**ЛЕКЦИЯ 1**

**Возрастная физиология как наука**

1 *Предмет и задачи возрастной физиологии, ее связь с другими науками*

*2 Методы исследования*

*3 История и основные этапы развития возрастной физиологии*

*Предмет и задачи возрастной физиологии, ее связь с другими науками. Значение возрастной физиологии для психологии и педагогики. История и основные этапы развития возрастной физиологии. Исследования М. Рубнера: «правило поверхности». Русская и немецкая физиологическая школа. П.Ф. Лесгафт - основоположник основ школьной гигиены и физического воспитания детей и подростков. Достижения возрастной физиологии XX века: работы Э. Гельмрейха, И.А. Аршавского, П.К. Анохина, Н.А. Бернштейна, А.А. Маркосяна. Методы исследования в возрастной физиологии. Метод поперечного и продольного исследования. Антропометрия. Физиологические и биохимические методы. Функциональные пробы. Естественный эксперимент. Экспериментальное и математическое моделирование. Статистические методы и системный анализ.*

**1**

**Предмет и задачи возрастной физиологии, ее связь с другими науками**

**ФИЗИОЛОГИЯ,** одна из основных ветвей биологии , задачами которой является изучение закономерностей функций живых организмов. Самостоятельными разделами этой науки являются Ф. растений и Ф. животных. Имея непосредственное отношение к практическим вопросам медицины, Ф. также органически включает в свою проблематику разработку вопросов Ф. человека.

Весь жизненный цикл организма от зачатия до смерти называется *индивидуальное развитие, или онтогенез (от греч. онтос - существо и генез- развитие).*

Предметом исследования возрастной физиологии (физиологии развития ребенка) являются закономерности и особенности жизнедеятельности организма на ранних этапах онтогенеза человека.

К моменту рождения организм ребенка еще очень далек от зрелого состояния. Человеческий детеныш рождается маленьким, беспомощным, он не может выжить без ухода и заботы взрослых. Необходимо много времени, чтобы он вырос и стал полноценным зрелым организмом.

Значимость комплексного знания физиологии и психологии для педагога и воспитателя впервые отметил русский педагог К.Д.Ушинский в своем труде «Человек как предмет воспитания» 1876 года.

Он писал: «Искусство воспитания имеет ту особенность, что почти всем оно кажется делом знакомым и понятным, а иным даже делом легким, и тем понятнее и легче кажется оно, чем менее человек знаком с ним теоретически и практически. Почти все признают, что воспитание требует терпения, некоторые думают, что для него нужны врожденная способность и умение, то есть навык, но весьма немногие пришли к убеждению, что кроме терпения, врожденной способности и навыка необходимы еще и специальные знания». Ушинский показал, что физиология относится к числу тех наук, в которых «излагаются, сличаются и группируются факты и те соотношения фактов, в которых обнаруживаются свойства предмета воспитания, то есть человека».

***Основные понятия возрастной физиологии****:*

***Организм*** − сложнейшая, иерархически (соподчиненно) организованная система органов и структур, обеспечивающих жизнедеятельность и взаимодействие с окружающей средой.

Элементарная единица организма − *клетка.*

Совокупность клеток, сходных по происхождению, строению и функции, образует *ткань*.

Ткани образуют органы, выполняющие определенные функции. *Функция* − специфическая деятельность органа или системы.

***Физиологическая система*** − совокупность органов и тканей, связанных общей функцией (нервная, опорно-двигат и др.)

***Функциональная система*** − динамическое объединение различных органов или их элементов, деятельность которых направлена на достижение определенной цели (полезного результата). Например, утоление голода.

***Физиология развития ребенка*** концентрирует свой интерес на тех этапах, которые представляют наибольший интерес для воспитателя, педагога, школьного психолога: от рождения до морфофункционального и психосоциального созревания.

Более ранние этапы, относящиеся к внутриутробному развитию, исследует наука *эмбриология*.

Более поздние этапы, от достижения зрелости до старости, изучают *нормальная физиология и геронтология.*

Человек в своем развитии подчиняется всем основным законам, установленным Природой для любого развивающегося многоклеточного организма, и поэтому физиология развития представляет собой один из разделов гораздо более широкой области знания − *биологии развития*.

