

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ ЛЬВІВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

Титуса Андрій Васильович

УДК: 616.391-008.64:546.41]-036-053.51-08.

Дисертація

**Субклінічний дефіцит кальцію у дітей раннього шкільного віку: шляхи
формування та корекції**

228 – педіатрія

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.

_____ А.В. Титуса

Науковий керівник: **Няньковський Сергій Леонідович**, доктор медичних наук,
професор

Львів – 2023

АНОТАЦІЯ

Титуса А.В. Субклінічний дефіцит кальцію у дітей раннього шкільного віку: шляхи формування та корекції. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 228 – педіатрія (галузь знань 22 – охорона здоров'я). – Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького МОЗ України, Львів, 2023.

У дитинстві одним із найважливіших харчових ризиків є погані харчові звички. Їхнє становлення забезпечується трьома основними чинниками: сім'єю, засобами масової інформації та школою. Погані харчові звички у дитячому віці включають пропуски прийому їжі, вживання великої кількості обробленої, модифікованої їжі та дотримання модних дієт. Одним із наслідків цих поганих харчових звичок є недостатнє споживання мікроелементів та вітамінів, зокрема кальцію та вітаміну D, які є такими важливими на цій стадії розвитку. Клінічні особливості дефіциту вітаміну D та кальцію у дітей молодшого шкільного віку вивчені недостатньо.

Це обумовило мету дослідження – підвищити ефективність діагностики та своєчасної корекції субклінічного дефіциту кальцію у дітей молодшого шкільного віку шляхом впровадження сучасних методів оцінки нутритивного забезпечення, оптимальних методів діагностики та впровадження ефективної корекції дефіциту кальцію та вітаміну D з використанням модифікації дієти та застосування препаратів кальцію та вітаміну D.

Для досягнення мети роботи і вирішення поставлених завдань було проведено 5 етапів дослідження.

На першому етапі нашого дослідження в 2-ох загальноосвітніх школах міста Львова було роздано 250 анкет, які містили питання щодо харчової поведінки учнів, а саме – режиму харчування і найбільш вживаних продуктів. Отримано відповіді по 190 анкетах (76 % від загальної кількості

розісланих). Перший етап дослідження проводився протягом 2018-2019 років.

В опитуванні взяли участь 81 хлопчик (42,63%) та 109 дівчаток (57,36%). Діти були розділені за віком: 6-7 років (21,6 %), 8 років (20,0%), 9 років (19,0 %), 10 років (26,8 %), 11 років (12,6 %).

Згідно аналізу результатів анкетного опитування 71,1% школярів мали добрий апетит, знижений – 18,3%, поганий – 5,3%, надмірний – 5,3% дітей. 13,7 % батьків вважали, що дитина споживала недостатній об'єм їжі, 2,1% – надмірний. 14,3% батьків відзначили нерегулярність харчування дитини.

Були визначені наступні порушення харчової поведінки: 159 школярів (83,6%) їли безпосередньо перед сном, 64 дитини (33,6%) споживали їжу під час перегляду телевізора, при користуванні комп'ютером, іншими електронними гаджетами. Біля половини школярів пропускали обіди в школі (41%), часто споживали печиво (82,1%), солодощі (71%), булочки (63,7%), їжу швидкого приготування (8,4%). 11,6% школярів знаходились на різноманітних, потенційно дефіцитних дієтах.

Середній ріст дітей становив $132,99 \pm 10,32$ см, маса $28,00$ [24,05; 34,00] кг. Статистично значущої відмінності за ростом та вагою між дівчатами та хлопчиками виявлено не було. У всіх дітей були відсутні клінічні ознаки дефіциту кальцію та або вітаміну D.

На другому етапі нашого дослідження нами був проведений аналіз добового споживання нутрієнтів за допомогою 3 денних харчових щоденників з наступною обробкою отриманих даних ліцензованою комп'ютерною програмою Dietplan 7. Були розраховані наступні показники: добова калорійність харчування, кількість спожитих білків, жирів, вуглеводів, макроелементів, есенціальних мікроелементів, вітамінів.

Аналіз забезпечення основними нутрієнтами школярів було виконано у 172 дітей (середній вік – $9,02 \pm 1,63$; 42,4% хлопчиків та 57,6% дівчаток).

Згідно аналізу харчової цінності добових раціонів було визначено, що середнє значення добового споживання кальцію становило 750,0 мг (норма

800 мг) на добу [603,0; 949,0] у хлопчиків та 646,0 мг (норма 800 мг) на добу [502,5; 744,5] у дівчат ($< 0,01$).

Недостатнє добове споживання кальцію було визначено у 50,7 % хлопчиків та у 70,7 % дівчат. У віковій групі 6-7 років споживання кальцію було зниженим у 76,3 %, у 8 років – у 70,3 %, у 9 років – у 35,5 %, у віці десять років – 61,4 %, у віці одинадцять років – у 63,6 % школярів.

Було встановлено, що середнє значення добового споживання вітаміну D у школярів становило 2,6 мкг (норма 5 мкг) [1,7; 4,1] у хлопчиків та 2,0 мкг (норма 5 мкг) [1,2; 3,1] у дівчаток ($< 0,01$). Знижене споживання вітаміну D нами було визначено у 84,9 % хлопчиків та 96,9 % дівчат.

Крім недостатнього денного споживання кальцію та вітаміну D для школярів початкових класів характерним був дефіцит денного споживання поліненасичених жирних кислот (66,9 %), харчових волокон (48,8 % дітей), мононенасичених жирних кислот (48,3 %), жирів (42,4 % дітей), білків (31,4 % дітей), вуглеводів (30,2 %), енергії (27,3 %). У 90,7 % школярів було визначено добовий дефіцит споживання йоду, у 80,8 % - магнію, у 69,2 % - селену, у 64,0 % - заліза, у 39,0 % - цинку. У 95,4 % школярів спостерігалось недостатнє добове споживання вітаміну E, у 92,5 % - біотину, у 75,1 % - ретинолу, вітаміну C у 70,9 %, у 40,5 % - фолатів, у 69,9 % - каротину, у 54,6 % - пантотенату, у 39,6 % - рибофлавіну, у 36,6 % - ніацину.

На третьому етапі нашого дослідження у 56 дітей із зниженим рівнем добового споживання кальцію та вітаміну D було визначено рівні загального та іонізованого кальцію та вітаміну D в сироватці крові та рівня кальцію у волоссі.

Середнє значення рівня загального кальцію у сироватці крові у дітей з добовим дефіцитом споживання кальцію та вітаміну D становило 2,39 ммоль/л, іонізованого – 1,27 ммоль/л, вітаміну D – 20,20 нг/мл.

Знижений рівень загального кальцію у крові було визначено у 2 хлопчиків (3,6 %) та у 13 дівчат (23,2 %) ($p < 0,01$), іонізованого кальцію – у 1

хлопчика (1,8 %) та у 8 дівчат (14,3%) ($p < 0,01$), вітаміну D – у 8 хлопчиків (14,3 %) та у 19 (33,9 %) дівчат ($p = 0,02$) цієї групи.

За допомогою кореляційного аналізу ми визначали вплив різних факторних ознак, які можуть діяти в різних напрямках одночасно або послідовно, на результативну ознаку.

Згідно отриманих нами даних максимальні позитивні значення коефіцієнту кореляції R Спірмена спостерігались між рівнем кальцію у крові та частотою споживання молока ($R = 0,58$, $p < 0,01$), йогуртів ($R = 0,56$, $p < 0,01$). Високі значення коефіцієнта кореляції виявлені для перекусів із молочними продуктами ($R = 0,55$, $p < 0,01$), більшої частоти споживання молочних продуктів ($R = 0,51$, $p < 0,01$), споживання риби ($R = 0,50$, $p < 0,01$).

При визначенні впливу нутрієнтів на рівень кальцію у крові нами було визначено, що високий рівень кальцію у крові спостерігався при високих значеннях споживання вітаміну D ($R = 0,45$, $p < 0,01$).

Нами було встановлено, що високі значення споживання кальцію ($R = 0,68$, $p < 0,01$) та пантотенату ($R = 0,51$, $p < 0,01$) достовірно взаємопов'язані з високими значеннями вітаміну D крові.

Натомість, нами було визначено, що низький рівень вітаміну D у крові також часто супроводжувався такими факторами, як небажання їсти молоко/сир ($R = -0,48$, $p < 0,01$), м'ясо ($R = -0,48$, $p < 0,01$) та овочі ($R = -0,37$, $p < 0,01$), а також недостатнім споживанням фруктів ($R = -0,49$, $p < 0,01$), м'яса ($R = -0,39$, $p < 0,01$), риби ($R = -0,39$, $p < 0,01$) та овочів ($R = -0,36$, $p < 0,01$).

Концентрацію кальцію зазвичай визначають у біологічних рідинах – крові та сечі, але іноді використовують придатки шкіри – волосся та нігті. Ми використовували визначення кальцію у волоссі, через здатність накопичувати в собі різні макроелементи та відображати їх уміст за тривалий проміжок часу.

Зниження рівня загального та/або іонізованого кальцію в сироватці крові спостерігалось у 24 дітей (42,9 %) дітей зі зменшеним добовим споживанням кальцію, за даними дослідження вмісту кальцію у волоссі, знижений його рівень спостерігався у 30 дітей (53,6 %).

Рівень кальцію у волоссі залежав від кількості денного споживання кальцію у харчовому раціоні ($R=0,62$, $p < 0,01$). Низький рівень кальцію у волоссі частіше спостерігався при недостатньому вживанні молока/сиру ($R = -0,41$, $p < 0,01$), м'яса ($R = -0,45$, $p < 0,01$), риби ($R = -0,47$, $p < 0,01$) та овочів ($R = -0,35$, $p < 0,01$).

Ми також визначали вплив кількох аліментарних факторів на значення рівнів кальцію і вітаміну D у сироватці крові та кальцію у волоссі дітей молодшого шкільного віку. Так, у ході аналізу даних за методом лінійної множинної регресії було обрано 6 чинників, які при поєднанні мали вплив на рівень кальцію у крові, 5 чинників - на рівень вітаміну D у крові та 10 чинників - на рівень кальцію у волоссі.

За допомогою розроблених нами рівнянь лінійної регресії була розроблена математична модель залежності рівня кальцію у крові та волоссі, а також рівня вітаміну D у сироватці крові від ряду аліментарних факторів та електронна програма, яка дозволяє провести розрахунок очікуваного рівня кальцію у волоссі конкретної дитини на основі введення необхідної первинної інформації. На основі отриманих даних програма автоматично розраховує прогнозований рівень кальцію у волоссі та представляє результат у цифровому вигляді, в тому числі графічно, дозволяючи визначити ризик недостатності вмісту Ca у волоссі.

На четвертому етапі нашого дослідження нами було відібрано 30 дітей, у яких був знижений рівень кальцію у волоссі ($<300,0$ мг/кг), і яким були проведені диференційовані заходи корекції.

Діти були розподілені на дві групи по 15 дітей:

1) основну групу (вміст кальцію у волоссі був $181,5 \pm 86,9$ мг/кг) – яким проводилась корекція шляхом модифікації дієти та призначенням препаратів кальцію в дозі 500,0 мг та вітаміну D в дозі 5,0 мкг (200,0 МО) один раз на добу впродовж трьох місяців;

2) контрольну групу (вміст кальцію у волоссі був $164,4 \pm 80,8$ мг/кг) – яким корекція наявних дефіцитів проводилась лише шляхом модифікації дієти.

Модифікація дієти полягала у рекомендаціях додаткового введення продуктів, багатих на кальцій та вітамін D, таких як молоко (за умови відсутності непереносимості та алергії), кисломолочних продуктів, сиру, йогуртів, квасолі, бобів, броколі, іншої листової зелені, проростків пшениці, горіхів, кунжутного насіння, риби, сухофруктів, а також вершкового масла, яловичини, печінки, яєчних жовтків.

Через три місяці корекції нами встановлено, що у волоссі 66,70% школярів основної групи було істотне збільшення вмісту кальцію ($293,6 \pm 80,6$ мг/кг; $p < 0,01$), тоді як у 20,0% школярів контрольної групи було виявлено лише тенденцію до збільшення кількості кальцію у волоссі ($185,1 \pm 82,4$ мг/кг; $p > 0,05$). Рівень кальцію нормалізувався у 72,7% дівчат основної групи проти 9,1% дівчат контрольної групи.

Згідно отриманих даних, після проведеного курсу корекції комплексним препаратом кальцію й вітаміном D на фоні модифікації дієти у дітей істотно підвищився рівень кальцію у волоссі. Використання відносно невеликих доз кальцію та вітаміну D на фоні модифікації дієти виявилось доволі ефективним, дозволило зменшити навантаження на системи елімінації, зменшити ризик розвитку гіперкальціємічних станів.

Ключові слова: діти, діти шкільного віку, кальцій, вітамін D, дефіцит, дефіцит кальцію, дефіцит вітаміну D, вітамін D-зв'язуючий білок (VDBP), рецептор вітаміну D (VDR), харчування, харчова поведінка, порушення харчової поведінки.

ANNOTATION

Tytusa A.V. Subclinical calcium deficiency in children of early school age: ways of formation and correction. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 228 - pediatrics (field of knowledge 22 - health care). – Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Lviv, 2023.

In childhood, one of the most important nutritional risks is poor eating habits. Their formation is ensured by three main factors: family, mass media and school. Poor childhood eating habits include skipping meals, eating large amounts of processed, modified foods, and following fad diets. One of the consequences of these poor eating habits is insufficient intake of micronutrients and vitamins, particularly calcium and vitamin D, which are so important at this stage of development. The clinical features of vitamin D and calcium deficiency in children of primary school age have not been sufficiently studied.

This led to the goal of the study - to increase the effectiveness of diagnosis and timely correction of subclinical calcium deficiency in children of primary school age by implementing modern methods of nutritional assessment, optimal methods of diagnosis and effective correction of calcium and vitamin D deficiency using diet modification and the use of calcium and vitamin D preparations .

To achieve the goal of the work and solve the tasks, 5 stages of the research were conducted.

At the first stage of our research, 250 questionnaires were distributed in 2 secondary schools of the city of Lviv, which contained questions about the eating behavior of students, namely, the diet and the most consumed products. Answers were received for 190 questionnaires (76% of the total number sent out). The first stage of the research was conducted during 2018-2019.

81 boys (42.63%) and 109 girls (57.36%) took part in the survey. Children were divided by age: 6-7 years old (21.6%), 8 years old (20.0%), 9 years old (19.0%), 10 years old (26.8%), 11 years old (12.6 %).

According to the analysis of the results of the questionnaire survey, 71.1% of schoolchildren had a good appetite, 18.3% had a reduced appetite, 5.3% had a poor appetite, and 5.3% had an excessive appetite. 13.7% of parents believed that the child consumed an insufficient amount of food, 2.1% - excessive. 14.3% of parents noted the irregularity of the child's diet.

The following eating disorders were identified: 159 schoolchildren (83.6%) ate right before going to bed, 64 children (33.6%) consumed food while watching TV, using

a computer, or other electronic gadgets. Almost half of the students skipped school lunches (41%), often consumed cookies (82.1%), sweets (71%), rolls (63.7%), and fast food (8.4%). 11.6% of schoolchildren were on various, potentially deficient diets.

The average growth of children was 132.99 ± 10.32 cm, weight 28.00 [24.05; 34.00] kg. There was no statistically significant difference in height and weight between girls and boys. All children had no clinical signs of calcium and/or vitamin D deficiency.

At the second stage of our research, we analyzed the daily consumption of nutrients using 3-day food diaries, followed by data processing with the licensed computer program Dietplan 7. The following indicators were calculated: daily calorie intake, the amount of consumed proteins, fats, carbohydrates, macronutrients, essential trace elements, vitamins.

The analysis of the supply of basic nutrients to schoolchildren was performed in 172 children (average age - 9.02 ± 1.63 ; 42.4% boys and 57.6% girls).

According to the analysis of the nutritional value of daily rations, it was determined that the average daily calcium intake was 750.0 mg (norm 800 mg) per day [603.0; 949.0] in boys and 646.0 mg (norm 800 mg) per day [502.5; 744.5] in girls (< 0.01).

Insufficient daily calcium intake was determined in 50.7% of boys and 70.7% of girls. In the age group of 6-7 years, calcium consumption was reduced by 76.3%, at 8 years – by 70.3%, at 9 years – by 35.5%, at the age of ten – 61.4%, at the age of eleven years old - in 63.6% of schoolchildren.

It was established that the average daily intake of vitamin D among schoolchildren was 2.6 μg (norm 5 μg) [1.7; 4.1] in boys and 2.0 μg (norm 5 μg) [1.2; 3.1] in girls (< 0.01). We determined a reduced consumption of vitamin D in 84.9% of boys and 96.9% of girls.

In addition to the insufficient daily intake of calcium and vitamin D, a deficit in the daily intake of polyunsaturated fatty acids (66.9%), dietary fiber (48.8% of children), monounsaturated fatty acids (48.3%), fats (42.4% of children), proteins (31.4% of children), carbohydrates (30.2%), energy (27.3%). 90.7% of schoolchildren were found to have a daily deficiency of iodine, 80.8% of magnesium, 69.2% of selenium, 64.0% of iron, and 39.0% of zinc. Insufficient daily intake of vitamin E was observed in 95.4% of schoolchildren, biotin in 92.5%, retinol in 75.1%, vitamin C in 70.9%, folates in 40.5%, folates in 69.9% - carotene, 54.6% - pantothenate, 39.6% - riboflavin, 36.6% - niacin.

In the third phase of our study, serum total and ionized calcium and vitamin D levels and hair calcium levels were determined in 56 children with reduced daily calcium and vitamin D intake.

The average value of the level of total calcium in blood serum in children with a daily deficiency of calcium and vitamin D intake was 2.39 mmol/l, ionized – 1.27 mmol/l, vitamin D – 20.20 ng/ml.

A decreased level of total calcium in the blood was determined in 2 boys (3.6%) and 13 girls (23.2%) ($p < 0.01$), ionized calcium – in 1 boy (1.8%) and in 8 girls (14.3%) ($p < 0.01$), vitamin D – in 8 boys (14.3%) and in 19 (33.9%) girls ($p = 0.02$) of this group.

With the help of correlation analysis, we determined the influence of various factor characteristics, which can act in different directions simultaneously or sequentially, on the resulting characteristic.

According to the data we obtained, the maximum positive values of Spearman's R correlation coefficient were observed between the level of calcium in the blood and the frequency of consumption of milk ($R = 0.58$, $p < 0.01$), yogurts ($R = 0.56$, $p < 0.01$). High values of the correlation coefficient were found for snacks with dairy products ($R = 0.55$, $p < 0.01$), higher frequency of consumption of dairy products ($R = 0.51$, $p < 0.01$), fish consumption ($R = 0, 50$, $p < 0.01$).

When determining the influence of nutrients on the level of calcium in the blood, we determined that a high level of calcium in the blood was observed with high values of vitamin D consumption ($R = 0.45$, $p < 0.01$).

We found that high values of calcium intake ($R = 0.68$, $p < 0.01$) and pantothenate ($R = 0.51$, $p < 0.01$) are reliably correlated with high blood vitamin D values.

On the other hand, we determined that a low level of vitamin D in the blood was also often accompanied by such factors as reluctance to eat milk/cheese ($R = -0.48$, $p < 0.01$), meat ($R = -0.48$, $p < 0.01$) and vegetables ($R = -0.37$, $p < 0.01$), as well as insufficient consumption of fruits ($R = -0.49$, $p < 0.01$), meat ($R = -0.39$, $p < 0.01$), fish ($R = -0.39$, $p < 0.01$) and vegetables ($R = -0.36$, $p < 0.01$).

Calcium concentration is usually determined in biological fluids - blood and urine, but sometimes skin appendages - hair and nails are used. We used the determination of calcium in hair, due to its ability to accumulate various macroelements and reflect their content over a long period of time.

A decrease in the level of total and/or ionized calcium in the blood serum was observed in 24 children (42.9%) of children with reduced daily calcium intake, according to the research of the calcium content in hair, its decreased level was observed in 30 children (53.6%).

The level of calcium in the hair depended on the amount of daily calcium intake in the diet ($R=0.62$, $p < 0.01$). A low level of calcium in hair was more often observed

with insufficient consumption of milk/cheese ($R = -0.41$, $p < 0.01$), meat ($R = -0.45$, $p < 0.01$), fish ($R = -0.47$, $p < 0.01$) and vegetables ($R = -0.35$, $p < 0.01$).

We also determined the influence of several nutritional factors on the values of calcium and vitamin D levels in blood serum and calcium in hair of elementary school children. Thus, in the course of data analysis using the method of linear multiple regression, 6 factors were selected that, when combined, had an effect on the level of calcium in the blood, 5 factors on the level of vitamin D in the blood, and 10 factors on the level of calcium in the hair.

With the help of linear regression equations developed by us, a mathematical model of the dependence of the level of calcium in the blood and hair, as well as the level of vitamin D in the blood serum from a number of nutritional factors, and an electronic program that allows you to calculate the expected level of calcium in the hair of a specific child based on the input of the necessary primary information. Based on the received data, the program automatically calculates the predicted level of calcium in the hair and presents the result digitally, including graphically, allowing to determine the risk of insufficient Ca content in the hair.

At the fourth stage of our study, we selected 30 children who had a reduced level of calcium in their hair (<300.0 mg/kg) and who underwent differentiated corrective measures.

The children were divided into two groups of 15 children each:

- 1) the main group (calcium content in hair was 181.5 ± 86.9 mg/kg) - which was corrected by modifying the diet and prescribing calcium preparations in a dose of 500.0 mg and vitamin D in a dose of 5.0 μ g (200, 0 IU) once a day for three months;
- 2) the control group (calcium content in the hair was 164.4 ± 80.8 mg/kg) - in which the correction of existing deficiencies was carried out only by modifying the diet.

The modification of the diet consisted of recommendations for the additional introduction of foods rich in calcium and vitamin D, such as milk (provided there is no intolerance and allergy), sour milk products, cheese, yogurt, beans, broccoli, other leafy greens, wheat germ, nuts, sesame seeds, fish, dried fruits, as well as butter, beef, liver, egg yolks.

After three months of correction, we found that the hair of 66.70% of schoolchildren in the main group had a significant increase in calcium content (293.6 ± 80.6 mg/kg; $p < 0.01$), while in 20.0% of schoolchildren in the control group, only a tendency to increase the amount of calcium in the hair was found (185.1 ± 82.4 mg/kg; $p > 0.05$). The level of calcium normalized in 72.7% of the girls of the main group against 9.1% of the girls of the control group.

According to the obtained data, after a course of correction with a complex preparation of calcium and vitamin D against the background of diet modification, the level of calcium in the hair of children increased significantly. The use of relatively small doses of calcium and vitamin D against the background of diet modification turned out to be quite effective, it made it possible to reduce the load on the elimination systems and reduce the risk of developing hypercalcemic conditions.

Key words: children, school-age children, calcium, vitamin D, deficiency, calcium deficiency, vitamin D deficiency, vitamin D-binding protein (VDBP), vitamin D receptor (VDR), nutrition, eating behavior, eating behavior disorders.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі Педіатрія. 2020;2(53). *(Особистий внесок: самостійно зібрав клінічний матеріал, провів статистичну обробку й аналіз результатів, підготував матеріал до друку);*
2. Титуса АВ. Субклінічний дефіцит кальцію та вітаміну D у дітей молодшого шкільного віку. Проблеми клінічної педіатрії. 2021;2(52):64-71. DOI 10.24144/1998-6475.2021.52.64-71 *(Особистий внесок: взяв участь в аналізі літературних джерел, самостійно зібрав клінічний та лабораторний матеріал, провів статистичну обробку даних, підготував матеріал до друку);*
3. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Харчова поведінка та нутрієнтне забезпечення учнів у початковій школі. Здоров'я дитини. 2021;2(16):39-48. DOI [10.22141/2224-0551.16.2.2021.229877](https://doi.org/10.22141/2224-0551.16.2.2021.229877) *(Особистий внесок: взяв участь в аналізі літературних джерел, самостійно зібрав клінічний та лабораторний матеріал, провів статистичну обробку даних, підготував матеріал до друку).*
4. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Харчові дефіцити й особливості нутритивного забезпечення у дітей молодшого шкільного віку. Львівський клінічний вісник. 2021;3(35)-4(36):16-22 doi.org/10.25040/lkv2021.03-04.016 *(Особистий внесок: взяв участь в аналізі літературних джерел, самостійно зібрав клінічний та лабораторний матеріал, провів статистичну обробку даних, підготував матеріал до друку).*
5. Tytusa A, Wyszyńska J, Yatsula M, Nyankovsky S, Mazur A and Dereń K. Deficiency of Daily Calcium and Vitamin D in Primary School Children

in Lviv, Ukraine. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022;19(9):5429. DOI [10.3390/ijerph19095429](https://doi.org/10.3390/ijerph19095429) *(Особистий внесок: взяв участь в аналізі літературних джерел, написанні статті, формулюванні висновків, підготував матеріал до друку);*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Nyankovskyy S, Yatsula M, Tytusa A, Nyankovska O. Features of food behavior and nutritional deficiencies among schoolchildren in 1–4 grades. European Journal of Clinical and Experimental Medicine. 2020. 71. ISSN 2544-1361 (online); ISSN 2544-2406. *(Особистий внесок: проаналізував літературні джерела, зібрав клінічний матеріал, провів оцінку результатів, підготував матеріали до друку).*

Наукові праці, які додатково розкривають зміст дисертації:

7. Няньковський СЛ, Яцула МС, Няньковська ОС, Титуса АВ. Динаміка стану здоров'я школярів в Україні за даними анкетного опитування. Здоров'я дитини. 2018;5(13):425-431. DOI [10.22141/2224-0551.13.5.2018.141554](https://doi.org/10.22141/2224-0551.13.5.2018.141554) *(Особистий внесок: проаналізував літературні джерела, зібрав матеріал, провів оцінку результатів, підготував матеріали до друку).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, ТЕРМІНІВ.....	17
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1.ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	27
1.1 Харчування – як основний чинник збереження здоров'я дітей.....	27
1.2 Дефіцитні стани у дітей.....	31
1.3 Аліментарний дефіцит кальцію та вітаміну D у дітей.....	39
1.4 Сучасні підходи щодо корекції дефіцитних станів у дітей, зокрема дефіциту кальцію та вітаміну D.....	45
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	51
2.1 Загальна характеристика груп дослідження.....	51
2.2 Стандартні клінічні, інструментальні та лабораторні методи дослідження.....	52
2.2.1 Анкетне опитування.....	53
2.2.2 Методи оцінки фізичного розвитку.....	53
2.2.3 Методи оцінки харчового раціону.....	54
2.2.4 Методи оцінки дефіциту кальцію та вітаміну D у крові та дефіциту кальцію у волоссі.....	56
2.2.5 Аналітично-статистичний аналіз результатів обстеження.....	57
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ НУТРИТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УЧНІВ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ.....	60
3.1 Особливості харчової поведінки у дітей молодшого шкільного віку.....	60
3.2 Особливості харчового раціону та добового нутритивного споживання у школярів молодших класів.....	67

Висновок до розділу 3.....	81
РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ КАЛЬЦІЄМ ТА ВІТАМІНОМ D.....	82
4.1 Визначення основних показників кальцієвого обміну у дітей молодшого шкільного віку.....	82
4.2 Особливості взаємозв'язку аліментарного надходження кальцію та вітаміну D, їхніх рівнів у сироватці крові та у волоссі у дітей молодшого шкільного віку.....	87
4.3 Прогнозування впливу аліментарних факторів на значення рівнів кальцію і вітаміну D у сироватці крові та кальцію у волоссі дітей молодшого шкільного віку.....	105
Висновок до розділу 4.....	110
РОЗДІЛ 5. ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЄТОЛОГІЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ТА НУТРИЦЕВТИЧНОЇ КОРЕКЦІЇ ДЕФІЦИТУ КАЛЬЦІЮ ТА ВІТАМІНУ D У ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ.....	112
Висновки до розділу 5.....	123
РОЗДІЛ 6. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	125
ВИСНОВКИ.....	141
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	144
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	146
ДОДАТОК А. СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ.....	180
ДОДАТОК Б. ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ.....	182
ДОДАТОК В. ВПРОВАДЖЕННЯ В ПРАКТИКУ.....	183

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, ТЕРМІНІВ

ВООЗ - Всесвітня організація охорони здоров'я

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота

ПНЖК - поліненасичені жирні кислоти

РХ – раціональне харчування

ХП – харчова поведінка

ЦНС - центральна нервова системи

ШКТ - шлунково кишковий тракт

ЮНІСЕФ - United Nations Children's Fund

ESPGHAN - Європейське товариство дитячої гастроентерології, гепатології та харчування

IGF-I - інсуліноподібний фактор росту I

ІОМ - Institute of Medicine

МО – міжнародні одиниці

25(OH)D - 25-гідроксिवітамін D

VDBP - вітамін D-зв'язуючим білком

ВСТУП

Актуальність теми

Раціональне харчування (РХ), забезпечення усіма необхідними нутрієнтами – надзвичайно важливий чинник розвитку дітей і формування їхнього оптимального здоров'я. На сьогодні приблизно 3 млрд людей, тобто практично половина населення земної кулі, страждає від неповноцінного харчування – як від надлишкового, так і недостатнього. Досить неочікуваними для лікарів і вчених виявилися дані про недостатність мінералів та вітамінів у раціоні людей в часи відносного благополуччя. Відомо, що, крім підтримання рівноваги в обмінних процесах організму, повноцінне забезпечення потреби в мінералах та вітамінах є одним із факторів зниження ризику розвитку певних захворювань [1].

За результатами багатьох досліджень, проведених як в Україні, так і за кордоном, значна кількість дітей у різні вікові періоди має приховані або виражені дефіцити нутрієнтів: білків, жирів, вітамінів і мінералів [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Важливим етапом у житті дитини є навчання у початковій школі, коли вона довгий час проводить поза домом і родиною, коли суттєво змінюється звичний режим життя і харчування, знижується фізична активність, проте істотно збільшуються психологічні проблеми, стреси, які є наслідком великого навчального навантаження й адаптації до шкільного навчання, формуються різноманітні дефіцитні стани [10, 11, 12, 13].

У педіатричній практиці відсутній комплексний підхід до вивчення дефіциту мікронутрієнтів у дітей, лише в окремих регіонах визначені популяційні нормативи, відсутній системний аналіз чинників, що впливають на нутритивний статус дітей різного віку. У зв'язку з цим, вивчення нутритивного забезпечення дітей розцінюється як найважливіше завдання сучасної педіатрії.

Важливе місце серед харчових дефіцитів у дітей посідає дефіцит кальцію та вітаміну D [14, 15]. У 2017 р. затверджено нові норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії (наказ № 1073 від 03.09.2017 р.), що слід брати до уваги, визначаючи адекватність добового споживання нутрієнтів у школярів [16].

За даними досліджень Інституту педіатрії, акушерства та гінекології АМН України, визначено, що харчування майже 80% здорових дітей є недостатньо збалансованим із вираженим дефіцитом кальцію та вітаміну D3. Порушення кальцієвого балансу може бути зумовлено не лише харчовим дефіцитом його, а й патологічними змінами у будь-якій ланці його регуляції. Цей факт пояснює існування в клінічній педіатричній практиці варіантів безсимптомного перебігу аліментарного дефіциту кальцію з поступовою демінералізацією кісткової тканини, що посилює обмеженість компенсаторних можливостей дитини. Окрім того, доведено існування у здорових дітей молодшого шкільного віку латентного гіповітамінозу D, що суттєво впливає на кальцій-фосфорний гомеостаз та молекулярну організацію клітинних мембран і може сприяти розвитку захворювань, які розцінюються як преморбідний стан [1].

Вітамін D, а саме молекула 1,25- (ОН) 2D3 – це гормон, який регулює метаболізм кальцію та фосфору в організмі. З огляду на це, його основною функцією є підтримка рівнів кальцію та фосфору в сироватці крові для забезпечення умов щодо більшості його метаболічних функцій, включаючи мінералізацію кісток [17, 18]. Оскільки він бере участь у зростанні скелета, вітамін D вкрай необхідний у дитинстві та підлітковому віці [19].

Нормальний рівень вітаміну D у сироватці крові забезпечує поглинання 30% кальцію з їжі, а в періоди росту – понад 60-80% [20]. Ось чому дефіцит вітаміну D у дитячому віці може спричинити затримку росту та порушення функції кісток та підвищення ризику переломів у зрілому віці [21, 22].

Кальцій необхідний для багатьох біологічних процесів в організмі людини, зокрема для забезпечення структури кісток та зубів, передачі нервових сигналів, скорочення м'язів, регуляції ферментативної діяльності та згортання крові [23]. Більша кількість харчового кальцію часто рекомендується немовлятам та дітям для забезпечення усіх процесів росту та розвитку, людям похилого віку для лікування /профілактики остеопорозу та вагітним / годуючим жінкам для забезпечення підвищених фізіологічних потреб [24, 25]. Дієтичні рекомендації щодо кальцію широко варіюють у всьому світі. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) рекомендує вагітним жінкам, які проживають у регіонах з низьким споживанням кальцію, додатково вживати 1,5-2,0 г елементарного кальцію на добу з 20-го тижня вагітності та до пологів, щоб зменшити ризик гестозу [26].

Існують докази того, що дефіцит кальцію має значення у розвитку хронічної гіпертензії, інсулінорезистентності, ожиріння та раку товстої кишки. Більш актуальними для країн, що розвиваються, є потенційна роль кальцію в розвитку рахіту та остеомалачії, гіпертензивних розладах під час вагітності, остеопорозі, обмеженні внутрішньоутробного росту та передчасних пологах [27]. У середовищах, де є поширений екстремальний дефіцит кальцію, ці розлади можуть бути пов'язані між собою як в середині покоління, так і між ними [28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38].

Рекомендації щодо споживання кальцію у всьому світі залежать від віку, статі та деяких генетичних та екологічних факторів. Відповідно усі рекомендації окреслюють важливість високого споживання кальцію для поліпшення мінеральної щільності кісток та метаболізму. Адекватне споживання кальцію становить близько 1000 мг / день для дітей у віці від 6 до 8 років і близько 1300 мг / день для дітей у віці від 9 до 18 років [39].

Враховуючи важливу роль кальцію та вітаміну D у багатьох метаболічних процесах дитини виникає потреба у більш детальному вивченні сучасного

денного забезпечення цими важливими нутрієнтами дітей різних вікових груп, в тому числі у дітей молодшого шкільного віку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана в рамках комплексних науково-дослідних робіт кафедри педіатрії № 1 ЛНМУ ім. Данила Галицького: «Розробка і впровадження методів профілактики, лікування та укріплення здоров'я дітей різних вікових груп» (державний реєстраційний номер 0117U001079).

Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради медичого факультету № 1 ЛНМУ ім. Данила Галицького (протокол № 3 від 22.11.2017 р.). Дисертаційна робота пройшла біоетичні експертизи (протоколи № 1 від 31.01.2018 р. та №11 від 19 грудня 2022р.).

Мета дослідження

Підвищити ефективність діагностики та своєчасної корекції субклінічного дефіциту кальцію у дітей молодшого шкільного віку шляхом впровадження сучасних методів оцінки нутритивного забезпечення, оптимальних методів діагностики та ефективної корекції дефіциту кальцію та вітаміну D з використанням модифікації дієти та застосування препаратів кальцію та вітаміну D.

Завдання дослідження

1. Визначити особливості харчової поведінки (ХП) у дітей молодшого шкільного віку (1-4 класи).
2. Оцінити особливості харчового раціону та добового нутритивного споживання у школярів молодших класів.
3. Визначити основні показники кальцієвого обміну у дітей молодшого шкільного віку та їх кореляційну залежність від особливостей харчування дитини.

4. Дослідити особливості взаємозв'язку аліментарного надходження кальцію та вітаміну D, їхніх рівнів у сироватці крові та у волоссі у дітей молодшого шкільного віку. Порівняти ефективність інвазивного методу визначення рівня кальцію у сироватці крові та неінвазивного методу визначення вмісту кальцію у волоссі.
5. Розробити прогностичну модель впливу аліментарних факторів на значення рівнів кальцію і вітаміну D у сироватці крові та кальцію у волоссі дітей молодшого шкільного віку.
6. Порівняти ефективність дієтологічних рекомендацій та нутрицевтичної корекції дефіциту кальцію та вітаміну D та нутритивної корекції з одночасним призначенням препаратів кальцію та вітаміну D у дітей молодшого шкільного віку.

Об'єкт дослідження

Нутритивне забезпечення, субклінічний дефіцит кальцію у дітей початкової школи (1-4 класи).

Предмет дослідження

Поширеність дефіциту добового споживання нутрієнтів, клінічні, антропометричні, вміст загального, іонізованого кальцію та вітаміну D в сироватці крові, вміст кальцію у волоссі, ефективність дієтичної та медикаментозної корекції дефіциту кальцію.

Методи дослідження

Анкетне опитування (визначення антропометричних даних), оцінка харчового раціону (за допомогою комп'ютерної програми Dietplan7), біохімічні дослідження для визначення загального кальцію, іонізованого кальцію та 25-гідроксивітаміну D, визначення загального кальцію у волоссі, аналітично-статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів

Вперше визначено особливості сучасного нутритивного забезпечення школярів 1-4 класів на моделі 190 дітей 2 шкіл м. Львова. Доведений незбалансований характер харчування дітей цієї вікової групи, яке не забезпечує усіх потреб метаболізму дитини, що швидко росте і інтенсивно розвивається.

Доведено, що значна кількість дітей цієї вікової групи має порушення ХП: нерегулярно харчуються, з'їдають недостатній об'єм їжі, споживають їжу під час перегляду телевізора, безпосередньо перед сном, не обідають у школі, люблять їжу швидкого приготування, 11,6% школярів знаходяться на різноманитних дієтах.

Вперше досліджено, що майже у третини школярів початкової школи є дефіцит денного споживання білків, жирів, вуглеводів та енергії, у половини школярів – дефіцит споживання кількості харчових волокон, поліненасичених жирних кислот та мононенасичених жирних кислот. У більшості школярів є добовий дефіцит споживання кальцію та заліза, йоду, магнію, селену, вітаміну D, E, C, біотину, ретинолу, каротину, пантотенату.

На основі проведених досліджень визначено, що серед дітей із зниженим добовим споживанням кальцію та вітаміну D у 42,9 % дітей був зменшений вміст загального та /або іонізованого кальцію у крові, а у 53,6% таких дітей – у волоссі.

Проведена порівняльна оцінка ефективності визначення дефіциту кальцію у школярів початкової школи за допомогою інвазивного методу в сироватці крові та неінвазивного методу визначення кальцію у волоссі дитини. Доведена можливість і доцільність використання неінвазивного методу визначення кальцію у волоссі дитини, що дозволяє як визначити дефіцит кальцію в організмі дитини, так і контролювати процес його відновлення.

Розроблені і впроваджені в практику рекомендації щодо харчової корекції недостатнього добового споживання кальцію та вітаміну D із збільшенням споживання продуктів, багатих на кальцій та вітамін D: молока, кисломолочних

продуктів, йогуртів та сиру, квасолі і бобів, шпинату, броколі, іншої листової зелені, проростків пшениці, горіхів, кунжутного насіння, риби, сухофруктів.

Доведена недостатня ефективність дієтичної корекції дефіциту кальцію в організмі дітей раннього шкільного віку, що потребувало застосовувати призначення препаратів кальцію з вітаміном D, поєднуючи це з персоналізованою модифікацією дієти із збільшенням харчових продуктів, які містять необхідні нутрієнти.

Розроблена і впроваджена в клінічну практику прогностична модель можливості виникнення дефіциту кальцію в залежності від особливостей харчування дитини.

Удосконалена модифікація дієти у дітей 6-11 років, де школярам рекомендували додаткове введення продуктів, багатих на кальцій та вітамін D, для зниження його харчового дефіциту. Усі рекомендації, які ми надавали були персоналізованими і розробленими за участю лікаря дієтолога.

Науково обґрунтована доцільність і доведена ефективність нового підходу до лікування дефіциту кальцію школярам у віці 6-11 років з використанням модифікації дієти та призначення засобу, що вміщує 500 мг елементарного кальцію (у вигляді солі кальцію карбонату) та 200 МО ергокальциферолу 1 раз на добу впродовж трьох місяців, що сприяє нормалізації рівню кальцію у дітей з його дефіцитом.

Практичне значення одержаних результатів

Апробовано та впроваджено метод оцінки ХП нутритивного забезпечення школярів 1-4 класів за допомогою спеціально розробленої анкети, харчового щоденника та застосування комп'ютерної програми Dietplan 7, що дозволяє детально проаналізувати добове споживання усіх нутрієнтів кожною дитиною, та надати індивідуальні рекомендації дітям, у яких були визначені дефіцити споживання тих чи інших нутрієнтів.

Для дітей з доведеним добовим дефіцитом споживання кальцію та вітаміну D запропоновано неінвазивний скринінговий метод оцінки рівня кальцію

шляхом визначення вмісту кальцію у волоссі, який дозволяє визначити як дефіцит цього мікроелементу так і контролювати його нормалізацію під впливом корекції харчування та призначення лікувальних препаратів.

Для визначення ризику розвитку дефіциту кальцію розроблена прогностична модель, яка може застосовуватися у практичній охороні здоров'я.

Для дітей з доведеним дефіцитом кальцію апробований ефективний метод корекції, який включає в себе модифікацію дієти із збільшенням кількості споживання продуктів, які містять кальцій та вітамін D, з одночасним призначення комплексного препарату кальцію та вітаміну D протягом 3 місяців.

Результати роботи впроваджено в клінічну практику у 7-ми дитячих лікувально-профілактичних установ м. Львова та Львівської області: Комунальне некомерційне підприємство «Міська дитяча клінічна лікарня» (м. Львів); Комунальне некомерційне підприємство Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ»; Комунальне некомерційне підприємство «Мостиська міська дитяча лікарня»; Комунальне некомерційне підприємство «Центр первинної медико-санітарної допомоги Мостиської міської ради Львівської області»; Комунальне некомерційне підприємство «Судововишнянської міської лікарні»; Комунальне некомерційне підприємство «Центр первинної медико-санітарної допомоги Судововишнянської міської ради Львівської області»; Комунальне некомерційне підприємство «Жовківська лікарня».

Особистий внесок здобувача

Автором спільно з науковим керівником обгрунтовано актуальність дослідження, визначено мету та завдання. Самостійно проведено патентно-інформаційний пошук, розроблено дизайн дослідження, виконано дослідницьку частину роботи, в тому числі аналіз анкетування та показників нутритивного забезпечення за допомогою комп'ютерної програми Dietplan 7, здійснено статистичний аналіз отриманих результатів та їхню інтерпретацію, а також

сформульовано висновки і практичні рекомендації. Автором написано всі розділи дисертації, підготовлено матеріали публікацій.

У спільних статтях не були використані ідеї та результати роботи співавторів.

Апробація результатів дослідження

Основні положення та результати дисертаційної роботи викладені та обговорені на національних та міжнародних науково-практичних конференціях «XI International days of rehabilitation. Needs and standarts of rehabilitation» (Жешів Польща, 28 лютого – 1 березня 2019), «XII International days of rehabilitation. Needs and standarts of rehabilitation» (Жешів Польща, 20-21 лютого 2020), «XIII International days of rehabilitation. Needs and standarts of rehabilitation» (Жешів Польща, 11-12 лютого 2021), науково-практичній конференції з міжнародною участю “Актуальні питання сучасної педіатрії”. (Львів, 21-22 березня 2019) «Сучасна педіатрія з позиції доказової медицини 2020» (Львів, 5-6 листопада 2020), “Актуальні питання сучасної педіатрії” (Львів, 18-19 березня 2021)

Публікації

За темою наукової роботи опубліковано 7 наукових робіт (із них 4 у фахових наукових виданнях України, 1 - в медичній газеті України, 1 в іноземному журналі включена до міжнародної наукометричної бази даних – Scopus, 1 – у наукових матеріалах іноземної конференції).

Структура та обсяг роботи

Наукова робота складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів і методів дослідження, 3 розділів, присвячених висвітленню результатів власних досліджень, аналізу та узагальнень, висновків та практичних рекомендацій, списку використаних джерел літератури, додатків. Робота викладена українською мовою на 189 сторінках. Матеріал ілюстрований у 47 таблицях та 39 рисунках. Показчик літератури містить 340 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Харчування – як основний чинник збереження здоров'я дітей

Останнім часом ситуація зі здоров'ям дітей наблизилась до критичної: підвищується рівень загальної захворюваності та поширеність захворювань окремих органів і систем. Цьому сприяє зростання інтенсивності впливу на здоров'я дітей і підлітків факторів екологічного та медико-соціального ризику, погіршення структури харчування, зниження ефективності проведення традиційних профілактичних заходів. Важливою особливістю сучасності є стрімке зростання кількості та зміна співвідношення факторів ризику, які впливають на гомеостатичні, імунологічні показники, розвиток і стан здоров'я дитини [40].

Харчування належить до найважливіших чинників, які забезпечують підтримання здоров'я, працездатності, довголіття, творчого потенціалу та профілактику різних захворювань [41, 42, 43].

РХ дітей – це найважливіша умова підтримки здоров'я нації. Однак в даний час в силу сформованих соціально-економічних умов тільки в небагатьох людей харчування може вважатися збалансованим. Повсякденний раціон певної кількості населення - це «їжа бідняків»: вуглеводно-жировий раціон, з недостатньою кількістю тваринного білка, дефіцитом вітамінів та мікроелементів [44, 45].

Харчування є невід'ємною складовою нашого життя і займає питому вагу в формуванні здоров'я. РХ та безпосередньо харчова цінність продукту впливає на формування здорового організму дитини та є механізмом, що запобігає розвитку захворювань, які пов'язані з недостатністю або надлишком харчового раціону. Повноцінне харчування не тільки формує здоровий організм, а також зменшує негативний вплив шкідливих чинників на нього [46].

Правильно організоване харчування, що забезпечує організм усіма необхідними харчовими речовинами (білками, жирами, вуглеводами, вітамінами й мінеральними солями) та енергією, є необхідною умовою гармонійного росту й розвитку дітей дошкільного та шкільного віку, а також сприяє підвищенню стійкості організму до дії інфекцій та інших несприятливих зовнішніх факторів. Харчування школяра залишається однією із гострих тем, предметом серйозної заклопотаності лікарів, педагогів та батьків. Адже саме воно забезпечує життєво важливі функції дитячого й підліткового організму, до яких належать ріст, фізичний і розумовий розвиток, імунітет, а також відновлення тканин. Їжа – це джерело енергії зростаючого організму, вона необхідна для всіх внутрішніх і зовнішніх процесів, що відбуваються в ньому [47].

Харчування має значний вплив на здоров'я людини і не лише на фізичне, але й на психічне та когнітивне. Недостатнє споживання їжі може негативно позначитися на здоров'ї дитини. Надмірне харчування також є несприятливим, особливо надмірне споживання енергії, що призводить до надмірної маси та ожиріння. Недоїдання може спричинити затримку росту, що негативно впливає на розвиток усіх органів та систем дитячого організму. Особливо це стосується центральної нервової системи (ЦНС) та імунної системи [48].

На сьогоднішній день важливу роль в харчуванні дітей відіграє ХП та харчові звички. ХП – це сукупність звичок і способів реагування, що стосуються харчування (смакові переваги, дієта, режим харчування) та формуються за впливу культурних, соціальних, сімейних, біологічних факторів [49, 50, 51, 52, 53]. ХП починає формуватися з перших років життя, тому важливо сприяти формуванню правильної ХП та запобігти появі звички переїдати, недоїдати, появі однобічного чи вибіркового харчування, харчовим страхам та іншим розладам у дітей. Харчові розлади у дітей можуть виникати з різних причин, основна з яких незбалансоване харчування. Якщо дитина починає мало їсти несистематично або її порції стають занадто великими, недостатній чи надмірний апетит згубно позначається на роботі травної системи, провокує

порушення роботи внутрішніх органів (шлунка, печінки, кишечника, жовчного міхура, селезінки), сприяє порушенням енедокринної системи [54, 55, 56, 57, 58, 59].

Важкими розладами ХП можуть бути: неврогенна анорексія (дитяча анорексія), неврогенна булімія (дитяча булімія), орторексія, бєбірексія, спотворений апетит, компульсивне переїдання [60, 61, 62, 63].

Харчові звички переважно формуються у родинному колі, пізніше в шкільному оточенні і вони можуть бути такими, що сприяють формуванню здоров'я дитини і такими, що збільшують ризик формування дефіцитних станів, функціональних та органічних порушень дитячого організму [64, 65, 66].

У роботах Т.В. Сорокман (2021) та С.М. Зінченко (2016) розглянуті та досліджені проблеми ХП дітей раннього чи дошкільного віку [67, 68]. Залишаються недостатньо вивченими ці питання у дітей раннього шкільного віку, коли діти змінюють своє звичне соціальне середовище та харчові звички, які суттєво відрізняються від тих, що були вдома, на фоні зменшення батьківського контролю та збільшення кількості енергії на розумову діяльність, навчання, соціалізацію.

Ріст та розвиток - це складні процеси, що вимагають правильного балансу поживних речовин. До моменту, коли дитина йде до початкової школи, її мозок розвивався значно швидше, ніж у будь-який інший період життя. Ми часто використовуємо терміни «зростання» і «розвиток» як взаємозамінні, коли говоримо про дітей, які ростуть, однак кожен з них визначається різними характеристиками. Зростання - це збільшення розмірів тіла, таких як зріст і маса, тоді як розвиток - це набуття світогляду, становлення поведінки та соціальних навичок. Третім ключовим етапом є дозрівання, яке полягає у переході в доросле життя у встановлений час, залежно від статі та інших індивідуальних факторів [69].

Мальнутриція, як споживання недостатньої кількості харчових продуктів, так і достатньої кількості, але поганої якості, може зашкодити процесам зростання та розвитку дитини. Затримка цих процесів може впливати не лише на фізичні якості дитини, але й на когнітивний та нейророзвиток [70].

Діти молодшого шкільного віку швидко розвивають когнітивні, соціальні, емоційні та мовні навички, а також дрібну та грубу моторику. Відповідно, дуже важливо, щоб вони протягом цього часу отримували правильне харчування [69].

Від народження і до підліткового віку діти на кожному етапі життя мають унікальні харчові потреби. Недоїдання завдає шкоди на усіх з цих етапів, і діти можуть ніколи так і не реалізувати весь свій фізичний та інтелектуальний потенціал [71].

Коли діти починають ходити до школи, їхні харчові звички інтенсивно розвиваються. Сім'я, школа та широка соціальна комунікація впливають на вибір їжі, але діти також починають нести певну відповідальність за власний раціон. Цей перехідний період важливий для формування здорових харчових звичок на майбутнє. У цьому віці традиційні гендерні ролі та очікування починають закріплюватися у багатьох дітей - дівчата часто допомагають на кухні та доглядають за молодшими братами та сестрами, а хлопчики допомагають у забезпеченні сім'ї [72].

Дуже багато дітей шкільного віку у всьому світі їдять мало фруктів і овочів та надмірну кількість нездорових закусок з високим вмістом цукру, насичених жирів, натрію та солі - солодощі, снеки та солодкі газовані напої, які дуже популярні серед дітей шкільного віку. Низьке споживання фруктів та овочів є загальнопоширеним явищем, яке не може не насторожувати [73].

Існує чіткий взаємозв'язок між харчуванням, когнітивним розвитком та навчальними досягненнями [74]. Регулярне РХ пов'язують з вищими успіхами у школі, тоді як ультра-оброблені закуски та фаст-фуд можуть мати негативні наслідки [75].

