

УДК 612.22—0.53.31

В. К. Ярославский

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОСТАТОЧНАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ У НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ В ПЕРВУЮ НЕДЕЛЮ ЖИЗНИ

Функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ) имеет важное значение в оценке состояния вентиляционной функции родившегося ребенка. Как увеличение, так и уменьшение ее сказывается на функции внешнего дыхания и в одних случаях приводит к неравномерной вентиляции альвеол, в других — меньшая емкость вдоха ограничивает дыхательный объем и т. д. Поскольку изменение величины ФОЕ зависит от эластических свойств легких и тканей грудной клетки, определение ее может помочь в оценке взаимосвязи этих сил, во многом определяющих механизм дыхания новорожденного.

Мы изучали функциональную остаточную емкость легких новорожденных детей в первую неделю жизни.

Методика исследований

Всего обследовано 62 здоровых доношенных новорожденных ребенка весом 2500—4500 г, родившихся от матерей с нормальным и 20 — с осложненным течением беременности и родов. Была использована методика определения ФОЕ с помощью быстродействующего безынерционного газоанализатора — масс-спектрометра (МХ-6202), который регистрировал концентрацию азота в конечной порции выдыхаемого воздуха при вдыхании кислорода [2]. Основные этапы исследования состояли в следующем. В течение трех—пяти минут новорожденный дышит воздухом, адаптируясь к дыханию через маску. Затем после спокойного выдоха через воздуховод начинают подавать кислород. Выдыхаемый воздух поступает в специальный мешок. Перед началом исследования мешок «промывается» кислородом, так как при самом тщательном опорожнении в нем может остаться воздух, содержащий около 80% азота. Обычно мешок наполняют кислородом из баллона три-четыре раза и выпускают его. Постоянная регистрация содержания азота в выдыхаемом воздухе позволяет определить время вымывания азота из легких. Обычно полное вымывание наступало через 2 мин ($114,3 \pm \pm 4,2$ с), а концентрация азота в конце вымывания составляла около 1,5 об% ($1,6 \pm \pm 0,23$ об%). Затем измеряли объем воздуха из мешка и определяли в нем содержание азота.

Вычисление функциональной остаточной емкости производили по формуле $FOE = \frac{V_E(F_{EN_2} - F_{ON_2})}{80} - V'$, где V_E — объем выдохнутого газа, F_{EN_2} — концентрация азота в этом газе (%), F_{ON_2} — концентрация азота во вдыхаемом кислороде (%), 80 — концентрация азота в воздухе (%), V' — объем маски (3 см³).

Полученный объем приводим к условиям организма новорожденного (BTPS).

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований, представленные в табл. 1, характеризуют величину ФОЕ у новорожденных детей разных весовых групп в начале и в конце первой недели жизни. Прежде всего следует отметить, что полученные данные согласуются со сведениями, приводимыми зарубежными исследователями. Особенно это касается относительных показателей, т. е. величины ФОЕ, отнесенной к единице веса (1 кг).

Наши результаты о величине ФОЕ у детей в первые 48 ч после рождения ($99,5 \pm 4,7 \text{ см}^3$) больше совпадают со сведениями авторов [3], которые, применив плетизмографическую методику у 51 новорожденного со средним весом 4040 г и ростом 49 см, определили величину ФОЕ, равную $89,9 \pm 15,5 \text{ мл}$. Ряд исследователей описывают более низкую абсолютную величину ФОЕ. У доношенных новорожденных детей через 6 ч после рождения наблюдали ФОЕ, равную 49,5 мл [10], у недоношенных младенцев ФОЕ колебалась по одним данным от 37,3 до 71,7 мл [6], по другим — от 10 до 123 мл и в среднем составляла 43 мл [8]. Анализируя величину ФОЕ, приходящуюся на килограмм веса, мы получили возможность сравнить этот показатель у детей разных весовых групп (табл. 1). Наши данные ($28,7 \pm 1,73 \text{ см}^3/\text{кг}$) близки к результатам, описываемым в литературе — от 27,07 до $35,13 \text{ см}^3/\text{кг}$ [6] или $29 \pm 6,0 \text{ мл/кг}$ [3]. Существует мнение, что величина ФОЕ несколько меньше приводимых данных — $25 \text{ см}^3/\text{кг}$ [4]; у недоношенных детей определен еще более низкий показатель — $20,5 \text{ см}^3/\text{кг}$ [9].