В то же время в динамике роста, развития и созревания человека имеется немало специфических, особенных черт, присущих только виду Homo sapience (Человек разумный). В этой плоскости физиология развития теснейшим образом переплетается с наукой *антропологией*, в задачи которой входит всестороннее изучение человека.

Человек всегда живет в конкретных условиях окружающей среды, с которой он взаимодействует. Непрерывное взаимодействие и приспособление к среде обитания − общий закон существования живого. Человек научился не только приспосабливаться к среде, но и изменять окружающий его мир в необходимом направлении. Однако это не избавило его от воздействия факторов окружающей среды, причем на разных этапах возрастного развития набор, сила действия и результат воздействия этих факторов могут быть различны. Это определяет связь физиологии *с экологической физиологией*, которая изучает воздействие на живой организм разнообразных факторов внешней среды и способы приспособления организма к действию этих факторов.

В периоды интенсивного развития особенно важно знать, как действуют на человека факторы среды, как влияют различные факторы риска. Этому традиционно уделяется повышенное внимание. И тут физиология развития тесно взаимодействует с *гигиеной.*

**Гигие́на**  — медицинская наука, изучающая влияние факторов [внешней среды](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0) на организм человека с целью оптимизации благоприятных и профилактики неблагоприятных воздействий. Как следствие, гигиена имеет два объекта изучения — факторы среды и реакцию организма, и пользуется знаниями и методами физики, химии, биологии, географии, гидрогеологии и др. наук, изучающих окружающую среду, а также физиологии, анатомии и патофизиологии.

***Школьная гигиена***изучает взаимодействие организма ребенка с внешней средой в процессе школьного обучения с целью разработки гигиенических нормативов и требований, направленных на охрану и укрепление здоровья, гармоничное развитие и совершенствование функциональных возможностей детей и подростков.

Роль условий жизни, причем не только физических, но и социальных, психологических, в формировании здорового и приспособленного к жизни человека очень велика. Ребенок должен с раннего детства осознавать ценность своего здоровья, владеть необходимыми навыками его сохранения. Формирование ценности здоровья и здорового образа жизни − задачи педагогической *валеологии*, которая черпает фактический материал и основные теоретические положения из физиологии развития.

И наконец, *физиология развития* представляет собой естественно-научную основу педагогики. При этом физиология развития неразрывно связана с психологией развития, поскольку для каждого человека его биологическое и личностное составляют единое целое. Недаром любое биологическое повреждение (болезнь, травма, генетические нарушения и т. п.) неминуемо сказывается на развитии личности.

Курс Возрастной физиологии и школьной гигиены был введен в учебные планы педагогических вузов в 70-е годы прошлого столетия.

***Теоретические и прикладные задачи возрастной физиологии***

**Главной теоретической задачей** физиологии развития является выяснение основных закономерностей возрастного развития.

В процессе развития происходит биологическое созревание человека. Под *биологическим созреванием* человека следует понимать достижение такого уровня морфологического, физиологического, личностного и социального развития, когда индивид способен произвести здоровое жизнеспособное потомство и обеспечить его нормальное развитие. Следует специально подчеркнуть, что в понятие биологического созревания наряду с чисто биологическими (морфологическими и физиологическими) критериями включены психологические и социальные критерии развития.

Знание основных закономерностей возрастного развития позволяет подойти к решению двух практических задач педагогики и педиатрии. Первая из них − **оценка возрастной нормы.** Действительно, и для врача, и для педагога очень важно понимать, нормально ли развит ребенок, с которым ему предстоит работать. Любое существенное отклонение в темпах развития означает, что к такому ребенку необходимо применять специальные, нестандартные приемы воспитания или лечения. Поэтому установление параметров возрастной нормы − одна из важнейших прикладных задач физиологии развития, решаемых уже многие десятилетия. По ходу решения этой задачи были выявлены многие феномены, в частности то обстоятельство, что темпы роста и развития детей зависят от большого количества известных и неизвестных факторов. Так, было убедительно доказано, что тяжелые социально-экономические ситуации (войны, революции, стихийные бедствия) крайне негативно сказываются на динамике возрастного развития детского населения. Напротив, благоприятное социально-экономическое положение общества способствует нормализации процессов роста и развития. Однако существуют и не вполне ясные науке обстоятельства, влияющие на темпы биологического развития. Так, явление акселерации роста и развития, которое наблюдалось почти 100 лет в странах Европы и Нового Света, прекратилось так же неожиданно, как и началось, причем его причины так и остались до конца не разгаданными.

