

## ВЛИЯНИЕ СУКЦИНАТСОДЕРЖАЩЕГО ИНФУЗИОННОГО РАСТВОРА НА ФУНКЦИЮ КЛЕТОЧНЫХ СТРУКТУР В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У ДЕТЕЙ.

В. В. Лазарев<sup>1</sup>, К. Р. Ермолаева<sup>1</sup>, В. С. Кочкин<sup>2</sup>, Л. Е. Цыпин<sup>1</sup>,  
Т. Г. Попова<sup>1</sup>, Д. В. Николаев<sup>3</sup>, А. А. Бологов<sup>2</sup>, Н. Н. Ваганов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет  
им. Н. И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия  
117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1

<sup>2</sup> Республиканская детская клиническая больница Минздрава России, Москва, Россия  
117997, Москва, Ленинский прспект, д. 117

<sup>3</sup> Научно-технический центр «Медасс», Москва, Россия  
101000, Москва, Чистопрудный бульвар, д. 12

### Effect of Succinate-Containing Infusion Solution on Cellular Structures in Children in the Perioperative Period

V. V. Lazarev<sup>1</sup>, K. R. Ermolaeva<sup>1</sup>, V. S. Kochkin<sup>2</sup>, L. E. Tsy-pin<sup>1</sup>, T. G. Popova<sup>1</sup>,  
D. V. Nikolaev<sup>3</sup>, A. A. Bologov<sup>2</sup>, N. N. Vaganov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health, Moscow, Russia  
1, Ostrovityanov St., Moscow 117997

<sup>2</sup> Republican Children's Clinical Hospital, Ministry of Health, Moscow, Russia  
117, Leninsky Prospect, Moscow 117997

<sup>3</sup> Medas Research and Technical Center, Moscow, Russia  
12, Chistoprudnyi Boulevard, Moscow 101000

**Цель исследования.** Оценить влияние кристаллоидного полиионного раствора Реамберин 1,5% на состояние клеточных структур в периоперационном периоде у детей. **Материалы и методы.** Проведено рандомизированное проспективное исследование у 117 детей в возрасте от 1 до 18 лет при различных хирургических вмешательствах на фоне анестезии севофлураном, фентанилом, рокурониумом и с оценкой по ASA I–II. В основную группу были включены 55 детей, за 20 минут до окончания оперативного вмешательства базисная инфузионная терапия заменялась на инфузионный раствор «1,5% Реамберин». В группу сравнения включены 62 ребенка, у которых за 20 минут до окончания оперативного вмешательства базисная инфузионная терапия заменялась на 0,9% раствор NaCl. В основной и контрольной группе растворы вводились в дозе 6–10 мл/кг/сут в зависимости от возраста пациентов со скоростью 2 мл/мин. **Результаты.** Установлено, что 1,5% Реамберин способствует более раннему и значимому улучшению функции клеточных структур в периоперационном периоде у детей. **Ключевые слова:** инфузионная терапия, клеточные структуры, фазовый угол, сукцинатсодержащий раствор, дети.

**Objective:** to evaluate the effect of a 1.5% crystalloid polyionic Reamberin solution on cellular structures in children in the perioperative period. **Subjects and methods.** A randomized prospective study was conducted in 117 children aged 1 to 18 years during different surgical interventions under anesthesia with sevoflurane, fentanyl, or rocuronium to provide ASA I–II estimates. A study group included 55 children, in whom basic infusion therapy was switched to infusions of 1.5% Reamberin solution 20 minutes before the end of a surgical intervention. A comparison group comprised 62 children, in whom basic infusion therapy was switched to infusions of 0.9% NaCl solution 20 minutes before the end of surgery. In the study and control groups, the solutions were administered in a dose of 6–10 ml/kg depending on age at a rate of 2 ml/min. **Results.** 1.5% Reamberin solution was found to contribute to earlier and significant improvement in the function of cellular structures in children in the perioperative period. **Key words:** infusion therapy, cellular structures, phase angle, succinate-containing solution, children.

