



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	11
Список сокращений и условных обозначений .....	13
<b>Глава 1. Основы лабораторного обследования новорожденных .....</b>	<b>16</b>
1.1. Неонатальный период .....	17
1.2. Анатомо-физиологические особенности органов и систем новорожденного .....	19
1.3. Переходные состояния у новорожденных .....	29
1.4. Патологические состояния у новорожденных .....	35
1.4.1. Асфиксия .....	35
1.4.2. Респираторный дистресс-синдром .....	38
1.4.3. Синдром аспирации мекония .....	42
1.4.4. Задержка внутриутробного развития плода .....	43
1.4.5. Гемолитическая болезнь новорожденных .....	44
1.4.6. Патология системы гемостаза у новорожденных .....	47
1.4.6.1. Геморрагическая болезнь новорожденных .....	48
1.4.6.2. Тромбозы у новорожденных .....	51
1.4.6.3. Неонатальная тромбоцитемия .....	52
1.4.7. Анемии новорожденных .....	53
1.4.8. Полицитемия новорожденных .....	54
1.4.9. Патологическая гипербилирубинемия новорожденных .....	55
1.4.10. Острая почечная недостаточность .....	58
1.4.11. Некротизирующий энтероколит .....	62
1.4.12. Неонатальный сепсис .....	63
1.5. Неонатальный скрининг .....	68
1.6. Назначение лабораторных исследований .....	79
1.6.1. Болезнь и диагноз болезни .....	83
1.6.2. Научно-обоснованные подходы к назначению лабораторных исследований .....	90
1.6.3. Оформление бланка-заявки на лабораторные исследования .....	95
1.6.4. Подготовка новорожденного к лабораторным исследованиям .....	96
1.7. Технология взятия проб крови .....	97
1.7.1. Приспособления, используемые для взятия проб крови .....	99
1.7.1.1. Вакуумные системы .....	100
1.7.1.2. Одноразовые шприцы для взятия проб венозной крови .....	107

1.7.1.3. Приспособления, используемые для взятия проб капиллярной крови. ....	108
1.7.2. Процедура взятия проб крови. ....	111
1.7.2.1. Идентификация новорожденного. ....	111
1.7.2.2. Подготовка новорожденного к процедуре взятия крови медицинской сестрой. ....	112
1.7.2.3. Подбор приспособлений и подготовка рабочего места для взятия крови. ....	113
1.7.2.4. Подготовка медицинской сестры к процедуре взятия крови. ....	113
1.7.2.5. Выбор процедуры взятия крови. ....	114
1.7.2.6. Процедура взятия крови из пуповины. ....	118
1.7.2.7. Процедура взятия крови из вены. ....	122
1.7.2.8. Процедура взятия капиллярной крови. ....	134
1.7.2.9. Процедура взятия артериальной крови. ....	145
1.8. Технология сбора других видов биологического материала на исследования. ....	146
1.8.1. Пробы мочи. ....	146
1.8.2. Спинномозговая жидкость (ликвор). ....	149
1.8.3. Пробы кала. ....	150
1.8.4. Взятие и сбор биологического материала на бактериологические исследования. ....	151
1.9. Процедура подготовки и доставки проб крови и собранного биологического материала в лабораторию. ....	153
1.10. Оценка результатов лабораторных исследований. ....	157
1.10.1. Единицы измерения, используемые в лабораториях. ....	157
1.10.2. Последовательность оценки результатов лабораторных исследований. ....	160
1.10.3. Понятие «референтная величина». ....	163
1.10.4. Нозологический уровень оценки результатов лабораторных исследований. ....	167
1.10.4.1. Связь с определенной нозологией. ....	167
1.10.4.2. Посттестовая вероятность. ....	171
1.10.4.3. Критические величины результатов лабораторных исследований. ....	175
<b>Глава 2. Гематологические исследования. ....</b>	<b>181</b>
2.1. Особенности гемопоэза у новорожденных. ....	181
2.1.1. Гемопоэз у плода. ....	182
2.1.2. Гемоглобины плода. ....	183

