

## Анатомические параметры трахеи у недоношенных новорожденных с массой тела при рождении менее 1000 г для эффективного и безопасного малоинвазивного введения сурфактанта

*A.V. Mostovoy<sup>1</sup>, D.A. Zhakota<sup>2</sup>, A.L. Karpova<sup>1</sup>, N.Yu. Karpov<sup>3</sup>, L.N. Karpov<sup>2</sup>, N.N. Volodin<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>ГБУЗ «Калужская областная клиническая больница», Калуга, Россия;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>3</sup>ГБУЗ ЯО «Тутаевская Центральная районная больница», Тутаев, Россия;

<sup>4</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва, Россия

## Anatomical tracheal parameters in premature neonates with birth body weight less than 1000 g for effective and safe administration of surfactant

*A.V. Mostovoy<sup>1</sup>, D.A. Zhakota<sup>2</sup>, A.L. Karpova<sup>1</sup>, N.Yu. Karpov<sup>3</sup>, L.N. Karpov<sup>2</sup>, N.N. Volodin<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Kaluga Regional Clinical Hospital, Kaluga, Russia;

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>Tutaev Central District Hospital, Tutaev, Russia;

<sup>4</sup>Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Moscow, Russia

**Цель исследования.** Определение анатомических параметров трахеи у плодов и недоношенных новорожденных для уточнения допустимой и безопасной с точки зрения развития осложнений глубины введения и диаметра «тонкого катетера» при малоинвазивном введении сурфактанта.

**Материал и методы.** Аутопсийное исследование плодов и новорожденных детей с экстремально низкой массой тела, умерших в возрасте до 168 часов жизни. Всего 26 случаев, исключались пороки развития дыхательной системы. Производилось измерение расстояния от голосовой щели до бифуркации, периметра трахеи под связками, в средней части и на уровне бифуркации с расчетом диаметра трахеи.

**Результаты.** Средняя масса тела детей была  $684,6 \pm 160,8$  г, гестационный возраст варьировал от 21 до 33 нед и в среднем составил 25 нед. Расстояние от голосовой щели до бифуркации составило  $34,31 \pm 5,28$  мм, а диаметр в верхней, средней и нижней третях составил  $3,53 \pm 0,64$  мм,  $3,41 \pm 0,63$  и  $3,69 \pm 0,78$  мм соответственно.

**Область применения результатов:** учет данных показателей при выборе катетера для проведения малоинвазивного введения сурфактанта и глубины его введения в трахею у новорожденных с экстремально низкой массой тела позволит избежать таких осложнений, как одноклеточное введение сурфактанта и его регургитация из трахеи во время проведения процедуры малоинвазивного введения сурфактанта, повысив тем самым эффективность и безопасность метода.

**Заключение.** Длина и диаметр трахеи у новорожденных с экстремально низкой массой тела в раннем неонатальном периоде зависят от антропометрических данных и гестационного возраста при рождении, в среднем длина равна  $34,31 \pm 5,28$  мм.

**Ключевые слова:** недоношенные новорожденные, сурфактантная терапия, малоинвазивное введение сурфактанта, экстремально низкая масса тела, длина трахеи.

**Для цитирования:** Мостовой А.В., Жакота Д.А., Карпова А.Л., Карпов Н.Ю., Карпов Л.Н., Володин Н.Н. Анатомические параметры трахеи у недоношенных новорожденных с массой тела при рождении менее 1000 г для эффективного и безопасного малоинвазивного введения сурфактанта. Рос вестн перинатол и педиатр 2021; 66:(5): 60–66. DOI: 10.21508/1027-4065-2021-66-5-60-66

**Objective.** To evaluate anatomical tracheal parameters of fetus and premature infant for clarifying the permissible and safe depth of insertion and «thin catheter» diameter during minimally invasive administration of surfactant.

**Material and methods.** Autopsy examination of fetuses and newborns with extremely low birth weight, who died during their first 168 hours of life. The study describes only 26 cases, respiratory system malformations are excluded. The authors measured the distance from the glottis to the bifurcation, the perimeter of the trachea under the ligaments, in the middle part and at the level of the bifurcation with the calculation of the trachea diameter.

**Results.** The average body weight was  $684.6 \pm 160.8$  g, gestational age varied from 21 to 33 weeks and averaged 25 weeks. The distance from the glottis to the bifurcation was  $34.31 \pm 5.28$  mm, and the diameter in the upper, middle and lower thirds was  $3.53 \pm 0.64$  mm,  $3.41 \pm 0.63$  and  $3.69 \pm 0.78$  mm respectively

**Application of the results:** registration of these indicators when choosing a catheter for minimally invasive administration of a surfactant and the depth of its introduction into the trachea in newborns with extremely low body weight will help to avoid such complications, as one-lung administration of surfactant and its regurgitation from the trachea during the procedure, thereby increasing the efficiency and safety of the method

**Conclusion.** The length and diameter of trachea in neonates with extremely low birth weight in the early neonatal period depend on anthropometric values and gestational age at birth, mean length is  $34.31 \pm 5.28$  mm.

