the occurrence of caries. If the secondary mineralization

of tooth enamel has been completed in the absence of negative risk factors, its resistance to caries is significantly higher and is probably caused by ($p \leq 0.05$) due to its higher calcium content [1]. It has been established that reduced intake of calcium, magnesium, and fluorine in the body are risk factors for dental caries in children [34], especially in the presence of defects in the development of enamel (its hypoplasia) [35]. Local factors caused by a violation of the balance of physiological processes in the tissues of the oral cavity potentiate the occurrence of caries as a complication of SEH in children. At the same time, there is a shift in the balance toward oxidation as a result of anaerobic glycolysis caused by a significant increase in the content of lactic, pyruvic acids, and lactate dehydrogenase in saliva [9].

The above studies confirm that early childhood caries is a global problem today, so the issue of predicting the risk of this pathology is extremely relevant. We [36] developed a regression linear model for predicting the probability of caries occurrence as a complication in children of different age groups with SEH of permanent teeth based on criteria characterizing the hygienic condition of the oral cavity (Green-Vermillion index) and the resistance of tooth enamel (enamel resistance test, content phosphates in intact enamel and oral fluid). The proposed regression linear model is recommended for implementation in the practical activities of medical institutions of Ukraine. This will make it possible to optimize dental supervision of children of different age groups, including residents of areas contaminated with radionuclides as a result of the accident at the Chernobyl NPP [37].

The analysis of information sources regarding the prevention of dental caries in children as a complication of SEH, conducted by scientists in 2017 [38], proved the need for further optimization of treatment and prevention measures for this pathology. Currently available literature data on the problem of mineral metabolism in the body of children in general and local violations in the context of dental status, in particular; the influence of various negative factors on the development of caries as a complication of DTF, require further in-depth study and development of a complex of treatment and preventive measures to minimize these violations.

Conclusions.

1. Analysis of studies on the role of mineral metabolism indicators in the development of complications of tooth formation disorders in children indicates the prevalence of carious lesions due to the influence of general and local factors, in particular, insufficient mineralizing potential of blood serum, oral fluid, etc.

2. The generalization of studies on the role of mineral exchange indicators in the development of complications of tooth formation disorders in children creates the basis for the development and implementation of a complex of therapeutic and preventive measures with the use of modern means of remineralizing therapy.

Prospects for further research.

The presence of a problem associated with changes in the processes of mineral exchange as a cause of the development of tooth formation disorders in children indicates the need to develop and implement a complex of therapeutic and preventive measures with the use of modern means of remineralizing therapy for the prevention of their complications, including dental caries.

**РОЛЬ ПОКАЗНИКІВ МІНЕРАЛЬНОГО ОБМІНУ У РОЗВИТКУ УСКЛАДНЕНЬ
ПОРУШЕНЬ ФОРМУВАННЯ ЗУБІВ У ДІТЕЙ**

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця (м. Київ, Україна)

slub@ukr.net

В спектрі стоматологічних захворювань дітей суттєву частку становлять порушення формування зубів. Дизбаланс мінерального обміну, зумовлений різними етіологічними чинниками, який має місце в організмі в цілому, призводить, зокрема, до порушень процесів мінералізації твердих тканин зубів і розвитку ряду ускладнень, в першу чергу – карієсу.

Мета: проаналізувати та узагальнити існуючі дослідження щодо ролі показників мінерального обміну у розвитку ускладнень порушень формування зубів у дітей як підґрунтя для розробки та впровадження комплексу лікувально-профілактичних заходів із застосуванням сучасних засобів ремінералізуючої терапії.

Розвиток карієсу у дітей як ускладнення порушення формування зубів внаслідок дизбалансу мінерального обміну є наслідком впливу багатьох чинників, як загальних, так і місцевих. Загальні фактори включають: наявність соматичних, ендокринних, перенесених інфекційних захворювань, особливості харчування тощо. До місцевих карієсогенних чинників належать зміни складу слини, зокрема підвищення вмісту в ній молочної, пірвіноградної кислот, активності лактатдегідрогенази, наявність патогенної мікрофлори в порожнині рота тощо. Вплив місцевих чинників призводить до посилення процесів анаеробного гліколізу і окислення. Поєднання цих процесів з порушеннями процесів мінералізації, у тому числі кальцій-фосфорного обміну, суттєво підвищує ймовірність виникнення у дітей карієсу зубів як ускладнення молярно-різцевої гіпомінералізації емалі, що підтверджується, зокрема, показниками тесту емалевої резистентності.

Висновки. 1. Аналіз досліджень щодо ролі показників мінерального обміну у розвитку ускладнень порушень формування зубів свідчить про превалювання каріозного ураження, обумовленого впливом загальних та місцевих чинників, зокрема недостатнім мінералізуючим потенціалом сироватки крові та ротової рідини.

2. Узагальнення досліджень щодо ролі показників мінерального обміну у розвитку ускладнень порушень формування зубів створює підґрунтя для розробки та впровадження комплексу лікувально-профілактичних заходів із застосуванням сучасних засобів ремінералізуючої терапії.

Ключові слова: мінеральний обмін, емаль, слина, гіпоплазія, карієс.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри дитячої терапевтичної стоматології та профілактики стоматологічних захворювань Національного медичного університету (НМУ) імені О. О. Богомольця «Клініка, профілактика та лікувальна тактика захворювань порожнини рота у дітей на тлі поєданої патології» (№ держреєстрації 0122U000493).

Вступ.

