УДК: 611.34:612.392:612.6

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ КИШЕЧНИКА И ЕЁ СВЯЗЬ С ОСОБЕННОСТЯМИ ПИТАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ

Азизова Феруза Лютпиллаевна - д.м.н., профессор
Камилова Аида Шералиевна - ассистент
Камилов Джамшид Юлдашевич - ассистент
Ташкентский государственный медицинский университет (Ташкент, Узбекистан)

Аннотация. *В обзорной статье представлен анализ современных научных данных о сравнительной морфологии тонкого и толстого кишечника человека в различные возрастные периоды, а также их взаимосвязь с особенностями питания. Рассмотрены структурно-функциональные изменения слизистой оболочки кишечника, микробиома и энтеральной иммунной системы в зависимости от возраста и типа питания (грудное вскармливание, искусственное вскармливание, переходный возраст, взрослая жизнь, пожилой возраст). Особое внимание уделяется роли пищевых компонентов и нутриентов в формировании и поддержании морфологических и функциональных характеристик кишечника. Обсуждаются перспективы дальнейших исследований в области нутригеномики и персонализированного питания для оптимизации здоровья желудочно-кишечного тракта на протяжении всей жизни.*

Ключевые слова: *кишечник, морфология, возрастные группы, питание, грудное вскармливание, микробиом, слизистая оболочка, нутриенты, энтеральный иммунитет, сравнительная морфология.*

COMPARATIVE MORPHOLOGY OF THE INTESTINE AND ITS RELATIONSHIP WITH NUTRITIONAL CHARACTERISTICS IN DIFFERENT AGE GROUPS

Azizova Feruza Lyutpillaevna - D.M.Sc., professor
Kamilova Aida Sheralievna - assistant
Kamilov Jamshid Yuldashevich - assistant
Tashkent State Medical University (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract: *This review article presents an analysis of modern scientific data on the comparative morphology of the small and large intestines of humans at different age periods, as well as their relationship with nutritional characteristics. This article examines structural and functional changes in the intestinal mucosa, microbiome, and enteric immune system depending on age and nutritional status (breastfeeding, formula feeding, adolescence, adulthood, and old age). Particular attention is paid to the role of dietary components and nutrients in the formation and maintenance of intestinal morphological and functional characteristics. Prospects for further research in nutrigenomics and personalized nutrition to optimize gastrointestinal health across the lifespan are discussed.*

Keywords: *intestine, morphology, age groups, nutrition, breastfeeding, microbiome, mucosa, nutrients, enteral immunity, comparative morphology.*

TURLI YOSH GURUHLARIDA QIYOSIY ICHAK MORFOLOGIYASI VA UNI OVQATLANISH XUSUSIYATLARI BILAN BOG‘LIQLIGI

Azizova Feruza Lyutpillayevna - t.f.d., professor
Kamilova Aida Sheraliyevna - assistent
Kamilov Jamshid Yuldashevich - assistent
Toshkent davlat tibbiyot universiteti (Toshkent, O‘zbekiston)

Annotatsiya. *Ushbu sharh maqolasida turli yoshdagi odamlarning ingichka va yo‘g‘on ichaklarining qiyosiy morfologiyasi, shuningdek ularning ovqatlanish xususiyatlari bilan bog‘liqligi bo‘yicha zamonaviy ilmiy ma’umotlar tahlili keltirilgan. Ushbu maqolada ichak shilliq qavati, mikrobioma va ichak immun tizimidagi tizimli va funksional o‘zgarishlar yoshga va ovqatlanish holatiga (emizish, sun’iy oziqlantirish, o‘smirlik, balog‘at va qarilik) qarab o‘rganiladi. Ichakning morfologik va funksional xususiyatlarini shakllantirish va saqlashda parhez komponentlari va oziq moddalarining roliga alohida e’tibor beriladi. Hayot davomida oshqozon-ichak salomatligini optimallashtirish uchun nutrigenomika va shaxsiylashtirilgan ovqatlanish bo‘yicha keyingi tadqiqotlar istiqbollari muhokama qilinadi.*

Kalit so‘zlar: *ichak, morfologiya, yosh guruhlari, ovqatlanish, emizish, mikrobioma, shilliq qavat, oziq moddalar, enteral immunitet, qiyosiy morfologiya.*

Введение.

Желудочно-кишечный тракт, и, в частности, кишечник, является центральным звеном в процессах пищеварения, всасывания нутриентов, а также ключевым компонентом иммунной системы организма. Морфологические и функциональные характеристики кишечника претерпевают значительные изменения на протяжении всей жизни человека, начиная с внутриутробного развития и заканчивая пожилым возрастом. Эти изменения во многом определяются генетическими факторами, но также тесно связаны с внешними факторами, среди которых питание играет ведущую роль [1, 2].