Загальновідомо, що порушення харчування (як недоїдання, так і надмірне) протягом шкільних років може гальмувати фізичний та психічний розвиток дитини. Затримка росту (низький ріст по відношенню до віку) має довготермінові наслідки (зниження інтелектуальних досягнень та успішності у школі) [76, 77], а також призводить до зменшення розмірів тіла дорослого, а отже, до зниження працездатності та акушерських ускладнень [77]. Низький індекс маси тіла у дітей шкільного віку може призвести до затримки дозрівання, дефіциту наростання м'язової сили та працездатності, а також зниження щільності кісток у подальшому житті [78]. Школяр із надмірною масою або ожирінням також стикається з підвищеним ризиком, зокрема високого артеріального тиску, метаболічного синдрому, цукрового діабету 2-го типу та найрізноманітніших психологічних розладів [79].

1.2 Дефіцитні стани у дітей

Дані останніх років свідчать про неадекватність та незбалансованість харчування дитячого населення як в домашніх умовах, так і в дошкільних освітніх установах, школах. Відхилення виражаються у недостатньому вмісті в раціоні харчування білка при надмірному споживанні вуглеводів і жирів, дефіциті вітамінів (А, D, групи В, С, Е), мікроелементів (заліза, цинку, йоду, кальцію тощо).

Дефіцит мікронутрієнтів є важливим викликом сьогодення [71].

Мікронутрієнти - це вітаміни та мінерали, які споживаються в невеликих кількостях, але є надзвичайно важливими для біохімічних процесів організму [80]. Вони мають вирішальне значення у виробленні ферментів, гормонів та метаболітів, необхідних для росту та розвитку.

Щорічно забезпеченість мікронутрієнтами погіршується в усіх вікових групах. Це формує високий ризик порушень процесів росту та збільшення в популяції дітей з низькими параметрами фізичного розвитку. Адекватність ростових процесів відіграє важливу роль в морфофункціональному дозріванні

внутрішніх органів, стійкості метаболічних процесів та накопиченні кісткової маси у дітей [81].

На підставі останніх доступних даних, за підрахунками United Nations Children's Fund (ЮНІСЕФ), щонайменше 340 мільйонів дітей до 5 років страждають від дефіциту мікроелементів [82].

Недостатнє споживання організмом людини необхідних харчових речовин завдає істотної шкоди здоров'ю: провокує порушення обмінних процесів і розвиток асоційованих з цим захворювань [83]. До чинників, що мають певне значення у розвитку дефіцитних станів, слід віднести нестачу деяких мікроелементів у навколишньому середовищі та зміну структури харчування сучасної людини, що призводить до виникнення недостатності цілого ряду нутрієнтів. Крім того, можна виділити фактори, які посилюють наявні дефіцитні стани: екологічна ситуація, стреси, хронічні захворювання тощо, що сприяє підвищенню потреби в певних компонентах їжі (вітамінах, антиоксидантах та ін.) [84, 85, 86].

Дефіцити мікроелементів є дуже поширеними, що робить їх однією з головних проблем харчування у світі [87] та головним фактором дитячої захворюваності та смертності [88, 89, 90]. За оцінками, понад 2 мільярди людей у світі сьогодні мають дефіцит ключових вітамінів та мінералів [91].

Дефіцити найчастіше носять характер поєднаної вітамінної недостатності. Насторожує, що дефіцит вітамінів виявляється не лише взимку і навесні, але і в літньо-осінні періоди, що свідчить про формування вкрай несприятливого цілорічного типу полігіповітамінозу. Відзначено також, що полігіповітамінози часто поєднуються з дефіцитом мікроелементів [44].

Відсутність достатньої кількості нутрієнтів впливає на здоров'я, функціональну здатність, фізичний та когнітивний розвиток протягом усього життя [92, 93, 94, 95]. Описано багато захворювань та патологічних станів, які є наслідком дефіциту харчових продуктів. Сюди належать вади розвитку, затримка фізичного та когнітивного розвитку, підвищений ризик інфекційних

захворювань, а також підвищений ризик погіршення самопочуття у зрілому віці. Майже дві третини смертей дітей раннього віку у всьому світі пов'язані з дефіцитом харчування [96, 97, 98].

У дітей, які недоїдають, частіше розвиваються важкі інфекції, спричинені порушеною імунною реакцією організму [99]. Недоїдання впливає на декілька ланок імунної системи, включаючи опосередковану клітинну імунну відповідь [100], продукцію цитокінів [101] та реакцію гуморальної ланки (антитіла) [102], зокрема ту, що потребує підтримки Т-клітин [103]. Висока поширеність бактеріальних та паразитарних захворювань у бідних країнах значною мірою сприяє недоїданню [104].

Діти є найбільш вразливі до дефіциту нутрієнтів [104]. Дефіцит мікроелементів зазвичай є спричинений недостатнім споживанням корисної їжі, збільшенням витрат з боку організму, підвищеними потребами організму, який росте, неефективним використанням доступних мікроелементів через інфекції та паразитарні інвазії [99, 105]. Мікронутрієнтні дефіцити особливо актуальні для дітей, оскільки вони перебувають у фазі активного росту та розвитку і мають харчові потреби, які варіюють залежно від стадії росту та які є дещо вищими, ніж у дорослих [106]. Результати досліджень підкреслюють важливість дефіцитних станів у країнах, що розвиваються [88], і зокрема серед дітей шкільного віку [107].

Однак інформації про сироваткові рівні мікроелементів у біологічних тканинах людини є недостатньо. Для багатьох важливих елементів бракує базових рівнів у загальній популяції, а особливо у дітей [108].

Рівні мікронутрієнтів у дітей представляють особливий інтерес, оскільки достатнє споживання мікроелементів має велике значення для здоров'я в цілому, а також правильного розвитку та функціонування організму, починаючи з внутрішньоутробного життя та протягом усього періоду дитинства. Вони залучені до важливих імунно-фізіологічних функцій [109]. Наприклад, цинк є складовою частиною понад 200 ферментів і має важливе значення в обміні

нуклеїнових кислот, реплікації клітин, відновленні тканин та процесах росту [110]. Антиоксидантні функції селену в глутатіонпероксидазі мають важливе значення для захисту біологічної системи від окислення, спричиненого пероксидами [111]. Супероксиддисмутази, які зазвичай містять мідь та/або цинк, діють як антиоксиданти [111]. Залізо несе кисень до клітин і є необхідним для вироблення енергії, синтезу колагену та функціонування імунної системи [112, 113, 114], а мідь необхідна із залізом для синтезу гемоглобіну. Він працює з багатьма ферментами, зокрема з тими, що беруть участь у метаболізмі білка та синтезі гормонів [114]. Кальцій відіграє важливу роль у скороченні м'язів та регулюванні водного балансу в клітинах. Модифікація концентрації кальцію у сироватці крові призводить до зміни артеріального тиску. Магній відомий як важливий ко-фактор для багатьох ферментних систем. Він також відіграє важливу роль у нейрохімічній передачі та периферичній вазодилатації [115].

Причини виникнення дефіциту мікронутрієнтів у дітей [44]:

- первинні:
 - ✓ незбалансоване харчування;
 - ✓ недостатнє надходження вітамінів з їжею;
 - ✓ одноманітне лікувальне харчування.
- вторинні:
 - ✓ патологія шлунково-кишкового тракту, в тому числі синдром мальабсорбції;
 - ✓ порушення функції печінки;
 - ✓ підвищена екскреція (підвищений діурез);
 - ✓ порушення синтезу вітамінів групи В і К в кишечнику;
 - ✓ терапія антибактеріальними препаратами;
 - ✓ повне парентеральне харчування;
 - ✓ гемодіаліз;
 - ✓ вроджені дефекти метаболізму;
 - ✓ порушення біодоступності;

- ✓ підвищення потреби при звичайному рівні надходження (період інтенсивного росту; вагітність).

Групи ризику щодо розвитку дефіцитних станів [44]:

- діти раннього віку та підлітки в період найбільш інтенсивного росту;
- діти, що займаються спортом (мають високі фізичні навантаження);
- хворі діти (гострі інфекційні захворювання вірусного або бактеріального генезу; патологія серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту тощо);
- хворі, які тривалий час приймають лікарські препарати;
- вегетаріанці;
- діти з низьким соціально-економічним рівнем;
- вживання алкоголю, тютюнопаління.

Дефіцит мікроелементів впливає на всі вікові групи, але діти є найбільш чутливими, особливо у країнах, що розвиваються [116]. За попередніми оцінками, дефіцит мікроелементів становить приблизно 7,3% серед усіх захворювань [108]. Проведено чимало досліджень, результати яких показують рівень одного чи двох мікроелементів серед дітей [117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124], проте досить мало відомостей про рівні мікроелементів у школярів.

Належний статус мікроелементів є критично важливим для здоров'я та розвитку дитячого організму. Важка анемія, яка може бути наслідком дефіциту заліза, фолієвої кислоти або вітаміну В12, негативно впливає на працездатність, інтелектуальну діяльність та когнітивний розвиток дитини [125]. Вітамін А відіграє вирішальну роль у здоров'ї очей та імунній функції [126], а також в етіології анемії. Достатня кількість йоду має вирішальне значення для оптимізації розумового розвитку і запобігання зобу та його наслідкам [127], тоді як цинк необхідний для багатьох біологічних процесів, а його дефіцит може також впливати на розвиток мозку та процеси пізнання [128]. З'являється все більше даних щодо того, що РХ школярів має позитивний вплив на процес

пізнання, лінійний ріст, розвиток та здоров'я в цілому [129, 130, 131, 132, 133, 134, 135].

Затримка росту є дуже поширеною в країнах, що розвиваються [136], і це пов'язано з низкою несприятливих факторів протягом усього життя [137]. Недостатнє споживання енергії і білків та часті інфекції - добре відомі причини затримки росту [138, 139, 140]. Однак відіграють роль і дефіцити мікроелементів в етіології затримки росту, що почало привертати увагу клініцистів зовсім недавно [141, 142, 143]. Дефіцит мікроелементів дуже поширений у країнах з низьким рівнем доходів, і найбільш вірогідними причинами є їхній низький вміст у харчовому раціоні та низька біодоступність. Більше половини дітей дошкільного віку мають анемію, а клінічний та субклінічний дефіцит вітаміну А мають 75 мільйонів та 140 мільйонів дітей дошкільного віку відповідно [144]. Інформації про поширеність дефіциту цинку є менше, хоча нещодавно було підраховано, що приблизно половина населення світу має ризик недостатнього споживання цинку [145].

Досягнутий ріст є результатом взаємодії між генетичними факторами і наявністю макро- та мікроелементів у харчовому раціоні протягом періоду росту. Поздовжнє зростання відбувається шляхом процесів проліферації та гіпертрофії клітин (додавання нових клітин до пластинки росту кістки, що призводить до її розширення) [146]. Незважаючи на те, що контроль за ростом кісток у різних його фазах не до кінця зрозумілий, визначені ключові ролі гормону росту (GH) та інсуліноподібного фактора росту I (IGF-I). Рецептори IGF-I містяться переважно в проліферуючих кісткових хондроцитах [146], а сам IGF-I стимулює синтез колагену та протеогліканів. Ці фізіологічні функції пояснюють роль IGF-I у лінійному зростанні. Крім того, сам GH та його вплив на синтез IGF-I мають прямий вплив на ріст [147].

Харчування відіграє ключову роль у контролі процесів росту за допомогою різноманітних механізмів. Результати досліджень на тваринах вказують на те, що обмеження енергії та білків знижує концентрацію IGF-I у плазмі крові, яка

нормалізується після їхнього поповнення. Вплив зниженого споживання білка виявляється більшим, ніж той, який спостерігається при обмеженні енергії [148]. Взаємозв'язок між харчовим статусом та системою IGF-I також спостерігався і у людей: IGF-I знижується під час гострого дефіциту білка (квашіоркор) та білково-енергетичної недостатності у дітей [148]. Деякі мікроелементи також впливають на систему IGF-I. Наприклад, добре відомо, що дефіцит цинку у щурів спричиняє не лише затримку росту, але й зменшення як концентрації IGF-I у плазмі, так і рецепторів GH, які нормалізуються після поповнення запасу останнього [149]. Крім того, через вплив на систему GH / IGF-I дефіцит цинку впливає на метаболізм кісток [150].

Дослідження на щурах також показали подібне зниження концентрації IGF-I у плазмі крові, коли є дефіцит калію, магнію або тіаміну, які нормалізуються після поповнення цих поживних речовин [148]. Мідь також бере участь у процесі росту за рахунок своєї участі у зшиванні колагенових волокон, а дефіцит марганцю пов'язаний із аномаліями скелета, включаючи затримку росту, що може бути опосередковано через дефекти фізіології протеогліканів у пластині росту [146]. Нестача вітаміну D та кальцію також впливає на розвиток кісток [151].

Вітамін А вперше був визначений як фактор, що сприяє росту. Дослідження 1920–30-х років демонстрували затримку росту та дефіцит маси після гострого виснаження вітаміну А [152, 153, 154]. Однак навіть сьогодні вплив вітаміну А на лінійний ріст та формування кісток у тварин є не чіткі [155]. Judisch та ін. [156] виявили, що діти з анемією були маленькими для свого віку і що їх темпи росту прискорювались при лікуванні залізом. Однак з тих пір докази впливу дефіциту заліза на ріст були неоднозначними.

Дефіцит деяких мікроелементів, таких як залізо, магній та цинк, призводить також до анорексії [157, 158]. Це може сприяти затримці росту опосередковано.

За даними ВООЗ, дефіцит мікроелементів йоду, вітаміну А та заліза викликає найбільше занепокоєння у всьому світі [80]. Тридцять дві країни повідомили про значну частку свого населення, яка була класифікована як йододефіцитна в 2012 році [159]. Дефіцит вітаміну А є однією з важливих причин сліпоти у дітей. Як повідомлялося, на цей дефіцит у світі припадає 0,6 мільйона смертей, що становить 6% смертей серед дітей до 5 років серед дефіцитів мікроелементів у 2004 році [160]. Дефіцит заліза може призвести до передчасної смерті та порушення або затримки психічного та фізичного розвитку у дітей [161, 162].

Вітаміни групи В, D і К, а також Zn, Se та Ca вважаються життєво важливими для здоров'я та розвитку дитини. Тіамін (вітамін В1) сприяє метаболізму вуглеводів та амінокислот з розгалуженим ланцюгом [163]. Авітаміноз асоціюється з тими групами населення, які споживають низький вміст тіаміну за рахунок нежирної їжі, але з високим вмістом вуглеводів [164]. Вітамін В12 відповідає за розвиток мозку в дитинстві та синтез дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) [165]. Один огляд продемонстрував існування низького рівня вітаміну В12 у конкретних групах дітей та підлітків у п'яти країнах [166]. Вітамін D відіграє важливу роль у засвоєнні кальцію для росту кісток, остеопорозу та профілактики рахіту [167]. Вважається, що дефіцит вітаміну D є загальним, незважаючи на відсутність інформації про поширеність у світі [168]. Zn і вітамін К необхідні для синтезу білка [169, 170]. Більше 25% населення в країнах Латинської Америки, Азії та Африки було класифіковано як групи з високим ризиком дефіциту Zn [171]. Кровотечі за рахунок дефіциту вітаміну К загально визнані у новонароджених [172]. Se діє як антиоксидант, допомагаючи захистити організм від вільних радикалів [173]. Хвороба Кешана, застійна кардіоміопатія, визнана асоційованою з дефіцитом Se [174] і є ендемічною в Китаї [175]. Дефіцит Se також має відношення до хвороби Кашина-Бека (остеохондропатія) [176], хоча дефіцит йоду вважається також поширеним при цьому захворюванні [177, 178]. Са необхідний для підтримки жорсткості та

міцності кісток [179]. Було припущено, що низьке споживання Са часто спостерігається в країнах, що розвиваються [168].

Беручи до уваги викладене, стає очевидним, що контроль забезпеченості дітей есенціальними нутрієнтами є найважливішим практичним завданням педіатра. Доступ до даних про показники забезпеченості мікронутрієнтами серед школярів допоможе визначити пріоритети та створити цілеспрямовані, обґрунтовані фактичними даними програми нутритивного втручання, спрямовані на проблеми харчування, які викликають реальне занепокоєння.

1.3 Аліментарний дефіцит кальцію та вітаміну D у дітей

Кальцій є одним із ключових мінералів, необхідних для забезпечення оптимального здоров'я кісток та зубів, і є особливо важливим під час стрибків росту [180]. Він відіграє фундаментальну роль у багатьох функціях організму, зокрема таких, як стимулювання секреції гормонів, участь у скороченні м'язів та передачі нервових імпульсів, функціонуванні імунної системи, розумовій працездатності та навчанні [181, 182]. Однак найважливіше його значення - у розвитку кісткового скелету в дитячому та юнацькому віці. Отже, забезпечення належного споживання кальцію може допомогти мінімізувати проблеми росту, запобігти остеопорозу та остеопенії і захистити від переломів [183, 184]. Кальцій виконує й інші корисні функції. Деякі дослідження пов'язують належне споживання кальцію з профілактикою ожиріння, гіпертонії, каменів у нирках, резистентності до інсуліну, раку товстої кишки тощо [185, 186].

Кальцій є найпоширенішим мінералом в організмі людини і становить 1–2% від загальної маси тіла [187]. Загалом, 99% кальцію міститься у кістковому скелеті та зубах у вигляді фосфату кальцію, забезпечуючи жорсткість завдяки нерозчинним солям, які він утворює з фосфорною кислотою. Решта 1% кальцію знаходиться в позаклітинній рідині [188]. Концентрація кальцію в організмі систематично регулюється паратиреоїдним гормоном, вітаміном D та

кальцитоніном [189], а відкладення кальцію залежить від багатьох факторів, особливо віку, рівню натрію та присутності деяких тваринних білків [190].

Відкладення кальцію в кістках залежить від швидкості росту: від народження і до віку 30 років у скелеті накопичується близько 150 мг кальцію на добу [191], протягом зрілості (30-50 років) поглинання кальцію змінюється і залежить від споживання кальцію, а в літньому віці (понад 50 років) баланс кальцію стає негативним, і кістки частіше втрачають кальцій [192]. Отже, споживання кальцію в дитинстві та підлітковому віці є критичним, і адекватне його споживання в цей період життєвого циклу привертає пильну увагу для формування позитивного балансу кальцію, хорошої щільності кісток, необхідної для консолідації скелета [193], та зменшення ризику переломів і остеопорозу в подальшому [194].

Людський організм не синтезує мінерали, і їхні рівні залежать виключно від харчового раціону. Із продуктів поглинається лише 20%–40% від загального вмісту кальцію [195]. Кальцій міститься у багатьох продуктах харчування, але молоко та молочні продукти, такі як йогурт, сири та пахта, є найкращим його джерелом (~ 1150 мг / л), у них він є більш доступним та легко засвоюється. Кальцій також присутній у деяких овочах, борошні, квасолі, яйцях та рибі. Мінеральна питна вода є альтернативним джерелом кальцію для деяких груп населення [196].

Біодоступності кальцію сприяє належна кількість лактози, вітаміну D, жирів, білків, вітаміну C та наявність кислого середовища [180, 195]. І навпаки, його біодоступність знижується з продуктів, багатих щавлевою та фітиновою кислотами [180, 195]. Отже, достатнє споживання кальцію та інших поживних речовин має важливе значення для здорового росту. У дитячому віці одним з найважливіших харчових ризиків є погані харчові звички, основними факторами формування яких є сім'я, засоби масової інформації та шкільне середовище [197, 198]. Погані харчові звички включають пропуск прийомів їжі, вживання великої кількості «нездорової» їжі та дотримання певних дієт [197]. Одним із наслідків

цих поганих харчових звичок є недостатнє споживання кальцію, який є життєво необхідним для організму, який росте.

Особливістю гомеостазу кальцію є те, що на певному рівні (побудова кісткової тканини, деякі регуляторні процеси), він виступає як макроелемент. В інших випадках (регуляція мембранного збудження, зв'язок збудження з секрецією) іон кальцію поводить себе як мікроелемент [199].

Рекомендації щодо споживання кальцію у всьому світі різняться залежно від віку, статі та залежно від деяких генетичних та екологічних факторів. Але усі світові рекомендації окреслюють важливість високого споживання кальцію для поліпшення мінеральної щільності кісток. Адекватне споживання кальцію становить близько 1000 мг / добу для дітей у віці від 6 до 8 років і близько 1300 мг / добу для дітей у віці від 9 до 18 років та для підлітків [200].

Визначальне значення у регуляції процесів абсорбції та екскреції Са відіграє вітамін D. Недостатнє забезпечення Са або вітаміном D у дітей призводить до дефіциту кальцію, який в першу чергу проявляється порушенням процесу мінералізації кісткової тканини, розладами функціонування м'язової, нервової, імунної та інших систем (рисунок 1.1) [201, 202, 203].

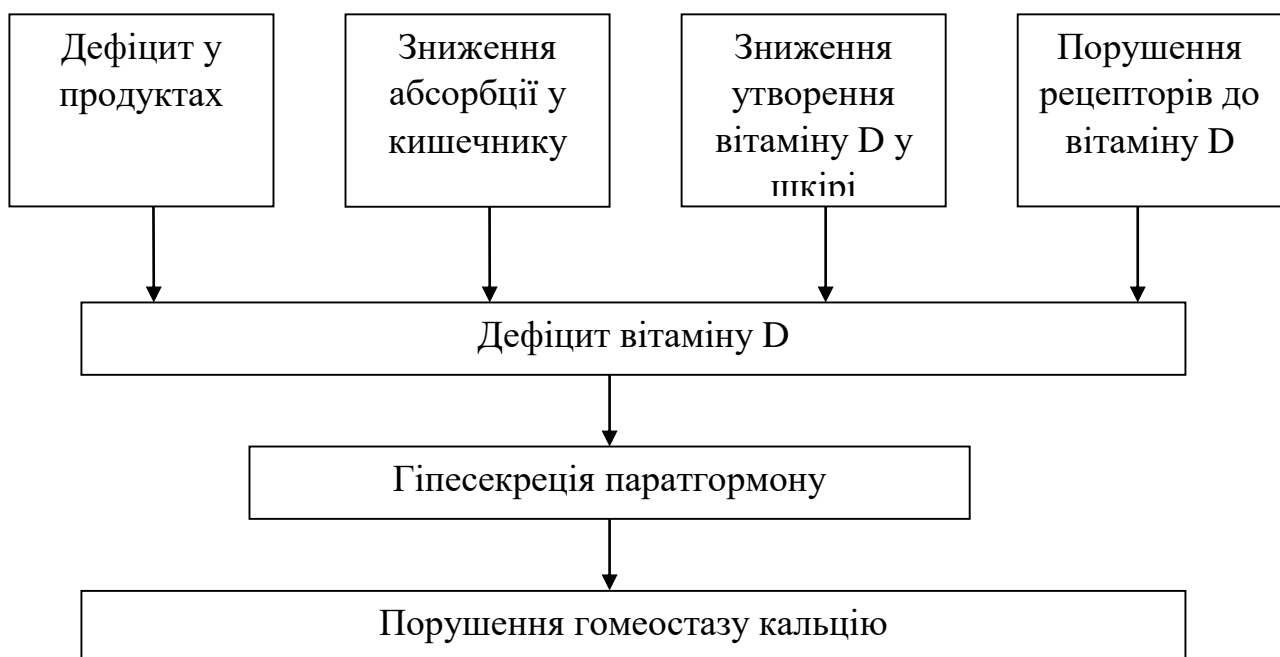


Рисунок 1.1 - Взаємозв'язок дефіциту вітаміну D та гомеостазу кальцію [204]

Дефіцит вітаміну D визнаний пандемією у зв'язку з кількістю людей, які страждають ним, і кількістю захворювань, що генеруються або стимулюються таким дефіцитом [205]. Дефіцит вітаміну D є поширеним у всьому світі, і за оцінками, 1 мільярд людей страждає від нього [206, 207]. Саме тому протягом останніх років значно зріс інтерес до вітаміну D як серед медичних працівників, так і серед громадськості.

Вітамін D можна вважати гормоном із плейотропною дією на багато органів і тканин, а його дефіцит може бути пов'язаний з багатьма патологічними станами, включаючи кісткові та позакісткові, зокрема такі як остеопенія, остеопороз, серцево-судинні захворювання, рак, аутоімунні захворювання, інфекційні захворювання, хронічна обструктивна хвороба легенів, а також когнітивний дефіцит [208, 209]. Таким чином, дефіцит вітаміну D став важливою проблемою громадського здоров'я, незважаючи на те, що широке застосування саплементації вітаміну D знизилася захворюваність на рахіт у всьому світі [210, 211].

Термін вітамін D включає вітамін D2 (ергостерол) та / або вітамін D3 (холекальциферол), оскільки вони є найбільш поширеними та активними. Вітамін D2 і D3 належать до класу стероїдів [212, 213]. Вітамін D2 не виробляється в організмі, а поступає разом з їжею. Вітамін D3 є загальноприйнятим визначенням вітаміну, він виробляється організмом. Відмінність між D2 і D3 полягає у наявності/відсутності подвійного зв'язку між вуглецем у 22-ому і 23-ому положенні та метильної групи на вуглеці у 24-ому положенні (рисунок 1.2) [214, 215, 216].

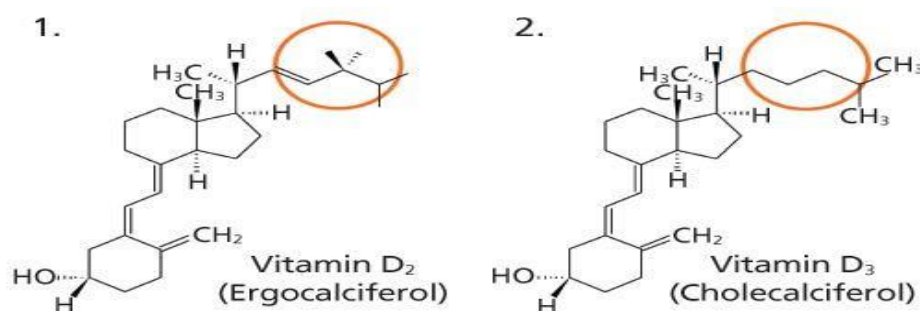


Рисунок 1.2 – Структурна різниця між вітаміном D2 і D3

Кальцитріол – основна активна форма вітаміну D – переноситься у кров'яному руслі вітамін D-зв'язуючим білком (VDBP) і опосередковує свою біологічну дію завдяки рецепторам вітаміну D (VDR), розташованим у ядрах тканин-мішеней. Вітамін D-зв'язуючий білок є основним переносником вітаміну D у кров'яному руслі, а поліморфізм гена, що його кодує, впливає на концентрацію VDBP та його спорідненість до вітаміну D. Продемонстровано зв'язок концентрації 25-гідроксिवітаміну D 25(OH)D у сироватці крові з поліморфізмом VDBP. Однонуклеотидний поліморфізм rs7041 відповідає за більшість варіацій рівнів VDBP [217].

25(OH)D є найпоширенішим метаболітом і найкращим показником для оцінки стану вітаміну D. Низький рівень 25(OH)D пов'язаний з кількома факторами, такими як пігментація шкіри, використання сонцезахисного крему, одягу, широта, сезон року, забруднення повітря, зменшення споживання їжі, синдром мальабсорбції, ожиріння, вагітність, вік, ниркова або печінкова недостатність [218, 219, 220, 221].

У дітей та підлітків рівень 25 (OH) D у крові асоціюється з профілактикою захворювань, пов'язаних з імунною системою (астма, цукровий діабет 1 типу), інфекційних захворювань (респіраторні інфекції, грип) та кардіометаболічних маркерів, оскільки доведено, що він відіграє важливу роль у функціонуванні імунної системи (рисунок 1.3) [206, 222, 223, 224]. З метою профілактики гіповітамінозу D Institute of Medicine (IOM) збільшив рекомендацію щодо потреби у вітаміні D, встановивши рекомендовану дієтичну норму 400 МО / день для дітей першого року життя та 600 МО / день для дітей від 1 до 18 років [225]. Після огляду літератури IOM зробила висновок, що рівні 25 (OH) D 20 нг / мл відповідають вимогам принаймні 97,5% населення у всіх вікових групах. [226, 227]. Незважаючи на заяву IOM, серед опублікованих досліджень все ще існують розбіжності щодо значень, що використовуються для виявлення дефіциту вітаміну D.

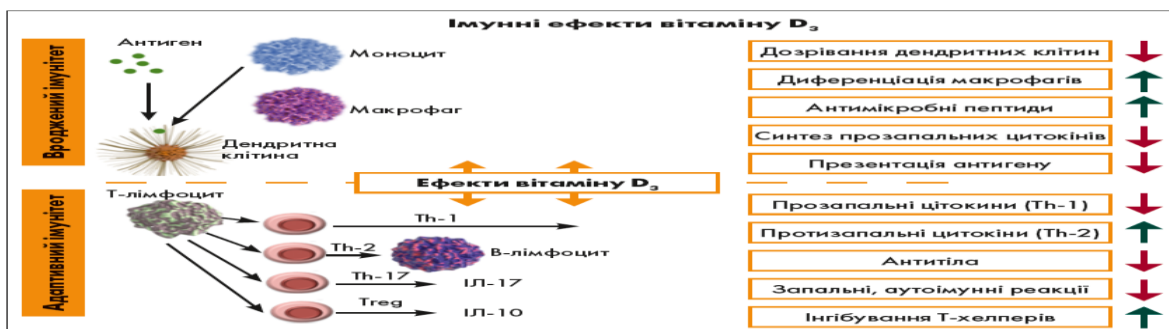


Рисунок 1.3 – Імунні ефекти вітаміну D [228]

Європейське товариство дитячої гастроентерології, гепатології та харчування (ESPGHAN) рекомендує для наукових та клінічних цілей практикувати використання 25 (ОН) D > 20 нг / мл, як стандарт достатнього рівня вітаміну D та < 10 нг / мл, як серйозний дефіцит [229]. Проте існують і дещо інші критерії вітаміну D статусу у дітей (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Критерії 25 (ОН) D-статусу у дітей і підлітків [230, 231]

25(ОН)D-статус	Глобальні Рекомендації (Global Consensus on prevention of nutritional rickets) (2016)	Центральноєвропейські нутріологічні рекомендації (2013)	Польські нутріологічні рекомендації (2009)
Достатнє забезпечення вітаміном D (оптимальна концентрація)			20-60 нг/мл
Недостатність вітаміну D (субоптимальна концентрація)	12–20 нг/мл	20–30 нг/мл	Не визначено
Недостатність вітаміну D	< 12 нг/мл	0–20 нг/мл	< 10 нг/мл
Токсична концентрація вітаміну D	> 100 нг/мл (> 250 нмоль/л)	> 100 нг/мл	Не визначено

Дефіцит вітаміну D супроводжується не тільки порушенням кальцієвого обміну, але і високим ризиком розвитку інфекційних захворювань, в тому числі туберкульозу. Також відзначається високий рівень асоціації дефіциту вітаміну D з розвитком септичних станів. Навіть безсимптомний дефіцит вітаміну D асоційований з несприятливим перебігом серцево-судинних захворювань, цукрового діабету II типу, раку та деменції [232, 233].

Відносно недавно стали відомі позакісткові ефекти вітаміну D і широкий спектр захворювань, пов'язаний з його дефіцитом [234]. Вже доведено, що дорослі з низьким рівнем вітаміну D мають вищий ризик серцево-судинних захворювань, діабету, раку, високого артеріального тиску та захворювань, пов'язаних з імунною системою, в тому числі і автоімунних [234, 235, 236, 237]. Також було виявлено, що у дітей із цукровим діабетом, метаболічним синдромом, астмою, atopічним дерматитом та анемією рівень вітаміну D є нижчий порівняно з контролем [238, 239, 240, 241, 242].

Таким чином можна зробити висновок, що забезпечення дитячого організму оптимальною кількістю кальцію та вітаміну D є необхідною умовою для підтримки кісткового апарату зокрема та здоров'я в цілому протягом усього періоду життя.

1.4 Сучасні підходи щодо корекції дефіцитних станів у дітей, зокрема дефіциту кальцію та вітаміну D

Мікронутрієнти відіграють важливу роль у фізіології та імунології людини [243], але їхній дефіцит є частим явищем у дитячому віці і може мати довготермінові наслідки для здоров'я. Особливо діти чутливі до довготермінових наслідків, таких як порушення когнітивного розвитку та затримка росту [244].

До сьогодні до кінця незрозуміло, що є найефективнішим методом корекції дисмікроелементозів – препарати мікронутрієнтів, збагачення харчового раціону

дефіцитним мікронутрієнтом чи лікування основних інфекцій. Незважаючи на це, усі підходи щодо корекції є одними із найнеобхідніших і найбільш економічно ефективними інтервенціями для покращення глобального здоров'я в країнах з низьким та середнім рівнем доходу [245].

Відповідно до сучасних наукових поглядів недоцільне профілактичне використання препаратів кальцію в педіатрії, тому що має місце необхідність чіткого контролю за аліментарним забезпеченням тим чи іншим мікроелементом, яке має відповідати реальній потребі в ньому. При недостатньому надходженні мікроелементів або при нефізіологічному їх співвідношенні спостерігається зона бездіяльності, а при надмірному – зона токсико-фармакологічної дії, при якій розвиваються ознаки інтоксикації, прояви якої можуть тривати протягом багатьох років. Це обумовлює необхідність дослідження реально рівня споживання кальцію з їжею дітьми різних вікових груп і розробки аргументованих методів харчової і медикаментозної корекції [246]. На думку Shivmurat Yadav (2021) для дітей надзвичайно важливим є своєчасна корекція помірного/субклінічного дефіциту кальцію протягом ранніх періодів росту, що істотно впливає на набуття здорової та якісної кісткової маси [247].

Згідно з рекомендаціями експертів Американської академії педіатрії (AAP), основними напрямками подолання дефіциту кальцію є:

1. призначення продуктів харчування, які містять велику кількість Ca;
2. призначення препаратів іонізованого Ca;
3. застосування вітаміну D [232, 248, 249].

Вважають, що в регіонах з високою поширеністю дефіциту вітаміну D необхідно проводити збагачення харчових продуктів вітаміном D або популяційне профілактичне його призначення [232, 250, 251].

Основні продукти харчування, які забезпечують організм Ca, в дитячому раціоні представлені молоком і молочними продуктами, які забезпечують 70-80% кількості Ca, необхідного дитячому організму [252].

Другим за значимістю нутрієнтним джерелом Ca вважаються зелені листові овочі, бобові, горіхи та фруктові соки (таблиця 1.2) [232, 253].

Таблиця 1.2 - Вміст кальцію в продуктах харчування [2]

Продукт	Вміст кальцію, мг/100 г продукту
Молозиво материнське (1-5-й день)	48
Перехідне молоко материнське (6-14-й день)	46
Зріле молоко материнське (після 15 днів)	34
Молоко коров'яче:	
- незжирене	120
- з низьким вмістом жиру	115
- жирність 3%	115
Вершки	114
Кефір	107
Простокваша	106
Сир:	
- твердий	600-1000
- плавлений	300
- сирок	80-95
Сметана	100
Йогурт	
- незжирений	196
- з низьким вмістом жиру	178
Морозиво	108
Продукти моря:	
- сардини з кістками	442
- в'ялена риба з кістками	3000
- лосось (консерви)	198
- креветки (консерви)	114
- омари	65
- риба відварена	20-30
Соя, боби	257
Квасоля	40-105
Яловичина	10-30
Яйця	54
Шоколад	60-200
Овочі:	
- салат-латук	82
- брокколі	136
- селера	240
- цибуля-порей	60
- петрушка	245
- картопля	13
- томати	10
- капуста білокачанна	54
Горіхи:	
- мигдаль	254
- арахіс	70
- лісні	290
- грецькі	83
Хліб ржаний	60
Хліб пшеничний	30

Важливим джерелом вітаміну D в організмі людини є його ендогенний синтез, опосередкований впливом ультрафіолетового випромінювання. Вважають, що 80-90% всього сироваткового пулу 25 (ОН) D синтезується в шкірі під впливом сонячних променів, що має певну залежність від географічного розташування місця проживання [254, 255].

Важливими харчовими джерелами вітаміну D вважаються жирні сорти риби (сардина, оселедець, тунець, скумбрія, лосось тощо), печінка тріски, яєчні жовтки, печінка і м'ясні субпродукти. Злаки, овочі та фрукти містять дуже малу кількість вітаміну D [256]. Вміст вітаміну D в деяких продуктах харчування наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Вміст вітаміну D в продуктах харчування [257]

Продукт	Вміст вітаміну D
Печінка тріски в олії	400-1000 МО/ст. ложка
Лосось дикий	600-1000 МО/100г
Оселедець в олії	800 МО/100г
Яєчний жовток	20-50 МО/ 1 жовток
Твердий сир	7-28 МО/100г
Коров'яче молоко	0,4-1,5 МО/100мл
Молочні каші	60-80 МО/100мл

Однак застосування природних вітамін-D-вмісних продуктів харчування у ряді випадків не дозволяє ані попередити розвиток дефіциту вітаміну D, ані ліквідувати його недостатність [232, 258]. Тільки систематичний прийом продуктів харчування, збагачених вітаміном D, є ефективним методом підвищення популяційного рівня вмісту 25 (ОН) D. Збагачення харчових продуктів вітаміном D вже впроваджено в таких країнах, як США, Канада, Індія та Фінляндія [232, 259].

Щодо застосування медикаментозних середників, то на фармацевтичному ринку існує багато препаратів кальцію, вітаміну D, а також їхні комбінації, які зарекомендували себе в педіатричній практиці.

Необхідно лише наголосити на необхідності застосування у дітей препаратів, що містять іонізовані форми Ca. Рекомендовані добові і максимальні дози елементарного Ca наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Рекомендовані добові і максимальні дози елементарного кальцію
[231, 232, 248]

Вік	Рекомендовані дози елементарного кальцію (мг/добу)	Максимальна доза кальцію (мг/добу)
0-6 міс.	300	1000
6-12 міс.	400	1500
1-3 роки	500	2500
4-6 роки	700	2500
7-9 років	800	3000
10-18 років	1300	3000

Наявність клінічних патогномонічних проявів, асоційованих з низькою концентрацією 25 (ОН) D в сироватці крові, є підставою для призначення лікувальних доз препаратів вітаміну D [260].

Рекомендують використовувати препарати вітаміну D2 і D3, які, як відомо, мають однакову ефективність. Однак перевага надається все ж таки препаратам вітаміну D3, оскільки в нього більш тривалий період напіввиведення [260]. Не рекомендується використання препаратів, які містять метаболіти вітаміну D і їх аналоги (альфакальцідол, дигідротахістерол, кальцитриол, кальціфедіол), у зв'язку з тим, що їхнє застосування асоційоване з високим ризиком розвитку гіперкальціємії [258].

Таким чином можна зробити висновок, що проблема аліментарних дефіцитних станів є актуальною в педіатричній практиці, а вирішення питання щодо їхньої корекції залишається важливим завданням. Пошук методів неінвазивної діагностики субклінічних дефіцитів потребує подальших розробок для індивідуального підбору шляхів їхньої корекції.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна характеристика груп дослідження

Для досягнення мети і вирішення поставлених завдань на першому етапі було проведено скринінгове опитування та оцінка результатів анкетування 190 батьків школярів 1-4 класу двох шкіл міста Львова. При цьому діти були поділені на групи залежно від віку: 6-7 років, 8 років, 9 років, 10-11 років. Серед усіх учнів було 42,6% хлопчиків та 57,4% дівчаток.

Розподіл школярів за віком і статтю представлено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Розподіл обстежених школярів за віком та статтю

Вік	Школа №34	Школа №10	Школа №34 та №10	Хлопчики	Дівчатка
6-7 років	30	11	41	17	24
8 років	29	9	38	13	25
9 років	25	11	36	19	17
10-11 років	47	28	75	32	43
Всього	130	60	190	81	109

В анкетуванні визначалися медико-соціальні особливості для 190 школярів 1-4 класів м. Львова. Були визначені особливості способу життя (особливості харчування, соціально-побутові умови, фізична активність, дані сімейного анамнезу, частота захворювань та параметри фізичного розвитку (маса, зріст, індекс маси тіла).

Критерії включення – здорові діти віком 6-11 років, батьки яких надали згоду на проведення анкетування, школярі відповідного віку (6-11 років), відсутність хронічних захворювань, вроджених вад розвитку.

Критерії виключення – відмова дітей та/або батьків від проходження опитування і дослідження, неякісно заповнені анкети або харчові щоденники, наявність хронічних захворювань, вроджених вад розвитку.

На другому етапі було визначено особливості харчового раціону та добового нутритивного споживання за допомогою спеціально розроблених щоденників та електронних ваг для зважування продуктів харчування, які з'їдала дитина впродовж трьох днів (два будні та один вихідний день) з наступною обробкою отриманих даних за допомогою спеціальної ліцензованої програми Dietplan 7 (Великобританія). Аналіз добового споживання нутрієнтів було виконано у 172 дітей.

На третьому етапі було проведено дослідження рівня загального, іонізованого кальцію та 25-гідроксिवітаміну D у крові, та дослідження на вміст кальцію у волоссі у 56 дітей із недостатнім добовим споживанням кальцію та/або вітаміну D і які дали інформовану згоду на проведення подальших досліджень.

На четвертому етапі у 30 дітей, у яких був виявлений знижений рівень кальцію у волоссі, були проведені диференційовані заходи корекції. Для цього діти були розділені на дві групи: контрольна група - 15 дітей, яким корекція дефіцитів проводилась шляхом модифікації дієти, та основна група - 15 дітей - яким корекція дефіцитів проводилась шляхом модифікації дієти та призначенням препаратів кальцію в дозі 500,0 мг та вітаміну D в дозі 5,0 мкг (200,0 МО) один раз на добу, впродовж трьох місяців.

На заключному етапі етапі для оцінки ефективності лікування через три місяці спостереження у всіх 30 дітей був проведений повторний аналіз вмісту кальцію у волоссі за допомогою атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

2.2 Методи дослідження

При проведенні дослідження нами застосовувалися наступні методи: анкетне опитування з визначенням ХП та антропометричних даних, оцінка

харчового раціону (за допомогою комп'ютерної програми Dietplan7), біохімічні дослідження, атомно-абсорбційна спектрофотометрія, аналітично-статистичні.

2.2.1 Анкетне опитування

З метою вивчення особливостей ХП серед школярів початкових класів міста Львова була розроблена спеціальна анкета ХП для визначення анамнестичних даних, особливостей стану здоров'я школярів, фізичної активності, способу відпочинку, соціально-побутових умов, шкідливих звичок тощо. Ми використовували метод скринінгового анкетного опитування за допомогою спеціально розробленої анкети, яка складалася з 34 запитань. В 2-ох загальноосвітніх школах міста Львова було роздано 250 анкет, які містили питання щодо щоденної ХП учнів, а саме – режиму харчування і найбільш вживаних продуктів. Отримано відповіді по 190 анкетах (76 % від загальної кількості розісланих), відповідно 130 учнів школи №34 та 60 учнів школи №10 м. Львова. На підставі заповнених анкет ХП було проаналізовано поширеність різних порушень ХП. Результати інтерпретувалися з урахуванням вікової категорії дитини.

2.2.2 Методи оцінки фізичного розвитку

Зріст дитини вимірювали батьки вертикальним зростоміром, у вертикальному положенні, ним проводилось контрольне вимірювання зросту дітей у школі. Відлік показників зростоміра проводили за лівою шкалою. Отриманий результат заокруглювали до найближчих 0,5 см.

У 51 дітей першого класу двох шкіл середній зріст був 123 [125;121] см, 39 дітей другого класу мали середній зріст 129 [131;127]см, 33 школярі третього класу 136 [138;133] см, 67 дітей четвертого класу - 142 [144;140]см, що відповідає віковим нормам.

Маса тіла вимірювалась батьками на побутових електронних вагах, нами проводилось контрольне зважування дітей при огляді у школі. Ваги у школі мали

сертифікат відповідності. Середня маса тіла у школярів 1 класу була 23,7 [24,9;22,4] кг, 2 класу 26,5 [28,1;24,9] кг, 3 класу 30,2 [32,5;27,8] кг, 4 класу 35,3 [37,2;33,4] кг, що вкладалося у вікові норми.

Індекс маси тіла визначали за допомогою програми онлайн калькулятора kidshealth.org: значення маси тіла в кілограмах та зросту у сантиметрах. Отриманий результат заокруглювався до десятих. Індекс маси тіла у дітей всіх класах був у межах відповідних вікових норм для груп 1 клас 15,5 [16,1;15], 2 клас 15,9 [16,8;15], 3 клас 16,3 [17,1;15,5], 4 клас 17,5 [18,2;16,8]. Інтерпретацію результатів проводили згідно даних стандартних вікових норм показників фізичного розвитку.

2.2.3 Методи оцінки харчового раціону

У дослідженні оцінки харчового раціону взяли участь 172 учні 2-ох загальноосвітніх шкіл міста Львова. Відповідно до віку вони були поділені на 4 групи: 6-7 років, 8 років, 9 років, 10-11 років. У школярів, які взяли участь у дослідженні, був ретельно визначений 3 денний раціон харчування (два будні дні та один вихідний день). Для детального опису страв і продуктів харчування, які дитина вживала протягом дня використовували спеціально розроблені щоденники, які заповнювали батьки дітей. У щоденники вносились дані щодо кількості кожного продукту в раціоні в грамах, яку визначали за допомогою електронних ваг для зважування продуктів харчування, які з'їдала дитина. Також записувалась в мілітрах об'єм пиття. Харчову цінність раціону підраховували за допомогою спеціальної ліцензованої комп'ютерної програми Dietplan7 (Forestfield Software Ltd, UK).

Dietplan 7 – це зручна сучасна комп'ютерна програма для аналізу харчової цінності страв, меню та особистих щоденників зваженого споживання їжі. Програмне забезпечення ліцензійної програми постійно оновлюється із сайту виробника, зі сторінки підтримки. Dietplan7 дозволяє обробляти харчові таблиці з багатьох джерел, і дані з будь-якого джерела можна включити в будь-який рецепт, меню або особистий харчовий щоденник без обмежень. У базі даних

Dietplan 7 попередньо встановлено повний набір харчових таблиць Великобританії, програмне забезпечення підтримує кілька наборів харчових таблиць, тому інші національні харчові таблиці можна використовувати разом із даними Великобританії або замість них. Користувачі мають можливість додавати необмежену кількість власних продуктів у базу даних аналізу продуктів харчування. База даних Dietplan 7 також містить DRV, дієтичні референтні значення (СОМА, 1991 та SACN 2011), RDA - рекомендовані добові норми (Директива Ради ЄС 2008/100/ЄС) та числово ідентичні NRV - референтні значення поживних речовин, які їх замінюють (Постанова ЄС 1169/2011), розміри порцій їжі (MAFF, 3-є видання, 2002) і норми харчування та вимоги до шкільного харчування (HMSO, 2007). Результати можуть бути представлені у формі друкованих звітів, які можуть являти собою поєднання тексту в таблиці та вільної форми та графіки з високою роздільною здатністю. Dietplan 7 повністю задокументований у супровідному посібнику користувача, а онлайн-довідка також доступна в кожній точці програми [261].

Нами були розраховані і включені в аналіз наступні показники: вода, загальний нітроген, кількість спожитих білків, жирів, вуглеводів, добова калорійність харчування, клітковина, загальні цукри, глюкоза, фруктоза, цукроза, мальтоза, лактоза, полісахариди без крохмалю, харчові волокна, насичені жирні кислоти, моно ненасичені жирні кислоти, полі ненасичені жирні кислоти, загальні транс жири, холестерол, макроелементів (кальцій, фосфор, калій, натрій, хлор і магній), есенціальних мікроелементів (залізо, цинк, йод, фтор, мідь, селен, хром, молібден, кобальт і марганець), вітамінів ретинол, каротин, D, E, тіамін, рибофлавін, ніацин, триптофан, B6, B12, фолієва кислота, пантотенова кислота, біотин, С. Отримані результати порівнювалися з нормою (знижене, нормальне або підвищене споживання) для кожного з перелічених показників. Програма Dietplan7 дозволила визначити добове споживання всіх основних нутрієнтів з урахуванням віку, статі й інших особливостей дітей, мала

референтні значення споживання нутрієнтів і калорійності харчових продуктів, що рекомендовані Recommended Dietary Allowance 2008 (RDAs) та Scientific Advisory Committee on Nutrition 2011 (SACN) і є адаптовані для норм і стандартів України.

2.2.4 Методи оцінки дефіциту кальцію та вітаміну D у крові та дефіциту кальцію у волоссі

У 56 школярів початкових класів у яких було виявлено дефіцит споживання кальцію та вітаміну D за допомогою програми Dietplan7 було скеровано на проведення аналізу на визначення загального та іонізованого кальцію та вітаміну D у крові у лабораторії СІНЕВО та визначення загального кальцію у волоссі у центральній науково-дослідній лабораторії м. Львова.

Для визначення загального кальцію у крові використовували: метод обстеження - колориметричний аналіз. Матеріал дослідження – венозна кров. Аналізатор і тест-система - Cobas 6000; Roche Diagnostics (Швейцарія). Референтні значення ммоль/л 2-12 років: 2,2-2,7. Коефіцієнт перерахунку – ммоль/л x 4,01 = мг/дл.

Для визначення іонізованого кальцію у крові використовували: метод обстеження - іоноселективний аналіз. Матеріал дослідження – венозна кров. Аналізатор і тест-система - AVL 9180; Roche Diagnostics (Швейцарія). Референтні значення ммоль/л 1,16-1,32.

Для визначення 25-гідроксивітамін D, 25-(ОН)D у крові використовували: метод обстеження - ІФА. Матеріал дослідження – венозна кров. Аналізатор та тест система – EUROIMMUN (Німеччина). Референтні значення нг/мл <20.

Для визначення кальцію у волоссі використовували засоби вимірювальної техніки: спектрофотометр атомно-абсорбційний С-115.М1 (свідоцтво про калібрування № UA/37/ 261118/001543 від 22.11.2018 р.; аналізатор вольтамперометричний АВА-3 (свідоцтво про калібрування

UA/36/181115/004096 від 15.11.2018 р.) аналізатор вольтамперометричний АВА-3 (свідоцтво про калібрування UA/36/181115/004096 від 15.11.2018 р.).

2.2.5 Аналітично-статистичний аналіз результатів обстеження

Результати відповідей опитувальника представлені у вигляді абсолютного значення кількості позитивних відповідей по кожному підпункту, а також відносної їхньої кількості у відсотках та 95 % довірчого інтервалу, який розраховувався методами Вальда або Фішера.

Різниця між групами категорійних (номінальних) показників досліджували за допомогою таблиці частот та встановлювали наявність достовірності за допомогою критерію χ^2 -квадрат Пірсона. Якщо очікуване значення в одній із комірок таблиці частот становило менше 5, то використовувалася точний критерій Фішера.

Чисельні показники, на першому етапі статистичної обробки, проходили перевірку на нормальність розподілу із використанням критерію Шапіро-Уїлка. За результатами перевірки на нормальність, дані, що відповідали нормальному розподілу, представляли у вигляді $M \pm SD$, де M — значення середнього, SD - стандартне відхилення. Дані, що за характером розподілу не відповідали нормальному, були представлені у вигляді медіани та кватилей - Me [25%; 75%], де Me – медіана (50-й перцентиль), 25% - перший кватиль (25-й перцентиль), 75% - третій кватиль (75-й перцентиль). Для виявленні достовірності різниці між двома групами використовували t критерій для непов'язаних груп для даних із нормальним розподілом, або U -критерій Манна-Уїтні. Для виявлення різниці між трьома та більше груп використовували H -критерій Краскела-Уолліса із подальшим апостеріорним тестом Дана для попарного порівняння. Для перевірки значущості різниці між пов'язаними групами (наприклад, до та після лікування) використовували t критерій для пов'язаних груп або W -критерій знакових рангів Уїлкоксона (Манна-Уїтні-Уїлкоксона). Кореляційний зв'язок досліджували із використанням R -Спірмена.

Для кожного залежного показника був обраний перелік незалежних предикторів, що мали найбільший кореляційний зв'язок, з метою подальшого пошуку оптимального рівняння лінійної множинної регресії. Кінцевий варіант рівнянь формувався на основі результатів застосування автоматичного алгоритму із використанням інформаційного критерію Акаїке (AIC) та подальшого додавання ключових предикторів з метою пошуку оптимальної моделі із аналізом коефіцієнта детермінації та аналізу залишків.