DOI:10.15360/1813-9779-2015-1-33-38

Введение	Introduction
Применение препаратов, обладающих цитопротекторными свойствами, имеет важное значение в про-	The use of cytoprotective drugs has a crucial impact on prophylaxy of perioperational complications [1–4].
Адрес для корреспонденции:	Correspondence to:
Лазарев Владимир Викторович E-mail: lazarev_vv@inbox.ru	Lazarev Vladimir Viktorovich E-mail: lazarev_vv@inbox.ru

филакитике периоперационных осложнений [1–4]. При оперативных вмешательствах в условиях общей анестезии наряду с повреждающими факторами хирургической агрессии имеют место и негативные влияния препаратов анестезии, оказывающих опосредованное и/или прямое воздействие на клеточные мембраны различных органов и систем [5]. Одной из задач анестезиологии является предупреждение негативного воздействия операционной травмы и проводимой анестезии на пациента, что достигается различными методами, включая использование более современных органопротекторных анестетиков [6], уменьшение дозы вводимых препаратов, применение адьювантов, использование эффектов синергизма и др. В настоящее время для оценки функции клеточных мембран, как одного из интегральных показателей повреждающего и защитного действия используемых медикаментов и иных факторов, в клинических условиях используется фазовый угол биоимпеданса тела. Фазовый угол – это арктангенс отношения реактивного и активного сопротивлений для некоторой частоты тока. Значение фазового угла характеризует емкостные свойства клеточных мембран и жизнеспособность тканей: считается, что чем выше фазовый угол, тем лучше состояние тканей [7]. В клинике фазовый угол служит интегральным показателем, характеризующим интенсивность деструктивных процессов и нарушение упорядоченности клеточных структур организма. По шкале (Selberg O., Selberg D., 2002) [8] его отклонение от нормальных значений (5,4–7,8) в сторону их повышения интерпретируется как положительный критерий состояния клеточных структур и способности к высокой метаболической активности, пониженные значения (4,4–5,4) – носят обратный характер. Таким образом, можно сделать вывод, что фазовый угол – это параметр, отражающий состояние клеток организма, уровень общей работоспособности и интенсивности обмена веществ.

*Цель исследования* – оценка влияния кристаллоидного полиионного раствора Реамберин 1,5% на состояние клеточных структур в периоперационном периоде у детей.

## Материал и методы

Исследования проведены у 117 пациентов (табл. 1) в возрасте от 1 до 18 лет с оценкой по ASA I-II при плановых хирургических вмешательствах. Пациенты были разделены на 2 группы: в 1-й, основной группе (ОГ), ( $n=55$ ) за 20 мин до окончания оперативного вмешательства базисная инфузионная терапия заменялась на инфузионный раствор «1,5% Реамберин», во 2-й, контрольной группе (КГ), ( $n=62$ ) – на 0,9% раствор NaCl в том же режиме и объеме введения. Пациенты основной и контрольной группы были разделены на 3 подгруппы, согласно возрасту: 1 подгруппа – 1–3 года; 2 подгруппа – 3–12 лет; 3 подгруппа – 12–18 лет. Исследуемые растворы вводили в дозе: 10 мл/кг/сут в возрасте 1–3 года, 8 мл/кг/сут в возрасте 3–12 лет и 6 мл/кг/сут в возрасте 12–18 лет со скоростью 2 мл/мин.

Индукцию анестезии осуществляли севофлураном в концентрации 8% в потоке 100%  $O_2$ , 8 л/мин. Миоплегию выполняли рокурониумом 0,6 мг/кг для интубации трахеи и в дальнейшем 0,6 мг/кг в час. Поддержание анестезии проводили севофлураном 2,5–3,5% в воздушно-кислородной смеси при  $O_2$  не более 40%. Аналгезию выполняли болюсным введением фентанила 0,005% в дозе 3–5 мкг/кг в час.