**Key words:** premature newborns, surfactant therapy, less invasive surfactant administration, extremely low body weight at birth, trachea length.

**For citation:** Mostovoy A.V., Zhakota D.A., Karpova A.L., Karpov N.Yu., Karpov L.N., Volodin N.N. Anatomical tracheal parameters in premature neonates with birth body weight less than 1000 g for effective and safe administration of surfactant. Ros Vestn Perinatol i Pediatr 2021; 66:(5): 60–66 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2021-66-5-60-66

**Р**еспираторный дистресс-синдром у недоношенных новорожденных детей с экстремально низкой массой тела развивается в большинстве случаев и достигает у данной категории пациентов 90–95%, большинство из которых нуждается в проведении инвазивной искусственной вентиляции легких [1]. В лечении респираторного дистресс-синдрома во всем мире в неонатальной практике применяется сурфактантная терапия, бесспорная эффективность которой доказана в многочисленных как зарубежных, так и отечественных исследованиях [2–5]. Проведение сурфактантной терапии предполагает интубацию трахеи, введение препарата эндотрахеально и продолжение начатой ранее искусственной вентиляции легких. При этом интубация трахеи, как правило, выполняется эндотрахеальной трубкой, размер которой зависит от массы тела ребенка [6].

На современном этапе оказания медицинской помощи детям с экстремально низкой массой тела все чаще прибегают к максимальному уменьшению инвазивности и травматизации легких, которая может усугубиться при искусственной вентиляции легких. Для этой цели в последние десятилетия в зарубежной и отечественной практике широко внедряется малоинвазивное введение сурфактанта, которое одновременно предполагает неинвазивную дыхательную поддержку до и после введения препарата [6–8]. Малоинвазивное введение сурфактанта через «тонкий катетер» на фоне обеспечения постоянного положительного давления в дыхательные пути у спонтанно дышащих недоношенных новорожденных детей показало свою эффективность и безопасность по сравнению с введением сурфактанта через эндотрахеальную трубку на фоне искусственной вентиляции легких

[4, 9–11]. Наибольшее распространение в мировой практике для обозначения этого метода получила аббревиатура LISA (Less Invasive Surfactant Administration – менее инвазивное или малоинвазивное введение сурфактанта) [7, 12].

Однако технология малоинвазивного введения сурфактанта сопряжена с рядом технических особенностей, которые могут повлечь за собой развитие осложнений, например введение сурфактанта в одно легкое (рис. 1) [12]. По нашему мнению, понимание анатомических параметров длины трахеи у недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела может способствовать уменьшению риска введения сурфактанта в одно легкое, а также его выброса из трахеи непосредственно при проведении процедуры. Последнее может встречаться в случае выбора «тонкого катетера» для проведения процедуры без учета анатомических особенностей трахеи у новорожденных с экстремально низкой массой тела. Нередко в качестве «тонкого катетера» при малоинвазивном введении сурфактанта используются стерильные одноразовые неонатальные желудочные зонды различных размеров [13, 14]. Особенность неонатального желудочного зонда состоит в наличии на его дистальном конце на разном расстоянии от края двух отверстий и слепо запаянного конца (рис. 2).

От высоты расположения наиболее отдаленного от дистального конца желудочного зонда отверстия во многом зависит успех малоинвазивного введения сурфактанта. Чем дальше от края расположено данное отверстие (на 1,5 см и более), тем более высока вероятность выброса (регургитации) сурфактанта из трахеи при проведении процедуры при помощи желудочного зонда, особенно если нет четкого понимания

© Коллектив авторов, 2021

**Адрес для корреспонденции:** Мостовой Алексей Валерьевич – к.м.н., зав. отделением реанимации и интенсивной терапии новорожденных Калужской областной клинической больницы, ORCID: 0000-0002-7040-9683.

e-mail: alvalmost@gmail.com

Карпова Анна Львовна – к.м.н., зам. гл. врача по детству Калужской областной клинической больницы, ORCID: 0000-0002-1024-0230.

248000 Калуга, ул. Вишневого, д. 1

Жакота Дмитрий Анатольевич – к.м.н., врач-патологоанатом, доц. кафедры патологической анатомии и клинической патологической анатомии педиатрического факультета Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, ORCID: 0000-0003-1978-0994.