Рівень достовірності встановили на рівні $\alpha=0,05$. Різниця вибірок вважалась достовірною при $p < 0,05$. Всі статистичні обрахунки та формування окремих графіків проводилося із використанням програмного забезпечення RStudio v. 1.4.1106. Цифрові результати наведені у вигляді таблиць та рисунків. Для оформлення таблиць та більшості графіків було використано електронні таблиці Excel 2010.

Загальний обсяг проведених обстежень наведено у таблиці 2.2 .

Дослідження проведено з урахуванням основних принципів Гельсінкської декларації з біомедичних досліджень та положень GCH ICH, згідно з біоетичними нормами (витяг з протоколу №1 засідання комісії з питань біоетики ЛНМУ імені Данила Галицького від 31.01.2018р. та витяг з протоколу №11 засідання комісії з питань етики наукових досліджень, експериментальних розробок і наукових творів ЛНМУ імені Данила Галицького від 19.12.2022р.).

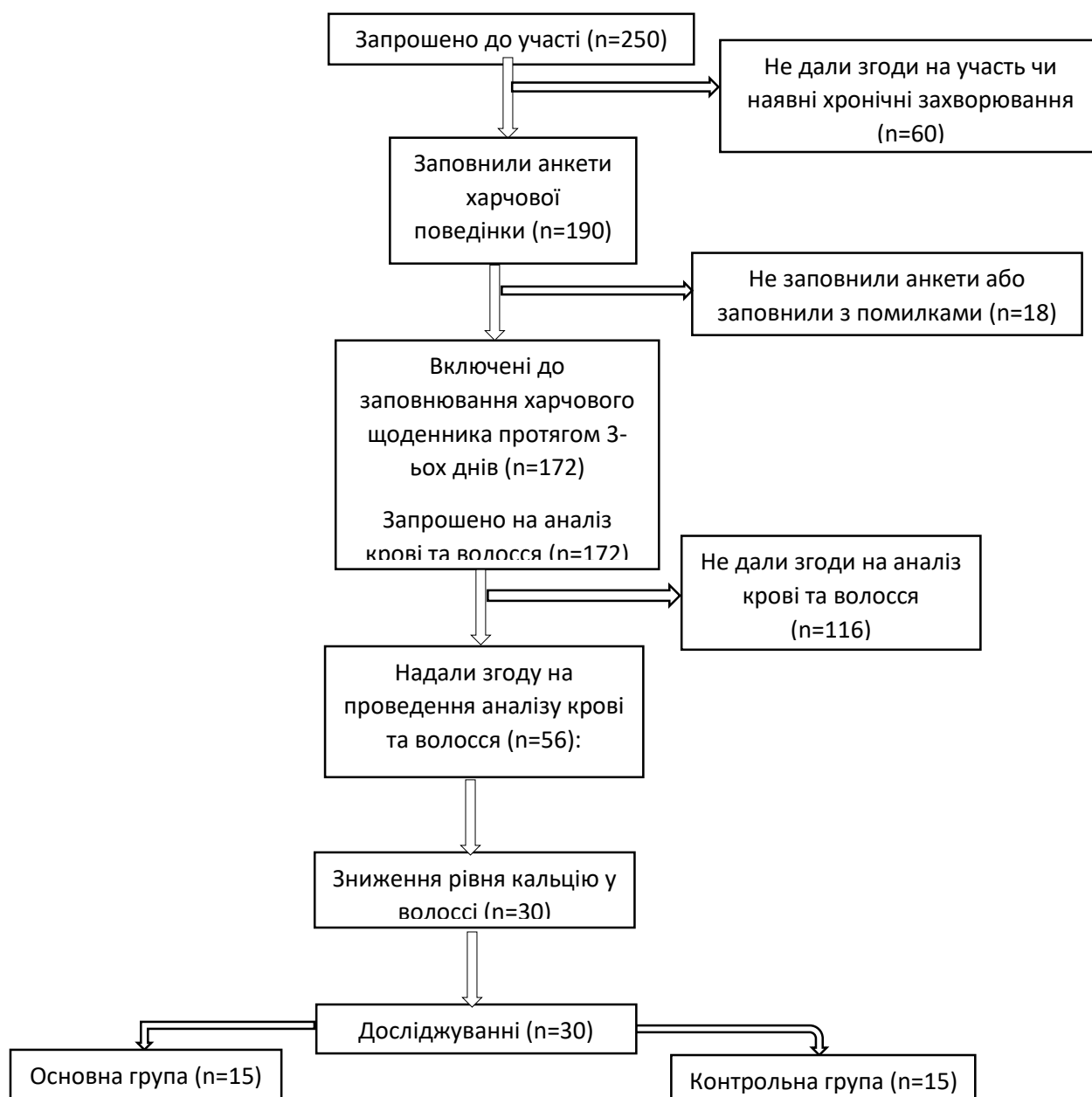
Таблиця 2.2 – Перелік та об'єм проведених досліджень

Дослідження	Кількість дітей
1	2
Анкетування	190
Харчовий раціон та програма Dietplan 7	172
Са та вітамін D у венозній крові	56

1	2
Са у волоссі	56
Са у волоссі через 3 місяці	30

Нижче наведений графічний дизайн проведеного дослідження (табл. 2.3)

Таблиця 2.3 – Дизайн дослідження



РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ НУТРИТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УЧНІВ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ

РХ, забезпечення усіма необхідними нутрієнтами є надзвичайно важливим чинником розвитку дитячого організму та формування оптимального здоров'я. За результатами багатьох досліджень, проведених як в Україні, так і за кордоном, значна кількість дітей у різні вікові періоди мають приховані або виражені дефіцити різних нутрієнтів: білків, жирів, вітамінів і мінералів [2, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268]. Нестача вітамінів та мікроелементів у щоденному харчуванні дітей певною мірою пояснюється цивілізаційними особливостями: вони менше рухаються, більше споживають рафінованих, термічно оброблених, заморожених, висококалорійних продуктів, у їхньому раціоні зменшилася частка свіжої, натуральної їжі. Крім того, генетично модифіковані продукти, а також вирощені в спеціальних середовищах, у парниках, містять істотно менше вітамінів і мікроелементів, ніж їхні «дикі» аналоги [269, 270].

В останні роки все більше увагу приділяють харчуванню, як вагомому фактору програмування стану здоров'я дитини. З урахуванням сучасних аспектів епігенетики взагалі можна стверджувати, що харчування є одним із надзвичайно важливих аспектів збереження здоров'я, працездатності і гармонії з оточуючим світом у всі вікові періоди.

3.1. Особливості ХП у дітей молодшого шкільного віку

Як вже було зазначено нами була проведена оцінка ХП 190 учнів 1-4 класів двох шкіл міста Львова (середня загальноосвітня школа № 34 та № 10) методом анкетного опитування згідно даних спеціальної анкети, яку заповнювали діти разом із своїми батьками у 2019 році. В опитуванні взяли участь 81 хлопчик (42,6%) та 109 дівчаток (57,4%). За віком діти були розділені наступним чином:

6-7 років (група 6 років була представлена лише 3-ма учасниками, тому вони були об'єднані для подальшого аналізу із групою 7 років) – 41 дитина (21,6 %), 8 років – 38 дітей (20,0%), 9 років – 36 дітей (19,0 %), 10 років – 51 дитина (26,8 %), 11 років – 24 дитини (12,6 %).

Середній ріст дітей становив $132,99 \pm 10,32$ см, маса $28,00$ [24,05; 34,00] кг. Статистично значущої відмінності за ростом та вагою між дівчатами та хлопчиками виявлено не було.

На початку дослідження нами був проведений порівняльний аналіз медико-біологічних та соціальних показників дітей, які залучались у дослідження.

Нами визначено, що діти істотно не відрізнялись за своїми основними показниками.

Аналізуючи отримані дані, нами було визначено, що висипання на шкірі як реакцію на споживання певних продуктів відмітили 70 опитаних (36,8%; 95ДІ = 30,0-43,7), з них 58 (30,5%; 95ДІ = 24,0-37,1) відзначили, що висипання з'являються рідко, 9 (4,7%; 95ДІ = 1,7-7,8) – часто і 3 (1,6%; 95ДІ = 0-3,4) – постійно.

54 учасники опитування (28,4%; 95ДІ = 22,0-34,8) вказали, що у дітей спостерігається ламкість нігтів, волосся та/або сухість шкіри.

Згідно аналізу результатів анкетного опитування більшість школярів (71,1%) мали добрий апетит, знижений – 18,3%, поганий – 5,3%, надмірний – 5,3% дітей. Об'єм їжі, який з'їдає дитина, певною мірою теж свідчить про апетит дитини. Так, 84,2 % батьків зауважили, що дитина з'їдає достатній об'єм їжі, тоді як 13,7 % вважали його недостатнім, а 2,1% – надмірним. Більшість дітей (82,6 %) їли самостійно, а 17,4 % – під примусом. 73,7 % опитаних дітей рідко просили добавку, 10,5 % – іноді і 15,8 % школярів – ніколи. Практично усі діти їли страви, що й уся сім'я.

Згідно з отриманими даними 85,7% батьків відзначили, що харчування дітей є регулярним, а 14,3% – нерегулярним. За якістю 73,0% батьків оцінили

харчування дітей як добре, 24,7% – як задовільне і 2,3 % – як незадовільне. У багатьох дітей були відмічені порушення адекватної ХП: 159 школярів (83,6%) їли безпосередньо перед сном і 64 дитини (33,6%) часто споживали їжу під час перегляду телевізора, сидіння біля комп'ютера або під час користування іншими електронними гаджетами, що розцінюється, як достатньо негативні харчові звички.

Оптимальна частота споживання їжі в учнів початкової школи складає 3-4 рази на день, що спостерігалось у 86,3 % дітей. Розподіл за кількістю прийомів їжі наведено на рисунку 3.1.

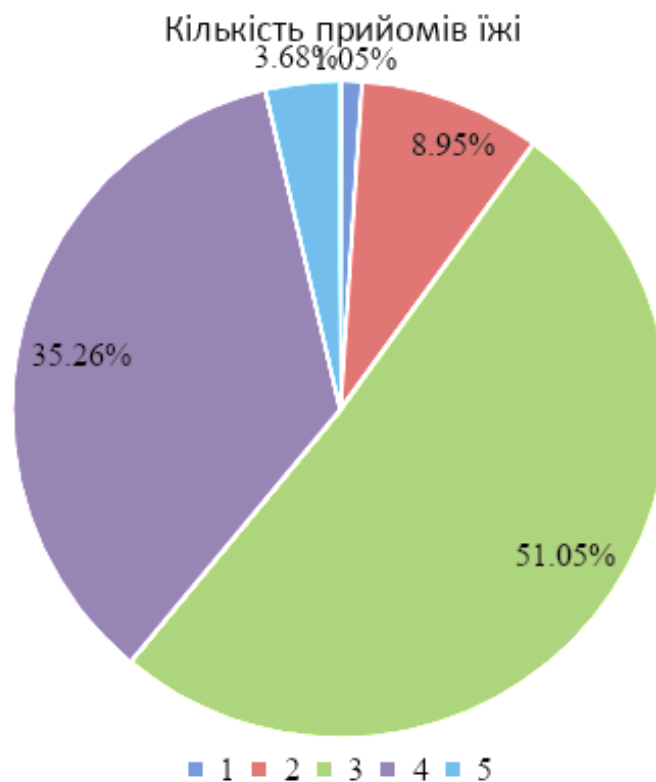


Рисунок 3.1 - Діаграма розподілу учасників анкетування за кількістю прийомів їжі.

Згідно отриманих результатів 82,1% школярів початкової школи повноцінно снідали зранку, 40,5% – регулярно споживали їжу поза домом та школою.

Доволі популярною їжею серед учнів були різні закуски. Результати наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Абсолютна та відносна кількість позитивних відповідей на запитання «Які закуски їсть дитина» (n = 190)

№	Запитання	Відповідь "Так"	95% ДІ
1	Печиво	156 (82,1%)	76,7-87,6
2	Солодощі	135 (71,1%)	64,6-77,5
3	Булочки	121 (63,7%)	56,9-70,5
4	Чіпси	20 (10,5%)	6,2-14,9
5	Фаст-фуд	16 (8,4%)	4,5-12,4

Згідно результатів нашого дослідження значна кількість дітей початкової школи не регулярно споживає молоко і молочні продукти, які є важливим джерелом нутрієнтів у цьому віці. Біля третини дітей практично не вживали молочні продукти у своєму добовому харчовому раціоні.

Частота споживання молока учасниками опитування наведено на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 - Частота споживання молока учасниками опитування

Як видно з рисунка 3.2, тільки 35% дітей кожен день отримували молоко або молочні продукти, що могло призводити до виникнення певних дефіцитів у цієї вікової групи дітей

Щодо загального харчування школярів початкової школи, то 74,7% дітей їли у школі сніданки, 50,0% – обіди, доволі значна кількість любила печиво, чіпси, канапки. Результати аналізу харчування у школі наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Абсолютна та відносна кількість позитивних відповідей на запитання «Що дитина їсть у школі?» (n = 190)

№	Запитання	Відповідь "Так"	95% ДІ
1	Сніданки	142 (74,7%)	68,6-80,9
2	Обіди	95 (50,0%)	42,9-57,1
3	Чай/молоко	86 (45,3%)	38,2-52,3
4	Печиво, чіпси	76 (40,0%)	33,0-46,8
5	Канапки	62 (32,8%)	26,0-39,3
6	Нічого	1 (0,5%)	0,0-1,6

Згідно з результатами анкетування, на думку батьків значна частина школярів початкової школи споживали недостатню кількість певних продуктів, зокрема риби, овочів, молочних продуктів, фруктів та м'яса (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 - Абсолютна та відносна кількість позитивних відповідей на запитання « Які продукти, на вашу думку, дитина їсть недостатньо?» (n = 190)

№	Запитання	Відповідь "Так"	95% ДІ
1	Риба	112 (59,0%)	52,0-65,9
2	Овочі	82 (43,2%)	36,1-50,2
3	Молоко/сир	64 (33,7%)	27,0-40,4
4	М'ясо	51 (26,8%)	20,5-33,1
5	Фрукти	47 (24,7%)	18,6-30,9

Зважаючи на нутритивну цінність цих продуктів, в тому числі як джерело кальцію і вітаміну D, можна було припустити недостатнє добове надходження цих та інших нутрієнтів. Майже 34% дітей не люблять їсти молоко/сир, що може в подальшому негативно відобразитися на формуванні кістково-суглобової системи внаслідок дефіциту кальцію.

Викликає занепокоєння той факт, що вже в початковій школі є діти, які знаходяться на різноманітних дієтах. Як свідчать результати анкетування, 9 дітей (4,7% ; ДІ = 1,7-7,8) знаходились на гіпоалергенній дієті, в той час як 3 (1,6% ; ДІ = 0,0-3,4) – на низькокалорійній та 1 (0,5% ; ДІ = 0,0-1,6) – на вегетаріанській, а 9 – на інших (низькокалорійні, низьковуглеводневі з модифікованою кількістю білка тощо). Сумарно 22 учні 1-4 класів (11,6%) дотримувались різних дієт, які могли спровокувати недостатнє добове надходження життєво важливих нутрієнтів для дитячого організму.

23,2 % школярів регулярно вживали полівітаміни, 11,6 % – живі бактерії, 10,0% – мінеральні комплекси, 4,7% – харчові добавки.

Нормальний індекс маси тіла був визначений у 73,7 % школярів, знижений у 9,0 %, підвищений у 17,3 % дітей.

Як видно з рисунку 3.3, значна частина батьків була не задоволена харчуванням дітей вдома / в школі – 13,7% та 50% відповідно.

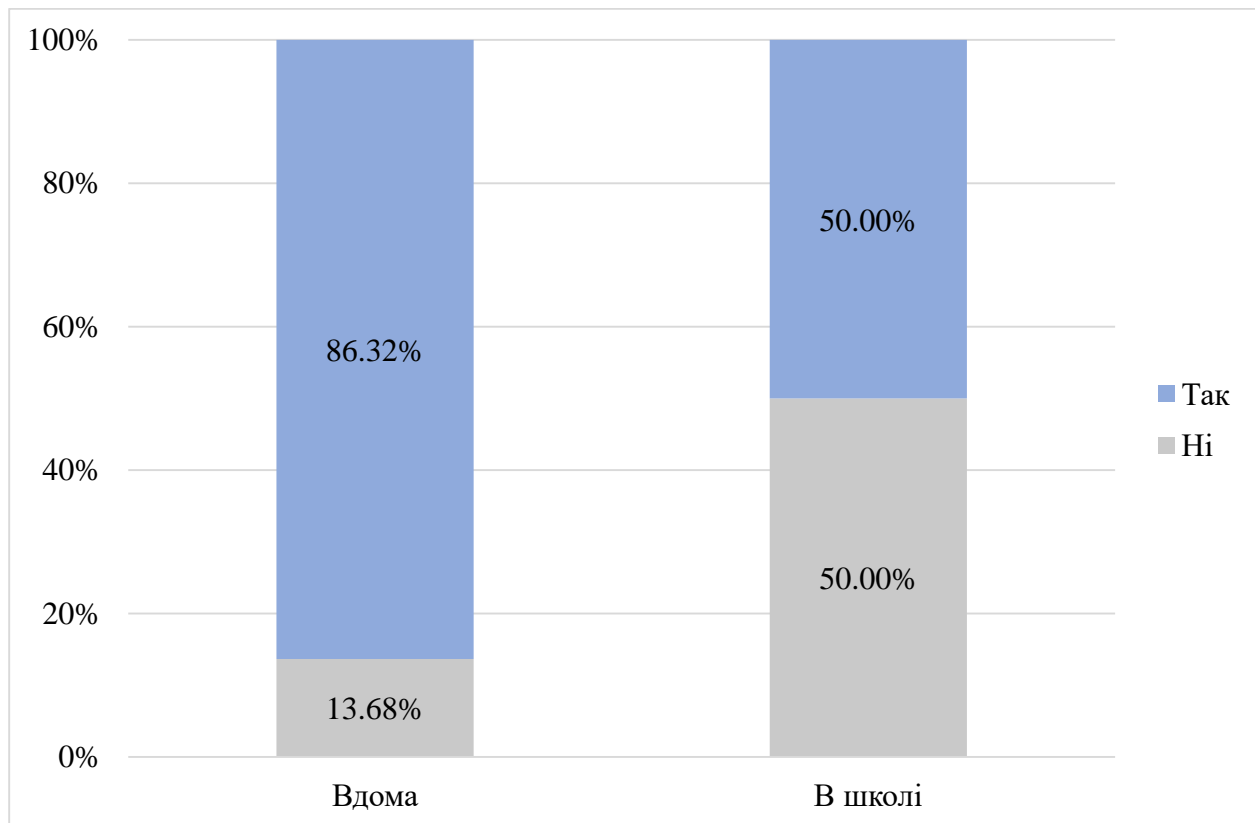


Рисунок 3.3 - Діаграма відносної кількості відповідей на запитання щодо задоволення харчуванням дитини вдома та у школі.

РХ (оптимальне в кількісному та якісному співвідношеннях харчових речовин та біологічно активних елементів їжі, які забезпечують оптимальні процеси обміну речовин) – це один із найважливіших та ефективних факторів збереження та зміцнення здоров'я і гармонійного розвитку дитини. Воно зумовлює формування та реалізацію імунної відповіді на шкідливий вплив зовнішнього середовища. Ще у 1990 році було визначено, що нераціональне харчування послаблює декілька ланок імунної системи, а саме – клітинний

імунітет, здатність фагоцитів вбивати бактерії та гриби, декілька компонентів системи комплементу, секреторний IgA слизових оболонок та спорідненість до антитіл [271]. Тобто характер харчування значною мірою впливає на імунний статус організму, зокрема дитячого. Одним із критеріїв оцінки стану імунної системи є частота гострих респіраторних захворювань протягом року. Аналізуючи отримані дані, нами було встановлено, що близько 18% школярів хворіли 5 разів за рік, а близько 16% – лише 1 раз (рисунок 3.4)

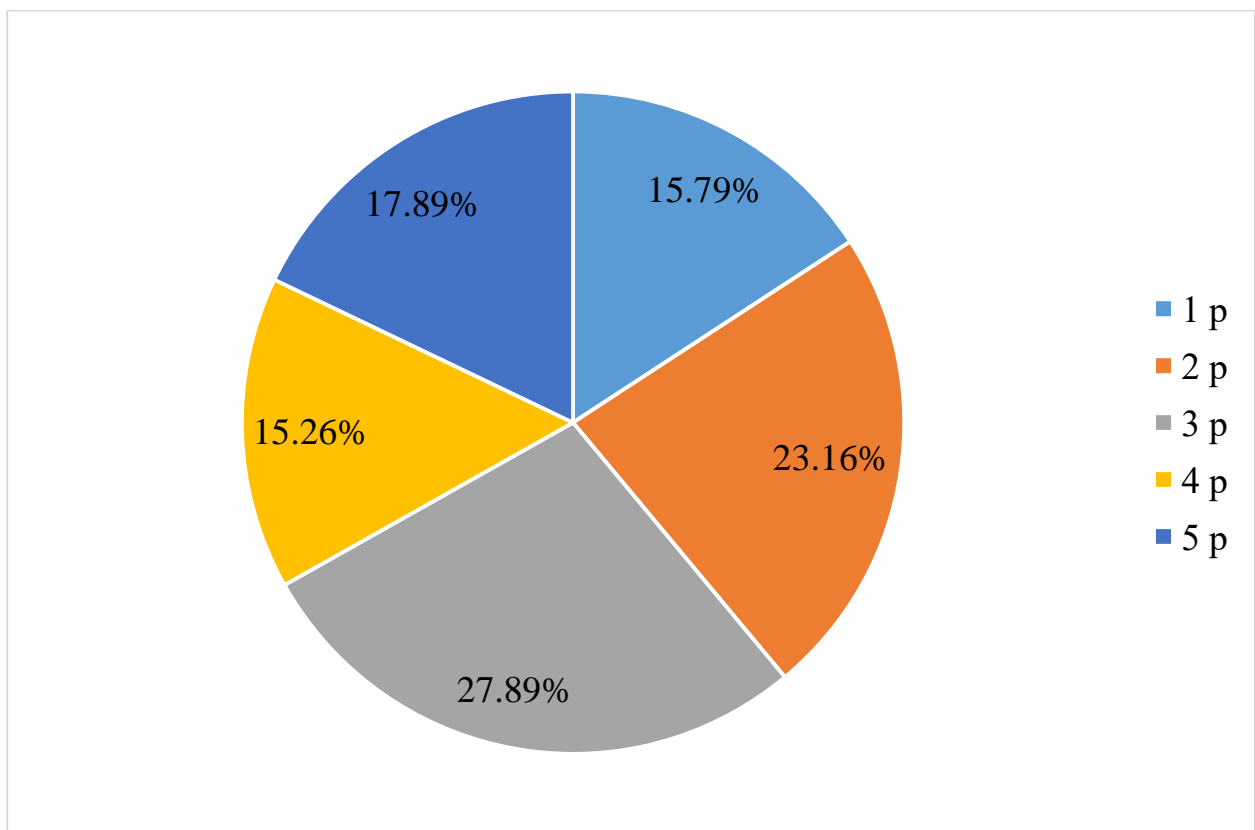


Рис. 3.4 Частота захворювань на рік серед учасників опитування.

3.2 Особливості харчового раціону та добового нутрітивного споживання у школярів молодших класів

Аналіз харчової цінності раціону та добового споживання нутрієнтів за допомогою програми Dietplan 7 дозволив отримати результати як у цифрових показниках, так і у графічному зображенні, що дало можливість детально проаналізувати добове споживання усіх нутрієнтів кожною дитиною, та надати індивідуальні рекомендації.

Аналіз добового споживання нутрієнтів було виконано у 172 дітей (середній вік – $9,02 \pm 1,63$; серед них 42,4% хлопчиків та 57,6% дівчаток). Розподіл вікових категорій наведено на рисунку 3.5.

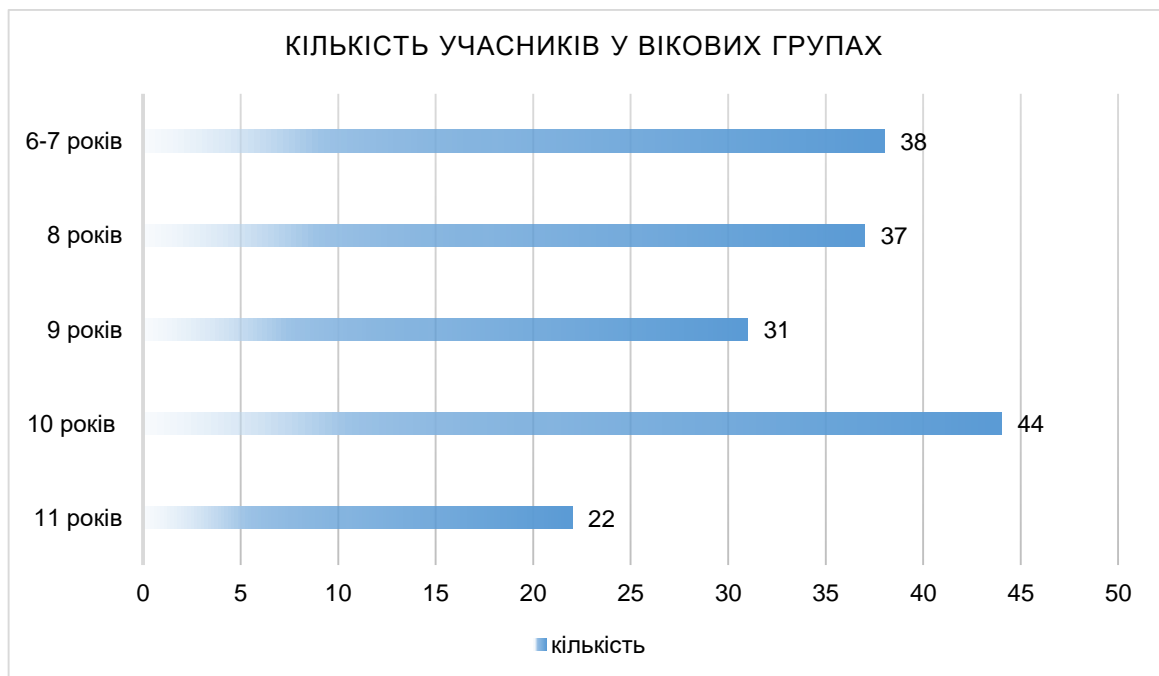


Рисунок 3.5 - Розподіл учасників, яким проводився аналіз добового споживання нутрієнтів, за віком

Відповідне добове споживання білка (згідно рекомендованої денної дози) спостерігалось лише у 27,3 % дітей, жирів – у 22,1 % дітей, вуглеводів – у 28,5 %, енергії – у 25 % дітей 1-4 класів. Дефіцит денного споживання білків було виявлено у 31,4 % дітей, жирів – у 42,4 % дітей, вуглеводів – у 30,2 %, енергії – у 27,3 % дітей 1-4 класів. Цікавим виявився той факт, що за споживанням енергії була виявлена достовірна різниця між хлопчиками та дівчатками (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Залежність рівня харчових нутрієнтів від статі, частина 1 (n = 172).

Нутрієнт	Рівень	Хлопчики	Дівчата	Значення p^2
Протеїн	Знижений	20 (11,6%; ДІ ¹ : 7,7-17,3)	34 (19,8%; ДІ: 14,5-26,4)	0,34
	Норма	24 (14,0%; ДІ: 9,6-19,9)	23 (13,4%; ДІ: 9,1-19,3)	
	Підвищений	29 (16,9%; ДІ: 12,0-23,2)	42 (24,4%; ДІ: 18,6-31,4)	
Жири	Знижений	30 (17,4%; ДІ: 12,5-23,8)	43 (25,0%; ДІ: 19,1-32,0)	0,93
	Норма	16 (9,3%; ДІ: 5,8-14,6)	22 (12,8%; ДІ: 8,6-18,6)	
	Підвищений	27 (15,7%; ДІ: 11,0-21,9)	34 (19,8%; ДІ: 14,5-26,4)	
Доступні вуглеводи	Знижений	20 (11,6%; ДІ: 7,7-17,3)	32 (18,6%; ДІ: 13,5-25,1)	0,53
	Норма	24 (14,0%; ДІ: 9,6-19,9)	25 (14,5%; ДІ: 10,0-20,6)	
	Підвищений	29 (16,9%; ДІ: 12,0-23,2)	42 (24,4%; ДІ: 18,6-31,4)	
Калорійність	Знижений	14 (8,1%; ДІ: 4,9-13,2)	33 (19,2%; ДІ: 14,0-25,7)	< 0,01
	Норма	12 (7,0%; ДІ: 4,0-11,8)	31 (18,0%; ДІ: 13,0-24,5)	
	Підвищений	47 (27,3%; ДІ: 21,2-34,4)	35 (20,4%; ДІ: 15,0-27,0)	
Харчові волокна	Знижений	29 (16,9%; ДІ: 12,0-23,2)	55 (32,0%; ДІ: 25,5-39,3)	0,01
	Норма	15 (8,7%; ДІ: 5,4-13,9)	25 (14,5%; ДІ: 10,0-20,6)	
	Підвищений	29 (16,9%; ДІ: 12,0-23,2)	19 (11,1%; ДІ: 7,2-16,6)	
Насичені жирні кислоти	Знижений	9 (5,2%; ДІ: 2,8-9,6)	22 (12,8%; ДІ: 8,6-18,6)	0,03
	Норма	6 (3,5%; ДІ: 1,6-7,4)	17 (9,9%; ДІ: 6,3-15,3)	
	Підвищений	58 (33,7%; ДІ: 27,1-41,1)	60 (34,9%; ДІ: 28,2-42,3)	
Мононенасичені жирні кислоти	Знижений	28 (16,3%; ДІ: 11,5-22,5)	55 (32,0%; ДІ: 25,5-39,3)	0,08
	Норма	22 (12,8%; ДІ: 8,6-18,6)	20 (11,6%; ДІ: 7,7-17,3)	
	Підвищений	23 (13,4%; ДІ: 9,1-19,3)	24 (14,0%; ДІ: 9,6-19,9)	
Поліненасичені жирні кислоти	Знижений	45 (26,5%; ДІ: 20,2-33,2)	70 (40,7%; ДІ: 33,6-48,2)	0,29
	Норма	17 (9,9%; ДІ: 6,3-15,3)	21 (12,2%; ДІ: 8,1-17,9)	
	Підвищений	11 (6,4%; ДІ: 3,6-11,1)	8 (4,7%; ДІ: 2,4-8,9)	
Холестерин	Знижений	0 (0,0%; ДІ: 0,0-2,2)	1 (0,6%; ДІ: 0,1-3,2)	0,07
	Норма	16 (9,3%; ДІ: 5,8-14,6)	35 (20,4%; ДІ: 15,0-27,0)	
	Підвищений	57 (33,1%; ДІ: 26,5-40,5)	63 (36,6%; ДІ: 29,8-44,1)	

Примітка 1 - 95% довірчий інтервал за методом Вальда

Примітка 2 - точне значення p розраховане за допомогою критерію ксі-квадрат Пірсона або точного критерію Фішера.

У 48,8 % дітей 1-4 класів згідно отриманих нами даних у добовому споживанні визначено зменшення кількості харчових волокон, у 66,9 %

поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), у 48,3 % – мононенасичених жирних кислот, у 18,0 % – насичених жирних кислот, у 42,4 % – жирів, у 31,4 % – протеїнів, у 30,2 % – доступних вуглеводів (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 - Частота недостатнього рівня добового споживання харчових нутрієнтів у школярів початкової школи залежно від віку (n = 172).

Нутрієнт	Вік (років)					Загалом 7-11 років
	6-7	8	9	10	11	
Протеїн	14 (8,1%)	16 (9,3%)	8 (4,7%)	10 (5,8%)	6 (3,5%)	54 (31,4%)
Жири	17 (9,9%)	15 (8,7%)	13 (7,6%)	18 (10,5%)	10 (5,8%)	73 (42,4%)
Доступні вуглеводи	12 (7,0%)	8 (4,7%)	10 (5,8%)	15 (8,7%)	7 (4,1%)	52 (30,2%)
Калорійність	13 (7,6%)	9 (5,2%)	6 (3,5%)	8 (4,7%)	11 (6,4%)	47 (27,3%)
Харчові волокна	21 (12,2%)	17 (9,9%)	16 (9,3%)	20 (11,6%)	10 (5,8%)	84 (48,8%)
Насичені жирні кислоти	8 (4,7%)	4 (2,3%)	5 (2,9%)	8 (4,7%)	6 (3,5%)	31 (18,0%)
Мононенасичені жирні кислоти	24 (14,0%)	19 (11,1%)	12 (7,0%)	17 (9,9%)	11 (6,4%)	83 (48,3%)
Поліненасичені жирні кислоти	28 (16,3%)	26 (15,1%)	21 (12,2%)	26 (15,1%)	14 (8,1%)	115 (66,9%)
Холестерин	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (0,6%)	0 (0,0%)	1 (0,6%)

У 90,7 % школярів цієї вікової групи було визначено добовий дефіцит споживання йоду, у 80,8 % – магнію, у 69,2 % – селену, у 64,0 % – заліза, у 62,2 % – кальцію, у 39,0 % – цинку. Дефіцит добового споживання таких мікроелементів, як калій, фосфор, мідь, марганець діагностувався менше ніж у 10,0 % школярів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 - Частота недостатнього рівня добового споживання макро- та мікронутрієнтів у школярів початкової школи залежно від віку (n = 172).

Нутрієнт	Вік (років)					Загалом 7-11 років
	6-7	8	9	10	11	
Калій	7 (4,1%)	3 (1,7%)	1 (0,6%)	4 (2,3%)	0 (0,0%)	15 (8,7%)
Кальцій	29 (16,9%)	26 (15,1%)	11 (6,4%)	27 (15,7%)	14 (8,1%)	107 (62,2%)
Магній	33 (19,2%)	33 (19,2%)	22 (12,8%)	36 (20,9%)	15 (8,7%)	139 (80,8%)
Фосфор	1 (0,6%)	1 (0,6%)	1 (0,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (1,7%)
Залізо	27 (15,7%)	23 (13,4%)	19 (11,1%)	26 (15,1%)	15 (8,7%)	110 (64,0%)
Мідь	3 (1,7%)	5 (2,9%)	3 (1,7%)	2 (1,2%)	3 (1,7%)	16 (9,3%)
Цинк	19 (11,1%)	13 (7,6%)	11 (6,4%)	18 (10,5%)	6 (3,5%)	67 (39,0%)
Марганець	2 (1,2%)	1 (0,6%)	1 (0,6%)	0 (0,0%)	1 (0,6%)	5 (2,9%)
Селен	27 (15,7%)	29 (16,9%)	21 (12,2%)	30 (17,4%)	12 (7,0%)	119 (69,2%)
Йод	35 (20,4%)	36 (20,9%)	26 (15,1%)	41 (23,8%)	18 (10,5%)	156 (90,7%)

У 95,4 % школярів від 6 до 11 років було визначено добовий дефіцит споживання вітаміну Е, у 92,5% - біотину, у 91,9 % – вітаміну D, у 75,0 % – ретинолу, у 70,9 % – вітаміну С, у 60,5 % – загального фолату, у 59,9 % – каротину. Також спостерігався менший дефіцит добового споживання таких вітамінів, як пантотенату, рибофлавіну, ніацину, вітаміну В6 (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Частота недостатнього рівня добового споживання вітамінів у школярів початкової школи залежно від віку (n = 172).

Нутрієнт	Вік (років)					Загалом 7-11 років
	6-7	8	9	10	11	
Ретинол	32 (18,6%)	24 (14,0%)	23 (13,4%)	32 (18,6%)	18 (10,5%)	129 (75,0%)
Каротин	24 (14,0%)	23 (13,4%)	19 (11,1%)	23 (13,4%)	14 (8,1%)	103 (59,9%)
Вітамін D	36 (20,9%)	35 (20,4%)	31 (18,0%)	37 (21,5%)	19 (11,1%)	158 (91,9%)
Вітамін E	37 (21,5%)	35 (20,4%)	30 (17,4%)	42 (24,4%)	20 (11,6%)	164 (95,4%)
Тіамін	4 (2,3%)	2 (1,2%)	1 (0,6%)	1 (0,6%)	0 (0,0%)	8 (4,7%)
Рибофлавін	19 (11,1%)	13 (7,6%)	11 (6,4%)	18 (10,5%)	7 (4,1%)	68 (39,6%)
Ніацин	13 (7,6%)	15 (8,7%)	10 (5,8%)	17 (9,9%)	8 (4,7%)	63 (36,6%)
Вітамін B6	11 (6,4%)	11 (6,4%)	5 (2,9%)	12 (7,0%)	7 (4,1%)	46 (26,8%)
Вітамін B12	2 (1,2%)	3 (1,7%)	3 (1,7%)	5 (2,9%)	2 (1,2%)	15 (8,7%)
Загальний фолат	25 (14,5%)	22 (12,8%)	14 (8,1%)	30 (17,4%)	13 (7,6%)	104 (60,5%)
Пантотенат	25 (14,5%)	24 (14,0%)	15 (8,7%)	21 (12,2%)	9 (5,2%)	94 (54,6%)
Біотин	35 (20,4%)	34 (19,8%)	28 (16,3%)	41 (23,8%)	21 (12,2%)	159 (92,5%)
Вітамін C	28 (16,3%)	29 (16,9%)	19 (11,1%)	30 (17,4%)	16 (9,3%)	122 (70,9%)

Нами було визначено достовірну різницю у споживанні таких мікроелементів, як калій, кальцій, магній, мідь та йод серед хлопчиків та дівчаток (табл. 3.8).

Так, добове споживання кальцію було недостатнім у 37 хлопчиків (21,51%; ДІ: 16,03-28,24) та 70 дівчаток (40,70%; ДІ: 33,64-48,16).

Таблиця 3.8 - Залежність рівня мікроелементів від статі (n = 172).

Нутрієнт	Рівень	Хлопчики	Дівчата	Значення p ²
Калій	Знижений	4 (2,3%; ДІ ¹ : 0,9-5,8)	11 (6,4%; ДІ: 3,6-11,1)	< 0,01
	Норма	8 (4,7%; ДІ: 2,4-8,9)	30 (17,4%; ДІ: 12,5-23,8)	
	Підвищений	61 (35,5%; ДІ: 28,7-42,9)	58 (33,7%; ДІ: 27,1-41,1)	
Кальцій	Знижений	37 (21,5%; ДІ: 16,0-28,2)	70 (40,7%; ДІ: 33,6-48,2)	0,01
	Норма	13 (7,6%; ДІ: 4,5-12,5)	16 (9,3%; ДІ: 5,8-14,6)	
	Підвищений	23 (13,4%; ДІ: 9,1-19,3)	13 (7,6%; ДІ: 4,5-12,5)	
Магній	Знижений	50 (29,1%; ДІ: 22,8-36,3)	89 (51,7%; ДІ: 44,3-59,1)	< 0,01
	Норма	15 (8,7%; ДІ: 5,4-13,9)	7 (4,1%; ДІ: 2,0-8,2)	
	Підвищений	8 (4,7%; ДІ: 2,4-8,9)	3 (1,7%; ДІ: 0,6-5,0)	
Фосфор	Знижений	1 (0,6%; ДІ: 0,1-3,2)	2 (1,2%; ДІ: 0,3-4,1)	1,00
	Норма	1 (0,6%; ДІ: 0,1-3,2)	2 (1,2%; ДІ: 0,3-4,1)	
	Підвищений	71 (41,3%; ДІ: 34,2-48,8)	95 (55,2%; ДІ: 47,8-62,5)	
Залізо	Знижений	41 (23,8%; ДІ: 18,1-30,7)	69 (40,1%; ДІ: 33,1-47,6)	0,09
	Норма	12 (7,0%; ДІ: 4,0-11,8)	7 (4,1%; ДІ: 2,0-8,2)	
	Підвищений	20 (11,6%; ДІ: 7,7-17,3)	23 (13,4%; ДІ: 9,1-19,3)	
Мідь	Знижений	3 (1,7%; ДІ: 0,6-5,0)	13 (7,6%; ДІ: 4,5-12,5)	< 0,01
	Норма	2 (1,2%; ДІ: 0,3-4,1)	15 (8,7%; ДІ: 5,4-13,9)	
	Підвищений	68 (39,5%; ДІ: 32,5-47,0)	71 (41,3%; ДІ: 34,2-48,8)	
Цинк	Знижений	30 (17,4%; ДІ: 12,5-23,8)	37 (21,5%; ДІ: 16,0-28,2)	0,06
	Норма	10 (5,8%; ДІ: 3,2-10,4)	28 (16,3%; ДІ: 11,5-22,5)	
	Підвищений	33 (19,2%; ДІ: 14,0-25,7)	34 (19,8%; ДІ: 14,5-26,4)	
Хлорид	Норма	0 (0,0%; ДІ: 0,0-2,2)	1 (0,6%; ДІ: 0,1-3,2)	1,00
	Підвищений	73 (42,4%; ДІ: 35,3-49,9)	98 (57,0%; ДІ: 49,5-64,1)	
Марганець	Знижений	3 (1,7%; ДІ: 0,6-5,0)	2 (1,2%; ДІ: 0,3-4,1)	0,81
	Норма	3 (1,7%; ДІ: 0,6-5,0)	4 (2,3%; ДІ: 0,9-5,8)	
	Підвищений	67 (39,0%; ДІ: 32,0-46,4)	93 (54,1%; ДІ: 46,6-61,4)	
Селен	Знижений	45 (26,2%; ДІ: 20,2-33,2)	74 (43,0%; ДІ: 35,9-50,5)	0,15
	Норма	12 (7,0%; ДІ: 4,0-11,8)	13 (7,6%; ДІ: 4,5-12,5)	
	Підвищений	16 (9,3%; ДІ: 5,8-14,6)	12 (7,0%; ДІ: 4,0-11,8)	
Йод	Знижений	60 (34,9%; ДІ: 28,2-42,3)	96 (55,8%; ДІ: 48,4-63,0)	< 0,01
	Норма	7 (4,1%; ДІ: 2,0-8,2)	1 (0,6%; ДІ: 0,1-3,2)	
	Підвищений	6 (3,5%; ДІ: 1,6-7,4)	2 (1,2%; ДІ: 0,3-4,1)	

Примітка 1 – 95% довірчий інтервал за методом Вальда, Примітка 2 - точне значення p розраховане за допомогою критерію ксі-квадрат Пірсона або точного критерію Фішера.

Згідно аналізу харчової цінності добових раціонів було визначено середнє значення добового споживання мікроелементів та вітамінів учнями молодших класів залежно від статі. Так, була визначена достовірна різниця за середнім споживанням кальцію, калію, магнію, фосфору, міді, хлору та йоду серед хлопчиків та дівчаток (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 - Середнє значення добового споживання мікроелементів учнями молодших класів залежно від статі (n = 172).

Нутрієнт	Хлопчики	Дівчатка	Значення p ¹
Калій	2720,0 [2316,0; 3356,0]	2333,0 [2046,0; 2754,0]	< 0,01
Кальцій	750,0 [603,0; 949,0]	646,0 [502,5; 744,5]	< 0,01
Магній	272,0 [243,0; 356,0]	236,0 [208,5; 300,0]	< 0,01
Фосфор	1373,0 [1177,0; 1632,0]	1152,0 [986,0; 1380,5]	< 0,01
Залізо	12,2 [9,0; 15,2]	10,7 [9,0; 13,6]	0,28
Мідь	1,6 [1,3; 1,9]	1,37 [1,03; 1,7]	0,01
Цинк	10,3 [8,3; 12,0]	10,01 [7,6; 11,5]	0,24
Хлор	4096,0 [2597,0; 7156,0]	3466,0 [2324,0; 5330,5]	0,04
Марганець	4,2 [3,0; 5,5]	4,2 [3,2; 5,3]	0,78
Селен	45,5 [32,1; 57,6]	40,3 [33,3; 49,5]	0,19
Йод	91,8 [64,1; 121,9]	73,5 [52,4; 91,3]	< 0,01

Примітка 1 - точне значення p розраховане за допомогою U-критерію Мана-Уїтні.

Як видно з таблиці 3.10, нами було визначено достовірну різницю за статтю серед значної кількості вітамінів, а саме ретинолу, вітаміну D, рибофлавіну, вітамінів B6 і B12, фолатів, пантотенату, біотину та вітаміну C.

Таблиця 3.10 - Середнє значення добового споживання вітамінів учнями молодших класів залежно від статі (n = 172).

Нутрієнт	Хлопчики	Дівчата	Значення p ¹
Ретинол	334,0 [231,0; 498,0]	284,0 [163,0; 361,0]	< 0,01
Каротин	2039,0 [1343,0; 3191,0]	1781,0 [1176,0; 2922,0]	0,27
Вітамін D	2,6 [1,7; 4,1]	2,0 [1,2; 3,1]	< 0,01
Вітамін E	5,1 [3,7; 8,7]	5,6 [3,6; 6,9]	0,47
Тіамін	1,8 [1,5; 2,2]	1,7 [1,4; 2,3]	0,80
Рибофлавін	1,5 [1,2; 2,0]	1,4 [1,0; 1,6]	0,01
Ніацин	16,9 [13,2; 23,3]	15,9 [12,2; 20,8]	0,17
Триптофан поділений на 60	16,6 [13,6; 21,7]	14,2 [12,4; 17,9]	0,01
Вітамін B6	1,80 [1,5; 2,3]	1,5 [1,2; 1,8]	< 0,01
Вітамін B12	4,5 [3,5; 5,6]	3,7 [2,8; 4,7]	< 0,01
Загальний фолат	175,0 [127,0; 248,0]	155,0 [124,0; 197,0]	0,03
Пантотенат	5,6 [4,4; 7,0]	5,0 [3,9; 6,2]	0,04
Біотин	30,0 [21,1; 36,2]	23,2 [18,0; 31,3]	0,01
Вітамін C	64,0 [42,0; 86,0]	48,0 [35,0; 73,5]	0,02

Примітка 1 - точне значення p розраховане за допомогою U-критерію Мана-Уїтні.

Згідно аналізу харчової цінності добових раціонів було визначено, що середнє значення добового споживання кальцію становило 750,0 мг на добу [603,0; 949,0] у хлопчиків та 646,0 мг на добу [502,5; 744,5] у дівчат (< 0,01).

Недостатнє споживання кальцію було визначено у 50,7 % хлопчиків та у 70,7 % дівчат. У віковій групі 6-7 років споживання кальцію було зниженим у 76,3 %, у віці вісім років – у 70,3 %, у віці дев'ять років – у 35,5 %, у віці десять років – 61,4 %, у віці одинадцять років – у 63,6 % школярів.

Середнє значення добового споживання вітаміну D у школярів становило 2,6 мкг [1,7; 4,1] у хлопчиків та 2,0 мкг [1,2; 3,1] у дівчаток (< 0,01). Знижене споживання вітаміну D нами було визначено у 84,9 % хлопчиків та 96,9 % дівчат.

Для ілюстрації наводимо деякі зразки графічних заключень, які були отримані під час нашого дослідження (рис. 3.6 – 3.13).

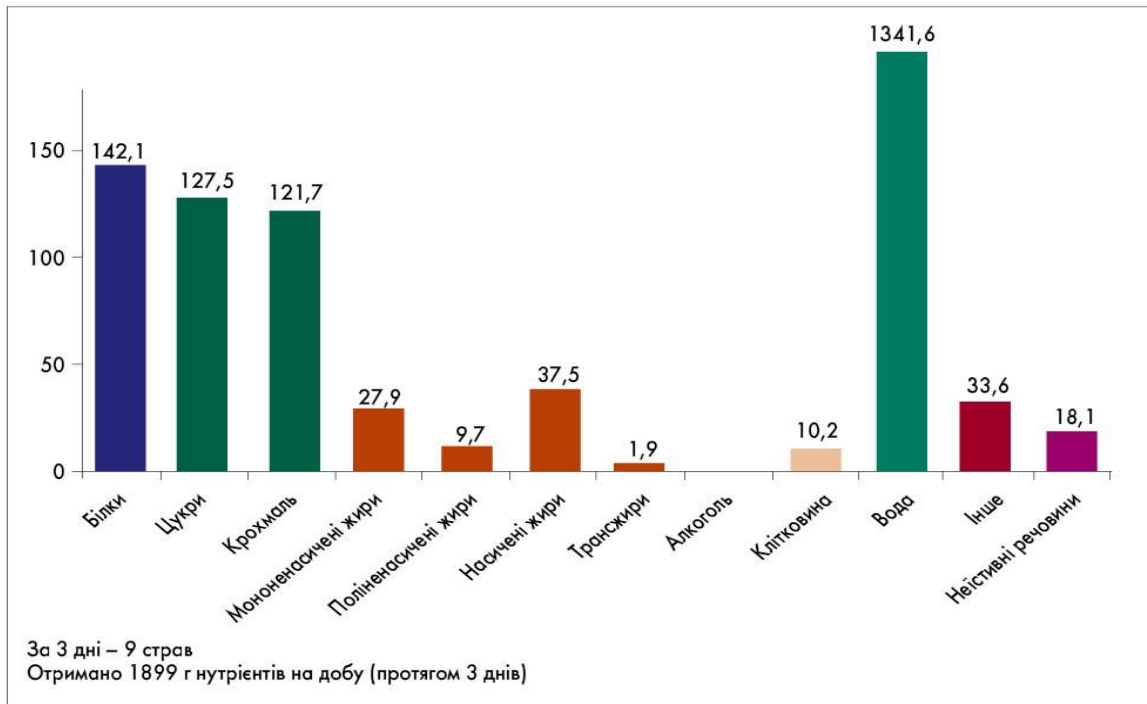


Рисунок 3.6 - Дитина Н. Частка поживних речовин у щоденному раціоні

Як бачимо з наведеного аналізу харчового раціону, дитина Н. споживає в середньому 1899 г нутрієнтів (середнє значення за 3 дні), з них 70,6% – вода. Частка білків у харчовому раціоні складає 26,7%, цукрів – 24,1%, жирів – 14,5% (рис. 3.6).

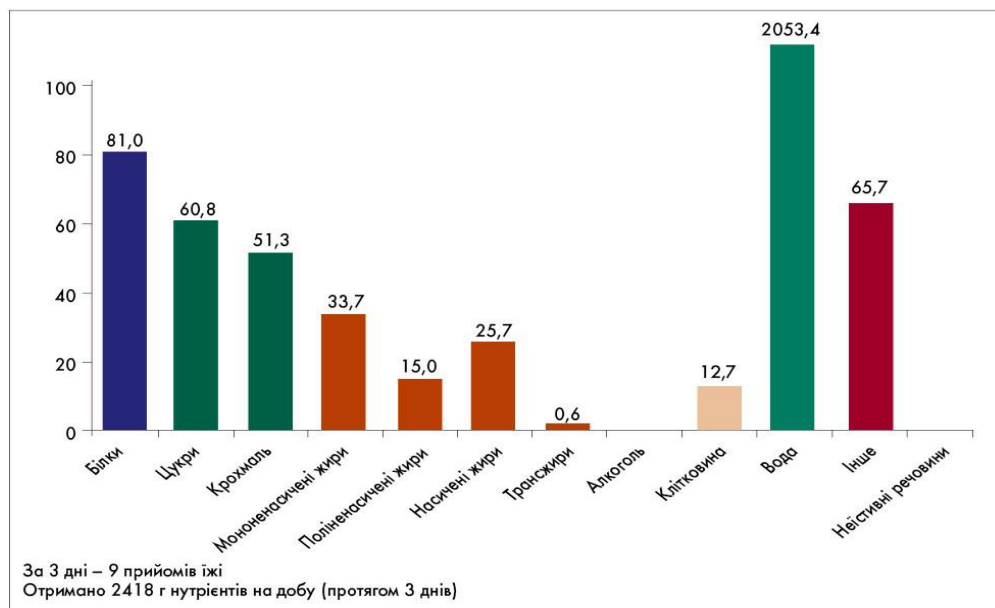


Рисунок 3.7 - Дитина К. Частка поживних речовин у щоденному раціоні

З аналізу харчового раціону дитини К. видно, що середнє споживання нутрієнтів за добу дитиною становить 2418 г, з яких на воду припадає 84,9%. Білки становлять 23,4%, цукри – 17,5%, жири – 21,6% (Рис.3.7).