2.1.3. Фетальная кровь .....	184
2.1.4. Гемопоз у новорожденных .....	185
2.2. Общеклинический анализ крови .....	191
2.2.1. Эритроциты, гемоглобин, гематокрит и индексы эритроцитов ...	193
2.2.1.1. Структура и функции эритроцитов .....	193
2.2.1.2. Структура и функции гемоглобина .....	194
2.2.1.3. Референтные величины количества эритроцитов, гемоглобина, гематокрита и индексов эритроцитов .....	196
2.2.1.4. Патологические состояния, связанные со снижением количества эритроцитов, гемоглобина и величины гематокрита .....	202
2.2.1.5. Патологические состояния, связанные с повышением количества эритроцитов, гемоглобина и величины гематокрита .....	219
2.2.1.6. Изменения морфологии эритроцитов .....	223
2.2.1.7. Гемоглинопатии .....	224
2.2.2. Ретикулоциты .....	226
2.2.2.1. Референтные величины количества ретикулоцитов .....	226
2.2.2.2. Причины отклонения количества ретикулоцитов от нормы .....	227
2.2.3. Лейкоциты и лейкоцитарная формула .....	228
2.2.3.1. Структура и функции лейкоцитов .....	229
2.2.3.2. Референтные величины количества лейкоцитов .....	230
2.2.3.3. Лейкоцитарная формула .....	236
2.2.3.4. Причины увеличения количества лейкоцитов .....	239
2.2.3.5. Причины снижения количества лейкоцитов .....	242
2.2.3.6. Изменения в лейкоцитарной формуле крови .....	243
2.2.3.7. Изменения морфологии лейкоцитов .....	246
2.2.4. Тромбоциты .....	247
2.2.4.1. Структура и функции тромбоцитов .....	247
2.2.4.2. Референтные величины количества тромбоцитов .....	247
2.2.4.3. Причины снижения количества тромбоцитов .....	248
2.2.4.4. Причины повышения количества тромбоцитов .....	251
2.2.5. Скорость оседания эритроцитов .....	252
2.3. Осмотическая резистентность эритроцитов .....	257
2.4. Миелограмма .....	258
2.4.1. Клеточный состав костного мозга у новорожденных .....	260
2.4.2. Патологические изменения костного мозга у новорожденных ...	263

<b>Глава 3. Иммуногематологические исследования</b> .....	267
3.1. Антигены эритроцитов и группы крови .....	268
3.1.1. Группы крови АВ0 .....	268
3.1.2. Антигены эритроцитов системы Резус (резус-фактора) .....	269
3.1.3. Антигены системы Келл .....	270
3.1.4. Другие антигены эритроцитов .....	270
3.1.5. Особенности антигенов эритроцитов у новорожденных .....	271
3.2. Антитела к антигенам эритроцитов .....	271
3.3. Определение группы крови, резус-фактора, титра антител и совместимости крови донора и реципиента .....	273
3.4. Пробы Кумбса .....	277
3.5. Современные технологии в иммуногематологии .....	278
3.6. Гемолитическая болезнь новорожденных .....	281
3.7. Побочные эффекты переливания эритроцитов .....	283
<b>Глава 4. Общеклинические исследования</b> .....	285
4.1. Исследование мочи .....	285
4.1.1. Образование и выведение мочи .....	286
4.1.2. Общеклинический анализ мочи .....	291
4.1.3. Белок в суточной моче .....	301
4.1.4. Анализ мочи по Нечипоренко .....	304
4.2. Общеклиническое исследование спинномозговой жидкости .....	305
4.2.1. Показатели спинномозговой жидкости при заболеваниях .....	308
4.3. Исследование кала .....	310
4.3.1. Общеклиническое исследование кала .....	311
4.3.2. Обнаружение скрытой крови в кале .....	316
<b>Глава 5. Биохимические исследования</b> .....	318
5.1. Водно-электролитный гомеостаз .....	320
5.1.1. Водный баланс .....	320
5.1.1.1. Регуляция водного баланса .....	323
5.1.1.2. Потери воды .....	326
5.1.1.3. Нарушения водного баланса .....	328
5.1.2. Электролитный баланс .....	331
5.1.2.1. Натрий .....	333
5.1.2.2. Калий .....	340
5.1.2.3. Кальций .....	343
5.1.2.4. Неорганический фосфор .....	350
5.1.2.5. Магний .....	353
5.1.2.6. Хлориды .....	354

