

М. М. Щурко¹, Л. А. Любінець¹, Н. Б. Сопнєва¹, І. Я. Кузик², І. С. Двудят-Лешневська¹¹Львівська медична академія імені Андрія Крупинського²ЗФПО «Перший київський фаховий медичний коледж»

СУБКЛІНІЧНИЙ ДЕФІЦИТ КАЛЬЦІЮ В ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ

Вступ. Раціональне харчування (РХ), яке забезпечує організм усіма необхідними нутрієнтами, є важливим чинником для розвитку дітей і формування їхнього здоров'я. Натепер приблизно 3 мільярди людей у світі, або майже половина населення планети, страждають від дисбалансу в харчуванні – як від надмірного, так і від недостатнього. Неочікувано для науковців і лікарів, навіть у періоди відносноного благополуччя, виявлено брак мінералів і вітамінів у раціоні людей. Відомо, що, окрім підтримки балансу обмінних процесів в організмі, належне забезпечення потреби у вітамінах та мінералах сприяє зниженню ризику розвитку деяких захворювань.

Мета дослідження – оцінити рівень кальцію у крові дітей молодшого шкільного віку. Підвищити ефективність діагностики та своєчасної корекції субклінічного дефіциту кальцію в дітей молодшого шкільного віку.

Методи дослідження. Обстежено 60 школярів, яким було проведено анкетування, яке допомогло оцінити харчову поведінку та харчові звички школярів молодшої школи. Зокрема, з них 20 дітей, які вживають молочні продукти двічі на тиждень, інші 20 – уживають украй рідко, та 20 – контрольна група (у яких є збалансоване харчування). Середній вік пацієнтів становить 10 ± 3 роки.

Оцінювали харчовий раціон за допомогою комп'ютерної програми "Dietplan7", біохімічні дослідження для визначення загального кальцію, іонізованого кальцію проводили після надання батьками дітей інформативної згоди на інвазивне втручання.

Результати й обговорення. Згідно з результатами досліджень рівень кальцію в сироватці крові пацієнтів 1-ї групи ($2,3 \pm 0,46$) ммоль/л в 1,09 раза був нижче контрольної групи ($2,5 \pm 0,12$) ммоль/л ($p < 0,05$). Середня його концентрація в сироватці крові пацієнтів 2-ї групи становила ($2,1 \pm 0,47$) ммоль/л, що в 1,2 раза менше за контрольне значення (рис. 1).

Отримані результати досліджень рівня іонізованого кальцію в сироватці крові пацієнтів 1-ї групи ($1,18 \pm 0,56$) ммоль/л в 1,02 раза нижче контрольної групи ($1,2 \pm 0,34$) ммоль/л ($p < 0,05$). Середня його концентрація в сироватці крові пацієнтів 2-ї групи становила ($1,13 \pm 0,24$) ммоль/л, що в 1,06 раза менше за контрольне значення.

Висновки. Отже, споживання кальцію в дитячому та підлітковому віці має вирішальне значення, оскільки адекватне надходження цього елемента в даний період життєвого циклу сприяє формуванню позитивного кальцієвого балансу, оптимальної щільності кісток, необхідної для зміцнення скелета, а також знижує ризик переломів і остеопорозу в майбутньому.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: кальцій; школярі; харчування; дефіцит.

ВСТУП. Серед харчових дефіцитів у дітей особливе значення має нестача кальцію [1; 5]. У 2017 р. було затверджено нові норми фізіологічних потреб населення України в основних поживних речовинах і енергії (наказ № 1073 від 3 вересня 2017 р.), які треба враховувати в оцінюванні адекватності щоденного споживання нутрієнтів школярами [4].

У педіатричній практиці не вистачає комплексного підходу до дослідження дефіциту мікронутрієнтів у дітей: лише в окремих регіонах установлено популяційні нормативи, бракує системного аналізу чинників, що впливають на нутритивний статус дітей різних вікових груп. У зв'язку із цим дослідження

забезпеченості дітей необхідними нутрієнтами розглядається як одне із ключових завдань сучасної педіатрії.

