

<https://doi.org/10.3176/biol.1967.3.01>

С. ПЕГЕЛЬМАН

ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ НОВОРОЖДЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

С момента рождения животные окружены комплексом факторов среды, приспособление к которым — необходимое условие их выживания.

Уровень и характер физиологических процессов в раннем постнатальном онтогенезе животных, обусловленные зрелостью их при рождении, специфичны для вида. Известно, что разные виды млекопитающих и птиц появляются на свет с весьма различным уровнем развития морфофизиологических признаков (от почти эмбриональных до вполне сформированных).

Различная степень зрелости организма при рождении тесно связана с особенностями образа жизни данного вида, в частности привязанностью его к норам и убежищам. Действительно, животные, рождающие физиологически незрелых детенышей, живут в норах, устраивают гнезда или логова и характеризуются подчас весьма сложными реакциями гнездового поведения. Забота о беспомощных детенышах вынуждает обеспечивать уход за ними, защищать их от врагов. Виды, детеныши которых рождаются с высокоразвитыми функциональными системами, гнезд не устраивают.

Рождение незрелых детенышей можно рассматривать как промежуточную стадию, представляющую собой как бы переход от эмбрионального развития к самостоятельной жизни. Несмотря на ряд защитных приспособлений в гнездовом периоде, позволяющих обеспечивать сохранение детенышей, возможность выживания их в раннем возрасте менее вероятна, чем зрелорождающихся. По-видимому, именно этим можно объяснить большую величину выводков незрелорождающихся млекопитающих. Сравним зайцев и кроликов — представителей двух резко различающихся типов онтогенетического развития. У первых в выводке обычно 3—4 детеныша, у кроликов (диких) — 4—7. Рождение единичных детенышей у кроликов — скорее патологическое исключение. Другой пример: у морской свинки, рождающей совершенно зрелых, полностью сформировавшихся детенышей, в одном помете обычно бывает от 1 до 3 особей, у мышевидных грызунов (незрелорождающиеся детеныши) — от 5—6 до 12 и больше. Даже среди копытных наибольшее потомство у свиней, которые отличаются от других домашних животных наименьшей зрелостью при рождении.

Как было показано Г. Вокенем (1964), степень физиологической зрелости новорожденных животных не обусловлена филогенетическими

связями: близкие филогенетически виды могут в этом отношении весьма существенно различаться.

Окружающие условия по-разному действуют на зрелорождающихся и незрелорождающихся животных. У первых новорожденные попадают в ту же среду, где находятся взрослые особи, и, следовательно, должны обладать достаточно развитыми приспособительными реакциями, чтобы сразу после рождения стабилизировать уровень своих физиологических функций в соответствии с этой средой. Взаимоотношения незрелорождающихся новорожденных с факторами среды складываются иначе. Наличие гнезда и сложное поведение взрослых животных в гнездовом периоде обеспечивают относительно постоянное присутствие микроклиматических условий для развивающегося потомства (Пегельман, 1966). Непосредственный контакт с внешней средой возникает несколько позже, после прозревания и выхода из гнезда.

Независимо от степени физиологической зрелости новорожденных и различного уровня контактов с окружающей средой начало постнатального периода онтогенеза связано с приспособлением организма к разнообразным внешним факторам. Различаются лишь характер и уровень этих приспособлений. В основе таких адаптивных реакций лежат механизмы нейро-гуморальной регуляции. Из данных литературы известно, что эти механизмы развиваются у животных еще в эмбриональном периоде, однако у зрелорождающихся нейро-гуморальные связи в эмбриогенезе начинают функционировать раньше, чем у незрелорождающихся (Мицкевич, 1964).

Известно, что кора надпочечников новорожденных детей в течение нескольких дней перестраивается по типу коры взрослых. Вместе с тем, разные авторы показывают, что надпочечники человеческого эмбриона обладают такой же способностью к биосинтезу стероидов, как и железы взрослого человека (Соффер и др., 1966).

