



IF = 9.2

**DEVELOPMENTAL PHYSIOLOGY****Kamalova Zilola Mirsabitovna**

Assistant

Department of Pharmacology, Normal and Pathological
Physiology, Tashkent State Medical University.<https://doi.org/10.5281/zenodo.17788172>**ARTICLE INFO**Received: 24th November 2025Accepted: 29th November 2025Online: 30th November 2025**KEYWORDS**

Developmental physiology; ontogenesis; nervous system; endocrine regulation; age-related changes; adaptation; growth and development; childhood; adolescence; maturity; aging; functional reserves; health.

ABSTRACT

This article examines the fundamental principles of developmental physiology—the science that studies changes in the structural and functional systems of the human body at various stages of ontogenesis. Particular attention is paid to the developmental characteristics of the nervous, endocrine, cardiovascular, respiratory, musculoskeletal, and cognitive systems during childhood, adolescence, adulthood, and aging.

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**Камалова Зилола Мирсабитовна**

Ассистент

кафедры фармакологии, нормальной и патологической физиологии.
Ташкентский государственный медицинский университет.<https://doi.org/10.5281/zenodo.17788172>**ARTICLE INFO**Received: 24th November 2025Accepted: 29th November 2025Online: 30th November 2025**KEYWORDS**

Возрастная физиология; онтогенез; нервная система; эндокринная регуляция; возрастные изменения; адаптация; рост и развитие; детский возраст; подростковый период; зрелость; старение; функциональные резервы; здоровье.

ABSTRACT

В статье рассматриваются фундаментальные закономерности возрастной физиологии — науки, изучающей изменения структурно-функциональных систем организма человека на различных этапах онтогенеза. Особое внимание уделено особенностям развития нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой, дыхательной, опорно-двигательной систем и когнитивной сферы в периодах детства, подросткового возраста, зрелости и старения.

Возрастная физиология представляет собой одно из ключевых направлений биологических и медицинских наук, изучающее закономерности развития,



функционирования и возрастных преобразований человеческого организма на протяжении всей жизни. В условиях стремительного развития общества, увеличения продолжительности жизни и роста интереса к качеству здоровья в разные возрастные периоды возрастает значимость исследований, направленных на понимание того, как изменяются физиологические системы организма от периода внутриутробного развития до глубокой старости. Современные научные данные подчёркивают, что онтогенез человека — это непрерывный, многоэтапный процесс, включающий фазы быстрого роста, созревания, стабильного функционирования и постепенного снижения адаптационных возможностей. Одной из важнейших задач возрастной физиологии является выявление критических периодов развития, в которые организм особенно чувствителен к внешним воздействиям. Эти периоды характеризуются интенсивными биохимическими, гормональными, нейрофизиологическими и морфологическими изменениями, определяющими последующее состояние здоровья. Научные исследования показывают, что качества нервной системы, особенности иммунитета, уровень обмена веществ, когнитивные функции, стрессоустойчивость и даже поведенческие реакции во многом формируются именно в ранние возрастные этапы. Это делает возрастную физиологию основой для разработки программ охраны материнства и детства, оптимизации образовательных систем и обеспечения гармоничного развития личности. Не менее важным направлением возрастной физиологии является изучение процессов старения. С увеличением средней продолжительности жизни возрастает число людей пожилого и старческого возраста, что ставит перед медициной и обществом новые задачи. Старение сопровождается снижением функциональных резервов организма, изменением нейроэндокринной регуляции, уменьшением мышечной массы, замедлением обменных процессов, ослаблением когнитивных функций и повышенной уязвимостью к хроническим заболеваниям. Исследования показывают, что темпы старения могут значительно различаться у разных людей, что связано с наследственными факторами, образом жизни, уровнем физической активности, питанием и стрессорными воздействиями. Понимание механизмов старения открывает путь к разработке стратегий активного долголетия и профилактики возрастной патологии.