Мінеральний обмін – це сукупність процесів всмоктування, розподілу, засвоєння і виділення мінеральних речовин, які знаходяться в організмі переважно у вигляді неорганічних сполук [1, 2]. Мінеральні речовини відіграють головну роль у підтримці кислотно-лужної рівноваги, осмотичного тиску клітинних і позаклітинних рідин, водно-сольовому обміні, стані системи згортання крові, регуляції діяльності численних ферментних систем, процесах мінералізації твердих тканин зубів та ін., тобто мають вирішальне значення для гомеостазу.

Порушення формування зубів (ПФЗ) становлять значну частку стоматологічних захворювань у дітей [3], серед яких превалює гіпоплазія емалі [3, 4]. Недостатній об'єм лікувально-профілактичних заходів щодо ПФЗ, недотримання індивідуальної гігієни порожнини рота пацієнтом та ін. зумовлюють виникнення ускладнень, насамперед карієсу зубів.

Дані щодо виникнення карієсу як ускладнення гіпоплазії емалі, суперечливі. Існує твердження, що

при гіпоплазії емалі карієс не розвивається, інші автори вважають, що у осіб, які мають вищевказану ваду розвитку, каріозне ураження діагностується так само часто, як і у осіб з нормально розвиненими тканинами зуба. Однак, більшість дослідників, які вивчали дану ваду розвитку вважають, що основним її ускладненням є карієс [3, 4, 5]. Карієс виникає в результаті порушень мінерального обміну в твердих тканинах уже сформованих зубів, в той час як гіпоплазія емалі є наслідком цих змін в період розвитку і формування зубів.

Мета дослідження.

Проаналізувати та узагальнити існуючі дослідження щодо ролі показників мінерального обміну у розвитку ускладнень порушень формування зубів у дітей як підґрунтя для розробки та впровадження комплексу лікувально-профілактичних заходів із застосуванням сучасних засобів ремінералізуючої терапії.

Основна частина.

Зубна емаль є найбільш твердою тканиною організму людини, що зумовлено високим вмістом в ній (до 95%) неорганічних речовин [6].

Методом рентгенфотоелектронної спектроскопії встановлено, що кількість Ca^{2+} в поверхневому шарі зрілої емалі постійних зубів підвищується, відповідно, до 8,8 та 20,7% ($p < 0,05$) порівняно з аналогічними показниками в емалі зачатків зубів ($22,53 \pm 0,98\%$) та незрілої емалі ($20,47 \pm 1,07\%$) [7]. Значення коефіцієнту Ca/P в емалі зачатків незрілої емалі постійних

зубів становило, відповідно, $1,37 \pm 0,05$ та $1,38 \pm 0,08$, що підтверджує недостатній рівень їх мінералізації. В зрілій емалі цей показник був достовірно вищим ($1,61 \pm 0,04$, $p < 0,05$). Отримані дані свідчать, що емаль зачатків постійних зубів та зубів, які щойно прорізалась, є недостатньо мінералізованою і менш резистентною до ураження карієсом [7].

В зубній емалі дітей із захворюваннями шлунково-кишкового тракту, за відсутності ПФЗ визначався низький кальцій-фосфорний коефіцієнт [8].

Відомо, що в ділянці гіпоплазованої поверхні емаль має виражену глобулярну структуру з розмірами глобул від 10 до 50 нм, поверхня плями шерехата, не переривається тріщинами за рахунок наявності колагенових білків і не містить мінералоутворюючих елементів (P, Ca^{2+}) [9].

При вивченні хімічного складу інтактної емалі постійних зубів на різних етапах їх розвитку за відсутності ПФЗ, методом її кислотної біопсії були виявлені наступні зміни: в біоптатах емалі, отриманих з постійних зубів, які прорізались в строк до 6 місяців (група № 1) та після 2-х років після прорізування (група № 2), вміст кальцію становив $2528 \pm 63,0$ мг/л та $2889 \pm 55,0$ мг/л, відповідно, фосфору – $1732 \pm 42,0$ та $1823 \pm 47,0$ мг/л, відповідно [1]. Співвідношення Ca/P у зразках групи № 1 дорівнювало $1,46 \pm 0,02$, в групі № 2 – $1,60 \pm 0,02$. Таким чином, вміст кальцію був достовірно ($p \leq 0,05$) вищим в біоптатах інтактної емалі постійних зубів після завершення вторинної мінералізації у порівнянні з інтактною емаллю постійних зубів на етапі вторинної мінералізації. Діагностовано вірогідне ($p \leq 0,05$) збільшення співвідношення Ca/P в інтактній емалі постійних зубів після завершення вторинної мінералізації. Достовірної різниці щодо вмісту фосфору в біоптатах емалі постійних зубів обох груп не виявлено.

Встановлено, що резистентність до карієсу емалі постійних зубів при відсутності ПФЗ у дітей віком 5-9 років ($7,75 \pm 0,42$) та 10-13 років ($7,55 \pm 0,45$) є низькою, у 14-18-річних визначається на середньому рівні ($5,95 \pm 0,34$) [10]. Тест емалевої резистентності (ТЕР) в основній і контрольній групах дітей з системною гіпоплазією емалі (СГЕ) становив $4,60 \pm 0,15$ та $4,68 \pm 0,18$, відповідно [4].

Одним із етіологічних чинників що призводить до виникнення ПФЗ і, зокрема, молярно-різцевої гіпомінералізації емалі (МРГ) як різновиду гіпоплазії, можуть бути зміни кальцій-фосфорного обміну [11].