Во время операции под общей анестезией, в дополнение к повреждающим факторам хирургической агрессии существуют негативные влияния препаратов анестезии, которые непосредственно и/или косвенно воздействуют на клеточные мембраны различных органов и систем [5]. Одной из целей анестезиологии является предотвращение негативного влияния хирургической травмы и анестезии на пациента, что достигается различными методами, включая позднее использование органопротективных анестетиков [6], уменьшение дозы вводимых препаратов, применение адьювантов, использование синергических эффектов, и др. В настоящее время для оценки функции клеточных мембран, как одного из интегральных показателей повреждающего и защитного действия препаратов и других факторов, в клинических условиях используется фазовый угол биоимпеданса тела. Фазовый угол – это арктангенс отношения реактивного сопротивления к активному сопротивлению на определенной частоте тока. Значение фазового угла характеризует емкостные свойства клеточных мембран и жизнеспособность тканей: считается, что чем выше фазовый угол, тем лучше состояние тканей [7]. В клинической практике фазовый угол является интегральным показателем, характеризующим интенсивность деструктивных процессов и нарушение упорядоченности клеточных структур организма. По шкале (Selberg O., Selberg D., 2002) [8], его отклонение от нормальных значений (5,4 до 7,8) в сторону их увеличения интерпретируется как положительный критерий состояния клеточных структур и способности клеток к высокой метаболической активности, более низкие значения (4,4 до 5,4) являются индикаторами обратной ситуации. Таким образом, фазовый угол является параметром, отражающим состояние клеток организма, уровень общей работоспособности и метаболическую активность.

*Цель исследования:* оценка эффекта действия полиионного кристаллоидного раствора 1,5% Реамберин на состояние клеточных структур в периоперационном периоде у детей.

## Materials and Methods

The studies were performed in 117 patients (Table. 1) aged 1 to 18 years with ASA 1–2 during elective surgeries. The patients were divided into two groups: in the first group – treatment group (TG), ( $n= 55$ ) the background infusion therapy was substituted for «1.5% Reamberin» infusion solution 20 minutes before the end of surgery, while in the second group – control group (CG), ( $n=62$ ) – for 0.9% NaCl solution in the same amount and mode of administration. Patients of both treatment and control groups were divided into three subgroups according to age: 1 to 3 years old (subgroup 1); 3 to 12 years old (subgroup 2); 12 to 18 years old (subgroup 3). Test solutions were administered in a dose of 10 ml/kg/day for 1 to 3 year olds, 8 ml/kg/day for 3 to 12 year olds, and 6 ml/kg/day for 12 to 18 year olds at a rate of 2 ml/min.

Anesthesia was induced with sevoflurane 8% in 100%  $O_2$ , 8 l/min. Myoplegia was rocuronium 0.6 mg/kg for intubation of the trachea and subsequently 0.6 mg/kg/hour. Anesthesia was maintained with 2.5–3.5% sevoflurane in air and oxygen mixture (no more than 40% of  $O_2$ ). Analgesia was provided with a bolus injection of 0.005% fentanyl in a dose of 3–5  $\mu$ g/kg/hour.

In both groups, the background infusion therapy was performed with a solution of Sterofundin and 6% HES (130/0.4) at a ratio of 6:1 at the rate of 10–15 ml/kg/hour, depending on the nature and extent of surgery.

Indicators were recorded by means of portable bioimpedance analyzer «ABC-01 MEDASS» with the use of the bioelectrical indicator, i.e. the magnitude of the phase angle.

**Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов**  
**Table 1. Clinical characteristics of patients**

Parameters	Subgroups	Value of parameters in groups		P
		treatment (n=55)	control (n=62)	
Average age, years	1	1±0.5	1.5±0.5	0.125
	2	8±2.6	6±2.3	0.067
	3	15±1.9	14.5±1.4	0.926
Body weight, kg	1	12±2.8	12±2.1	0.347
	2	28±15	21±8	0.136
	3	57.5±15.9	55±15.4	0.422
Duration of surgery, min	1	70±34.1	85±33.6	0.235
	2	75±38.4	70±33.4	0.637
	3	72.5±36.9	77.5±48.4	0.528
Duration of anesthesia, min	1	120±34.8	130±38.9	0.388
	2	120±44.7	105±38.3	0.559
	3	130±45.3	120±53.6	0.384

**Note (примечание):** Parameters — показатели; value of parameters in groups — значение показателей в группах; treatment group — основная группа; control group — контрольная группа; average age, years — средний возраст, годы; body weight, kg — масса тела, кг; duration of surgery, min — продолжительность операции, мин; duration of anesthesia, min — продолжительность наркоза, мин. Subgroups treatment group — подгруппы основной группы: 1 — n=14; 2 — n=23; 3 — n=18. Subgroups of control group — подгруппы контрольной группы: 1 — n=18; 2 — n=23; 3 — n=21.