Таблица 1
Функциональная остаточная емкость (см^3) у здоровых новорожденных в первую неделю жизни

Группа (вес, в г)	1—2 день жизни		5—6 день жизни	
	абсолютная	на 1 кг веса	абсолютная	на 1 кг веса
I (2500—3000)	$84,25 \pm 3,6$ (67,5—105)	$29,43 \pm 1,14$ (24,17—35,36)	$86,13 \pm 2,4$	$28,7 \pm 1,9$
II (3000—3500)	$93,1 \pm 4,9$ (55—131,2)	$28,31 \pm 1,45$ (17,19—40,32)	$94,3 \pm 3,4$	$28,2 \pm 2,1$
III (3500—4000)	$106,3 \pm 6,28$ (63,7—131,1)	$28,92 \pm 1,91$ (15,92—34,72)	$106,3 \pm 5,8$	$28,3 \pm 2,4$
IV (более 4000)	$114,7 \pm 7,42$ (100,1—124,3)	$26,8 \pm 1,92$ (22,99—29,18)	$113,2 \pm 6,8$	$25,9 \pm 1,81$
2500—4500	$99,5 \pm 4,7$ (55—131,2)	$28,7 \pm 1,73$ (15,9—40,32)	$99,7 \pm 5,1$	$27,7 \pm 1,68$

Так же, как и многие авторы, мы отметили большой предел индивидуальных колебаний как абсолютных, так и относительных величин ФОЕ. Согласно полученным нами данным, ФОЕ колебалась от 55 до $131,2 \text{ см}^3$ (или $15,9—40,32 \text{ см}^3/\text{кг}$) у детей в первые двое суток жизни. Пределы колебаний особенно велики у недоношенных новорожденных. Они могут изменяться от 10 до 123 мл [8] или от $62 \pm 2,7$ до $131 \pm 4,2 \text{ мл}$ [3]. У доношенных детей пределы колебаний значительно меньше. В первые сутки жизни ФОЕ у них может быть в пределах $33,3—77,7 \text{ мл}$ ($27,07—35,13 \text{ мл/кг}$) [6] или $23—37 \text{ мл/кг}$ [4]. Большие пределы индивидуальных колебаний, полученные нами и сообщаемые другими исследователями, находят свое объяснение в лабильности и незрелости вентиляционной функции у новорожденных раннего этапа постнатального периода. Вместе с тем некоторую разноречивость результатов следует связать с неодинаковыми условиями исследования, неоднородным контингентом новорожденных, а также различными методиками исследования. Так, ряд исследователей изучали ФОЕ у недоношенных [6, 8, 9] и доношенных [3, 10, 11], новорож-

денных в первый [1, 9, [4, 10], а также в конце разведения гелия [4], по метод вымывания азота. Изменение величины демонстрирует рис. 1. С увеличением ФОЕ увеличив

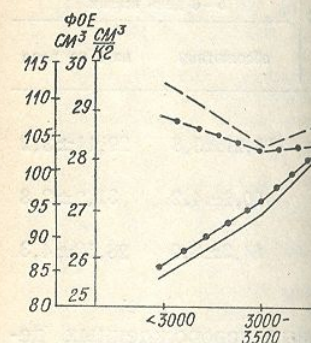


Рис. 1. Величина ФОЕ у новорожденных

а — абсолютная величина ФОЕ в см^3 на пятый-шестой день после рождения, г — величина

Рис. 2. Величина ФОЕ у новорожденных Римскими цифрами

$84,25 \pm 3,6 \text{ см}^3$ у детей I группы. Относительный показатель увеличения веса ребенка $\pm 1,92 \text{ см}^3/\text{кг}$. Подобная зависимость в течение первой недели жизни. Часть ФОЕ с весом новорожденного рассматривать нормально со стандартным отклонением. Большинство авторов и в меньшей степени от зависимости, приводят коэффициент 0,35, и ростом — 0,23.