Встановлено, що міцність емалі при МРГ знижена на 50-75% і корелює зі зростанням в ній вмісту карбонату [5].

Проведені нами дослідження [3] показали, що в ділянках ураженої емалі постійних зубів у дітей з вадами твердих тканин визначається вірогідне зниження вмісту Са та Р, більшою мірою при МРГ порівняно з СГЕ, та має місце більш виражений ступінь порушень за наявності у дітей хронічних захворювань внутрішніх органів при співставленні з особами без соматичної патології [3]. Підтверджено залежність показників ТЕР від віку обстежених, що зумовлено недостатнім ступенем мінералізації емалі зубів. Переважав середній ступінь ТЕР, більш виражений у дітей з МРГ, що свідчить про вищу ймовірність розвитку у них карієсу як ускладнення ПФЗ.

Протягом життя індивідууму в емалі зубів відбуваються процеси демінералізації (вихід мінеральних речовин) та ремінералізації (повторне надходження мінеральних речовин), які в фізіологічних умовах збалансовані. Загальні карієсогенні чинники включають: наявність соматичних захворювань, контакт з іонізуючим випромінюванням тощо [12-14]. Вплив вищевказаних чинників може зумовлювати розвиток у дітей карієсу як ускладнення ПФЗ загалом, так і гіпоплазії емалі, зокрема [5].

До місцевих карієсогенних чинників відноситься патогенна мікрофлора зубного нальоту, зміни кількісного і якісного складу слини, вживання харчових продуктів з великим вмістом рафінованих вуглеводів [15]. Місцевим фактором ризику карієсу як ускладнення СГЕ у дітей є також значне підвищення вмісту в слині молочної, піровиноградної кислот та активності лактатдегідрогенази [9]. Це свідчить про посилення процесів анаеробного гліколізу, що виникає при порушенні фізіологічних процесів в тканинах порожнини рота і поєднується з підсиленням процесів окислення.

Оптимальним фізіологічним мінералізуючим посередником в порожнині рота є слина, яка відіграє важливу роль у виникненні стоматологічних захворювань [9, 15, 16]. Як відомо, до неорганічних компонентів слини відносять хлориди, гідрокарбонати, фосфати та інші солі ряду елементів – натрію, калію, кальцію [16]. Вміст Са в слині складає 1-3 ммоль/л, Р – 3,23-5,07 ммоль/л [16].

Порушення хімічних характеристик слини супроводжуються змінами її мінералізуючого потенціалу [16]. Показано, що у здорових дітей вміст загального кальцію ($1,31 \pm 0,22$ ммоль/л) та фосфору ($6,15 \pm 0,37$ ммоль/л) знаходився в межах вікової норми [17]. Кальцій-фосфорний коефіцієнт був вищим у дітей з множинним карієсом порівняно зі здоровими дітьми ($0,54$ та $0,21$, $p < 0,05$).

Показник низького мінералізуючого потенціалу ротової рідини дітей з відсутністю ПФЗ, що мешкають у гірській зоні України, становив $1,86 \pm 0,13$ [18]. У дітей з множинним карієсом зубів в ротовій рідині виявлено нижчий вміст загального кальцію ($1,02 \pm 0,08$ ммоль/л, $p < 0,05$) та неорганічного фосфору ($3,81 \pm 0,31$ ммоль/л, $p < 0,05$) порівняно з дітьми з низьким рівнем інтенсивності карієсу [19]. Вищевказана тенденція мала місце і у 3-6 – річних дітей [20]. Рівні кальцію і неорганічного фосфору в слині осіб дитячого віку з відсутністю каріозного ураження зубів виявилися вищими, ніж у дітей з раннім дитячим карієсом [20].

Достовірне ($p < 0,05$) зниження вмісту кальцію в слині було встановлено у дітей віком 7-15 років в групі № 2 (кп + КПВ = 5) при порівнянні з особами групи № 1 (кп + КПВ = 0), незалежно від статі обстежених [21]. Ступінь порушень мінерального обміну в твердих тканинах зубів у дітей з СГЕ прямо корелює з тяжкістю гіпоплазії емалі [22]. При легкій її формі вміст у ротовій рідині загального кальцію був вірогідно ($p < 0,05$) нижчим і становив $0,85 \pm 0,05$ ммоль/л, фосфатів – $2,42 \pm 0,05$ ммоль/л. При середньому ступені тяжкості і важких формах захворювання діагностовано високий ступінь мінералізації ротової рідини при відносно стабільній активності лужної фосфатази, що вказує на компенсацію хронічного процесу.

У обстежених нами дітей з ПФЗ [3] встановлено порушення показників мінерального обміну – суттєве ($p < 0,05$) зниження рівня Са та Р в ротовій рідині при МРГ на фоні наявності/відсутності стадії компенсації хронічних захворювань внутрішніх органів, у тому числі – у осіб з обтяженим радіаційним анамнезом та достовірне ($p < 0,05$) зменшення вмісту фосфатів у дітей з СГЕ, не обтяжених соматичною патологією.

Наявність соматичної патології у дітей впливає на стан мінерального обміну в порожнині рота. Вивчення стану показників кислотно-лужної рівноваги в порожнині рота у дітей 6-12 років та підлітків з ювенільним ревматоїдним артритом (основна група) у порівнянні зі здоровими дітьми аналогічного віку [23] показало, що у осіб основної групи на фоні порушення виділення слини і балансу хімічних складових середовища порожнини рота має місце дестабілізація системи регуляції кислотно-основної рівноваги. В експериментальній роботі [24] встановлено, що особливості ураження зубів при ад'ювантному артриті є достовірно вищі показники кількості уражених карієсом зубів порівняно з інтактними тваринами.

