



Deficiency of vitamin D and microelements in children recovered from COVID-19

Turdikul BOBOMURATOV¹, Dilnoza SHARIPOVA², Nargiza KARIMOVA³

Tashkent Medical Academy

ARTICLE INFO

Article history:

Received December 2023

Received in revised form

15 December 2023

Accepted 20 January 2024

Available online

25 February 2024

ABSTRACT

The article identifies and assesses Vitamin D deficiency and other microelements in children with COVID-19.

2181-1415/© 2024 in Science LLC.

DOI: <https://doi.org/10.47689/2181-1415-vol5-iss1-pp349-357>

This is an open access article under the Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

Keywords:

children,
COVID-19,
microelements,
Vitamin D,
deficiency.

COVID-19ni boshdan kechirgan bolalarda D vitamini va mikroelementlarning yetishmasligi

ANNOTATSIYA

Kalit soʻzlar:

bolalar,
COVID-19,
mikroelementlar,
D vitamini,
yetishmovchilik.

Maqolada COVID-19 kasalligini oʻtkazgan bolalarda D vitamini va boshqa mikroelementlar yetishmovchiligini aniqlash va ularga baho berish koʻrsatilgan.

¹ Head of Propaedeutics of Childhood Diseases Department, Tashkent Medical Academy

² Assistant, Propaedeutics of Childhood Diseases Department, Tashkent Medical Academy

³ Assistant, Propaedeutics of Childhood Diseases Department, Tashkent Medical Academy

Дефицит витамина D и микроэлементов у детей, переболевших COVID-19

АННОТАЦИЯ

Ключевые слова:

дети,
COVID-19,
микроэлементы,
витамин D,
дефицит.

В данной статье рассматривается проблема дефицита витамина D и микроэлементов у детей, перенесших заболевание COVID-19. Авторы анализируют данные о влиянии коронавирусной инфекции на баланс питательных веществ в организме детей и подростков. Исследование выявляет связь между перенесенным заболеванием и снижением уровня витамина D, а также дефицитом важных микроэлементов, таких как цинк, кальций и фосфор, которые играют ключевую роль в поддержании иммунитета и общего здоровья. В статье обсуждаются потенциальные последствия этих дефицитов для восстановления и развития детей после перенесенного COVID-19.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В начале пандемии COVID-19, из-за относительно небольшого числа подтвержденных случаев заболевания среди детей, существовало мнение, что дети и подростки менее подвержены риску заражения вирусом SARS-CoV-2 по сравнению с взрослыми. Однако со временем выяснилось, что малое количество подтвержденных случаев среди молодого населения объясняется склонностью к бессимптомному течению или легким формам COVID-19, а также более низкой частотой проведения тестирования среди детей [1, 2, 7, 9]. Особую обеспокоенность вызвали данные о развитии у детей, перенесших COVID-19, мультисистемного воспалительного синдрома (МСВС), характеризующегося тяжелым полиорганным поражением [3, 6, 9, 13, 18]. В начале пандемии большее внимание уделяли острому периоду COVID-19, но на данный момент вектор интереса сместился в сторону последствий перенесенной коронавирусной инфекции – long COVID-19 и постковидного синдрома [5, 8]. В отечественной и зарубежной литературе данные по изучению постковидного синдрома у детей и подростков не многочисленны, в настоящее время проводится интенсивный анализ полученных клинических наблюдений [4, 19].

За все время пандемии были предложены несколько определений постковидного синдрома. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) разработала консенсус, в котором было принято следующее определение [5]: состояние после COVID-19 (post-COVID-19 condition, PCC) возникает у лиц с вероятным или подтвержденным COVID-19 в анамнезе обычно через 3 мес. от начала COVID-19, проявляется симптомами, которые развиваются во время или после COVID-19, продолжают в течение 2 и более месяцев (т. е. 3 мес. с начала заболевания), не могут быть объяснены альтернативным диагнозом. У детей и подростков к факторам риска относятся наличие аллергических реакций в анамнезе, среднее и тяжелое течение COVID-19, избыточный вес / ожирение, неврологические заболевания и респираторная патология [13, 16].