5.1.3. Кисотно-основное состояние.....	357
5.1.3.1. Газы крови.....	358
5.1.3.2. Регуляция кислотно-основного состояния.....	361
5.1.3.3. Показатели кислотно-основного состояния.....	366
5.1.3.4. Формы нарушений кислотно-основного состояния.....	370
5.1.3.5. Оценка результатов исследования капиллярной крови кожи головы плода.....	379
5.1.3.6. Оценка результатов исследования пуповинной крови.....	382
5.1.3.7. Оценка результатов исследования артериальной крови.....	386
5.2. Белки и белковые фракции.....	389
5.2.1. Синтез и метаболизм белков.....	389
5.2.2. Общий белок.....	392
5.2.3. Альбумин.....	393
5.2.4. Белковые фракции в сыворотке крови.....	395
5.2.5. Специфические белки.....	398
5.2.5.1. С-реактивный белок.....	399
5.2.5.2. Прокальцитонин.....	401
5.2.5.3. Пресептин.....	403
5.2.5.4. Гаптоглобин.....	404
5.2.5.5. Преальбумин.....	405
5.2.5.6. Миоглобин.....	406
5.2.5.7. Тропонины.....	406
5.2.5.8. Цистатин С.....	407
5.2.6. Метаболиты белкового обмена.....	408
5.2.6.1. Регуляция почками уровня мочевины и креатинина.....	408
5.2.6.2. Скорость клубочковой фильтрации у новорожденных.....	409
5.2.6.3. Креатинин.....	411
5.2.6.4. Мочевина.....	414
5.2.6.5. Мочевая кислота.....	416
5.2.6.6. Аммиак.....	418
5.2.6.7. Гомоцистеин.....	419
5.3. Глюкоза и метаболиты углеводного обмена.....	421
5.3.1. Метаболизм глюкозы у плода и новорожденного.....	421
5.3.2. Референтные величины уровня глюкозы крови.....	426
5.3.3. Гипогликемия.....	428
5.3.4. Гипергликемия.....	434
5.3.5. Лактат.....	436

5.4. Холестерин, триглицериды и липопротеины . . . . .	438
5.4.1. Функции холестерина, триглицеридов и липопротеинов . . . . .	439
5.4.2. Холестерин . . . . .	440
5.4.3. Триглицериды . . . . .	441
5.4.4. $\beta$ -Гидроксibuтират . . . . .	442
5.5. Исследование ферментов . . . . .	443
5.5.1. Структура и функции ферментов . . . . .	444
5.5.2. Клиническое значение определения активности ферментов . . . . .	445
5.5.3. Аспаратаминотрансфераза . . . . .	446
5.5.4. Аланинаминотрансфераза . . . . .	446
5.5.5. Креатинкиназа . . . . .	448
5.5.6. Лактатдегидрогеназа . . . . .	450
5.5.7. $\gamma$ -Глютамилтранспептидаза . . . . .	452
5.5.8. Щелочная фосфатаза . . . . .	453
5.5.9. Ферменты поджелудочной железы . . . . .	454
5.5.9.1. Амилаза . . . . .	456
5.5.9.2. Липаза . . . . .	457
5.6. Исследование желчных пигментов и порфиринов . . . . .	457
5.6.1. Пигментный обмен . . . . .	457
5.6.1.1. Особенности метаболизма желчных пигментов у новорожденных . . . . .	460
5.6.1.2. Классификация желтух новорожденных . . . . .	461
5.6.1.3. Причины неонатальной гипербилирубинемии . . . . .	465
5.6.1.4. Маркеры прогнозирования неонатальной гипербилирубинемии . . . . .	469
5.6.2. Порфириновый обмен . . . . .	472
5.6.2.1. Порфирии . . . . .	474
5.6.2.2. Методы исследования . . . . .	477
5.6.2.3. Диагностика порфирий . . . . .	478
5.7. Исследование обмена железа . . . . .	480
5.7.1. Обмен железа у новорожденных . . . . .	480
5.7.2. Биомаркеры оценки обмена железа . . . . .	482
5.7.3. Железодефицитные состояния у новорожденных . . . . .	486
<b>Глава 6. Исследование системы гемостаза . . . . .</b>	<b>488</b>
6.1. Система гемостаза у новорожденных . . . . .	489
6.2. Показания для исследования системы гемостаза . . . . .	492
6.3. Особенности проб крови для исследования коагуляции . . . . .	493