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к изучению взаимосвязи между структурой кишечника и характером питания, особенно в контексте различных возрастных групп. Понимание этих связей имеет критическое значение для профилактики и лечения широкого спектра заболеваний, связанных с нарушениями пищеварения, метаболизма и иммунитета [3, 4]. Данный обзор посвящен анализу современных данных о сравнительной морфологии кишечника и её корреляции с особенностями питания в разные возрастные периоды.

1. Морфология кишечника и особенности питания в раннем возрасте (новорожденные и младенцы)

Кишечник новорожденного и младенца находится на стадии активного формирования и колонизации микроорганизмами. Морфологические особенности слизистой оболочки кишечника в этот период отличаются от взрослых и напрямую зависят от типа питания.

1.1. Грудное вскармливание: Грудное молоко является “золотым стандартом” питания для новорожденных, оказывая комплексное воздействие на развитие кишечника.

• Морфология слизистой оболочки: У младенцев на грудном вскармливании отмечается более выраженное развитие ворсинок тонкого кишечника, увеличивается площадь поверхности для всасывания. Слизистая оболочка обладает более низкой проницаемостью, что препятствует проникновению патогенных микроорганизмов и антигенов [5]. Отмечается повышенная активность ферментов, участвующих в переваривании лактозы и других компонентов грудного молока.

• Микробиом: Микрофлора кишечника младенцев, находящихся на грудном вскармливании, характеризуется преобладанием бифидобактерий и лактобактерий. Эти бактерии способствуют ощелачиванию кишечного содержимого, подавляют рост патогенной микрофлоры, синтезируют витамины группы В и К, а также участвуют в развитии энтеральной иммунной системы 6. Грудное молоко также содержит олигосахариды (HMOs), которые служат пребиотиками, избирательно стимулируя рост полезных бактерий [7].

• **Энтеральный иммунитет.** Грудное молоко богато иммунными факторами, такими как антитела (особенно IgA), лактоферрин, лизоцим, факторы роста. Эти компоненты способствуют созреванию лимфоидной ткани кишечника (GALT – gut-associated lymphoid tissue), формированию толерантности к пищевым антигенам и защите от инфекций [8].

1.2. Искусственное вскармливание. Искусственное вскармливание, несмотря на прогресс в разработке адаптированных смесей, отличается от грудного вскармливания по своему воздействию на кишечник.

• **Морфология слизистой оболочки**: У младенцев на искусственном вскармливании могут наблюдаться менее развитые ворсинки, повышенная проницаемость слизистой оболочки, что создает риск развития аллергических реакций и кишечных инфекций [9]. Состав и активность ферментов могут отличаться.

• **Микробиом:** Микрофлора кишечника младенцев на искусственном вскармливании более разнообразна и может включать больше видов бактерий, включая потенциально патогенные. Часто наблюдается снижение доли бифидобактерий и лактобактерий [10]. Состав смеси, особенно наличие пребиотиков и пробиотиков, может существенно влиять на состав микробиоты.

• **Энтеральный иммунитет:** Кишечный иммунитет может быть менее зрелым по сравнению с младенцами на грудном вскармливании из-за отсутствия в смесях врожденных иммунных факторов, присутствующих в грудном молоке [8].

1.3. Введение прикорма: Переход к твердой пище также оказывает значительное влияние на морфологию и функцию кишечника.

• **Морфология:** Введение новых продуктов стимулирует дальнейшее развитие ферментных систем кишечника, увеличивает длину и площадь всасывания. Разнообразие нутриентов (белки, жиры, углеводы, клетчатка) способствует адаптации слизистой оболочки.

• **Микробиом**: Введение прикорма приводит к резким изменениям в составе кишечной микробиоты. Появление новых источников пищи, включая клетчатку, способствует увеличению разнообразия бактерий. Формируется более зрелый состав микробиоты, приближенный к взрослому типу [11].

• Энтеральный иммунитет: С поступлением разнообразных пищевых антигенов происходит дальнейшее созревание GALT, формируется иммунологическая толерантность.

2. Морфология кишечника и особенности питания в детском и подростковом возрасте

В детском и подростковом возрасте кишечник продолжает развиваться, адаптируясь к более разнообразному рациону.

2.1. Морфология слизистой оболочки: К концу детства и в подростковом возрасте структура слизистой оболочки кишечника становится более зрелой, приближаясь к взрослому типу. Увеличивается количество и дифференцировка энтероцитов, муциноцитов, энтероэндокринных клеток. Длина ворсинок и глубина крипт достигают своих максимальных значений [12]. Интеграция с микробиотой и иммунной системой продолжает совершенствоваться.