Постковидное состояние может усугубиться из-за дефицита некоторых витаминов и микроэлементов в организме [17, 20]. Для детей, переболевших коронавирусной инфекцией характерно множественная микронутриентная недостаточность вследствие одновременного дефицита витаминов, кальция, магния, цинка, йода и других минеральных веществ. Микронутриенты (витамины и эссенциальные минеральные вещества) участвуют в многочисленных биохимических путях, выполняют определенные функции в организме, тесно взаимосвязаны между собой, образуя сложные метаболические сети (network) для поддержания гомеостаза и здоровья в целом [11, 13, 15].

Физиологическое значение микроэлементов в первую очередь связано с их критической ролью в составе ферментных систем организма. Оптимальное функционирование этих систем в значительной мере зависит от поступления микроэлементов из внешней среды. Недостаток, как и их избыток в среде обитания, может привести к заболеваниям, порой крайне тяжелым [7, 9, 20].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить уровень витамина D и некоторых микроэлементов (цинка, кальция и фосфора) у детей, переболевших COVID-19.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследованы 80 детей дошкольного (1-я группа) и раннего школьного возраста (2-я группа), находившиеся в клинике ТМА по различным жалобам на состояние здоровья. Ранее все эти дети переболели COVID-19, диагноз которого был подтвержден положительным тестом ПЦР. Лабораторные исследования детей проводили определением общего анализа крови, биохимических исследований и изучением микроэлементного состава в волосах. Контрольную группу составили 18 практически здоровых детей. Определение уровня общего 25-гидроксивитамина D в сыворотке крови выполняли коммерческими наборами на иммунохимическом анализаторе «Access 2» («Beckman coulter», США). В ходе исследований проводился отбор проб волос в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ. Для определения элементного состава волос использовался метод атомно-абсорбционного анализа микроэлементов в биосредах (МУ 42-46-87).

Результаты исследований обрабатывались методом вариационной статистики по Зайцеву (1990). Статистическую обработку фактического материала и графические изображения проводили на ЭВМ с использованием программных средств MS Excel 4,0. Достоверность данных оценивали с помощью критерия достоверности (t).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В клиническое отделение Ташкентской медицинской академии с различными жалобами на состояние здоровья попали дети в различный постковидный период – через 4 – 6 месяцев после того, как переболели COVID-19. У обследованных детей наиболее распространенными симптомами постковидного состояния были: кашель, головная боль, утомляемость, нарушение сна, снижение концентрации внимания, боли в животе, а также различные нарушения эмоциональной сферы (табл.1).

Анализ проведенных исследований показал, что 52 (65,0%) ребенка из числа обследованных были раннего (1-3 года, n=17) и дошкольного возраста (3-6 лет, n=35). Из числа детей дошкольного возраста – 28 были организованными (80,0%) и проживали в городской местности.

Необходимо отметить, что 69% из этих детей были определены как часто болеющие. 2-ю группу составили 28 детей (35,0%) – раннего школьного возраста.

Таблица 1.

Характеристика клинического состояния обследованных детей

Симптомы	Дети с постковидным синдромом		
	1-3 года n=17, абс/%	3-6 лет n=35, абс/%	6-11 лет n=28, абс/%
Головная боль	-	7/20,0	10/35,7
Утомляемость	-	-	5/17,8
Кашель	5/29,4	9/25,7	14/50,0
Повышение температуры	8/47,05	8/22,8	4/14,3
Боли в животе	3/17,6	5/14,3	7/25,0
Одышка	-	8/22,8	3/10,7
Насморк	6/35,3	6/17,1	5/17,8
Потеря аппетита	1/5,9	4/11,4	7/25,0
Нарушение сна	3/17,6	7/20,0	8/28,6
Снижение концентрации внимания	4/23,7	6/17,1	12/42,8
Симптомы интоксикации	5/29,4	5/14,3	6/21,4

Этот возраст называют вершиной детства. В современной периодизации психического развития охватывает период от 6-7 до 9-11 лет (Выготский Л.С.). Из числа детей раннего школьного возраста, часто болеющими были 11 детей (39,28%). Как известно, этот возрастной период связан с увеличением физических и умственных нагрузок, расширением социальных границ ребенка и адаптацией в обществе.

Анамнестические данные показали, что из числа детей 1-й группы у 48 (92,3%) – была коронавирусная инфекция средней степени тяжести, а у 4-х детей (7,69%) наблюдалась тяжелая степень тяжести течения COVID-19.