Другой ряд фактов позволил установить, что темп развития и конечный уровень развития многих свойств вовсе не всегда коррелируют между собой. Нередко замедленное развитие приводит к тому, что человек, хотя и позже сверстников, достигает необычайно высокого уровня развития той или иной своей способности. И напротив, ускоренное развитие порой заканчивается слишком рано, и человек, подававший большие надежды в ранние годы, так и не достигает больших высот в зрелом возрасте. Об этом, в частности, свидетельствуют биографии многих «вундеркиндов». Между тем выраженные отклонения в темпах роста и развития наблюдаются гораздо реже, чем небольшие отклонения, проявляющиеся в умеренном отставании или опережении. Как к ним относиться? Ответ на этот вопрос призвана дать физиология развития, которая как раз и должна вырабатывать критерии, по которым практические работники смогут судить о том, насколько существенны выявленные отклонения от нормы, и нужно ли что-либо предпринимать для их устранения или смягчения их последствий.

Другой вопрос, имеющий важное значение для практики, −определение временных границ возрастных периодов, или **возрастная периодизация онтогенеза**. Одни ученые считают, что развитие ребенка протекает непрерывно, и поэтому говорить о каких-либо его этапах, или периодах, бессмысленно. Исходя из представлений о гетерохронности развития и неравномерности онтогенетического процесса созданы различные модели периодизации онтогенеза, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. Между тем для решения практических задач выбор одной из указанных моделей крайне актуален, поскольку от этого зависит, например, ответ на вопрос, в каком возрасте можно начинать систематическое обучение в школе.

К проблеме возрастной периодизации непосредственно примыкает **задача выявления сенситивных и критических периодов развития**. Уже достаточно хорошо известно, что некоторые свойства организма особенно зависимы от внешних воздействий на определенных этапах своего формирования.

В последние годы появились новые импульсы для развития конституционального направления антропологических, физиологических, биохимических и психологических исследований возрастного развития. В определенной мере это связано с высоким уровнем развития современного спорта: высшее спортивное мастерство требует стопроцентного использования задатков спортсмена, а подготовка каждого чемпиона стоит колоссальных средств, поэтому спортивные менеджеры и тренеры хотят уже на самых ранних этапах знать, насколько перспективен тот или иной начинающий спортсмен. Учитывая, что спортом теперь дети начинают заниматься в возрасте 4-6 лет, можно представить себе, сколь велика роль физиологии развития в правильной организации спортивной подготовки будущих чемпионов, да и просто здоровых граждан. Именно поэтому многие исследователи заняты **изучением индивидуально-типологических особенностей роста и развития.** Эти же аспекты в последнее время привлекают все большее внимание школьных педагогов, что связано с расширением специализации школьного образования. Выявление одаренных детей и их гармоничное развитие и воспитание − перспективное направление психолого-педагогических исследований и педагогической практики, базирующееся на достаточно строгих физиологических закономерностях.

**2**

**Методы исследований в возрастной физиологии**

Для возрастной физиологии важнейшая задача − изучение динамики и закономерностей изменений физиологических функций в процессе индивидуального развития. Ответы на самые разнообразные частные вопросы, возникающие по ходу такого изучения, дают два метода организации исследования, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки, но оба широко применяются в физиологии развития. Это методы *поперечного* и *продольного* исследований.