6.4. Лабораторные тесты, используемые для оценки свертывающей системы крови. ....	493
6.4.1. Тесты для оценки тромбоцитарного звена гемостаза . . . . .	494
6.4.2. Тесты для оценки коагуляционного звена гемостаза . . . . .	498
6.4.2.1. Протромбиновое время. . . . .	501
6.4.2.2. Активированное частичное тромбопластиновое время. . . . .	502
6.4.2.3. Тромбиновое время . . . . .	503
6.4.2.4. Фибриноген . . . . .	504
6.4.2.5. Фактор V (проакцелерин) . . . . .	504
6.4.2.6. Фактор VII (проконвертин) . . . . .	505
6.4.2.7. Фактор VIII (антигемофильный глобулин А) . . . . .	506
6.4.2.8. Фактор Виллебранда . . . . .	507
6.4.2.9. Фактор IX (Кристмас-фактор) . . . . .	508
6.4.2.10. Фактор XII (Хагемана) . . . . .	509
6.4.2.11. Фактор XIII (фибрин-стабилизирующий фактор) . . . . .	509
6.4.2.12. Антитромбин III . . . . .	510
6.4.2.13. Протеин С . . . . .	511
6.4.2.14. Протеин S . . . . .	512
6.4.2.15. D-димер . . . . .	513
6.5. Формы нарушений гемостаза . . . . .	514
6.5.1. Приобретенные нарушения коагуляции. . . . .	514
6.5.2. Наследственные нарушения коагуляции . . . . .	517
6.5.3. Неонатальный тромбоз . . . . .	519
<b>Глава 7. Диагностика врожденных инфекций. . . . .</b>	<b>522</b>
7.1. Особенности иммунного ответа плода на инфицирование . . . . .	524
7.2. Методы диагностики. . . . .	525
7.3. ВИЧ-инфекция . . . . .	527
7.4. Инфекция COVID-19 . . . . .	532
7.5. Герпетическая инфекция . . . . .	533
7.5.1. Цитомегаловирусная инфекция . . . . .	533
7.5.2. Врожденный простой герпес . . . . .	539
7.6. Краснуха . . . . .	541
7.7. Вирусные гепатиты . . . . .	542
7.7.1. Вирусный гепатит В . . . . .	542
7.7.2. Вирусный гепатит С . . . . .	546
7.8. Листериоз . . . . .	550
7.9. Хламидийная инфекция . . . . .	551



7.10. Микоплазменная инфекция .....	554
7.11. Сифилис .....	556
7.12. Токсоплазмоз.....	560
7.13. Особенности оценки результатов лабораторных исследований на врожденные инфекции .....	563
Список литературы.....	565
Предметный указатель .....	581

# Глава 1

## Основы лабораторного обследования новорожденных

С момента перевязки пуповины начинается внеутробная жизнь ребенка. Он вступает в период новорожденности. В неонатологии существуют понятия, необходимые для оценки состояния здоровья и степени морфофункционального развития ребенка, его адаптивных возможностей.

Перинатальный период — период с 22-й полной недели внутриутробной жизни плода по 7-е сутки жизни новорожденного. Заболевания, возникающие в перинатальном периоде, нередко обозначают термином «перинатальная патология». Клинические проявления перинатальных заболеваний могут сохраняться в течение нескольких месяцев. Особенность перинатальных заболеваний состоит в том, что они являются следствием воздействия на плод патогенных факторов, тесно связанных с экстрагенитальной и акушерской патологией матери. Перинатальный период, в свою очередь, может быть условно разделен на следующие 3 периода:

- 1) антенатальный — начинается с момента образования зиготы и заканчивается началом родов;
- 2) интранатальный — с начала родовой деятельности до рождения ребенка; интранатальный период имеет чрезвычайно важное значение для здоровья плода и новорожденного, так как осложнения в процессе родов приводят к неблагоприятным последствиям в виде тяжелой асфиксии плода и родовой травмы;
- 3) постнатальный (период новорожденности) — длится от рождения ребенка до 7 дней жизни (включает только ранний период новорожденности).

Неонатальный период (период новорожденности) — длится от рождения ребенка до 28 дней жизни и включает:

- ранний неонатальный период — длится от рождения до 7-го дня жизни ребенка;
- поздний неонатальный период — длится с 7-го до 28-го дня жизни.

