

## 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<br>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<br>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,<br>гемоглобина, гематокрита и индексов эритроцитов .....                   | 196 |
| 2.2.1.4. Патологические состояния, связанные со снижением<br>количества эритроцитов, гемоглобина и величины<br>гематокрита ..... | 202 |
| 2.2.1.5. Патологические состояния, связанные с повышением<br>количества эритроцитов, гемоглобина и величины<br>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<br>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<br>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. Кислотно-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<br>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. $\gamma$ -Глутамилтранспептидаза . . . . .                               | 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<br>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<br>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<br>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 заращение — 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. Наличием 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.