Карпов Леонид Николаевич – студент международного факультета Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, ORCID: 0000-0003-4252-4390

117997 Москва, ул. Островитянова д. 1

Карпов Николай Юрьевич – врач-акушер-гинеколог Тутаевской Центральной районной больницы, ORCID: 0000-0001-6728-726X  
152303 Ярославская область, Тутаевский район, Тутаев, Комсомольская улица, д. 104

Володин Николай Николаевич – д.м.н., проф., акад. РАН, заслуженный врач РФ, зав. отделом педиатрии Национального медицинского исследовательского центра детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева, ORCID: 0000-0002-2667-8229

117198 Москва, ул. Саморы Машела, д. 1



**Рис. 1.** Рентгенологические признаки введения сурфактанта преимущественно в правое легкое: повышение воздушности правого легкого, тотальный ателектаз левого легкого (фото А.Л. Карповой).

**Fig. 1.** Chest radiography appearance in surfactant administration to the right lung: decreased density of the right lung, total atelectasis of the left lung (photo by Anna Karpova).

допустимой и безопасной глубины введения «тонкого катетера» в трахею (рис. 3). Исследований, посвященных анатомическим особенностям трахеи у плодов и новорожденных с экстремально низкой массой тела, в мировой литературе практически нет [15].

Однако эффективность и безопасность малоинвазивного введения сурфактанта зависит не только от глубины введения «тонкого катетера», но и от его диаметра. Так, D.D. Luca и соавт. [14] (2020) опубликовали результаты своего исследования по изучению особенностей аэродинамики в трахее у детей с экстремально низкой массой тела при малоинвазивном введении сурфактанта на фоне создания постоянного положительного давления в дыхательных путях в зависимости от диаметра желудочного зонда. Поскольку сам зонд, уменьшая площадь поперечного сечения трахеи, препятствует адекватной вентиляции, чем больше диаметр желудочного зонда, тем выше вероятность обструкции дыхательных путей, которая также усугубляется большей продолжительностью малоинвазивного введения сурфактанта (резистентность дыхательных путей на среднестатистической трахее у ребенка с экстремально низкой массой тела при применении желудочного зонда 6,0 Fr увеличивается в 270 раз по сравнению с зондом 4,0 Fr).

Учитывая, что обсуждаемые аспекты изучены мало, мы предприняли попытку проведения собственного исследования по выяснению анатомических параметров трахеи у плодов и новорожденных детей с экстремально низкой массой тела, которое

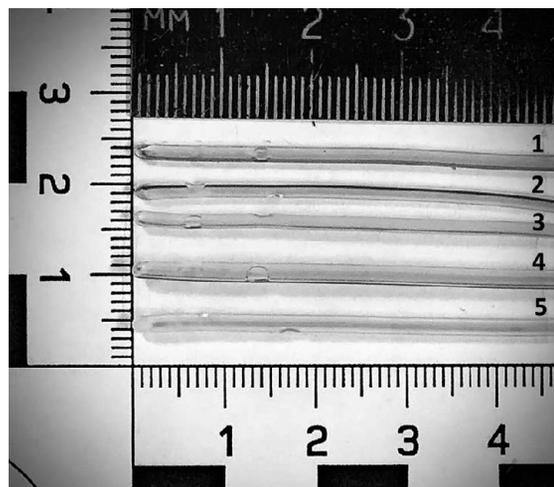


Рис. 2. Дистальный конец неонатальных стерильных одноразовых желудочных зондов с измерением расстояния от конца зонда до максимально удаленного от него отверстия.

1–3 – применяемые для малоинвазивного введения сурфактанта в неонатальной практике желудочные зонды различных производителей, зарегистрированных в РФ, с диаметром 4,0 Fr; 4, 5 – 5,0 Fr. Центр дальнего от конца отверстия варьирует от 14 до 18 мм (фото А.В. Мостового).

Fig. 2. Distal end of neonatal sterile single-use feeding tube with measured distance between the end of the tube to most distanced opening.

1–3 – tubes used in LISA with produced from independent manufacturers, registered in Russian Federation, the diameter of 4,0 Fr; 4, 5 – with the diameter of 5.0 Fr. The center from the end ranges from 14 to 18 mm (photo by Aleksei Mostovoi).

