

УДК 612.821

Димитриев Д.А., Карпенко Ю.Д.

Научно-исследовательский институт экологии
и природопользования Министерства природных ресурсов и экологии
Чувашской Республики (г.Чебоксары)

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА*

D. Dimitriev, Y. Karpenko

Scientific Research Institute of Ecology and Natural Resources of the Ministry
of Natural Resources and Environment of the Chuvash Republic (Cheboksary)

CURRENT ISSUES IN DEVELOPMENTAL PHYSIOLOGY

Аннотация. В статье рассматриваются современные проблемы развития организма человека. На основе представлений о единстве организма и окружающей среды, критических периодах развития организма и модели цепей риска обсуждаются проблемы теоретических и методических подходов к исследованию развития организма.

Систематизированные литературные данные и результаты исследований автора позволяют высказать мнение о том, что формирование определенных функций детского организма может отражать особенности раннего онтогенеза. Обсуждается проблема предикторного значения массы тела при рождении для формирования зрительной и слуховой памяти у детей дошкольного возраста.

Ключевые слова: Организм, онтогенез, окружающая среда, критические периоды, цепи риска.

Abstract. The article looks into the current issues in human body development. Based on ideas about the unity of the body and the environment, the critical periods in body development and the risk chain models it explores the problems of theoretical and methodological approaches to the study of body development. Systematized reference data and the author's research findings suggest that the formation of specific functions in children's body may reflect the peculiarities of early ontogenesis. The article also discusses the problem of the predictor birth weight value for the formation of visual and aural memory in pre-school children.

Key words: body, ontogenesis, environment, critical periods, risk chains.

Одним из самых сложных вопросов физиологии является развитие организма человека. В последние десятилетия стала вырисовываться новая картина понимания течения жизни индивидуального человека [1, 199; 2, 64; 5, 132-137; 8, 611-626; 10, 217; 11, 74-87; 14, 527-528; 18, 23-51]. Этому во многом содействовали новые методологические и теоретические принципы обсуждения данной проблемы, которые базируются на развитии онтогенетических представлений о жизни человека [6, 17; 7, 8; 11, 74-87; 17, 569-583]. Как известно, онтогенез – это сложный процесс, который протекает в условиях непрерывного и постоянного меняющегося воздействия эндогенных и экзогенных факторов [1, 190]. В то же время проблемы онтогенеза являются крайне многоаспектными, включающими в себя проблему реализации генотипа в фенотипе, временного аспекта взросления и достижения определенных свойств взрослого человека [5, 132-137]. Сегодня вполне определенно можно говорить о том, что созданы теоретические основы концептуального понимания физических, биологических и психологических закономерностей онтогенеза человеческого организма [7, 8; 8, 611-626; 15, 561-567]. В онтогенезе самое важное значение имеет детский период, однако закономерности развития организма ребенка и особенности функционирования его физиологических систем

* © Димитриев Д.А., Карпенко Ю.Д.

на разных этапах раннего онтогенеза недостаточно изучены. В этой связи необходимо подчеркнуть, что дальнейшее изучение этой проблемы необходимо для охраны здоровья и разработки адекватных возрасту учебных и иных нагрузок. Это определяет поиск оптимальных путей изучения физиологии ребенка и тех механизмов, которые обеспечивают адаптивный приспособительный характер развития организма человека на каждом этапе онтогенеза. В то же время в физиологических исследованиях проблема функциональных и адаптивных возможностей организма к воздействию широкого спектра факторов различной природы (климатических, экологических, антропогенных, социальных и др.) в онтогенетическом аспекте остается недостаточно разработанной как в теоретическом, так и практическом отношении.

Задача данного обзора состоит в анализе научной информации, чтобы показать важность руководства в исследованиях развития организма определенными научными принципами.

Принцип единства организма и среды. Имеющиеся в литературе данные убедительно показывают, что одна из наиболее удачных парадигм экологической физиологии, сводящаяся к принципу единства организма и среды, может служить методологической базой исследований возрастных и индивидуальных особенностей достигнутых морфофункциональных возможностей организма [7, 8; 10, 217; 12, 11-17]. Необходимо отметить, что эффект любого неблагоприятного внешнего воздействия более выражен в ранние периоды индивидуального развития, т. е. у эмбриона, плода и ребенка, что обусловлено относительной пластичностью их метаболической функции [7, 8; 17, 569-583].

