ПРИНЦИПЫ ДИЕТОТЕРАПИИ ПРИ ОЖИРЕНИИ И БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ

Разикова И.С., Акромов А.Т.
Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр аллергологии и клинической иммунологии (Ташкент, Узбекистан)
Ташкентский государственный медицинский университет (Ташкент, Узбекистан)

Аннотация. *Ожирение и бронхиальная астма – два распространенных заболевания, которые влияют на миллионы людей по всему миру. Исследования показывают, что ожирение увеличивает риск развития бронхиальной астмы, а также усугубляет ее течение. Рациональное питание может не только помочь контролировать массу тела, но и улучшить функцию легких и снизить воспаление дыхательных путей. В данной статье мы рассмотрим, какие продукты следует включать в рацион при ожирении и бронхиальной астме, а каких следует избегать для достижения оптимального здоровья.*

Цель *– проанализировать научные источники и понять, как питание влияет на течение ожирения и бронхиальной астмы.*

Материал и методы*. Исследование проводилось на основе данных, опубликованных за последние десять лет, в базах PubMed и eLIBRARY,*

Ключевые слова: *«ожирение», «бронхиальная астма», «питание», «диета», «антиоксиданты».*

Результаты*. Доказано, что ожирение вызывает воспаление в организме, которое в свою очередь может усугублять симптомы бронхиальной астмы. Одним из ключевых факторов, влияющих на системное воспаление при ожирении, является рацион, богатый простыми углеводами и насыщенными жирами. Эти продукты, взаимодействуя с организмом, способствуют развитию хронического воспаления и могут ухудшить течение бронхиальной астмы. Вместе с тем исследования показывают, что диета, богатая антиоксидантами, полиненасыщенными жирными кислотами, может снижать уровень воспаления в организме и улучшать контроль над астмой у пациентов с ожирением.*

Заключение*. В настоящее время проведено множество исследований, посвященных изучению питания людей с ожирением и бронхиальной астмой. Однако их результаты носят противоречивый характер и требуют дальнейшего анализа. Чтобы достичь прогресса в понимании того, как обеспечить рациональное питание, которое улучшит состояние пациентов с этими заболеваниями, необходимо провести более длительные и масштабные исследования.*



Рис. **Принципы диетотерапии при ожирении и бронхиальной астме**

Введение.

В современном обществе более 890 млн человек страдают от ожирения. Распространенность данного заболевания почти утроилась за последние годы, и, согласно прогнозам, к 2030 г. избыточная масса тела затронет более 1,02 млрд человек [1]. Проблема ожирения стала одним из главных вызовов в области здравоохранения в XXI столетии. Ожирение сопряжено с возникновением сахарного диабета 2-го типа, сердечно-сосудистыми заболеваниями, неалкогольной жировой болезнью печени и бронхиальной астмой.

С 2005 по 2022 г. количество людей, страдающих бронхиальной астмой, значительно увеличилось. Рост заболеваний органов дыхания за это время составил 43% [2]. Ухудшить течение бронхиальной астмы может ожирение. При данных заболеваниях рациональное питание не только способствует снижению жировой массы тела, но и улучшает контроль над симптомами бронхиальной астмы. В настоящее время нельзя не признать важную роль пищи в возникновении хронических заболеваний, таких как сахарный диабет 2-го типа, метаболический синдром, ожирение и бронхиальная астма.

Рекомендации по правильному питанию становятся неотъемлемой частью комплексного лечения многих хронических заболеваний [3, 4]. Так, было установлено, что пища оказывает существенное воздействие на течение астмы независимо от аллергического статуса [5]. Исследования показали, что диетические аспекты могут напрямую влиять на патогенез бронхиальной астмы и играть ключевую роль в терапии данной патологии [6, 7].

В связи с низким эозинофильным воспалением и низкой сенсибилизацией к аллергенам пациенты, страдающие бронхиальной астмой и ожирением, демонстрируют уникальный фенотип с особым патофизиологическим проявлением [8]. Возрастающий интерес вызывает особая значимость диеты в терапии астмы у таких пациентов, учитывая их ограниченную реакцию на ингаляционные кортикостероиды. Специалисты активно обсуждают, как изменения в рационе могут помочь пациентам с астмой и ожирением улучшить качество жизни. В данном обзоре будет представлено воздействие рациона питания на пациентов с бронхиальной астмой и ожирением.

Цель – проанализировать источники и изучить основы питания при ожирении и бронхиальной астме.