Достовірне зростання рівня кальцію та фосфатів в ротовій рідині діагностовано у дітей з синдромом Дауна [25] та дітей з бронхіальною астмою при високій інтенсивності карієсу зубів [26].

Для оцінки стану кісткової тканини, до якої належить емаль зубів, запропоновано ряд методів, у тому числі – денситометричний метод, заснований на визначенні мінеральної щільності кістки [27, 28]. Встановлено, що інтенсивність карієсу у дітей з декомпенсованою формою карієсу при збереженій мінеральній щільності кісткової тканини значно нижча, ніж у дітей з ознаками остеопенії та остеопорозу [29]. Індекс міцності кісткової тканини за результатами денситометрії у 12-річних дітей з множинним карієсом зубів склав $74,70 \pm 2,34\%$, у 15-річних – $79,40 \pm 2,35\%$, що нижче нормативних значень [19].

Численні дослідження підтвердили взаємозв'язок між недостатнім рівнем вітаміну Д і розвитком каріозного ураження зубів у дітей за відсутності ПФЗ [30, 31, 32]. Дефіцит вітаміну Д супроводжується недостатньою активністю антибактеріальних пептидів, зниженням секреції слини та низьким рівнем Са в ній. При обстеженні групи з 344 дітей штату Вірджинія (США) встановлено, що висока концентрація 25(OH) вітаміну Д і кальцію в сироватці крові ($p = 0,019$ і $p < 0,0001$, відповідно), а також грудне вигодовування ($p < 0,001$) суттєво знижували ризик виникнення раннього дитячого карієсу [33].

Узагальнюючи наведені в огляді дані літератури, необхідно зазначити, що порушення фізіологічного балансу між процесами демінералізації і ремінералізації емалі, які мають місце протягом життя індивідуума, створюють підґрунтя для розвитку ПФЗ [9]. Більшість досліджень підтверджено, що серед ускладнень гіпоплазії емалі найбільш суттєву частку становить її каріозне ураження. Показано, що при СГЕ резистентність до карієсу залежить від віку: у дітей молодшої і середньої вікової груп вона нижча порівняно з підлітками [4, 10, 19, 20]. За наявності МРГ як різновиду СГЕ, стійкість емалі до каріозного ураження знижується [3].

Численними роботами встановлено, що чинниками індукції ПФЗ є загальні і місцеві фактори. До загаль-

них відносять наявність, зокрема, у дітей соматичної патології на різних стадіях загострення (захворювань шлунково-кишкового тракту, бронхо-легеневої системи), деяких аутоімунних захворювань (ревматоїдний артрит), вроджених захворювань (синдром Дауна), вплив негативних чинників довкілля (іонізуюче випромінювання та ряд інших) [3, 8, 12-14, 23, 25, 26].

Наявність у дітей системних процесів, які характеризуються зниженням мінеральної щільності кісткової тканини (остеопенія, остеопороз) свідчить про вищу інтенсивність у них карієсу порівняно з такими, у яких зміни кісткової тканини відсутні [29]. Рядом авторів підтверджено наявність взаємозв'язку між рівнем вітаміну Д як предиктором стану мінеральної щільності кісткової тканини і розвитком каріозного ураження зубів [30-32]. Дефіцит цього вітаміну зумовлює недостатню активність антибактеріальних пептидів в слині, поєднується зі зниженням її секреції та вмістом в ній кальцію. Підвищення концентрації вітаміну Д, якому сприяє, зокрема, грудне вигодовування, суттєво ($p < 0,001$) знижує ризик виникнення раннього дитячого карієсу [33].

Численними дослідженнями підтверджено, що до місцевих карієсогенних чинників належить наявність патогенної мікрофлори зубного нальоту, зміни кількісного і якісного складу слини, вживання харчових продуктів з великим вмістом рафінованих вуглеводів тощо [15, 16]. Наявність на етапі формування зачатків постійних зубів та зубів, які щойно прорізались, недостатнього ступеня мінералізації слини [7] призводить до зниження резистентності емалі щодо виникнення карієсу. Якщо вторинна мінералізація емалі зубів завершилась за відсутності негативних чинників ризику, її резистентність до карієсу суттєво вища і обумовлена вірогідно ($p \leq 0,05$) вищим в ній вмістом кальцію [1]. Встановлено, що знижене надходження в організм кальцію, магнію, фтору є чинниками ризику каріозного ураження зубів у дітей [34], особливо за наявності вад розвитку емалі (її гіпоплазії) [35]. Місцеві фактори, що обумовлені порушенням балансу фізіологічних процесів в тканинах порожнини рота, потенціюють виникнення карієсу як ускладнення СГЕ у дітей. При цьому має місце зміщення рівноваги в бік окислення внаслідок анаеробного гліколізу, зумовленого суттєвим підвищенням в слині вмісту молочної, піровиноградної кислот, лактатдегідрогенази [9].