Дослідження Інституту педіатрії, акушерства та гінекології АМН України показали, що харчування майже 80% здорових дітей є не досить збалансованим, з вираженим дефіцитом кальцію та вітаміну D₃. Порушення кальцієвого балансу може виникати не тільки через недостатнє споживання кальцію, але й у результаті патологічних змін у системах, що регулюють його обмін. Це пояснює наявність у клінічній педіатрії випадків безсимптомного аліментарного дефіциту кальцію, що призводить до поступової демінералізації кісткової тканини та знижує компенсаторні можливості дитячого організму. Окрім того, доведено, що у здорових дітей молодшого

шкільного віку нерідко спостерігається прихований дефіцит вітаміну D, який впливає на кальцій-фосфорний обмін і структуру клітинних мембран, що може сприяти розвитку захворювань, розглядуваних як преморбідний стан [2; 6; 8].

У дітей із недоїданням частіше виникають важкі інфекційні захворювання через порушення імунної відповіді організму [3]. Недоїдання впливає на кілька аспектів імунної системи, зокрема і клітинну імунну відповідь, вироблення цитокінів і гуморальну реакцію (вироблення антитіл), особливо ту, яка потребує підтримки Т-клітин [9; 13].

У дитячому віці одним із ключових харчових ризиків є шкідливі харчові звички, які найчастіше формуються під впливом сім'ї, засобів масової інформації та шкільного середовища. Шкідливі звички передбачають пропуск прийомів їжі, уживання великої кількості «нездорової» їжі та дотримання деяких дієт. Одним із результатів таких звичок стає неналежне споживання кальцію, що є життєво важливим для молодого організму [7; 8; 13].

Кальцій відіграє важливу роль у багатьох біологічних процесах організму людини: він необхідний для формування структури кісток і зубів, передачі нервових імпульсів, скорочення м'язів, регулювання ферментативної активності та згортання крові [2; 3]. Підвищене споживання кальцію рекомендується немовлятам і дітям для підтримки росту та розвитку, людям похилого віку для профілактики й лікування остеопорозу, а також вагітним і жінкам, які годують, для задоволення підвищених потреб організму [4; 5]. Дієтичні норми кальцію значно різняться в різних країнах. Усесвітня організація охорони здоров'я (далі – ВООЗ) радить вагітним жінкам із регіонів із низьким рівнем споживання кальцію додатково вживати 1,5–2,0 г елементарного кальцію на добу із 20-го тижня вагітності до пологів, щоб знизити ризик розвитку гестозу [12].

Відкладення кальцію в організмі залежить від багатьох чинників, як-от вік, рівень натрію та наявність деяких тваринних білків [10], а також регулюється кальцитоніном [9]. Накопичення кальцію в кістках пов'язане зі швидкістю росту: від народження до 30 років у скелеті щодня відкладається приблизно 150 мг кальцію [11]. У дорослому віці (30–50 років) поглинання кальцію змінюється, залежно від його споживання, а після 50 років баланс кальцію стає негативним, і кістки починають втрачати кальцій [12]. Тому споживання кальцію в дитинстві та підлітковому віці надзвичайно важливе,

оскільки забезпечення організму цим елементом у ранні періоди життя сприяє формуванню позитивного кальцієвого балансу, збільшенню щільності кісток і зміцненню скелета [3], що знижує ризик переломів і остеопорозу в майбутньому [10].

Оскільки організм людини не здатен синтезувати мінерали, їх рівень залежить суто від раціону харчування. З їжі засвоюється лише 20–40% від загальної кількості кальцію. Кальцій міститься в багатьох продуктах, проте молоко та молочні продукти, як-от йогурт, сир і пахта, є найкращими джерелами цього елемента (~1150 мг/л), оскільки в них він легше засвоюється. Кальцій також міститься в деяких овочах, борошні, квасолі, яйцях і рибі. Для окремих груп населення мінеральна вода також може бути додатковим джерелом кальцію [6].