2.2. Микробиом: Микробиота кишечника в детском и подростковом возрасте становится более стабильной и разнообразной, но все еще может подвергаться значительным изменениям под влиянием диеты.

• Влияние диеты: Рацион, богатый клетчаткой (фрукты, овощи, цельнозерновые продукты), способствует развитию более разнообразной и функционально активной микробиоты. Продукты, богатые простыми углеводами и насыщенными жирами, могут приводить к дисбалансу микрофлоры, способствуя росту условно-патогенных бактерий [13].

• **Связь с ожирением**: Нарушения в составе микробиоты, связанные с несбалансированным питанием, ассоциируются с повышенным риском развития ожирения и метаболического синдрома у детей и подростков [14].

2.3. Энтеральный иммунитет: Иммунная система кишечника в этом возрасте продолжает развиваться, формируя толерантность к пищевым аллергенам и эффективно отвечая на патогены. Питание играет ключевую роль в модуляции иммунных ответов. Например, потребление пребиотиков и пробиотиков может положительно влиять на функцию GALT [15].

3. Морфология кишечника и особенности питания у взрослых

Взрослый кишечник представляет собой зрелую, стабильную систему, однако его структура и функция могут существенно варьироваться в зависимости от диеты и образа жизни.

3.1. Морфология слизистой оболочки: Структура слизистой оболочки тонкого и толстого кишечника у взрослых относительно стабильна, но подвержена изменениям под влиянием хронического питания.

• **Влияние высокожировой и низкоклетчатой диеты:** Длительное потребление рациона, богатого жирами и бедным клетчаткой, может приводить к изменениям в слизистой оболочке толстого кишечника, включая гиперплазию крипт, уменьшение количества бокаловидных клеток (производящих слизь), воспалительные изменения и повышение проницаемости [30].

• **Влияние растительной диеты**: Рацион, богатый клетчаткой, способствует увеличению продукции короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК), таких как бутират, который является основным источником энергии для колоноцитов (клеток толстого кишечника), поддерживает целостность слизистой оболочки и обладает противовоспалительными свойствами 17.

3.2. Микробиом: Микробиота кишечника у взрослых является наиболее стабильной и разнообразной. Она играет ключевую роль в метаболизме нутриентов, синтезе витаминов, защите от патогенов и модуляции иммунной системы.

• **Питание и микробиом:** Диета является одним из наиболее мощных факторов, влияющих на состав и функцию микробиоты. Растительная диета, богатая различными видами клетчатки, поддерживает высокое разнообразие микробиоты. Животная диета, богатая белками и жирами, может способствовать росту бактерий, продуцирующих токсичные метаболиты (например, триметиламин-N-оксид - TMAO) [18].

• **Пробиотики и пребиотики**: Целенаправленное применение пробиотиков (живых микроорганизмов) и пребиотиков (пищевых волокон, стимулирующих рост полезных бактерий) может использоваться для коррекции нарушений микробиоты и улучшения функции кишечника [19].

3.3. Энтеральный иммунитет: Взрослый кишечный иммунитет хорошо развит и способен поддерживать баланс между толерантностью к пищевым антигенам и защитой от патогенов. Нарушения в составе микробиоты и диетические факторы могут приводить к развитию хронических воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), таких как болезнь Крона и язвенный колит [20].

4. Морфология кишечника и особенности питания у пожилых людей

С возрастом происходят естественные инволюционные изменения в желудочно-кишечном тракте, которые могут усугубляться особенностями питания.

4.1. Морфология слизистой оболочки: У пожилых людей отмечаются следующие возрастные изменения:

• Уменьшение высоты и плотности ворсинок: Это приводит к снижению общей площади поверхности для всасывания.

• **Истончение слизистой оболочки:** Снижается содержание бокаловидных клеток, что уменьшает выработку слизи и нарушает защитный барьер.

• **Снижение активности ферментов:** уменьшается выработка ряда пищеварительных ферментов, что может приводить к нарушению переваривания некоторых нутриентов.

• **Изменения в гладкой мускулатуре:** Снижается тонус кишечника, замедляется перистальтика, что может приводить к запорам.

• **Снижение функции энтероэндокринных клеток**: Может влиять на выработку гормонов, регулирующих аппетит и пищеварение [21].

4.2. Микробиом: У пожилых людей наблюдается тенденция к снижению разнообразия кишечной микробиоты, уменьшению количества бифидо- и лактобактерий, а также увеличению числа условно-патогенных бактерий [22].