Наведені вище дослідження підтверджують, що ранній дитячий карієс є глобальною проблемою сьогодення, тому надзвичайно актуально стоїть питання предикції ризику цієї патології. Нами [36] розроблено регресійну лінійну модель для прогнозування ймовірності виникнення карієсу як ускладнення у дітей різних вікових груп з СГЕ постійних зубів на основі критеріїв, що характеризують гігієнічний стан порожнини рота (індекс Green-Vermillion) та резистентність емалі зубів (тест емалевої резистентності, вміст фосфатів в інтактній емалі та ротовій рідині). Запропонована регресійна лінійна модель рекомендована для впровадження у практичну діяльність лікувальних закладів України. Це дозволить оптимізувати стоматологічний нагляд щодо дитячих контингентів різних вікових груп, у томі числі мешканців територій, контамінованих радіонуклідами внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС [37].

Аналіз інформаційних джерел стосовно профілактики каріозного ураження зубів у дітей як ускладнення СГЕ, проведений науковцями у 2017 р. [38], засвідчив необхідність подальшої оптимізації лікувально-профілактичних заходів щодо цієї патології. Наявні на сьогодні дані літератури стосовно проблеми мінерального обміну в організмі дітей в цілому і локальних порушень в контексті стоматологічного статусу, зокрема; вплив різноманітних негативних чинників на розвиток карієсу як ускладнення ПФЗ, потребують подальшого поглибленого вивчення і розробки комплексу лікувально-профілактичних заходів для мінімізації цих порушень.

Висновки.

1. Аналіз досліджень щодо ролі показників мінерального обміну у розвитку ускладнень порушень формування зубів у дітей свідчить про превалювання каріозного ураження, обумовленого впливом загаль-

них та місцевих чинників, зокрема недостатнім мінералізуючим потенціалом сироватки крові, ротової рідини тощо.

2. Узагальнення досліджень щодо ролі показників мінерального обміну у розвитку ускладнень порушень формування зубів у дітей створює підґрунтя для розробки та впровадження комплексу лікувально-профілактичних заходів із застосуванням сучасних засобів ремінералізуючої терапії.

Перспективи подальших досліджень.

Наявність проблеми, пов'язаної зі змінами процесів мінерального обміну як причини розвитку порушень формування зубів у дітей, свідчить про необхідність розробки та впровадження комплексу лікувально-профілактичних заходів із застосуванням сучасних засобів ремінералізуючої терапії для профілактики їх ускладнень, у тому числі – карієсу зубів.