**Метод *поперечного исследования*** представляет собой параллельное, одновременное изучение тех или иных свойств у представителей различных возрастных групп. Сопоставление уровня развития изучаемого свойства у детей разного возраста позволяет вывести важные закономерности онтогенетического процесса. Примером такого исследования может служить одновременное (в течение нескольких дней) диспансерное обследование состояния здоровья, уровня физического и моторного развития у учащихся всех классов какой-нибудь школы. Сравнивая показатели, полученные, например, у первоклассников, пятиклассников и выпускников школы, физиолог может установить, как и насколько изменяются изучаемые им физиологические функции в разном возрасте. Такой метод сравнительно прост в организации, относительно дешев и позволяет применить одни и те же стандартные методики и приборы для обследования детей различных возрастов. Применение современных приемов статистической обработки данных позволяет получать таким методом достаточно надежные и доказательные результаты, но только в том случае, если обследуемые возрастно-половые группы (выборки) достаточно велики. По современным статистическим критериям, для надежности выводов, полученных в поперечных исследованиях, необходимо, чтобы выборка (то есть группа обследуемых одного пола и возраста) составляла не менее 20-30 человек. При разработке гигиенических нормативов считается необходимым, чтобы выборка составляла не менее 100 человек одного возраста и пола. Недостаток этого метода состоит в том, что исследователь никогда не может четко определить темп изменений изучаемых им показателей: он видит только результаты, полученные в отдельных «точках» возрастной шкалы, соответствующих возрасту обследованных детей, но не может с уверенностью судить о динамике происходящих процессов.

***Метод продольного исследования*** применяется тогда, когда нужно составить представление именно о динамике процесса и индивидуальных особенностях этой динамики. Этот метод заключается в длительном (многие месяцы, иногда − годы) наблюдении за одними и теми же детьми. Регулярно (частота зависит от используемых методик и процедур) детей обследуют с помощью стандартного набора методик, что позволяет подробно рассмотреть динамику происходящих в организме возрастных изменений. Благодаря этому выборка для продольного исследования может быть совсем небольшой. Международные научные журналы признают группу в 5-6 человек достаточной для проведения подобных исследований. В некоторых случаях даже наблюдения за одним единственным ребенком позволяют выявить весьма важные закономерности. Метод продольного наблюдения очень сложен в организации и дорог, однако эти его недостатки с лихвой окупаются полнотой полученной научной информации.

***Методический арсенал возрастной физиологии***

Возрастная физиология относится к естественно-научным дисциплинам, поэтому применяемые ею методы в большинстве случаев позволяют получать *количественные оценки*. Этим она существенно отличается от большинства гуманитарных наук, которые используют главным образом качественные характеристики изучаемых ими объектов.

Для оценки роста и развития ребенка используется набор методик, которые традиционно применяются биологическими и медицинскими науками. Первое место в таких исследованиях занимают *антропометрические и физиометрические показатели.*

**Антропометрия** − это измерение морфологических характеристик тела, что позволяет количественно описать его строение. Масса и длина тела, окружность грудной клетки и талии, обхват плеча и голени, толщина кожно-жировой складки − все это (и многое другое) традиционно измеряют антропологи с помощью медицинских весов, ростомера, антропометра и других специальных приспособлений. Именно такого рода показатели используются для оценки физического развития детей.

Наряду с антропометрическими почти столь же часто измеряют **физиометрические показатели**. К ним относятся жизненная емкость легких (ЖЕЛ), сила сжатия кисти, становая сила и др. Эти показатели отражают одновременно и уровень анатомического развития, и некоторые функциональные возможности организма. В возрастной физиологии широко применяют физиологические и биохимические методы исследования.

**Физиологические методы** позволяют судить о функциональных возможностях организма и динамике протекания тех или иных функциональных процессов в нем. Для этого используются различные приборы, позволяющие количественно регистрировать сами физиологические процессы, либо те или иные их физические проявления (например, электрические потенциалы, вырабатываемые клетками организма в процессе их функционирования). Современная физиология использует широкий арсенал физических приборов, позволяющих изучать происходящие в организме процессы, недоступные непосредственному наблюдению. Например, запись дыхательных движений (спирограмма) и исследование скоростей воздушных потоков на разных этапах дыхательного цикла (пневмотахометрия) − важнейшие приемы исследования функции дыхания. Одновременно с помощью специальных газоанализаторов измеряют содержание газов в выдыхаемом воздухе и на этом основании точно рассчитывают скорость потребления организмом кислорода и выделения углекислого газа. Работу сердца изучают с помощью электрокардиографии, эхокардиографии или механокардиографии. Для измерения кровяного давления используют специальные манометры, а скорость протекания крови по сосудам тела измеряют с помощью механических или электрических плетизмографов. Огромный прогресс в исследованиях функции мозга достигнут благодаря изучению электроэнцефалограммы − электрических потенциалов, вырабатываемых клетками мозга в процессе их жизнедеятельности. В исследовательских целях иногда применяют рентгеновские, ультразвуковые, магниторезонансные и другие методы. Современные физиологические приборы обычно оборудованы специализированными компьютерами и программным обеспечением, которые значительно облегчают работу исследователя и повышают точность и надежность получаемых результатов.