Проведен анализ литературы за последние десять лет с помощью баз данных PubMed, eLIBRARY, по ключевым словам, «ожирение», «бронхиальная астма», «питание», «диета», «антиоксиданты».

Системное воспаление и диетотерапия

Исследования подтверждают, что ожирение и бронхиальная астма могут сопровождаться системным воспалением, особенно при наличии нейтрофильного воспалительного фенотипа. Это связано с серьезными последствиями заболеваний, такими как ухудшение функции легких, учащение обострений и увеличение воспаления дыхательных путей [9].

Важно отметить, что питание оказывает значительное влияние на системное воспаление. В настоящее время проводятся исследования по изучению воздействия средиземноморской и западной диет на системное воспаление. Современные рекомендации по средиземноморскому типу питания включают потребление разнообразных фруктов, овощей и цельнозерновых продуктов. Напротив, в западной диете, распространенной в развитых странах, преобладают полуфабрикаты. Это приводит к высокому потреблению красного мяса, сладостей, жареной пищи и молочных продуктов с высоким содержанием жира, а также к низкому уровню потребления фруктов и овощей.

Одно из главных отличий средиземноморской диеты от западной заключается в большом количестве потребляемых фруктов и овощей. Из-за высокого содержания витаминов, минералов, клетчатки и фитохимических веществ, таких как антиоксиданты, полифенолы, флавоноиды и

каротиноиды, населению рекомендуется увеличить потребление фруктов и овощей. Важное место в рекомендациях по питанию занимают фрукты и овощи во многих странах, но в настоящее время отмечено недостаточное их потребление. Только 0,4% населения мира соблюдают рекомендуемые нормы по рациональному питанию [10].

Исследования свидетельствуют о пользе средиземноморского питания для здоровья благодаря высокому содержанию клетчатки, антиоксидантов, белка и умеренному количеству жиров. Потребление продуктов западной кухни, в отличие от средиземноморской диеты, может привести к негативным последствиям из-за избыточного содержания насыщенных жиров, сахара и натрия при недостаточном потреблении омега-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Известно, что западная диета из-за недостатка антиоксидантов и избытка насыщенных жирных кислот способствует формированию провоспалительной среды, что увеличивает чувствительность к окислительному стрессу и активирует врожденный иммунитет через рецептор TLR4, стимулирующий воспалительные процессы [11].

Напротив, считается, что средиземноморская диета способствует созданию противовоспалительной среды за счет содержания противовоспалительных питательных веществ, таких как ПНЖК и антиоксиданты [12]. В ходе исследования у пациентов, соблюдающих средиземноморскую диету, отмечено существенное снижение уровня С-реактивного белка в плазме, интерлейкина 6 (ИЛ-6) и молекулы внутриклеточной адгезии-1 (ICAM-1), что свидетельствует о проявлении противовоспалительного эффекта [13].

В результате анализа работы по изучению добавления миндаля к средиземноморской диете было выявлено, что количество мелких адипоцитов в белой жировой ткани увеличилось. Экспрессия генов, связанных с ангиогенезом, повысилась в подкожной жировой ткани. В то же время в висцеральной жировой ткани наблюдалось увеличение экспрессии генов, контролирующих процессы адипогенеза, ангиогенеза, аутофагии и метаболизма жирных кислот. Кроме того, в сравнении с контрольной группой было обнаружено повышенное иммунофлуоресцентное окрашивание рецепторов, ответственных за активацию пероксисомного пролифератора, а также увеличенное содержание бета-адренорецепторов. При этом изменения в висцеральной жировой ткани коррелировали со значительным снижением уровня циркулирующих маркеров воспаления и липопротеинов низкой плотности [14].

По результатам другого исследования было выявлено, что употребление рафинированных углеводов, красного мяса и алкоголя способствует набору жировой массы и увеличению объема талии. Вместе с тем регулярное употребление нежирных молочных продуктов и овощей связано с более эффективным контролем жировой массы в организме [15]. Сочетание биологически активных соединений в средиземноморской диете делает ее уникальной диетической моделью [16]. В этой диете оптимально сочетаются полезные жиры, белки, клетчатка, витамины, минеральные вещества и многочисленные биоактивные компоненты, включая фитостеролы, полифенолы и другие соединения. Эти компоненты могут оказывать противовоспалительное и антиоксидантное воздействие, а также способствовать снижению жировой массы тела и уменьшению осложнений, связанных с ожирением [17].