Главные особенности периода новорожденности в первые минуты и часы жизни заключаются в том, что новорожденный переходит от внутриутробных к внеутробным условиям существования. Поэтому неонатальный период наиболее критический возрастной период у детей, и неонатологу чрезвычайно важно получать объективную информацию о состоянии новорожденного. Результаты лабораторных тестов имеют большое значение для обнаружения

отклонений в состоянии здоровья новорожденного, правильной постановки диагноза и назначения лечения, предотвращения всевозможных осложнений в его развитии.

Вместе с тем имеется множество особенностей в правильном выборе лабораторных тестов для оценки состояния новорожденного и биологических материалов для анализа, техники их получения, влияния большого количества факторов на качество исследований и ни с чем не сопоставимые трудности в оценке результатов лабораторных тестов. Рассмотрим все эти проблемы более детально.

## 1.1. НЕОНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

При первичном осмотре врач-неонатолог оценивает новорожденного по 3 параметрам:

- 1) гестационному возрасту;
- 2) показателям физического развития;
- 3) степени морфологической и функциональной зрелости.

Гестационный возраст — время между первым днем последней менструации у матери и родами. Гестационный возраст ребенка равен количеству полных недель беременности на момент родов. Общепринято разделение новорожденных на доношенных и недоношенных. Гестационный возраст используют для оценки доношенности новорожденного.

Хронологический возраст (постнатальный, паспортный, актуальный) — время, прошедшее с момента рождения ребенка. Измеряется в днях, неделях, месяцах и годах. Недоношенным считается ребенок, родившийся до окончания 37-й недели беременности.

Условно выделяют 4 степени недоношенности по гестационному возрасту (беременности):

- I степень — 35–37 нед;
- II степень — 32–34 нед;
- III степень — 29–31 нед;
- IV степень — 26–28 нед (глубоко недоношенные).

Переношенным считается ребенок, родившийся при сроке беременности 42 нед и более. Масса и длина тела у переношенного ребенка могут значительно превышать показатели доношенных детей, однако в ряде случаев он может иметь относительно низкие антропометрические показатели, что связано с плацентарной недостаточностью.

Показателями физического развития новорожденного являются:

- 1) масса тела;
- 2) длина тела;
- 3) окружность головы;
- 4) окружность грудной клетки;
- 5) пропорциональность вышеприведенных показателей.

Масса тела при рождении имеет большое значение в оценке состояния новорожденного. Она определяется в течение первого часа жизни. Измерение

длины новорожденного производится при вытянутом его положении с помощью горизонтального ростомера. Масса тела новорожденных и рост индивидуальны и зависят от состояния здоровья и возраста матери, режима ее питания, течения беременности, числа родов, пола ребенка, особенностей конституции родителей и других причин. Рост новорожденных колеблется от 45 до 56 см, в среднем 48–52 см; масса тела — в пределах от 2500 до 6000 г, в среднем 3200–3500 г.

Независимо от гестационного возраста на основании результата первого взвешивания выделяют следующие категории детей:

- 1) ребенок с низкой массой тела при рождении — ребенок любого возраста гестации, имеющий при рождении массу тела менее 2500 г;
- 2) ребенок с очень низкой массой тела при рождении — ребенок любого возраста гестации, имеющий при рождении массу тела менее 1500 г;
- 3) ребенок с экстремально низкой массой тела при рождении — ребенок любого возраста гестации, имеющий массу тела при рождении менее 1000 г.

Доношенным считается ребенок, родившийся при сроке беременности 37–42 нед. Большинство доношенных имеют массу тела от 2500 до 4000 г и длину тела от 46 до 52 см. Окружность головы новорожденного составляет от 32 до 38 см, грудной клетки — 32–34 см.

Примерно 70–80% недоношенных детей имеют массу тела менее 2500 г и длину тела менее 45 см, а 20–30% — массу и рост, характерные для доношенных новорожденных. Недоношенные дети характеризуются морфофункциональной незрелостью.

Морфологическая и функциональная зрелость — готовность органов и систем ребенка к внеутробному существованию. Она зависит, прежде всего, от гестационного возраста, а также от особенностей течения беременности. Патологическое течение беременности, заболевания матери и плода могут приводить к рождению незрелого для своего срока гестации ребенка. Зрелым является здоровый доношенный ребенок. Однако среди доношенных детей могут быть незрелые. Все недоношенные дети являются незрелыми по отношению к доношенным. Зрелость новорожденного определяется по совокупности клинических и функциональных признаков по отношению к гестационному возрасту, а также к биохимическим показателям.