**Биохимические методы** позволяют изучать состав крови, слюны, мочи и других жидких сред и продуктов жизнедеятельности организма. В экспериментах на животных с помощью биохимических и гистохимических методов удается выяснить возрастные изменения содержания и активности многих ферментов непосредственно в тканях организма. Биохимические исследования − важнейшая составная часть изучения эндокринной системы, пищеварения, кроветворения, деятельности почек, иммунитета, а также целого ряда других систем и функций организма.

**Функциональные пробы.** Важнейшей методологической концепцией в физиологии XX в. следует признать осознание необходимости исследовать любую физиологическую систему в процессе ее функциональной активности. Этот подход весьма актуален и для исследований в области физиологии развития. С этой целью применяются различного рода функциональные пробы. Например, дозированные нагрузки (умственные − для выяснения механизмов умственной работоспособности, физические − для оценки мышечной работоспособности и ее физиологических механизмов); пробы с произвольной активацией или задержкой дыхания − при исследовании дыхательной функции; водные и солевые нагрузки − при оценке функциональных возможностей выделительной системы; температурные воздействия − при изучении механизмов терморегуляции и т.п. Важнейшее значение функциональные пробы имеют при изучении системной организации деятельности головного мозга, поскольку именно в процессе решения тех или иных задач как раз и проявляются возрастные особенности организации взаимодействия мозговых структур.

**Естественный эксперимент.** Физиология развития имеет дело с постоянно изменяющимся организмом ребенка, подвергающимся целому ряду воздействий, изоляция от которых невозможна. Научная этика запрещает многие экспериментальные процедуры при исследованиях ребенка. В частности, с детьми невозможно производить любые манипуляции, которые могут привести к их заболеванию или травме.

В то же время различные социальные катаклизмы (войны, катастрофы), экстремальные условия, в которых оказываются люди, представляют собой естественный эксперимент, порой весьма сильно влияющий на состояние здоровья и темпы развития детей, волею судьбы попавших в эти условия. В частности, многие факты, составляющие ныне базу данных для теоретических и прикладных концепций возрастной физиологии, были получены при исследовании детских популяций в слаборазвитых странах Африки, Азии и Латинской Америки, где дети не получают достаточного питания и по этой причине страдают от различных пороков развития. Весьма существенные различия могут быть выявлены у детей, растущих в разных социально-экономических условиях, которые исследователь не в силах изменить, но может оценить их воздействие на ребенка. Например, сравнение детей из бедных и состоятельных семей, жителей крупных городов и жителей сельской местности с неразвитой социоиндустриальной инфраструктурой и т.п. Самые разнообразные педагогические и оздоровительные технологии также могут по-разному влиять на детский организм. Поэтому сопоставление физиологических показателей детей, посещающих разные детские сады или школы, − одна из форм проведения естественного эксперимента.

**Моделирование экспериментальное и математическое**. Естественный эксперимент не способен обеспечить решение всех задач, возникающих в процессе изучения физиологических закономерностей роста и развития. В связи с этим экспериментатор вынужден использовать различного рода модели. Например, изучение закономерностей ростовых процессов у лабораторных животных представляет собой экспериментальную модель, с ее помощью выявляются многие аспекты развития, которые нельзя изучать при исследовании детей. В частности, анализ возрастных преобразований на тканевом и клеточном уровне проводится почти исключительно на экспериментальных моделях с использованием лабораторных животных. Применение такой методологии возможно благодаря тому, что во многих отношениях развитие человека подчиняется тем же физиологическим законам, что и развитие других многоклеточных живых организмов.