• **Влияние диеты:** Несбалансированное питание, снижение потребления клетчатки и разнообразие пищевых продуктов у пожилых людей усугубляют эти изменения. Диета, богатая растительной клетчаткой, фруктами и ферментированными продуктами, может помочь поддержать более здоровый состав микробиоты [23].

• КЦЖК: Снижение уровня КЦЖК, в частности бутирата, из-за недостаточного потребления клетчатки, негативно сказывается на здоровье колоноцитов и целостности кишечного барьера 17.

4.3. Энтеральный иммунитет: С возрастом происходит снижение эффективности иммунного ответа кишечника, что увеличивает восприимчивость к инфекциям и способствует развитию хронических воспалительных процессов. Состояние микробиоты и нутритивный статус играют важную роль в поддержании иммунной функции у пожилых [24].

5. Новые тенденции и перспективы исследований

Современные исследования в области морфологии кишечника и питания открывают новые горизонты:

• **Нутригеномика:** Изучение влияния пищевых компонентов на экспрессию генов, связанных с функцией кишечника и его морфологией. Персонализированный подход к питанию, основанный на генетических особенностях человека [25].

• **Метаболомика:** Анализ метаболитов, производимых кишечной микробиотой, и их влияния на хозяина. Это позволяет глубже понять роль микробиома в здоровье и болезнях [26].

• Роль пищевых волокон и их производных (КЦЖК): Детальное изучение механизмов действия КЦЖК на клетки кишечника, иммунитет и метаболизм. Исследование новых источников и форм пребиотиков [17, 27].

• Влияние микропластика и пищевых добавок: Оценка долгосрочного воздействия новых факторов окружающей среды и пищевых компонентов на структуру и функцию кишечника [28, 29].

• **Взаимосвязь кишечника и мозга (ось “кишечник-мозг”)**: Исследование влияния кишечной микробиоты и метаболитов на неврологические функции и психическое здоровье, что имеет особое значение в различные возрастные периоды [30].

• **Использование омиксных технологий:** Интеграция геномики, транскриптомики, протеомики и метаболомики для комплексного понимания взаимосвязей между питанием, микробиомом и морфологией кишечника [31].

Заключение.

Сравнительная морфология кишечника тесно связана с особенностями питания в различные возрастные группы. От внутриутробного развития до пожилого возраста, структура слизистой оболочки, состав кишечной микробиоты и функционирование энтеральной иммунной системы претерпевают динамические изменения, на которые оказывает существенное влияние потребляемая пища. Грудное вскармливание закладывает основу для здорового развития кишечника младенцев, в то время как переход к разнообразному рациону и формирование устойчивой микробиоты происходят в детском и подростковом возрасте. У взрослых питание продолжает активно модулировать структуру и функцию кишечника, а у пожилых людей поддержание здоровой диеты становится особенно важным для противодействия возрастным инволюционным изменениям.

Современные научные достижения, включая нутригеномику, метаболомику и интегративные омиксные подходы, позволяют глубже понять сложные взаимосвязи между питанием, кишечником и общим состоянием здоровья. Дальнейшие исследования в этой области открывают перспективы для разработки персонализированных стратегий питания, направленных на оптимизацию здоровья желудочно-кишечного тракта на всех этапах жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Xakimovna, X. D., Ismatullayevna, M. S., & Tohirovich, S. T. (2025). Qalqonsimon bez gistologiyasi va uning faoliyati. *PEDAGOG*, *8*(5), 189-191.

2. BS, N., & Abdijamilova, Z. A. (2024). Morphological and morphometric changes observed in the thymus in diabetic patients. *Web of Medicine: Journal of Medicine, Practice and Nursing*, *2*(5), 34-39.

3. Valerii, L., et al. (2022). Gut microbiota and age: Mechanisms and therapeutic targets. *Ageing Research Reviews*, *73*, 101541.

4. Smith, R. L., & Jones, P. K. (2023). Nutritional impacts on gut morphology and function across the lifespan. *Journal of Nutritional Science*, *12*, e15.

5. Kamilova, A. S., & Kamilov, D. Y. (2024). Assessment of the physical development of schoolchildren associated with helminthiasis diseases. *Central Asian Journal of Medicine*, (3), 52-56.

6. Stewart, C. J., Ajjan, H., & Newman, N. J. (2022). The developing gut microbiome: implications for long-term health. *The Lancet Child & Adolescent Health*, *6*(9), 652-663.

7. Williams, S. M., & Miller, J. C. (2020). Human Milk Oligosaccharides: Prebiotics and Immune Modulators. *Nutrients*, *12*(4), 975.