Особливість кальцієвого гомеостазу полягає в тому, що в деяких процесах, як-от побудова кісткової тканини та деякі регуляторні функції, кальцій виконує роль макроелемента. В інших випадках, наприклад у регуляції мембранної збудливості або зв'язку збудження із секрецією, кальцієвий іон діє як мікроелемент [9].

Рекомендації щодо споживання кальцію різняться залежно від віку, статі, а також генетичних і екологічних чинників. Проте всі міжнародні рекомендації підкреслюють важливість достатнього споживання кальцію для підтримки мінеральної щільності кісток. Оптимальне споживання кальцію становить приблизно 1 000 мг на добу для дітей 6–8 років і приблизно 1 300 мг на добу для дітей 9–18 років і підлітків.

Дослідження також показують, що дефіцит кальцію може сприяти виникненню таких хронічних захворювань, як гіпертензія, інсулінорезистентність, ожиріння та рак товстої кишки. У країнах, що розвиваються, кальцій має велике значення для профілактики рахіту, остеомалачії, гіпертензивних розладів під час вагітності, остеопорозу, затримки внутрішньоутробного розвитку та передчасних пологів.

З огляду на важливу роль кальцію та вітаміну D₃ в численних метаболічних процесах у дитячому організмі необхідно більш детально вивчити сучасний рівень щоденного забезпечення цими важливими нутрієнтами дітей різних вікових груп, зокрема дітей молодшого шкільного віку.

Мета дослідження. Підвищити ефективність діагностики та своєчасної корекції субклінічного дефіциту кальцію в дітей

молодшого шкільного віку можна через упровадження сучасних методів оцінювання нутритивного статусу, оптимальних діагностичних підходів і ефективною корекції дефіциту кальцію та вітаміну D. Це передбачає модифікацію раціону та використання препаратів кальцію та вітаміну D.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Обстежено 60 школярів, яким було проведено анкетування, яке допомогло оцінити харчову поведінку та харчові звички школярів молодшої школи. Зокрема, з них 20 дітей, які вживають молочні продукти двічі на тиждень, інші 20 – уживають украй рідко, 20 – контрольна група (у яких збалансоване харчування). Середній вік пацієнтів становить 10 ± 3 роки.

Харчовий раціон оцінювали за допомогою комп'ютерної програми "Dietplan7", біохімічні дослідження для визначення загального кальцію, іонізованого кальцію проводили після надання їхніми батьками інформативної згоди на інвазивне втручання.

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 $\times 4,01$ = мг/дл.

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

Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали за допомогою одержаних даних із використанням методів математичної статистики за допомогою програми "STATISTICA 8,0" (Statsoft, USA).

Результати представлені у вигляді середнього значення та стандартного відхилення. Вірогідними вважали значення за $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. Відомо, що рівень кальцію в сироватці крові стабільний протягом різних вікових періодів життя людини (2,25–2,75 ммоль/л), але це не означає, що потреба в цьому елементі також стабільна. Особливо це помітно в «підлітковому» періоду розвитку – у дитячому віці, коли спостерігається найбільший дисонанс між потребою та надходженням в організм кальцію.

Під час проведення аналізу отриманих результатів лабораторних досліджень крові

пацієнтів виявлено вірогідні відмінності показників різних груп (таблиця 1).

Таблиця 1 – Показники кальцію в пацієнтів досліджуваних груп

Групи обстежених		
Контрольна група (n = 20)	Група 1 (n = 20)	Група 2 (n = 20)
Кальцій, ммоль/л		
$2,5 \pm 0,12$	$2,3 \pm 0,46^*$	$2,1 \pm 0,47^{* \#}$
Іонізований кальцій у крові, ммоль/л		
$1,2 \pm 0,34$	$1,18 \pm 0,056^*$	$1,13 \pm 0,24^{* \#}$

Примітки:

- 1) * – вірогідність відмінності в порівнянні з показниками контрольної групи ($p < 0,05$);
2) # – вірогідність відмінності в порівнянні з показниками групи 1 ($p < 0,05$).