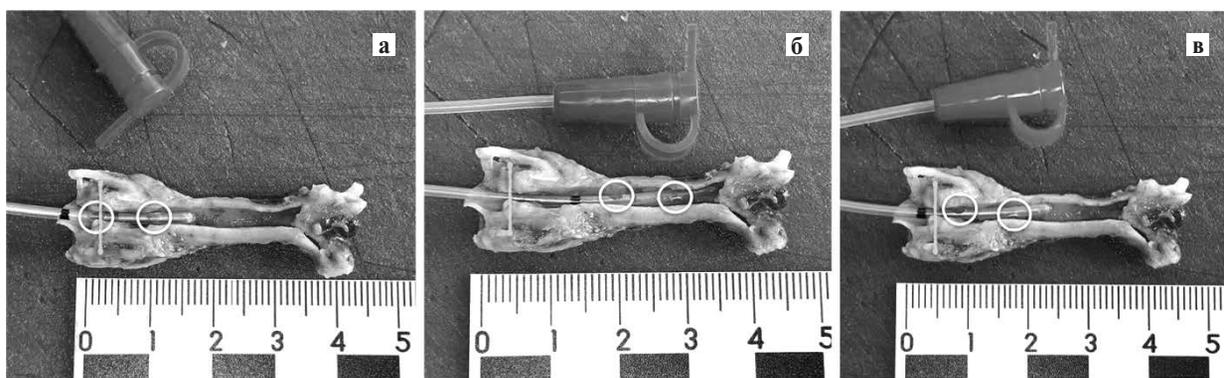


Рис. 3. Моделирование расположения желудочного зонда для введения сурфактанта малоинвазивным методом в трахею новорожденного ребенка с экстремально низкой массой тела (940 г, 27 нед гестации, 160 ч жизни).

а – расположение верхнего отверстия желудочного зонда (обведены кружками) над голосовыми связками (указаны желтой вертикальной линией) при погружении зонда в трахею менее чем на 2,0 см (отмечено черной меткой на зонде); б – глубокое расположение желудочного зонда с вероятностью введения сурфактанта в одно легкое, а также максимальная обструкция просвета трахеи для самостоятельного спонтанного дыхания; в – желудочный зонд визуально погружен в трахею на 20 мм, таким образом, оба отверстия располагаются в просвете трахеи ниже голосовой щели для наиболее безопасного введения сурфактанта у ребенка на спонтанном дыхании (подготовка макропрепарата и фото Д.А. Жакоты).

Fig. 3. Modeling the location of the feeding tube for less invasive surfactant administration in trachea of an extremely low birth weight infant (940 g, gestational age 27 weeks, 160 hours of life).

а – the location of the upper orifice of the feeding tube (circled) above vocal ligament (yellow vertical line) upon insertion of the tube less than 2 cm (black mark on the tube); б – the deep location of the tube with a chance for single-lung surfactant administration, as well as the peak obstruction of tracheal lumen for unaided spontaneous breathing; в – the feeding tube is inserted 20 mm into trachea, where both orifices are below the glottis for the safest surfactant administration for a child with spontaneous breathing (preparation of the model and photo Dmitry Zhkota).

в итоге могло бы помочь специалистам правильно выбирать глубину введения и диаметр «тонкого катетера» при малоинвазивном введении сурфактанта.

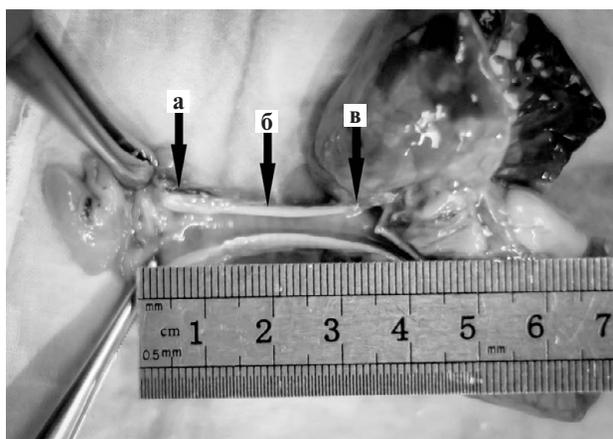
**Цель исследования:** определение анатомических параметров трахеи у плодов и недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела в раннем неонатальном периоде с целью уточнения допустимой и безопасной с точки зрения развития осложнений (введение сурфактанта в одно легкое, обратный выброс сурфактанта из трахеи в ходе проведения процедуры), глубины введения и диаметра «тонкого катетера» при малоинвазивном введении сурфактанта.

### Материал и методы

Анатомические параметры длины трахеи определяли при аутопсийных исследованиях плодов и новорожденных детей с массой тела при рождении менее 1000 г в патологоанатомическом отделении ГБУЗ «ДГКБ им. З.А. Башляевой ДЗМ» и ПАО ГБУЗ КО «КОКБ». За период с 2016 по 2021 г. общее число наблюдений составило 26. Критериями включения были следующие: 1) масса тела при рождении менее 1000 г; 2) возраст на момент летального исхода не более 168 ч от момента рождения; 3) отсутствие анатомических пороков развития дыхательной системы. Для исследования использовали данные из медицинской карты стационарного больного (форма №003/у) или истории развития новорожденного (форма № 097/у) новорожденного ребенка: гестационный возраст, масса и длина тела при рождении. Для статистического анализа использовали обезличенные данные.