Коронавирусная инфекция у обследованных детей протекала с клинической картиной, приближенной к ОРВИ: отмечался сухой кашель, першение в горле, насморк, температура повышалась до 38°. У некоторых (11,5%) появлялась сыпь, было воспаление слизистой оболочки глаз (7,7%), головную боль отмечали 9,6% детей. У 11,5% были признаки расстройства ЖКТ. Длительность заболевания коронавирусной инфекцией в среднем составила 8,2±1,1 дней.

У обследованных детей проводили лабораторные исследования по изучению уровня витамина D в сыворотке периферической крови и микроэлементов, содержащихся в волосах. Результаты анализа показали, что у обследованных больных детей уровень витамина D был достоверно сниженным, как у детей дошкольного возраста, так и у детей младшего школьного возраста, (рис.1). Так, у детей дошкольного возраста уровень.

Витамин D

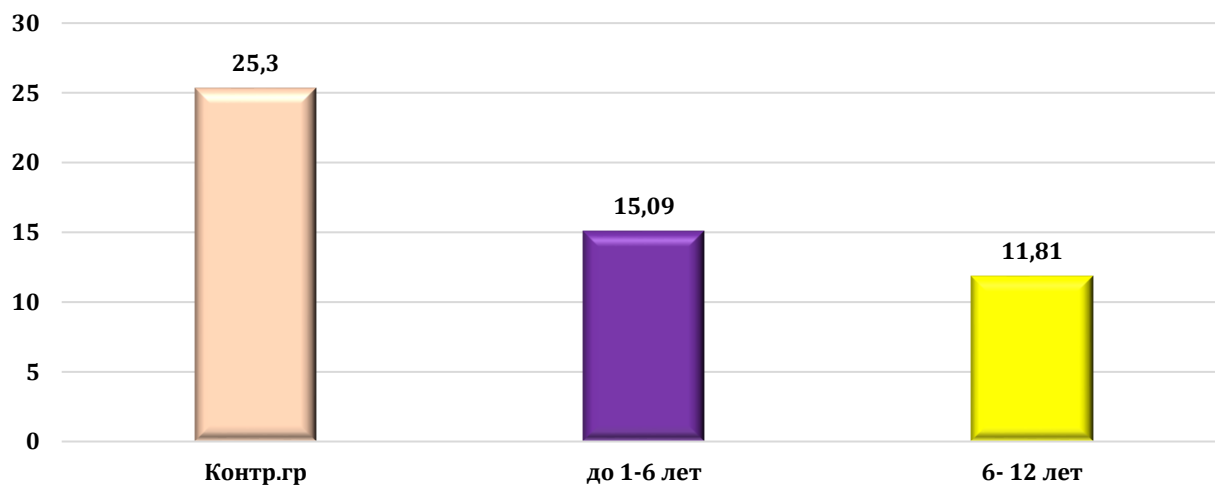


Рис.1. Уровень витамина D у обследованных детей, нг/мл.

Витамина D в сыворотке крови в среднем составил $15,09 \pm 1,0$ нг/мл, что по сравнению с данными контрольной группы был сниженным в 1,67 раза ($P < 0,01$). Как известно, недостаточность витамина D снижает секрецию противовирусных пептидов, тем самым, подавляя защитные свойства слизистых оболочек и усугубляя восприимчивость организма к острым респираторным инфекциям [10]. Дети с недостаточным уровнем витамина D подвержены более частым воспалительным заболеваниям.

Для оценки нутриентного статуса организма обследованных детей определяли уровни макроэлементов – кальция (Ca) и фосфора, а также микроэлемента – цинка в волосах. Содержание макро и микроэлементов в волосах отражает микроэлементный статус организма в целом, и пробы волос являются интегральным показателем минерального обмена. Наиболее актуальным для детского организма является состояние обмена кальция, фосфора и цинка, так как эти элементы участвуют в процессе роста и развития ребенка.