Большой интерес представляет ФОЕ от возраста новорожденного. Как показал пятую-шестую дня после рождения. По сравнению с определяемой $\pm 5,1 \text{ см}^3$. По данным первого дня такая же, как и в течение первой недели жизни. Данные совпадают с мнением ФОЕ в первую неделю. С первого месяца. Об этом

осле рож-
горов [3],
ворожден-
величину
ют более
ожденных
5 мл [10],
им от 37,3
оставляла
илограмм
детей раз-
кг) близ-
27,07 до
что вели-
кг [4]; у
затель —

лица 1
первую

жизни

на 1 кг веса

28,7±1,9

28,2±2,1

28,3±2,4

5,9±1,81

7,7±1,68

эл инди-
величин
т 55 до
ок жиз-
рожден-
2,7 до
ачитель-
ределах
]. Боль-
сообща-
ильнос-
раннего
норечи-
иссле-
же раз-
изучали
оворож-

денных в первый [1, 9, 10], на третий — пятый день после рождения [4, 10], а также в конце первого месяца [9], применяя методику разведения гелия [4], плетизмографическую технику [3, 4], а также метод вымывания азота из легких [6, 10].

Изменение величины ФОЕ у новорожденных разных весовых групп демонстрирует рис. 1. Согласно представленным данным, абсолютная величина ФОЕ увеличивается с нарастанием веса новорожденного с

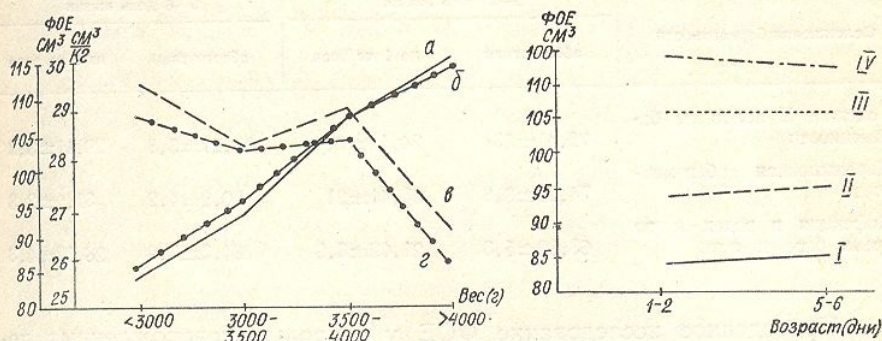


Рис. 1. Величина ФОЕ у новорожденных детей разных весовых групп в первую неделю жизни.

а — абсолютная величина ФОЕ в первый — второй день после рождения, б — абсолютная величина ФОЕ на пятый-шестой день после родов, в — величина ФОЕ на кг веса в первый второй день жизни, г — величина ФОЕ на кг веса на пятый-шестой день жизни.

Рис. 2. Величина ФОЕ у новорожденных детей в начале и в конце первой недели жизни. Римскими цифрами обозначена весовая группа новорожденных.

84,25 ± 3,6 см³ у детей I группы до 114,7 ± 7,42 см³ у детей IV груп-
пы. Относительный показатель ($\frac{\text{ФОЕ}}{\text{кг}}$), наоборот, снижается по мере
увеличения веса ребенка, соответственно с 29,43 ± 1,4 до 26,8 ±
± 1,92 см³/кг. Подобная зависимость сохраняется в течение всей пер-
вой недели жизни. Часть исследователей [6] также считают, что связь
ФОЕ с весом новорожденного прямо пропорциональна, и предлагают
рассматривать нормальную среднюю величину ФОЕ как 31,37 мл/кг
со стандартным отклонением 2,47. Подобного же мнения придержи-
ваются большинство авторов, считая, что ФОЕ больше зависит от веса
и в меньшей степени от роста новорожденного и, обосновывая ту же
зависимость, приводят коэффициент корреляции ФОЕ с весом, рав-
ный 0,35, и ростом — 0,23 [3, 7].