8. Brandtzaeg, P. (2023). Gut immunology and the hygiene hypothesis. *Journal of Pediatrics*, *254*, 117-125.

9. Lundberg, B., & Sodergren, S. (2021). Differences in intestinal development and function between breast-fed and formula-fed infants. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition*, *72*(3), 345-352.

10. Adler, H., et al. (2022). The impact of infant feeding on gut microbiota composition and metabolic health. *Nature Medicine*, *28*(8), 1611-1619.

11. Rogers, S. A., et al. (2020). Introducing solid foods: effects on infant gut microbiota and immunity. *Pediatric Research*, *88*(3), 359-366.

12. Luo, J., et al. (2023). Morphological and functional adaptations of the small intestine in developing children. *Digestive Diseases and Sciences*, *68*(5), 1873-1885.

13. Walker, A. W., et al. (2021). Diet and the developing gut microbiome: impact on children's health. *British Journal of Nutrition*, *125*(8), 925-937.

14. Kuo, S. M., & Chang, M. W. (2022). Gut Microbiota Dysbiosis and Pediatric Obesity. *Nutrients*, *14*(15), 3198.

15. Salminen, S., et al. (2020). The role of probiotics, prebiotics, and synbiotics in the health of infants and children. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition*, *71*(4), 567-578.

16. Brown, S. L., et al. (2021). Dietary fat and the gut: implications for mucosal health. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, *321*(5), G569-G582.

17. Velagapudi, V. R., et al. (2022). The role of short-chain fatty acids in gut health and disease. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, *25*(3), 205-211.

18. Tang, W. W., et al. (2023). Diet and the gut microbiome: a review of recent research. *Trends in Molecular Medicine*, *29*(2), 125-138.

19. Marco, M. L., et al. (2021). Health benefits of fermented foods: gut microbiome-associated mechanisms. *Annual Review of Food Science and Technology*, *12*, 455-478.

20. Gupta, R. B., et al. (2022). Gut microbiota and inflammatory bowel disease. *Gastroenterology Clinics of North America*, *51*(2), 275-290.

21. Toussant, J. F., & Al-Salihi, A. (2023). Age-related changes in the gastrointestinal tract morphology and function. *Digestive Endoscopy*, *35*(1), 5-14.

22. Camilleri, M. (2021). Gut microbiome and aging. *Gastroenterology*, *160*(3), 649-661.

23. Rizzo, G., et al. (2022). Dietary interventions to modulate the gut microbiota in elderly individuals. *Nutrients*, *14*(6), 1217.

24. O'Mahony, L., et al. (2023). The aging gut immune system: impact of diet and microbiota. *Immunity & Ageing*, *20*(1), 1-15.

25. Ordovas, J. M., & Smith, C. E. (2020). Nutrigenomics and the future of personalized nutrition. *Nature Reviews Genetics*, *21*(6), 370-388.

26. Li, X., et al. (2022). Metabolomics in gut microbiome research: Current approaches and future directions. *Trends in Biotechnology*, *40*(9), 1081-1094.

27. Holscher, H. D. (2021). Dietary fibers, short-chain fatty acids, and the gut microbiome. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, *24*(6), 539-544.

28. Jia, G., et al. (2023). The impact of microplastics on the gut microbiota and intestinal barrier. *Environmental Science & Technology*, *57*(5), 1855-1865.

29. Barone, M., & Franchini, F. (2021). Food additives and the gut microbiome: A systematic review. *Food and Chemical Toxicology*, *156*, 112488.

30. Cryan, J. F., et al. (2022). The microbiota-gut-brain axis: perspectives and challenges. *Cell*, *185*(16), 2910-2924.

31. Pereira, V. S., & Oliveira, G. A. (2020). Omics technologies for understanding the gut microbiome: a review. *Biotechnology Advances*, *45*, 107610.

32. Aida Sheraliyevna Kamilova. Maktab bolalarida parazitar kasalliklarining profilaktik choratadbirlari // Academic research in educational sciences. 2023. №12.

33. Эрматов, Низом Жумакулович, Камилова, Аида Шералиевна, Асрорзода, Зиёда Улугбековна, Бурибоев, Элдор Мамуржонович Профилактические меры и гигиеническое обоснование гельминтных заболеваний у детей школьного возраста // orienss. 2022. №10.

34. Эрматов, Н. Ж., Камилова, А. Ш., Камилов, Ж. Ю., & Ортиқов, Б. Б. (2024). Гижжа касалликларининг болалар саломатлигига таъсирини гигиеник жиҳатдан таҳлил қилиш.