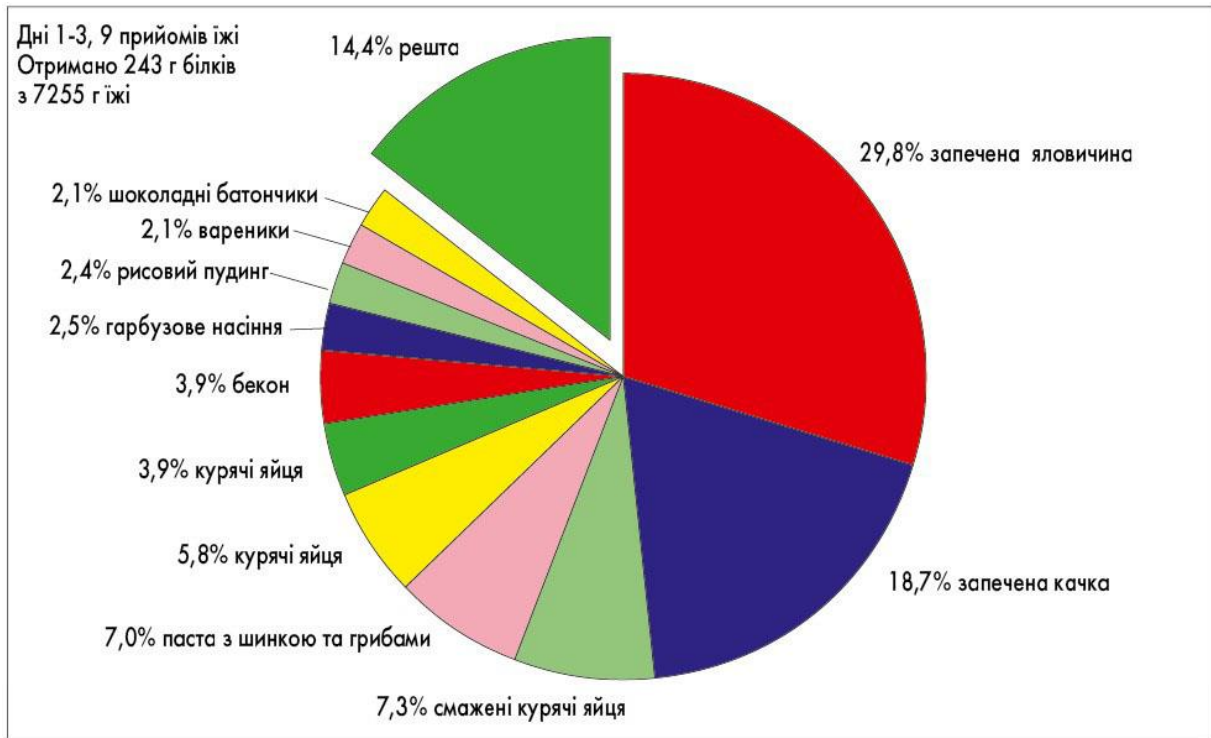


Рисунок 3.8 - Дитина В. Джерела протеїнів у харчовому раціоні дитини

При аналізі джерел поступлення білків дитині В. було визначено, що вона отримала за три дні 243 г білків із 7255 г їжі. Основними їхніми джерелами були запечені качка і яловичина, а також смажені яйця та паста з шинкою та грибами. (рис. 3.8)

При аналізі добового калоражу дитини В. нами було визначено, що вона за три дні отримала 4577 ккал із 7255 г їжі. Найбільший внесок у щоденний калораж склали шоколадні батончики (10,9%), запечена яловичина (8,8%), паста з беконом та грибами (8,7%) та запечена качка (7,7%). Таким чином, перше місце в енергетичному забезпеченні цієї дитини посідали солодощі (рис. 3.9).

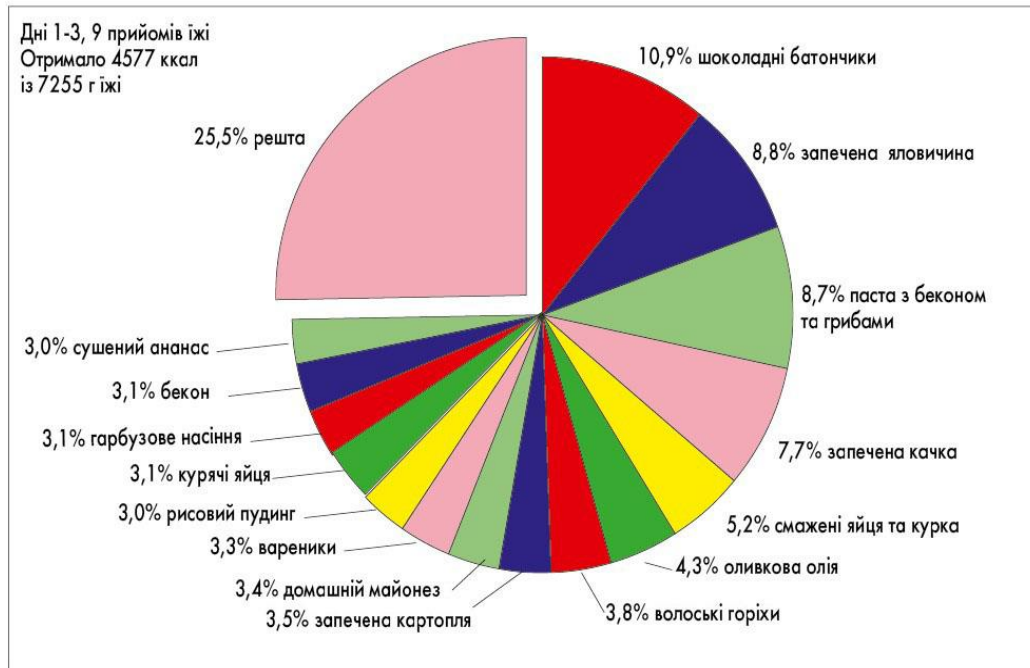


Рисунок 3.9 - Дитина В. Джерела енергії у харчовому раціоні дитини

Аналіз харчового раціону дитини О., свідчить, що вона в середньому споживає за добу 2418 г їжі, отримує недостатню кількість таких мінералів, як кальцій, магній, залізо та йод. Саме ці мінерали є необхідними для нормального як фізичного, так і психо-моторного розвитку дитячого організму, який швидко росте (рис. 3.10).

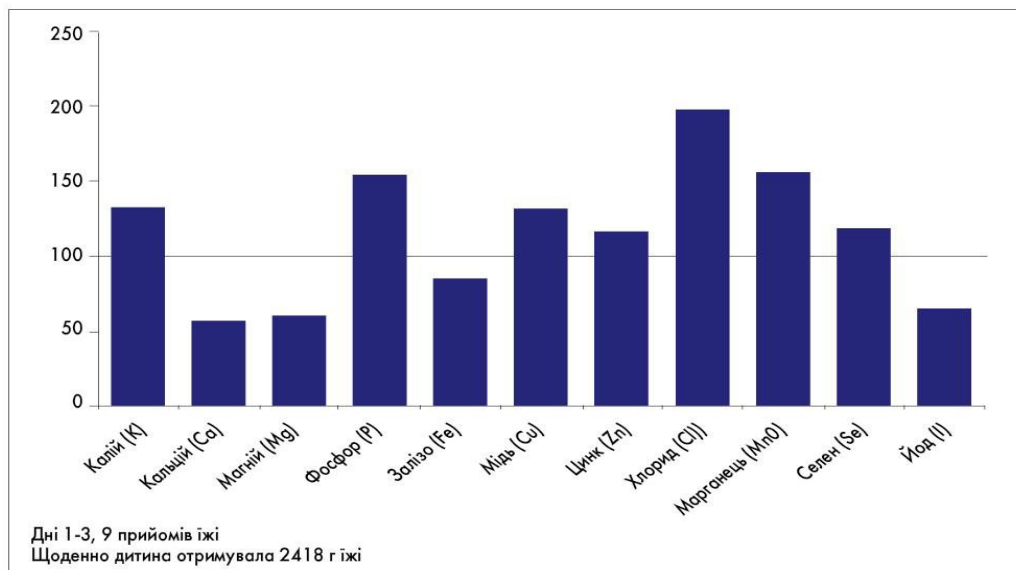


Рисунок 3.10 - Дитина О. Відсоток денного споживання макро- та мікронутрієнтів відповідно до денної рекомендованої дози.

Аналіз добового харчового раціону дитини І., свідчить, що вона в середньому за добу споживає 2418 г їжі, має дефіцит споживання значної кількості вітамінів, а саме вітаміну D та E, тіаміну, ніацину, вітаміну B6, фолатів, пантотенату, біотину та вітаміну C (рис. 3.11).

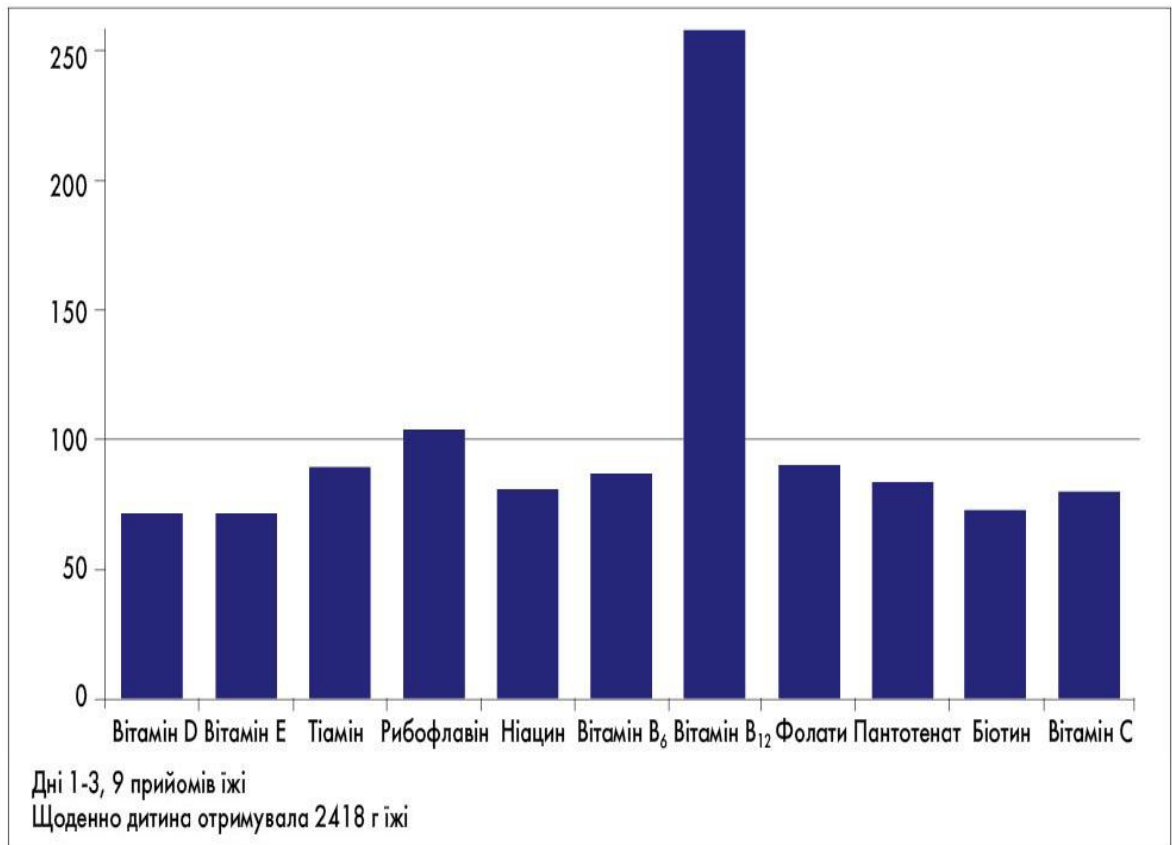


Рисунок 3.11 - Дитина І. Відсоток денного споживання вітамінів відповідно до денної рекомендованої дози

Аналіз іншого добового харчового раціону дитини А., який проведений за допомогою програми Dietplan 7 свідчить, що основними продуктами, які забезпечують надходження вітаміну D в організм, є свинячі котлети (33,7%), відбивні (24,6%) та сирники (12,8%). Тобто в цьому випадку основним джерелом вітаміну D можна вважати м'ясо (рис. 3.12).

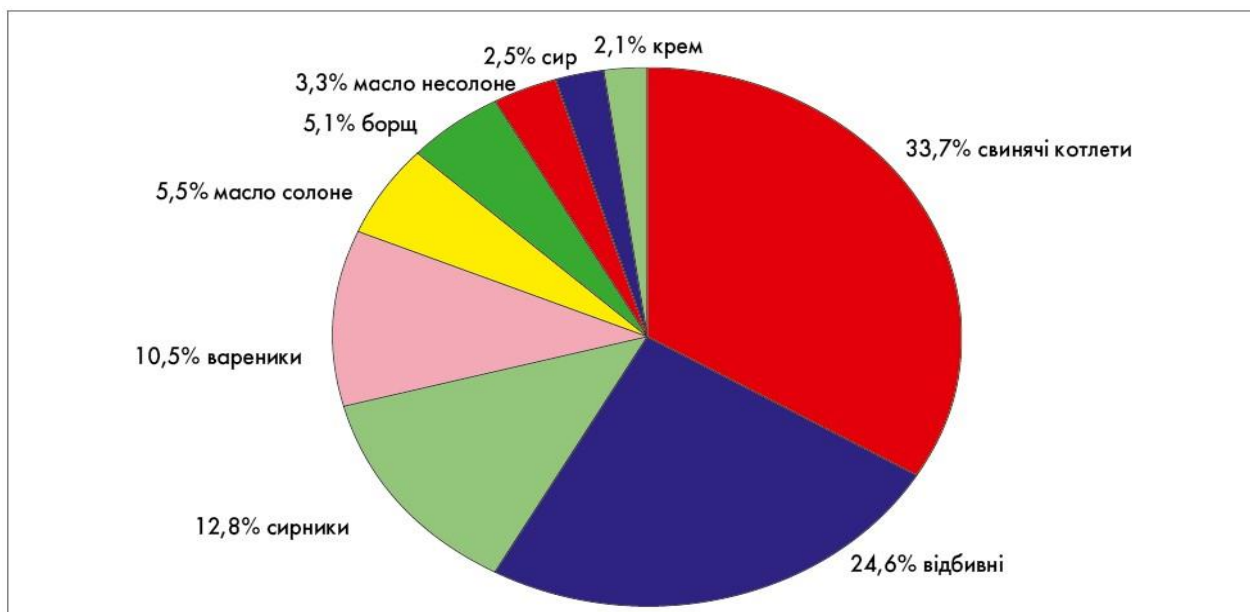


Рисунок 3.12 - Дитина А. Харчові продукти із вмістом вітаміну D у раціоні.

При аналізі харчового раціону дитини А. було визначено, що основними продуктами, які забезпечують дитину А. кальцієм, були мак (13,8%), какао (12,4%), йогурт (9,1%), сирники (8%) та твердий сир (6,9%). Таким чином домінуючу позицію як джерело кальцію у цієї дитини займають молочні продукти (рис. 3.13).

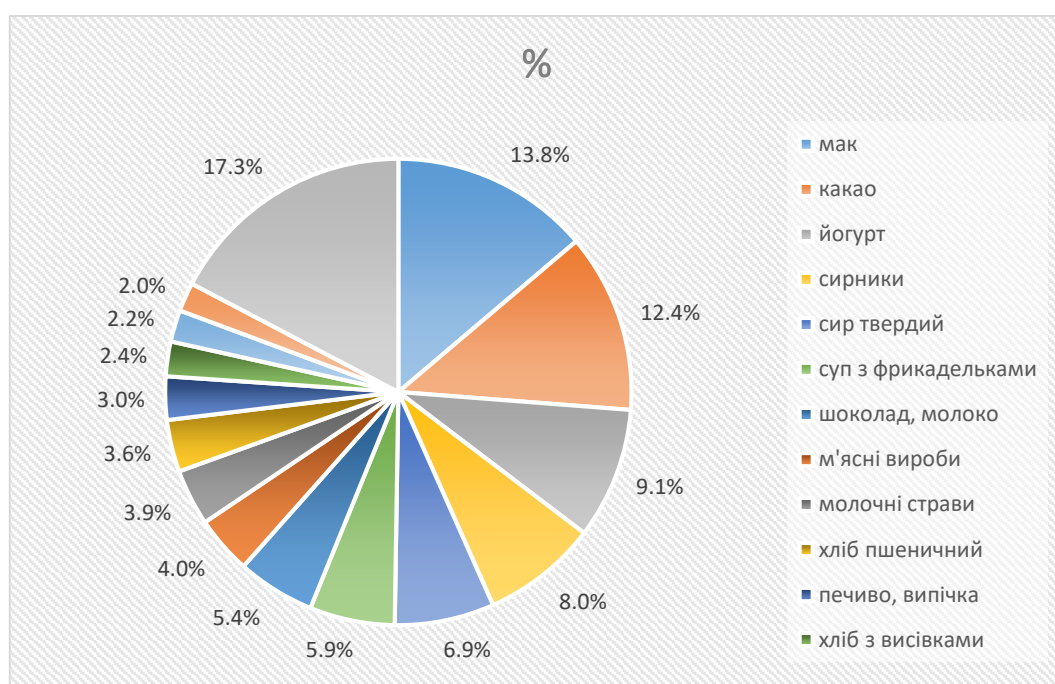


Рисунок 3.13 - Дитина А. Джерела кальцію у харчовому раціоні дитини.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3:

1. У більшості учнів початкової школи харчування є незбалансованим, яке не забезпечує усіх потреб метаболізму дитячого організму, який швидко росте та інтенсивно розвивається.
2. Значна кількість дітей має порушення ХП.
3. Майже у третини школярів є дефіцит денного споживання білків, жирів, вуглеводів та енергії, у половини школярів – дефіцит споживання кількості харчових волокон, ПНЖК та мононенасичених жирних кислот.
4. У більшості школярів є добовий дефіцит споживання йоду, магнію, селену та заліза, вітаміну Е, біотину, ретинолу, вітаміну С, каротину, пантотенату.
5. У значної частини учнів молодших класів виявлено дефіцит споживання кальцію та вітаміну D.

Результати досліджень, представлені у розділі 3, наведено у публікаціях:

1. Няньковський СЛ, Яцула МС, Няньковська ОС, Титуса АВ. Динаміка стану здоров'я школярів в Україні за даними анкетного опитування. Здоров'я дитини. 2018; 5(13): 425-431. DOI [10.22141/2224-0551.13.5.2018.141554](https://doi.org/10.22141/2224-0551.13.5.2018.141554)
2. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі Педіатрія. 2020; 2(53).

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ КАЛЬЦІЄМ ТА ВІТАМІНОМ D

У процесі вивчення дефіциту мікронутрієнтів визначено, що харчування майже 80% здорових дітей є недостатньо збалансованим [1]. У дитинстві одним з найбільш важливих ризиків щодо харчування є неправильні харчові звички, які включають пропуски прийому їжі, вживання великої кількості обробленої їжі та дотримання різноманітних дієт [272]. Це фактори, які сприяють недостатньому споживанню кальцію та вітаміну D і, як наслідок, спричиняють проблеми росту у дітей та підлітків [273]. Останнім часом у регуляції фізіологічних процесів в організмі велику увагу приділяють ролі вітаміну D3 та катіону кальцію. Фізіологічна функція кальцію полягає не лише в участі в остеогенезі, але й у вивільненні нейромедіаторів, секреції гормонів, підтриманні згортання крові та гомеостазу в цілому [274].

4.1 Визначення основних показників кальцієвого обміну у дітей молодшого шкільного віку

Відомо, що рівень кальцію у сироватці крові стабільний протягом усіх фізіологічних періодів життя людини (2,25-2,75 ммоль/л), що робить його однією із найдосконаліших констант організму. Однак цей факт не означає, що потреба в цьому елементі також стабільна. Особливо це помітно в так звані критичні періоди розвитку – у дитячому віці, коли спостерігається найбільший дисонанс між потребою та надходженням в організм кальцію.

На третьому етапі нашого дослідження у 56 дітей із зниженим рівнем добового споживання кальцію та вітаміну D було проведено визначення рівнів кальцію та вітаміну D в сироватці крові.

Так, середнє значення рівня загального кальцію у сироватці крові становило 2,39 ммоль/л, іонізованого – 1,27 ммоль/л, вітаміну D – 20,20 нг/мл (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Середні значення показників крові у дітей

№ п/п	Показник	Значення Me [25%; 75%]
1	Загальний кальцій в крові, ммоль/л	2.4 [2.1; 2.5]
2	Іонізований кальцій в крові, ммоль/л	1.3 [1.2; 1.3]
3	Вітамін D в крові, нг/мл	20.2 [15.6; 24.5]

Знижений рівень загального кальцію у крові було визначено у 2 хлопчиків (3,6 %) та у 13 дівчат (23,2 %) ($p < 0,01$), іонізованого кальцію – у 1 хлопчика (1,8 %) та у 8 дівчат (14,3%) ($p < 0,01$), вітаміну D – у 8 хлопчиків (14,3 %) та у 19 (33,9 %) дівчат ($p = 0,02$) цієї групи (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Залежність рівня основних показників крові від статі (n = 56)

Показник	Рівень	Хлопчики	Дівчата	Значення p^2
Загальний кальцій в крові	Знижений	2(7.7% ; ДІ ¹ : 0.0-17.9)	13(43.3% ; ДІ: 25.6-61.1)	< 0,01
	Норма	23(88.5% ; ДІ: 76.2-100.0)	17(56.7% ; ДІ: 38.9-74.4)	
	Підвищений	1(3.9% ; ДІ: 0.0-11.2)	0(0.0% ; ДІ: 0.0-0.0)	
Іонізований кальцій в крові	Знижений	1(3.9% ; ДІ: 0.0-11.2)	8(26.7% ; ДІ: 10.8-42.5)	< 0,01
	Норма	14(53.9% ; ДІ: 34.7-73.0)	19(63.3% ; ДІ: 46.1-80.6)	
	Підвищений	11(42.3% ; ДІ: 23.3-61.3)	3(10.0% ; ДІ: 0.0-20.7)	
Вітамін D в крові	Знижений	8(30.8% ; ДІ: 13.0-48.5)	19(63.3% ; ДІ: 46.1-80.6)	0,02
	Норма	18(69.2% ; ДІ: 51.5-87.0)	11(36.7% ; ДІ: 19.4-53.9)	

Примітка 1 - 95% довірчий інтервал за методом Вальда

Примітка 2 - точне значення p розраховане за допомогою критерію χ^2 -квадрат Пірсона або точного критерію Фішера.

Нами було виявлено гендерну залежність основних показників крові за кількісною ознакою (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 - Залежність рівня основних показників від статі за значенням ($n = 56$)

Показник	Хлопчики	Дівчата	Значення р
Загальний кальцій в крові, ммоль/л	2,42 [2,38; 2,49]	2,21 [1,94; 2,44]	0,01
Іонізований кальцій в крові, ммоль/л	1,32 [1,27; 1,34]	1,19 [1,15; 1,29]	< 0,01
Вітамін D в крові, нг/мл	22,75 [18,03; 26,40]	16,80 [15,40; 21,15]	0,01

Нами не було виявлено достовірної залежності рівнів основних показників рівня загального, іонізованого кальцію та вітаміну D в крові від віку (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 - Залежність рівня основних показників крові від віку ($n = 56$)

Показник	Рівень	Вік (років)					Значення p^1
		7	8	9	10	11	
Загальний кальцій в крові	Знижений	3(30.0%)	3(30.0%)	2(13.3%)	5(29.4%)	2(50.0%)	0,70
	Норма	7(70.0%)	7(70.0%)	13(86.7%)	11(64.7%)	2(50.0%)	
	Підвищений	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(5.9%)	0(0.0%)	
Іонізований кальцій в крові	Знижений	2(20.0%)	1(10.0%)	1(6.7%)	3(17.7%)	2(50.0%)	0,13
	Норма	4(40.0%)	6(60.0%)	12(80.0%)	11(64.7%)	0(0.0%)	
	Підвищений	4(40.0%)	3(30.0%)	2(13.3%)	3(17.7%)	2(50.0%)	
Вітамін D в крові	Знижений	4(40.0%)	5(50.0%)	7(46.7%)	9(52.9%)	2(50.0%)	0,99
	Норма	6(60.0%)	5(50.0%)	8(53.3%)	8(47.1%)	2(50.0%)	

Примітка 1 - точне значення р розраховане за допомогою точного критерію Фішера.

Також нами не було виявлено достовірної залежності рівнів основних показників крові від віку за кількісною ознакою (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 - Залежність рівня основних показників крові від віку за значенням
(n = 56)

Нутрієнт	Вік (років)					Значення р
	7	8	9	10	11	
Загальний кальцій в крові	2,30 [2,05; 2,54]	2,33 [2,13; 2,46]	2,47 [2,24; 2,52]	2,31 [1,99; 2,39]	2,22 [2,00; 2,40]	0,30
Іонізований кальцій в крові	1,32 [1,18; 1,35]	1,25 [1,17; 1,33]	1,29 [1,23; 1,31]	1,25 [1,17; 1,32]	1,23 [1,11; 1,36]	0,90
Вітамін D в крові	20,30 [18,03; 25,90]	18,95 [16,08; 27,38]	20,20 [16,25; 26,30]	17,90 [15,50; 22,50]	18,75 [15,93; 22,50]	0,75

Як видно з таблиці 4.5, в віковій категорії 8, 10 та 11 років учнів молодших класів виявлено знижений рівень вітаміну D в крові, що може мати негативні наслідки для здоров'я дитячого організму.

Додатково усім дітям цієї групи було визначено вміст кальцію у волоссі. Його знижений вміст виявився у 8 (14,3 %) хлопчиків та у 22 (39,3 %) дівчат (p < 0,01) (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 - Гендерна залежність кальцію у волоссі за рівнем (n = 56)

Рівень	Групи		р
	Хлопчики	Дівчата	
Знижений	8 (30.8%)	22 (73.3%)	0.003
Норма	17 (65.4%)	8 (26.7%)	
Підвищений	1 (3.8%)	0 (0.0%)	

Нами було виявлено достовірну гендерну залежність рівня кальцію у волоссі і за кількісною ознакою (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 - Гендерна залежність кальцію у волоссі за значенням (n = 56)

Показник	Хлопчики	Дівчата	p
Кальцій у волоссі (n = 56)	438.35±180.93	253.71±170.71	0.001
Кількість	26	30	

Як бачимо з таблиці 4.7, середнє значення рівня кальцію у волоссі дівчаток було у 1,7 разів нижче, аніж у хлопців.

Нами не було виявлено достовірної залежності рівня кальцію у волоссі дітей від віку. Дані наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Залежність рівня вмісту кальцію у волоссі дітей від віку (n = 56)

Рівень	Вік					p
	7	8	9	10	11	
Знижений	4 (40.0%)	4 (40.0%)	8 (53.3%)	12 (70.6%)	2 (50.0%)	0.22
Норма	6 (60.0%)	6 (60.0%)	7 (46.7%)	5 (29.4%)	1 (25.0%)	
Підвищений	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (25.0%)	

Нами була виявлена достовірна різниця вмісту кальцію у волоссі залежно від віку за значенням (табл. 4.9). Так, найвищі показники рівня кальцію у волоссі було визначено у дітей 7 років, а найнижчі – у дітей 10 років (вони були нижчі нормальних показників).

Таблиця 4.9 - Залежність рівня кальцію у волоссі від віку (n = 56)

Показник	Вік					p
	7	8	9	10	11	
Кальцій у волоссі (n = 56)	394.18±20 6.74	366.05±20 7.96	324.99±20 3.56	295.07±16 5.93	378.75±29 6.64	0.001
Кількість	10	10	15	17	4	

Таким чином, згідно біохімічного дослідження сироватки крові зниження рівня загального та/або іонізованого кальцію спостерігалось у 24 дітей (42,9 %) дітей зі зменшеним добовим споживанням кальцію, тоді як за даними дослідження вмісту кальцію у волоссі, знижений його рівень спостерігався у 30 дітей (53,6 %). На нашу думку, вміст мікроелементів у крові є більш динамічним та мінливим показником, тоді як кількість у волоссі є більш стабільним і може ефективно застосовуватися для діагностики дефіцитних станів, зокрема у дітей.

4.2 Особливості взаємозв'язку аліментарного надходження кальцію та вітаміну D, їхніх рівнів у сироватці крові та у волоссі у дітей молодшого шкільного віку

За допомогою кореляційного аналізу ми визначали вплив різних факторних ознак, які можуть діяти в різних напрямках одночасно або послідовно, на результативну ознаку. У нашому дослідженні результативними ознаками були рівні загального кальцію у крові, іонізованого кальцію, вітаміну D, кальцію у волоссі.

Нами було визначено, що на рівень кальцію у крові учнів молодших класів впливав ряд чинників, визначених шляхом анкетного опитування на першому етапі нашого дослідження (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 - Взаємозв'язок між абсолютним значенням рівня кальцію в крові та результатами анкетного опитування

№	Дистрактор	Коефіцієнт кореляції	p
1	Частота споживання молока	0,47	< 0,01
2	Частота споживання соку	0,31	0,02
3	Споживання перекусів:		
3.1	Молоко	0,46	< 0,01
3.2	М'ясо	0,41	< 0,01
3.3	Риба	0,42	< 0,01
4	Споживання у школі:		
4.1	Молоко	0,58	< 0,01
5	Небажання їсти:		
5.1	Молоко/сир	-0,52	< 0,01
5.2	М'ясо	-0,33	0,01
5.3	Фрукти	-0,44	< 0,01
5.4	Овочі	-0,42	< 0,01
6	Додаткові напої:		
6.1	Сік	0,33	0,01
7	Недостатність споживання:		
7.1	Молоко/сир	-0,41	< 0,01
7.2	М'ясо	-0,32	0,02
7.3	Риба	-0,32	0,02
7.4	Фрукти	-0,55	< 0,01
7.5	Овочі	-0,38	< 0,01
8	Вживання йогуртів	0,56	< 0,01
9	Улюблені продукти:		
9.1	Сир	0,51	< 0,01
9.2	Риба	0,47	< 0,01
9.3	Молоко	0,44	< 0,01

Таким чином, максимальні позитивні значення коефіцієнту кореляції R Спірмена спостерігаються між рівнем кальцію у крові та частотою споживання у школі молока ($R = 0,58, p < 0,01$) (рис. 4.1).

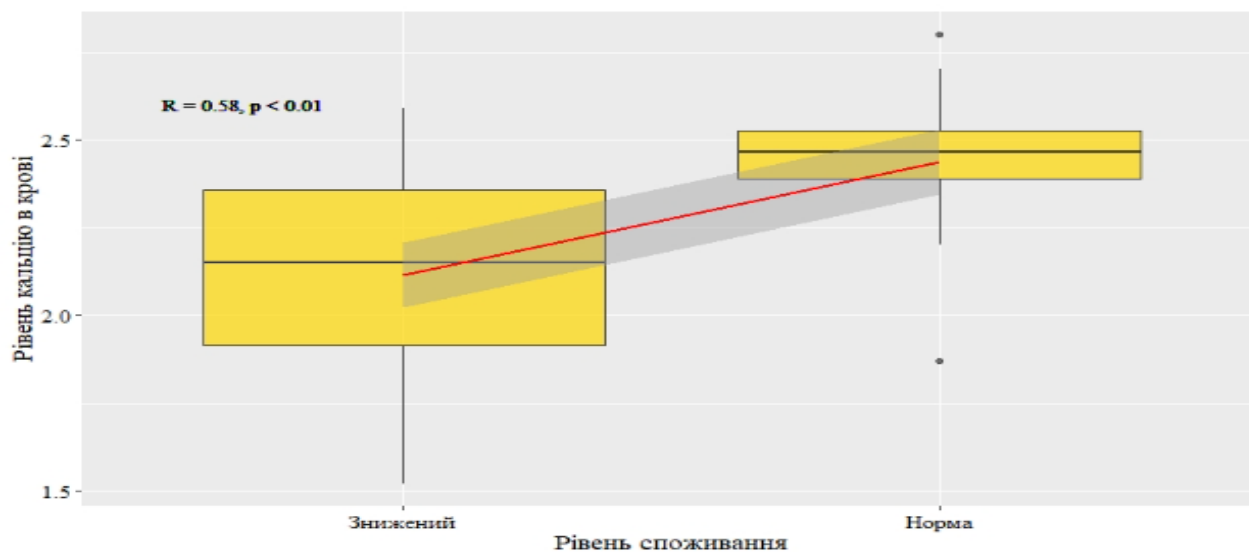


Рисунок 4.1 - Кореляція між частотою споживання у школі молока та рівнем кальцію у крові

Також максимальні позитивні значення коефіцієнту кореляції R Спірмена були між рівнем кальцію у крові та вживанням йогуртів ($R = 0,56, p < 0,01$) (рис. 4.2), що свідчить про середньої сили кореляційний зв'язок між цими показниками.

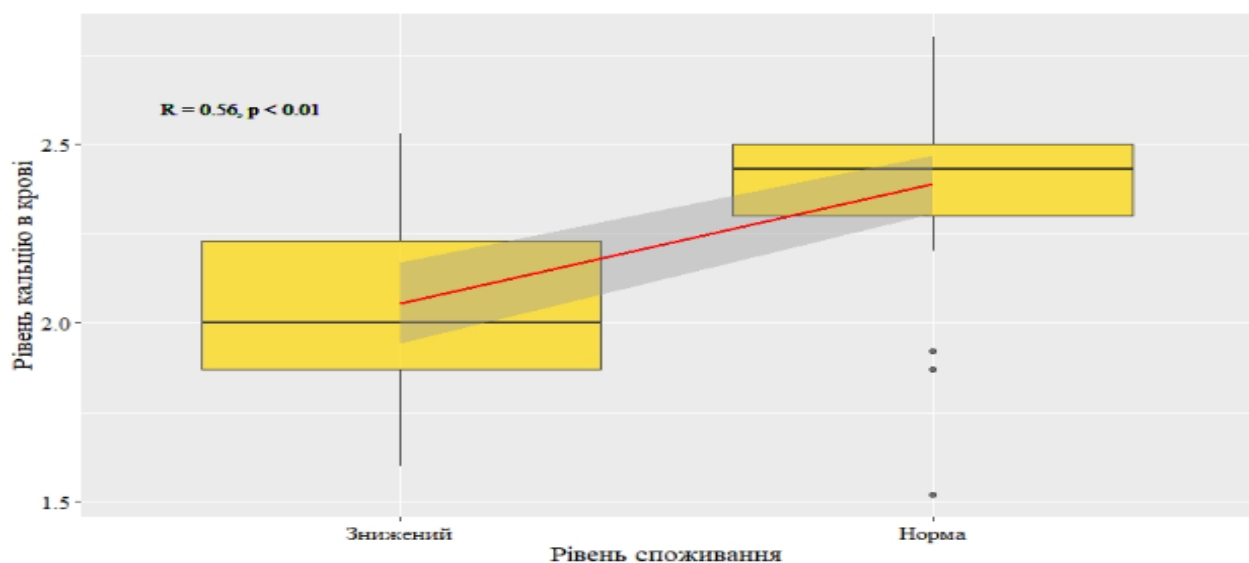


Рисунок 4.2 - Кореляція між вживанням йогуртів та рівнем кальцію у крові

З іншого боку, такий чинник, як небажання споживати молоко/сир має найбільший за модульним значенням негативний зв'язок із кількістю кальцію в крові, про що свідчать мінімальні значення R із усіх, що були досліджені (рис. 4.3).

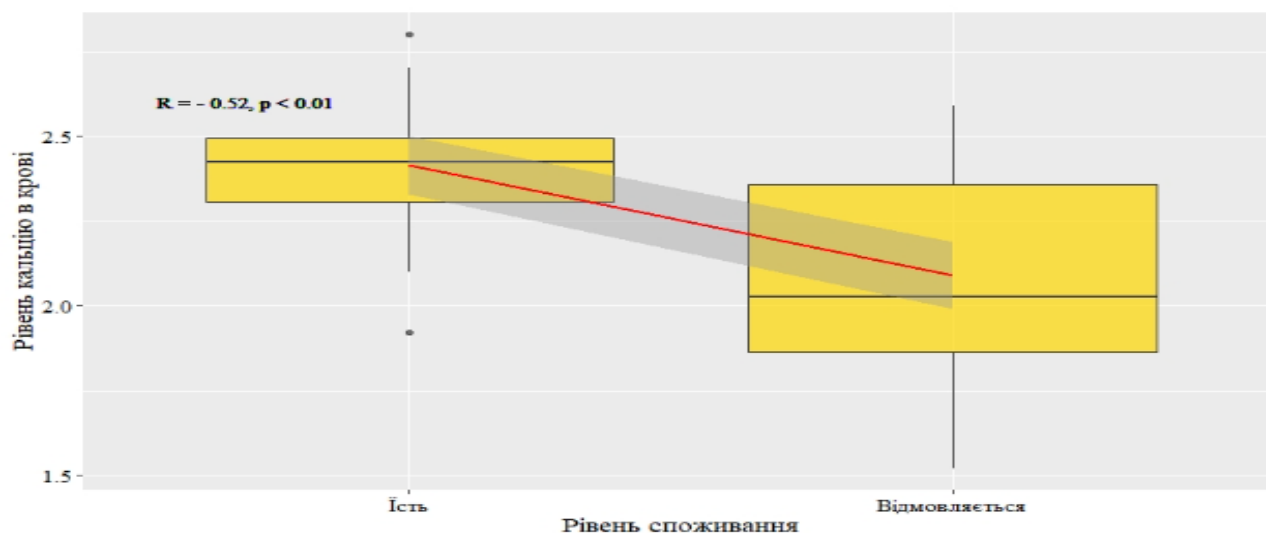


Рисунок 4.3 - Кореляція між небажанням споживати молоко/сир та рівнем кальцію у крові

Також, недостатнє споживання фруктів має найбільший за модульним значенням негативний зв'язок із кількістю кальцію в крові (рис. 4.4).

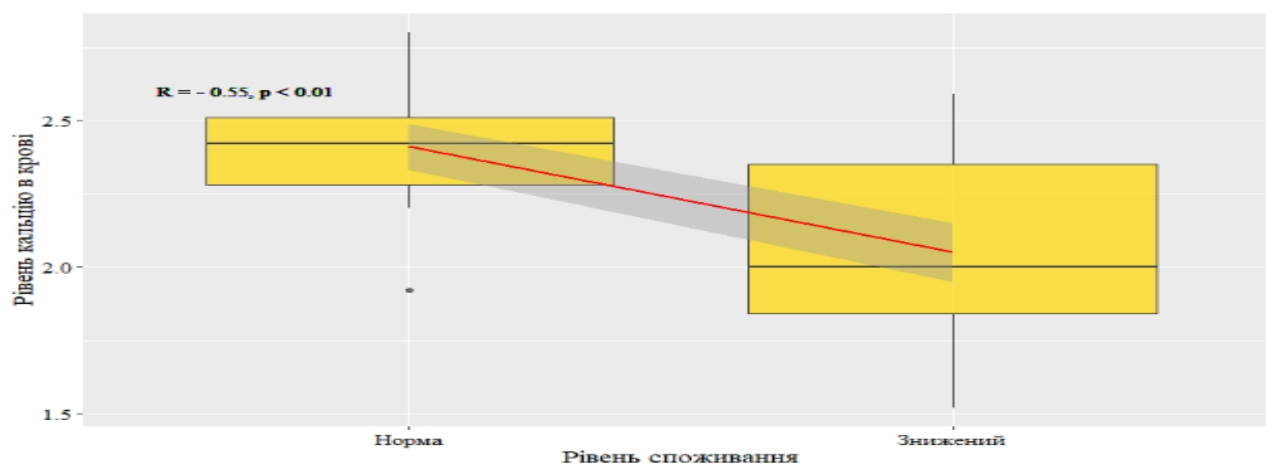


Рисунок 4.4 - Кореляція між недостатнім споживанням фруктів та рівнем кальцію у крові

Більшість чинників, які наведено в таблиці 4.10, мають середньої сили кореляційний зв'язок із рівнем кальцію у крові. Деяко слабший, але достовірний зв'язок, спостерігається у таких факторів, як частота споживання соку ($R = 0,31$, $p = 0,02$), небажання їсти м'ясо ($R = - 0,33$, $p = 0,01$), додаткове споживання соку ($R = 0,33$, $p = 0,01$) та недостатнє споживання м'яса ($R = - 0,32$, $p = 0,02$) і риби ($R = - 0,32$, $p = 0,02$).

Рівень іонізованого кальцію у крові учнів молодших класів також залежав від ряду чинників, визначених шляхом анкетного опитування на першому етапі нашого дослідження (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 - Взаємозв'язок між абсолютним значенням рівня іонізованого кальцію в крові та результатами анкетного опитування

№	Дистрактор	Коефіцієнт кореляції	p
1	2	3	4
1	Частота споживання молока	0,51	< 0,01
2	Частота споживання соку	0,32	0,02
3	Споживання перекусів:		
3.1	Молоко	0,48	< 0,01
3.2	М'ясо	0,54	< 0,01
3.3	Риба	0,47	< 0,01
4	Споживання у школі:		
4.1	Молоко	0,57	< 0,01
5	Небажання їсти:		
5.1	Молоко/сир	-0,57	< 0,01
5.2	М'ясо	-0,44	< 0,01
5.3	Фрукти	-0,43	< 0,01
5.4	Овочі	-0,49	< 0,01
6	Додаткові напої:		
6.1	Сік	0,42	< 0,01
7	Недостатність споживання:		
7.1	Молоко/сир	-0,50	< 0,01
7.2	М'ясо	-0,52	< 0,01

1	2	3	4
7.3	Риба	-0,43	< 0,01
7.4	Фрукти	-0,58	< 0,01
7.5	Овочі	-0,46	< 0,01
8	Вживання йогуртів	0,54	< 0,01
9	Улюблені продукти:		
9.1	Сир	0,46	< 0,01
9.2	Риба	0,46	< 0,01
9.3	Молоко	0,46	< 0,01

Як бачимо з таблиці 4.11, найбільший позитивний кореляційний зв'язок із значенням іонізованого кальцію крові мав такий чинник, як споживання у школі молока (рис. 4.5).

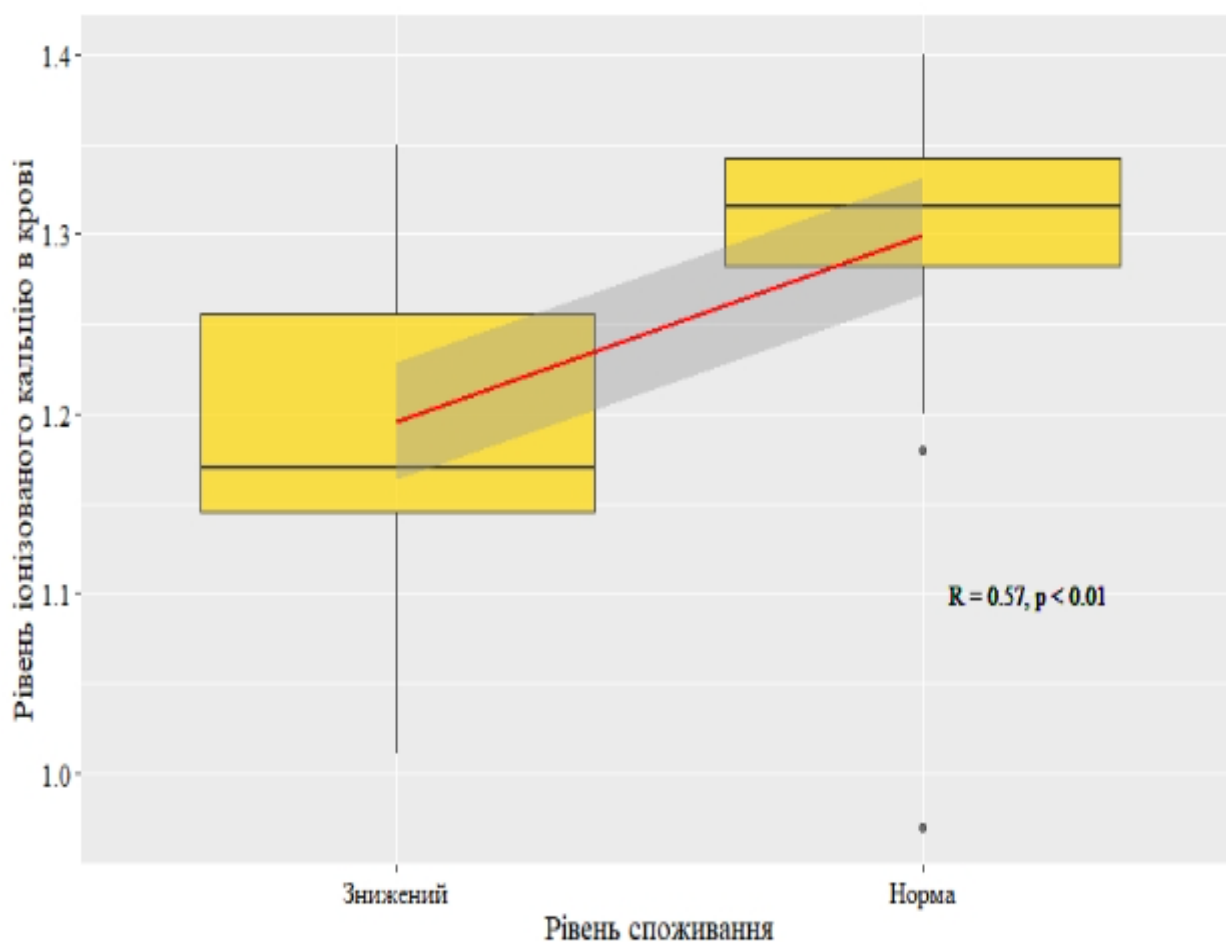


Рисунок 4.5 - Кореляція між частотою споживання у школі молока та рівнем іонізованого кальцію у крові

Високі значення спостерігалися також при більшій частоті споживання молока ($R = 0,51, p < 0,01$) та споживання м'яса ($R = 0,54, p < 0,01$). У свою чергу, при наявності таких чинників, як недостатність споживання, або небажання споживати певні продукти, спостерігався негативний достовірний зв'язок. Найбільший негативний кореляційний зв'язок із показником іонізованого кальцію крові мало небажання їсти молоко/сир (рис. 4.6).

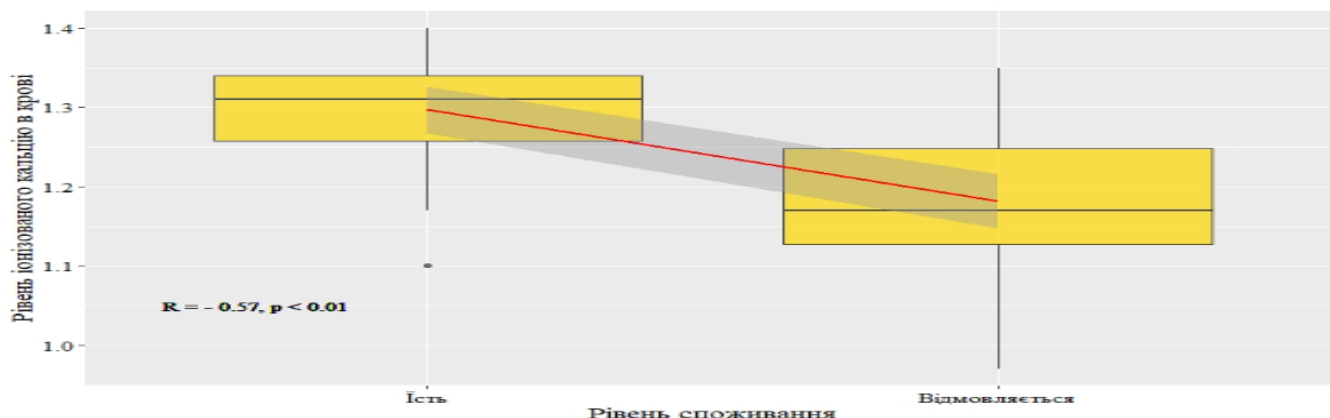


Рисунок 4.6 - Кореляція між небажанням споживати молоко/сир та рівнем іонізованого кальцію у крові

Згідно отриманих нами даних, найбільший негативний кореляційний зв'язок із показником іонізованого кальцію крові мало недостатнє споживання фруктів (рис. 4.7).

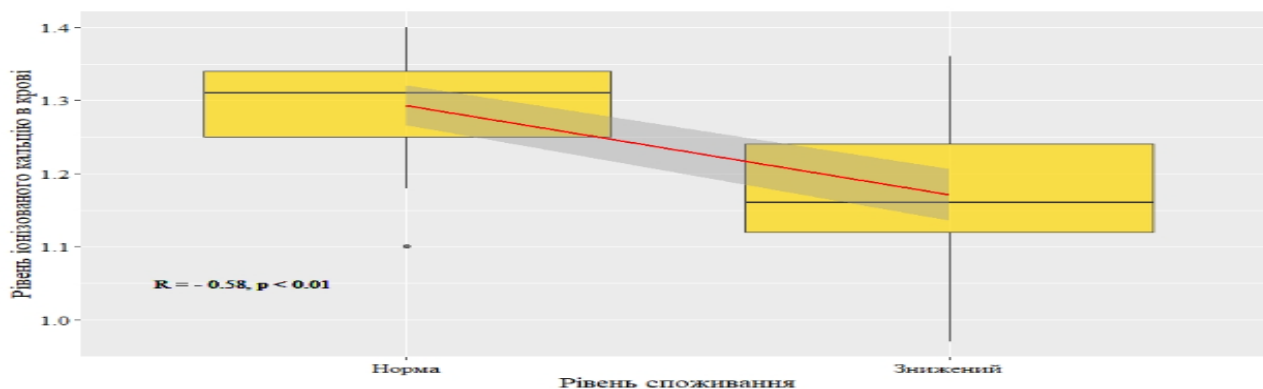


Рисунок 4.7 - Кореляція між недостатнім споживанням фруктів та рівнем іонізованого кальцію у крові

Нами було визначено чинники, які в тій чи іншій мірі впливали і на рівень вітаміну D у крові учнів молодших класів (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 - Взаємозв'язок між абсолютним значенням рівня вітаміну D у крові та результатами анкетного опитування

№	Дистрактор	Коефіцієнт кореляції	p
1	Частота споживання молока	0,51	< 0,01
2	Частота споживання соку	0,48	< 0,01
3	Споживання перекусів:		
3.1	Молоко	0,55	< 0,01
3.2	М'ясо	0,37	< 0,01
3.3	Риба	0,50	< 0,01
4	Споживання у школі:		
4.1	Молоко	0,71	< 0,01
5	Небажання їсти:		
5.1	Молоко/сир	-0,48	< 0,01
5.2	М'ясо	-0,48	< 0,01
5.3	Фрукти	-0,57	< 0,01
5.4	Овочі	-0,37	< 0,01
6	Додаткові напої:		
6.1	Сік	0,41	< 0,01
7	Недостатність споживання:		
7.1	Молоко/сир	-0,55	< 0,01
7.2	М'ясо	-0,39	< 0,01
7.3	Риба	-0,39	< 0,01
7.4	Фрукти	-0,49	< 0,01
7.5	Овочі	-0,36	< 0,01
8	Вживання йогуртів	0,56	< 0,01
9	Улюблені продукти:		
9.1	Сир	0,48	< 0,01
9.2	Риба	0,41	< 0,01
9.3	Молоко	0,46	< 0,01

Отже, частіше високі значення показника вітаміну D крові спостерігалися при наявності такого чинника, як споживання у школі молока (рис. 4.8).