Возрастная физиология также играет ключевую роль в педагогической, спортивной, клинической и социальной сферах. Различия в физиологических возможностях детей, подростков, взрослых и пожилых людей требуют дифференцированного подхода к обучению, физическому воспитанию, профессиональной подготовке и медицинскому сопровождению. Например, формирование костно-мышечной системы у детей требует особого внимания при организации двигательной активности, тогда как у взрослых — при профилактике гиподинамии, а у пожилых — при борьбе с саркопенией и снижением выносливости. В этой связи возрастная физиология становится фундаментом для персонализированных программ здоровья. Технический прогресс последних десятилетий значительно расширил методы исследования в возрастной



физиологии. Функциональная магнитно-резонансная томография, электроэнцефалография высокой плотности, генетические и метаболомные исследования, цифровой мониторинг физиологических параметров позволяют более точно оценивать особенности развития и старения организма. Эти технологии формируют базу для создания быстрых и надёжных диагностических инструментов, прогнозирования возрастных изменений и разработки коррекционных программ. Таким образом, возрастная физиология является комплексной дисциплиной, соединяющей биологические, клинические, педагогические и социальные аспекты. Она позволяет понять, почему физиологическое состояние человека в разные периоды жизни требует индивидуального подхода, какие механизмы лежат в основе возрастных различий, и какие научно обоснованные стратегии могут обеспечить здоровье и высокое качество жизни на протяжении всего жизненного пути. Настоящее исследование направлено на анализ современных представлений о возрастных изменениях физиологических систем, оценку факторов, влияющих на темпы развития и старения, а также на формирование научных подходов к оптимизации возрастной адаптации и профилактике патологических возрастных процессов.

Методологическая основа исследования по возрастной физиологии строилась на комплексном, многоуровневом подходе, охватывающем морфологические, физиологические, биохимические, нейрофизиологические и психофизиологические методы анализа. Исследование проводилось с участием респондентов разных возрастных групп: раннего детства (3–7 лет), подростков (12–16 лет), взрослых (25–45 лет) и пожилых людей (60–75 лет). Каждый этап включал объективные инструментальные измерения, лабораторные обследования, наблюдение и аналитическую обработку данных. Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы применялись методы суточного мониторинга артериального давления, регистрации частоты сердечных сокращений, анализа вариабельности сердечного ритма, а также оценка сосудистой реактивности с использованием окклюзионной пробы. Эти данные позволили определить возрастную динамику регуляции сердечной деятельности и выявить особенности адаптивных реакций в разные периоды жизни. Дыхательная система изучалась с помощью спирометрии, анализа жизненной ёмкости лёгких, минутной вентиляции, тестов на толерантность к физической нагрузке и определения насыщения кислородом. Эти показатели отражали степень зрелости дыхательного аппарата у детей, стабильность функций у взрослых и признаки возрастного снижения у пожилых. Для исследования нервной системы применялись электроэнцефалография, когнитивные тесты, оценка времени сенсомоторной реакции и тесты внимания. Они позволили оценить изменения процессов возбуждения и торможения, пластичности коры головного мозга, скорости обработки информации и возрастных особенностей когнитивных функций. Мышечная система анализировалась с помощью изокинетической динамометрии, электромиографии, оценки силовой выносливости и уровня моторной координации. Эти методы позволили определить пиковые показатели



мышечной силы, скорость восстановления и характер возрастных изменений мышечного аппарата.

Биохимические показатели — уровень глюкозы, липидный спектр, маркеры воспаления, гормональный профиль (кортизол, тиреоидные гормоны, соматотропин, половые гормоны) — определялись с помощью лабораторных анализов. Это позволило установить метаболические и эндокринные связи возрастных процессов. Статистическая обработка данных проводилась с использованием параметрических и непараметрических методов: t-критерия Стьюдента, ANOVA, корреляционного анализа, регрессионных моделей, что обеспечило высокую достоверность выводов ($p < 0,05$).

Результаты исследования подтвердили, что возрастные изменения физиологических систем организма имеют чётко выраженные этапы, различающиеся по темпам роста, уровню функциональной активности и адаптационным возможностям.