Данных литературы об адапционных изменениях эндокринных желез в раннем периоде развития немного. К. Лишак и Э. Эндрѳци (Lissák, Endrőczy, 1960) отмечают очень слабую выраженность реакции надпочечников новорожденных крыс на ряд стрессорных воздействий.

В настоящем сообщении мы остановимся на некоторых особенностях новорожденных зрелорождающихся (морская свинка) и незрелорождающихся (кролик) животных, определяющих их приспособительные реакции к воздействию фактору в первые дни жизни. Стресс-фактором, вызывающим соответствующие ответные реакции, служило действие экстремальной температуры.

Наиболее общее выражение реакции организма на факторы окружающей среды — реакция напряжения, физиологической основой которой является функциональное состояние гипофизарно-адренкортикальной системы. Последнее определяется как непосредственно по изменениям веса надпочечников и содержанию в них аскорбиновой кислоты и холестерина, так и по ряду показателей крови — содержанию лейкоцитов, особенно эозинофильных, и др. Характер изменений содержания лейкоцитов в крови охлажденных морских свинок у взрослых и новорожденных различен. В табл. 1 приведены результаты опыта с охлажденными морскими свинками.

Как следует из табл. 1, число лейкоцитов в норме у взрослых животных значительно выше, чем у новорожденных. При охлаждении взрослых морских свинок резко увеличивается содержание лейкоцитов в их крови, которое в дальнейшем по мере адаптации животных к холоду возвращается к норме. У новорожденных, наоборот, охлаждение вызывает снижение этого показателя, хотя и незначительное.

Таблица 1

Содержание лейкоцитов в 1 мм³ крови охлажденных морских свинок

| Возрастная группа | Этап охлаждения | Число лейкоцитов в 1 мм ³ крови, тыс. | | | | |
|-----------------------------|----------------------|--|------|------|------|------|
| | | № животных | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Взрослые от 550 до 800 г | Исходный | 9,6 | 9,4 | 9,6 | 9,5 | 9,4 |
| | При -6° С через 2 ч | 11,9 | 13,2 | 12,0 | 11,5 | 11,7 |
| | То же через 24 ч | 9,8 | 11,2 | 11,6 | 10,8 | 9,3 |
| | То же через 3 суток | 8,9 | 9,0 | 11,9 | 9,8 | 9,5 |
| Новорожденные от 55 до 96 г | Исходный | 2,7 | 2,4 | 2,6 | 2,5 | 2,6 |
| | При -10° С через 1 ч | 2,2 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 2,3 |

Важно отметить, что у части морских свинок в первые дни после рождения при охлаждении в менее суровых условиях или в течение более короткого времени возникает реакция взрослого типа — число лейкоцитов в 1 мм³ крови повышается. Однако здесь следует иметь в виду степень общей физиологической зрелости животных, обусловленную главным образом весом тела одновозрастных животных. Такую закономерность можно показать на опыте с охлаждением молодых морских свинок при температуре -6° С (табл. 2).

Когда и как именно происходит перестройка реакции крови морских свинок по взрослому типу? По-видимому, в первые же дни постнатальной жизни, причем различно у разных особей. Как видно из табл. 2, в крови тех особей, у которых охлаждение не вызвало значительного снижения температуры тела, содержание лейкоцитов несколько повысилось (исходный уровень — 2,8—3,5 тыс. в 1 мм³). У самой мелкой морской свинки того же возраста, у которой охлаждение вызвало резкое снижение температуры тела, наблюдалось и уменьшение лейкоцитов в крови.

Таким образом, изменение содержания лейкоцитов в крови охлажденных морских свинок можно рассматривать не как реакцию на определенное внешнее воздействие, а как общую реакцию организма на нарушение гомеостаза.

Следует отметить, что наряду с большими индивидуальными колебаниями в содержании эозинофильных лейкоцитов в крови число их подвержено определенным закономерным изменениям. Так, при сильном охлаждении новорожденных, морских свинок количество их снижалось почти в три раза.