Большой интерес представляет выявление зависимости величины
ФОЕ от возраста новорожденного. Наглядно об этом свидетельству-
ет отражающий величины ФОЕ в течение первой недели жизни ново-
рожденного. Как показал анализ полученных данных, ФОЕ у детей к
пятому-шестому дню после рождения практически не изменилась по
сравнению с определяемой в первые сутки (99,5 ± 4,7 см³ и 99,7 ±
± 5,1 см³). По данным зарубежных исследователей, ФОЕ в третий
день такая же, как и в первые минуты после рождения [5], и в те-
чение первой недели величина ее не изменяется. Измеряя ФОЕ через
6—7 ч после рождения, нельзя было отметить существенного изме-
нения ее на пятый-шестой день жизни новорожденного [10]. Наши
данные совпадают с мнением исследователей об отсутствии изменений
ФОЕ в первую неделю. Очевидно, ФОЕ мало изменяется и в течение
первого месяца. Об этом свидетельствуют исследования [9], резуль-

таты которых указывают на то, что у недоношенных детей весом 2100—2200 г на первый — четвертый день после рождения ФОЕ составляла 20,5 мл/кг, а на 25—30 день после родов — 22,5 мл/кг.

Таблица 2
Функциональная остаточная емкость (см³) у новорожденных, родившихся от матерей с осложненным течением беременности и родов

Осложнения беременности	1—2 день жизни		5—6 день жизни	
	абсолютная	на 1 кг веса	абсолютная	на 1 кг веса
Токсикоз II половины беременности	72,41±5,3	24,12±2,4	88,21±3,8	29,11±3,2
Перенесенная беременность	74,21±3,8	23,41±2,1	90,2±4,2	31,2±2,8
Инфекция в родах и во время беременности	63,82±5,3	21,42±3,9	84,3±3,9	28,12±4,3

Приведенное исследование ФОЕ у здоровых новорожденных детей позволило установить среднюю величину ФОЕ, прямо пропорциональную зависимости её от веса ребёнка и отсутствие динамики ее в течение первой недели жизни новорожденного.

Поскольку состояние вентиляционной функции новорожденного во многом зависит от условий, в которых происходит его внутриутробное развитие, мы изучали ФОЕ у новорожденных детей, родившихся от матерей с осложненным течением беременности и родов (токсикоз второй половины беременности, перенашивание беременности, инфекция при беременности и в родах). Результаты исследований, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что патологическое течение беременности и родов, вызывающее длительную гипоксию плода, не может не отразиться и на состоянии функции внешнего дыхания и, в частности, на величине ФОЕ. Как следует из табл. 2, ФОЕ во всех трех группах новорожденных уменьшена по сравнению с наблюдаемой у детей, родившихся от женщин с нормально проходившей беременностью. Обращает на себя внимание, что инфекция, перенесенная беременными женщинами, оказала большее влияние на функцию вентиляции новорожденного. Вместе с тем следует отметить, что величина ФОЕ у таких новорожденных проявляла тенденцию к увеличению к концу первой недели жизни. Это явление, по-видимому, следует объяснить прекращением тормозного влияния на функцию дыхания неблагоприятного фактора, каким является гипоксия, обусловленная патологией беременности.

Таким образом, ФОЕ у новорожденных, родившихся от матерей, беременность и роды у которых проходили с осложнениями, была несколько меньше; однако к концу первой недели жизни она достигала величины, регистрируемой у детей с нормальным течением антенатального периода.

Наряду со многими показателями, величина функциональной остаточной емкости у новорожденных детей позволяет дать оценку вентиляционной функции и ее становлению в первые часы и дни жизни новорожденного ребенка.