**Таблица 2. Изменение показателя фазового угла у детей на различных этапах исследования (M±m; n=117).**  
**Table 2. Variation of the phase angle value in children at different stages of the investigation (M±m; n=117).**

Subgroups of patients, n	Solution	Variation of phase angle value in the stages of the investigation			
		Initial value (after induction of anesthesia)	Prior to infusion of test solution	30 minutes after start of infusion of test solution	60 minutes after start of infusion of test solution
1 (1 to 3 year olds); n=32	1.5% Reamberin (n=14)	4.53±0.8	4.43±0.8	5.77±1.2	4.3±0.8
	0.9% NaCl (n=18)	4.75±0.7	4.45±0.7	4.24±0.8	4.81±1
2 (3 to 12 year olds); n=46	1.5% Reamberin (n=23)	5.8±0.8	5.97±0.8	7±1.7	7.1±0.9
	0.9% NaCl (n=23)	6±1.7	6±1.8	6.1±1.2	6.3±1.9
3 (12 to 18 year olds); n=39	1.5% Reamberin (n=18)	7.3±1.7	6.8±0.9	8.8±1.7	7.94±2.6
	0.9% NaCl (n=21)	7.3±2.1	7±1.6	7.8±1.8	7.3±1.8

**Note (примечание):** Variation of phase angle value in the stages of the investigation — изменения показателей фазового угла на этапах исследования; Subgroups of patients, n — подгруппы больных, n; solution — раствор; initial value (after induction of anesthesia) — исходное значение (после вводной анестезии); prior to infusion of test solution — перед введением исследуемого раствора; 30 minutes after start of infusion of test solution — через 30 минут с начала введения исследуемого раствора; 60 minutes after start of infusion of test solution — через 60 минут с начала введения исследуемого раствора; subgroup 1 (1 to 3 year olds) — 1 подгруппа (1–3 года); subgroup 2 (3 to 12 year olds) — 2 подгруппа (3–12 лет); subgroup 3 (12 to 18 year olds) — 3 подгруппа (12–18 лет); reamberin — реамберин; variation of phase angle value in the stages of the investigation — изменение показателя фазового угла на этапах исследования.

В обеих группах базисную инфузионную терапию осуществляли раствором Стерофундина и ГЭК 6% (130/0,4) в соотношении 6:1 из расчета 10–15 мл/кг/час в зависимости от характера и объема оперативного вмешательства.

Регистрацию показателей проводили при помощи портативного биоимпедансного анализатора «АВС-01 МЕДАСС» с использованием биоэлектрического показателя — величины фазового угла.

Для оценки достоверности полученных результатов весь цифровой материал был подвергнут статистической обработке по общим правилам вариационной статистики с помощью пакета программ Statistica 10.

## Результаты и обсуждение

Для сравнения полученных результатов в контрольной и основной группе было выделено 4 этапа измерения:

To assess the reliability of the obtained results, all digital material has been statistically analyzed according to general rules of variation statistics using Statistica 10 software package.

## Results and Discussion

To compare the results obtained in the control and treatment groups, the measurement was divided into four stages:

1. initial value (after induction of anesthesia);
  2. prior to infusion of test solution;
  3. 30 minutes after starting the infusion of test solution;
  4. 60 minutes after start of infusion of test solution;
- During the period between the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> stages of investigation, CG and TG patients were in the post anes-

## Critical illness in pediatry

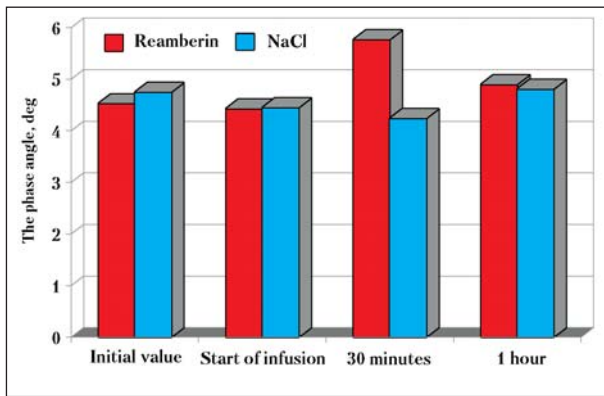


Рис. 1. Динамика изменений фазового угла в 1 возрастной подгруппе (1-3 года).