Во время аутопсий производили измерение следующих показателей: расстояние от голосовой щели до бифуркации, периметр трахеи под связками, периметр трахеи в средней части и периметр трахеи на уровне бифуркации (рис. 4). Морфометрию трахеи осуществляли на нефиксированном в формалине материале с помощью металлической линейки ГОСТ 427-75. Чтобы избежать фрагментации трахеи (ткань органа использовали для дальнейшего гистологического исследования случая) проводили измерение периметра. Диаметр вычисляли с помощью формулы  $d=P/\pi$ .

Статистическую обработку полученных данных выполняли с использованием платформы SAS 9.4. Все количественные данные обработаны с применением вариационной статистики. Все количественные характеристики верифицированы с использованием критерия проверки нормальности Шапиро–Уилка. Для каждого количественного показателя определяли среднее значение ( $M$ ), среднеквадратичное отклонение ( $d$ ), стандартную ошибку среднего ( $m$ ), стандартное отклонение ( $SD$ ), медиану ( $Me$ ). Взаимосвязь признаков изучали на основе корреляционного анализа (метод Спирмена). Статистически значимыми считали различия показателей (в том числе при проведении корреляционного анализа) при  $p < 0,05$ .



**Рис. 4.** Измерение длины трахеи у ребенка с массой тела при рождении 470 г и гестационным возрастом 23 нед, умершего в возрасте 96 ч жизни. Стрелками указаны области измерения периметра в верхней трети (а), средней трети (б) и нижней трети (в) трахеи (фото А.В. Мостового).

**Fig. 4.** Measurement of the length of trachea in an infant with birth-weight of 470 grams and gestational age of 23 weeks, dead at the age of 96 hours. Arrows indicate the regions of measurement of the perimeter in the upper (a), middle (б), and lower (в) portions of trachea (photo by Aleksei Mostovoi).

### Результаты

Основные оцениваемые антропометрические данные при рождении включенных в исследование плодов и недоношенных новорожденных детей представлены в табл. 1.

Согласно представленным данным в исследование были включены плоды и недоношенные новорожденные дети с массой тела менее 500 г (1 ребенок с массой 340 г) и гестационным возрастом менее 22 нед (1 плод с гестационным возрастом 21 нед). В наше исследование также были включены новорожденные дети с задержкой внутриутробного развития, поскольку соответствовали критериям отбора.

Анатомические параметры трахеи у плодов и недоношенных новорожденных детей с массой тела при рождении менее 1000 г в первые 168 ч жизни и их процентильное распределение представлены в табл. 2.

У плодов и новорожденных детей с экстремально низкой массой тела в первые 168 ч жизни средняя длина трахеи от голосовых связок до бифуркации составила  $34,31 \pm 5,28$  мм. Следует отметить, что расстояние от голосовой щели до бифуркации (длина трахеи) у самого маловесного, включенного в исследование, новорожденного ребенка (масса тела при рождении 340 г) составило 30 мм. Диаметр трахеи под связками, в средней части и на уровне бифуркации практически одинаковый с некоторым незначительным уменьшением в центре составляет около 3,5 мм, что необходимо учитывать при выборе диаметра «тонкого катетера» для процедуры малоинвазивного введения сурфактанта.

Корреляционный анализ выявил прямую статистически значимую связь между анатомическими параме-

трахи трахеи у плодов и недоношенных новорожденных детей с массой тела менее 1000 г, антропометрическими данными и гестационным возрастом (табл. 3).

Полученные данные отражают особенности развития системы органов дыхания: формирование трахеобронхиального дерева в целом и его отдельных структур завершается полностью к 17-й неделе внутриутробного развития, а затем происходит только увеличение размеров структур трахеобронхиального дерева [15]. В большей степени от массы и длины тела, окружности головы и груди, а также гестационного возраста зависит диаметр трахеи под голосовыми связками, в средней части и над бифуркацией. Расстояние от голосовой щели до бифуркации (длина трахеи) прямо коррелировало только лишь с массой тела ребенка при рождении.

### Обсуждение

Полученные в ходе исследования анатомические параметры трахеи (расстояние от голосовой щели до бифуркации, диаметр трахеи под связками, в средней части и на уровне бифуркации) у плодов и недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела сравнить не с чем, поскольку публикаций,

посвященных изучаемым нами характеристикам трахеи, в литературе мы не нашли. В одном из немногих исследований, посвященных анатомическим параметрам трахеи у новорожденных с экстремально низкой массой тела, опубликованном М. Szpinda и соавт. [16] (2012), проведен анализ размеров трахеи у 73 плодов с гестационным возрастом 14–25 нед. Продемонстрированы отличные от наших результаты измерения трахеи (длина пребифуркации и бифуркации, проксимальный и дистальный внешний поперечный диаметр, проксимальный внешний поперечный срез), в большей степени свидетельствующие об отсутствии половых различий в анатомических размерах трахеи у плодов. В данной работе длина трахеи определялась путем постмортального измерения расстояния от верхней кромки первого хряща трахеи до нижней кромки ее последнего хряща, которое в среднем у плодов на 22–25-й неделе составило 20–22 мм. К сожалению, описанные авторами анатомические параметры трахеи не имеют практического значения для врачей, оказывающих медицинскую помощь новорожденным детям, и не могут быть применены с целью объективного обоснования наиболее безопасной глубины вве-