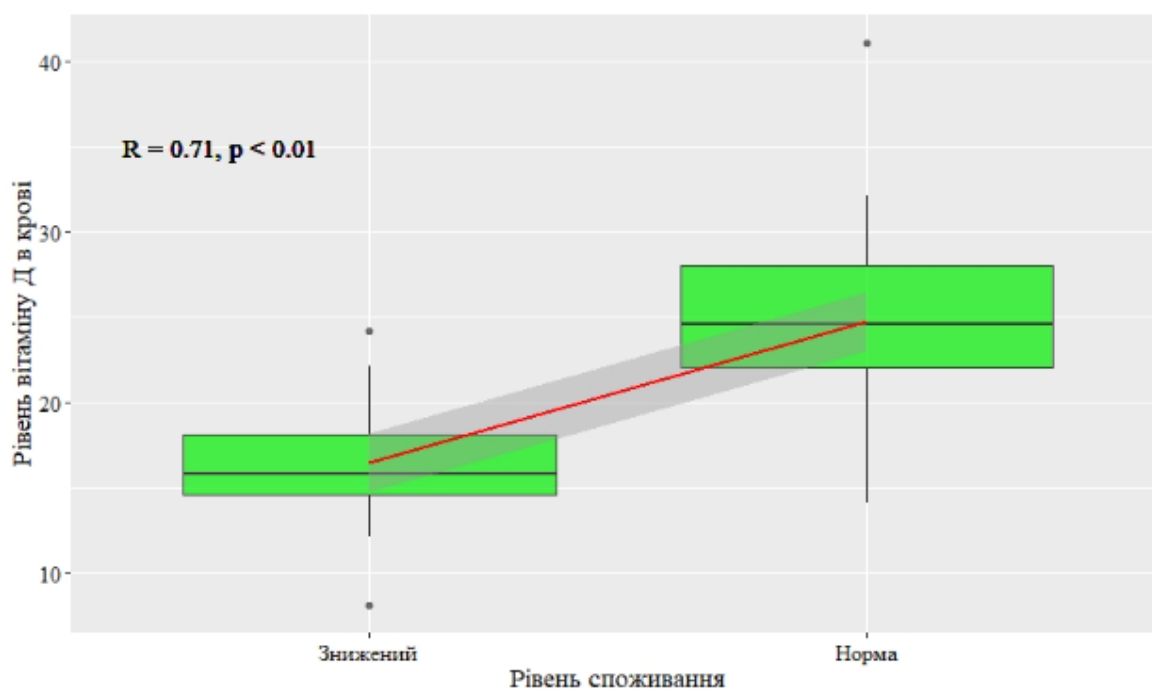


Рисунок 4.8 - Кореляція між частотою споживання у школі молока та рівнем вітаміну D у крові

Також, високі значення показника вітаміну D крові були визначені при вживанні дітьми йогуртів (рис. 4.9).

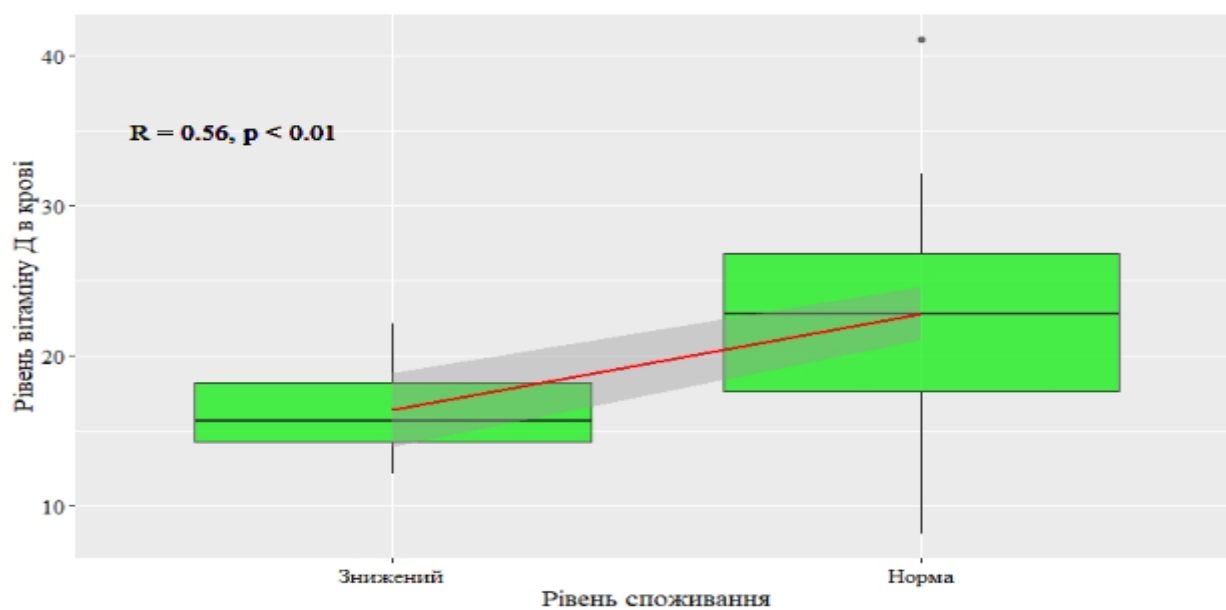


Рисунок 4.9 - Кореляція між вживанням йогуртів та рівнем вітаміну D у крові

Високі значення коефіцієнта кореляції виявлені також для перекусів із молоком ($R = 0,55, p < 0,01$), більшої частоти споживання молока ($R = 0,51, p < 0,01$) та споживання риби ($R = 0,50, p < 0,01$).

Найбільший негативний кореляційний зв'язок виявлено при наявності таких чинників, як небажання їсти фрукти (рис. 4.10).

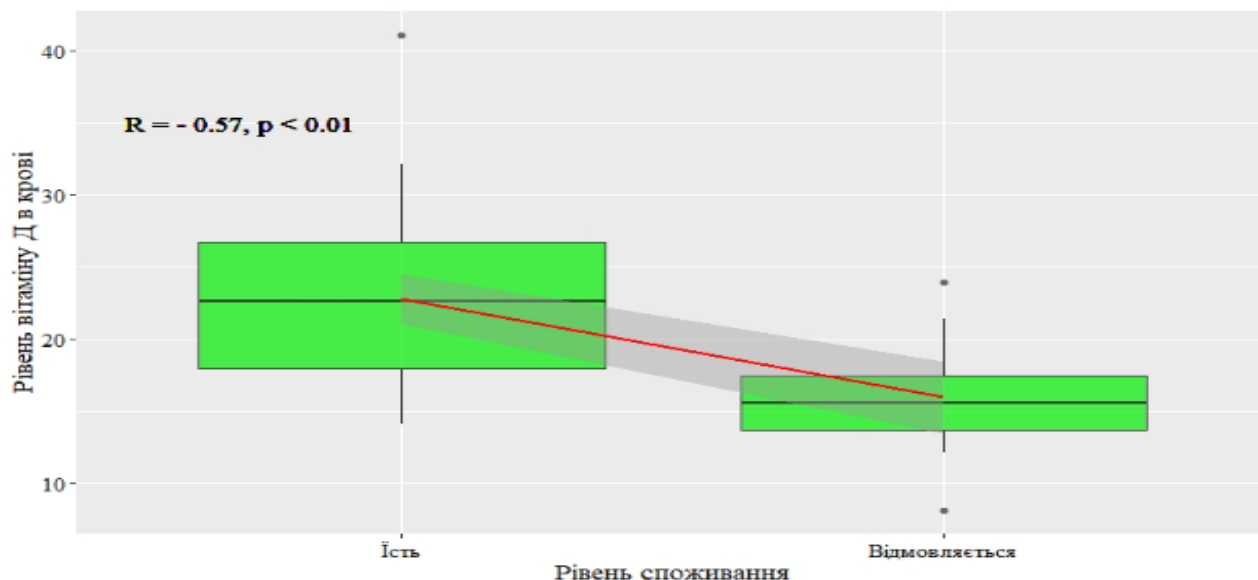


Рисунок 4.10 - Кореляція між небажанням вживати фрукти та рівнем вітаміну D у крові

Значний негативний кореляційний зв'язок було виявлено нами між рівнем вітаміну D у крові та недостатнім споживанням молока/сиру (рис. 4.11).

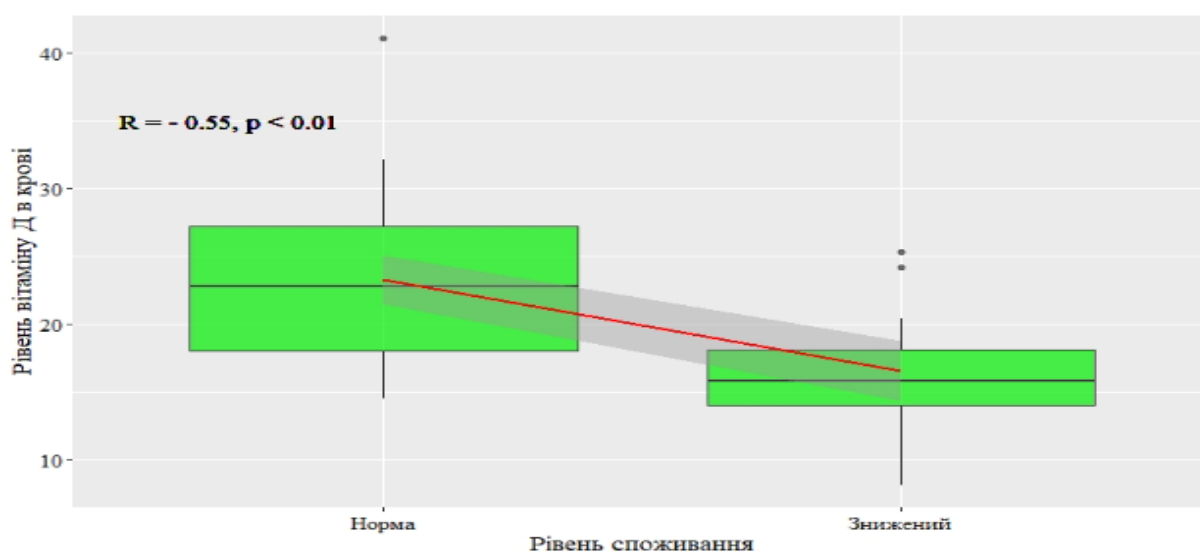


Рисунок 4.11 - Кореляція між недостатнім споживанням молока/сиру та рівнем вітаміну D у крові

Низький рівень вітаміну D у крові також часто супроводжувався такими факторами, як небажання їсти молоко/сир ($R = -0,48, p < 0,01$), м'ясо ($R = -0,48, p < 0,01$) та овочі ($R = -0,37, p < 0,01$), а також недостатнім споживанням фруктів ($R = -0,49, p < 0,01$), м'яса ($R = -0,39, p < 0,01$), риби ($R = -0,39, p < 0,01$) та овочів ($R = -0,36, p < 0,01$). Ці ж самі чинники впливали і на рівень кальцію у волоссі учнів молодших класів. Результати наведено в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 - Взаємозв'язок між абсолютним значенням рівня кальцію у волоссі та результатами анкетного опитування

№	Дистрактор	Коефіцієнт кореляції	p
1	Частота споживання молока	0,34	0,01
2	Частота споживання соку	0,31	0,02
3	Споживання перекусів:		
3.1	Молоко	0,37	< 0,01
3.2	М'ясо	0,51	< 0,01
3.3	Риба	0,49	< 0,01
4	Споживання у школі:		
4.1	Молоко	0,45	< 0,01
5	Небажання їсти:		
5.1	Молоко/сир	-0,51	< 0,01
5.2	М'ясо	-0,34	0,01
5.3	Фрукти	-0,43	< 0,01
5.4	Овочі	-0,34	0,01
6	Додаткові напої:		
6.1	Сік	0,44	< 0,01
7	Недостатність споживання:		
7.1	Молоко/сир	-0,41	< 0,01
7.2	М'ясо	-0,45	< 0,01
7.3	Риба	-0,47	< 0,01
7.4	Фрукти	-0,54	< 0,01
7.5	Овочі	-0,35	< 0,01
8	Вживання йогуртів	0,57	< 0,01
9	Улюблені продукти:		
9.1	Сир	0,27	0,04
9.2	Риба	0,42	< 0,01
9.3	Молоко	0,34	0,01

Згідно отриманих нами результатів було встановлено, що споживання м'яса у перекусах частіше, ніж інші чинники, супроводжується високим вмістом кальцію у волоссі (рис. 4.12).

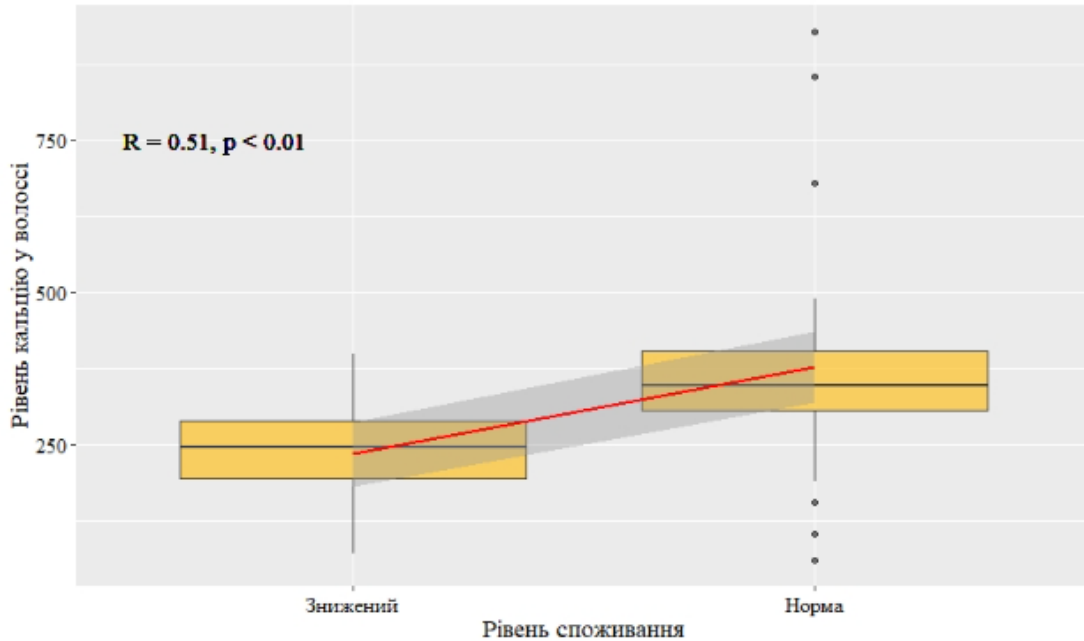


Рисунок 4.12 - Кореляція між споживанням м'яса та рівнем кальцію у волоссі

Виявлено, що споживання йогуртів частіше, також супроводжується високим вмістом кальцію у волоссі (рис. 4.13).

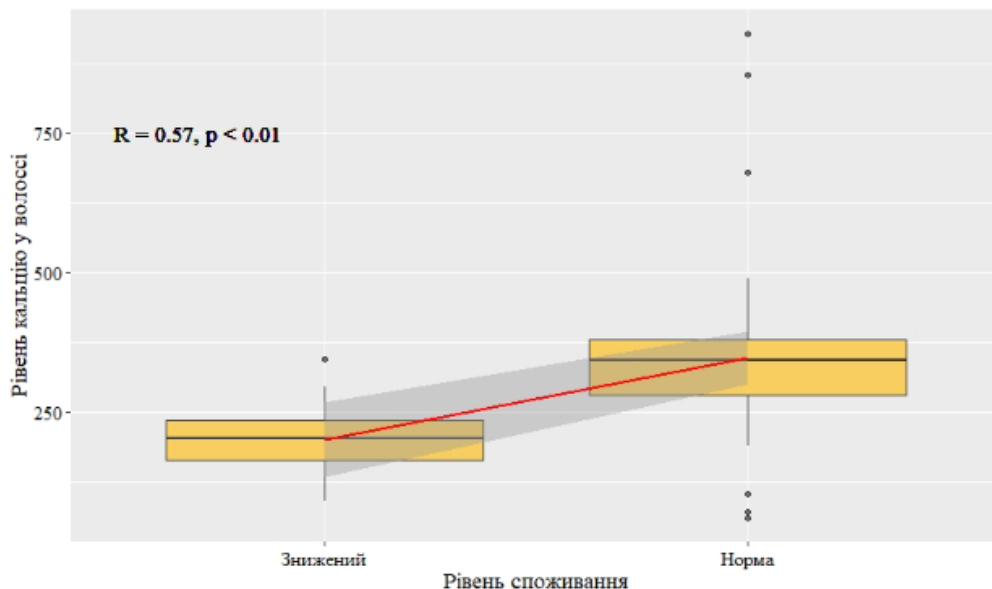


Рисунок 4.13 - Кореляція між вживанням йогуртів та рівнем кальцію у волоссі

З іншого боку, небажання їсти молоко/сир частіше супроводжувалося низьким вмістом кальцію у волоссі (рис. 4.14 та 4.15).

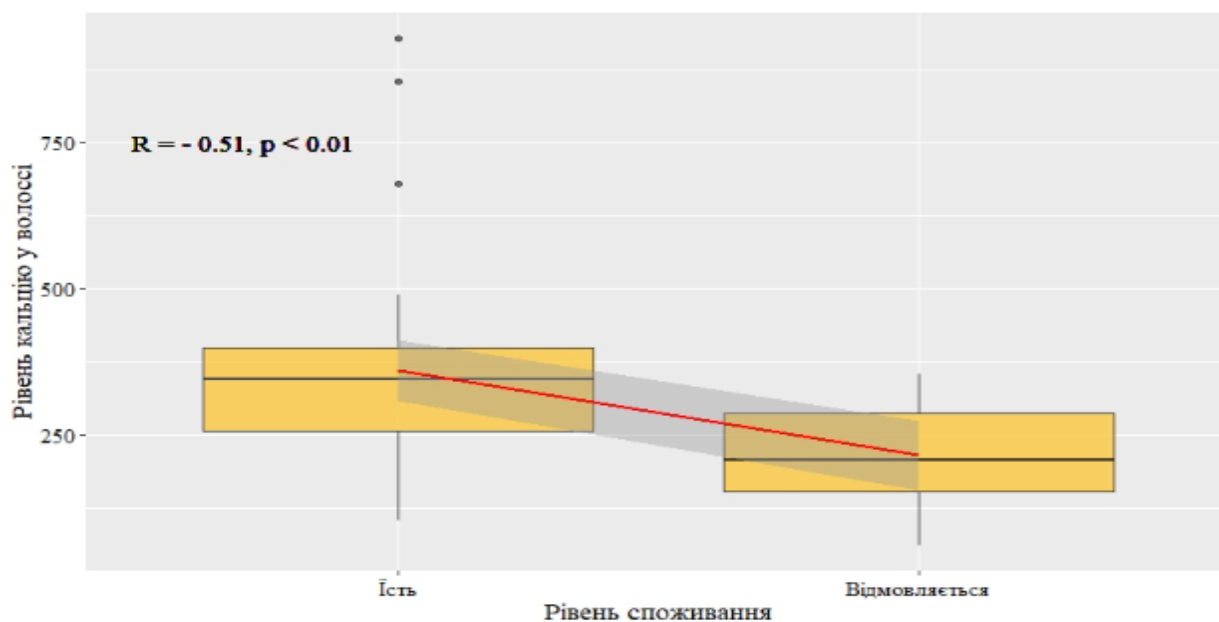


Рисунок 4.14 - Кореляція між небажанням споживати молоко/сир та рівнем кальцію у волоссі

Недостатнє споживання фруктів також частіше супроводжується низьким вмістом кальцію у волоссі (рис. 4.15).

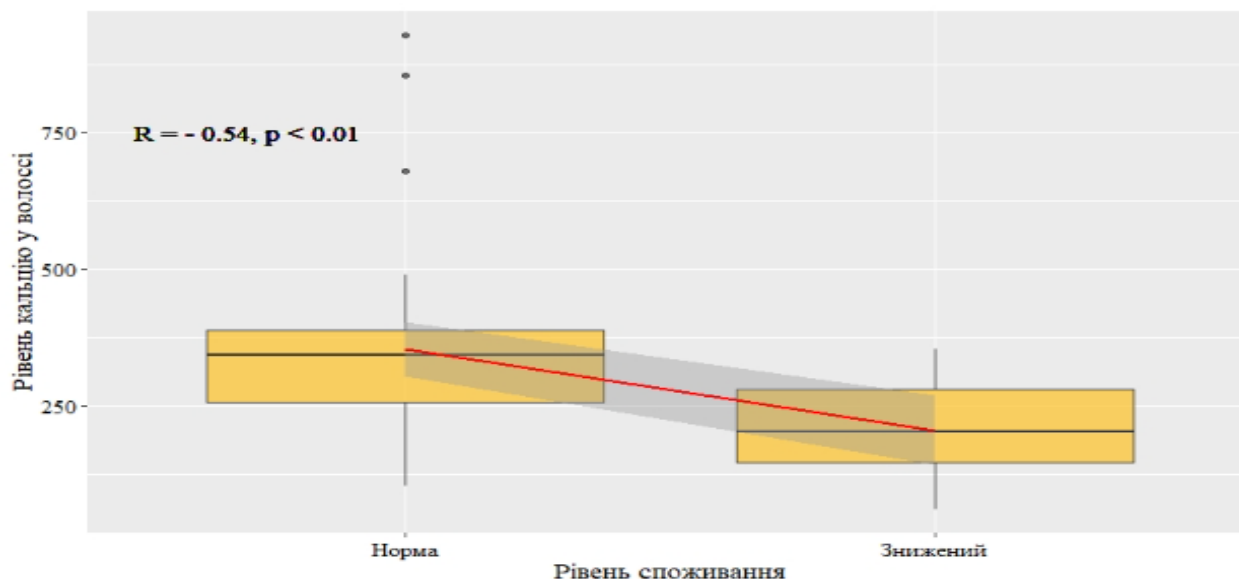


Рисунок 4.15 - Кореляція між недостатнім споживанням фруктів та рівнем кальцію у волоссі

Низький рівень кальцію у волоссі також частіше спостерігався при недостатньому вживанні молока/сиру ($R = -0,41, p < 0,01$), м'яса ($R = -0,45, p < 0,01$), риби ($R = -0,47, p < 0,01$) та овочів ($R = -0,35, p < 0,01$).

Загалом рівень кальцію у волоссі залежав від кількості кальцію у харчовому раціоні ($R=0,62, p < 0,01$), що зображено на рисунку 4.16.

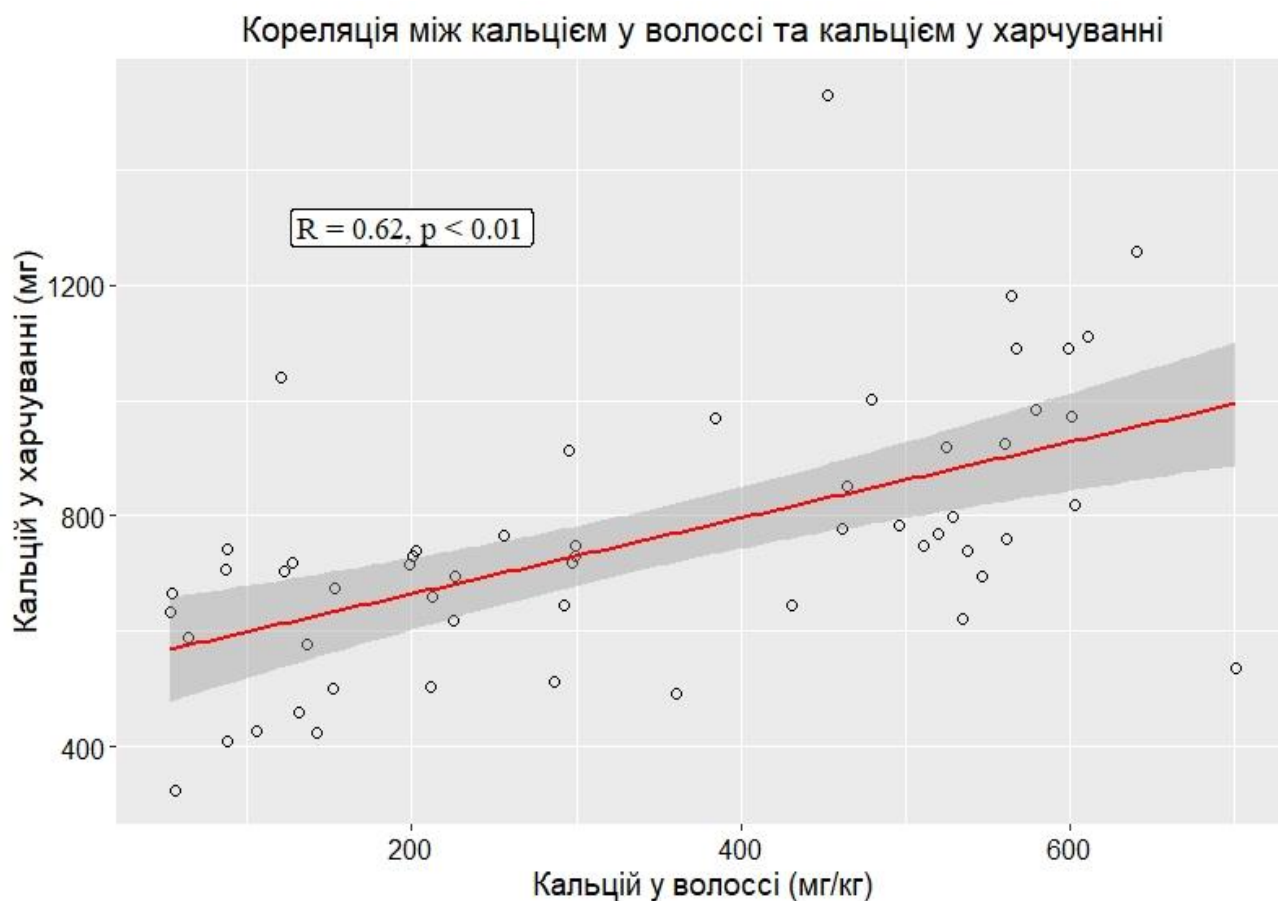


Рисунок 4.16 - Кореляція між рівнем кальцію у волоссі та його вмістом у харчовому раціоні

Нами також було визначено вплив різних нутрієнтів на рівень кальцію у крові дітей. Результати проведених досліджень наведено в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 - Взаємозв'язок між абсолютним значенням рівня кальцію у крові та абсолютним значенням окремих нутрієнтів у раціоні

№	Показник	Коефіцієнт кореляції	p
1	Протеїн	0,35	< 0,01
2	Калій	0,38	< 0,01
3	Залізо	-0,40	< 0,01
4	Цинк	-0,45	< 0,01
5	Марганець	-0,35	< 0,01
6	Вітамін D	0,45	< 0,01
7	Тіамін	-0,45	< 0,01
8	Вітамін B6	0,40	< 0,01
9	Вітамін B12	0,42	< 0,01
10	Вітамін C	0,36	< 0,01

При визначенні впливу нутрієнтів на рівень кальцію у крові нами було визначено, що у більшості випадків високий рівень кальцію спостерігався при високих значеннях вітаміну D (рис. 4.17), а також вітаміну B12 ($R = 0,42$, $p < 0,01$) та вітаміну B6 ($R = 0,40$, $p < 0,01$).

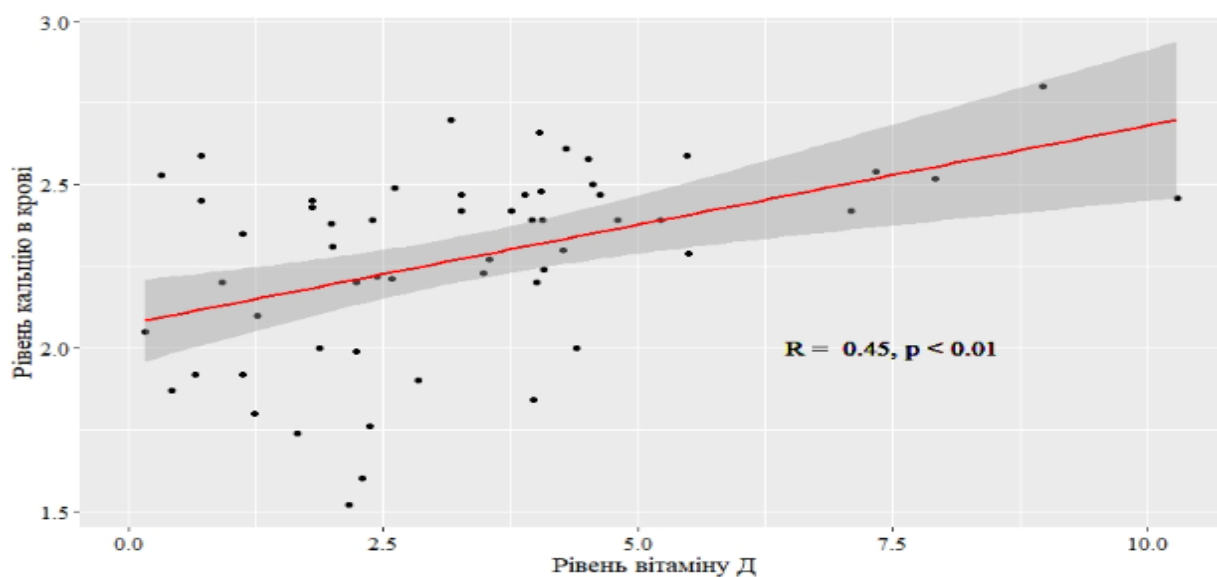


Рисунок 4.17 - Кореляція між рівнями вітаміну D та кальцію у крові

Натомість низький рівень кальцію у крові супроводжувався високим рівнем споживання цинку (рис. 4.18).

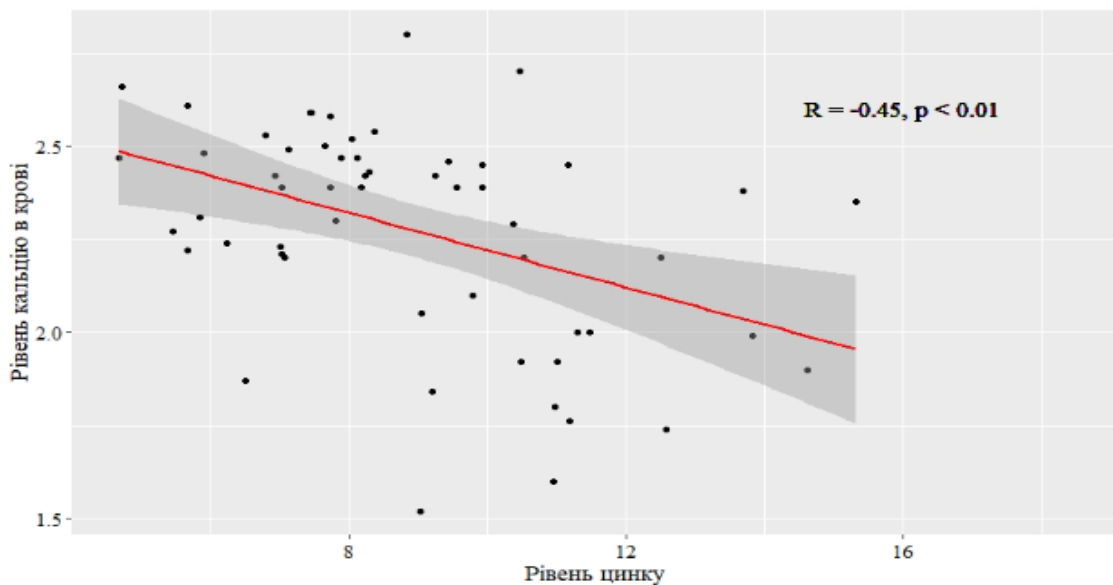


Рисунок 4.18 - Кореляція між рівнями споживання цинку та кальцію у крові

Крім того, згідно отриманих нами результатів низький рівень кальцію у крові супроводжувався високим рівнем споживання тіаміну (рис. 4.19), заліза ($R = -0,40, p < 0,01$) та марганцю ($R = -0,35, p < 0,01$).

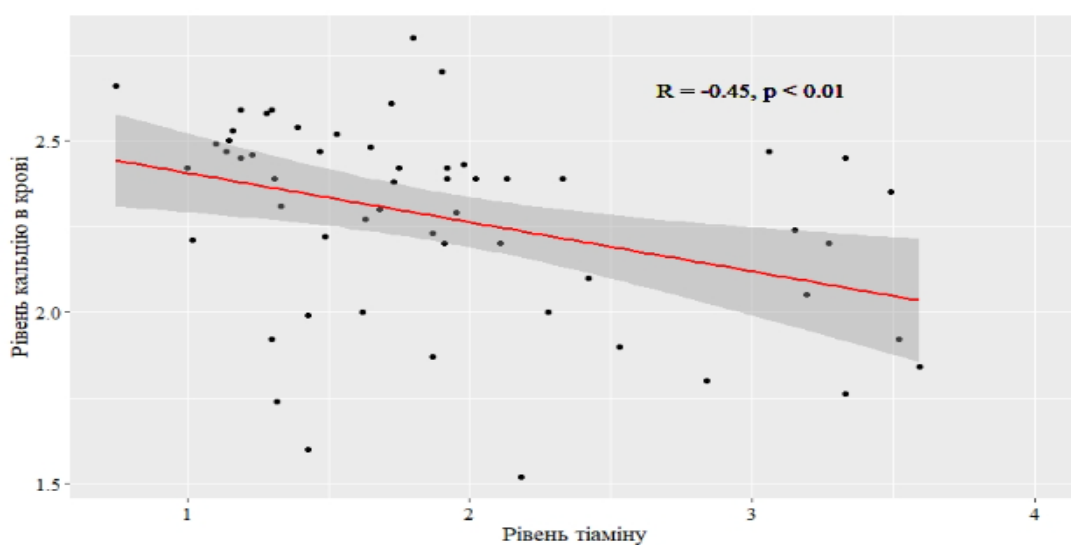


Рисунок 4.19 - Кореляція між рівнями споживання тіаміну та кальцію у крові

Нами було визначено, що на рівень вітаміну D у сироватці крові також впливав рівень ряду нутрієнтів, таких як кальцій, вітамін E, пантотенат (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 - Взаємозв'язок між абсолютним значенням рівня вітаміну D в крові та абсолютним значенням окремих нутрієнтів у раціоні

№	Показник	Коефіцієнт кореляції	p
1	Кальцій	0,68	< 0,01
2	Вітамін E	-0,49	< 0,01
3	Пантотенат	0,51	< 0,01

Отже, нами було встановлено, що високі значення кальцію (рис. 4.20) та споживання пантотенату ($R = 0,51$, $p < 0,01$) достовірно взаємопов'язані з високими значеннями вітаміну D крові.

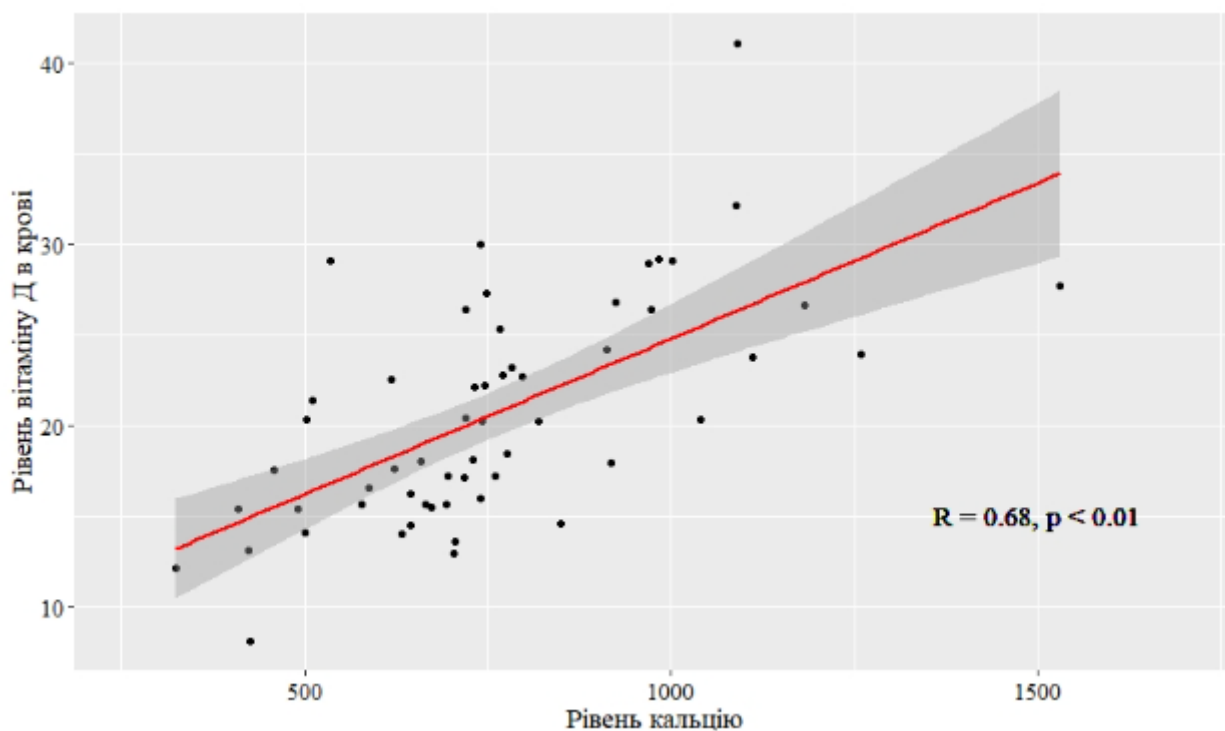


Рисунок 4.20 - Кореляція між рівнями кальцію та вітаміну D у крові

Натомість наявність значної кількості споживання вітаміну Е супроводжувалася низькими показниками вітаміну D крові (рис. 4.21).

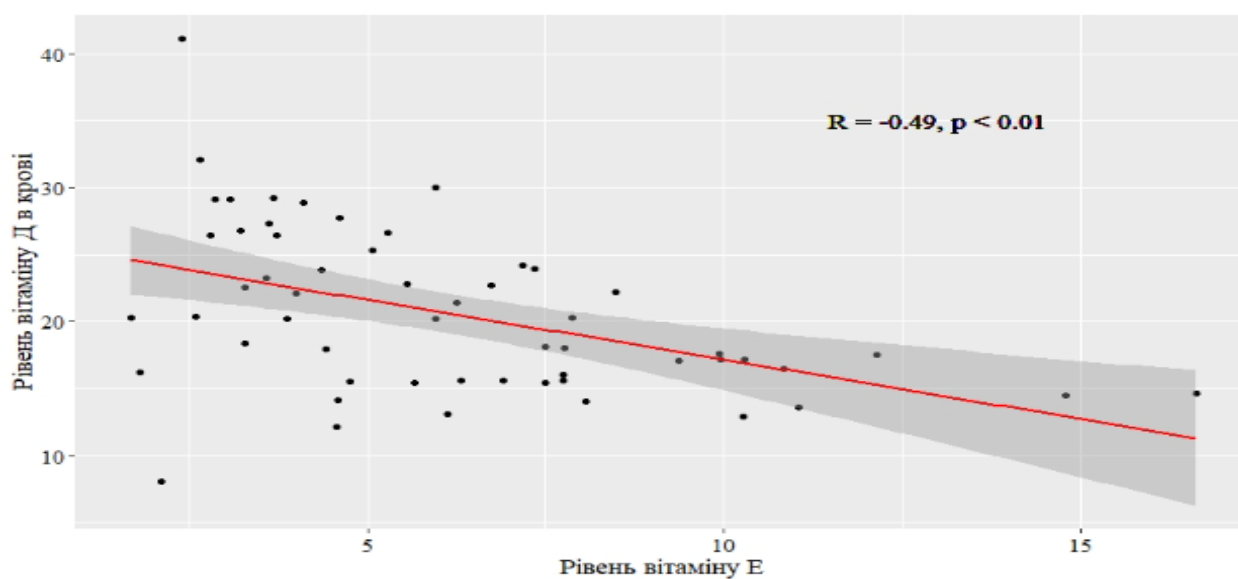


Рисунок 4.21 - Кореляція між рівнями споживання вітамінів Е та D у крові

Закономірно, що у дітей з високим рівнем кальцію у крові були вищі його рівні у волоссі (рис. 4.22).

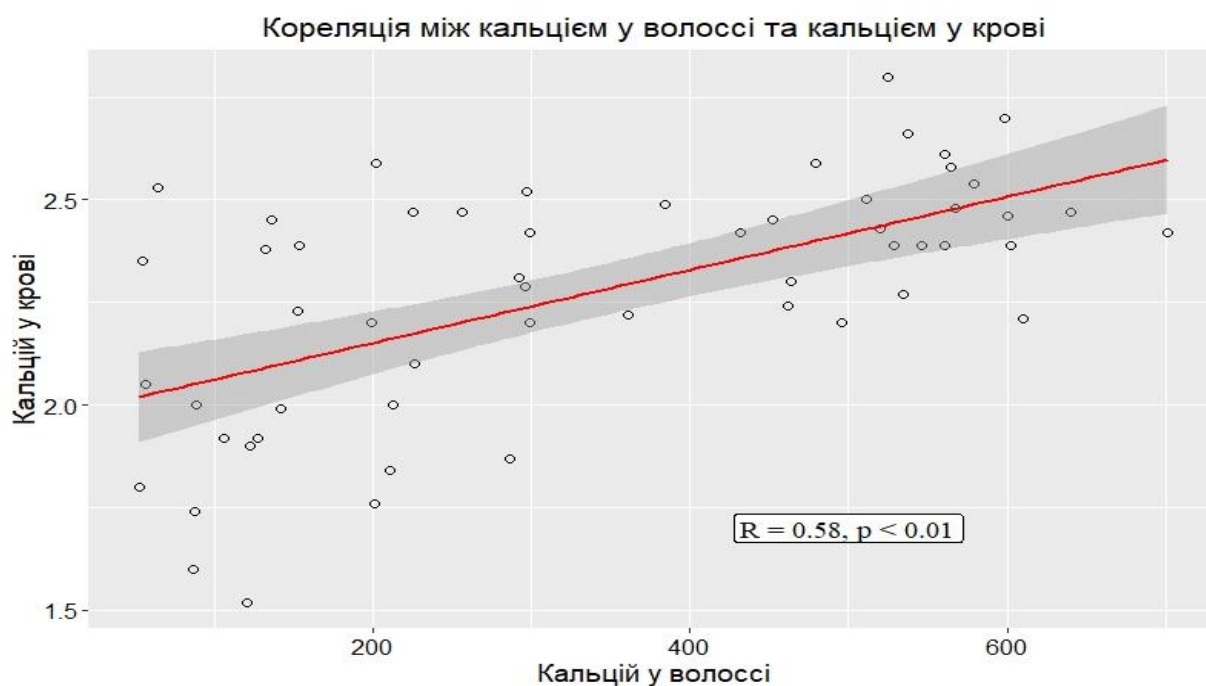


Рисунок 4.22 - Кореляція рівню кальцію у крові та у волоссі

4.3 Прогнозування впливу аліментарних факторів на значення рівнів кальцію і вітаміну D у сироватці крові та кальцію у волоссі дітей молодшого шкільного віку

Нами було визначено вплив кількох аліментарних факторів на значення рівнів кальцію і вітаміну D у сироватці крові та кальцію у волоссі дітей молодшого шкільного віку.

Так, у ході аналізу даних за методом лінійної множинної регресії було обрано 6 чинників, які при поєднанні мали вплив на рівень кальцію у крові. Таблиця коефіцієнтів регресії виглядає наступним чином (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 - Таблиця коефіцієнтів регресії факторів, які мали вплив на рівень кальцію у крові школярів

№ з/п	Фактори	Умовне позначення	Коефіцієнти регресії (Bi)
1	Константа		1,8310
2	Vitamin.C_V	V1	0,0011
3	Vitamin.B6_V	V2	0,1033
4	Protein_V	V3	0,0312
5	Zinc_V	V4	-0,0270
6	Vitamin.D_V	V5	0,0263
7	Thiamin_V	V6	-0,0802

Таким чином, рівняння лінійної регресії залежності рівня кальцію у крові від вище зазначених чинників виглядає наступним чином:

$$Ca = 1,8310 + 0,0011 \cdot V1 + 0,1033 \cdot V2 + 0,0312 \cdot V3 - 0,0270 \cdot V4 + 0,0263 \cdot V5 - 0,0802 \cdot V6,$$

де Ca – значення кальцію в крові (ммоль/л).

Отже, із 6 чинників 4 мають прямо пропорційний вплив на рівень кальцію у крові, а 2 – обернено пропорційний. Коефіцієнт детермінації даної моделі становить 0,53; це означає, що на 53 % значення рівня кальцію у крові у школярів можна пояснити включеними у рівняння чинниками, а решту 47 % – чинниками, що не потрапили у дане дослідження.

Для кращого розуміння функціонування цієї моделі наведемо два приклади із бази нашого дослідження з високим на низьким вмістом кальцію у крові.

Школяр №2 із бази (Вероніка, школа № 34). Вітамін С – 86 мг, Вітамін В6 – 2,38 мг, Протеїн – 15,10 (одиниця виміру), Цинк – 9,24 мг, Вітамін D – 3,76 мкг, Тіамін – 1,00 мг. Тоді рівняння матиме вигляд:

$$\text{Ca} = 1,8310 + 0,0011 * 86 + 0,1033 * 2,38 + 0,0312 * 15,1 - 0,0270 * 9,24 + 0,0263 * 3,76 - 0,0802 * 1 = 2,41$$

Отже, згідно наших обрахунків на підставі моделі, показник кальцію у крові цієї школярки має становити 2,41 ммоль/л. Згідно даних обстеження показник кальцію крові у неї становив 2,42 ммоль/л.

Школяр №170 із бази (школа №10, Тарас). Вітамін С – 63 мг, Вітамін В6 – 1,06 мг, Протеїн – 9,90 , Цинк – 9,20 мг, Вітамін D – 3,97 мкг, Тіамін – 3,59 мг. Тоді рівняння матиме вигляд:

$$\text{Ca} = 1,8310 + 0,0011 * 63 + 0,1033 * 1,06 + 0,0312 * 9,9 - 0,0270 * 9,20 + 0,0263 * 3,97 - 0,0802 * 3,59 = 1,89$$

Отже, згідно обрахунків на підставі моделі, показник кальцію у крові цього школяра має становити 1,89 ммоль/л. Згідно даних обстеження показник кальцію у крові в нього становив 1,84 ммоль/л.

У ході аналізу даних за методом лінійної множинної регресії було виокремлено 5 чинників, які при поєднанні мають вплив на рівень вітаміну D у крові. Коефіцієнти регресії наведено в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 - Таблиця коефіцієнтів регресії факторів, які мали вплив на рівень вітаміну D у крові школярів

№ з/п	Фактори	Умовне позначення	Коефіцієнти регресії (Bi)
1	Константа		14,7432
2	Споживання молока	V1	1,9576
3	Перекуси – молоко	V2	2,8576
4	Перекуси – м'ясо	V3	-4,4940
5	Їсть у школі – молоко	V4	6,8490
6	Любить їсти – рибу	V5	2,6717

Таким чином, рівняння лінійної множинної регресії залежності рівня вітаміну D крові від вище зазначених чинників виглядає наступним чином:

$$\text{Вітамін D} = 14,7432 + 1,9576 \cdot V1 + 2,8576 \cdot V2 - 4,4940 \cdot V3 + 6,8490 \cdot V4 + 2,6717 \cdot V5$$

Отже, із 5 чинників 4 мають прямо пропорційний вплив на рівень вітаміну D у крові, а 1 – обернено пропорційний. Чотири з вказаних чинників у моделі мають бінарне кодування (0 – фактор відсутній; 1 – наявний), а фактор «споживання молока» має наступні варіанти: 0 – ніколи; 1 – рідко; 2 – щоденно. Коефіцієнт детермінації цієї моделі становить 0,61. І це означає, що на 61 % значення рівня вітаміну D у крові школярів можна пояснити включеними у рівняння чинниками, решту 39 % – чинниками, що не потрапили у дане дослідження. Для кращого розуміння функціонування цієї моделі наведемо приклад.

Школяр №11 із бази даних (Лілія, школа № 34). Споживання молока – кожен день (код 2), додаткове споживання молока – так (код 1), додаткове споживання м'яса – так (код 1), споживання молока у школі – так (код 1), споживання риби – так (код 1). Рівняння регресії для даної школярки буде мати вигляд:

$$\text{Вітамін D} = 14,7432 + 1,9576*2 + 2,8576*1 - 4,4940*1 + 6,8490*1 + 2,6717*1 = 26,54$$

Отже, за результатами обрахунку рівняння регресії, показник вітаміну D у крові даної школярки має становити 26,54 нг/мг. За результатами обстеження цей показник у неї становив 26,60 нг/мг.

У ході аналізу даних за методом лінійної множинної регресії також було виокремлено 10 чинників, що при поєднаній дії мали вплив на рівень кальцію у волоссі. Таблиця коефіцієнтів регресії виглядає наступним чином (табл. 4.18).

Таблиця 4.18 - Таблиця коефіцієнтів регресії факторів, які мали вплив на рівень кальцію у волоссі школярів

№ З/П	Фактори	Умовне позначення	Коефіцієнти регресії (Bi)
1	Константа		55,2173
2	Drink.milk_20	V1	51,1589
3	Eats.snacks.milk_29	V2	62,3565
4	fish_29	V3	31,1444
5	Eats.not.enough.milk_cheese_32	V4	-73,8420
6	fish_32	V5	-80,9530
7	What.food.like.eat.cheese_36	V6	13,1356
8	fish_36	V7	66,5879
9	milk_36	V8	65,9294
10	Phosphorus_V	V9	0,1217
11	Vitamin.D_V	V10	14,7446

Таким чином, рівняння лінійної регресії залежності рівня кальцію у волоссі від вище зазначених чинників виглядає наступним чином:

$$Ca \text{ (волося)} = 55,2173 + 51,1589*V1 + 62,3565*V2 + 31,1444*V3 - 73,8420*V4 - 80,9530*V5 + 13,1356*V6 + 66,5879*V7 + 65,9294*V8 + 0,1217*V9 + 14,7446*V10$$

де Ca (волося) – значення кальцію у волоссі (мг/кг).

Із 10 зазначених чинників 8 мають прямо пропорційний вплив на рівень кальцію у волоссі, а 2 – обернено пропорційний. Коефіцієнт детермінації даної моделі становить 0,94. Це означає, що на 94 % значення рівня кальцію у волоссі школярів можна пояснити включеними у рівняння чинниками, решту 6 % – чинниками, що не потрапили у дане дослідження.

Для кращого розуміння функціонування даної моделі наведемо два приклади із бази з високим на низьким вмістом кальцію у волоссі.

Школяр № 31 із бази (Тарас, школа № 34). Споживання молока – так, додаткове споживання молока – ні, додаткове споживання риби – ні, недостатнє споживання молока/сиру – так, недостатнє споживання риби – так, любить споживати сир – ні, любить споживати рибу – ні, любить споживати молоко – ні, фосфор – 1388 мг, вітамін D – 0,65 мкг.

$$\begin{aligned} \text{Ca (волосся)} &= 55,2173 + 51,1589 * 1 + 62,3565 * 0 + 31,1444 * 0 - 73,8420 * 1 - \\ &80,9530 * 1 + 13,1356 * 0 + 66,5879 * 0 + 65,9294 * 0 + 0,1217 * 1388 + 14,7446 * 0,65 = \\ &= 130,08. \end{aligned}$$

Отже, за результатами прогнозування із використанням нашої моделі, у даного школяра рівень кальцію у волоссі мав би становити 130,08 мг/кг. Згідно із результатами обстеження, кальцій у волоссі в нього був 127,82 мг/кг, що на 2,26 мг/кг або на 1,77% відрізняється від прогнозованого значення.