References / Література

1. Ishutko IF. Vplyv khimichnykh elementiv na strukturu i vlastyivosti emali. Stomatoloh. 2014;2:31-37. Dostupno: [http://www.C:/Users/user/Downloads/sonkp_2014_1_7%20\(1\).](http://www.C:/Users/user/Downloads/sonkp_2014_1_7%20(1).) [in Ukrainian].
2. Kunin A, Evdokimova A, Moiseeva N. Age related differences of tooth enamel morphochemistry in health and dental caries. EPMA J. 2015;6(1):3.
3. Liubarets SF. Porushennia formuvannia zubiv ta yikh uskladnennia u ditei: diahnostyka, likuvannia, profilaktyka [avtoref. dysertatsii]. Kyiv: Natsionalnyi medychnyi universytet imeni O. O. Bohomoltsia; 2019. 40 s. [in Ukrainian].
4. Labii YuA. Shliakhy pidvyshchennia rezystentnosti emali zubiv u ditei, khvorykh na systemnu hipoplaziiu emali, shcho prozhyvaiut v raionakh iz riznym antropohennym zabrudnenniam [avtoref. dysertatsii]. Iv. Frankivsk: Iv. Frankivskiy. nats. med. un-t; 2016. 15 s. [in Ukrainian].
5. Crombie F, Cochrane N, Manton D, Palamara J, Reynolds E. Mineralisation of developmentally hypomineralised human enamel in vitro. Caries Res. 2014;47(3):259-63.
6. Vasko LV, Kiptenko LI, Hortynska OM, Hryntsova NB. Histolohichna budova orhaniv rotovoi porozhnyny. Budova zubiv. Sumy: SumDU; 2016. 57 s. [in Ukrainian].
7. Sorochenko HV. Kliniko-eksperymentalne obhruntuvannia shliakhiv ta metodiv pidvyshchennia karierezystentnosti emali postiinykh zubiv z riznym rinvnem mineralizatsii [avtoref. dysertatsii]. Kyiv: Nats. med. un-t; 2017. 31 s. [in Ukrainian].
8. Kitazono CF, Mussolino de QA, Bezerra da SRA, Sawamura R, Bachmann L, Silva LAB, et al. Oral aspects in celiac disease children: clinical and dental enamel chemical evaluation. Academic Journal Jun. 2015;119(6):636-43.
9. Sheshukova OV, Trufanova VP, Polishchuk TV. Nekariozni urazhennia zubiv (vydannia 2-e, dopovnene ta pereroblene). Poltava: Astraia; 2019. 154 s. [in Ukrainian].
10. Liubarets SF. Osoblyvosti zmin rezystentnosti emali postiinykh zubiv u ditei z porushenniamy yikh formuvannia. Visnyk problem biolohii i medytsyny. 2018;1(146):287-90. [in Ukrainian].
11. Katayoun S, Daryoush A, Morteza A. Prevalence and predictors of Molar Incisor Hypomineralization (MIH) among rural children in Northern Iran. Iran J Public Health. 2016;45(11):1528-30.
12. Liubarets SF, Kopylova OV, Belinhio TO, Kolbasynska VM, Siechyna IM, Liubarets TF. Hiihienichni stan porozhnyny rota, riven slgA, mineralni skladovi rotovoi ridyny ta optymizatsiia profilaktychnykh zakhodiv u ditei z hipoplazieiu emali zubiv na tli komorbidnoi patolohii. Problemy radiatsiinoi medytsyny ta radiobiolohii. 2015;20:125-35. [in Ukrainian].
13. Liubarets SF. Intensyvnist kariiesu u ditei z porushenniamy formuvannia zubiv, postrazhdalych vnaslidok avarii na Chornobylskii AES. Problemy radiatsiinoi medytsyny ta radiobiolohii. 2021;26:326-36. DOI: [10.331145/2304-8336-2021-26-426-436](https://doi.org/10.331145/2304-8336-2021-26-426-436). [in Ukrainian].
14. Afanasiev DE, Liubarets SF. Odontolohichni efekty ionizuiuchoho vyprominiuvannia (ohliad). Problemy radiatsiinoi medytsyny ta radiobiolohii. 2020;25:18-55. DOI: [10.331145/2304-8336-2020-25-18-55](https://doi.org/10.331145/2304-8336-2020-25-18-55). [in Ukrainian].
15. Melnyk VS, Horzov LF, Bilyshchuk LM. Profilaktyka stomatolohichnykh zakhvoriuvan. Uzhhorod : FOP Danylo S. I.; 2019. 136 s. [in Ukrainian].
16. Editors of Encyclopaedia Britannica. Saliva. Britannica; 2024. Available from: <https://www.britannica.com/science/saliva>.
17. Klitynska OO. Kompleksne obhruntuvannia rannoi diahnostyky, profilaktyky ta poetapnoho likuvannia kariiesu u ditei, yaki postiino prozhyvaiut v umovakh bioheokhimichnoho defitsytu fluoru ta yodu [avtoref. dysertatsii]. Poltava: Ukrainka med. stomat. akademiia; 2015. 38 s. [in Ukrainian].
18. Oksytsiuk YuV, Rozhko MM. Osoblyvosti mikrokrystalizatsii rotovoi ridyny u ditei pry kariiesi zubiv iz vrakhuvanniam klimato-heohrafichnykh umov yikh prozhyvannia. Visnyk problem biolohii i medytsyny. 2014;2(111):374-8. [in Ukrainian].
19. Soviak OO. Osoblyvosti klinichnoho perebihu mnozhynnoho kariiesu zubiv ta obhruntuvannia likuvalno-profilaktychnykh zakhodiv u ditei shkilnoho viku [avtoref. dysertatsii]. Lviv: Lvivskiy nats. med. un-t; 2016. 21 s. [in Ukrainian].
20. Sharma A, Meenakshi B, Rama KV, Srinivasan V. Salivary levels of calcium and phosphorus in children with and without early childhood caries: A pilot study. SRM Journal of Research in Dental Sciences. 2019;11(2):72 DOI: [10.4103/srmjdrds.srmjdrds_5_20](https://doi.org/10.4103/srmjdrds.srmjdrds_5_20).
21. Pandey P, Reddy NV, Rao VAP, Saxena A, Chaudhary CP. Estimation of salivary flow rate, pH, buffer capacity, calcium, total protein content and total antioxidant capacity in relation to dental caries severity, age and gender. Contemp Clin Dent. 2015;6(1):65-71.
22. Bilous IV. Chynnyky ryzyku rozvytku ta shliakhy profilaktyky systemnoi hipoplazii emali zubiv u ditei [avtoref. dysertatsii]. Iv.-Frankivsk: Iv.-Frankivska derzh. med. akademiia; 2004. 21 s. [in Ukrainian].
23. Kulyhina VM, Pylypiuk Olu. Pokaznyky doslidzhennia shvydkosti slynovydilennia, pH rotovoi ridny i stanu kyslotno-luzhnoi rinvnoby v ditei z yuvenilnym revmatoidnym artrynom. Klinichna ta eksperymentalna patolohiia. 2015;14.1(51):84-8. [in Ukrainian].
24. Kulyhina VM, Pylypiuk Olu. Eksperymentalne doslidzhennia efektyvnosti zaproponovanoho metodu profilaktyky kariiesu zubiv na modeli adiuvantnoho artrytu u tvaryn. Visnyk morfolohii. 2015;21(1):44-9. [in Ukrainian].
25. Singh V, Arora R, Bhayya D, Singh D, Sarvaiya B, Mehta D. Comparison of relationship between salivary electrolyte levels and dental caries in children with Down syndrome. J Nat Sci Biol Med. 2015;6(1):144-8.
26. Abd Al Zaher Khalifa MA, Abouelkheir HM, Khodiyar SE, Mohammed GAM. Salivary composition and dental caries among children controlled asthmatics. Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis. 2014;63(4):777-88.
27. Krynychnykh H, Shuvalov S, Pavlov V, Kulytska O, Nahaichuk V, Muntian M. Densytometrychnyi metod otsiniuvannia shchilnosti kistkovoї tkanyny frontalnoho viddilu verkhnoi shchelepy z prohnostychnoiu metoiu. Ukrainskiy stomatolohichnyi almanakh. 2023;3:44-48. [in Ukrainian].