В тех случаях, когда теоретическая схема протекания того или иного процесса позволяет описать его на языке математических алгоритмов, используют математические модели (особенно часто − со второй половины XX в. в связи с распространением компьютеров). Такое моделирование позволяет прогнозировать результаты воздействий, которые невозможно или крайне сложно осуществить в реальной жизни. Математические модели, как правило, не позволяют добыть новые научные факты, но дают возможность исследователю убедиться, насколько верна логика, которую он выстроил для объяснения наблюдаемых эффектов. Кроме того, математические модели позволяют вычислять предельно допустимые параметры тех или иных воздействий, а также параметры максимальных ответных реакций организма на разного рода экстремальные воздействия. Таким образом, математические модели не могут заменить физиологический эксперимент, но позволяют сделать его безопасным, не несущим риска для здоровья испытуемого.

**Статистические методы и системный анализ.** Все количественные показатели и все научные выводы в физиологии развития носят статистический характер, т. е. отражают наиболее вероятное протекание событий или наиболее вероятный уровень измеряемого показателя. Для работы с подобными вероятностными величинами разработаны специальные математические приемы, которые основаны на теории вероятности и называются статистическими методами. Современные компьютерные средства, оснащенные специальными программами, существенно облегчают задачу статистической обработки результатов, позволяя вскрывать наиболее существенные закономерности, функциональные связи и строить математические модели происходящих процессов. Особое значение в физиологии развития имеют методы системного анализа, позволяющего рассматривать организм не как набор отдельных органов и физиологических систем, а как единую систему, саморегулирующуюся и способную приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды. Не случайно системный подход к анализу явлений жизни зародился и в недрах физиологии.

**3**

**История и основные этапы развития возрастной физиологии**

То, что ребенок отличается от взрослого многими свойствами, на бытовом уровне понимает каждый. Однако научное изучение возрастных особенностей детского организма началось сравнительно недавно − во второй половине XIX в. Вскоре после открытия закона сохранения энергии физиологи обнаружили, что ребенок потребляет в течение суток ненамного меньше энергии, чем взрослый, хотя размеры тела ребенка намного меньше. Этот факт требовал рационального объяснения. В поисках этого объяснения немецкий физиолог Макс Рубнер провел изучение скорости энергетического обмена у собак разного размера и обнаружил, что более крупные животные в расчете на 1 кг массы тела расходуют энергии значительно меньше, чем мелкие. Подсчитав площадь поверхности тела, Рубнер убедился, что отношение количества потребляемой энергии пропорционально именно величине поверхности тела − и это неудивительно: ведь вся потребляемая организмом энергия должна быть выделена в окружающую среду в виде тепла, т. е. поток энергии зависит от поверхности теплоотдачи. Именно различиями в соотношении массы и поверхности тела Рубнер объяснил разницу в интенсивности энергетического обмена между крупными и мелкими животными, а заодно − между взрослыми и детьми. «Правило поверхности» Рубнера стало одним из первых фундаментальных обобщений в физиологии развития и в экологической физиологии.

Этим правилом объясняли не только различия в величине теплопродукции, но также в частоте сердечных сокращений и дыхательных циклов, легочной вентиляции и объеме кровотока, а также в других показателях деятельности вегетативных функций. Во всех этих случаях интенсивность физиологических процессов в детском организме существенно выше, чем в организме взрослого.

Такой сугубо количественный подход характерен для немецкой физиологической школы XIX в., освященной именами выдающихся физиологов Э.Ф. Пфлюгера, Г.Л. Гельмгольца и других. Их трудами физиология была поднята до уровня естественных наук, стоящих в одном ряду с физикой и химией. Однако русская физиологическая школа, хотя и уходила корнями в немецкую, всегда отличалась повышенным интересом к качественным особенностям и закономерностям.