Згідно з результатами досліджень рівень кальцію в сироватці крові пацієнтів 1-ї групи ($2,3 \pm 0,46$) ммоль/л в 1,09 раза нижче контрольної групи ($2,5 \pm 0,12$) ммоль/л ($p < 0,05$). Середня його концентрація в сироватці крові пацієнтів 2-ї групи становила ($2,1 \pm 0,47$) ммоль/л, що в 1,2 раза менше за контрольне значення (рис. 1).

Отримані результати досліджень рівня іонізованого кальцію в сироватці крові пацієнтів 1-ї групи ($1,18 \pm 0,056$) ммоль/л в 1,02 раза нижче контрольної групи ($1,2 \pm 0,34$) ммоль/л ($p < 0,05$). Середня його концентрація в сироватці крові пацієнтів 2-ї групи становила ($1,13 \pm 0,24$) ммоль/л, що в 1,06 раза менше за контрольне значення (рис. 1).

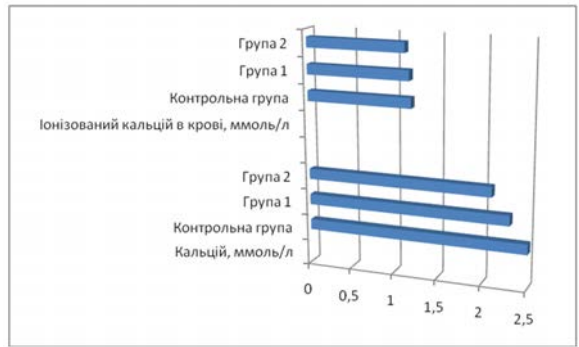


Рис. 1. Зміни рівня кальцію в сироватці крові досліджуваних груп

- Примітки: 1) * – вірогідність відмінності показників у порівнянні з показниками контрольної групи ($p < 0,05$);
2) # – вірогідність відмінності показників у порівнянні з показниками групи 1 ($p < 0,05$).

Найвищі позитивні значення коефіцієнта кореляції R за Спірменом спостерігалися між рівнем кальцію у крові та споживанням

йогуртів ($R = 0,56$, $p < 0,01$), що вказує на кореляцію середньої сили між цими показниками. З іншого боку, чинник небажання вживати молоко або сир має найбільший за модулем негативний зв'язок із рівнем кальцію у крові, що підтверджується найменшими значеннями R серед усіх досліджених чинників. Окрім того, рівень іонізованого кальцію у крові молодших школярів залежав від низки чинників, виявлених під час анкетного опитування на першому етапі нашого дослідження.

Необхідно лише наголосити на необхідності застосування для дітей препаратів, що містять іонізовані форми Ca . Рекомендовані добові і максимальні дози елементарного Ca наведено в таблиці 2.

Отже, споживання кальцію в дитячому та підлітковому віці має вирішальне значення, оскільки адекватне надходження цього елемента в даний період життєвого циклу сприяє формуванню позитивного кальцієвого балансу, оптимальної щільності кісток, необхідної для зміцнення скелета, а також знижує ризик переломів і остеопорозу в майбутньому [5; 6].

Таблиця 2 – Рекомендовані добові і максимальні дози елементарного Ca

Вік	Рекомендовані дози елементарного кальцію (мг/добу)	Максимальна доза кальцію (мг/добу)
0–6 міс.	300	1 000
6–12 міс.	400	1 500
1–3 роки	500	2 500
4–6 років	700	2 500
7–9 років	800	3 000
10–18 років	1 300	3 000