С учетом литературных данных о зависимости внутриутробного развития и, в том числе, антропометрических параметров от особенностей внутригодового уровня загрязнения атмосферного воздуха [12, 11-17] нами было проведено изучение сезонных изменений показателя массы тела новорожденных (МТР). Для описания сезонности данной

зависимости с учетом комплекса смешивающих факторов (возраст матери на момент родов, рост матери, порядковый номер родов и др.) нами был проведен множественный регрессионный анализ. Результаты этого исследования показывают, что существует отчетливая зависимость значения массы тела при рождении от экологических факторов, которая может рассматриваться как проявление чувствительности ранних онтогенетических процессов к воздействию антропогенных негативных факторов [13, 105]. При этом имеются серьезные доводы считать, что новорожденные с низкой массой тела при рождении (НМТР) являются наиболее чувствительной группой к этим факторам.

Одним из важнейших доказательств наличия причинно-следственной связи между воздействием вредных веществ окружающей среды и эффектом является наличие биологического градиента, отражающего количественное изменение морфологических и функциональных свойств организма. Для выявления связи между уровнем загрязнения атмосферного воздуха и риском рождения детей с НМТР нами в качестве меры эффекта использовалось отношение шансов (OR) [4, 47-48]. Результаты вычисления данных мер эффекта показали, что по мере увеличения концентрации оксидов серы, оксидов азота, фенола и хлора происходит увеличение величины отношения шансов в первом и во втором триместрах беременности, т. е. в ранние периоды пренатального онтогенеза организм наиболее чувствителен к воздействию вредных веществ. При этом мера связанности каждого экологического фактора и НМТР была статистически существенна ($p < 0,05$) для первого и второго триместров, а в третьем триместре беременности такая связь не была обнаружена ($p > 0,05$). Таким образом, использование отношения шансов в качестве меры связи факторов среды и НМТР позволяет заключить, что загрязнение окружающей среды является одним из факторов негативного воздействия на внутриутробное развитие организма, проявляющегося в рождении детей с низкой массой тела.

В рамках концепций о единстве окружающей среды и организма сегодня активно обсуждаются вопросы онтогенетического исследования здоровья человека с позиций установления причинно-следственных связей между событиями, имевшими место в пренатальный период жизни, и состоянием морфофункционального статуса и здоровья в более поздние периоды жизни. С этой точки зрения заслуживают внимания работы, посвященные феномену “внутриутробного программирования” течения постнатального онтогенеза, особенно программированию риска хронических заболеваний. Согласно гипотезе “внутриутробного программирования” воздействие различных факторов окружающей среды в критические периоды внутриутробного развития может иметь долговременные последствия в форме повышения риска хронических заболеваний [15, 561-567]. В этой же связи следует отметить, что чаще всего в литературе обсуждается модель влияния на здоровье факторов, действующих в каждом конкретном периоде жизни (например, школьные, профессиональные и экологические факторы). В целях преодоления возрастающей поляризации между моделью внутриутробного программирования и моделью влияния на здоровье факторов, действующих в последующих возрастах, необходимо развивать представление о том, что различные абиотические, биологические и социальные факторы влияют на организм в течение всей жизни, повышая риск негативных функциональных сдвигов различных функциональных систем. Развитию такой комплексной оценки могут способствовать учет всех событий в онтогенезе и использование современных статистических принципов исследования.

В рамках данного теоретического подхода нами был осуществлен ковариационный анализ связи между массой тела при рождении и показателями вегетативной регуляции сердечного ритма [3, 61-64]. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что в изученном нами контингенте детей 5-7 лет показатели кардиоинтервалографии зависят

от особенностей протекания внутриутробного периода развития. Достоверная связь между массой тела при рождении и показателями вегетативной регуляции установлена для детей с низкими (<2500 грамм) и высокими (>4000 грамм) значениями массы тела при рождении. Причем эта зависимость наиболее выражена в 5-6 лет, а отсутствие выраженной зависимости в более старшем возрасте (в 7-8 лет), вероятно, обусловлено усилением влияния на организм детей факторов другой природы (в частности социальной). С этими событиями связана качественная специфика функционирования физиологических систем в данном возрасте. По Д.А. Фарбер, М.М. Безруких [7, 8], в этом возрастном периоде жизни изменяются базовые механизмы организации высших психических функций, обменные процессы, деятельность всех систем вегетативного обеспечения. Из приведенных данных следует, что негативные антропогенные факторы влияют на достижение оптимальных антропометрических показателей новорожденных и формирование фенотипа с определенными функциональными возможностями организма в более поздние периоды онтогенеза.

В то же время в ходе онтогенеза происходит совершенствование центральных механизмов регуляции, возрастает пластичность динамического взаимодействия систем организма. При этом формируются в соответствии с конкретной ситуацией и стоящей задачей избирательные функциональные констелляции, что обуславливает совершенствование адаптивных реакций развивающегося организма в процессе усложнения его контактов с внешней средой [1, 4-199; 2, 64; 6, 17].