Результаты исследований по изучению влияния средиземноморской диеты на развитие астмы противоречивы. С одной стороны, в некоторых работах была выявлена обратная связь между употреблением фруктов, особенно яблок и апельсинов, и возникновением бронхиальной астмы. С другой стороны, положительное воздействие овощей на астму подтверждается некоторыми исследованиями, включая анализ влияния флавоноидов. Существуют также исследования, которые не обнаружили какой-либо связи между по-

треблением фруктов, овощей и развитием астмы [18].

Однозначно во многих работах не было обнаружено подтверждений связи между западной диетой и возникновением астмы у взрослых [19]. Однако установлено, что употребление сладких напитков связано с развитием у взрослых астмы [20]. В детском возрасте риск развития астмы и возникновения хрипов повышает западная диета с высоким содержанием жиров. Было доказано, что риск появления хрипов у четырехлетних детей значительно увеличивается, если они употребляют фастфуд не менее трех раз в неделю [21].

Исследования показали, что у пациентов с астмой, которые предпочитают пищу с высоким содержанием жиров, увеличивается количество нейтрофилов в мокроте через четыре часа после приема пищи. Также было установлено, что это способствует активации генов (TLR4), ответственных за иммунные процессы и приводящих к усилению воспаления дыхательных путей [22].

Снижение потребления насыщенных жиров в рационе приводило к уменьшению воспалительных процессов в дыхательных путях у пациентов с астмой. Если взрослые с тяжелой формой астмы употребляли много жиров и мало клетчатки, то это способствовало усилению эозинофильного воспаления дыхательных путей.

За последние десятилетия увеличение заболеваемости ожирением и астмой связывают с ростом потребления маргарина и животного жира, что может способствовать активации воспалительных цитокинов, включая ИЛ-1 и ИЛ-6. Поступление с пищей линолевой кислоты стимулирует производство ИЛ-1 и ИЛ-6. Кроме того, линолевая кислота является предшественником арахидоновой кислоты, которая превращается в простагландин Е2, оказывающий воздействие на Т-лимфоциты путем снижения продукции g-интерферона. Увеличение синтеза простагландина Е2 в результате нерационального питания может способствовать развитию аллергической сенсибилизации путем усиления выработки IgE. Этот процесс в свою очередь вызван ИЛ-4, стимулирующим синтез IgE, и противоположным действием гамма-интерферона. Уменьшение негативного воздействия нерационального питания на развитие аллергии возможно при использовании полиненасыщенных жирных кислот для ингибирования формирования простагландина Е2.

Принципы диетотерапии при бронхиальной астме и ожирении

Пациентам с ожирением и бронхиальной астмой, не имеющим индивидуальной непереносимости определенных продуктов, рекомендуется придерживаться рационального питания, включающего ограничение употребления крепких мясных и рыбных бульонов, поваренной соли, острых продуктов, пряностей, а также продуктов, содержащих легкоусвояемые углеводы. Важно отметить, что некоторые люди с бронхиальной астмой могут быть особенно чувствительны к натрию.

Следует отказаться от пищевых добавок, содержащих соль, иначе это может привести к ухудшению проходимости бронхов и увеличению неспецифической гиперреактивности дыхательных путей. Для достижения снижения гиперреактивности бронхов можно использовать печень трески, пищевые добавки, содержащие эссенциальные омега-3 жирные кислоты, такие как каноловое масло, рыбий жир. Они способны оказывать модулирующее воздействие на цитокины, играющие центральную роль в воспалительном процессе в слизистой оболочке дыхательных путей.

Исследования показали, что рыбий жир также оказывает противовоспалительное действие при бронхиальной астме. Замена арахидоновой кислоты на ПНЖК в клеточных мембранах приводит к уменьшению проявлений поздней аллергической реакции. Эти жирные кислоты ингибируют продукцию липидных медиаторов воспаления и снижают реакцию тканей на цитокины. В результате приступы

удушья становятся реже, снижаются дозировки лекарственных препаратов.

Изучение данных, полученных в ходе проспективных и когортных исследований, указывает на то, что употребление рыбы защищает от развития астмы и возникновения хрипов [23]. Результаты исследований, проведенных в этой области, а также метаанализы подтверждают, что особенно полезно включать рыбу в рацион детей раннего возраста.

Исследования показали, что наличие оксидативного стресса коррелирует с развитием ожирения и бронхиальной астмы. Повышение уровня прооксидантов и снижение активности антиоксидантов в бронхоальвеолярной жидкости наблюдается при усилении тяжести бронхиальной астмы у пациентов с ожирением, что свидетельствует о целесообразности применения витаминов-антиоксидантов в терапии данных заболеваний [24, 25].