Таблица 1. Основные антропометрические данные плодов и новорожденных с экстремально низкой массой тела при рождении ( $n=26$ )

Table 1. Basic anthropometric data of fetuses and infants with extremely low birth weight ( $n=26$ )

Показатель	Среднее $M \pm SD$	Медиана	Min	Max
Гестационный возраст, нед	25,08	25,00	21,00	33,00
Масса тела, г*	684,6 $\pm$ 160,8	675,00	340,00	990,00
Длина тела, см	30,58	30,50	22,00	35,00
Окружность головы, см	22,67	22,00	16,00	35,00
Окружность груди, см*	19,07 $\pm$ 2,84	19,00	14,00	25,00

Примечание. \* – нормальное распределение значений непрерывной переменной в соответствии с критериями Шапиро–Уилка; среднее значение представлено как  $M \pm SD$ .

Таблица 2. Анатомические параметры трахеи у недоношенных новорожденных детей с экстремально низкой массой тела в первые 168 ч жизни и их процентильное распределение

Table 2. Anatomical parameters of the trachea in premature infants with extremely low birth weight in the first 168 hours of life and their percentile distribution

Показатель	Среднее $M \pm SD$	Медиана	Min	Max	Процентиль						
					5-й	10-й	25-й	50-й	75-й	90-й	95-й
Расстояние от голосовой щели до бифуркации, мм	34,31 $\pm$ 5,28	33,0	22,0	45,0	23,4	28,1	31,8	33,0	38,5	41,9	44,7
Диаметр трахеи под связками*, мм	3,53 $\pm$ 0,64	3,50	2,20	4,80	2,23	2,68	3,19	3,50	3,82	4,55	4,78
Диаметр трахеи в средней части*, мм	3,41 $\pm$ 0,63	3,19	2,20	5,10	2,25	2,58	3,18	3,19	3,82	4,17	5,05
Диаметр трахеи на уровне бифуркации*, мм	3,69 $\pm$ 0,78	3,50	2,20	5,40	2,29	2,87	3,19	3,50	4,14	5,03	5,38

Примечание. \* – нормальное распределение значений непрерывной переменной в соответствии с критериями Шапиро–Уилка; среднее значение представлено как  $M \pm SD$ .

дения «тонкого катетера» при выполнении процедуры малоинвазивного введения сурфактанта.

Зная, что длина трахеи от голосовых связок до бифуркации у новорожденных с экстремально низкой массой тела в среднем составляет  $34,31 \pm 5,28$  мм, а ее минимальное значение ( $P_3$ ) соответствует 22,0 мм, мы можем уверенно вводить «тонкий катетер» для процедуры малоинвазивного введения сурфактанта на глубину 15,0–20,0 мм с учетом в первую очередь массы тела, поскольку длина трахеи у новорожденных с экстремально низкой массой тела находится от нее в прямой корреляционной зависимости. Если для малоинвазивного введения сурфактанта у новорожденного с экстремально низкой массой тела применяется желудочный зонд, у которого максимально удаленное отверстие располагается на расстоянии 15,0–18,0 мм от конца зонда, то риск обратного заброса сурфактанта из трахеи при его введении возрастает, поскольку определенное нами оптимальное расстояние для введения «тонкого катетера» в трахею с целью профилактики попадания препарата в одно легкое равно или даже меньше расстояния от конца катетера до отверстия, из которого может выходить сурфактант практически мимо трахеи (см. рис. 3). Выход препарата из трахеи при малоинвазивном введении сурфактанта может спровоцировать у врача желание ввести «тонкий катетер» глубже, т.е. более 15,0–18,0 см, что в может привести к попаданию препарата в одно легкое (чаще правое). Знание длины трахеи у новорожденного с экстремально низкой массой тела позволяет предупредить излишне глубокое проведение «тонкого катетера» в трахею при малоинвазивном введении сурфактанта благодаря не только представлению о расстоянии от голосовых связок

до бифуркации, но и пониманию необходимости оптимизации выбора «тонкого катетера».