Проблемы возрастной динамики различных физиологических систем и их специфической чувствительности к различным внешним факторам нуждаются в обсуждении с учетом современных представлений о критических периодах.

Критические периоды развития. Как известно, при онтогенетической характеристике жизни человека используют понятие

“критический период”. В естественных науках термин «критический период» развития относят к тому периоду жизни, когда происходит внутренние изменения организации системы или подсистем, приводящие к увеличению сложности, большей адаптивности и более эффективному функционированию [19, 489-513]. Физиологи и гигиенисты рассматривают критический период как временной отрезок, в течение которого воздействие на организм факторов внешней среды может иметь неблагоприятный или положительный эффект для здоровья в последующие периоды развития [1, 180-199; 5, 132-137; 14, 527-528]. В качестве факторов, определяющих критический период, можно рассматривать перестройки в системе регуляции и смену социальных и других условий жизни. Именно в критический период происходят качественные морфофункциональные преобразования основных физиологических систем и организма в целом. Последнее связано со значительными перестройками в формировании регуляторной системы мозга, восходящие влияния которой опосредуют избирательную системную организацию когнитивных процессов за счет вовлечения механизмов локальной регулируемой активации, а нисходящие – регулируют все органы и системы метаболического обеспечения, приводя к адаптации или дезадаптации организма к среде жизни [7, 8].

Как известно, в реальной среде, в которой организм испытывает воздействие различных этиологических факторов, проявляя к действию отдельных факторов большую восприимчивость к действию конкретного фактора [1, 180-199]. Данный термин чаще всего используется в том случае, если какая-либо характеристическая черта индивидуума (т. е. любой внутренний фактор и, в том числе, имевшее ранее воздействие внешнего фактора) увеличивает вероятность возникновения заболевания под воздействием конкретного фактора. Восприимчивость рассматривается как последний компонент причинности, который приводит к возникновению заболевания. Эта идея приобрела большую по-

пулярность по мере развития исследований взаимодействия окружающей среды и генома [15, 561-567].

В возрастной физиологии для характеристики чувствительности детского организма к внешним воздействиям на разных этапах онтогенеза используется понятие о сенситивных периодах. Понимание терминов «сенситивный» и «критический» периоды у разных авторов между собой отличается. В отдельных случаях, например, ранний постнатальный период рассматривается и как сенситивный период, и как критический период. В то же время утверждается, что другие возрастные периоды не могут быть отнесены к сенситивному периоду. При этом указывают на то, что сенситивность проявляется не на уровне целостного организма, а только на уровне отдельных систем [7, 8]. В то же время жизнь – это проявление единства всех систем и непрерывности событий в организме, т. е. жизнь можно описывать как модель непрерывных цепей благополучия и риска.

Модель цепей риска. В данной модели цепь риска представляет собой последовательность связанных между собой воздействий, которые приводят к повышению риска заболевания; при этом одно неблагоприятное воздействие влечёт за собой следующее, и так далее. Различные виды цепей могут приводить как к повышению, так и к понижению риска. Определение цепей риска, которое дают авторы, основывается на идее «цепной реакции», автором которой является М. Rutter [18, 23-51]. Эта идея объясняет связь между воздействием в ранний период онтогенеза и психосоциальными функциями во взрослом возрасте. Возможны биологические, экологические, социальные и психологические цепи риска. В рамках модели цепей риска следует рассматривать и аккумуляцию риска в онтогенезе, которая рассмотрена в работе J.C. Riley [16, 256]. Согласно разработанной этим автором концепции аккумуляции повреждений, в течение жизни происходит накопление неблагоприятных функциональных нарушений, вызванных воздействиями факторами различной природы. Эффекты

от воздействия факторов окружающей среды в пренатальный период онтогенеза могут проявляться в последующие возрастные периоды в форме различий в уровне заболеваемости взрослых, принадлежавших к разным когортам (например, по массе тела при рождении) [9, 259-262].

Проведенные нами исследования, выявившие предикторное значение антропометрических показателей для формирования зрительной и слуховой памяти у детей дошкольного возраста [4, 47-48], также позволяют высказать мнение о том, что в ходе онтогенеза формирование определенных функций организма может отражать особенности раннего онтогенеза. В ходе развития все большее значение приобретают пластичные связи, создающие условия для динамичной избирательной организации компонентов системы. Соответственно, связи между отдельными звеньями цепи носят скорее вероятностный, чем детерминированный характер. В рамках модели цепей риска необходимо выявить биологические, психологические и социальные механизмы, которые связывают все эти события друг с другом в течение жизни одного или нескольких поколений, т. е. необходимо исследовать изменяющихся индивидуумов в изменяющемся мире.