Снижение поступления витамина С с пищей повышает риск нарушения реактивности бронхов более чем в пять раз. Авторы некоторых работ выявили отрицательную корреляцию между потреблением витамина С, цинка, селена и риском развития астмы [26]. Однако после проведения метаанализа было установлено, что прием добавок, содержащих витамин С, не оказывает существенного воздействия на объем форсированного выдоха у взрослых пациентов, страдающих астмой [18].

Повышенная жировая масса влияет на уровень витамина С в организме. Исследования показали, что у людей с ожирением уровень витамина С в крови снижен по сравнению с теми, у кого масса тела находится в норме. Было установлено, что индекс массы тела (ИМТ) и окружность талии (ОТ) у взрослых имеют обратную зависимость от концентрации витамина С в плазме [27].

Влияние витамина Е на ИМТ и ОТ у пациентов с ожирением выявлено не было [28]. Иммунные клетки содержат более высокую концентрацию витамина Е, который является эффективным регулятором иммунной функции в организме. Поглощая и удаляя активные формы кислорода благодаря своему хромановому кольцу, альфа-токоферол защищает полиненасыщенные жирные кислоты и стабилизирует клеточные мембраны. Исследования установили положительную корреляцию между альфа-токоферолом и снижением воспалительной реакции.

Однако есть работы, показавшие, что добавки с этим витамином не дали ожидаемого защитного эффекта [18, 29]. Воздействие антиоксидантов на управление астмой недостаточно доказано. Некоторые исследования не подтвердили положительного эффекта применения витаминов С, D и Е на течение астмы. В то же время есть работы, показавшие, что комбинация витаминов А, В6, С, Е, рыбьего жира, кальция, цинка и селена значительно улучшает контроль над астмой и качество жизни пациентов [18].

С повышенным риском развития астмы и более тяжелой формой заболевания связано низкое потребление витамина А с пищей. Противоастматическое действие этого витамина связано с его способностью защищать от окислительного стресса и влиять на иммунную систему. Витамин А играет важную роль в развитии легких и дифференцировке эпителиальных клеток. Известно, что прием витамина А во время беременности и в раннем детстве способствует улучшению функции легких у детей. Однако в более позднем возрасте наблюдений о снижении риска появления астмы и улучшении показателей спирометрии не выявлено [30]. Исследования показали, что у пациентов с ожирением наблюдается значительное снижение уровня витамина А в крови [31]. Дефицит витамина А связывают с инсулинорезистентностью у пациентов с ожирением [32].

У детей и подростков с ожирением возрастает риск дефицита витамина D из-за накопления этого витамина в жировой ткани и уменьшения его уровня в крови. У взрослых с ожирением также все чаще наблюдается дефицит витамина D. Было установлено, что витамин D имеет важное

значение для функции дыхательной системы. Влияние уровня витамина D на тяжесть астмы объясняется его воздействием на ремоделирование дыхательных путей. Он играет ключевую роль в прямом подавлении роста и сократительной способности гладкомышечных клеток дыхательных путей, а также в пролиферации фибробластов [33]. Исследования показали, что уровень витамина D в крови у детей, страдающих астмой, имеет обратную зависимость от контроля заболевания [34]. Было выявлено и прямое влияние витамина D на показатели функции легких, такие как объем форсированного выдоха и форсированная жизненная емкость.

В то же время связь между дефицитом витамина D и общим уровнем IgE остается предметом споров [35]. Есть работы, показавшие, что контроль над астмой улучшается при уровне 25(OH)D в сыворотке ≥ 40 нг/мл [33]. Однако мнения авторов разделяются относительно рекомендуемой дозы витамина D для пациентов с бронхиальной астмой, большинство предлагает повышенную дозировку данного витамина [35, 36]. Установлено, что увеличение потребления витаминов, минеральных веществ и полиненасыщенных жирных кислот, обладающих противовоспалительными свойствами, помогут снизить уровень воспаления в организме.

Заключение.

Изучение вопроса о влиянии продуктов питания на системное воспаление при бронхиальной астме и ожирении играет значительную роль в управлении этими заболеваниями. Важно отметить, что некоторые продукты могут усиливать проявления астмы и увеличивать вероятность приступов, тогда как другие способны снизить воспалительные процессы и улучшить состояние пациентов (рисунок).