28. Khalatbari H, Binkovitz LA, Parisi MT. Dual-energy X-ray absorptiometry bone densitometry in pediatrics: a practical review and update. *Pediatr Radiol*. 2021;5:25-39. DOI: [10.1007/s00247-020-04756-4](https://doi.org/10.1007/s00247-020-04756-4).
29. Smoliar NI, Solonko HM. Osnovni pokaznyky kaltsii fosforoho obminu u ditei z mnozhynnym kariiesom, yakym provodyly sanatsiiu pid zahalnym zneboleнням, ta yikhnia informatyvni. *Novyny stomatologii*. 2014;2(79):94-7. [in Ukrainian].
30. Durá Travé T, Gallinas Victoriano F. Dental caries in children and vitamin D deficiency: a narrative review. *European Journal of Pediatrics*. 2024;183:523-8. DOI: [10.1007/s00431-023-05331-3](https://doi.org/10.1007/s00431-023-05331-3). [in Ukrainian].
31. Botelho J, Machado V, Proença L, Delgado AS, Mendes JJ. Vitamin D deficiency and oral health: a comprehensive review. *Nutrients*. 2020;12:1471.
32. Jha A, Jha S, Shree R, Kumar A, Menka K, Shrikar M. Association between serum ferritin, hemoglobin, vitamin D3, serum albumin, calcium, thyrotropin-releasing hormone with early childhood caries: a case-control study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021;14:648-51.
33. Williams TL, Boyle J, Mittermuller BA, Caroline Carrico C, Schroth RJ. Association between Vitamin D and dental caries in a sample of Canadian and American preschool-aged children. *Nutrients*. 2021;13:4465.
34. Dimova M, Dimitrova D. Study of the dietary minerals intake of children with early childhood caries. *Archives of the Balkan Medical Union*. 2019;54(3):540-8. DOI: [10.31688/ABMU.2019.54.3.21](https://doi.org/10.31688/ABMU.2019.54.3.21).
35. Castañeda-Sarmiento S, Uchima Koecklin K, Belen Barahona Hernandez M, Pereda Santos G, César Bruno Luyo J, César Sánchez Sotomayor J, et al. Association between developmental defects of enamel and early childhood caries in children under 6 years old: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2022;8(9):10479. DOI: [10.1016/j.heliyon.2022.e10479](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10479).
36. Liubarets SF, Antamonov ML. Kryterii prohnozuvannia vynykennia kariiesu u ditei z hipoplazieiu emali postiinykh zubiv z urakhuvanniam antropohennykh chynnykiv dovkillia. *Environment and Health*. 2018;4:32-5. [in Ukrainian].
37. Liubarets SF, Savychuk OV, Shapovalova HI. Retrospektyvnyi analiz kariioznoho urazhennia tverdykh tkanyn zubiv u ditei z radiatsiino zabrudnenykh unaslidok avarii na Chornobylskii AES terytorii Ukrainy. *Suchasna pediatria*. 2024;1(37):76-84. DOI: [10.15574/SP/2024.137.76](https://doi.org/10.15574/SP/2024.137.76). [in Ukrainian].
38. Kril IA. Suchasnyi pohliad na likuvannia systemnoi hipoplazii emali zubiv ta profilaktyku yii uskladnennia kariiesom u ditei. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*. 2017;3.1(137):57-60. DOI: [10.32402/dovkil2018.04.032](https://doi.org/10.32402/dovkil2018.04.032).

РОЛЬ ПОКАЗНИКІВ МІНЕРАЛЬНОГО ОБМІНУ У РОЗВИТКУ УСКЛАДНЕНЬ ПОРУШЕНЬ ФОРМУВАННЯ ЗУБІВ У ДІТЕЙ

Любарець С. Ф., Любарець Т. Ф.

Резюме. Порухення формування зубів становлять значну частку стоматологічних захворювань у дітей. Мінеральні складові відіграють головну роль у процесах мінералізації твердих тканин зубів. Зміни мінерального обміну в організмі дитини з порушеннями формування зубів зумовлюють виникнення ускладнень, насамперед карієсу.

Мета: проаналізувати та узагальнити існуючі дослідження щодо ролі показників мінерального обміну у розвитку ускладнень порушень формування зубів у дітей з метою розробки та впровадження комплексу лікувально-профілактичних заходів із застосуванням сучасних засобів ремінералізуючої терапії.

Основна частина. Розвиток карієсу у дітей з порушеннями формування зубів обумовлений впливом багатьох чинників. Загальні карієсогенні чинники включають: порушення мінерального обміну, наявність соматичних захворювань тощо. До місцевих карієсогенних чинників відносяться зміни кількісного і якісного складу слини, наявність патогенної мікрофлори в зубному нальоті тощо. Місцевим фактором ризику ускладнень системної гіпоплазії емалі у дітей є, зокрема, значне підвищення вмісту в слині молочної, піровиноградної кислот та активності лактатдегідрогенази. Це свідчить про посилення процесів анаеробного гліколізу, що виникає при порушенні фізіологічних процесів в тканинах порожнини рота з підсиленням процесів окислення. Ймовірність виникнення карієсу, як ускладнення у дітей з молярно-різцевою гіпомінералізацією емалі, корелює зі змінами кальцій-фосфорного обміну та показниками тесту емалевої резистентності.

Висновки. 1. Аналіз досліджень щодо ролі показників мінерального обміну у розвитку ускладнень порушень формування зубів свідчить про превалювання каріозного ураження, обумовленого впливом загальних та місцевих чинників, зокрема недостатнім мінералізуючим потенціалом сироватки крові та ротової рідини.

2. Узагальнення досліджень щодо ролі показників мінерального обміну у розвитку ускладнень порушень формування зубів створює підґрунтя для розробки та впровадження комплексу лікувально-профілактичних заходів із застосуванням сучасних засобів ремінералізуючої терапії.