Fig. 1 Dynamics of changes in the phase angle in age subgroup 1 (1 to 3 year olds).

Note (примечание). Here and fig. 2, 3 (здесь и на рис. 2, 3): initial value — исходное значение; start of infusion — начало инфузии; 30 minutes — через 30 мин; 1 hour — через 1 час; reamberin — реамберин. The X-axis presents the stages of the performed investigation — по оси X представлены этапы проведенного исследования; the Y-axis shows the values of the phase angle (deg.) — по оси Y представлены значения фазового угла (град.).

1. Исходное значение (после вводной анестезии);
2. Перед введением исследуемого раствора;
3. Через 30 минут с начала введения исследуемого раствора;
4. Через 60 минут с начала введения исследуемого раствора;

В период между 3 и 4 этапом исследований пациенты в КГ и ОГ находились в палате пробуждения, лежа на спине в состоянии физического и эмоционального покоя.

В таблице 2 показано изменение показателя фазового угла у пациентов 3-х возрастных подгрупп в зависимости от применяемого инфузионного раствора на четырех этапах проводимого исследования.

Динамика изменений фазового угла представлена на рис. 1–3:

Как видно из диаграммы 1.1 на момент начала инфузии исследуемых растворов отмечается наименьшее значение фазового угла, что объясняется действием препаратов для анестезии на клеточные структуры. Дальнейшее повышение значений фазового угла является следствием активизации пациента, так как именно с окончанием оперативного вмешательства задачей врача-анестезиолога служит пробуждение пациента и перевод в палату пробуждения. На рис. 1 мы видим, что наибольшие изменения фазового угла отмечались через 30 минут после начала инфузии у группы, получавшей 1,5% раствор Реамберина. Значение фазового угла возросло на 27% в сравнении с исходным значением ( $p=0,011$ ) и на 30% относительно начала инфузии ( $p=0,023$ ) исследуемого раствора (1,5% Реамберин). У контрольной группы, получавшей 0,9% раствор NaCl, значение фазового угла существенно не изменялись. Лишь через 1 час ( $p=0,032$ ) после начала инфузии 0,9%

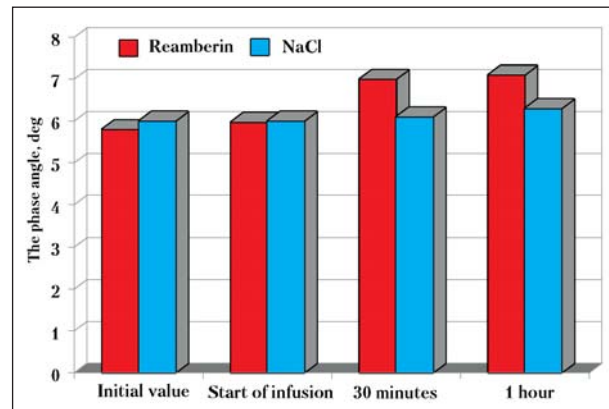


Рис. 2. Динамика изменений фазового угла у 2 возрастной подгруппы (3–12 лет).

Fig. 2. Dynamics of changes in the phase angle in age subgroup 2 (3 to 12 year olds).

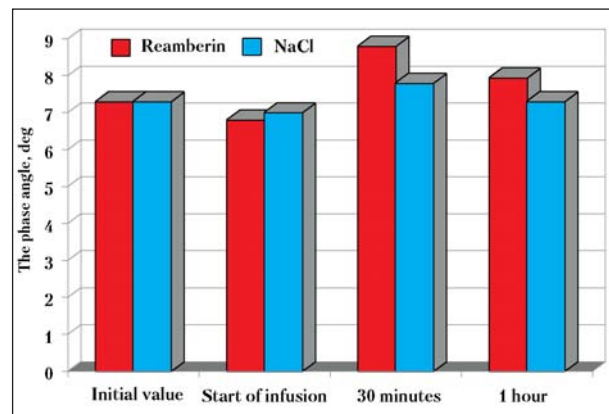


Рис. 3. Динамика изменений фазового угла у 3 возрастной подгруппы (12–18 лет).