 Выдающийся представитель русской педиатрической школы доктор Николай Петрович Гундобин еще в самом начале XX в. утверждал, что ребенок − не просто маленький, он еще и во многом не такой, как взрослый. Его организм устроен и работает иначе, причем на каждом этапе своего развития детский организм прекрасно приспособлен к тем конкретным условиям, с которыми ему приходится сталкиваться в реальной жизни.

Эти идеи разделял и развивал замечательный русский физиолог, педагог и гигиенист Петр Францевич Лесгафт, заложивший основы школьной гигиены и физического воспитания детей и подростков. Он считал необходимым глубокое изучение детского организма, его физиологических возможностей.

Наиболее отчетливо центральную проблему физиологии развития сформулировал в 20-е годы XX в. немецкий врач и физиолог Э. Гельмрейх. Он утверждал, что различия между взрослым и ребенком находятся в двух плоскостях, которые необходимо рассматривать по возможности независимо, как два самостоятельных аспекта**: ребенок как маленький организм и ребенок как развивающийся организм.** В этом смысле "правило поверхности" Рубнера рассматривает ребенка только в одном аспекте − именно как маленький организм. Значительно более интересными представляются те особенности ребенка, которые характеризуют его как организм развивающийся.

К одной из таких принципиальных особенностей относится открытое в конце 30-х годов Ильей Аркадьевичем Аршавским неравномерное развитие симпатических и парасимпатических влияний нервной системы на все важнейшие функции детского организма. И.А. Аршавский доказал, что симпатотонические механизмы созревают значительно раньше, и это создает важное качественное своеобразие функционального состояния детского организма.

Симпатический отдел вегетативной нервной системы стимулирует активность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также обменные процессы в организме. Такая стимуляция вполне адекватна для раннего возраста, когда организм нуждается в повышенной интенсивности обменных процессов, необходимой для обеспечения процессов роста и развития. По мере созревания организма ребенка усиливаются парасимпатические, тормозящие влияния. В результате снижается частота пульса, частота дыхания, относительная интенсивность энергопродукции.

Проблема неравномерности, гетерохронности (разновременности) развития органов и систем стала центральным объектом исследования выдающегося физиолога академика Петра Кузьмича Анохина и его научной школы. Им была в 40-е годы сформулирована концепция **системогенеза**, согласно которой последовательность разворачивающихся в организме событий выстраивается таким образом, чтобы удовлетворять меняющимся по ходу развития потребностям организма. При этом П.К. Анохин впервые перешел от рассмотрения анатомически целостных систем к изучению и анализу функциональных связей в организме.

Другой выдающийся физиолог Николай Александрович Бернштейн показал, как постепенно в онтогенезе формируются и усложняются алгоритмы управления произвольными движениями, как механизмы высшего управления движениями распространяются с возрастом от наиболее эволюционно древних подкорковых структур головного мозга к более новым, достигая все более высокого уровня "построения движений". В работах Н.А. Бернштейна впервые было показано, что направление онтогенетического прогресса управления физиологическими функциями отчетливо совпадает с направлением филогенетического прогресса. Таким образом, на физиологическом материале была подтверждена концепция Э. Геккеля и А.Н. Северцова о том, что индивидуальное развитие (онтогенез) представляет собой ускоренное эволюционное развитие (филогенез).

Крупнейший специалист в области теории эволюции академик Иван Иванович Шмальгаузен также многие годы занимался вопросами онтогенеза. Материал, на котором И.И. Шмальгаузен делал свои выводы, редко имел прямое отношение к физиологии развития, но выводы из его трудов о чередовании этапов роста и дифференцировок, а также методологические работы в области изучения динамики ростовых процессов, выполненные в 30-е годы, и до сих пор имеют огромное значение для понимания важнейших закономерностей возрастного развития.

В 60-е годы физиолог Акоп Арташесович Маркосян выдвинул концепцию биологической надежности как одного из факторов онтогенеза. Она опиралась на многочисленные факты, которые свидетельствовали, что надежность функциональных систем по мере взросления организма существенно увеличивается. Это подтверждалось данными по развитию системы свертывания крови, иммунитета, функциональной организации деятельности мозга. В последние десятилетия накопилось много новых фактов, подтверждающих основные положения концепции биологической надежности А.А. Маркосяна.