Анализ результатов исследования показал, что у детей контрольной группы уровень Ca составил в среднем $2,2 \pm 0,05$ ммоль (рис.2). У пациентов дошкольного и раннего школьного возраста уровень Ca был достоверно ниже значений контрольной группы – $1,9 \pm 0,04$ ммоль/л и $1,87 \pm 0,05$ ммоль/л, ($P < 0,01$). Кальций – макроэлемент, выполняющий разнообразные функции в организме человека. Этот минерал необходим для поддержания целостности мембран клеток, формирования костной ткани, передачи нервного импульса, секреции гормонов, сокращения мышечной ткани, процесса свертывания крови и некоторых других физиологических процессов. В организме взрослого человека весом 70 кг на долю кальция приходится около 1,2 кг, а у детей – примерно 0,68 кг. 99 % запасов кальция в организме находится в костях в виде гидроксиапатита и лишь менее 1 % – во внутриклеточной жидкости и в крови. Его основной источник – это пищевые продукты. Баланс кальция поддерживается благодаря взаимодействию паратиреоидного гормона паращитовидных желез, витамина D и кальцитонина щитовидной железы [15,17,20]. Дефицит кальция может оказывать повреждающее воздействие на различные системы органов.

При анализе уровня фосфора (P) было выявлено его содержание в среднем – $1,27 \pm 0,01$ ммоль/л. Концентрация P у детей дошкольного возраста составил в среднем $1,18 \pm 0,02$ ммоль/л, что было достоверно ниже контрольных значений, ($P < 0,05$), а у детей раннего школьного возраста уровень P был еще ниже – $0,99 \pm 0,02$ ммоль/л ($P < 0,01$).

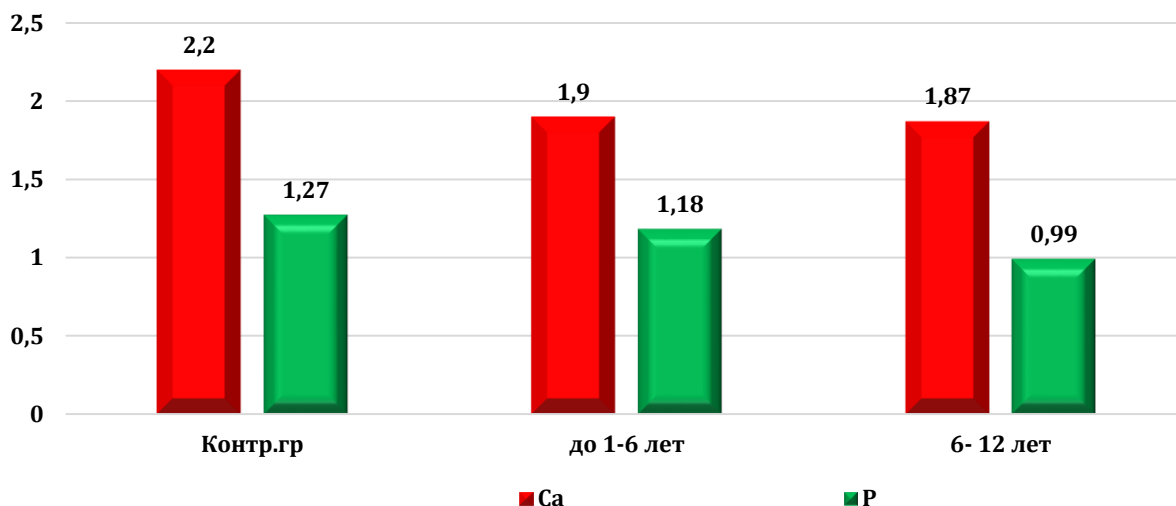


Рис.2. Уровень кальция и фосфора в волосах обследованных детей, ммоль/л.

Фосфор является одним из жизненно необходимых элементов. Относится к макроэлементам. Основное его количество находится в костях, однако он имеется также во всех других тканях, входит в состав белков. Фосфор в организм попадает в основном с молочными продуктами, яйцами, мясом, бобовыми. Метаболизм фосфора тесно связан с метаболизмом кальция. Основным органом, принимающим участие в поддержании равновесия фосфора, являются почки. Сниженное содержания свидетельствует об уменьшении поступления фосфора с пищей, о нарушении переваривания белков, а также о несоответствующем поступлении кальция или магния [16,17,20].