Степень морфологической зрелости новорожденного устанавливают по комплексу внешних морфологических признаков. Наиболее часто для этого используют оценочную шкалу степени зрелости, которая включает в себя 5 внешних морфологических признаков:

- 1) состояние кожи;
- 2) ушная раковина;
- 3) диаметр ареолы сосков;
- 4) наружные половые органы;
- 5) исчерченность стоп.

Функциональная зрелость новорожденного оценивают по зрелости:

- 1) нервной и мышечной систем:
  - выраженность тонуса сгибателей и двигательной активности;
  - громкость крика;

- степень достаточности терморегуляции при адекватном температурном режиме окружающей среды;
- наличие и выраженность врожденных безусловных рефлексов (сосательного, глотательного и других рефлексов периода новорожденности);
- 2) органов дыхания: правильный ритм дыхания, отсутствие приступов апноэ и цианоза;
- 3) сердечно-сосудистой системы: правильный ритм сердечных сокращений, нет расстройства микроциркуляции;
- 4) других органов и систем.

Для неонатального периода важным является определение понятий «живорождение» и «мертворождение».

Живорождением является момент отделения плода от организма матери посредством родов при сроке беременности 22 нед и более, при массе тела новорожденного 500 г и более (или менее 500 г при многоплодных родах) или в случае, если масса тела ребенка при рождении неизвестна, а длина тела новорожденного 25 см и более, при наличии у новорожденного признаков живорождения. Признаками живорождения являются: дыхание, сердцебиение, пульсация пуповины или произвольные движения мускулатуры независимо от того, перерезана пуповина и отделилась ли плацента.

Мертворождением является момент отделения плода от организма матери посредством родов при сроке беременности 22 нед и более при массе тела новорожденного 500 г и более (или менее 500 г при многоплодных родах) или в случае, если масса тела ребенка при рождении неизвестна, а длина тела новорожденного 25 см и более, при отсутствии у новорожденного признаков живорождения. Мертвый (мертворожденный) — жизнеспособный ребенок, не имеющий никаких признаков жизни. На смерть указывает отсутствие у плода после такого отделения дыхания или любых других признаков жизни, таких как сердцебиение, пульсация пуповины или произвольные движения мускулатуры.

## **1.2. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНОВ И СИСТЕМ НОВОРОЖДЕННОГО**

После рождения органы и системы новорожденного должны обеспечить быструю адаптацию к независимому жизнеобеспечению организма и замене тех функций, которые до рождения выполнял материнский организм. Кроме того, такая адаптация должна обеспечить физиологические требования быстрого роста и развития организма. Поэтому ранний неонатальный период является самым сложным в жизни ребенка, в нем отмечаются фазы наибольшего напряжения адаптационных механизмов:

- 1) первые 30 мин жизни — острая респираторно-гемодинамическая адаптация (когда идет становление дыхания и кровообращения);
- 2) первые 6 ч жизни — синхронизация основных функциональных систем организма [когда возникают взаимодействие, синхронизация работы органов и систем в новых условиях; регуляция со стороны центральной нервной системы (ЦНС) всеми физиологическими процессами];

3) 4–5-е сутки жизни — напряженная метаболическая адаптация в связи с переходом на лактотрофный тип питания и анаболический тип обмена веществ (фаза перестройки функционирования всех органов и клеток, всего обмена веществ в связи с дыханием и поступлением большого количества кислорода).

Важнейшие проявления постнатальной адаптации новорожденного (Blackburn S.T., 2007):

1) ранняя неонатальная адаптация:

- напряжение и последующее транзитное угнетение нейроэндокринной системы новорожденного — родовой стресс;
- первый вдох и резкое снижение сосудистого сопротивления в малом круге кровообращения;
- функциональное закрытие общего артериального (боталлова) протока и овального окна, полная изоляция большого и малого круга кровообращения;
- начало ритмичного дыхания;
- начало функционирования системы сурфактанта легких;
- включение антиоксидантных систем легких, других органов (тканей);
- включение жизненно важных рефлекторных реакций — сосания, глотания и других, реакций нервной системы и сенсорных реакций (зрение, слух) на внешние раздражители;
- перестройка процессов биоэнергетики, начало собственных процессов термогенеза и терморегуляции;
- переход от постоянного поступления питательных веществ к прерывистому;
- быстрое истощение запасов гликогена и утилизация жира (и кетоновых тел) в качестве источника энергии;