Fig. 3. Dynamics of changes in the phase angle in age subgroup 3 (12 to 18 year olds).

thetia care unit, lying on their backs in a state of physical and emotional rest.

Table 2 shows the change in the indicator of the phase angle in patients of three age subgroups, depending on the used infusion solution at four stages of the performed investigation.

Dynamics of changes in the phase angle is presented in Fig. 1–3:

As shown in Fig. 1, the start of infusion of test solutions is characterized by the smallest value of the phase angle due to the effect, which anesthetic drugs have on cellular structures. A further increase in the values of the phase angle is a consequence of activation of the patient, as exactly after the end of surgery the task of an anesthesiologist is the awakening and transfer of the patient to the post anesthesia care unit. From Fig. 1 it is evident that the greatest changes in the phase angle are observed in 30 minutes after the start of infusion in the group receiving 1.5% Reamberin solution. The value of the phase angle increased by 27% compared to the initial value ( $p=0.011$ ) and by 30% compared with the start of infusion ( $p=0.023$ ) of the test solution (1.5% Reamberin). In the control group

NaCl регистрировалось нарастание значений фазового угла на 8,2%, что свидетельствует о более медленном восстановлении состояния клеток организма, общей работоспособности и интенсивности обмена веществ.

Рассматривая динамику изменения величины фазового угла у пациентов 2 возрастной подгруппы (3–12 лет) мы видим, что параметры носят практически одинаковый характер при регистрации исходного значения и момента начала инфузии исследуемых растворов. Это объясняется действием анестетиков на клеточные структуры организма. Дальнейшее возрастание значений фазового угла мы видим с 30 минуты инфузии 1,5% реамберина на 21% ( $p=0,031$ ) и через 1 час инфузии на 22% ( $p=0,0034$ ) в сравнении с исходными данными. У группы, получавшей 0,9% раствор NaCl, значение фазового угла через 30 минут инфузии возросло лишь на 2% ( $p=0,026$ ) и на 5% через 1 час инфузии ( $p=0,04$ ) в сравнении с исходными данными пациентов.

У пациентов 3 возрастной подгруппы значения фазового угла были минимальны на момент начала инфузии исследуемых препаратов, что также объясняется отрицательным действием общих анестетиков на клеточные структуры организма. Дальнейшее нарастание значений фазового угла отмечается на 30 минуте исследуемых растворов. Как видно из рисунка, максимальное значение отмечается у группы получавшей 1,5% раствор Реамберина, и составило 21% ( $p=0,0015$ ) в сравнении с исходным значением. Но также и у группы, получавшей 0,9% раствор NaCl, мы видим возрастание фазового угла на 7% ( $p=0,001$ ) в сравнении с исходными параметрами. Но через 1 час после начала инфузии исследуемых растворов, когда пациенты находились в палате пробуждения, величина фазового угла оставалась высокой лишь у группы, получавшей 1,5% Реамберин на 9% ( $p=0,0034$ ) в сравнении с исходными значениями. Тогда как у группы, получавшей 0,9% раствор NaCl значение фазового угла снизилось на 6% ( $p=0,001$ ) в сравнении с 3 этапом проводимого исследования.

Таким образом, отмечалась положительная тенденция от применения сукцинат содержащего инфузионного раствора 1,5% Реамберина в нарастании значений фазового угла, свидетельствующих о положительном влиянии на состояние клеточных структур организма у всех 3 возрастных подгрупп.

Давайте вспомним факторы, связанные с механизмом наркотического действия нейтральных газов, которые включают гистотоксическую гипоксию, угнетение метаболизма, стабилизацию клеточной мембраны, приводящую к блокаде ионной проницаемости, подавлению функции натриевого насоса, увеличению продукции ингибиторов (гамма-аминомасляной кислоты) и нарушению образования аденозинтрифосфата. Первый включает влияние нейтральных газов на системы дыхательных ферментов, второй - на структуру или взаимодействие с некоторыми участками нейрона, такими как клеточная мембрана. Сукцинат, входящий в состав 1,5% раствора Реамберина, активно трансфор-

receiving 0.9% NaCl solution, phase angle values have not significantly changed. Only in 1 hour ( $p=0.032$ ) after the start of infusion of 0.9% NaCl, an increase in phase angle values by 8.2% was recorded, which indicates a slower recovery of the state of the cells of the organism, overall performance, and metabolic activity.