Уровень цинка (Zn) у детей дошкольного возраста, перенесших коронавирусную инфекцию, в раннем восстановительном периоде составил в среднем $9,5 \pm 1,0$ ммоль/л, что в 1,5 раза было ниже, чем в контрольной группе, ($P < 0,01$), а у детей раннего школьного возраста уровень Zn был в пределах от 5 до 12 ммоль/л. составляя в среднем $8,06 \pm 0,6$ ммоль/л, что в 1,77 раза ниже значений контрольной группы ($P < 0,01$) (рис.3).

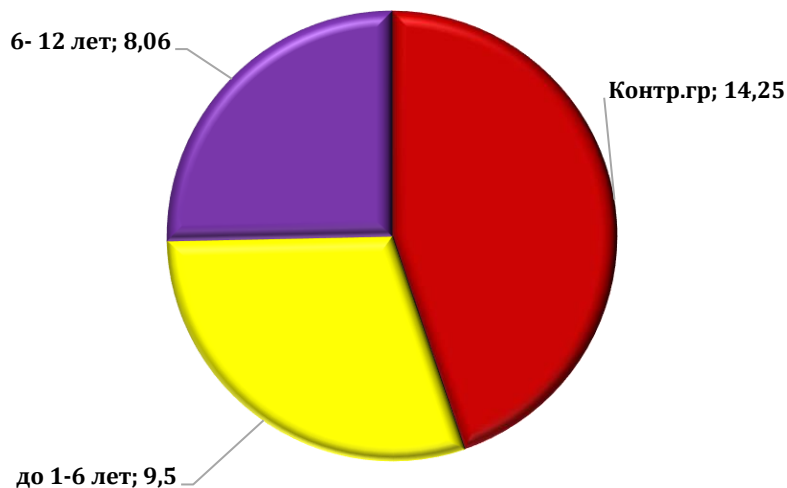


Рис.3. Уровень цинка (Zn) у обследованных детей, ммоль/л

Цинк относится к жизненно важным элементам. Является одним из наиболее распространенных микроэлементов в организме. Обнаруживается в составе более трех сотен металлоферментов, в числе которых такие, как щелочная фосфатаза, карбангидраза, РНК- и ДНК-полимеразы, алкогольдегидрогеназа, тимидинкиназные карбоксипептидазы. Ключевая роль этого элемента в синтезе белка, нуклеиновых кислот объясняет возможные нарушения роста, заживления ран, отмечающиеся при его дефиците [14, 18, 17].

Клинические признаки нехватки цинка достаточно неспецифичны, могут варьировать и зависеть от выраженности и продолжительности дефицита. Проявления включают задержку роста, более выраженную подверженность инфекциям (из-за нарушений функций системы иммунитета), потерю аппетита, диарею, изменение познавательных функций, анемию, нарушения углеводного обмена, увеличение печени и селезенки, поражения кожных покровов, выпадение волос, нарушения зрения, аномалии развития [19, 20].

Таким образом, показатели концентраций микроэлементов в волосах детей в раннем восстановительном периоде характеризуется выраженным дефицитом Ca, Zn и P, что создает основу для возникновения дисфункций физиологических систем организма. У детей с постковидным синдромом, когда метаболические процессы испытывают высокое напряжение, нарушения нутриентного баланса могут оказать существенное влияние как на характер адаптационных реакций, так и на возрастное развитие основных систем организма [5]. При этом хронический дефицит жизненно важных элементов в постковидном периоде создает основу для возникновения дисфункций физиологических систем широкого спектра патологий у детей в разных возрастных периодах онтогенеза. В связи с постковидным синдромом, важной мерой в стационарной системе лечения детей и подростков должен стать контроль за элементным балансом в организме. Это позволит своевременно оптимизировать питание и провести необходимую коррекцию выявленных нарушений на основе обоснованных данных.