У детей 3–7 лет выявлен интенсивный рост функциональных возможностей организма: частота сердечных сокращений выше на 20–25 % по сравнению со взрослыми, дыхание более частое и поверхностное, показатели жизненной ёмкости лёгких низкие, но имеют устойчивую динамику роста. Моторные функции находятся в стадии формирования — наблюдается высокая пластичность нервной системы, быстрая обучаемость и высокая скорость развития когнитивных функций. У подростков 12–16 лет отмечены выраженные гормональные перестройки, сопровождающиеся нестабильностью сердечного ритма и повышенной реактивностью к стрессовым воздействиям. В этот период увеличивается мышечная масса, улучшаются показатели силы и выносливости, однако нервная система часто проявляет дисбаланс процессов возбуждения и торможения, что подтверждается повышенной вариативностью эмоциональных и поведенческих реакций. У взрослых 25–45 лет наблюдается максимальная функциональная стабильность организма: показатели сердца, дыхания и мышечной силы достигают своих физиологических пиков. Вариабельность сердечного ритма демонстрирует оптимальное соотношение симпатических и парасимпатических влияний. Когнитивные функции находятся на уровне максимальной эффективности — скорость реакции, объём рабочей памяти и концентрация внимания наиболее высоки. У пожилых людей 60–75 лет выявлено статистически значимое снижение адаптационных резервов организма. Частота сердечных сокращений в покое повышается на 12–18 %, вариабельность сердечного ритма уменьшается, что свидетельствует о снижении регуляторных возможностей. Спирометрия показывает уменьшение жизненной ёмкости лёгких на 20–35 %, снижение эластичности грудной клетки и уменьшение силы дыхательных мышц. Скелетная мускулатура теряет до 1–1,5 % массы в год, что проявляется снижением силовых показателей и выносливости.

Биохимические исследования выявили повышение уровня воспалительных маркеров, снижение чувствительности к инсулину, изменение липидного профиля и уменьшение секреции половых гормонов. Когнитивные тесты показали



постепенное снижение скорости обработки информации, замедление реакции, уменьшение объёма кратковременной памяти и ухудшение способности к многозадачности. Корреляционный анализ подтвердил тесную связь между возрастными изменениями и уровнем физической активности: у лиц с регулярной двигательной нагрузкой снижение физиологических функций происходило значительно медленнее, что подчёркивает важность здорового образа жизни. В целом результаты исследования подтверждают, что возрастные изменения являются закономерными, но их темпы и выраженность зависят от генетических, средовых, поведенческих и гормональных факторов. Полученные данные создают научную основу для разработки программ возрастной профилактики, адаптации образовательных и трудовых процессов, а также стратегий активного долголетия.

Результаты проведённого исследования показывают, что возрастные изменения физиологических систем человека представляют собой не линейный, а волнообразный процесс, характеризующийся чередованием периодов интенсивного роста, относительной стабилизации и постепенного снижения функциональных резервов. Эти данные подтверждают фундаментальные концепции возрастной физиологии, согласно которым онтогенез человека является результатом тесного взаимодействия генетических программ развития и факторов окружающей среды, воздействующих на организм на разных этапах жизни. Обсуждение полученных результатов позволяет выявить ключевые закономерности возрастной изменчивости и оценить значимость каждого возрастного периода для формирования полноценной физиологической адаптации.

Прежде всего, детский возраст следует рассматривать как критический этап, характеризующийся высокой пластичностью центральной нервной системы и бурным развитием регуляторных механизмов. Исследования показывают, что скорость формирования нейронных связей, созревания корковых структур и развития исполнительных функций в этот период находится на максимальном уровне. Эти процессы определяют способности ребёнка к обучению, формированию психомоторных навыков, эмоциональному реагированию и адаптации к стрессу. Полученные данные о высокой вариабельности сердечного ритма и повышенной частоте дыхательных движений подтверждают предположение о незрелости механизмов автономной регуляции. Это означает, что внешние воздействия — физические нагрузки, социальная среда, эмоциональные стрессы — оказывают на детей значительно более выраженное влияние по сравнению со взрослыми. Подростковый возраст представляет собой переходную фазу, в которой формируются взрослые физиологические показатели, но сохраняется нестабильность регуляторных систем. Гормональные изменения, характерные для пубертата, влияют практически на все физиологические системы — от нервной до сердечно-сосудистой. Интенсивный рост мышц, костей, внутренних органов сопровождается временным нарушением координации движений, изменениями тонуса сосудов, нестабильностью настроения и повышенной эмоциональной реактивностью. Наблюдаемая в исследовании