Подводя итог обсуждению физиологических аспектов развития организма, следует отметить, что теоретические предпосылки изучения онтогенеза в настоящее время дополнились новыми методологическими принципами, способствующими развитию новых методических принципов организации исследования. Есть основание полагать, что использование расширенного понимания единства организма и среды, исследование общих закономерностей развития на разных этапах онтогенеза и внедрение идеи о цепях риска в программы исследований развития организма человека будут способствовать не только более глубокому пониманию критических и сенситивных периодов, но и единства событий развивающегося организма.

Реализация в физиологической науке этих онтогенетических принципов исследования жизни человека позволит перевести ее достижения в практические рекомендации по управлению рисками и здоровьем различных возрастных и социальных групп населения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Димитриев А.Д., Косолапов А.Б. Окружающая среда и здоровье человека (онтогенетические аспекты). Владивосток, 1990. 199 с.
2. Димитриев Д.А. Онтогенетические аспекты оценки влияния окружающей среды на организм человека // Материалы 3-го съезда физиологов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1997. С. 64.
3. Карпенко Ю.Д., Димитриев Д.А. Функциональное состояние организма детей дошкольного возраста в зависимости от их антропометрических показателей при рождении // Теоретические основы физической культуры. Тезисы Всероссийской научной конференции с международным участием. Казань, 2009. С. 61-64.
4. Карпенко Ю.Д. Особенности антропометрических показателей при рождении и их предикторное значение для формирования зрительной и слуховой памяти // Растущий организм: адаптация к физической и умственной нагрузке. Казань, 2006. С. 47-48
5. Михалюк Н.С., Кутепов Е.Н., Большаков А.М. Оценка роли различных факторов среды обитания в формировании здоровья разных поколений детей в процессе онтогенеза // Профилактическая медицина – практическому здравоохранению. Вып.3. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007. С.132-137.
6. Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности) // Физиология человека. 1991. Т. 17. № 5. С. 17.
7. Фарбер Д.А., Безруких М.М. Методологические аспекты изучения физиологии развития ребенка // Физиология человека. 2001. Т. 27. №5. С. 8-16.
8. Baltes P.B. Theoretical propositions of life-span developmental psychology: On the dynamics between growth and decline // Developmental Psychology. 1987, Vol.23. P. 611-626.
9. Barker D. J. P., Bull A. R., Osmond C., Simmonds S. F. Fetal and placental size and risk of hypertension in adult life // British Medical Journal. 1990. Vol. 301. № 9. P. 259-262.

10. Barker D.J.P. Mothers, babies and health in later life. Edinburgh: Churchill Livingstone. 1998. 217 P.
11. Golding J, Pembrey M, Jones R, et al. ALSPAC- The Avon Longitudinal Study of Parents and Children. 1. Study methodology // *Paediat Perinat. Epidemiol.* 2001. Vol.15. P.74-87.
12. Gouveia N., Bremner S.A. and Novaes H.M.D. Association between ambient air pollution and birth weight in Sro Paulo, Brazil // *Journal of Epidemiology and Community Health.* 2004. Vol. 58. P.11-17.
13. Dimitriev D.A., Karpenko J.D. Association between ambient fir hollution and birth weigh in Novocheboksarsk, Russia // *Epidemiology.* Vol. 17. No 6. 2006. P. 105.
14. Dimitriev D.A., Karpenko J.D. Birth weight and length as predictors for children height at 2-6 years of age // *Epidemiology.* 2006. Vol. 7. No 6. P.527-528.
15. Khoury M.J., Stewart W, Beatty TH. The effect of genetic suseptibility on causal inference in epidemiologic studies // *Am. J. Epidemiol.* 1987. Vol.126. P.561-567.
16. Riley J.C. Sickness, recovery and death: a history and forecast of ill-health. Basingstoke: Macmillan, 1989. 256 p.
17. Robertson C, Gandini S, Boyle P. Age-period-cohort models: a comparative study of available methodologies // *J. Clin. Epidemiol.* 1999. Vol.52. P.569-583.
18. Rutter M. Pathways from childhood to adult life // *J. Child. Psychol. Psychiat.* 1989. Vol.30. P.23-51.
19. Scott J.P., Stewart John M., De Ghatt Victor J. Critical periods in the organization of systems // *Developmental Psychobiology.* 1974. Vol.7. P. 489-513.