ВЫВОДЫ

1. У детей, переболевших коронавирусной инфекцией, в постковидный период наблюдается дефицит витамина D.
2. Постковидный период у детей, как дошкольного, так и раннего школьного возраста характеризуется сниженным уровнем макро- и микроэлементов таких как кальций, фосфор и цинк.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ:

1. Алан Г. Б. Клиническое руководство Тица по лабораторным тестам //М.: Лабора. – 2013. – Т. 1280.
2. Долгов В. В. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. Т. 1. – 2017.
3. Дыдыкина И. С., Коваленко П. С., Коваленко А. А. Дефицит витамина D: скелетные и внескелетные нарушения и их коррекция альфакальцидолом //Consilium Medicum. – 2018. – Т. 20. – №. 9.
4. Национальная программа «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции». Союз педиатров России и др. М.: ПедиатрЪ, 2018. 96 с
5. Перегоедова В.Н., Богомолова И.К. Содержание витамина D сыворотки крови у детей с коронавирусной инфекцией. Сибирское
6. медицинское обозрение. 2021;(6):79-82. DOI: 10.20333/25000136-2021-6-79-82
7. Пигарова Е. А. и др. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике, лечению и профилактике дефицита витамина D у взрослых //Проблемы эндокринологии. – 2016. – Т. 62. – №. 4.
8. Blaurock-Busch E, Amin OR, Dessoki NH, Rabah T. Toxic Metals and Essential Elements in Hair and Severity of Symptoms among Children with Autism. *Maedica (Buchar)*. 2012 Jan;7(1):38-48.
9. Chibuzor MT, Graham-Kalio D, Osaji JO, Meremikwu MM. Vitamin D, calcium or a combination of vitamin D and calcium for the treatment of nutritional rickets in children. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2020;4(4):CD012581. DOI: 10.1002/14651858.CD012581
10. Chalmers JD, McHugh BJ, Docherty C, Govan JR, Hill AT. Vitamin D deficiency is associated with chronic bacterial colonization and disease severity in bronchiectasis. *Thorax*. 2013;68(1):39-47. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2012-202125
11. Dankers W, Colin EM, van Hamburg JP, Lubberts E. Vitamin D in Autoimmunity: Molecular Mechanisms and Therapeutic Potential. *Frontiers in Immunology*. 2017;(7):697. DOI: 10.3389/fimmu.2016.00697
12. Dancer RC, Parekh D, Lax S, D'Souza V, Zheng S, Bassford CR, Park D, Bartis DG, Mahida R, Turner AM, Sapey E, Wei W, Naidu B, Stewart PM, Fraser WD, Christopher KB, Cooper MS, Gao F, Sansom DM, Martineau AR, Perkins GD, Thickett DR. Vitamin D deficiency contributes directly
13. To the acute respiratory distress syndrome (ARDS). *Thorax*. 2015;70(7):617-24. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2014-206680
14. Holick M. F. et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline //The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. – 2011. – Т. 96. – №. 7. – С. 1911-1930.

15. Illescas-Montes R. et al. Vitamin D and autoimmune diseases //Life sciences. – 2019. – Т. 233. – С. 116744.
16. Sassi F., Tamone C., D'Amelio P. Vitamin D: nutrient, hormone, and immunomodulator //Nutrients. – 2018. – Т. 10. – №. 11. – С. 1656.
17. Suliburska J. A comparison of levels of select minerals in scalp hair samples with estimated dietary intakes of these minerals in women of reproductive age. Biol Trace Elem Res. 2011 Dec;144(1-3):77-85. doi: 10.1007/s12011-011-9034-9. Epub 2011 Mar 29.
18. Namkoong S, Hong SP, Kim MH, Park BC. Reliability on intra-laboratory and inter-laboratory data of hair mineral analysis comparing with blood analysis. Ann Dermatol. 2013 Feb;25(1):67-72. doi: 10.5021/ad.2013.25.1.67. Epub 2013 Feb 14.
19. Yin K, Agrawal DK. Vitamin D and inflammatory diseases. Journal of Inflammation Research. 2014;(7):69-87. DOI:10.2147/JIR.S63898
20. Panfili FM, Roversi M, D'Argenio P, Rossi P, Cappa M, Fintini D. Possible role of vitamin D in Covid-19 infection in the pediatric population. Journal of Endocrinological Investigation. 2021;44(1):27-35. DOI: 10.1007/s40618-020-01327-0
21. Holick MF. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders. 2017;18(2):153-165. DOI: 10.1007/s11154-017-9424-1
22. Mamani M, Muceli N, Ghasemi Basir HR, Vasheghani M, Poorolajal J. Association between serum concentration of 25-hydroxyvitamin D and community-acquired pneumonia: a case-control study. International Journal of General Medicine. 2017;(10):423-429. DOI: 10.2147/IJGM.S149049