Школяр №189 із бази (Марія, школа № 34). Споживання молока – так, додаткове споживання молока – так, додаткове споживання риби – ні, недостатнє споживання молока/сиру – ні, недостатнє споживання риби – ні, любить споживати сир – ні, любить споживати рибу – ні, любить споживати молоко – так, фосфор – 1970 мг, вітамін D – 4,80 мкг. Тоді рівняння буде мати вигляд:

Тоді рівняння буде мати вигляд:

$$\begin{aligned} \text{Ca (волосся)} &= 55,2173 + 51,1589 * 1 + 62,3565 * 1 + 31,1444 * 0 - 73,8420 * 0 - \\ &80,9530 * 0 + 13,1356 * 0 + 66,5879 * 0 + 65,9294 * 1 + 0,1217 * 1970 + 14,7446 * 4,80 = \\ &= 545,19 \end{aligned}$$

Отже, за результатами прогнозування із використанням нашої моделі, у даної школярки рівень кальцію у волоссі мав би становити 545,19 мг/кг. Згідно

із результатами обстеження, кальцій у волоссі у неї був 546,49 мг/кг, що на 1,30 мг/кг або на 0,24% відрізняється від прогнозованого значення.

Таким чином за допомогою розроблених нами рівнянь лінійної регресії, які служать моделями розрахунку залежності рівня кальцію у крові та волоссі, а також рівня вітаміну D у сироватці крові від ряду аліментарних факторів, можна спрогнозувати достовірні результати цих показників.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4:

1. Серед дітей із зниженим добовим споживанням кальцію та вітаміну D у 42,9 % дітей визначено знижений вміст загального та /або іонізованого кальцію у крові, а у 53,6% дітей цієї групи – у волоссі.
2. Була визначена достовірна різниця цих показників між хлопчиками та дівчатками.
3. У 48,2% дітей було визначено знижений рівень вітаміну D у крові.
4. Було визначено, що на рівень загального та іонізованого кальцію у крові, вітаміну D у крові та кальцію у волоссі учнів молодших класів, впливав ряд чинників, визначених шляхом анкетного опитування на першому етапі нашого дослідження.
5. Визначено взаємозв'язок рівнів кальцію у крові та волоссі, вітаміну D у крові від фактичного вмісту певних нутрієнтів у харчовому раціоні дітей молодшого шкільного віку.
6. Розроблено рівняння лінійної регресії, які служать моделями розрахунку залежності рівня кальцію у крові та волоссі, а також рівня вітаміну D у сироватці крові від ряду аліментарних факторів.

Результати досліджень, представлені у розділі 4, наведено у публікаціях:

1. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Харчові дефіцити й особливості нутритивного забезпечення у дітей молодшого шкільного віку. Львівський клінічний вісник. 2021;3(35)-4(36):16-22 doi.org/10.25040/lkv2021.03-04.016

2. Tytusa A, Wyszyńska J, Yatsula M, Nyankovsky S, Mazur A and Dereń K. Deficiency of Daily Calcium and Vitamin D in Primary School Children in Lviv, Ukraine. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022; 19(9): 5429.
DOI [10.3390/ijerph19095429](https://doi.org/10.3390/ijerph19095429)

РОЗДІЛ 5

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЄТОЛОГІЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ТА НУТРИЦЕВТИЧНОЇ КОРЕКЦІЇ ДЕФІЦИТУ КАЛЬЦІЮ ТА ВІТАМІНУ D У ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ

Значна кількість дітей, які брали участь у нашому дослідженні, мала дефіцит кальцію і/або вітаміну D, як за результатами оцінки добового споживання нутрієнтів (Dietplan 7), так і за результатами оцінки лабораторних показників.

На четвертому етапі нашого дослідження нами було відібрано 30 дітей, у яких був знижений рівень кальцію у волоссі ($<300,0$ мг/кг), і яким були проведені диференційовані заходи корекції.

Для цього діти були розподілені на дві групи по 15 дітей:

- основну групу (середнє значення кальцію у волоссі було $181,5 \pm 86,9$ мг/кг, $p > 0,05$) – проводилась корекція дефіцитів шляхом модифікації дієти та призначенням препаратів кальцію в дозі 500,0 мг та вітаміну D в дозі 5,0 мкг (200,0 МО) один раз на добу впродовж трьох місяців;
- контрольну групу (середнє значення кальцію у волоссі було $164,4 \pm 80,8$ мг/кг) – корекція дефіцитів проводилась лише шляхом модифікації дієти.

Концентрацію кальцію зазвичай визначають у біологічних рідинах – крові та сечі. Однак його рівень, наприклад, у плазмі, чітко контролюється гормонами, що може не повністю відображати його хронічний дефіцит у тканинах. Як матеріали для дослідження іноді використовують придатки шкіри – волосся та нігті. Ми використовували саме визначення кальцію у волоссі для оцінки ефективності корекційних заходів, оскільки вони проводились тривало (3 міс.). А волосся здатне накопичувати в собі різні макроелементи та відображати їх уміст за тривалий проміжок часу. Це пов'язано з особливістю його будови. Ріст волосся здійснюється за рахунок поділу клітин цибулини, яка отримує поживні речовини та макроелементи із кровоносних судин, у тому числі і кальцій. Крім

цього, ця процедура є безболісною, що важливо під час аналізу у дітей. Також рівень кальцію у волоссі відображає нестачу макроелемента протягом тривалого терміну, тобто вказує на хронічне порушення кальцієвого обміну в організмі. Проте аналіз не використовується при гострих клінічних симптомах дисбалансу кальцію.

Як альтернативу цьому методу дослідження ми розробили електронну програму, яка надає змогу автоматично розрахувати аналізований показник у конкретного школяра та зберігати цю інформацію для подальшого аналізу та порівняння (рис. 5.1).

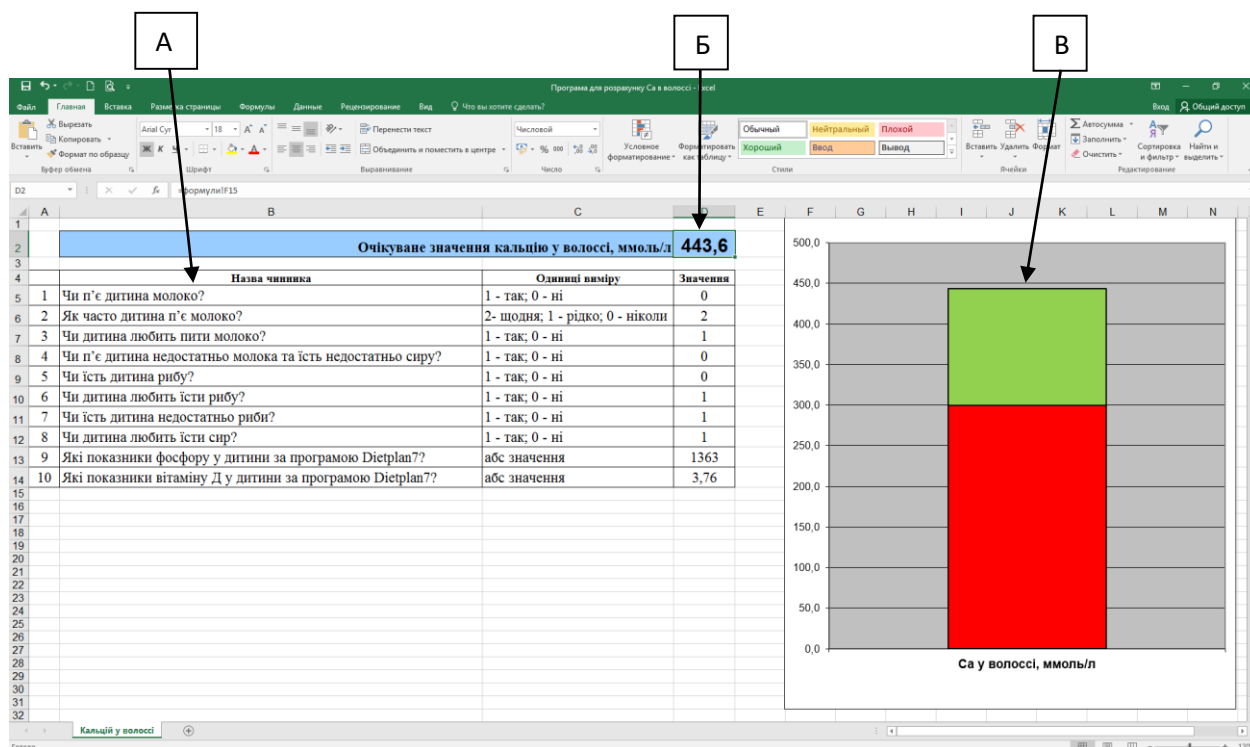


Рисунок 5.1 - Автоматизована програма для визначення рівня кальцію у волоссі дітей

Опрацьована програма являє собою файл, який відкривається в «Microsoft Excel», що входить до пакету «Microsoft Office». Суть розробки полягає у автоматизованому способі розрахунку лікарем очікуваного рівня кальцію у волоссі конкретної дитини на основі введення необхідної первинної інформації.

Програма одразу розрахує очікуваний рівень Са у волоссі та графічно продемонструє чи є наявність відхилення від нормального рівня. Також існує змога змоделювати рівень Са у волоссі при всіх можливих комбінаціях варіантів відповідей.

На початку роботи лікарю слід ввести відповіді на 10 питань («А»), які були попередньо нами визначені за допомогою методу множинної регресії. На основі отриманих первинних даних програма автоматично розрахує рівень кальцію у волоссі та представить результат у цифровому вигляді («Б»). Водночас програма графічно представить отримані результати («В») шляхом побудови стовпчикового графіку. У залежності від кольору, який знаходиться найвище, можна визначити чи існує недостатній рівень Са в волоссі (червоний колір), чи даний рівень є нормальним (зелений колір).

Модифікація нами дієти полягала у рекомендаціях додаткового введення продуктів, багатих на кальцій та вітамін D. У харчування дитини обов'язково повинні були входити молоко (за умови відсутності лактозної непереносимості), кисломолочні продукти, сир, йогурт, квасоля, боби, броколі, інша листова зелень, проростки пшениці, горіхи, кунжутне насіння, риба, сухофрукти, а також вершкове масло, яловича печінка, ячний жовток. Усі рекомендації були персоніфікованими і розробленими за участю лікаря дієтолога.

Враховуючи те, що більшість дітей не споживали з певних причин достатню кількість молочних та кисломолочних продуктів, ми пропонували альтернативні джерела кальцію для ліквідації його харчового дефіциту. Так, нами були розроблені таблиці з умістом кальцію у різних сортах сиру та спеціях (таблиця 5.1 та 5.2).

Таблиця 5.1 -Вміст кальцію у різних сортах сиру

№ п/п	Сорт сиру	мг кальцію /100 г сиру
1.	Пармезан	1 184,0
2.	Грюєр	1 011,0
3.	Швейцарський	890,0
4.	Едам	731
5.	Чеддер	710,0
6.	Гауда	700,0
7.	Тильзітер	700,0
8.	Моцарелла	697,0
9.	Сири з пліснявою	528,0
10.	Фета	493,0
11.	Камамбер	388,0
12.	Філадельфія	351,0
13.	Сир козячий	298,0
14.	Соевий сир тофу	282
15.	Рікотта	272,0
16.	Брі	184,0

Як видно з таблиці 5.1, більш м'які сорти сиру містять менше кальцію, а більш тверді – більше.

Також ми рекомендували використовувати різноманітні спеції для приготування страв, оскільки в них також високий вміст кальцію (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 -Вміст кальцію у спеціях

№		мг кальцію /100 г
п/п	Спеція	спеції
1.	Базилік (сушений)	2 240,0
2.	майоран	1 990,0
3.	чебрець	1 890,0
4.	Кріп (сушений)	1 784,0
5.	орегано	1 597,0
6.	розмарин	1 280,0
7.	Коріандр (кінза)	1 246, 0
8.	Петрушка (сушена)	1 140,0
9.	Естрагон (сушений)	1 139,0
10.	кориця	1 002,0
11.	Лавровий лист	834,0
12.	Кмин (насіння)	689,0
13.	гвоздика	632,0
14.	Насіння чіа	631,0
15.	Насіння льону	255,0
16.	Ягоди годжі	190,0
17.	Шафран	111,0

Усім відомо, що багато спецій у страви, зокрема для дітей, додавати не слід, проте регулярне їх застосування у різноманітних комбінаціях може зробити вагомий внесок у поповнення запасів кальцію у дитячому організмі.

Багато дітей люблять горіхи. Саме тому ми рекомендували включити у раціон і їх, адже вони можуть бути хорошим варіантом здорового перекусу у школі, поповнюючи запаси як поживних речовин, так і мікроелементів, зокрема Са (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 - Вміст кальцію у горіхах

№		мг кальцію /100 г
п/п	Вид горіха	горіхів
1.	Мигдаль свіжий	269,0
2.	Мигдаль смажений	268,0
3.	Бразилійський горіх	160,0
4.	Горіх пілі	145,0
5.	Фундук смажений	123,0
6.	Фундук свіжий	114
7.	Фісташки смажені	107,0
8.	Грецький горіх	98,0
9.	Арахіс сирий	92,0
10.	Горіх макадамія	85,0
11.	Пеқан	70,0
12.	Арахіс смажений	58,0

У своїх рекомендаціях ми наголошували на тому, що важливо не тільки споживати продукти багаті кальцієм, але й вживати їжу, яка сприяє його

кращому засвоєнню. Адже споживати цей елемент і засвоювати його – поняття не тотожні.

У продуктах кальцій міститься, в основному, у вигляді карбонатів, фосфатів, оксалатів та інших важкорозчинних солей. Тому метаболізм кальцію відбувається за участю інших нутрієнтів, зокрема білка і вітаміну D. Без допомоги цих елементів, незалежно від кількості кальцію у харчовому раціоні, норма кальцію не досягнеться.

Також ми пояснювали, що є ряд продуктів, які перешкоджають засвоєнню кальцію, тому вони мають бути по максимуму мінімізовані у раціоні дітей. Зокрема це:

- ✓ тваринні білки – дієта з переважанням червоного м'яса, птиці і яєць, як правило, викликає метаболічний ацидоз, який може порушувати баланс кальцію в крові;
- ✓ сіль – сприяє вимиванню кальцію з організму разом з сечею, тому слід обов'язково відмовитись від напівфабрикатів, консервів та фаст-фуду;
- ✓ солодкі газовані напої – вони містять багато цукру і фосфору (фосфорної кислоти);
- ✓ залізо є своєрідним антагоністом кальцію.

Серед інших причин розвитку недостатності кальцію можуть бути: суворі дієти, слабка фізична активність, недостатнє вживання питної води і стрес. Кава, рафіновані продукти, білий хліб, рис, борошно і цукор також заважають засвоєнню кальцію і навіть сприяють його виведенню з організму.

Дітям основної групи нами були надані рекомендації щодо модифікації дієти, а також було призначено комплексний лікарський засіб, що вміщує 500 мг елементарного кальцію у вигляді солі кальцію карбонату та 200 МО ергокальциферолу 1 раз на добу впродовж трьох місяців. Цей лікарський засіб випускають у вигляді жувальних таблеток, що є дуже зручним для застосування у педіатричній практиці. Згідно з інструкцією виробника він застосовується як лікувально-профілактичний засіб: при дефіциті кальцію та вітаміну D₃ в організмі, а також у дітей в період інтенсивного росту; для профілактики і

комплексної терапії остеопорозу (менопаузального, сенільного, стероїдного, ідіопатичного) та його ускладнень (переломи кісток). Побічні дії, згідно інструкції до препарату, можуть спостерігатися з боку шлунково-кишкового тракту: нудота, запор або діарея, біль у животі, газоутворення, а також рідко – гіперкальціємія та гіперкальціурія. Протипоказаннями є: підвищена чутливість до компонентів препарату, гіперкальціємія наслідок гіперпаратиреозу (первинного або вторинного генезу), саркоїдоз, ниркова недостатність.

Вибір препарату був зумовлений тим, що кальцію карбонат є сіллю з найвищим умістом елементарного кальцію. Вітамін D3 сприяє адекватній утилізації кальцію, сприяючи його засвоєнню кістковою тканиною. Препарат призначали пацієнтам по 1 таблетці на добу (добова доза кальцію і вітаміну D3 — 500 мг елементарного кальцію і 200 МО ергокальциферолу).

Таким чином 30 дітей, які мали рівень кальцію у волоссі нижче 300 мг/кг, було розділено на дві групи, у яких середні рівні початкових значень кальцію у волоссі не відрізнялись по групах (табл. 5.4), з однаковим розподілом за статтю (табл. 5.5).

Таблиця 5.4 - Початкове значення кальцію у волоссі по групах

Група	$M^{1\pm SD^2}$	Min ³	Max ⁴	N ⁵
Контрольна	164,4±80,9	54,4	299,4	15
Основна	181,6±87,0	53,3	299,4	15

Примітка 1 – середне

Примітка 2 – стандартне відхилення

Примітка 3 – мінімальне значення

Примітка 4 – максимальне значення

Примітка 5 – кількість пацієнтів у групі.

Примітка 6 Значення p за результатами двостороннього t тесту для непов'язаних груп – 0,58.

Таблиця 5.5 - Розподіл дітей за статтю по групах

Стать	Групи	
	контрольна	основна
Хлопці	4 (26,7%)	4 (26,7%)
Дівчата	11 (73,3%)	11 (73,3%)

На п'ятому етапі нашого дослідження, через три місяці корекції, провівши повторні обстеження, нами встановлено, що у волоссі школярів основної групи (табл. 5.6, 5.7) було істотне збільшення середнього вмісту кальцію (до $293,6 \pm 80,6$ мг/кг; $p < 0,01$), тоді як у школярів контрольної групи було виявлено лише тенденцію до збільшення середньої кількості кальцію у волоссі (до $185,1 \pm 82,4$ мг/кг; $p > 0,05$).

Таблиця 5.6 - Кінцеві значення рівня кальцію у волоссі по групах

Група	$M^1 \pm SD^2$	Min ³	Max ⁴	N ⁵
Контроль	$185,1 \pm 82,4$	57,9	350,6	15
Дослідна	$293,6 \pm 80,7^6$	127,9	422,6	15

Примітка 1 – середне

Примітка 2 – стандартне відхилення

Примітка 3 – мінімальне значення

Примітка 4 – максимальне значення

Примітка 5 – кількість пацієнтів у групі.

Примітка 6 - достовірність при порівнянні із показником контрольної групи.

Таблиця 5.7 - Динаміка рівня кальцію у волоссі дітей досліджуваних груп

Групи	До	Після	Різниця	p
Контроль	$164,4 \pm 80,9$	$185,1 \pm 82,4$	20,7	0,07
Дослідна	$181,6 \pm 87,0$	$293,6 \pm 80,7$	112,1	< 0,01
Різниця M	17,1	108,5		
p	0,58	< 0,01		

У контрольній групі 3 пацієнта (20,00%) досягли рівня норми кальцію у волоссі, тоді як у дослідній групі цей показник становив 10 пацієнтів (66,70%), $p < 0,05$ (табл.5.8).

Таблиця 5.8 - Розподіл за рівнем кальцію у волоссі після лікування.

Рівень кальцію	Групи	
	Контроль	Дослідна
Менше норми	12 (80,0%)	5 (33,3%)
Норма	3 (20,0%)	10 (66,7%)

Згідно отриманих нами результатів діти, які приймали комплексний препарат кальцію та вітаміну D на фоні модифікованої дієти, мали достовірно кращі результати повторного визначення вмісту кальцію у волоссі через 3 місяці, ніж діти, з використанням тільки модифікованої дієти (рис. 5.1).

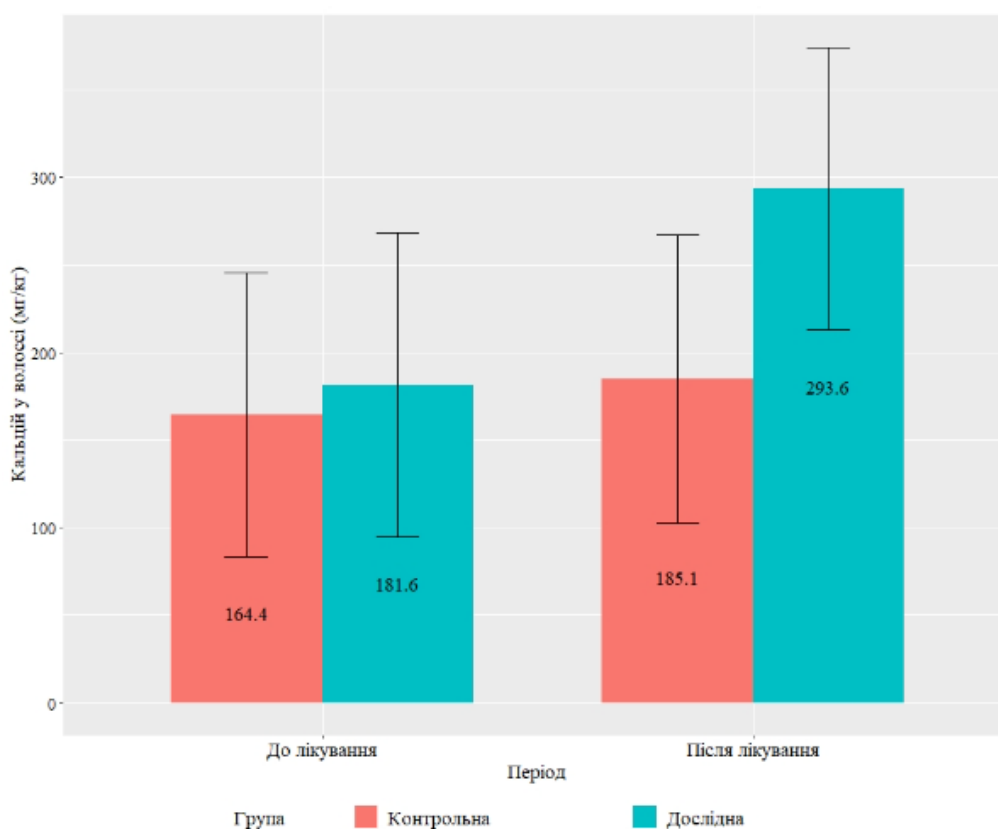


Рисунок 5.1 - Динаміка рівня Са у волоссі дітей досліджуваних груп

При дослідженні динаміки зміни кальцію у волоссі за статтю було визначено, що рівень кальцію нормалізувався у 72,7% дівчаток основної групи проти 9,1% дівчаток контрольної групи (табл. 5.9)

Таблиця 5.9 - Динаміка рівня кальцію у волоссі дітей досліджуваних груп за статтю

Група	Показник	Вік	
		Хлопчики	Дівчата
Контрольна	знижений	2 (50.0%; ДІ 1.0-99.0)	10 (90.9%; ДІ 73.9-100)
	норма	2 (50.0%; ДІ 1.0-99.0)	1 (9.1%; ДІ 0.0-26.1)
Основна	знижений	2 (50.0%; ДІ 1.0-99.0)	3 (27.3%; ДІ 1.0-53.6)
	норма	2 (50.0%; ДІ 1.0-99.0)	8 (72.7%; ДІ 46.4-99.1)

Результати змін у рівні кальцію у волоссі дітей досліджуваних груп за віком наведено у таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 - Динаміка рівня кальцію у волоссі дітей досліджуваних груп за віком

Група	Показник	Вік				
		7	8	9	10	11
Контрольна (15)	знижений	0 (0%)	1 (50.0%)	6 (100.0%)	3 (60.0%)	2 (100.0%)
	норма	0 (0%)	1 (50.0%)	0 (0.0%)	2 (40.0%)	0 (0.0%)
Основна (15)	знижений	1 (25.0%)	2 (100.0%)	1 (50.0%)	1 (14.3%)	0 (0.0%)
	норма	3 (75.0%)	0 (0.0%)	1 (50.0%)	6 (85.7%)	0 (0.0%)

Нами також було визначено середні рівні Са у волоссі дітей до та після лікування за статтю (таблиця 5.11) та віком (таблиця 5.12).

Таблиця 5.11 - Рівень кальцію у волоссі дітей до та після лікування за значенням залежно від статі

Група	Показник	Стать	
		Хлопчики	Дівчата
Контрольна (15)	до лікування	238.5±79.0	137.5±65.6
	після лікування	255.4±88.6	159.6±66.7
Основна (15)	до лікування	154.5±73.2	191.4±92.6
	після лікування	239.2±100.3	313.4±66.9

Таблиця 5.12 - Рівень Са у волоссі дітей до та після лікування за значенням залежно від віку

Група	Показник	Вік				
		7	8	9	10	11
Контрольна (15)	До лікування		179.0±66. 4	146.1±51.6	192.8±115. 7	133.8±109. 5
	Після лікування		240.3±98. 8	160.9±24.8	213.5±113. 9	170.5±205. 4
Основна (15)	До лікування	173.3±106. .3	103.8±23. 6	172.4±118. 9	211.1±80.2	
	Після лікування	305.5±62. 6	155.1±38. 5	260.0±109. 5	336.0±44.9	

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 5:

1. Розроблено комп'ютерну програму, суть якої полягає у автоматизованому способі розрахунку лікарем очікуваного рівня кальцію у волоссі конкретної дитини на основі введення необхідної первинної інформації.
2. 30 дітей, у яких визначався низький рівень кальцію у волоссі, було розділено на дві групи – основну (протягом 3 міс. отримували препарат кальцію та вітаміну D + модифікація дієти) та контрольну (модифікація дієти).
3. Модифікація дієти полягала у рекомендації додатково ввести продукти, багаті на кальцій та вітамін D, а саме: молоко, кисломолочні продукти, йогурти та сир, квасоллю і боби, шпинат, броколі, іншу листову зелень, проростки пшениці горіхи, кунжутне насіння, рибу, сухофрукти. Усі рекомендації були персоніфікованими і розроблені за допомогою лікаря дієтолога.
4. Через три місяці корекції, при повторному обстеженні, нами встановлено, що у волоссі школярів основної групи було зазначено істотне збільшення середнього вмісту кальцію, тоді як у школярів контрольної групи було виявлено лише тенденцію до збільшення середньої кількості кальцію у волоссі.

Результати досліджень, представлені у розділі 5, наведено у публікаціях:

1. Титуса АВ. Субклінічний дефіцит кальцію та вітаміну D у дітей молодшого шкільного віку. Проблеми клінічної педіатрії. 2021; 2 (52): 64-71. DOI [10.24144/1998-6475.2021.52.64-71](https://doi.org/10.24144/1998-6475.2021.52.64-71)
2. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Харчова поведінка та нутрієнтне забезпечення учнів у початковій школі. Здоров'я дитини. 2021; 2(16): 39-48. DOI [10.22141/2224-0551.16.2.2021.229877](https://doi.org/10.22141/2224-0551.16.2.2021.229877)
3. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі Педіатрія. 2020; 2(53).
4. Tytusa A, Wyszyńska J, Yatsula M, Nyankovsky S, Mazur A and Dereń K. Deficiency of Daily Calcium and Vitamin D in Primary School Children in Lviv, Ukraine. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022; 19(9): 5429. DOI [10.3390/ijerph19095429](https://doi.org/10.3390/ijerph19095429)

РОЗДІЛ 6

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Са є одним із ключових мінералів, необхідних для забезпечення оптимального здоров'я кісток та зубів, що є особливо важливим під час стрибків росту [275]. Са відіграє фундаментальну роль у багатьох функціях організму, зокрема таких як стимуляція секреції гормонів, участь у скороченні м'язів, передачі нервових імпульсів, функціонуванні імунної системи [276, 277], профілактиці ожиріння, гіпертонії, нефролітіазу, інсулінорезистентності, раку товстої кишки тощо [278, 279]. Однак його найважливіша роль все ж таки полягає у забезпеченні оптимального розвитку кісткового скелету в дитячому та підлітковому віці. Таким чином, забезпечення адекватного споживання кальцію може допомогти мінімізувати проблеми з ростом, запобігти остеопорозу та остеопенії і захистити від розвитку ряду патологій [280, 281].

Організм людини не синтезує мінерали, тому їхній рівень залежить виключно від надходження з їжею. Із харчових продуктів засвоюється лише 20–40% загального кальцію [282]. Біодоступності кальцію сприяє достатнє споживання лактози, вітаміну D, жирів, білків, вітаміну C та наявність кислотного середовища [275, 282]. І навпаки, його біодоступність знижується за умови переважання продуктів, багатих на щавлеву та фітинову кислоти [275, 282].

Саме тому достатнє споживання кальцію та інших поживних речовин є важливим для здорового росту, зокрема організму, який швидко росте.

Клінічні особливості дефіциту вітаміну D та кальцію у дітей молодшого шкільного віку вивчені недостатньо, адже більшість досліджень охоплюють дітей раннього або дошкільного віку.

У дитинстві одним із найважливіших харчових ризиків є погані харчові звички. Їхнє становлення забезпечується трьома основними чинниками: сім'єю, засобами масової інформації та школою [283, 284]. Погані харчові звички у

дитячому віці включають пропуски прийому їжі, вживання великої кількості обробленої, модифікованої їжі та дотримання модних дієт [283]. Одним із наслідків цих поганих харчових звичок є недостатнє споживання мікроелементів та вітамінів, зокрема кальцію та вітаміну D, які є такими важливими на цій стадії розвитку.

Тому метою нашого дослідження було підвищити ефективність діагностики та своєчасної корекції субклінічного дефіциту кальцію у дітей молодшого шкільного віку шляхом впровадження сучасних методів оцінки нутритивного забезпечення, оптимальних методів діагностики та впровадження ефективної корекції дефіциту кальцію та вітаміну D з використанням модифікації дієти та застосування препаратів кальцію та вітаміну D.

Для досягнення мети нами було поставлено завдання дослідження:

1. Визначити особливості ХП у дітей молодшого шкільного віку (1-4 класи).
2. Оцінити особливості харчового раціону та добового нутритивного споживання у школярів молодших класів.
3. Визначити основні показники кальцієвого обміну у дітей молодшого шкільного віку та їх кореляційну залежність від особливостей харчування дитини.
4. Дослідити особливості взаємозв'язку аліментарного надходження кальцію та вітаміну D, їхніх рівнів у сироватці крові та у волоссі у дітей молодшого шкільного віку. Порівняти ефективність інвазивного методу визначення рівня кальцію у сироватці крові та неінвазивного метода визначення вмісту кальцію у волоссі.
5. Розробити прогностичну модель впливу аліментарних факторів на значення рівнів кальцію і вітаміну D у сироватці крові та кальцію у волоссі дітей молодшого шкільного віку.
6. Порівняти ефективність дієтологічних рекомендацій та нутрицевтичної корекції дефіциту кальцію та вітаміну D та нутритивної корекції з

одночасним призначенням препаратів кальцію та вітаміна D у дітей молодшого шкільного віку.

Для вирішення поставленої мети та завдань на першому етапі нашого дослідження нами була проведена оцінка ХП 190 учнів 1-4 класів методом анкетного опитування за допомогою спеціально розробленої нами анкети. В опитуванні взяли участь 81 хлопчик (42,63%) та 109 дівчаток (57,36%). Діти були розділені за віком: 6-7 років (21,6 %), 8 років (20,0%), 9 років (19,0 %), 10 років (26,8 %), 11 років (12,6 %).

В сучасних умовах питання про здорове харчування школярів є особливо актуальним, оскільки правильне харчування – найважливіша запорука здорового розвитку зростаючого організму дитини.

Одна з головних вимог до харчування школярів – його оптимальність і збалансованість. Тому при організації харчування необхідно обов'язково враховувати потреби організму, пов'язані з його розвитком, зі зміною умов зовнішнього середовища, з підвищеним фізичним або емоційним навантаженням, а також розумовим навантаженням під час навчального процесу у школі та поза нею.

Кількість людей у світі, що мають алергію до того чи іншого продукту, варіює за підрахунками різноманітних профільних організацій, та більшість із них погоджуються в тому, що масштаби поширення цієї хвороби щорічно зростають. Аналізуючи отримані дані, нами було визначено, що понад 35% опитаних спостерігали реакцію на споживання певних продуктів у вигляді висипань на шкірі, що розцінювали як алергічну реакцію. Наявність харчової алергії у дитини призводить до елімінації того чи іншого продукту із харчового раціону, що в подальшому може сприяти дефіциту певних мікронутрієнтів.

Понад 28% опитаних батьків відмітили, що у їхніх дітей спостерігається ламкість нігтів, волосся та/або сухість шкіри. Це досить поширена проблема, яку часто помилково вважають лише естетичною. Проте це є симптом, який може свідчити про гіповітаміноз та/або гіпомікроелементоз. Так, для забезпечення здорового вигляду шкіри та її додатків потрібні ряд вітамінів (А, С, Е, група В,

біотин) та мікроелементів (кальцій, магній, залізо, кремній і цинк). Дефіцит будь-якого із них може проявитися ламкістю волосся, нігтів та сухістю шкіри.

В Індії проводилось дослідження щодо поширеності гіповітамінозів у дітей. Цікавим є той факт, що дослідниками була подана інформація щодо освіти та роду зайнятості батька та матері дитини [285], адже загальновідомим є той факт, що ступінь освіченості батьків впливає на їхній побут, зокрема і на харчові уподобання та звички.

Апетит можна вважати універсальним показником стану здоров'я дитини [286]. Згідно аналізу отриманих результатів анкетного опитування більшість школярів (71,1%) мали добрий апетит, знижений – 18,3%, поганий – 5,3%, надмірний – 5,3% дітей. Об'єм їжі, який з'їдає дитина, певною мірою теж свідчить про апетит дитини. Майже 14% батьків вважали його недостатнім, а 2,1% – надмірним. Понад 17% дітей їли під примусом. Майже 74% опитаних дітей рідко просили добавку. Практично усі діти їли страви, що й уся сім'я. Наші дані співпадають з результатами, отриманими у дослідженні, яке проводилось у рамках муніципальної програми «Здоров'я школяра» [286].

Пропуски сніданку є поширеним явищем серед дітей шкільного віку [287, 288] з багатьох причин, зокрема таких як брак їжі або часу для споживання того, що є в наявності [288]. Відповідно до отриманих нами даних майже 18% дітей не снідали вранці. За даними літератури регулярне пропускання сніданку є фактором ризику розвитку ожиріння у дітей та підлітків [289]. Вважається, що пропуск сніданку пов'язаний із вживанням їжі низької харчової цінності, що характеризується високою енергетичною цінністю. Це також може призвести до посилення почуття голоду і, таким чином, до споживання більших порцій під час наступних прийомів їжі протягом дня [289]. Адекватне харчування гарантує оптимальний стан здоров'я та забезпечує тривалу концентрацію уваги для кращої академічної успішності. Доступ до поживного сніданку та їжі протягом дня є дуже важливою детермінантою стану харчування, а також загального самопочуття та когнітивного розвитку дітей шкільного віку [290].

Декілька досліджень виявили вище споживання молока, а відповідно і кальцію, у дітей та підлітків, які снідають [291, 292, 293], що пов'язано частково з більш частим споживанням молока під час сніданку у порівнянні з іншими стравами [292]. У Франції споживання сніданку зменшується з віком і становить 87% , 71% і 50% серед дітей у віці 3–10 років, 11–14 років і 15–17 років, відповідно [294].

Понад 40% дітей регулярно споживали їжу поза домом та школою – у друзів та родичів, у закладах громадського харчування, перекуси «по дорозі». Доволі популярною їжею серед учнів були різні перекуси – печиво, солодощі, чіпси, булочки, фаст-фуд, регулярне споживання яких має негативні наслідки на дитячий організм. Перш за все тому, що до їх складу входять легкі вуглеводи, які насичують всього лише на 20-30 хвилин, не містять ніяких корисних речовин і, навпаки, в складі мають велику кількість консервантів, що можуть викликати алергічні реакції. Крім того, до їхнього складу часто також входять різні спреди, пасти, які містять не тільки транс-жири, небезпечні для здоров'я, але і генномодифіковані композиції, що пригнічують функцію щитовидної залози, знижують пам'ять дитини і порушують процес переходу короткочасної пам'яті в довготривалу.

Згідно з нашими результатами найпопулярнішими перекусами були печиво (понад 80%), солодощі (понад 70%) та булочки (понад 60%). Наші дані співпадають із результатами дослідження, проведеного в рамках Меморандуму про взаєморозуміння і співпрацю між Дитячим фондом ООН (ЮНІСЕФ), Посольством Швейцарської Конфедерації, Міністерством освіти і науки та першою леді України з метою реалізації комунікаційної кампанії здорового харчування в рамках реформування системи шкільного харчування [295].

Нами було визначено, що майже 34% дітей молодшого шкільного віку часто споживали їжу під час перегляду телевізора, сидіння біля комп'ютера або під час користування іншими електронними гаджетами, що розцінюється, як достатньо негативні харчові звички. Наші результати також корелюють із даними, дослідження ЮНІСЕФ [295]. Крім того, регулярне вживання їжі перед

телевізором сприяє розвитку ожиріння у дитини, адже дитина у такому випадку поглинає їжу «на автоматі» і особливо не замислюється про те, наїлася вона вже чи ще ні. Таким чином кількість з'їденої їжі перед телевізором може бути значно більшою. Крім того, через те, що дитина споживає їжу механічно, не відволікаючись від екрану, у неї не виробляється шлунковий сік, який сприяє перетравлюванню їжі.

Дослідження п'яти європейських країн показало, що довготривале сидіння перед телевізором прямо пов'язане з вживанням висококалорійної їжі. Якщо діти багато часу проводять перед екраном, вони також вживають менше фруктів і овочів та більше шкідливої їжі [296].

Для дітей шкільного віку, за умов посиленого формування скелету, потрібна велика кількість кальцію у тій органічній формі, яка присутня в першу чергу в молоці, кисломолочних продуктах, сирах і яйцях. За результатами даних нашої анкети понад 40% дітей рідко споживали молоко, в той час як взагалі не споживали молоко майже чверть опитаних дітей.

У Франції (2005–2007 рр.) молочні продукти (молоко, свіжі молочні продукти та сир) забезпечували 53% спожитого кальцію дітьми та підлітками у віці від 3 до 17 років, причому приблизно половина надходила саме з молока [297]. Крім того, ряд дослідників виявили, що молоко все ж таки є основним джерелом кальцію у дітей та підлітків [298, 299, 300, 301].

На думку батьків значна частина школярів споживали недостатню кількість певних продуктів, зокрема риби, овочів, молочних продуктів, фруктів та м'яса. Наші результати співпадають з даними інших досліджень [286, 302]. Зважаючи на харчову цінність цих продуктів можна було припустити недостатнє добове надходження значної кількості нутрієнтів.

Цікавим, проте насторожуючим, виявився факт, що понад 11% дітей молодшого шкільного віку дотримувались різноманітних дієт. Нутриціоністи попереджають, що нестача корисних поживних речовин здатна нанести невіправних збитків для нервової системи дитини. А за даними професора педіатрії зі Стенфордського університету Невілла Голдена, 40% тінейджерів,

котрі страждають від розладів ХП, таких, як анорексія, починали з дієт і потім втратили над цим контроль [303].

Багато школярів, які обирають вегетаріанську дієту, продовжують вживати молочні продукти. У цій популяції більшість поживних речовин, що стосуються здоров'я кісток, споживаються в достатній мірі, особливо кальцій, і не потрібно особливих додаткових рекомендацій. Серед тих, хто уникає молочних продуктів, незалежно від того, чи є вони частиною суворої веганської дієти, можуть зіткнутися зі значним зниженням споживання кальцію, а також меншим споживанням вітаміну D, магнію та фосфору [304]. Альтернативними джерелами кальцію у такому випадку є як соєве молоко, так і інші рослинні напої, в тому числі на основі мигдалю [305].

На другому етапі нашого дослідження ми проводили аналіз добового споживання нутрієнтів за допомогою програми Dietplan 7. Були розраховані наступні показники: добова калорійність харчування, кількість спожитих білків, жирів, вуглеводів, макроелементів (кальцій, фосфор, калій, натрій, хлор і магній), есенціальних мікроелементів (залізо, цинк, йод, фтор, мідь, селен, хром, молібден, кобальт і марганець), вітамінів А, D, Е, Н, С, групи В та ін. Отримані результати порівнювалися з нормою для кожного макро- або мікронутрієнту.

Аналіз забезпечення основними нутрієнтами школярів було виконано у 172 дітей (середній вік – $9,02 \pm 1,63$; серед них 42,4% хлопчиків та 57,6% дівчаток).

Діти шкільного віку та підлітки мають підвищену потребу в нутрієнтах [306]. Цей динамічний період росту та розвитку формує основу здоров'я дорослих, оскільки діти переживають фізичні, емоційні та соціальні зміни [307]. Здоров'я, фізичний та психомоторний розвиток та успішність школярів значною мірою залежать від правильного харчування. Діти, які недоїдають, мають проблеми зі здоров'ям, причиною чого є синергізм між недоїданням та інфекціями [308]. Харчовий статус впливає на когнітивний розвиток та успішність [309], і багато досліджень продемонстрували позитивний вплив

адекватного харчування на когнітивну функцію та успішність школярів [310, 311, 312, 313].

Білки є особливо важливою складовою харчового раціону організму, що росте. У школярів потреба в білках, крім віку та статі, визначається ще й підвищеною кількістю навчального та фізичного напруження, дією несприятливих факторів зовнішнього середовища. Слід підкреслити, що важлива не лише кількість спожитого білка з їжею, але також важлива його біологічна цінність, яка визначається значною мірою амінокислотним складом [314]. Нами було виявлено дефіцит денного споживання білків у 31,4 % дітей, що веде до порушення процесів синтезу і розпаду білка, зміщуючи його в бік посиленого розпаду власних білків організму, у тому числі ферментів, що є небезпечним явищем для дитячого організму. Нами також був виявлений дефіцит денного споживання вуглеводів (30,23%) та жирів (42,44%) у дітей. Ці макросполуки є важливими джерелами енергії у людському організмі, що відповідно призводить також до дефіциту денного споживання енергії у понад 27% дітей 1-4 класів. Вуглеводи є основним джерелом енергії в організмі людини. Зазвичай вони забезпечують близько 50-60% необхідних калорій. Крім того, вони є основним, а у фізіологічних умовах — єдиним джерелом енергії для ЦНС. Тому найважливішим фактором, який визначає потребу у вуглеводах, є енергетичні потреби ЦНС [315].

Майже у 49 % дітей згідно отриманих нами даних у добовому споживанні визначено зменшення кількості харчових волокон, які мають важливе значення для здоров'я, зокрема забезпечують нормальне функціонування шлунково-кишкового тракту (ШКТ) та профілактику шлунково-кишкових розладів, профілактику та лікування дитячого ожиріння, нормалізують рівень холестерину в крові, модуляцію постпрандіальної гіперглікемії та непереносимості глюкози, а також можливий їхній вплив на зниження ризику розвитку в майбутньому хронічних захворювань, таких як рак, серцево-судинні захворювання та цукровий діабет у дорослих [316]. Наші дані корелюють з результатами інших досліджень [317].

У значної частини школярів було визначено дефіцит споживання ПНЖК (66,86 %), мононенасичених жирних кислот (48,26 %) та насичених жирних кислот (18,02 %). Вважається, що дефіцит незамінних жирних кислот впливає на дозрівання ЦНС, а обмеження жиру у харчовому раціоні може перешкоджати нормальному розвитку дитини, оскільки розвивається і дефіцит жиророзчинних вітамінів [318]. Наші дані корелюють з результатами інших досліджень [318, 319].

Недостатнє надходження макро- та мікроелементів призводить до ферментативної та гормональної недостатності, зниження імунітету та адаптаційних резервів організму, що проявляється зростанням захворюваності органів дихання та ШКТ [314].

ВООЗ вважає дефіцит заліза, йоду та вітаміну А проблемами глобального масштабу [320, 321].

У відповідності до наших даних 90,69 % школярів мали добовий дефіцит споживання йоду, 80,8 % – магнію, 69,2 % – селену, 64,0 % – заліза, 62,2 % – кальцію, 39,0 % – цинку. Наші дані також корелюють із результатами інших досліджень [319, 322, 323].

Добре відомо, що діти не споживають достатньої кількості продуктів, багатих кальцієм, і солодкі газовані напої все частіше замінюють споживання молока. Адекватне споживання кальцію в дитинстві та підлітковому віці має вирішальне значення для належної мінералізації зростаючих кісток, досягнення пікової кісткової маси та зниження ризику остеопорозу в дорослому віці [317]. Нами встановлено, що добове споживання кальцію було недостатнім у 37 хлопчиків (21,51%; ДІ: 16,03-28,24) та 70 дівчаток (40,70%; ДІ: 33,64-48,16). Згідно аналізу харчової цінності добових раціонів було визначено, що середнє значення добового споживання кальцію становило 750,00 мг (норма 800 мг) на добу [603,00; 949,00] у хлопчиків та 646,00 мг (норма 800 мг) на добу [502,50; 744,50] у дівчат (< 0,01), тобто ми бачимо гендерну залежність. Наші дані виявилися вищими, аніж результати ще одного дослідження, проведеного в Харківській області [322], у якому абсолютний вміст кальцію у добовому раціоні

коливався у межах від $354,5 \pm 6,7$ мг до $539,2 \pm 17,3$ мг. Наші дані співпадають з результатами інших досліджень [324]. У роботі Ortega et al. [325] вказано, що 76,7% вибірки дітей (7–11 років) мали недостатнє споживання кальцію. У дослідженнях Ortega et al. [325] та Suarez-Cortina et al. [326] повідомляють, що недостатнє споживання кальцію частіше та у більшій мірі спостерігалось у дівчат, ніж у хлопчиків, що співпадає також з нашими дослідженнями. Інші дослідження в Європі, зокрема дослідження Moreira et al. [327] серед португальських дітей та Merkiel [328] серед польських дітей, повідомляють про високу поширеність недостатнього споживання кальцію. Таким чином ми можемо говорити, що дефіцит споживання кальцію серед школярів є актуальною проблемою сучасної педіатрії у всьому світі.

Низьке споживання кальцію є серйозною проблемою для здоров'я і пов'язане з багатьма хворобами, зокрема підвищуючи ризик загальної захворюваності та смертності у старшому віці [329]. Регулювання споживання кальцію широко рекомендовано різними органами, особливо в дитячому та підлітковому віці, які є основними періодами швидкого росту. Й справді, засвоєння кальцію є оптимальним у молодшому віці та зменшується з часом, і зазвичай поглинання кальцію зменшується до 0,2% після 40 років [330].

Вітамін D пов'язаний із забезпеченням здоров'я опорно-рухового апарату як ендокринний регулятор гомеостазу кальцію. Згідно з нашими результатами середнє значення добового споживання вітаміну D у школярів становило 2,59 мкг (норма 5 мкг) [1,68; 4,08] серед хлопчиків та 1,97 мкг (норма 5 мкг) [1,19; 3,08] серед дівчаток ($< 0,01$), також спостерігається гендерна залежність. Знижене споживання вітаміну D нами було визначено у більшості дітей, зокрема у 84,9 % хлопчиків та 96,9 % дівчат. Наші дані співпадають з результатами інших авторів [322, 331].

На третьому етапі нашого дослідження у 56 дітей із зниженим рівнем добового споживання кальцію та вітаміну D було проведено визначення рівнів кальцію та вітаміну D у сироватці крові.

Середнє значення рівня загального кальцію у сироватці крові становило 2,39 ммоль/л, іонізованого – 1,27 ммоль/л, вітаміну D – 20,20 нг/мл. Отримані нами дані співпадають з результатами інших досліджень [332].

Знижений рівень загального кальцію у крові було визначено у 2 хлопчиків (3,6 %) та у 13 дівчат (23,2 %) ($p < 0,01$), іонізованого кальцію – у 1 хлопчика (1,8 %) та у 8 дівчат (14,3%) ($p < 0,01$), вітаміну D – у 8 хлопчиків (14,3 %) та у 19 (33,9 %) дівчат ($p = 0,02$) цієї групи. Нами було виявлено також гендерну залежність основних показників крові і за кількісною ознакою, що корелює з отриманими нами результатами щодо добового споживання кальцію та вітаміну D школярам молодшого віку.

В усіх учнів молодших класів виявлено низький рівень вітаміну D в крові, що може мати негативні наслідки для здоров'я дитячого організму, що співпадає з результатами іншого дослідження [322], у якому дефіцит вітаміну D визначено у 93,8% дітей (зниження рівня у сироватці крові у межах 25–30%).

Дитячий організм, який швидко росте, схильний до дефіциту вітаміну D, що пов'язано в першу чергу із підвищеними потребами в мінералах зростаючого скелета [333].

Проте результати комплексного обстеження дітей не виявили явних клінічних ознак гіповітамінозу, що дозволяє стверджувати, що діти молодшого шкільного віку мають приховані форми вітамінної недостатності, при яких не спостерігається будь-яких клінічних симптомів, але саме вони негативно впливають на загальні адаптаційно-компенсаторні механізми дитячого організму та його стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища.

Додатково усім дітям цієї групи було визначено вміст кальцію у волоссі.

Волосся було обрано як біологічний матеріал, оскільки здатне зберігати інформацію протягом тривалого часу та відображає експозицію елементів в організмі людини [322]. Цей аналіз також має перевагу в тому, що він не є інвазивним, зразки легко забираються та зберігаються, але він мало використовувався у дітей [334, 335, 336, 337].

Знижений вміст кальцію виявився у 8 (14,3 %) хлопчиків та у 22 (39,3 %) дівчат ($p < 0,01$), тобто у 53,6 % обстежених дітей. Середнє значення рівня кальцію у волоссі дівчаток було у 1,7 разів нижче, аніж у хлопців, і становило 253.71 ± 170.71 мг/кг проти 438.35 ± 180.93 мг/кг ($p=0.001$) відповідно. Наші результати не співпадають з даними японського дослідження, у якому SD кальцію серед хлопчиків становило 326.3 мг/кг та 643.4 мг/кг серед дівчаток [338].

Нами була виявлена достовірна різниця вмісту Ca у волоссі залежно від віку за значенням - найвищі показники рівня Ca у волоссі було визначено у дітей 7 років (394.18 ± 206.74 мг/кг), а найнижчі – у дітей 10 років (295.07 ± 165.93 мг/кг), що можна пояснити тим, що все ж таки з віком частота споживання молока знижується.

Таким чином, згідно біохімічного дослідження сироватки крові зниження рівня загального та/або іонізованого кальцію спостерігалось у 24 дітей (42,9 %) дітей зі зменшеним добовим споживанням кальцію, тоді як за даними дослідження вмісту кальцію у волоссі, знижений його рівень спостерігався у 30 дітей (53,6 %). На нашу думку, вміст мікроелементів у крові є більш динамічним та мінливим показником, тоді як кількість у волоссі є більш стабільним і може ефективно застосовуватися для діагностики дефіцитних станів, зокрема у дітей.

За допомогою кореляційного аналізу ми визначали вплив різних факторних ознак, які можуть діяти в різних напрямках одночасно або послідовно, на результативну ознаку. У нашому дослідженні результативними ознаками були рівні загального кальцію у крові, іонізованого кальцію, вітаміну D, кальцію у волоссі.

Поглиблений аналіз отриманих результатів встановив, що частота споживання молока у школі та йогуртів позитивно впливає на рівень кальцію та вітаміну D у крові.

Низький рівень вітаміну D у крові також часто супроводжувався такими факторами, як небажання їсти молоко/сир ($R = -0,48$, $p < 0,01$), м'ясо ($R = -0,48$, $p < 0,01$) та овочі ($R = -0,37$, $p < 0,01$), а також недостатнім споживанням фруктів

($R = -0,49$, $p < 0,01$), м'яса ($R = -0,39$, $p < 0,01$), риби ($R = -0,39$, $p < 0,01$) та овочів ($R = -0,36$, $p < 0,01$).

Низький рівень кальцію у волоссі також частіше спостерігався при недостатньому вживанні молока/сиру ($R = -0,41$, $p < 0,01$), м'яса ($R = -0,45$, $p < 0,01$), риби ($R = -0,47$, $p < 0,01$) та овочів ($R = -0,35$, $p < 0,01$).