Указанные выше изменения в крови свидетельствуют об определенной зрелости гипофизарно-адреналовой системы. Это же подтверждают из-

Таблица 2

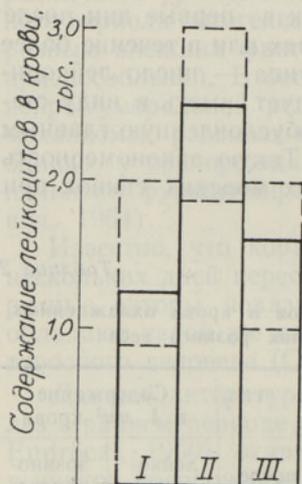
Содержание лейкоцитов в крови охлажденных морских свинок разного веса

| Вес, г | Температура тела, °С | | Содержание в 1 мм ³ крови | |
|--------|----------------------|-------|--------------------------------------|-------------|
| | до | после | лейкоцитов | эозинофилов |
| | охлаждения | | тыс. | |
| 86 | 37,8 | 36,0 | 6,30 | 768 |
| 83 | 37,5 | 35,6 | 5,10 | 531 |
| 80 | 37,2 | 34,8 | 3,50 | 673 |
| 73 | 37,6 | 36,3 | 3,50 | 518 |
| 64 | 37,8 | 24,0 | 1,65 | 400 |

менения, возникающие в надпочечниках охлажденных морских свинок. Так, у новорожденных, охлажденных в течение 3 часов, относительный вес надпочечников увеличился примерно на 26%, хотя содержание в них аскорбиновой кислоты существенно не изменилось. Содержание холестерина в надпочечниках этих морских свинок, по определениям У. Канарика, проведенным в нашей лаборатории, за время охлаждения уменьшилось на 24% по сравнению с контрольными животными.

У кроликов, как и у морских свинок, при рождении количество лейкоцитов в крови незначительно, с возрастом оно увеличивается.

В наших опытах обнаружилось, что уже у новорожденных кроликов содержание лейкоцитов в крови может изменяться при внешних воздействиях на организм. В опыте контролем служили крольчата в возрасте нескольких часов, вынутые из гнезда и тотчас умерщвленные. Температура в гнездах кроликов относительно стабильна (30—35°) и соответствует биологическому оптимуму новорожденных. Часть крольчат того же возраста была помещена в изолированные стаканчики в условия экстремальных температур — одна группа находилась в холодильнике при температуре 0° в течение 40 мин (температура тела у этих животных снизилась на 15—20°); вторая группа подвергалась действию высокой температуры — 45° — в течение 45 мин (температура тела перегревавшихся крольчат поднялась на 5—6° по сравнению с исходной).



Влияние температуры среды на содержание лейкоцитов в крови новорожденных животных, тыс. на 1 мм³; I — 0°C (n=16); II — 30°C (n=10); III — 45°C (n=8). Прерывистой линией обозначены пределы отклонений отдельных показателей подопытных животных данной группы.

Как следует из диаграммы (рис.), у охлажденных, а также и у перегревавшихся крольчат содержание лейкоцитов в 1 мм³ крови уменьшилось существенно. Еще значительнее уменьшилось содержание эозинофильных лейкоцитов в крови охлажденных крольчат — почти в три раза (с 963 в среднем до 333).

Несмотря на такие ярко выраженные реакции крови новорожденных крольчат на внешнюю температуру, в надпочечниках у них мы никаких изменений не обнаружили — ни в весе, ни в содержании аскорбиновой кислоты. По-видимому, отсутствие выраженных изменений в надпочечниках при охлаждении можно приписать общей физиологической незрелости крольчат при рождении. В возрасте 10 дней у охлаждавшихся систематически крольчат отмечается явная гипертрофия надпочечников (табл. 3).