Considering the dynamics of change in values of the phase angle in patients of age subgroup 2 (3 to 12 year olds), we see that the parameters are almost of the same nature when recording the initial value and the start of the infusion of test solutions. This is due to the effect, which anesthetics have on the cellular structures of the body. We see that phase angle values further increase by 21% ( $p=0.031$ ) starting from the 30<sup>th</sup> minute of infusion of 1.5% reamberin and by 22% ( $p=0.0034$ ) after 1 hour of infusion, in comparison with the original data. In the group receiving the 0.9% NaCl solution, the phase angle value after 30 minutes of infusion increased only by 2% ( $p=0.026$ ) and by 5% after 1 hour of infusion ( $p=0.04$ ) compared with the original data of the patients.

In patients of age subgroup 3, phase angle values were minimal at the start of the infusion of test drugs, which is also explained by the negative effect, which general anesthetics have on the cellular structures of the body. Further increase in the values of the phase angle was noted on the 30<sup>th</sup> minute of test solutions. Figure demonstrates that the maximum value is observed in the group receiving 1.5% Reamberin solution and amounted 21% ( $p=0.0015$ ) in comparison with the initial value. In the group receiving 0.9% NaCl solution, there was also an increase in phase angle by 7% ( $p=0.001$ ) in comparison with the original parameters. One hour after the start of infusion of test solutions, when patients were in the post anesthesia care unit, the phase angle value was high only in the group receiving 1.5% Reamberin (differences by 9%,  $p=0.0034$ ) compared with the initial values. In the group receiving 0.9% NaCl solution the phase angle value decreased by 6% ( $p=0.001$ ) in comparison with stage 3 of the performed investigation.

Thus, there was a positive trend from the administration of succinate-containing infusion solution 1.5% Reamberin in the growth of phase angle values, which indicates a positive effect on the cellular structures of the body in all three age subgroups.

Factors associated with the mechanism of narcotic action of neutral gases include toxic hypoxia, depression of metabolism, cell membrane stabilization due to blocking of ion permeability, inhibition of the sodium pump, increased production of inhibitory compounds (gamma-aminobutyric acid) and interference with ATP production. The first factor includes the effect of neutral gases on respiratory enzyme systems, the second one affects the structure or interaction with some components of the neurons, such as the cell membrane. Succinate, which is a component of 1.5% Reamberin solution, is actively converted into pyruvate, which is «locked» on the border with the Krebs cycle [9]. Reamberin causes a decrease in lactate levels and creates optimal conditions for the reductive carboxylation of pyruvate to convert it into malate [10]. In simple terms, we

мируется в пируват, который «запирается» на границе с циклом Кребса [9]. Реамберин вызывает снижение уровня лактата и создает оптимальные условия для восстановительного карбоксилирования пирувата с превращением его в малат [10]. Говоря простыми словами, мы способны воздействовать на скорость восстановления метаболической активности путем активизации клеточных механизмов.

### Заключение

Данные исследования свидетельствовали о более раннем и значимом улучшении функции клеточных структур у пациентов, получавших Реамберин 1,5% в сравнении с пациентами, получавшими 0,9% раствор NaCl.