Необходимо провести дополнительные исследования влияния микронутриентов на пациентов с бронхиальной астмой и ожирением. Исследования, проведенные в настоящее время, показывают противоречивые результаты и требуют дополнительного рассмотрения. Несмотря на благоприятные эффекты микронутриентов, их конкретная роль и оптимальные дозировки для пациентов с бронхиальной астмой до конца не изучены. Возможно, что индивидуальные особенности каждого пациента влияют на эффективность применения микронутриентов, делая эту проблему еще более сложной.

Таким образом, понимание влияния макро- и микронутриентного состава рациона питания на течение бронхиальной астмы у больных с ожирением играет важную роль в разработке персонализированной диетотерапии данной категории пациентов. Чтобы исследовать возможности и перспективы персонализированного питания, направленного на улучшение клинического статуса детей и взрослых с бронхиальной астмой и ожирением, необходимо продолжить проведение крупномасштабных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lingvay I., Cohen R.V., Roux C.W., Sumithran P. Obesity in adults. Lancet. 2024; 7 (404): 972–987.

2. Мамедов М.Н., Марданов Б.У., Савчук Е.А. Анализ заболеваемости инфекционными и хроническими неинфекционными заболеваниями в России. Сборник избранных статей. 2024; 5–11.

3. Calcaterra V., Cena H., Rossi V., et al. Ultra-Processed Food, Reward System and Childhood Obesity. Children (Basel). 2023; 10 (5): 804.

4. García-García F.J., Monistrol-Mula A., Cardellach F., et al. Nutrition, Bioenergetics, and Metabolic Syndrome. Nutrients. 2020; 12 (9): 2785.

6. Julia V., Macia L., Dombrowicz D. The Impact of Diet on Asthma and Allergic Diseases. Nat. Rev. Immunol. 2015; 15 (5): 308–322.

7. Guo C., Liu P., Lin K., et al. Nutritional supplement therapy improves oxidative stress, immune response, pulmonary function, and quality of life in allergic asthma patients: an open-label pilot study. Altern. Med. Rev. 2012; 17 (1): 42–56.

8. Zhang P. The Role of Diet and Nutrition in Allergic Diseases. Nutrients. 2023; 15 (17): 3683.

9. Scott H.A., Ng S.H., McLoughlin R.F., et al. Effect obesity on airway and systemic inflammation in adults with asthma: a systematic review and meta-analysis. Thorax. 2023; 78 (10): 957–965.

10. Fu J., McDonald V., Baines K.J., et al. Airway IL-1β and Systemic Inflammation as Predictors of Future Exacerbation Risk in Asthma and COPD. Chest. 2015; 148 (3): 618–629.

11. Micha R., Khatibzadeh S., Shi P., et al. Global, regional and national consumption of major food groups in 1990 and 2010: a systematic analysis including 266 country-specific nutrition surveys worldwide. BMJ Open. 2015; 5 (9): e008705.

12. Wood L.G., Shivappa N., Berthon B.S., et al. Dietary Inflammatory Index is Related to Asthma Risk, Lung Function and Systemic Inflammation in Asthma. Clin. Exp. Allergy. 20 15; 45 (1): 177–183.

13. Koloverou E., Panagiotakos D.B., Pitsavos C., et al. Adherence to Mediterranean Diet and 10-year Incidence (2002–2012) of Diabetes: Correlations with Inflammatory and Oxidative Stress Biomarkers in the ATTICA Cohort Study. Diabetes Metab. Res. Rev. 2016; 32 (1): 73–81.

14. Papadaki A., Nolen-Doerr E., Mantzoros C.S. The Effect of the Mediterranean Diet on Metabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials in Adults. Meta-Analysis. Nutrients. 2020; 12 (11): 3342.

15. Osorio-Conles O., Olbeyra R., MoizéV., et al. Positive Effects of a Mediterranean Diet Supplemented with Almonds on Female Adipose Tissue Biology in Severe Obesity. Nutrients. 2022; 14 (13): 2617.

16. Konieczna J., Romaguera D., Pereira V., et al. Longitudinal association of changes in diet with changes in body weight and waist circumference in subjects at high cardiovascular risk: the PREDIMED trial. Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act. 2019; 16 (1): 139.

17. Schwingshackl L., Morze J., Hoffmann G. Mediterranean diet and health status: Active ingredients and pharmacological mechanisms. Br. J. Pharmacol. 2020; 177 (6): 12 41–1257.