ВИСНОВКИ. Харчування є одним із ключових чинників, що сприяє підтримці здоров'я, працездатності, довголіття, творчих здібностей і профілактиці різних захворювань. Раціональне харчування дітей є основною умовою для збереження здоров'я нації. Проте в сучасних соціально-економічних умовах лише в небагатьох людей харчування можна вважати збалансованим. Дефіцит кальцію є серйозною проблемою для здоров'я і пов'язаний із багатьма хворобами, зокрема підвищує ризик загальної захворюваності та смертності у старшому віці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Weaver C. M., Heaney R. P. Calcium. *Modern Nutrition in Health Disease* / A. C. Ross et al., eds. 11th ed. Baltimore, MD : Lippincott Williams & Wilkins, 2022. P. 133–149.
- Desirable Dietary Pattern for Bangladesh / Q. Nahar et al. Dhaka, Bangladesh : Bangladesh Institute of Research and Rehabilitation in Diabetes, Endocrine and Metabolic Disorders, 2023. № 23. P. 34–67.
- 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, 2020. № 12. P. 1–34.
- World Health Organization. Guideline: Calcium Supplementation in Pregnant Women. Geneva, Switzerland : World Health Organization, 2020. № 23. P. 3–45.
- Bhutta Z. A., Das J. K., Rizvi A. Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? *Lancet*. 2021. № 382 (9890). P. 452–477.
- Calcium supplementation during pregnancy for preventing hypertensive disorders and related problems / G. J. Hofmeyr et al. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020. P. 56–78.
- Imdad A., Bhutta Z. A. Effects of calcium supplementation during pregnancy on maternal, fetal and birth outcomes. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2022. № 26 (suppl 1). P. 138–152.
- Pre-eclampsia / B. W. Mol et al. *Lancet*. 2021. № 387 (10022). P. 999–1011.
- Institute of Medicine Committee on Understanding Premature Birth and Assuring Healthy Outcome. *Preterm Birth: Causes, Consequences, and Prevention*. Washington, DC : National Academies Press, 2020. P. 56–67.
- Calcium supplementation (other than for preventing or treating hypertension) for improving pregnancy and infant outcomes / P. Buppasiri et al. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021. P. 79–89.
- Long-term developmental outcomes of low birthweight infants / M. Hack et al. *Future Child*. 2020. № 5 (1). P. 176–196.
- 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 / M. E. Stuijvenberg et al. *Nutrition*. 2021. № 31 (6). P. 841–846.
- Bueno A. L., Czepliewski M. A. The importance for growth of dietary intake of calcium and vitamin D. *J Pediatr (Rio J)*. 2020. № 84 (5). P. 386–394.

REFERENCES

1. Weaver, C. M., Heaney, R. P. Calcium. In: Ross, A. C., Caballero, B., Cousins, R. J., Tucker, K. I., Ziegler, T. R., eds. (2022). *Modern Nutrition in Health Disease*. 11th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, (34): 133–149.
2. Nahar, Q., Choudhury, S., Faruque, M. O., Sultana, S. S., & Siddiquee, M. A. (2023). Desirable Dietary Pattern for Bangladesh. Dhaka, Bangladesh: Bangladesh Institute of Research and Rehabilitation in Diabetes. *Endocrine and Metabolic Disorders*, (23): 34–67.
3. World Health Organization (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition. 2nd ed. Geneva, Switzerland: *World Health Organization*, (12): 1–34.
4. World Health Organization (2020). Guideline: Calcium Supplementation in Pregnant Women. Geneva, Switzerland: *World Health Organization*, (23): 3–45.
5. Bhutta, Z. A., Das, J. K., & Rizvi, A. (2021). Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? *Lancet*, 382 (9890): 452–477.
6. Hofmeyr, G. J., Lawrie, T. A., Atallah, A. N., Duley, L., & Torloni, M. R. (2020). Calcium supplementation during pregnancy for preventing hypertensive disorders and related problems. *Cochrane Database Syst Rev*. (20): 56–78.
7. Imdad, A., & Bhutta, Z. A. (2022). Effects of calcium supplementation during pregnancy on maternal, fetal and birth outcomes. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 26 (suppl 1): 138–152.
8. Mol, B. W., Roberts, C. T., Thangaratnam, S., Magee, L. A., de Groot, C. J., & Hofmeyr, G. J. (2021). *Pre-eclampsia*. *Lancet*. 387 (10022): 999–1011.
9. Institute of Medicine Committee on Understanding Premature Birth and Assuring Healthy Outcome (2020). *Preterm Birth: Causes, Consequences, and Prevention*. Washington, DC: *National Academies Press*, 56–67.
10. Buppasiri, P., Lumbiganon, P., Thinkhamrop, J., Ngamjarus, C., Laopaiboon, M., & Medley, N. (2021). Calcium supplementation (other than for preventing or treating hypertension) for improving pregnancy and infant outcomes. *Cochrane Database Syst Rev*. (23): 79–89.
11. Hack, M., Klein, N. K., & Taylor, H. G. (2020). Long-term developmental outcomes of low birthweight infants. *Future Child*. 5 (1): 176–196.
12. Stuijvenberg, M. E., Nel, J., Schoeman, S. E., Lombard, C. J., du Plessis, L. M., & Dhansay, M. A. (2021). 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*. 31 (6): 841–846.
13. Bueno, A. L., & Czepliewski, M. A. (2020). The importance for growth of dietary intake of calcium and vitamin D. *J Pediatr (Rio J)*. 84 (5): 386–394.