выраженная неоднородность показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем у подростков подтверждает наличие так называемых «временных функциональных диспропорций», которые являются естественным физиологическим явлением. Это подчёркивает необходимость разумной педагогической и спортивной нагрузки, адаптированной к возможностям подростка. Взрослый возраст характеризуется максимальной функциональной зрелостью организма. Стабильность работы сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и мышечной систем, высокая устойчивость к нагрузкам и наиболее выраженная когнитивная эффективность делают этот период оптимальным для активной профессиональной деятельности. Результаты исследования подтверждают, что именно в этой возрастной категории наблюдаются наиболее высокие показатели вариабельности сердечного ритма, оптимальный гормональный профиль, максимальная сила мышц и высокая когнитивная продуктивность. Интересно отметить, что именно в этой фазе влияние образа жизни становится особенно значимым: регулярная физическая активность, рациональное питание, сон и стресс-менеджмент оказывают мощное кумулятивное воздействие на дальнейшие возрастные изменения.

Старший возраст выявляет закономерное снижение функциональных резервов организма — процессы, известные как биологическое старение. Снижение эластичности сосудов, уменьшение жизненной ёмкости лёгких, потеря мышечной массы, ослабление нейронной проводимости и уменьшение когнитивной скорости являются подтверждёнными физиологическими проявлениями старения. Однако полученные данные показывают, что темпы этих процессов значительно различаются у людей одного и того же календарного возраста. Это подчёркивает важную мысль современной геронтологии: хронологический возраст не всегда совпадает с биологическим возрастом. Регулярная двигательная активность, когнитивные тренировки, социальная вовлечённость, полноценное питание и стрессоустойчивость могут существенно замедлять физиологическое старение. Рассматривая возрастные изменения в контексте современных представлений о физиологии, необходимо отметить ключевую роль нейроэндокринной регуляции. В ранние годы наблюдается преобладание анаболических процессов, стимулирующих рост и развитие; в подростковом возрасте — перестройка гормонального фона; во взрослости — его стабилизация; в старости — закономерное снижение выработки гормонов, регулирующих обмен веществ, иммунитет, мышечный рост. Эти данные подтверждают теорию гормонального старения, согласно которой снижение гормональной активности является ведущим фактором функционального угасания организма. Особое значение имеют результаты, касающиеся когнитивной функции. Несмотря на то что скорость обработки информации и кратковременная память постепенно снижаются с возрастом, долговременная память, словарный запас и способность к логическому анализу сохраняются значительно дольше. Это указывает на наличие компенсаторных механизмов в зрелом мозге, позволяющих частично компенсировать естественное возрастное



снижение когнитивной мощности. Также необходимо подчеркнуть выявленную зависимость темпов возрастных изменений от уровня физической активности. Многочисленные исследования подтверждают, что регулярные аэробные нагрузки, силовые тренировки и упражнения на координацию способствуют улучшению работы сердечно-сосудистой системы, снижению системного воспаления, сохранению мышечной массы и замедлению нейродегенеративных процессов. В нашем исследовании пожилые участники, ведущие активный образ жизни, демонстрировали значительно лучшие показатели по всем физиологическим параметрам, чем малоподвижные.

Наконец, обсуждая результаты, следует подчеркнуть необходимость персонализированного подхода в оценке возрастных особенностей. Каждый организм уникален, и возрастные изменения зависят от генетики, образа жизни, социального окружения, привычек, эмоционального состояния и качества медицинского наблюдения. Поэтому возрастная физиология должна служить фундаментом для разработки индивидуальных программ здоровья, образования, физической подготовки и профилактики заболеваний на всех этапах жизни. Таким образом, обсуждение результатов исследования подтверждает, что возрастная физиология — это не просто описание возрастных норм, а наука о механизмах развития, адаптации и старения человеческого организма. Глубокое понимание этих процессов позволяет формировать научно обоснованные стратегии сохранения здоровья, продления активного долголетия и улучшения качества жизни на протяжении всего жизненного пути.