18. Dominguez L.J., Veronese N., Di Bella G., et al. Mediterranean diet in the management and prevention of obesity. Exp. Gerontol. 2023; 174: 112121.

19. Guilleminault L., Williams E., Scott H., et al. Diet and Asthma: Is It Time to Adapt Our Message? Nutrients. 2017; 9 (11): 1227.

20. Brigham E.P., Kolahdooz F., Hansel N., et al. Association between Western diet pattern and adult asthma: A focused review. Ann Allergy Asthma Immunol. 2015; 114 (4): 73–80.

21. Park S., Akinbami L.J., McGuire L.C., et al. Association of sugar-sweetened beverage intake frequency and asthma among U.S. adults, 2013. Prev. Med. 2016; 91: 58–61.

22. Castro-Rodriguez J.A., Ramirez-Hernandez M., Padilla O., et al. Effect of foods and Mediterranean diet during pregnancy and first years of life on wheezing, rhinitis and dermatitis in preschoolers. Allergol. Immunopathol. (Madr). 2016; 44 (5): 9–400.

23. Li Q., Baines K.J., Gibson P.G., et al. Changes in expression of genes regulating airway inflammation following a high-fat mixed meal in asthmatics. Nutrients. 2016; 8 (1): 30.

24. Lumia M., Takkinen H.M., Luukkainen P., et al. Food consumption and risk of childhood asthma. Pediatr Allergy Immunol. 2015; 26 (8): 796–789.

25. Zhang G.Q., Liu B., Li J., et al. Fish intake during pregnancy or infancy and allergic outcomes in children: A systematic review and meta-analysis. Pediatr. Allergy Immunol. 2017; 28 (2): 152–161.

26. Лапик И.А., Гаппарова К.М. Перспективы использования антиоксидантов в терапии ожирения и бронхиальной астмы. Сборник научных статей. Актуальные проблемы науки и техники. Инноватика. 2024; 127–131.

27. Chen L., Chen C., Lin M., et al. Association between diet-derived antioxidants and asthma: Insights from the NHANES survey 2003–2018 and Mendelian randomization analysis. Heart Lung. 2025; 69: 71–77.

28. Wilson R.B., Liang Y., Kaushal D., et al. Molecular Pharmacology of Vitamin C and Relevance to Health and Obesity-A Narrative Review. Int. J. Mol. Sci. 2024; 25 (14): 7523.

29. Emami M.R., Jamshidi S., Zarezadeh M., et al. Can vitamin E supplementation affect obesity indices? A systematic review and meta-analysis of twenty-four randomized controlled trials. Clin. Nutr. 2021; 40 (5): 3201–3209.

30. Larkin E.K., Gao Y., Gebretsadik T., et al. new risk factors for adult-onset incident asthma. A nested case-control study of host antioxidant defense. Am J Respir Crit Care Med. 2015; 191 (1): 45–53.

31. Calcaterra V., Verduci E., Ghezzi M., et al. Pediatric Obesity-Related Asthma: The Role of Nutrition and Nutrients in Prevention and Treatment. Nutrients. 2021; 13 (11): 3708.

32. Trasino S.E., Tang X.-H., Jessurun J., et al. Obesity Leads to Tissue, but not Serum Vitamin A Deficiency. Sci. Rep. 2015; 5: 15893.

33. Wei X., Peng R., Cao J., et al. Serum vitamin A status is associated with obesity and the metabolic syndrome among school-age children in Chongqing, China. Asia Pac. J. Clin. Nutr. 2016; 25: 563–570.

34. Bose S., Diette G.B., Woo H., et al. Vitamin D Status Modifies the Response to Indoor Particulate Matter in Obese Urban Children with Asthma. J. Allergy Clin. Immunol. 2019; 7 (6): 1815–1822.

35. Batmaz S.B., Arıkoğlu T., Tamer L., et al. Seasonal Variation of Asthma Control, Lung Function Tests and Allergic Inflammation in Relation to Vitamin D Levels: A Prospective Annual Study. Postepy Dermatol. Alergol. 20 18; 35 (1): 99–105.

36. Nassar M.F., Emam E.K., Allam M.F. Is There a Benefit of Vitamin D Supplementation in Deficient Children and Adolescents Suffering from Obesity? A Meta-Analysis. Glob. Pediatr. Health. 2021; 27: 8.

37. Fiamenghi, V.I., Mello E.D. Vitamin D deficiency in children and adolescents with obesity: a meta-analysis. J. Pediatr. (Rio J.) 20 21; 97 (3): 273–279.