Таблица 3

Относительный вес надпочечников у охлажденных и контрольных десятидневных кроликов (по Пегельман, 1966б)

| № вы-водка | Средний относительный вес надпочечников, мг % | |
|------------|---|-----------------|
| | Контрольные | Охлажденные |
| 1 | 6,0 (6,0 ÷ 6,0) | 7,8 (6,5 ÷ 9,4) |
| 2 | 7,7 (7,6 ÷ 7,7) | 8,4 (7,7 ÷ 9,1) |
| 3 | 5,8 (5,4 ÷ 6,1) | 7,1 (7,0 ÷ 7,2) |
| 4 | 7,6 (7,1 ÷ 8,9) | 10,6 |

Относительный вес надпочечников у крольчат разных выводков уже при рождении может очень значительно различаться, что, по-видимому, является следствием как генетических особенностей крольчихи, так и условий эмбрионального развития, зависящих от здоровья самки, числа детенышей в выводке и т. п. Поэтому в опытах мы сравнивали между собой не отдельные выводки, а крольчат одного выводка, причем часть его подвергалась охлаждению, другая же служила контролем. Как следует из табл. 3, у охлаждавшихся крольчат относительный вес надпочечников всегда выше, чем у контрольных особей того же выводка.

Более запоздалая реакция надпочечников крольчат по сравнению с морскими свинками на внешнее охлаждение — следствие их меньшей физиологической зрелости при рождении. Котята по развитию морфофизиологических признаков занимают промежуточное положение между типично зрелыми и незрелыми. Несмотря на имеющийся уже в первый день после рождения шерстный покров, при охлаждении они еще не способны удерживать температуру своего тела на постоянном уровне. В первый день жизни температура тела котят, только что вынутых из гнезда (в помещении 20°), составляет $35,2-35,3^{\circ}$. При температуре окружающего воздуха 0° через 5 мин она снижается до $33,2^{\circ}$, а еще через 5 мин — до $30,3^{\circ}$. У охлажденных котят наблюдается сильная гиперемия лап, мордочки, шерсть взъерошена. Все это свидетельствует о наличии механизмов физической терморегуляции. Как отмечает И. Аршавский (Аршавский и др., 1959), у незрелорождающихся животных физическая терморегуляция развита уже при рождении.

Значение степени развития терморегуляторного аппарата в начале постнатального периода наглядно проявляется, если сравнить новорожденных морских свинок и котят при одинаковом внешнем охлаждении. Так, в холодильнице с температурой -10° новорожденные морские свинки весом 90 г, выдержали 70-минутное охлаждение без каких-либо глубоких нарушений функций. Температура тела за это время снизилась у них с $37,5^{\circ}$ до $35,7^{\circ}$ ($34,8-36,3^{\circ}$). Следует отметить, что одно из подопытных животных было перед охлаждением острижено, но и это не повлияло на уровень его температуры. У остриженного животного только раньше началась сильная мышечная дрожь. Трехдневные котята весом от 115 до 136 г в этих же условиях охлаждения несмотря на наличие шерстного покрова и значительно большую массу тела уже через 45 мин оказались в состоянии клинической смерти.

Так как уровень развития физиологических функций у новорожденных котят ниже, нам не удалось в первые дни жизни вызвать у них специфических изменений в надпочечниках. В то же время у шестидневных котят реакция надпочечников проявилась совершенно отчетливо. У котят, охлаждавшихся ежедневно с первого дня жизни, в шестидневном возрасте относительный вес надпочечников составлял $31,0 \pm 1,4$ мг%, а у контрольных — $23,0 \pm 1,5$ мг%.

У видов с различным уровнем зрелости при рождении в результате охлаждения в первые дни постэмбриональной жизни происходят некоторые изменения в организме. У охлаждаемых животных наблюдается увеличение веса печени, что вполне объяснимо значительной ролью ее в теплопродукции организма. Увеличение печени у крольчат, периодически охлаждавшихся с первого дня жизни, нам приходилось наблюдать уже на четвертый день.