Загалом рівень кальцію у волоссі залежав від кількості кальцію у харчовому раціоні ($R=0,62$, $p < 0,01$).

Переддошкільний та ранній шкільний вік є саме тими критичними етапами, які пропонують вікно можливостей для різноманітних інтервенцій, спрямованих на формування звичок здорового харчування, щоб зменшити виникнення хронічних захворювань, пов'язаних із харчуванням, у подальшому житті, асоційованих із неправильною ХП у дитячому віці. Вивчення та обговорення раціону харчування школярів є доступними важелями впливу для формування моделей харчування та здорових харчових звичок у цих критичних груп населення.

Нами було визначено, що підвищення рівня цинку та тіаміну, а також заліза та марганцю негативно впливають на рівень кальцію у крові.

Ми встановили, що високі значення кальцію та пантотенату ($R = 0,51$, $p < 0,01$) достовірно взаємопов'язані з високими значеннями вітаміну D крові.

Натомість наявність значної кількості вітаміну E супроводжувалася низькими показниками вітаміну D крові.

Закономірно, що у дітей з високим рівнем кальцію у крові були вищі його рівні у волоссі.

На нашу думку, саме встановлені синергічні та антагоністичні взаємодії між мікроелементами та вітамінами можуть ставати підґрунтям щодо формування гіповітамінозів, які, у свою чергу, суттєво впливають на стан здоров'я дитини.

Ми також визначали вплив кількох аліментарних факторів на значення рівнів кальцію і вітаміну D у сироватці крові та кальцію у волоссі дітей молодшого шкільного віку.

Так, у ході аналізу даних за методом лінійної множинної регресії було обрано 6 чинників (вітамін С, В6, Д, протеїн, цинк та тіамін), які при поєднанні мали вплив на рівень кальцію у крові, 5 чинників (споживання молока, перекуси – молоко, перекуси – м'ясо, їсть у школі – молоко, любить їсти – рибу)- на рівень вітаміну D у крові та 10 чинників (drink.milk_20, eats.snacks.milk_29, fish_29, eats.not.enough.milk_cheese_32, fish_32, what.food.like.eat.cheese_36, fish_36, milk_36, Phosphorus_V, Vitamin.D_V) - на рівень кальцію у волоссі.

Таким чином за допомогою розроблених нами рівнянь лінійної регресії, які служать моделями розрахунку залежності рівня кальцію у крові та волоссі, а також рівня вітаміну D у сироватці крові від ряду аліментарних факторів, можна спрогнозувати достовірні результати цих показників без додаткових втручань, у тому числі і інвазивних.

Також нами розроблено електронну програму, суть якої полягає у автоматизованому способі розрахунку лікарем очікуваного рівня кальцію у волоссі конкретної дитини на основі введення необхідної первинної інформації.

На четвертому етапі нашого дослідження нами було відібрано 30 дітей, у яких був знижений рівень кальцію у волоссі (<300,0 мг/кг), для проведення нутритивної та медикаментозної корекції.

Аналіз волосся дає хороші результати в галузі судово-медичної та клінічної токсикології, допінг-контролю та медицини праці, але не використовується чомусь у галузях загального скринінгу здоров'я. У той час як аналізи сечі та крові показують поточний стан організму, аналіз волосся показує результати за більш тривалий проміжок часу, який може включати період від кількох місяців до кількох років [339].

Крім того, мінеральний аналіз волосся є основним методом оцінки, який використовується для балансування харчування. Останнім часом його використовують для тестування показників стану харчування. Він має деякі переваги завдяки своїй неінвазивності, низькій вартості та значущості мінерального балансу. Аналіз мінералів волосся не вимірює загальне навантаження на організм мінералом, але він надає інформацію про метаболізм

мінералів у клітинах, що є дуже важливим для педіатричних пацієнтів. Мінеральний аналіз волосся відображає середню швидкість накопичення мінералів у зразку протягом щонайменше 2-3 місяців до відбору проби [340].

Дітям були проведені диференційовані заходи корекції. Для цього діти були розподілені на дві групи по 15 дітей:

- основну групу (середнє значення кальцію у волоссі було $181,5 \pm 86,9$ мг/кг, $p > 0,05$) – проводилась корекція дефіцитів шляхом модифікації дієти та призначенням препаратів кальцію в дозі 500,0 мг та вітаміну D в дозі 5,0 мкг (200,0 МО) один раз на добу впродовж трьох місяців;
- контрольну групу (середнє значення кальцію у волоссі було $164,4 \pm 80,8$ мг/кг) – корекція дефіцитів проводилась лише шляхом модифікації дієти.

Їх було розділено на дві групи, таким чином, щоб початкові значення кальцію у волоссі не відрізнялись по групах та щоб був однаковий розподіл за статтю (26,7% хлопчиків та 73,3% дівчаток).

На п'ятому етапі нашого дослідження, через три місяці корекції, провівши повторні обстеження, нами встановлено, що у волоссі школярів основної групи було істотне збільшення середнього вмісту кальцію (до $293,6 \pm 80,6$ мг/кг; $p < 0,01$), тоді як у школярів контрольної групи було виявлено лише тенденцію до збільшення середньої кількості кальцію у волоссі (до $185,14 \pm 82,38$ мг/кг; $p > 0,05$).

У контрольній групі 3 пацієнта (20,00%) досягли рівня норми кальцію у волоссі, тоді як у дослідній групі цей показник становив 10 пацієнтів (66,70%), $p < 0,05$.

Ми визначали також динаміку зміни кальцію у волоссі за статтю. Так, рівень кальцію нормалізувався у 72,7% дівчаток основної групи проти 9,1% дівчаток контрольної групи.

Схоже дослідження фосфорно-кальцієвого обміну в динаміці у 125 дітей (7–10 років) проводилось також під впливом комбінованого препарату кальцію та вітаміну D протягом 6 тижнів, але контроль проводився за показниками крові

[332]. Його результати корелюють з результатами, які були отримані у нашому дослідженні.

Отже після проведеного курсу корекції комплексним препаратом кальцію й вітаміном D у дітей підвищився рівень кальцію у волоссі. Те, що діти отримували лише 500 мг кальцію в препараті при дефіцитному харчуванні, свідчить про високу ефективність препарату. Крім того, невеликі дози кальцію, які отримували діти, значно менше навантажують системи його елімінації, а також зменшують провокуючий момент розвитку гіперкальціємічних станів.

Висновки

У дисертаційному дослідженні на основі вивчення ХП та харчового забезпечення у дітей молодшого шкільного віку шляхом анкетування, дослідження харчового раціону та добового нутритивного споживання у школярів молодших класів за допомогою програми Dietplan7, визначення особливостей взаємозв'язку аліментарного надходження кальцію та вітаміну D, їхніх рівнів у сироватці крові та вмісту кальцію у волоссі вирішено актуальне наукове завдання, яке полягало у підвищенні ефективності діагностики та своєчасної корекції субклінічного дефіциту кальцію у дітей молодшого шкільного віку шляхом впровадження сучасних методів оцінки харчування, оптимальних методів діагностики та впровадження ефективної корекції дефіциту кальцію та вітаміну D з використанням модифікації дієти та застосування препаратів кальцію та вітаміну D.

1. У значній кількості учнів початкової школи харчування є незбалансованим, не забезпечує усіх потреб метаболізму дитини, що швидко росте і інтенсивно розвивається. Серед порушень ХП найчастіше зустрічалось: споживання їжі безпосередньо перед сном (83,6%), часте споживання печива (82,1%), солодощів (71%), булочок (63,7%), пропуски обідів в школі (41%), споживання їжі під час перегляду телевізора (33,6%), нерегулярне харчування (14,3%), недостатній добовий об'єм їжі (13,7%), споживання їжі швидкого приготування (8,4%).
2. Дефіцит денного споживання жирів спостерігався у - у 42,4 %, білків – у 31,4 %, вуглеводів - у 30,2 %, енергії - у 27,3 % дітей 1-4 класів. У 48,8 % дітей цієї вікової групи у добовому споживанні визначено зменшення кількості харчових волокон, у 66,9 % ПНЖК, у 48,3 % - мононенасичених жирних кислот, у 18,0 % - ненасичених жирних кислот. У 90,7 % школярів цієї вікової групи було визначено добовий дефіцит споживання йоду, у 80,8 % - магнію, у 69,2 % - селену, у 64,0 % - заліза, у 62,2 % - кальцію, у 39,0 % - цинку. У 95,4 % школярів спостерігалось недостатнє добове

споживання вітаміну Е, у 92,5 % - біотину, у 91,9 % - вітаміну D, у 75,1 % - ретинолу, вітаміну С у 70,9 %, у 40,5 % - фолатів, у 69,9 % - каротину, у 54,6 % - пантотенату, у 39,6 % - рибофлавіну, у 36,6 % - ніацину. За багатьма показниками була визначена достовірна різниця добового споживання нутрієнтів серед хлопців та дівчаток.

3. Згідно аналізу харчової цінності добових раціонів було визначено, що середнє значення добового споживання кальцію становило 750,00 мг (норма – 800мг) на добу [603,00; 949,00] у хлопчиків та 646,00 мг (норма – 800мг) на добу [502,50; 744,50] у дівчат. Недостатнє денне споживання кальцію було визначено у 50,7 % хлопчиків та у 70,7 % дівчат. Середнє значення добового споживання вітаміну D у школярів становило 2,59 мкг (норма – 5 мкг) [1,68; 4,08] у хлопчиків та 1,97 мкг (норма – 5 мкг) [1,19; 3,08] у дівчат. Зменшення споживання вітаміну D згідно статі було визначено у 84,9 % хлопчиків та 96,9 % дівчат.
4. Порівнянням залежності показника кальцію у крові та споживанням нутрієнтів показало, що найчастіше високий показник кальцію у крові спостерігається за наявності високих значень показників споживання вітаміну D ($R = 0,45, p < 0,01$), вітаміну B12 ($R = 0,42, p < 0,01$) та вітаміну B6 ($R = 0,40, p < 0,01$). Малий вміст кальцію у крові мав істотну від'ємну кореляцію з добовим споживанням цинку, тіаміну, заліза ($R = -0,40, p < 0,01$) та марганця ($R = -0,35, p < 0,01$). Показник вмісту кальцію у волоссі корелював із показниками вмісту кальцію в крові та добовим споживанням кальцію ($R = 0,62, p < 0,01$). Максимальні позитивні корелятивні значення спостерігалися між рівнем кальцію у крові та частотою споживання молочних продуктів ($p < 0,01$). Низький рівень вітаміну D мав кореляцію з недостатнім споживанням фруктів, м'яса, риби та овочів ($p < 0,01$).
5. У дітей із зниженим добовим споживанням кальцію та вітаміну D можливий розвиток субклінічного дефіциту кальцію. Так, серед 56 здорових дітей із зниженим рівнем добового споживання кальцію та

вітаміну D знижений рівень загального кальцію у крові було визначено у 2 хлопчиків (3,6 %) та у 13 дівчат (23,2 %) ($p < 0,01$), іонізованого кальцію – у 1 хлопчика (1,8 %) та у 8 дівчат (14,3%) ($p < 0,01$), вітаміну D – у 8 хлопчиків (14,3 %) та у 19 (33,9 %) дівчат ($p = 0,02$) цієї групи. Знижений вміст кальцію у волоссі був визначений у 8 (14,3%) хлопчиків та у 22 (39,3 %) дівчат ($p < 0,01$).

6. Корекцію наявного дефіциту кальцію та вітаміну D слід проводити шляхом модифікації дієти із збільшенням споживання молока (при відсутності ознак лактазної недостатності), кисломолочних продуктів, йогуртів та сиру, квасолі і бобів, шпинату, броколі, іншої листової зелені, проростків пшениці, горіхів, кунжутного насіння, риби, сухофруктів на фоні прийому препаратів кальцію з вітаміном D, протягом 3 місяців. Застосування неінвазивного методу дослідження вмісту кальцію у волоссі дозволяє як підтвердити дефіцит кальцію в організмі дитини так і контролювати процес його відновлення.
7. Використання розробленого рівняння лінійної регресії, дозволяє розрахувати персоніфіковані залежності рівня кальцію у крові та волоссі, а також рівня вітаміну D у сироватці крові від ряду наявних аліментарних факторів.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для підвищення ефективності своєчасної діагностики розвитку нутритивних дефіцитів, в тому числі дефіциту кальцію та вітаміну D, у дітей раннього шкільного віку, пропонується впровадити в практику охорони здоров'я скринінгові методи оцінки ХП за допомогою спеціально розробленої анкети. Персоніфіковану оцінку нутритивного забезпечення дитини слід проводити за допомогою ведення 3 денного харчового щоденника із наступною обробкою результатів за допомогою комп'ютерної програми Dietplan 7, що дозволяє детально проаналізувати добове споживання усіх нутрієнтів дитиною, та надати індивідуальні рекомендації дітям, у яких були визначені дефіцити споживання тих чи інших нутрієнтів.

У дітей з доведеним або ймовірним добовим дефіцитом споживання кальцію та вітаміну D пропонується застосовувати неінвазивний скринінговий метод оцінки рівня кальцію шляхом визначення його вмісту у волоссі, що дозволяє визначити як дефіцит цього мікроелементу так і контролювати його нормалізацію під впливом корекції харчування та призначення лікувальних препаратів.

Для визначення ризику розвитку дефіциту кальцію у дітей початкової школи рекомендується використання розробленої прогностичної моделі, яка може застосовуватися у практичній охороні здоров'я.

Школярам початкової школи доцільно рекомендувати збільшити споживання продуктів, багатих на кальцій та вітамін D: молока, кисломолочних продуктів, йогуртів та сиру, квасолі і бобів, шпинату, броколі, іншої листової зелені, проростків пшениці, горіхів, кунжутного насіння, риби, сухофруктів.

При наявності доведеного дефіциту вітаміну D в сироватці крові та/або дефіциту кальцію в сироватці крові або волоссі слід проводити модифікацію дієти із збільшеним вмістом цих нутрієнтів з одночасним призначенням комплексного лікарського засобу, що вміщує 500 мг елементарного кальцію у

вигляді солі кальцію карбонату та 200 МО ергокальциферолу 1 раз на добу впродовж трьох місяців.

Література:

- ¹ Квашніна ЛВ. Субклінічна гіпокальціємія та її вплив на формування здоров'я дітей шкільного віку. health-ua.com. 2015.
- ² Квашніна ЛВ. Аліментарний дефіцит кальцію у дітей і підходи до його корекції. Сучасна педіатрія. 2016;7(79):26–32.
- ³ American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition. Complementary feeding. In: Pediatric Nutrition, 8th ed, Kleinman RE, Greer FR, editors. American Academy of Pediatrics, Itasca, IL 2019. P.163. JAMA Network Open. 2020;3(8):e2013070.
- ⁴ Anjos T , Altmäe S, Emmett P, Tiemeier H, Closa-Monasterolo R, Luque V et al. Nutrition and neurodevelopment in children: focus on nutrimenthe project. Eur J Nutr. 2013;52(8):1825-1842. <https://doi.org/10.1007/s00394-013-0560-4>
- ⁵ Mason JB, Sanders D, Musgrove P, Soekirman, Galloway R. Community health and nutrition programs. In: Disease Control Priorities in Developing Countries. Washington: World Bank; 2006; 56:1053-1074. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6179-5/Chpt-56>
- ⁶ Micronutrient Initiative and United Nations Children's Fund (UNICEF). Vitamin and mineral deficiency: A Global Damage Assessment Report. Ottawa; 2014. Available from: <http://www.micronutrient.org/CMFiles/PubLib/Report-67-VMDDA-Global-Damage-Assessment-Report1KSB-3242008-9634.pdf>. Accessed 16 March 2014.
- ⁷ Nyankovsky S, Dobryansky D, Ivakhnenko O, Iatsula M, Javorska M, Shadryn O et al. Dietary habits and nutritional status of children from Ukraine during the first 3 years of life. *Pediatrica Polska*. 2014;89(6):395-405. <https://doi.org/10.1016/j.pepo.2014.08.003>
- ⁸ Report on the world nutrition situation. 6th ed. ACC/SCN & IFPRI: Geneva, Switzerland; 2020. 134 p. Available from: https://www.unscn.org/files/Publications/RWNS6/report/SCN_report.pdf
- ⁹ UNICEF. 2009. ChildInfo: Monitoring the situation of children and women. Available from: <http://www.childinfo.org/>
- ¹⁰ Няньковський СЛ, Яцула МС, Чикайло МІ, Пасечнюк ІВ. Стан здоров'я школярів в Україні. *Здоров'я дитини*. 2012;5(40):109–114.

-
- ¹¹ Яцула МС. Проблеми діагностики та корекції шкільної дезадаптації у дітей молодшого шкільного віку. Проблеми клінічної педіатрії. 2013;4:17–21.
- ¹² Bass JK, Chan GM. Calcium nutrition and metabolism during infancy. *Nutrition*. 2006;22(10):1057-1066. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2006.05.014>
- ¹³ Nutrition related health problems in preschool children. *Nutr Food Science*. 2006;36(3):1-12. <https://doi.org/10.1108/nfs.2006.01736cab.013>
- ¹⁴ Шадрін ОГ, Дюкарева-Безденєжних СВ. Дефіцит макро- і мікронутрієнтів у харчуванні дітей раннього віку та шляхи його корекції. *Перинатология и педиатрия*. 2010;4(44):69–74.
- ¹⁵ Ortega-Anta RM, Jiménez-Ortega AI, López-Sobaler AM. Calcium and health. *Nutr Hosp*. 2015;31(2):10-17.
- ¹⁶ Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії. Наказ МОЗ від 03.09.2017 р. № 1073
- ¹⁷ Institute of Medicine Committee on Understanding Premature Birth and Assuring Healthy Outcome. *Preterm Birth: Causes, Consequences, and Prevention*. Washington, DC: National Academies Press; 2007.
- ¹⁸ Rosen CJ, Bouillon R, Compston JE, Rosen V, eds. *Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism*. 8th ed. Ames, IA: Wiley-Blackwell; 2013
- ¹⁹ Gordon CM, DePeter KC, Feldman HA, Grace E, Emans SJ. Prevalence of vitamin D deficiency among healthy adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2004;158:531-7.
- ²⁰ Holick MF. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*. 2004;80:1678-1688.
- ²¹ Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med*. 2007;357:266-81.
- ²² Marushko YuV, Hyshchak TV. Prevention of vitamin D deficiency in children. The state of the problem in the world and in Ukraine. *Modern Pediatrics. Ukraine*. 2021; 4(116): 36-45. doi 10.15574/SP.2021.116.36

-
- ²³ Weaver, CM, Heaney, RP. Calcium. In: Ross, AC, Caballero, B, Cousins, RJ, Tucker, KI, Ziegler, TR, eds. *Modern Nutrition in Health Disease*. 11th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2014:133–149.
- ²⁴ Nahar, Q, Choudhury, S, Faruque, MO, Sultana, SSS, Siddiquee, MA. *Desirable Dietary Pattern for Bangladesh*. Dhaka, Bangladesh: Bangladesh Institute of Research and Rehabilitation in Diabetes, Endocrine and Metabolic Disorders; 2013.
- ²⁵ World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations . *Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition*. 2nd ed. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2004.
- ²⁶ World Health Organization. *Guideline: Calcium Supplementation in Pregnant Women*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2013.
- ²⁷ Bhutta, ZA, Das, JK, Rizvi, A. Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? *Lancet*. 2013;382(9890):452–477.
- ²⁸ Hofmeyr, GJ, Lawrie, TA, Atallah, AN, Duley, L, Torloni, MR. Calcium supplementation during pregnancy for preventing hypertensive disorders and related problems. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;6:CD001059
- ²⁹ Imdad, A, Bhutta, ZA. Effects of calcium supplementation during pregnancy on maternal, fetal and birth outcomes. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2012;26(1):138–152.
- ³⁰ Mol, BW, Roberts, CT, Thangaratinam, S, Magee, LA, de Groot, CJ, Hofmeyr, GJ. Pre-eclampsia. *Lancet*. 2016;387(10022):999–1011. doi: S0140-6736(15)00070-7.
- ³¹ Buppasiri P, Lumbiganon P, Thinkhamrop J, Ngamjarus C, Laopaiboon M, Medley N. Calcium supplementation (other than for preventing or treating hypertension) for improving pregnancy and infant outcomes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2:CD007079.
- ³² Hack M, Klein NK, Taylor HG. Long-term developmental outcomes of low birthweight infants. *Future Child*. 1995;5(1):176–196.
- ³³ van Stuijvenberg ME, Nel J, Schoeman SE, Lombard CJ, du Plessis LM, Dhansay MA. Low intake of calcium and vitamin D, but not zinc, iron or vitamin A, is associated with stunting in 2- to 5-year-old children. *Nutrition*. 2015;31(6):841–846.

-
- ³⁴ Bueno AL, Czepielewski MA. The importance for growth of dietary intake of calcium and vitamin D. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84(5):386–394.
- ³⁵ Pettifor JM . Nutritional rickets: deficiency of vitamin D, calcium, or both? *Am J Clin Nutr*. 2004;80(6):1725–1729.
- ³⁶ Morris HA, O’Loughlin PD, Anderson PH. Experimental evidence for the effects of calcium and vitamin D on bone: a review. *Nutrients*. 2010;2(9):1026–1035.
- ³⁷ Konje JC, Ladipo OA. Nutrition and obstructed labor. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(1):291–297.
- ³⁸ Kovacs CS . Calcium and bone disorders during pregnancy and lactation. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2006;35(1):21–51.
- ³⁹ Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium Food and Nutrition Board, in *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*, National Academies Press, Washington, DC, USA, 2011
- ⁴⁰ Няньковський СЛ, Яцула МС, Чикайло МІ, Пасечнюк І. В. Стан здоров’я школярів в Україні. *Здоров’я дитини*. 2012;5(40):109-114. URL : <http://www.mif-ua.com/archive/article/32962>
- ⁴¹ Dey AK, Nath AB. Nutritional status of school going children (6-15 years) in a semi-urban area of Cachar district, Assam. *J. Evolution Med. Dent. Sci*. 2017;6(54):4057-4062. DOI: 10.14260/Jemds/2017/877
- ⁴² Sasikala P. Assessment of Nutritional Status of Boys and Girls in Government School Children in Rompicherla Mandal Andhra Pradesh, India. *Journal of Education and Practice*. 2016;7(10):140-144. www.iiste.org ISSN 2222-1735 (Paper). ISSN 2222-288X (Online).
- ⁴³ Sathiadass MG, Antonyraja A, Viswalingam A, Thangaraja K, Wickramasinghe VP. Nutritional status of school children living in Northern part of Sri Lanka. *BMC Pediatrics*. 2021;21(43). <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02501-w>
- ⁴⁴ Aiga H, Abe K, Andrianome VN, et al. Risk factors for malnutrition among school-aged children: a cross-sectional study in rural Madagascar. *BMC Public Health*. 2019;19:773. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7013-9>.

-
- ⁴⁵ Сорокман ТВ, Молдован ПМ, Макарова ОВ. Характеристика харчового раціону дітей шкільного віку та частота патології шлунково-кишкового тракту. *Здоров'я дитини*. 2021;16(5):338-343.
DOI:<https://doi.org/10.22141/2224-0551.16.5.2021.239712>
- ⁴⁶ Логвінов Д. Харчування, як соціально - обумовлений чинник формування здоров'я дитини. *Матеріали XXII Міжнародного конгресу студентів та молодих вчених*. 239-240.
- ⁴⁷ Салавеліс А.Д., Павловський С.М. Раціональне харчування школярів – основа здоров'я дитини. *Міжнародна науково-практична конференція (XXII КАРИШИНСЬКІ ЧИТАННЯ)*. 178-179.
- ⁴⁸ Merkiel S., Chalcarz W. Nutrition in preschool age: part 1. Importance, reference values, methods of research and their application. *Review // Borgis - New Medicine* 2007;3:68-73.
- ⁴⁹ Маслоу А. Мотивация и личность. 1999. СПб.: Евразия: 338.
- ⁵⁰ Haines J, Haycraft E, Lytle L, et al. Nurturing Children's Healthy Eating: Position statement *Appetite*. 2019;137:124-133. doi:10.1016/j.appet.2019.02.007.3.
- ⁵¹ Sisson SB, Kracht CL, Guseman EH, Hubbs-Tait L et al. Family Eat-ing Behavior and Child Eating Patterns Differences Between Chil-dren With and Without Siblings. *J Nutr Educ Behav*. 2019;51(10):1188-1193. doi:10.1016/j.jneb.2019.08.004.
- ⁵² Thomas R, Siliquini R, Hillegers MH, Jansen PW. The as-sociation of adverse life events with children's emotional overeating and restrained eating in a population-based cohort. *Int J Eat Disord*. 2020;53(10):1709-1718. doi:10.1002/eat.23351.
- ⁵³ Ланюш ФВ, Урбанович АМ. Порушення харчової поведінки у хворих на цукровий діабет 2 типу (огляд літератури). *Проблеми ендокринної патології*. 2020;73(3):119-125. DOI: 10.21856/j-PEP.2020.3.15.
- ⁵⁴ Frounfelker RL, Islam N, Falcone JA, et al. Living through war: Mental health of children and youth in conflict-affected areas. *International Review of the Red Cross*. 2019;101:481-506. doi:10.1017/S181638312000017X.
- ⁵⁵ Di Chio T, Sokollik C, Peroni DG, et al. Nutritional as-pects of pediatric gastrointestinal diseases. *Nutrients*. 2021;13(6):2109. doi:10.3390/nu13062109.

⁵⁶ Стоєва ТВ, Джагіашвілі ОВ, Прохорова СВ, Годлевська ТЛ, Ларіонов ОП, Стуканова СГ. Сучасні моделі харчової поведінки у дітей Здоров'я дитини. 2022;17(6):269-275 doi: 10.22141/2224-0551.17.6.2022.1528

⁵⁷ Thomas R, Siliquini, R, Hillegers MH, Jansen PW. The association of adverse life events with children's emotional overeating and restrained eating in a population-based cohort. *The International journal of eating disorders*. 2020. 53 (10): 1709-1718. <https://doi.org/10.1002/eat.23351>; PMID:32702148 PMCID:PMC7589411

⁵⁸ МОЗ України. Про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії. Наказ МОЗ № 1073 від 03.09.2017. 2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17>.

⁵⁹ Derks I, Sijbrands E, Wake M et al. Eating behavior and body composition across childhood: a prospective cohort study. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*. 2018;15(1):96. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0725-x>; PMID:30285789 PMCID:PMC6167809

⁶⁰ Ek A, Sorjonen, K, Eli K et al. Associations between Parental Concerns about Preschoolers' Weight and Eating and Parental Feeding Practices: Results from Analyses of the Child Eating Behavior Questionnaire, the Child Feeding Questionnaire, and the Lifestyle Behavior Checklist. *PloS one*. 2016;11(1): e0147257. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147257>; PMID:26799397 PMCID:PMC4723125

⁶¹ Modjadji P, Molokwane D, Ukegbu PO. Dietary Diversity and Nutritional Status of Preschool Children in North West Province, South Africa: A Cross Sectional Study. *Children* (Basel, Switzerland). 2020;7(10):174. <https://doi.org/10.3390/children7100174>; PMID:33050271 PMCID:PMC7600000

⁶² Hughes SO, Power TG, O'Connor TM et al. Maternal feeding style and child weight status among Hispanic families with low-income levels: a longitudinal study of the direction of effects. *The international journal of behavioral nutrition and physical*

activity. 2021;18(1):30. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01094-y>; PMID:33588844
PMCID:PMC7885249

⁶³ Lopez NV, Schembre S, Belcher BR, et al. Parenting styles, food-related parenting practices, and children's healthy eat-ing: A mediation analysis to examine relationships between parenting and child diet. *Appetite*. 2018;128:205-213. doi:10.1016/j.ap-pet.2018.06.021

⁶⁴ Omar OM, Massoud MN, Ibrahim AG, Khalaf NA. Effect of early feeding practices and eating behaviors on body composition in primary school children. *World J Pediatr*. 2022 Sep;18(9):613-623. doi:10.1007/s12519-022-00559-9.

⁶⁵ US. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. *Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025*. 2020. 9th Edition. [DietaryGuidelines.gov](https://www.dietaryguidelines.gov).

⁶⁶ Mahmood L, Flores-Barrantes P, Moreno LA, Manios Y, Gonzalez-Gil EM. The influence of parental dietary behav-iors and practices on children's eating habits. *Nutrients*. 2021;13(4):1138. doi:10.3390/nu13041138.

⁶⁷ Sorokman TV, Lozyuk IY. Eating behavior and nutrition characteristics of preschool children. *Modern Pediatrics*. 2021;5(117):29-34. doi 10.15574/SP.2021.117.29

⁶⁸ Zinchenko SN, Kozachuk VG, Maystruk OA. Eating behaviour disorders in infants *Sovremennaya Pediatriya*. 2016;5(77):139-141. doi10.15574/SP.2016.77.139

⁶⁹ Smith JW, Holmes ME, McAllister MJ. Nutritional Considerations for Performance in Young Athletes // *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)*.2015. Vol. 2015. P. 734649.

⁷⁰ <https://www.nuzest.com/blog/the-role-of-nutrition-in-childhood-growth-and-development/>

⁷¹ <https://www.unicef.org/media/60806/file/SOWC-2019.pdf>

⁷² *Guideline: Sugars intake for adults and children*. WHO. Geneva. 2015.

⁷³ Colchero MA, Rivera-Dommarco J, Popkin BM, Ng SW. In Mexico, evidence of sustained consumer response two years after implementing a sugar-sweetened beverage tax. *Health Affairs*. 2017;36(3):564–571. doi: 10.1377/hlthaff.2016.1231.

-
- ⁷⁴ Fanzo J, Hawkes C. Global Nutrition Report: Shining a light to spur action on nutrition. 2018. Development Initiatives, Bristol, UK. P.16.
- ⁷⁵ Kanter R, Vanderlee L, Vandevijvere S. Front-of-package nutrition labelling policy: Global progress and future directions. *Public Health Nutrition*. 2018;21(8):1399–1408. doi: 10.1017/S1368980018000010.
- ⁷⁶ Frongillo EA Jr. Symposium: causes and etiology of stunting. Introduction. *J Nutr* 1999;129:529–530.
- ⁷⁷ Martorell R, Rivera J, Kaplowitz H, Pollitt E. Long-term consequences of growth retardation during early childhood. In: Hernandez M, Argenta J, eds. *Human growth: basic and clinical aspects*. Amsterdam: Elsevier Science, 1992:143–9
- ⁷⁸ World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1995;854:1–452.
- ⁷⁹ World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2003;916:i–viii, 1–149.
- ⁸⁰ World Health Organization (2012) Micronutrients. <http://www.who.int/nutrition/topics/micronutrients/en/index.html> (accessed July 2012)
- ⁸¹ Mrimi EC, Palmeirim MS, Minja EG, Long KZ, Keiser J. Malnutrition, anemia, micronutrient deficiency and parasitic infections among schoolchildren in rural Tanzania. *PLoS Negl Trop Dis*. 2022;16(3):e0010261. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010261>
- ⁸² Nomura M, Takahashi K, Reic M. Trends in global nutrition policy and implications for Japanese development policy. *Food and Nutrition Bulletin*. 2015;36(4):493–540. doi: 10.1177/0379572115611288.
- ⁸³ Maruthanayagam C, Mahalakshmi R. Nutritional Deficiency Diseases in School Children Rural Areas of Mangaraipattai Village Musiri Taluk, Tamil Nadu. *IRA-International Journal of Applied Sciences* 2017;6(3):70-79. doi:<http://dx.doi.org/10.21013/jas.v6.n3.p1>. ISSN 2455-4499.

⁸⁴ Hopkins LC, Gunther C. A historical review of changes in nutrition standards of USDA child meal programs relative to research findings on the nutritional adequacy of program meals and the diet and nutritional health of participants: implications for future research and the summer food service program. *Nutrients*. 2015;7:10145–10167. DOI: 10.3390/nu7125523

⁸⁵ Saavedra JM, Prentice AM. Nutrition in school-age children: a rationale for revisiting priorities. *Nutrition Reviews*. 2022; nuac089. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuac089>

⁸⁶ Millward DJ. Nutrition, infection and stunting: the roles of deficiencies of individual nutrients and foods, and of inflammation, as determinants of reduced linear growth of children. *Nutr Res Rev*.2017;30:50-72.

⁸⁷ Allen LH. Interventions for micronutrient deficiency control in developing countries: past, present and future. *J Nutr*. 2003;133(11):3875-3878.

⁸⁸ World Health Organization (WHO) (2009) Global health risks. Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, Switzerland. Available: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf. Accessed 15 March 2014.

⁸⁹ World Health Organization (WHO) (2009) Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005. WHO Global Database on Vitamin A Deficiency. Geneva, World Health Organization. Available: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598019_eng.pdf. Accessed 5 March 2014.

⁹⁰ World Health Organization (WHO) (2007) Assessing the iron status of populations. Including literature reviews. Joint World Health Organization/Centers for Disease Control and Prevention Technical Consultation on the Assessment of Iron Status at the Population Level. Geneva, Switzerland. Available: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75368/1/9789241596107_eng.pdf?ua=1. Accessed 23 February 2014.

⁹¹ Joint statement by the World Health Organization (WHO), the World Food Programme (WFP) and the United Nations Children's Fund (UNICEF). Preventing and

controlling micronutrient deficiencies in populations affected by an emergency. (2007). Available:

http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/WHO_WFP_UNICEFstatement.pdf. Accessed 27 February 2014.

⁹² Lutter CK. Iron deficiency in young children in low-income countries and new approaches for its prevention. *J Nutr*. 2008;138:2523–2528.

⁹³ Lutter CK ACC/SCN. Fourth report on the world nutrition situation. Switzerland: United Nations ACC/SCN in collaboration with IFPRI; 2000.

⁹⁴ Suskind DL. Nutritional deficiencies during normal growth. *Pediatr Clin North Am*. 2009;56:1035–1053.

⁹⁵ Prevention of neural tube defects: results of the Medical Research Council Vitamin Study. MRC Vitamin Study Research Group. *Lancet*. 1991;338:131–137.

⁹⁶ Caballero B. Global patterns of child health: the role of nutrition. *Ann Nutr Metab*. 2002;46(1):3–7.

⁹⁷ Bhaskaram P. Micronutrient malnutrition, infection, and immunity: an overview. *Nutr Rev*. 2002;60:40–45.

⁹⁸ Gat-Yablonski G, Yackobovitch-Gavan M, Phillip M. Nutrition and bone growth in pediatrics. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2009;38:565–586.

⁹⁹ Rayhan I, Khan SH: Factors causing malnutrition among under five children in Bangladesh, Asian Network for Scientific Information. *Pak J Nutr*. 2006;5(6):558-562.

¹⁰⁰ Chandra RK: Nutrition and the immune system: an introduction. *Am J Clin Nutr*. 1997;66:460-463.

¹⁰¹ Grimble RF: Malnutrition and the immune response 2. Impact of nutrients on cytokine biology in infection. *Trans Royal Soc Trop Med Hyg*. 1994;88:615-619.

¹⁰² Brussow H, Sidoti J, Dirren H, Freire WB: Effect of malnutrition in Ecuadorian children on titers of serum antibodies to various microbial antigens. *Clin Diag Lab Immunol*. 1995;2:62-68.

¹⁰³ Redmond HP, Gallagher HJ, Shou J: Antigen presentation in protein energy malnutrition. *Cell Immunol*. 1995;163:80-87.

-
- ¹⁰⁴ Girma W, Genebo T: Determinants of Nutritional Status of Women and Children in Ethiopia. 2002, Calverton, Maryland, USA: ORC Macro, 38-143.
- ¹⁰⁵ Adelekan DA. Multiple micronutrient deficiencies in developing countries. *Nutrition*. 2003;19(5):473-474. doi: 10.1016/s0899-9007(03)00032-7.
- ¹⁰⁶ Prieto MB, Cid JL. Malnutrition in the critically ill child: the importance of enteral nutrition. // *Int J Environ Res Public Health*. 2011;8(11):4353-4366. doi: [10.3390/ijerph8114353](https://doi.org/10.3390/ijerph8114353)
- ¹⁰⁷ Micronutrient Initiative and United Nations Children's Fund (UNICEF) (2004) Vitamin and mineral deficiency: A Global Damage Assessment Report. Ottawa. Available: <http://www.micronutrient.org/CMFiles/PubLib/Report-67-VMD-A-Global-Damage-Assessment-Report1KSB-3242008-9634.pdf>. Accessed 16 March 2014.
- ¹⁰⁸ Bárány E, Bergdahl IA, Bratteby LE, Lundh T, Samuelson G, Schütz A, Skerfving S, Oskarsson A. Trace element levels in whole blood and serum from Swedish adolescents. *Sci Total Environ*. 2002;286(1-3):129-141. doi:10.1016/s0048-9697(01)00970-6.
- ¹⁰⁹ Failla ML: Trace elements and host defense: recent advances and continuing challenges. *J Nutr*. 2003;133(5):1443-1447. doi: 10.1093/jn/133.5.1443S.
- ¹¹⁰ Nicola ML, William DF, Malcolm JJ: Is there a potential therapeutic value of copper and zinc for osteoporosis? *Proc Nutr Soc*. 2002;61(2):181-485. doi: 10.1079/PNS2002154.
- ¹¹¹ McKenzie RC, Rafferty TS, Beckett GJ. Selenium: an essential element for immune function. *Immunol Today*. 1998;19(8):342-345. doi: 10.1016/s0167-5699(98)01294-8.
- ¹¹² Gebre-Medhin M, Birgegård G. Serum ferritin in Ethiopian mothers and their newborn infants. Relation to iron intake and socio-economic conditions. *Scand J Haematol*. 1981;27(4):247-252. doi: 10.1111/j.1600-0609.1981.tb00480.x.
- ¹¹³ Gebremedihin M. Rarity of anaemia of pregnancy in Ethiopia. *Scand J Haematol*. 1976;16(3):168-175. doi: 10.1111/j.1600-0609.1976.tb01134.x.
- ¹¹⁴ Moreno T, Artacho R, Navarro M, Perez A, Ruiz-Lopez MD. Serum copper concentration in HIV-infection patients and relationships with other biochemical

indices. *Sci Total Environ.* 1998;217(1-2):21-26. doi: 10.1016/s0048-9697(98)00158-2.

¹¹⁵ Rude RK., Kokko JP, Tannen RL. Magnesium disorders. *Fluids and Electrolytes.* WB Saunders. 1996;3:421-445.

¹¹⁶ Hıncal F: Trace elements in growth: Iodine and selenium status of Turkish children. *J of Trace Elem in Med and Bio.* 2007;21:40-43.

¹¹⁷ Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F: Serum magnesium and C-reactive protein levels. *Arch Dis Child.* 2008;93(8):676-680.

¹¹⁸ Raman KM, Nikhil T, Devi HK, Rashmi A, Rajvir S, Ramesh CS, Bobbin S, Ashraf G, Satveer S: Vitamin D and bone mineral density status of healthy school children in northern India. *Am J Clin Nutr.* 2005;82:477-482.

¹¹⁹ Ayoola OO, Fawole OI, Omotade OO: Calcium and phosphate levels in Nigerian children with malaria. *Ann Trop Paediatr.* 2005;25(4): 303-306.

¹²⁰ Nor UA, Hesham MS, Azlin M, Shaik A, Sa'iah A, Fatmah MS, Ismail MG, Ahmad F, Aisah MY, Rozlida AR, Norhayati M: Serum iron status in Orang Asli children living in endemic areas of soil-transmitted helminths. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2007;16(4):724-730.

¹²¹ Muataz Elsiddig DA, Elmuataz EA: Serum copper in Khartoum: A comparison of children and elderly subjects with healthy adults. *Khartoum Medical Journal.* 2008;01(03):107-111.

¹²² Ohtake M, Tamura T: Serum zinc and copper levels in healthy Japanese children. *Tohoku J Exp Med.* 1976;120(2):99-103.

¹²³ Grace N, James KT, Bjørn JB, Christopher MN, Thorkild T: Zinc status in HIV infected Ugandan children aged 1–5 years: a cross sectional baseline survey. *BMC Pediatr.* 2010;10:68-75.

¹²⁴ Safaralizadeh R, Sirjani M, Pourpak Z, Kardar G, Teimourian S, Shams S, Namdar Z, Kazemnejad A, Moin M: Serum selenium concentration in healthy children living in Tehran. *Biofactors.* 2007;31(2):127-131.

-
- ¹²⁵ de Benoist B, McLean E, Egli I, Cogswell M. Worldwide prevalence of anaemia 1993–2005: WHO Global Database on Anemia. Geneva and Atlanta, Ga, USA: World Health Organization and Centers for Disease Control and Prevention, 2008.
- ¹²⁶ Sommer A, Davidson FR. Assessment and control of vitamin A deficiency: The Annecy Accords. *J Nutr* 2002;132:2845–2850.
- ¹²⁷ Allen L, de Benoist B, Dary O, Hurrell R. Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva: World Health Organization/Food and Agriculture Organization, 2006.
- ¹²⁸ Golub MS, Keen CL, Gershwin ME, Hendrickx AG. Developmental zinc deficiency and behavior. *J Nutr* 1995;125:2263–2271.
- ¹²⁹ Neumann CG, Bwibo NO, Murphy SP, Sigman M, Whaley S, Allen LH, Guthrie D, Weiss RE, Demment MW. Animal source foods improve dietary quality, micronutrient status, growth and cognitive function in Kenyan school children: background, study design and baseline findings. *J Nutr* 2003;133:3941–3949.
- ¹³⁰ Osendarp SJ, Baghurst KI, Bryan J, Calvaresi E, Hughes D, Hussaini M, Karyadi SJ, van Klinken BJ, van der Knaap HC, Lukito W, Mikarsa W, Transler C, Wilson C. Effect of a 12-mo micronutrient intervention on learning and memory in well-nourished and marginally nourished school-aged children: 2 parallel, randomized, placebo-controlled studies in Australia and Indonesia. *Am J Clin Nutr* 2007;86:1082–1093
- ¹³¹ Solon FS, Sarol JN Jr, Bernardo AB, Solon JA, Mehansho H, Sanchez-Fermin LE, Wambangco LS, Juhlin KD. Effect of a multiple-micronutrient-fortified fruit powder beverage on the nutrition status, physical fitness, and cognitive performance of schoolchildren in the Philippines. *Food Nutr Bull* 2003;24:129–140.
- ¹³² Muthayya S, Eilander A, Transler C, Thomas T, van der Knaap HC, Srinivasan K, van Klinken BJ, Osendarp SJ, Kurpad AV. Effect of fortification with multiple micronutrients and n-3 fatty acids on growth and cognitive performance in Indian schoolchildren: The CHAMPION (Children’s Health and Mental Performance Influenced by Optimal Nutrition) Study. *Am J Clin Nutr* 2009;89:1766–1775.

-
- ¹³³ Sachdev H, Gera T, Nestel P. Effect of iron supplementation on mental and motor development in children: systematic review of randomised controlled trials. *Public Health Nutr* 2005;8:117–132.
- ¹³⁴ Zimmermann MB, Connolly K, Bozo M, Bridson J, Rohner F, Grimci L. Iodine supplementation improves cognition in iodine-deficient schoolchildren in Albania: a randomized, controlled, double-blind study. *Am J Clin Nutr* 2006;83:108–114.
- ¹³⁵ Stoltzfus RJ, Albonico M, Tielsch JM, Chwaya HM, Savioli L. Linear growth retardation in Zanzibari school children. *J Nutr* 1997;127:1099–1105.
- ¹³⁶ de Onís M. Measuring nutritional status in relation to mortality. *Bull. World Health Organization*. 2000;78:1271–1274.
- ¹³⁷ Martorell R. Results and implications of the INC AP follow-up study. *J. Nutr.* 1995;125:1127–1138.
- ¹³⁸ Mora JO, Herrera MG, Suescun J, de Navarro L, Wagner M. The effects of nutritional supplementation on physical growth of children at risk of malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.* 1981;34:1885–1892.
- ¹³⁹ Rivera J, Martorell R. Nutrition, infection and growth. Part I: Effects of infection on growth. *Clin. Nutr.* 1988;7:156–162.
- ¹⁴⁰ Habicht JP, Martorell R, Rivera JA. Nutritional impact of supplementation in the INCAP longitudinal study: analytic strategies and inferences. *J. Nutr.* 1995;125: 1042–1050.
- ¹⁴¹ Allen LH. Nutritional influences on linear growth: a general review. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1994;48:75–89.
- ¹⁴² Gibson RS, Hotz C. Nutritional causes of linear growth faltering in infants during the complementary feeding period. In: *Nutrition and Growth*. Nestec Inc, Vevey/Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, PA. Nestle Nutrition Workshop Series. 2001;47:159–192.
- ¹⁴³ Brown KH, Peerson JM, Rivera J, Allen LH. Effect of supplemental zinc on the growth and serum zinc concentrations of prepubertal children: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002;75:1062–1071.

-
- ¹⁴⁴ ACC/SCN (2000) Fourth Report on the World Nutrition Situation. ACC/SCN & IFPRI, Geneva, Switzerland.
- ¹⁴⁵ Brown KH, Wuehler SE, Peerson JM. The importance of zinc in human nutrition and estimation of the global prevalence of zinc deficiency. *Food Nutr. Bull.* 2001; 22:113–125.
- ¹⁴⁶ Loveridge N, Noble BS. Control of longitudinal growth: the role of nutrition. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1994;48:75–84.
- ¹⁴⁷ The Effect of Micronutrient Deficiencies on Child Growth: A Review of Results from Community-Based Supplementation Trials / Juan A. Rivera, Christine Hotz, Teresa González-Cossío, Lynnette Neufeld, Armando García-Guerra // *The Journal of Nutrition.* 2003;133(11):4010–4020.
- ¹⁴⁸ Estívariz CF, Ziegler TR. Nutrition and the insulin-like growth factor system. *Endocrine.* 1997;7: 65–71.
- ¹⁴⁹ Dorup I, Clausen T. Effects of magnesium and zinc deficiencies on growth and protein synthesis in skeletal muscle and the heart. *Br. J. Nutr.* 1991;66:493–504.
- ¹⁵⁰ Nishi Y. Zinc and growth. *J. Am. Coll. Nutr.* 1996;15:340–344.
- ¹⁵¹ Abrams SA. Nutritional rickets: An old disease returns. *Nutr. Rev.* 2002;60:111–115.
- ¹⁵² McCollum EV, Davis M. The essential factors in the diet during growth. *J. Biol. Chem.* 2015;23:231–254.
- ¹⁵³ Orr JB, Richards MB. Growth and vitamin A deficiency. *Biochem. J.* 1934;28: 1259–1273. doi: [10.1042/bj0281259](https://doi.org/10.1042/bj0281259)
- ¹⁵⁴ Lamb AJ, Apiwatanaporn P, Olsen JA. Induction of rapid, synchronous vitamin A deficiency in the rat. *J. Nutr.* 1974;104:1140–1148.
- ¹⁵⁵ Agarwal DK, Pandey CM, Agarwal KN. Vitamin A administration and preschool child mortality. In: *Two Decades of Progress: Linking Knowledge to Action. XVI International Vitamin A Consultative Group Meeting.* Oct 24–28, 1994. Chiang Rai, Thailand.
- ¹⁵⁶ Judisch JM, Naima JL, Oski FA. The fallacy of the fat iron deficient child. *Pediatrics.* 1966;37:987–990.

-
- ¹⁵⁷ Clausen T, Dorup I. Micronutrients, minerals and growth control. *Bibl. Nutr. Dieta.* 1998;54:84–92.
- ¹⁵⁸ Lawless JW, Latham MC, Stephenson LS, Kinoti SN, Pertet AM. Iron supplementation improves appetite and growth in anemic Kenyan primary school children. *J. Nutr.* 1994;124:645–654.
- ¹⁵⁹ Zimmermann MB, Andersson M. Update on iodine status worldwide. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2012;19:382–387.
- ¹⁶⁰ Black RE, Allen LH, Bhutta ZA, et al. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet.* 2008;371:243–260.
- ¹⁶¹ World Health Organization (2007) Assessing the iron status of populations. Second edition including literature reviews. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75368/1/9789241596107_eng.pdf (accessed September 2013).
- ¹⁶² Brabin BJ, Premji Z, Verhoeff F. An analysis of anemia and child mortality. *J Nutr.* 2001;131(2):636–645. DOI: [10.1093/jn/131.2.636S](https://doi.org/10.1093/jn/131.2.636S)
- ¹⁶³ Institute of Medicine, Food and Nutrition Board (1998) Thiamin. In *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. Washington, DC: National Academies Press.
- ¹⁶⁴ Djoenaidi W, Notermans SL, Verbeek AL Subclinical beriberi polyneuropathy in the low income group: an investigation with special tools on possible patients with suspected complaints. *Eur J Clin Nutr.* 1996;50:549–555.
- ¹⁶⁵ National Institutes of Health (2012) Vitamin B12. <http://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminB12-QuickFacts/> (accessed October 2012).
- ¹⁶⁶ McLean E, de Benoist B, Allen LH. Review of the magnitude of folate and vitamin B12 deficiencies worldwide. *Food Nutr Bull.* 2008;29(2):38–51.
- ¹⁶⁷ National Institutes of Health (2012) Vitamin D. <http://ods.od.nih.gov/Research/VitaminD.aspx> (accessed October 2012).
- ¹⁶⁸ World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006) Guidelines on food fortification with micronutrients.

http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/guide_food_fortification_micronutrients.pdf

¹⁶⁹ National Institutes of Health (2011) Zinc. <http://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-QuickFacts/> (accessed October 2012).

¹⁷⁰ National Institutes of Health (2012) Vitamin K. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/vitamink.html> (accessed October 2012).

¹⁷¹ Brown KH, Rivera JA, et al. International Zinc Nutrition Consultative Group. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) technical document #1. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food Nutr Bull.* 2004;25(2):99–203.

¹⁷² van Hasselt PM, de Koning TJ, Kvist N, et al. Prevention of vitamin K deficiency bleeding in breastfed infants: lessons from the Dutch and Danish biliary atresia registries. *Pediatrics.* 2008;121:857–863.

¹⁷³ National Institutes of Health (2011) Selenium. <http://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/> (accessed October 2012).

¹⁷⁴ Nève J. Selenium as a risk factor for cardiovascular diseases. *J Cardiovasc Risk.* 1996;3:42–47.

¹⁷⁵ Li Q, Liu M, Hou J, et al. The prevalence of Keshan disease in China. *Int J Cardiol.* 2013;168:1121–1126.

¹⁷⁶ Moreno-Reyes R, Mathieu F, Boelaert M, et al. Selenium and iodine supplementation of rural Tibetan children affected by Kashin–Beck osteoarthropathy. *Am J Clin Nutr.* 2003;78:137–144

¹⁷⁷ Moreno-Reyes R, Suetens C, Mathieu F, et al. Kashin–Beck disease and iodine deficiency in Tibet. *Int Orthop.* 2001;25:164–166.

¹⁷⁸ Suetens C, Moreno-Reyes R, Chasseur C, et al. Epidemiological support for a multifactorial aetiology of Kashin–Beck disease in Tibet. *Int Orthop.* 2001;25:180–187.

¹⁷⁹ National Institutes of Health (2012) Calcium. <http://ods.od.nih.gov/factsheets/Calcium-QuickFacts/> (accessed October 2012).