1. Berglund C., Karlberg P. Detek infants.— Acta Paediat., 1956,
2. Darling R., Courmand A., Ric J. Clin. Invest., 1944, 23, p. 55-
3. Doershuk C. F., Le Roy W., newborn infant.— Pediat. Res.
4. Klaus M., Tooley W. H., Wea infant.— Pediat., 1962, 30, p. 1
5. Kraus A. N., Soodalter P. N., in the full-term normal and d rogen gradients.— Pediatrics,
6. Kures H., Kuresova-Paulova novorozencu s nizkou porodi
7. Mydlil V., Vavra J. Mereni p. 390—396.
8. Polgar G., Lacourt G. A met born (premature) infant.— J.
9. Ronchetti R., Senterr J., Geu the inspired air in the premat 25, N 1, p. 5—16.
10. Strang L. B. Alveolar gas ar born infants.— Clin. Sci., 1961
11. Tori C. A., Kraus A. N., Auld membrane disease.— Pediat. R

Кафедра акушерства и гине Ленинградского санитарно-гигие медицинского института

FUNCTIONAL RESIDUAL CAPACITY DURING

The functional residual capacity method of nitrogen washing out values for the first 48 hours of life are determined; a direct dependence changes in FRC were found affected by peculiarities of pregnancy in fetal hypoxia, change FRC which

Department of Obstetrics and Sanitary-and-Hygienic Medical Institute

Литература

1. Berglund C., Karlberg P. Determination of the functional residual capacity in newborn infants.—Acta Paediat., 1956, 45, p. 541—556.
2. Darling R., Cournand A., Richards D. Studies on intrapulmonary mixture of gases.—J. Clin. Invest., 1944, 23, p. 55—67.
3. Doershuk C. F., Le Roy W., Matthews G. Airway resistance and lung volume in the newborn infant.—Pediat. Res., 1969, N 3, p. 128—134.
4. Klaus M., Tooley W. H., Weaver K. H., Clements J. A. Lung volume in the newborn infant.—Pediat., 1962, 30, p. 111—118.
5. Kraus A. N., Soodalter P. N., Auld P. A. M. Adjustment of ventilation and perfusion in the full-term normal and distressed neonate as determined by urinary alveolar nitrogen gradients.—Pediatrics, 1971, 47, p. 865—876.
6. Kures H., Kuresova-Paulova M., Mydlil V. Mereni funkci rezidualni kapacity plic u novorozencu s nizkou porodni vahou.—Cs. Pediat., 1973, 28, N 10, p. 540—543.
7. Mydlil V., Vavra J. Mereni ventilacni praci u novorozencu.—Cs. Pediat., 1962, 17, p. 390—396.
8. Polgar G., Lacourt G. A method for measuring respiratory mechanics in small newborn (premature) infant.—J. Appl. Physiol., 1972, 32, № 4, p. 555—559.
9. Ronchetti R., Senterr J., Geubelle F. Functional residual capacity and distribution of the inspired air in the premature baby: preliminary results.—Acta paediat. belg., 1975, 25, N 1, p. 5—16.
10. Strang L. B. Alveolar gas and anatomical dead-space measurements in normal newborn infants.—Clin. Sci., 1961, 21, p. 107—115.
11. Tori C. A., Kraus A. N., Auld P. A. M. Serial studies of lung volume and VA/Q hyaline membrane disease.—Pediat. Res., 1975, N 7, p. 82—88.

Кафедра акушерства и гинекологии
Ленинградского санитарно-гигиенического
медицинского института

Поступила в редакцию
23.V 1977 г.

V. K. Yaroslavsky

FUNCTIONAL RESIDUAL CAPACITY IN NEWBORN INFANTS DURING THE FIRST WEEK OF LIFE

Summary

The functional residual capacity (FRC) was studied in 82 newborn infants by the method of nitrogen washing out of the lungs using the wass-spectrometer. The FRC values for the first 48 hours of life (99.5 ± 4.7 cm³ and 28.7 ± 1.73 cm³/kg per body weight) are determined; a direct dependence of FRC on the newborn weight is revealed. No essential changes in FRC were found during the first week of life. The FRC value is found to be affected by peculiarities of pregnancy and labor. Complications of this period, resulting in fetal hypoxia, change FRC which becomes normal after 5-6 days.

Department of Obstetrics and Gynecology,
Sanitary-and-Hygienic Medical Institute, Leningrad