У охлаждавшихся новорожденных животных увеличивается содержание гемоглобина и эритроцитов в крови, иногда весьма заметно. У новорожденных морских свинок, охлаждавшихся в течение часа при температуре -10° , содержание гемоглобина повысилось с $14,5$ г% ($12,2-16,4$)

до 15,8 $\%$ (14,6—16,9), а число эритроцитов увеличилось с 3,54 млн. в среднем (2,3—4,4) до 6,02 млн. (5,7—6,7). Охлаждение трехдневных котят не вызвало особых изменений в содержании эритроцитов в крови, но количество гемоглобина возросло с 11,0—11,7 $\%$ до 12,1—12,5 $\%$. При повторных многократных охлаждениях с последующим обогревом подобных изменений в крови не было, по-видимому, вследствие адаптации организма к периодическому охлаждению.

Особое значение имеет вопрос о том, в какой мере охлаждение новорожденных животных влияет на развитие их терморегуляции в дальнейшем, какую роль в стимуляции терморегуляции играет степень физиологической зрелости организма при рождении.

У морских свинок в первые дни жизни охлаждение, связанное с морфо-функциональными перестройками в организме, не вызвало заметных сдвигов в реакциях на охлаждение в дальнейшем. По-видимому, такая стабильность терморегуляции морских свинок в раннем возрасте — следствие сформированности этой функции к моменту рождения.

Совсем иначе реагируют на охлаждение незрелорождающиеся новорожденные животные. Периодическое охлаждение новорожденных крольчат привело к снижению предпочитаемой температуры с 32° до 30°, а

также повысило способность их поддерживать температуру тела при внешнем охлаждении. Охлаждаемые крольчата в возрасте 10 дней при температуре среды 5° за 60 мин снизили температуру тела с 36,0° до 30,6°, в то время как у контрольных неохлаждавшихся крольчат она упала до 26,2° в среднем (Пегельман, 1966б).

В другом опыте периодическое охлаждение крольчат в первые дни после рождения привело к тому, что уже в возрасте 7 дней — еще до прозревания — они лучше сохраняли температуру тела, чем не подвергавшиеся ранее охлаждению (табл. 4).

Таблица 4
Температура тела подопытных и контрольных крольчат при 5° С

| Периодически охлаждавшиеся | | Контроль | |
|----------------------------|-----------------|-------------|-----------------|
| Вес тела, г | Температура, °С | Вес тела, г | Температура, °С |
| 104 | 25,0 | 104 | 21,6 |
| 70 | 22,0 | 68 | 17,3 |
| 66 | 22,0 | 67 | 18,4 |
| 62 | 19,2 | 60 | 17,0 |
| 90 | 24,0 | | |

Результаты этих опытов, проводившихся в нескольких повторностях, свидетельствуют о том, что охлаждение новорожденных крольчат повышает способность поддерживать температуру тела на высоком уровне при повторном охлаждении. Аналогичные данные были получены нами и при охлаждении новорожденных мышат. Ускорение развития терморегуляции у подсосных крысят при пониженных температурах обнаружили Е. Антошкина (1938) и Э. Броуди (Brody, 1943).

Выводы

1. У новорожденных млекопитающих с различной степенью зрелости физиологических функций в условиях экстремальных температур содержание лейкоцитов в крови уменьшается, что можно рассматривать, как общую реакцию организма новорожденных на нарушение гомеостаза.

2. Изменения величины надпочечников как показатель общего адаптационного синдрома у новорожденных морских свинок проявляются в первые дни постнатальной жизни. У кошек и кроликов, рождающихся

физиологически незрелыми, эта реакция наблюдается позже, но еще до созревания.

3. Периодическое охлаждение новорожденных животных, особенно незрелорождающихся, вызывает адаптацию их к последующему воздействию пониженной температуры. Это проявляется в ускоренном развитии терморегуляции, позволяющем им поддерживать температуру тела при повторном охлаждении на более высоком уровне.