Выбор «тонкого катетера» важен также с точки зрения учета его диаметра, поскольку, согласно данным D.D. Луса и соавт. [14] (2020), от этого зависят проходимость и резистентность верхних дыхательных путей при выполнении процедуры малоинвазивного введения сурфактанта. Зная диаметр «тонкого катетера», который, например, у желудочного зонда 4,0 Fr составляет около 1,3 мм, и диаметр трахеи у новорожденного с экстремально низкой массой тела, медиана которого, по нашим данным, в разных участках трахеи находится в диапазоне 3,19–3,50 мм, мы можем предположить, что в данной ситуации обтурация трахеи «тонким катетером» во время процедуры малоинвазивного введения сурфактанта будет менее значимой.

**Преимущества исследования:** это первая работа, в которой отработана методика измерения структуры; получены достаточно однородные результаты, что позволяет использовать в практической деятельности как методику измерения, так и полученные результаты. Полученные данные при их использовании в клинической практике позволят более безопасно оказывать помощь в крайне уязвимой группе новорожденных с экстремально низкой массой тела. Учет длины трахеи от голосовых связок до бифуркации при малоинвазивном введении сурфактанта у новорожденных с экстремально низкой массой тела позволит избежать таких осложнений, как одностороннее введение сурфактанта и его регургитация из трахеи во время процедуры, повысив тем самым эффективность и безопасность метода.

**Ограничения исследования:** небольшое число наблюдений объясняется небольшим числом летальных случаев вследствие улучшения результатов выхаживания новорожденных детей с экстремально низкой мас-

**Таблица 3. Корреляции между анатомическими параметрами трахеи и антропометрическими данными у плодов и недоношенных новорожденных детей с экстремально низкой массой тела**

**Table 3. Correlation relationships between anatomical parameters of the trachea and anthropometric data in fetuses and premature infants with extremely low birth weight**

Показатель	R	p
Масса тела при рождении – Расстояние от голосовой щели до бифуркации	0,434	0,027
Масса тела при рождении – Диаметр трахеи под связками	0,485	0,012
Масса тела при рождении – Диаметр трахеи в средней части	0,513	0,021
Масса тела при рождении – Диаметр трахеи на уровне бифуркации	0,599	0,004
Длина тела – Диаметр трахеи под связками	0,664	<0,001
Длина тела – Диаметр трахеи в средней части	0,727	<0,001
Длина тела – Диаметр трахеи на уровне бифуркации	0,650	0,001
Окружность головы – Диаметр трахеи в средней части	0,760	0,001
Окружность головы – Диаметр трахеи на уровне бифуркации	0,562	0,029
Окружность груди – Диаметр трахеи в средней части	0,629	0,012
Гестационный возраст – Диаметр трахеи под связками	0,455	0,019
Гестационный возраст – Диаметр трахеи в средней части	0,469	0,037

сой тела, и достаточно ограниченными критериями включения; ввиду малого числа наблюдений не проводилась оценка полученных данных в зависимости от пола, срока беременности, этнических и региональных особенностей. В связи с изложенным целесообразно проведение многоцентрового исследования, в результате которого можно будет подтвердить либо опровергнуть наличие указанных различий.

## ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Dargaville P.A., Gerber A., Johansson S., De Paoli A.G., Kamlin C.O.F., Orsini F. et al. Incidence and Outcome of CPAP Failure in Preterm Infants. *Pediatrics* 2016; 138(1): e20153985–e20153985. DOI: 10.1542/peds.2015-3985
2. Vento M., Bohlin K., Herting E., Roehr C.C., Dargaville P.A. Surfactant Administration via Thin Catheter: A Practical Guide. *Neonatology* 2019; 116(3): 211–226. DOI: 10.1159/000502610
3. Keller R.L., Eichenwald E.C., Hibbs A.M., Rogers E.E., Wai K.C., Black D.M. et al. The Randomized, Controlled Trial of Late Surfactant: Effects on Respiratory Outcomes at 1-Year Corrected Age. *J Pediatr* 2017; 183: 19–25.e2. DOI: 10.1016/j.jpeds.2016.12.059
4. Межинский С.С., Карпова А.Л., Мостовой А.В., Андреев А.В., Шилова Н.А., Харламова Н.В. Обзор Европейских согласительных рекомендаций по ведению новорожденных с респираторным дистресс-синдромом – 2019. *Неонатология: новости, мнения, обучение* 2019; 7(3): 46–58. [Mezhinsky S.S., Karpova A.L., Mostovoy A.V., Andreev A.V., Shilova N.A., Kharlamova N.V. Neonatology: News, Opinions, Training. Overview of the European consensus guidelines on the management of respiratory distress syndrome. *Neonatology: novosti, mneniya, obuchenie* 2019; 7(3): 46–58. (in Russ.)] DOI: 10.24411/2308-2402-2019-13006
5. Мостовой А.В., Александрович Ю.С., Сапун О.И., Трифонова Е.Г., Третьякова Е.П., Карпова А.Л. и др. Влияние сроков введения Куросура на исходы у новорожденных с низкой и экстремально низкой массой тела. *Анестезиология и реаниматология* 2009; (1): 43–46. [Mostovoy A.V., Aleksandrovich Yu.S., Sapun O.I., Trifonova E.G., Tret'yakova E.P., Karpova A.L. et al. Effect of surfactant administration time on the outcomes in low and extremely low birth weight neonates. *Anesteziologiya i Reanimatologiya* 2009; (1): 43–46. (in Russ.)]
6. Антонов А.Г., Буров А.А., Володин Н.Н., Горев В.В., Дегтярев Д.Н., Дегтярева М.В. и др. Реанимация и стабилизация состояния новорожденных детей в родильном зале. Методическое письмо под ред. проф. Е.Н. Байбариной. М., 2020. *Неонатология: новости, мнения, обучение*. 2020; 8(1(27)): 34–52. [Antonov A.G., Burov A.A., Volodin N.N., Gorev V.V., Degtyarev D.N., Degtyareva M.V. et al. Discussion issues of resuscitation and stabilization of newborns in the delivery room. *Neonatology: novosti, mneniya, obuchenie* 2020; 8(1(27)): 34–52. (in Russ.)]
7. Kribs A., Roll C., Göpel W., Wieg C., Groneck P., Laux R. et al. Nonintubated Surfactant Application vs Conventional Thera-