-
- ¹⁸⁰ Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB. Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Institute of Medicine (US). National Academy Press: Washington, DC, USA. 2011. doi: 10.17226/13050.
- ¹⁸¹ Cerezo de Ríos S, Ríos-Castillo I, Brito A, López de Romaña D. Nutritional counseling increases consumption of calcium-rich foods, but mean intake remains below the daily requirement. *Rev. Chil. Nutr.* 2014;41(2):131–138. doi:[10.4067/S0717-75182014000200002](https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000200002)
- ¹⁸² Muños M, Salas J, Bonanda A, Trallero R. Dieta durante la infancia y la adolescencia. In *Nutrición y Dietética Clínica*. Elsevier. 2008;8:83.
- ¹⁸³ Ortega-Anta RM, Jiménez-Ortega AI, López-Sobaler AM. El calcio y la salud. *Nutr. Hosp.* 2015;31(2):10–17. doi: 10.3305/nh.2015.31.sup2.8677.
- ¹⁸⁴ Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre Osteoporosis y Prevención de Fracturas por Fragilidad. Guía de Práctica Clínica sobre Osteoporosis y Prevención de Fracturas por Fragilidad. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Agència d'Informació, Avaluació i Qualitat en Salut (AIAQS) de Catalunya. 2010. Available online: http://aquas.gencat.cat/web/.content/minisite/aquas/publicacions/2010/pdf/gpc_osteoporosis_aiaqs2010_pcsns_vcompl_es.pdf
- ¹⁸⁵ Ortega RM, López-Sobaler AM, Jiménez Ortega AI, Navia-Lombán B, Ruiz-Roso Calvo de Mora B, Rodríguez-Rodríguez E, López Plaza B. Food sources and average intake of calcium in a representative sample of Spanish schoolchildren. *Nutr. Hosp.* 2012;27:715–723.
- ¹⁸⁶ Aggarwal A, Prinz-Wohlgenannt M, Tennakoon S, Höbaus J, Boudot C, Mentaverri R, Brown EM, Baumgartner-Parzer S, Kállay E. The calcium-sensing receptor: A promising target for prevention of colorectal cancer. *Biochim. Biophys. Acta* 2015; 1853:2158–2167.
- ¹⁸⁷ Nordin BEC. Calcium, Phosphate and Magnesium Metabolism. Churchill Livingstone, Edinburgh, UK. *Proc. Nutr. Soc.* 1976;10:683. Available online: <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:000041092>

-
- ¹⁸⁸ Cashman KD. Calcium intake, calcium bioavailability and bone health. *British Journal of Nutrition*. 2002;87(2):169–177. doi: 10.1079/BJNBJN/2002534.
- ¹⁸⁹ Matkovic V, Ilich MB, Andon. Urinary calcium, sodium, and bone mass of young females. *American Journal Clinical Nutrition*. 1995;62(2):417–422. doi: 10.1093/ajcn/62.2.417.
- ¹⁹⁰ Guyton AC, Hall JE. Parathyroid Hormone, Calcitonin, Calcium and Phosphate Metabolism, Vitamin D, Bone and Teeth. *Text book of Medical Physiology*, Elsevier Saunders, Philadelphia, PA, USA, 11th edition. 2006;79:955-972. ISBN: 978-1-4160-4574-8
- ¹⁹¹ Nordin BEC. Calcium and osteoporosis. *Nutrition*. 1997;13(7-8):664–686. doi: 10.1016/s0899-9007(97)83011-0.
- ¹⁹² Bass JK, Chan GM. Calcium nutrition and metabolism during infancy. *Nutrition*. 2006;22(10):1057–1066. doi: 10.1016/j.nut.2006.05.014.
- ¹⁹³ Matkovic V. Calcium metabolism and calcium requirements during skeletal modeling and consolidation of bone mass. *American Journal Clinical Nutrition*. 1991; 54(1):245–260. doi: 10.1093/ajcn/54.1.245S.
- ¹⁹⁴ Matkovic V, Heaney RP. Calcium balance during human growth: evidence for threshold behavior. *American Journal Clinical Nutrition*. 1992;55(5):992–996. doi: 10.1093/ajcn/55.5.992.
- ¹⁹⁵ Ruz M. Nutrientes críticos desde el preescolar al adolescente. *Rev. Chil. Pediatr*. 2006;77:395–398.
- ¹⁹⁶ Block O, Dresser CM, Hartman AM, Carroll MD. “Nutrient sources in the American diet: quantitative data from the NHANES II survey,” *American Journal of Epidemiology*. 1985;122(1):13–26.
- ¹⁹⁷ Macias AI, Gordillo LG, Camacho EJ. Eating habits in school-age children and the health education paper. *Rev. Chil. Nutr*. 2012;39(3):40–43. doi: 10.4067/S0717-75182012000300006.
- ¹⁹⁸ World Health Organization. Estrategia Mundial Sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud: Sobrepeso y Obesidad Infantil. Available online: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>

-
- ¹⁹⁹ Квашніна ЛВ. Особливості кальцієвого гомеостазу в дітей шкільного віку. *Здоров'я дитини*. 2018;13(1):99-106.
- ²⁰⁰ Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium Food and Nutrition Board, in *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*, National Academies Press, Washington, DC, USA, 2011.
- ²⁰¹ Abaturov OYe, Zavgorodnyaya NYu. Vitamin-D dependent production of antimicrobial peptides. *Zdorov'e rebenka*. 2012;(36):105-111. (in Russian)
- ²⁰² Maidannik VG. *Rakhit u detei:sovremennye aspekty [Rickets in children: modern aspects]*. Ukraine: Kyiv. 2006. 114 p. (in Russian).
- ²⁰³ Bae YJ, Kratzsch J. Vitamin D and calcium in the human breast milk. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2018;32(1):39-45. doi:10.1016/j.beem.2018.01.007.
- ²⁰⁴ Zitterman Armin. Vitamin D in preventive medicine: are we ignoring the violence? *Br. J. Nutr*. 2003;89(5):552-572. doi: 10.1079/BJN2003837.
- ²⁰⁵ Hossein-nezhad A, Holick MF. Vitamin D for health: a global perspective. *Mayo Clin Proc*. 2013;88:720-755.
- ²⁰⁶ Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med*. 2007;357:266-81.
- ²⁰⁷ Holick MF, Chen TC. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. *Am J Clin Nutr*. 2008;87:1080-1086.
- ²⁰⁸ Tagliaferri S, Porri D, De Giuseppe R, Manuelli M, Alessio F, Cena H. The controversial role of vitamin D as an antioxidant: results from randomised controlled trials. *Nutrition research reviews*. 2019;32(1):99–105. <https://doi.org/10.1017/S0954422418000197>.
- ²⁰⁹ Марушко ЮВ, Єсіпова СІ, Гищак ТВ, Бойко НС. Забезпеченість вітаміном D та вплив його дефіциту на перебіг алергічних захворювань у дітей. *Сучасна педіатрія*. Україна. 2022;(6):101-108. DOI:10.15574/SP.2022.126.101.
- ²¹⁰ Sizar O, Khare S, Goyal A, Givler A. Vitamin D Deficiency. In *StatPearls [Internet]*; StatPearls Publishing: Treasure Island, FL, USA, 2021. Available online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532266/> (accessed on 1 May 2022).

-
- ²¹¹ Al-Qahtani SM, Shati AA, Alqahtani YA, Dawood SA, Siddiqui AF, Zaki MSA, Khalil SN. Prevalence and Correlates of Vitamin D Deficiency in Children Aged Less than Two Years: A Cross-Sectional Study from Aseer Region, Southwestern Saudi Arabia. *Healthcare* 2022;10:1064. <https://doi.org/10.3390/healthcare10061064>
- ²¹² Holick MF, Tian XQ, Allen M. Evolutionary importance for the membrane enhancement of the production of vitamin D3 in the skin of poikilothermic animals. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1995;92:3124-3126.
- ²¹³ Лаба ОВ, Пирогова ВІ. Оцінка D-статусу у жінок групи ризику передчасних пологів. *Перинатологія та репродуктологія: від наукових досліджень до практики*. 2022;2(4):23-29. DOI: 10.52705/2788-6190-2022-04-3
- ²¹⁴ Holick MF, Chen TC, Lu Z, Sauter E. Vitamin D and skin physiology: a D-lightful story. *J Bone Min Res*. 2007;22(2):28-33.
- ²¹⁵ Holick MF. High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. *Mayo Clin Proc*. 2006;81:353-373.
- ²¹⁶ Okamura WH, Midland MM, Hammond MW, Abd Rahman N, Dormanen MC, Nemere I, Norman AW. Chemistry and conformation of vitamin D molecules. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 1995;53:603-613.
- ²¹⁷ Шадрин ОГ, Гайдучик ГА, Горянская МГ. Витамин D-зависимые механизмы формирования гастроинтестинальной пищевой аллергии у детей раннего возраста. *Педиатрия. Восточная Европа*. 2021;9(2):260-272. DOI: <https://doi.org/10.34883/PI.2021.9.2.010>
- ²¹⁸ Misra M, Pacaud D, Petryk A, Collett-Solberg PF, Kappy M; Drug and Therapeutics Committee of the Lawson Wilkins Pediatric Endocrine Society. Vitamin D deficiency in children and its management: review of current knowledge and recommendations. *Pediatrics*. 2008;122:398-417.
- ²¹⁹ Holick MF. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Rev Endocr Metab Disord*. 2017;18:153-165.

-
- ²²⁰ Шурпяк СО, Пирогова ВІ, Малачинська МЙ. Оцінка ефективності корекції дефіциту вітаміну D на етапі прегравідарної підготовки та під час вагітності засобом ДевіСол Стронг. Репродуктивна ендокринологія. 2021;(3):35-38. DOI: 10.18370/2309-4117.2021.59.35-38.
- ²²¹ Шадрін ОГ, Гайдучик ГА, Горянська МГ. Стан забезпеченості вітаміном D дітей раннього віку гастроінтестинальними проявами харчової алергії. Сучасна педіатрія. Україна. 2021;(1):74-80.
DOI:10.15574/SP.2021.113.74
- ²²² Christakos S, DeLuca HF. Minireview: Vitamin D: is there a role in extraskeletal health? Endocrinology. 2011;152(8):2930-2936. doi: [10.1210/en.2011-0243](https://doi.org/10.1210/en.2011-0243)
- ²²³ Шадрін ОГ, Гайдучик ГА, Горянська МГ. Показники цитокінового статусу у дітей раннього віку з алергічним ураженням шлунково-кишкового тракту залежно від забезпеченості вітаміном D. Сучасна педіатрія. Україна. 2022;(4):42-47. DOI: 10.15574/SP.2022.124.42
- ²²⁴ Марушко ЮВ, Єсипова СІ, Гишак ТВ. Вплив забезпечення вітаміном D на перебіг гострих респіраторних інфекцій у дітей. Сучасна педіатрія. Україна. 2021;(7):73-80. DOI:10.15574/SP.2021.119.73
- ²²⁵ Institute of Medicine. 2011. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.1542/peds.2012-2590
- ²²⁶ Ross AC, Manson JE, Abrams SA, Aloia JF, et al. The 2011 Report on Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D from the Institute of Medicine: What Clinicians Need to Know. J Clin Endocrinol Metab. 2011;96(1):53-58. doi: [10.1210/jc.2010-2704](https://doi.org/10.1210/jc.2010-2704).
- ²²⁷ Сорокман ТВ, Попелюк НО, Колеснік ДІ, Сокольник ІС. Показники вітаміну D у дітей, хворих на целиакію. Здоров'я дитини. 2021;16(8):515-519. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0551.16.8.2021.248706>
- ²²⁸ Вплив дефіциту нутрієнтів і застосування пробіотиків на перебіг алергічних захворювань. <https://health-ua.com/article/65453-vpliv-deftcitu-nutrntv-zastosuvannya-probotikv-naperebg-alergchnih-zahvoryu>

-
- ²²⁹ Braegger C, Campoy C, Colomb V, Decsi T, Domellof M, Fewtrell M, et al. Vitamin D in the healthy European paediatric population. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2013;56:692-701.
- ²³⁰ Munns CF, Shaw N, Kiely M et al. Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets. *J Clin Endocrinol Metab.* 2016;101(2):394-415. doi: 10.1210/jc.2015-2175
- ²³¹ Rusińska A, Płudowski P, Walczak M, et al. Vitamin D Supplementation Guidelines for General Population and Groups at Risk of Vitamin D Deficiency in Poland-Recommendations of the Polish Society of Pediatric Endocrinology and Diabetes and the Expert Panel With Participation of National Specialist Consultants and Representatives of Scientific Societies-2018 Update. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2018;9:246. doi: 10.3389/fendo.2018.00246
- ²³² Абатуров АЕ, Крючко ТА, Кривуша ЕЛ, Ткаченко ОЯ. Нутритивная и медикаментозная коррекция дефицита кальция и витамина D у детей. *Здоровье ребенка.* 2018;7:681-690.
- ²³³ Suslyk H, Urbanovych A, Lishchuk O, Kozlovska K. The Role of Vitamin D in Treatment of Polycystic Ovary Syndrome Depending on Phenotype. *Rom J Diabetes Nutr Metab Dis.* 2020;27(3):237-244.
- ²³⁴ Płudowski P, Holick MF, Pilz S, Wagner CL, Hollis BW, Grant WB, et al. Vitamin D effects on musculoskeletal health, immunity, autoimmunity, cardiovascular disease, cancer, fertility, pregnancy, dementia and mortality—a review of recent evidence. *Autoimmun Rev.* 2013;12:976–989
- ²³⁵ Autier P, Boniol M, Pizot C, Mullie P. Vitamin D status and ill health: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2014;2:76–89.
- ²³⁶ Пирогова ВІ, Ошуркевич ОО. Оцінка поширеності дефіциту вітаміну D і магнію у жінок із загрозою переривання вагітності і ретрохоріальною гематомою. *Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія.* 2019;(1):82-85.

-
- ²³⁷ Урбанович АМ, Шикула СІ. Вітамін D та цукровий діабет. Міжнародний ендокринологічний журнал. 2022;18(1):78-83.DOI:10.22141/2224-0721.18.1.2022.1148
- ²³⁸ Bener A, Alsaied A, Al-Ali M, Hassan AS, Basha B, Al-Kubaisi A, et al. Impact of lifestyle and dietary habits on hypovitaminosis D in type 1 diabetes mellitus and healthy children from Qatar, a sun-rich country. *Ann Nutr Metab.* 2009;53:215.
- ²³⁹ Atkinson MA, Melamed ML, Kumar J, Roy CN, Miller ER, Furth SL, et al. Vitamin D, race, and risk for anemia in children. *J Pediatr.* 2014;164:153–158.
- ²⁴⁰ Wang SS, Hon KL, Kong AP, Pong HN, Wong GW, Leung TF. Vitamin D deficiency is associated with diagnosis and severity of childhood atopic dermatitis. *Pediatr Allergy Immunol.* 2014;25:30–35.
- ²⁴¹ Rasoul MA, Al-Mahdi M, Al-Kandari H, Dhaunsi GS, Haider MZ. Low serum vitamin-D status is associated with high prevalence and early onset of type1 diabetes mellitus in Kuwaiti children. *BMC Pediatr.* 2016;16:95
- ²⁴² Шадрин ОГ, Гайдучик ГА, Горянская МГ. Витамин D-зависимые механизмы формирования гастроинтестинальной пищевой аллергии у детей раннего возраста. *Педиатрия. Восточная Европа.* 2021;9(2):260-272. DOI:<https://doi.org/10.34883/PI.2021.9.2>.
- ²⁴³ Guerrant RL, Lima AA, Davidson F. Micronutrients and infection: Interactions and implications with enteric and other infections and future priorities. *The Journal of Infectious Diseases.* 2000;182(1):134–138. doi: 10.1086/315924.
- ²⁴⁴ Adair LS, Fall CH, Osmond C, Stein AD, et al. Associations of linear growth and relative weight gain during early life with adult health and human capital in countries of low and middle income: Findings from five birth cohort studies. *Lancet.* 2013; 382(9891):525–534. doi: 10.1016/S0140-6736(13)60103-8.
- ²⁴⁵ Global Nutrition Report 2014. International food policy research institute. Actions and accountability to accelerate the world’s progress on nutrition. Washington, DC. P.100. doi: 10.2499/9780896295643

²⁴⁶ Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, et al. Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Institute of Medicine (US); Washington (DC): National Academies Press (US); 2011.

²⁴⁷ Shivmurat Y, Konica P, Rohit AS, Naibedya C, Sushil KG. Moderate/subclinical calcium deficiency attenuates trabecular mass, microarchitecture and bone growth in growing rats. *Biochem Biophys Rep.* 2021;26:1010-1030.

doi: 10.1016/j.bbrep.2021.101033

²⁴⁸ Golden NH, Abrams SA, Committee on Nutrition. Optimizing bone health in children and adolescents. *Pediatrics.* 2014;134(4):1229-1243.

doi: 10.1542/peds.2014-2173.

²⁴⁹ Pilz S, Trummer C, Pandis M, et al. Vitamin D: Current Guidelines and Future Outlook. *Anticancer Res.* 2018;38(2):1145-1151. doi: 10.21873/anticancer.12333.

²⁵⁰ Creo AL, Thacher TD, Pettifor JM, Strand MA, Fischer PR. Nutritional rickets around the world: an update. *Paediatr Int Child Health.* 2017;37(2):84-98.

doi: 10.1080/20469047.2016.1248170.

²⁵¹ Roth DE, Abrams SA, Aloia J, et al. Global prevalence and disease burden of vitamin D deficiency: a roadmap for action in low- and middle-income countries. *Ann N Y Acad Sci.* 2018;1430(1):44-79. doi: 10.1111/nyas.13968

²⁵² Aline L Bueno, Mauro A Czepielewski The importance for growth of dietary intake of calcium and vitamin D. *J Pediatr (Rio J).* 2008;84(5):386-94.

doi: 10.2223/JPED.1816.

²⁵³ Guéguen L, Pointillart A. The bioavailability of dietary calcium. *J Am Coll Nutr.* 2000;19(2):119-136. doi: 10.1080/07315724.2000.10718083

²⁵⁴ Wimalawansa SJ, Razzaque MS, Al-Daghri NM. Calcium and vitamin D in human health: Hype or real? *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2018;180:4-14.

²⁵⁵ Sang Woo Han, Ha Ra Kang, Han Gyum Kim, Joo Hyun Kim, Ji Hyun Uhm, Ji Young Seo. Subclinical Vitamin D Insufficiency in Korean School-aged Children. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr.* 2013;16(4):254-260.

doi:10.5223/pghn.2013.16.4.254

-
- ²⁵⁶ Antonucci R, Locci C, Clemente MG, Chicconi E1, Antonucci L. Vitamin D deficiency in childhood: old lessons and current challenges. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2018;31(3):247-260.
- ²⁵⁷ Татарчук ТФ, Дейнюк КД, Занько ОВ, та ін. Вітамін D-дефіцитні стани в генезі порушень репродуктивного здоров'я жінки. <https://health-ua.com/article/38948-vtamn-Ddefctitn-stani--vgenez-porushen--reproduktivnogo-zdorovya-zhnki>.
- ²⁵⁸ Saggese G, Vierucci F, Prodam F, et al. Vitamin D in pediatric age: consensus of the Italian Pediatric Society and the Italian Society of Preventive and Social Pediatrics, jointly with the Italian Federation of Pediatricians. *Ital J Pediatr.* 2018;44(1):51.
- ²⁵⁹ Pilz S, März W, Cashman KD, et al. Rationale and Plan for Vitamin D Food Fortification: A Review and Guidance Paper. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2018;9:373.
- ²⁶⁰ Munns CF, Shaw N, Kiely M et al. Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets. *J Clin Endocrinol Metab.* 2016;101(2):394-415.
- ²⁶¹ <https://www.foresoft.co.uk/html/about.html>
- ²⁶² American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition. Complementary feeding. In: *Pediatric Nutrition*, 8th ed, Kleinman RE, Greer FR (Eds), American Academy of Pediatrics, Itasca, IL 2019. P.163. *JAMA Network Open.* 2020;3(8):2013-2070. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.13070
- ²⁶³ Anjos T, Signe A, Pauline E, Henning T. Nutrition and neurodevelopment in children: focus on NUTRIMENTHE *Eur. J. Nutr.* 2013;52:1825-1842
DOI:10.1007/s00394-013-0560-4.
- ²⁶⁴ Mason JB, Sanders D, Musgrove P, Soekirman, Galloway R. Community health and nutrition programs. In: *Disease Control Priorities in Developing Countries*, 2006;56:1053- 1074. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11726/>.
- ²⁶⁵ Micronutrient Initiative and United Nations Children's Fund (UNICEF) (2014) Vitamin and mineral deficiency: A Global Damage Assessment Report. Ottawa. <http://www.micronutrient.org/CMFiles/PubLib/Report-67-VMD-A-Global-Damage-Assessment-Report1KSB-3242008-9634.pdf>. Accessed 16 March 2014.

-
- ²⁶⁶ Nyankovskyy S, Dodryanskyy D, Ivakhnenko O et al. Dietary habits and nutritional status of children from Ukraine during the first 3 years of life. *Pediatrics Polska*. 2014;89(6):395-405. <https://doi.org/10.1016/j.pepo.2014.08.003>.
- ²⁶⁷ Report on the world nutrition situation (6th, 2020) ACC/SCN & IFPRI, Geneva, Switzerland. p.131
https://www.unscn.org/files/Publications/RWNS6/report/SCN_report.pdf.
- ²⁶⁸ UNICEF. 2009. ChildInfo: Monitoring the situation of children and women. Available at: <http://www.childinfo.org/>
- ²⁶⁹ Nicole IL. Nutritional problems in childhood and adolescence: a narrative review of identified disparities. *Nutrition Research Reviews*. 2021;34(1):17 - 47 DOI: <https://doi.org/10.1017/S095442242000013X>
- ²⁷⁰ World Health Organization (2012) Micronutrients. <http://www.who.int/nutrition/topics/micronutrients/en/index.html>
- ²⁷¹ Chandra RK. The Relation between Immunology, Nutrition and Disease in Elderly People. *Age and Ageing*. 1990;19:25–31.
- ²⁷² Macias AI, Gordillo LG, Camacho EJ. Eating habits in school-age children and the health education paper. *Revue Child Nutrition*. 2012;39:40–43.
- ²⁷³ World Health Organization. Estrategia Mundial Sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud: Sobrepeso y Obesidad Infantil. Geneva, Switzerland: WHO; 2016. <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>
- ²⁷⁴ Zhu J, Xun P, Bae JC, Kim JH, Kim DJ, Yang K, et al. Circulating calcium levels and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr*. 2019; 122:376–87. doi: 10.1017/S0007114519001430
- ²⁷⁵ Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB, et others. Institute of Medicine (US). Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. National Academy Press: Washington, DC, USA, 2011.
- ²⁷⁶ Cerezo de Ríos S, Ríos-Castillo I, Brito A, López de Romaña D, Olivares M, Pizarro F. Nutritional counseling increases consumption of calcium-rich foods, but mean intake remains below the daily requirement. *Rev. Chil. Nutr*. 2014;41:131–138.

-
- ²⁷⁷ Muños M, Salas J, Bonanda A, Trallero R, Engracia M, Burgos R, et others. Dietadurante la infancia y la adolescencia. In *Nutricion y Dietética Clínica*, 2nd ed.; Elsevier: Barcelona, Spain. 2008;8:83.
- ²⁷⁸ Ortega RM, López-Sobaler AM, Jiménez Ortega AI, Navia-Lombán B, Ruiz-Roso Calvo de Mora B, Rodríguez-Rodríguez E, López Plaza B. Food sources and average intake of calcium in a representative sample of Spanish schoolchildren. *Nutr. Hosp.* 2012;27:715–723.
- ²⁷⁹ Aggarwal A, Prinz-Wohlgenannt M, Tennakoon S, Höbaus J, Boudot C, Mentaverri R, Brown EM, Baumgartner-Parzer S, Kállay E. The calcium-sensing receptor: A promising target for prevention of colorectal cancer. *Biochim. Biophys. Acta.* 2015; 1853:2158–2167.
- ²⁸⁰ Ortega-Anta RM, Jiménez-Ortega AI, López-Sobaler AM. El calcio y la salud. *Nutr. Hosp.* 2015;31(2):10–17.
- ²⁸¹ Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre Osteoporosis y Prevención de Fracturas por Fragilidad. Guía de Práctica Clínica sobre Osteoporosis y Prevención de Fracturas por Fragilidad. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Agència d'Informació, Avaluació i Qualitat en Salut (AIAQS) de Catalunya. 2010. Available online: http://aquas.gencat.cat/web/.content/minisite/aquas/publicacions/2010/pdf/gpc_osteoporosis_aiaqs2010_pcsns_vcompl_es.pdf (accessed on 17 February 2017).
- ²⁸² Ruz M. Nutrientes críticos desde el preescolar al adolescente. *Rev. Chil. Pediatr.* 2006;77:395–398.
- ²⁸³ Macias AI, Gordillo LG, Camacho EJ. Eating habits in school-age children and the health education paper. *Rev. Chil. Nutr.* 2012;39:40–43.
- ²⁸⁴ World Health Organization. Estrategia Mundial Sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud: Sobrepeso y Obesidad Infantil. Available online: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/> (accessed on 28 October 2016).
- ²⁸⁵ Meenal B, Naveenta G, Geetika G, Amit J. Vitamin deficiency prevalence in primary school children in Punjab, India. *International Journal of Research in Medical Sciences.* 2016;4(12):5176-5179. DOI:10.18203/2320-6012.ijrms20164011.

-
- ²⁸⁶ Няньковський СЛ, Яцула МС. Застосування рослинного препарату Бон-апетит у дітей початкових класів з метою покращення шкільної адаптації. Новини медицини та фармації. 2008;6(238). <http://www.mif-ua.com/archive/article/4760>
- ²⁸⁷ Osisanya JO, Peters AA, Anyafulu AM, Ogbonnaya JA, Akhimie DO. Food fads and taboos affecting the eating habits of adolescent girls in selected secondary schools in Lagos state. *Nig J Nutr Sci.* 2008;29(1):135–42.
- ²⁸⁸ Ukegbu PO. Breakfast eating habits and nutritional status of primary school children in Orumba north LGA of Anambra state of Nigeria. *Mal J Nutr.* 2015;21:299–307.
- ²⁸⁹ Suliga E. Lifestyle Factors Affecting Abdominal Obesity in Children and Adolescents: Risks and Benefits. *Nutrition in the Prevention and Treatment of Abdominal Obesity.* 2014;4:39-56. DOI:[10.1016/B978-0-12-407869-7.00004-0](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407869-7.00004-0)
- ²⁹⁰ Ugochukwu EF, Onubogu CU, Edokwe ES, Okeke KN. Nutritional contents of lunch packs of primary school children in Nnewi, Nigeria. *Ann Med Health Sci Res.* 2011;4(2):108–114. <https://doi.org/10.4103/2141-9248.138024>.
- ²⁹¹ Ortega RM, Requejo AM, Lopez-Sobaler AM, et al. The importance of breakfast in meeting daily recommended calcium intake in a group of schoolchildren. *J Am Coll Nutr.* 1998;17:19–24
- ²⁹² Bowman SA. Beverage choices of young females: changes and impact on nutrient intakes. *J Am Diet Assoc.* 2002;102:1234–1239.
- ²⁹³ Nicklas TA, O’Neil CE, Berenson GS. Nutrient contribution of breakfast, secular trends, and the role of ready-to-eat cereals: a review of data from the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 1998;67:757–763.
- ²⁹⁴ Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2(INCA2). 2009. Available at: <http://www.anses.fr/Documents/PASER-Ra-INCA2.pdf>. Accessed February 8, 2012.
- ²⁹⁵ <https://www.unicef.org/ukraine/stories/school-students-nutrition-survey>
- ²⁹⁶ Boyland EJ, Harrold JA, Kirkham TC, Halford JC. The extent of food advertising to children on UK television in 2008. *Int J Pediatr Obes.* 2011;6(5-6):455-461. doi: 10.3109/17477166.2011.608801. Epub 2011 Aug 16. PMID: 21846176.

-
- ²⁹⁷ Coudray B. The contribution of dairy products to micronutrient intakes in France. *J Am Coll Nutr.* 2011;30:410–414.
- ²⁹⁸ Novotny R, Boushey C, Bock MA, et al. Calcium intake of Asian, Hispanic and white youth. *J Am Coll Nutr.* 2003;22:64–70.
- ²⁹⁹ Hoerr SL, Nicklas TA, Franklin F, et al. Predictors of calcium intake at dinner meals of ethnically diverse mother-child dyads from families with limited incomes. *J Am Diet Assoc.* 2009;109:1744–1750
- ³⁰⁰ Forshee RA, Anderson PA, Storey ML. Changes in calcium intake and association with beverage consumption and demographics: comparing data from CSFII 1994–1996, 1998 and NHANES 1999–2002. *J Am Coll Nutr.* 2006;25:108–116.
- ³⁰¹ Murphy MM, Douglass JS, Johnson RK, et al. Drinking flavored or plain milk is positively associated with nutrient intake and is not associated with adverse effects on weight status in US children and adolescents. *J Am Diet Assoc.* 2008;108:631–639.
- ³⁰² Рогач ІМ, Керецман АО, Погоріляк РЮ, Палко АІ, Микита ХІ, Фегер ОВ, Пішковці А-ММ. Фактичний стан харчування дитячого та дорослого населення Закарпатської області та практичні поради щодо його корекції. Ужгород: ТОВ «РІК-У», 2019; 160.
- ³⁰³ <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2016/aug/29/how-stop-child-developing-eating-disorder-weight-obesity-diet>
- ³⁰⁴ Kiely ME. Risks and benefits of vegan and vegetarian diets in children. *Proc Nutr Soc.* 2021;28:1–6. doi: 10.1017/S002966512100001X
- ³⁰⁵ Abrams SA. Bone Health in School Age Children: Effects of Nutritional Intake on Outcomes. *Front. Nutr.* 2021;8:773425. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.773425>
- ³⁰⁶ Buttriss J. Nutrition, health and schoolchildren. *Nutr Bull* 2002;27:275-316.
- ³⁰⁷ Srivastava A, Mahmood SE, Srivastava PM, Shrotriya VP, Kumar B. Nutritional status of school-age children - a scenario of urban slums in India. *Arch Public Health.* 2012;70:1-8.
- ³⁰⁸ Mwaniki EW, Makokha AN. Nutrition status and associated factors among children in public primary schools in Dagoretti, Nairobi, Kenya. *Afr Health Sci.* 2013;13:38-46.

-
- ³⁰⁹ Mendez MA, Adair LS: Severity and timing of stunting in the first two years of life affect performance on cognitive tests in late childhood. *J Nutr.* 1999;129:1555-1562.
- ³¹⁰ Abrahams Z, de Villiers A, Steyn NP, Fourie J, Dalais L, Hill J, et al. What's in the lunchbox? Dietary behaviour of learners from disadvantaged schools in the Western Cape, South Africa. *Public Health Nutr.* 2011;14:1752-1758.
- ³¹¹ Baumgartner J, Smuts CM, Malan L, Kvalsvig J, van Stuijvenberg ME, Hurrell RF, et al. Effects of iron and n-3 fatty acid supplementation, alone and in combination, on cognition in school children: a randomized, double-blind, placebo-controlled intervention in South Africa. *Am J Clin Nutr.* 2012;96:1327-1338.
- ³¹² Bwibo NO, Neumann CG. The need for animal source foods by Kenyan children. *J Nutr.* 2003;133(2):3936-3940.
- ³¹³ Gibson RS, Manger MS, Krittaphol W, Pongcharoen T, Gowachirapant S, Bailey KB, et al: Does zinc deficiency play a role in stunting among primary school children in NE Thailand? *Br J Nutr.* 2007;97:167-175.
- ³¹⁴ Kochkorova F, Esenamanova M, Tsivinskaya T. Diet of schoolchildren as a risk factor of nutritional disorders. 2018;2. DOI:10.24969/hvt.2017.40.
- ³¹⁵ Jarosz M, Sajór I, Gugała-Mirosz S, et al. In: M. Jarosz. *Normy żywienia dla populacji Polski.* Warszawa: Instytut Żywności i Żywienia; 2017; 98-114. ISBN: 978-83-86060-89-4.
- ³¹⁶ <http://tonisa.com/pdf/inf-cientifica/fibra/DIETARY-FIBER-IN-CHILDHOOD.pdf>
- ³¹⁷ <https://lpi.oregonstate.edu/healthyyouth/micronutrient-inadequacies-elementary-school-children>
- ³¹⁸ Kostecka M. Fatty acid composition of diets of early school-age children and its health implications. *Pak J Med Sci.* 2015;31(6):1467-71.
doi: 10.12669/pjms.316.7614. PMID: 26870117; PMCID: PMC4744302.
- ³¹⁹ Пасічнюк І.П. Оцінка нутритивного забезпечення, харчової поведінки школярів у міській і сільській місцевостях та їх вплив на фізичний розвиток // *SCIENCES OF EUROPE / MEDICAL SCIENCES.* 2017;13:75-80.

report: https://www.who.int/nutrition/globalnutritionreport/2018_Global_Nutrition_Report.pdf?ua=1. Accessed on 4th February 2020.

³²¹ Ginde AA, Mansbach JM, Camargo CA. Vitamin D, respiratory infections, and asthma. *Jr. Curr. Allergy. Asthma.* 2009;9 (1):81—87. DOI: [10.1007/s11882-009-0012-7](https://doi.org/10.1007/s11882-009-0012-7)

³²² Фролова ТВ, Охапкіна ОВ, Атаманова ОВ, Медведєва ОП. Вітамінно-мінеральна забезпеченість дітей Харківського регіону. *Здоровье ребенка.* 2016; 5:50-54.

³²³ Bharati HP, Kavthekar SO, Kavthekar SS, Kurane AB. Prevalence of micronutrient deficiencies clinically in rural school going children. *Int J Contemp Pediatr.* 2018;5(1):234-238. <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20175591>

³²⁴ Nuria RL, Agustín LG, María MSV. Calcium Intake and Nutritional Adequacy in Spanish Children: The ANIVA Study. *Nutrients.* 2017;9(2):170. <https://doi.org/10.3390/nu9020170>

³²⁵ Ortega RM, López-Sobaler AM, Jiménez Ortega AI, Navia-Lombán B, Ruiz-Roso Calvo de Mora B, Rodríguez-Rodríguez E, López Plaza B. Food sources and average intake of calcium in a representative sample of Spanish schoolchildren. *Nutr. Hosp.* 2012;27:715–723.

³²⁶ Suárez-Cortina L, Moreno-Villares JM, Martínez-Suárez V, Aranceta-Bartrina J, Dalmau-Serra J, Gil-Hernández A, Lama-More R, Martín-Mateos MA, Pavón-Belinchón P. Calcium intake and bone mineral density in a group of Spanish schoolchildren. *An. Pediatr.* 2011;74:3–9.

³²⁷ Moreira P, Padez C, Mourão I, Rosado V. Dietary calcium and body mass index in Portuguese children. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2005;59:861–867.

³²⁸ Merkiel S, Chalcarz W. Dietary intake in 6-year-old children from southern Poland: Part 2- vitamin and mineral intakes. *BMC Pediatr.* 2014;14:310.

³²⁹ Amina B, Naima S, Hasnae B, Latifa Q, Youness T, Asmaa EH, Khalid EK, Mohammed EM, Hassan A. Dietary Calcium Intake in Sample of School Age Children

in City of Rabat, Morocco. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8084623>

³³⁰ Fulgoni VL, Keast DR, Bailey RL, Dwyer J. Foods, fortificants, and supplements: where do Americans get their nutrients?. *Journal of Nutrition*. 2011;141(10):1847–1854.

³³¹ Glatt DU, McSorley E, Pourshahidi LK, Revuelta Iniesta R, McCluskey J, Beggan L, Slevin M, Gleeson N, Cobice DF, Dobbin S, Magee PJ. Vitamin D Status and Health Outcomes in School Children in Northern Ireland: Year One Results from the D-VinCHI Study. *Nutrients*. 2022;14:804. <https://doi.org/10.3390/nu14040804>

³³² Квашніна ЛВ. Особливості кальцієвого гомеостазу в дітей шкільного віку. *Здоров'я дитини*. 2018;13(1):99-106.

³³³ Raman KM, Nikhil T, Devi Reddy HKR, Rashmi A, Rajvir S, Ramesh CS, Bobbin S, Ashraf G, Satveer S. Vitamin D and bone mineral density status of healthy schoolchildren in northern India. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2005;82(2):477–482, <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.2.477>

³³⁴ Gürgöze MK, Olçücü A, Aygün AD, Taskin E, Kiliç M. Serum and hair levels of zinc, selenium, iron, and copper in children with iron-deficiency anemia. *Biol Trace Elem Res*. 2006;111:23–29.

³³⁵ Song WY, Hong JH, Park EJ, Lee HW, Choi JH. Effect of antioxidative vitamin supplementation on mineral contents in the hair and autistic related behaviors in autistic children. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2010;39:237–243.

³³⁶ Razi CH, Akelma AZ, Akin O, Kocak M, Ozdemir O, Celik A, et al. Hair zinc and selenium levels in children with recurrent wheezing. *Pediatr Pulmonol*. 2012;47:1185–1191.

³³⁷ Kim G, Song HJ. Hair mineral analysis of normal Korean children. *Korean J Dermatol*. 2002;40:1518–1526.

³³⁸ Interrelationships between the concentration of magnesium, calcium, and strontium in the hair of Japanese school children / Hideyoshi Morita, Shigeru Shimomura, Akir, Kimura, Masatoshi Morita // *Science of The Total Environment*. 1986;54:95-105.

³³⁹ Bass DA, Hickock D, Quig D, Urek K. Trace element analysis in hair: factors determining accuracy, precision, and reliability. *Altern Med Rev.* 2001;6:472–481.

³⁴⁰ Wołowiec P, Michalak I, Chojnacka K, Mikulewicz M. Hair analysis in health assessment. *Clin Chim Acta* 2013;419:139-71.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ І ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі Педіатрія. 2020;2(53). *(Особистий внесок: самостійно зібрав клінічний матеріал, провів статистичну обробку й аналіз результатів, підготував матеріал до друку);*
2. Титуса АВ. Субклінічний дефіцит кальцію та вітаміну D у дітей молодшого шкільного віку. Проблеми клінічної педіатрії. 2021;2(52):64-71. DOI 10.24144/1998-6475.2021.52.64-71 *(Особистий внесок: взяв участь в аналізі літературних джерел, самостійно зібрав клінічний та лабораторний матеріал, провів статистичну обробку даних, підготував матеріал до друку);*
3. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Харчова поведінка та нутрієнтне забезпечення учнів у початковій школі. Здоров'я дитини. 2021;2(16):39-48. DOI [10.22141/2224-0551.16.2.2021.229877](https://doi.org/10.22141/2224-0551.16.2.2021.229877) *(Особистий внесок: взяв участь в аналізі літературних джерел, самостійно зібрав клінічний та лабораторний матеріал, провів статистичну обробку даних, підготував матеріал до друку).*
4. Няньковський СЛ, Яцула МС, Титуса АВ. Харчові дефіцити й особливості нутритивного забезпечення у дітей молодшого шкільного віку. Львівський клінічний вісник. 2021;3(35)-4(36):16-22 doi.org/10.25040/lkv2021.03-04.016 *(Особистий внесок: взяв участь в аналізі літературних джерел, самостійно зібрав клінічний та*

лабораторний матеріал, провів статистичну обробку даних, підготував матеріал до друку).

5. Tytusa A, Wyszyńska J, Yatsula M, Nyankovsky S, Mazur A and Dereń K. Deficiency of Daily Calcium and Vitamin D in Primary School Children in Lviv, Ukraine. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022;19(9):5429. DOI [10.3390/ijerph19095429](https://doi.org/10.3390/ijerph19095429) *(Особистий внесок: взяв участь в аналізі літературних джерел, написанні статті, формулюванні висновків, підготував матеріал до друку);*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Nyankovsky S, Yatsula M, Tytusa A, Nyankovska O. Features of food behavior and nutritional deficiencies among schoolchildren in 1–4 grades. *European Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2020. 71. ISSN 2544-1361 (online); ISSN 2544-2406. *(Особистий внесок: проаналізував літературні джерела, зібрав клінічний матеріал, провів оцінку результатів, підготував матеріали до друку);*

Наукові праці, які додатково розкривають зміст дисертації:

7. Няньковський СЛ, Яцула МС, Няньковська ОС, Титуса АВ. Динаміка стану здоров'я школярів в Україні за даними анкетного опитування. *Здоров'я дитини*. 2018;5(13):425-431. DOI [10.22141/2224-0551.13.5.2018.141554](https://doi.org/10.22141/2224-0551.13.5.2018.141554) *(Особистий внесок: проаналізував літературні джерела, зібрав матеріал, провів оцінку результатів, підготував матеріали до друку).*

Апробація результатів дослідження

Основні положення та результати дисертаційної роботи викладені та обговорені на національних та міжнародних науково-практичних конференціях:

- «XI International days of rehabilitation. Needs and standarts of rehabilitation» (Жешів Польща, 28 лютого – 1 березня 2019) (стендова доповідь)
- «XII International days of rehabilitation. Needs and standarts of rehabilitation» (Жешів Польща, 20-21 лютого 2020) (стендова доповідь, тези)
- «XIII International days of rehabilitation. Needs and standarts of rehabilitation» (Жешів Польща, 11-12 лютого 2021) (онлайн доповідь)
- науково-практичній конференції з міжнародною участю “Актуальні питання сучасної педіатрії” (Львів, 21-22 березня 2019) (стендова доповідь)
- «Сучасна педіатрія з позиції доказової медицини 2020» (Львів, 5-6 листопада 2020) (онлайн доповідь)
- “Актуальні питання сучасної педіатрії” (Львів, 18-19 березня 2021) (онлайн доповідь)

ВПРОВАДЖЕННЯ В ПРАКТИКУ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Головний лікар

КНП "Міська дитяча клінічна лікарня
м. Львова"
Жвіт Д.І.

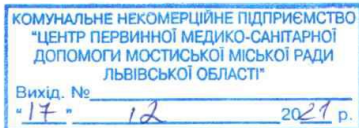
« 26 » серпня 2021 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. **Назва пропозиції для впровадження:** Методика діагностики порушень харчової поведінки у школярів 6-11 років за допомогою використання розробленої анкети "Харчової поведінки" та їх оптимізація за допомогою використання комп'ютерної програми Dietplan7 для індивідуального розрахунку основних макро-, мікроелементів та вітамінів.
2. **Установа, автори:** Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра педіатрії №1, 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 69. Виконавці: Титуса А.В., Няньковський С.Л.
3. **Джерело інформації:** Няньковський С.Л., Яцула М.С., Титуса А.В. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі. Здоров'я України. Тематичний номер 2020; № 2 (53): С 14-16.
 1. **Місце впровадження:** Консультативна поліклініка КНП "Міська дитяча клінічна лікарня м.Львова"
 2. **Термін впровадження:** 2020-2021р.
 3. **Кількість дітей:** 74
 4. **Ефективність впровадження:** покращення нутритивного статусу школярів 6-11 років на підставі індивідуальної оцінки харчової поведінки, оцінки добового споживання основних нутрієнтів, визначення дефіциту добового споживання кальцію та вітаміну Д з наступною персоналізованою корекцією харчового раціону та використанням дієтичних добавок.
5. **Висновки і пропозиції:** метод оцінки і корекції харчового раціону дітей 6-11 років рекомендувати до впровадження у поліклінічних відділеннях та стаціонарах, початкових школах України.

Відповідальний за впровадження /посада/: заступник головного лікаря з медичної частини Гергега Р.О.

« 26 » 08 _____ 2021 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор
Романишак І.О. М.
«17» 12 2021 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

- Назва пропозиції для впровадження:** Методика діагностики порушень харчової поведінки у школярів 6-11 років за допомогою використання розробленої анкети "Харчової поведінки" та їх оптимізація за допомогою використання комп'ютерної програми Dietplan7 для індивідуального розрахунку основних макро-, мікроелементів та вітамінів.
- Установа, автори:** Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра педіатрії №1, 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 69. Виконавці: Титуса А.В., Няньковський С.Л.
- Джерело інформації:** Няньковський С.Л., Яцула М.С., Титуса А.В. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі. Здоров'я України. Тематичний номер 2020; № 2 (53): С 14-16.
- Місце впровадження:** АЗПСМ м. Мостиська
- Термін впровадження:** 2020-2021р.
- Кількість дітей:** 45
- Ефективність впровадження:** покращення нутритивного статусу школярів 6-11 років на підставі індивідуальної оцінки харчової поведінки, оцінки добового споживання основних нутрієнтів, визначення дефіциту добового споживання кальцію та вітаміну Д з наступною персоналізованою корекцією харчового раціону та використанням дієтичних добавок.
- Висновки і пропозиції:** метод оцінки і корекції харчового раціону дітей 6-11 років рекомендувати до впровадження у поліклінічних відділеннях та стаціонарах України.

Відповідальний за впровадження /посада/: завідувач АЗПСМ м. Мостиська
Гринда О.О.

«17» 12 2021 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор

КНП ЦПМСД м. Судова Вишня

Макаруха Ю.І.

«15 11 2021 р.»

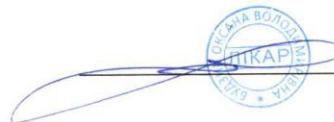


АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

- Назва пропозиції для впровадження:** Методика діагностики порушень харчової поведінки у школярів 6-11 років за допомогою використання розробленої анкети "Харчової поведінки" та їх оптимізація за допомогою використання комп'ютерної програми Dietplan7 для індивідуального розрахунку основних макро-, мікроелементів та вітамінів.
- Установа, автори:** Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра педіатрії №1, 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 69. Виконавці: Титуса А.В., Няньковський С.Л.
- Джерело інформації:** Няньковський С.Л., Яцула М.С., Титуса А.В. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі. Здоров'я України. Тематичний номер 2020; № 2 (53): С 14-16.
- Місце впровадження:** КНП ЦПМСД м. Судова Вишня
- Термін впровадження:** 2020-2021р.
- Кількість дітей:** 40
- Ефективність впровадження:** покращення нутритивного статусу школярів 6-11 років на підставі індивідуальної оцінки харчової поведінки, оцінки добового споживання основних нутрієнтів, визначення дефіциту добового споживання кальцію та вітаміну Д з наступною персоналізованою корекцією харчового раціону та використанням дієтичних добавок.
- Висновки і пропозиції:** метод оцінки і корекції харчового раціону дітей 6-11 років рекомендувати до впровадження у поліклінічних відділеннях та стаціонарах України, початкових школах України.

Відповідальний за впровадження /посада/: лікар-педіатр Будзин О.В.

«15 11 2021 р.»





«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник головного лікаря
з хірургії ЛОДКЛ
«ОХМАТДИТ»
Мальований Б.Я.
« » 2021 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

- 1. Назва пропозиції для впровадження:** Методика діагностики порушень харчової поведінки у школярів 6-11 років за допомогою використання розробленої анкети "Харчової поведінки" та їх оптимізація за допомогою використання комп'ютерної програми Dietplan7 для індивідуального розрахунку основних макро-, мікроелементів та вітамінів.
- 2. Установа, автори:** Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра педіатрії №1, 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 69. Виконавці: Титуса А.В., Няньковський С.Л.
- 3. Джерело інформації:** Няньковський С.Л., Яцула М.С., Титуса А.В. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі. Здоров'я України. Тематичний номер 2020; № 2 (53): С 14-16.
- 1. Місце впровадження:** ЛОДКЛ "ОХМАТДИТ"
- 2. Термін впровадження:** 2020-2021р.
- 3. Кількість дітей:** 40
- 4. Ефективність впровадження:** покращення нутритивного статусу школярів 6-11 років на підставі індивідуальної оцінки харчової поведінки, оцінки добового споживання основних нутрієнтів, визначення дефіциту добового споживання кальцію та вітаміну Д з наступною персоніфікованою корекцією харчового раціону та використанням дієтичних добавок.
- 5. Висновки і пропозиції:** метод оцінки і корекції харчового раціону дітей 6-11 років рекомендувати до впровадження у поліклінічних відділеннях та стаціонарах України.

Відповідальний за впровадження /посада/: завідувач приймального відділення Фуртак З.М.

З.М. Фуртак 2021 р.





АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

- 1. Назва пропозиції для впровадження:** Методика діагностики порушень харчової поведінки у школярів 6-11 років за допомогою використання розробленої анкети "Харчової поведінки" та їх оптимізація за допомогою використання комп'ютерної програми Dietplan7 для індивідуального розрахунку основних макро-, мікроелементів та вітамінів.
- 2. Установа, автори:** Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра педіатрії №1, 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 69. Виконавці: Титуса А.В., Няньковський С.Л.
- 3. Джерело інформації:** Няньковський С.Л., Яцула М.С., Титуса А.В. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі. Здоров'я України. Тематичний номер 2020; № 2 (53): С 14-16.
- 1. Місце впровадження:** КНП Жовківська лікарня
- 2. Термін впровадження:** 2020-2021р.
- 3. Кількість дітей:** 40
- 4. Ефективність впровадження:** покращення нутритивного статусу школярів 6-11 років на підставі індивідуальної оцінки харчової поведінки, оцінки добового споживання основних нутрієнтів, визначення дефіциту добового споживання кальцію та вітаміну Д з наступною персоналізованою корекцією харчового раціону та використанням дієтичних добавок.
- 5. Висновки і пропозиції:** метод оцінки і корекції харчового раціону дітей 6-11 років рекомендувати до впровадження у поліклінічних відділеннях та стаціонарах України.

Відповідальний за впровадження /посада/: лікар-педіатр Ядчишин З.М.

«Б» *Ядчишин* 2021 р.

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Директор
Руденко І.А.

« 18 » 10 2021 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

- Назва пропозиції для впровадження:** Методика діагностики порушень харчової поведінки у школярів 6-11 років за допомогою використання розробленої анкети "Харчової поведінки" та їх оптимізація за допомогою використання комп'ютерної програми Dietplan7 для індивідуального розрахунку основних макро-, мікроелементів та вітамінів.
- Установа, автори:** Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра педіатрії №1, 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 69. Виконавці: Титуса А.В., Няньковський С.Л.
- Джерело інформації:** Няньковський С.Л., Яцула М.С., Титуса А.В. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі. Здоров'я України. Тематичний номер 2020; № 2 (53): С 14-16.
 - Місце впровадження:** КНП Мостиська міська лікарня
 - Термін впровадження:** 2020-2021р.
 - Кількість дітей:** 30
- Ефективність впровадження:** покращення нутритивного статусу школярів 6-11 років на підставі індивідуальної оцінки харчової поведінки, оцінки добового споживання основних нутрієнтів, визначення дефіциту добового споживання кальцію та вітаміну Д з наступною персоналізованою корекцією харчового раціону та використанням дієтичних добавок.
- Висновки і пропозиції:** метод оцінки і корекції харчового раціону дітей 6-11 років рекомендувати до впровадження у поліклінічних відділеннях та стаціонарах України.

Відповідальний за впровадження /посада/: заступник директора Романів А.Б.

«18» 10 2021 р.

КНП "МОСТИСЬКА МЛ"
Заступник директора
з медичної частини

Романів А.Б.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор

КНП Судовишнянської

міської лікарні

Судовишнянської міської ради

Врубель Р.І.

«23» 11 2021 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

- Назва пропозиції для впровадження:** Методика діагностики порушень харчової поведінки у школярів 6-11 років за допомогою використання розробленої анкети “Харчової поведінки” та їх оптимізація за допомогою використання комп’ютерної програми Dietplan7 для індивідуального розрахунку основних макро-, мікроелементів та вітамінів.
- Установа, автори:** Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра педіатрії №1, 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 69. Виконавці: Титуса А.В., Няньковський С.Л.
- Джерело інформації:** Няньковський С.Л., Яцула М.С., Титуса А.В. Особливості харчової поведінки та харчування школярів у початковій школі. Здоров’я України. Тематичний номер 2020; № 2 (53): С 14-16.
- Місце впровадження:** КНП Судовишнянська міська лікарня Судовишнянської міської ради.
- Термін впровадження:** 2020-2021р.
- Кількість дітей:** 30
- Ефективність впровадження:** покращення нутритивного статусу школярів 6-11 років на підставі індивідуальної оцінки харчової поведінки, оцінки добового споживання основних нутрієнтів, визначення дефіциту добового споживання кальцію та вітаміну Д з наступною персоналізованою корекцією харчового раціону та використанням дієтичних добавок.
- Висновки і пропозиції:** метод оцінки і корекції харчового раціону дітей 6-11 років рекомендувати до впровадження у поліклінічних відділеннях та стаціонарах України, початкових школах України.

Відповідальний за впровадження /посада/: завідувач педіатричного відділення Будзин О.В.

«23» 11 2021 р.