Адреса для листування: М. М. Щурко, Комунальний заклад вищої освіти Львівської обласної ради "Львівська медична академія імені Андрія Крупинського", вул. Дорошенка, 70, Львів, 79000, Україна, e-mail: moyseyivna@ukr.net.

M. M. Shchurko¹, L. A. Liubinetz¹, N. B. Sopneva¹, I. Ya. Kuzyk², I. S. Dvuliat-Leshnevskaya¹

¹ANDREI KRUPYNSKYI LVIV MEDICAL ACADEMY

²FIRST KYIV PROFESSIONAL MEDICAL COLLEGE

SUBCLINICAL CALCIUM DEFICIENCY IN PRIMARY SCHOOL AGE CHILDREN

Summary

Introduction. Rational nutrition, which provides the body with all the necessary nutrients, is an important factor for the development of children and the formation of their health. Today, about 3 billion people in the world, or almost half of the planet's population, suffer from an imbalance in nutrition – both from excess and from insufficiency.

Unexpectedly for scientists and doctors, even in periods of relative well-being, a lack of minerals and vitamins was found in people's diet. It is known that, in addition to maintaining the balance of metabolic processes in the body, adequate provision of the need for vitamins and minerals helps to reduce the risk of developing some diseases.

The aim of the study – to assess the level of calcium in the blood of children of primary school age. Increase the efficiency of diagnosis and timely correction of subclinical calcium deficiency in children of primary school age.

Research Methods. 60 schoolchildren were examined, and a questionnaire was administered, which helped to assess the eating behavior and eating habits of junior high school students. In particular, 20 of them are children who consume dairy products 2 times a week, the other 20 are extremely rare, and 20 are a control group (who have a balanced diet). The average age of patients is 10 ± 3 years.

Dietary assessment was carried out using the Dietplan7 computer program, biochemical studies to determine total calcium, ionized calcium were carried out after their parents gave informed consent for invasive intervention.

Results and Discussion. According to the study results, the serum calcium level in patients of group 1 (2.3 ± 0.46 mmol/L) was 1.09 times lower than in the control group (2.5 ± 0.12 mmol/L, $p < 0.05$). The mean serum calcium concentration in patients of group 2 was (2.1 ± 0.47) mmol/L, which is 1.2 times lower than the control value.

The obtained results of ionized calcium levels in the blood serum of patients in group 1 (1.18 ± 0.56 mmol/L) were 1.02 times lower than in the control group (1.2 ± 0.34 mmol/L, $p < 0.05$). The mean ionized calcium concentration in the blood serum of patients in group 2 was (1.13 ± 0.24) mmol/L, which is 1.06 times lower than the control value.

Conclusions. Thus, calcium intake during childhood and adolescence is crucial, as adequate intake of this element during this life stage promotes the formation of a positive calcium balance, optimal bone density necessary for skeletal strengthening, and also reduces the risk of fractures and osteoporosis in the future.

KEY WORDS: calcium; schoolchildren; nutrition; deficiency.