2) поздняя неонатальная адаптация:

- становление гомеостатической функции почек — выведение избытка ионов водорода (нелетучих органических кислот), воды, азотистых соединений, натрия, калия, кальция, неорганических фосфатов;
- микробная колонизация кожи, полости рта, кишечника, дыхательных путей;
- защитная депрессия клеточной иммунной системы, пассивный гуморальный иммунитет;
- адаптация к пищевым ингредиентам, синтез и активация ферментов расщепления и всасывания;
- включение собственных систем детоксикации в печени (полиморфной системы цитохром-р450-оксидаз, глюкуронил-трансферазы, сульфат-трансферазы, глутатионтрансферазы).

Как следствие переход к постнатальной жизни новорожденного, ранний неонатальный период сопровождается выраженными изменениями физиологических, биохимических, иммунологических и гормональных функций. Эти изменения необходимы, потому что новорожденный должен адаптироваться к новой среде. Нарушения процессов адаптации ставят под угрозу жизнь и состояние здоровья ребенка. Поэтому на этот период приходится самая высокая смертность новорожденных.

Рассмотрим типичные анатомо-физиологические особенности органов и систем новорожденных, так как они играют важную роль в правильной оценке результатов лабораторных исследований и понимании динамики их изменений.

**Сердечно-сосудистая система.** Сердечно-сосудистая система внутриутробно закладывается на 3-й неделе развития. На 6-й неделе уже регистрируются ритмичные сердцебиения у плода. Сердечно-сосудистая система плода обеспечивает работу механизмов трансплацентарного газообмена между матерью и ребенком. При этом кровь плода и беременной не смешивается. Оксигенированная в плаценте артериальная кровь по воротной вене и венозному потоку попадает в нижнюю полую вену плода, затем в большой круг кровообращения, где смешивается с венозной. Через фетальные коммуникации (артериальный проток) кровь из легочного ствола вместо практически не функционирующих сосудов малого круга кровообращения поступает в нисходящую часть аорты. Через малый круг протекает лишь около 10% крови. Внутриутробно функционируют три шунта, облегчающие венозный возврат к плаценте, — венозный поток и два право-левых шунта, уменьшающие ток крови через легкие (овальное окно и артериальный проток).

После рождения и пережатия пуповины плацентарное кровообращение прекращается, и на фоне начала самостоятельного дыхания происходит перестройка физиологии кровообращения. Когда начинается воздушное дыхание, артерии пуповины спазмируются. Плацентарный кровоток уменьшается или прекращается, снижается возврат крови в правое предсердие. Вследствие прекращения плацентарного кровотока периферическое сопротивление сосудистого русла ребенка нарастает. Это приводит к увеличению артериального давления и одновременному снижению сопротивления сосудов малого круга, увеличению объема циркулирующей крови (ОЦК) в большом круге кровообращения и снижению давления в легочной артерии и правых отделах сердца. Поэтому постепенно закрывается овальное отверстие между предсердиями. Оно становится функционально неактивным уже в первые часы жизни, но анатомическое закрытие может наступать в возрасте 5–7 мес. Спадание венозного протока происходит в первые 5 мин жизни, полное его зарращение — на 2-м месяце. Поскольку сопротивление кровотоку в большом круге кровообращения становится выше, чем в легких, направление кровотока через открытый артериальный проток меняется, создавая шунт крови слева направо. Такое состояние циркуляции называют переходным кровообращением. Оно продолжается примерно сутки, затем артериальный проток закрывается. В течение этого периода возможно поступление крови как слева направо, так и наоборот. Наличие транзитного кровообращения и возможностью право-левого шунта можно объяснить цианоз нижних конечностей у некоторых здоровых новорожденных в первые часы жизни. После рождения происходит лишь функциональное закрытие фетальных коммуникаций. Анатомическое закрытие артериального (боталлова) протока может происходить к 2–8-й неделе жизни.

Масса сердца новорожденного относительно массы его тела почти вдвое больше, чем у взрослого человека. К моменту рождения масса стенки левого и правого желудочков одинаковая.