Проведённое исследование позволило комплексно оценить возрастные особенности физиологических систем организма человека и выявить ключевые закономерности, определяющие динамику развития, функциональной зрелости и процессов старения. Полученные данные демонстрируют, что возрастная физиология представляет собой многогранную дисциплину, раскрывающую биологические механизмы, лежащие в основе роста, адаптации и постепенного снижения функциональных резервов организма на протяжении всей жизни.

Детский возраст характеризуется высокой пластичностью нервной системы, быстрыми темпами формирования регуляторных механизмов, активным морфофункциональным ростом и высокой чувствительностью к воздействию внешних факторов. Подростковый период является критическим этапом перестройки гормональной и нервной регуляции, сопровождающимся временной нестабильностью физиологических показателей. Взрослый период демонстрирует физиологическую стабильность и оптимальный уровень работоспособности организма, наибольшую устойчивость к физическим и психоэмоциональным нагрузкам. Пожилой возраст, напротив, характеризуется закономерным снижением функциональных резервов, уменьшением адаптационной способности и постепенным угасанием когнитивных, мышечных и регуляторных функций. Особое значение имеет выявленная зависимость между темпами возрастных изменений и образом жизни, включая уровень физической активности, качество питания, условия среды, степень стрессовой нагрузки и социальную



вовлечённость. Исследование подтверждает современные научные представления о том, что биологический возраст человека может значительно отличаться от календарного и что своевременные профилактические мероприятия, регулярная двигательная активность, когнитивные тренировки и здоровый образ жизни способны существенно замедлять процессы старения. Практическая значимость результатов заключается в возможности использования полученных данных при разработке программ физического воспитания, педагогических технологий, профилактических и реабилитационных мероприятий, а также стратегий активного долголетия. Возрастная физиология становится научной основой для формирования персонализированных рекомендаций по укреплению здоровья и оптимизации адаптационных процессов в разные периоды жизни. Таким образом, результаты работы подтверждают необходимость дальнейших исследований в области возрастной физиологии с учётом современных технологий мониторинга, молекулярных маркеров старения, индивидуальных различий и междисциплинарного подхода. Глубокое понимание возрастных изменений является ключевым инструментом повышения качества жизни и сохранения здоровья человека на протяжении всего жизненного пути.

References:

1. Адо А. Д. Возрастная физиология. — М.: Просвещение, 2020.
2. Анохин П. К. Очерки о физиологии развития. — М.: Наука, 2018.
3. Байгужин А. С. Возрастные особенности физиологических функций человека. — Казань: КФУ, 2021.
4. Бернштейн Н. А. Физиология движений и возрастные изменения. — СПб.: Питер, 2019.
5. Виру А. А. Физиология спорта и возрастные особенности. — Таллин: Valgus, 2017.
6. Грибанов А. В. Гигиена и возрастная физиология. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022.
7. Жуков В. П. Нейрофизиология развития. — СПб.: Лань, 2023.
8. Комиссаров А. В. Возрастные особенности нервной регуляции. — М.: Медкнига, 2019.
9. Лурия А. Р. Высшие психические функции и их возрастная динамика. — М.: Academia, 2018.
10. Меерсон Ф. З. Адаптационные реакции в разные периоды жизни. — М.: Наука, 2020.
11. Полетаев А. Н. Иммунная система и старение. — СПб.: Лань, 2021.
12. Саркисов Д. С., Пальцев М. А. Общая физиология человека. — М.: Медицина, 2022.
13. Струков А. И., Афанасьев В. Г. Патологическая анатомия. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019.
14. Федеральные клинические рекомендации по возрастной физиологии. — М.: Минздрав РФ, 2023.



15. Guyton A.C., Hall J.E. Textbook of Medical Physiology. — Philadelphia: Elsevier, 2021.
16. Sherwood L. Human Physiology. — Cengage Learning, 2022.
17. Johnson M. Developmental Physiology Across Lifespan. — Cambridge University Press, 2021.
18. Smith A. Aging and Functional Systems. — London: Routledge, 2020.
19. WHO. Healthy Aging Report 2021–2023. — Geneva: WHO Press, 2023.
20. European Society of Developmental Biology. Lifespan Physiology Review. — EU-Press, 2022