Ключові слова: мінеральний обмін, емаль, слина, гіпоплазія, карієс.

THE ROLE OF INDICATORS OF MINERAL METABOLISM IN THE DEVELOPMENT OF COMPLICATIONS OF TOOTH FORMATION DISORDERS IN CHILDREN

Liubarets S. F., Liubarets T. F.

Abstract. Disturbances in the formation of teeth constitute is a significant share of dental diseases in children. Mineral components play a major role in the processes of mineralization of the hard tissues of the teeth. Changes in mineral metabolism in the body of a child with teeth formation disorders lead to complications, primarily caries.

Aim: to analyze and summarize existing research on the role of indicators of mineral metabolism in the development of complications of tooth formation disorders in children as the background of the development and implementation of a complex of therapeutic and preventive measures with the use of modern means of remineralizing therapy.

Main part. The development of caries in children with disorders of tooth formation is due to the influence of many factors. Common cariogenic factors include: disturbances in mineral metabolism, the presence of somatic diseases, etc. Local cariogenic factors include changes in the quantitative and qualitative composition of saliva, the presence of pathogenic microflora in dental plaque, etc. A local risk factors for complications of systemic enamel hypoplasia in children are, in particular, a significant increase in the content of lactic and pyruvic acids in saliva and the activity of lactate dehydrogenase. This indicates the strengthening of the processes of anaerobic glycolysis, which occurs when the physiological processes in the tissues of the oral cavity are disturbed with the strengthening of the

oxidation processes. The probability of caries occurrence as a complication in children with molar-incisor enamel hypomineralization correlates with changes in calcium-phosphorus metabolism and enamel resistance test indicators.

Conclusions. 1. Analysis of studies on the role of mineral metabolism indicators in the development of complications of tooth formation disorders indicates the prevalence of carious lesions due to the influence of general and local factors, in particular, insufficient mineralizing potential of blood serum and oral fluid.

2. The generalization of studies on the role of mineral exchange indicators in the development of complications of tooth formation disorders creates the basis for the development and implementation of a complex of therapeutic and preventive measures with the use of modern means of remineralizing therapy.

Key words: mineral exchange, enamel, saliva, hypoplasia, caries.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та його внесок до статті:

Liubarets S. F.: <https://orcid.org/0000-0002-0995-2812> ^{ABCDEF}

Liubarets T. F.: <https://orcid.org/0000-0002-3804-6106> ^{BCDEF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors of the article confirm that they have no conflict of interest. / Автори статті підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Liubarets Svitlana Fedorivna / Любарець Світлана Федорівна

Bogomolets National Medical University / Національний медичний університет імені О. О. Богомольця

Ukraine, 03057, Kyiv, 1 Zoologichna str. / Адреса: Україна, 03057, м. Київ, вул. Зоологічна 1

Tel.: +380984324254 / Тел.: +380984324254

E-mail: slub@ukr.net

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

Received 11.07.2024 / Стаття надійшла 11.07.2024 року

Accepted 15.11.2024 / Стаття прийнята до друку 15.11.2024 року

DOI 10.29254/2077-4214-2024-4-175-63-74

UDC 616.65-006.6:[616-008.9+616-053]-092

Nalbandian T. A., Antonyan I. M.

SIGNIFICANCE OF AGE AND CONCOMITANT PATHOLOGY WITH METABOLIC DISORDERS IN THE CARCINOGENESIS OF PROSTATE CANCER

Kharkiv National Medical University (Kharkiv, Ukraine)

taron.nalbandian@gmail.com

In Ukraine, as in the rest of the world, prostate cancer ranks first in the structure of cancer and is a leading cause of death among older men, with the highest incidence rates in the age group of 75-79 years and mortality rates in the age group of 80-84 years. The results of studies, systematic reviews and meta-analyses indicate that many factors of prostate cancer carcinogenesis cannot be modified (age and genetic predisposition associated with race or ethnicity or family history, etc.) and factors that can be corrected (diet, comorbidities, medications and other disorders that have a systemic effect on the body). The patient's age is associated with ageing, which is related to various metabolic disorders and leads to the development of comorbidities, among which the most notable are cardiovascular disease, obesity, diabetes mellitus, and metabolic syndrome. The metabolic dyslipidemia inherent in these diseases may contribute to carcinogenesis and is a potential target for therapeutic intervention in patients with prostate cancer. Preventing the development of lethal PCa is more important than reducing the overall incidence. However, modern methods of PCa treatment are aimed mainly at the proliferative activity of cells, which is absent in the cells of dormant metastases, making them resistant to standard methods of anticancer therapy, which gives grounds for justifying additional methods of treatment or correction of treatment tactics in patients with this pathology. A promising area is the active detection and timely correction of metabolic disorders in patients with PCa.

Key words: prostate cancer, age, diabetes mellitus, obesity, metabolic dyslipidemia, metabolic syndrome.

Connection of the publication with planned research works.

The study was carried out according to the research plan of the Department of Urology and Pediatric Urology of KhNMU: "Diagnosis and treatment of urological diseases in adults and children" (state registration number 0122U600028).

Introduction.

Over the past decades, in many regions of the world, prostate cancer (PCa) has been ranked first in the structure of cancer and is a leading cause of death in older men [1, 2]. In 2022, almost 1.5 million new cases were registered worldwide, and nearly 400 thousand men died from this disease [3]. By 2030, these indicators will increase to 1.7 million and 500 thousand, respectively [4].