## Заключение

Длина и диаметр трахеи у новорожденных с экстремально низкой массой тела в возрасте первых семи суток жизни зависят от антропометрических данных (масса тела, длина, окружность головы и груди), а также от гестационного возраста при рождении, в среднем длина равна  $34,31 \pm 5,28$  мм.

- py in Extremely Preterm Infants. *JAMA Pediatr* 2015; 169(8): 723. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2015.0504
8. Ведение новорожденных с респираторным дистресс-синдромом. Клинические рекомендации под ред. академика РАН Н.Н. Володина. 2016; с. 38. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mosgorzdrav.ru/uploads/imperavi/ru-RU/0236-rds-br2.pdf>. Ссылка активна 22.07.2021 [Management of newborns with respiratory distress syndrome. Clinical guidelines, ed. Academ. N.N. Volodin. 2016. p. 38. [Electronic resource] (in Russ.)]
9. Dargaville P.A., Aiyappan A., De Paoli A.G., Kuschel C.A., Kamlin C.O.F., Carlin J.B. et al. Minimally-invasive surfactant therapy in preterm infants on continuous positive airway pressure. *Arch Dis Child – Fetal Neonatal Ed.* 2013; 98(2): F122–6. DOI: 10.1136/archdischild-2011-301314
10. Kanmaz H.G., Erdeve O., Canpolat F.E., Mutlu B., Dilmen U. Surfactant Administration via Thin Catheter During Spontaneous Breathing: Randomized Controlled Trial. *Pediatrics* 2013; 131(2): e502–509. DOI: 10.1542/peds.2012-0603
11. Niemmarkt H.J., Kuypers E., Jellema R., Ophelders D., Hiitten M., Nikiforou M. et al. Effects of less-invasive surfactant administration on oxygenation, pulmonary surfactant distribution, and lung compliance in spontaneously breathing preterm lambs. *Pediatr Res* 2014; 76(2): 166–170. DOI: 10.1038/pr.2014.66
12. Herting E., Härtel C., Göpel W. Less invasive surfactant administration: best practices and unanswered questions. *Curr Opin Pediatr* 2020; 32(2): 228–234. DOI: 10.1097/MOP.0000000000000878
13. Herting E. Less Invasive Surfactant Administration (LISA) – Ways to deliver surfactant in spontaneously breathing infants. *Early Hum Dev* 2013; 89(11): 875–880. DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2013.08.023
14. Luca D.D., Shankar-Aguilera S., Centorrino R., Fortas F., Yousef N., Carnielli V.P. Less invasive surfactant administration: a word of caution. *Lancet Child Adolesc Health* 2020; 4(4):331–340. DOI: 10.1016/S2352-4642(19)30405-5
15. Wert S.E. Normal and abnormal structural development of the lung. In: *Fetal and neonatal physiology*, 5-th Edition. Editors: R.A. Polin, S.H. Abman, D.H. Rowitch, W.E. Benitz, W.W. Fox 2017. Philadelphia, Elsevier, pp. 627–641
16. Szpinda M., Daroszewski M., Wo niak A., Szpinda A., Mila-Kierzenkowska C. Tracheal dimensions in human fetuses: an anatomical, digital and statistical study. *Surg Radiol Anat* 2012; 34(4): 317–323. DOI: 10.1007/s00276-011-0878-7

Поступила: 24.05.21

Received on: 2021.05.21

## Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

## Conflict of interest:

The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest and financial support, which should be reported.