ЛИТЕРАТУРА

- Антошкина Е. Л., 1939. Онтогенетическое развитие терморегуляции. Физиол. ж. **26** (1) : 226.
- Аршавский И. А., Гохблит И. И., Корниенко И. А., Розанова В. Д., 1959. К характеристике особенностей экологии новорожденных млекопитающих в связи с возможностями их адаптации к меняющимся условиям среды. Тр. совещ. экол. физиол. **2** : 8—11. М.—Л., АН СССР.
- Воккен Г. Г., 1964. Степень дифференцированности костного скелета у различных грызунов при рождении. В сб.: Проблемы современной эмбриологии : 425. М., МГУ.
- Мицкевич М. С., 1964. Гормональные факторы индивидуального развития животных. В кн.: Закономерности индивидуального развития сельскохозяйственных животных : 43—52. М.
- Пегельман С. Г., 1966а. Адаптивное гнездовое поведение некоторых диких и лабораторных животных. Ж. общ. биол. **26** : 3.
- Пегельман С. Г., 1966б. Ранние морфофункциональные изменения в постнатальном онтогенезе животных. Таллин, «Валгус».
- Соффер Л., Дорфман Р., Гебрилав Л., 1966. Надпочечные железы человека. (Пер. с англ.). М.
- Brody E., 1943. Development of homeothermy in suckling rats. Amer. J. Physiol. **139** : 2.
- Lissák K., Endrőczy E., 1960. Die neuroendokrine Steuerung der Adaptationstätigkeit. Budapest.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
28/XI 1966

S. PÖGGELMANN

VASTSÜNDINUD LOOMADE KOHANEMISREAKTSIOONID

Resümee

Laboratoorses tingimustes uuriti vastsündinud merisigade ja küülikute reageerimist ekstreemsetele temperatuuridele. Tehti kindlaks, et erinevalt täiskasvanutest vähenes vastsündinud merisigadel sügavkülmutuse korral leukotsüütide hulk; mõõduka jahutamise puhul see aga suurenes, ent mitte nii palju kui täiskasvanutel.

Vastsündinud küülikute veres täheldati leukotsüütide arvu kasvu nii jahutamisel (0° C) kui ka ülesoojendamisel (45°). Mõlemal katselooma liigil märgiti jahutamise korral eosinofiilsete leukotsüütide hulga langust veres.

Neerupealiste hüpertroofia avaldus jahutamise korral merisigadel juba esimestel sünnijärgsetel päevadel, küülikutel aga alles varajase postembrüogeneesi lõpul, enne silmade avanemist. See on tingitud morfoloogilis-füsioloogilise küpsuse erinevast astmest loomade sündimisel.

Vastsündinud küülikute perioodiline jahutamine, millele järgnes soojendamine, kutsus neil esile termoregulatsiooni kiirema arenemise, mis korduvate jahutamiste puhul võimaldas paremini säilitada kehatemperatuuri.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Eksperimentaabioloogia Instituut

Saabus toimetusse
28. XI 1966

S. PÖÖGELMANN

THE ADAPTATIONS IN NEW-BORN ANIMALS

Summary

Some reactions of new-born guinea pigs and rabbits to extreme environment temperatures were studied.

The number of leucocytes in the blood of new-born guinea pigs, contrary to that in adult guinea pigs, in the case of deep refrigeration decreased. On the other hand, in case of moderate refrigeration the leucocyte count of the new-born guinea pigs increased, but not so significantly as in adult animals.

In new-born rabbits the low environmental temperatures (about 0°C) as well as overheating (45°C) called forth an outspoken decrease in the number of leucocytes and in particular, in the number of eosinophile ones.

It was shown that low temperature caused some adrenal enlargement in new-born guinea pigs, but had no effect on the size of adrenals of new-born rabbits. An enlargement of adrenals in new-born cooled rabbits was received only by the tenth day after birth.

Some stimulation of the development of thermoregulation was stated in the new-born rabbits which were periodically cooled in the very first days of their postembryonal life.

Academy of Sciences of the Estonian SSR.
Institute of Experimental Biology

Received
Nov. 28, 1966