### Литература

1. Мороз В.В., Силачев Д.Н., Плотников Е.Ю., Зорова Л.Д., Певзнер И.Б., Гребенчиков О.А., Лихванцев В.В. Механизмы повреждения и защиты клетки при ишемии/реперфузии и экспериментальное обоснование применения препаратов на основе лития в анестезиологии. *Общая реаниматология*. 2013; 9 (1): 63–72. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2013-1-63>
2. Шах Б.Н., Лапшин В.Н., Кырмышев А.Г., Смирнов Д.Б., Кравченко-Бережная Н.Р. Метаболические эффекты субстратного антигипоксанта на основе янтарной кислоты. *Общая реаниматология*. 2014; 10 (1): 33–42. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2014-1-33-42>
3. Александрович Ю.С., Пиенцинов К.В. Инфузионные антигипоксанты при критических состояниях у детей. *Общая реаниматология*. 2014; 10 (3): 59–74. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2014-3-59-74>
4. Орлов Ю.П., Говорова Н.В. Роль сукцинатов при критических состояниях. *Общая реаниматология*. 2014; 10 (6): 65–78. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2014-6-65-78>
5. Бунятян А.А. (ред.). Руководство по анестезиологии. М.: Медицина; 1994: 71.
6. Борисов К.Ю., Шайбакова В.Л., Черпаков Р.А., Левиков Д.И., Гребенчиков О.А., Лихванцев В.В. Кардио- и нейропротекция ингаляционными анестетиками в нейрохирургии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2014; 3: 5–11.
7. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука; 2009: 22.
8. Selberg O., Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2002; 86 (6): 509–516. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-001-0570-4>. PMID: 11944099
9. Яковлев А.Ю. Реамберин в практике инфузионной терапии критических состояний. Практические рекомендации. СПб.; 2011: 11.
10. Оболенский С.В. Реамберин – новое средство для инфузионной терапии в практике медицины критических состояний. Методические рекомендации по медицинским аспектам применения нового средства инфузионной терапии – 1,5% раствора реамберина. СПб.; 2002: 19.

Поступила 06.05.14

are able to influence the rate of recovery of metabolic activity by activating cellular mechanisms.

### Conclusion

The investigation data showed earlier and significant improvement in the function of cellular structures in patients receiving 1.5% Reamberin compared with patients receiving 0.9% NaCl solution.

### References

1. Moroz V.V., Silachev D.N., Plotnikov E.Yu., Zorova L.D., Pevzner I.B., Grebenchikov O.A., Likhvantsev V.V. Mekhanizmy povrezhdeniya i zashchity kletki pri ishemii/reperfuzii i eksperimentalnoe obosnovanie primeniya preparatov na osnove litiya v anesteziologii. *Obshchaya Reanimatologiya*. [Mechanisms of cell damage and protection in ischemia/reperfusion and experimental rationale for the use of lithium-based preparations in anesthesiology. *General Reanimatology*]. 2013; 9 (1): 63–72. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2013-1-63>. [In Russ.]
2. Shakh B.N., Lapshin V.N., Kyrmyshev A.G., Smirnov D.B., Kravchenko-Berezhnaya N.R. Metabolicheskie efekty substratnogo antigipoksanta na osnove yantarnoi kisloty. *Obshchaya Reanimatologiya*. [Metabolic effects of a succinic acid-based substrate antihypoxant. *General Reanimatology*]. 2014; 10 (1): 33–42. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2014-1-33-42>. [In Russ.]
3. Aleksandrovich Yu.S., Pshemisnov K.V. Infuzionnye antigipoksanty pri kriticheskikh sostoyaniyakh u detei. *Obshchaya Reanimatologiya*. [Infusion antihypoxants in children with critical conditions. *General Reanimatology*]. 2014; 10 (3): 59–74. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2014-3-59-74>. [In Russ.]
4. Orlov Yu.P., Govorova N.V. Rol suktinatov pri kriticheskikh sostoyaniyakh. *Obshchaya Reanimatologiya*. [Role of succinates in critical conditions. *General Reanimatology*]. 2014; 10 (6): 65–78. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2014-6-65-78>. [In Russ.]
5. Bunyatyan A.A. (red.). Rukovodstvo po anesteziologii. [A guide to reanimatology]. Moscow: Meditsina Publishers; 1994: 71. [In Russ.]
6. Borisov K.Yu., Shaibakova V.L., Cherpakov R.A., Levikov D.I., Grebenchikov O.A., Likhvantsev V.V. Kardio- i neuroprotektsiya ingalyatsionnymi anestetikami v neurokhirurgii. [Cardio and neuroprotection by using inhaled anesthetics in neurosurgery]. *Patologiya Krovoobrashcheniya i Kardiokhirurgiya*. 2014; 3: 5–11. [In Russ.]
7. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioimpedantsny analiz sostava tela cheloveka. [Bioelectric impedance analysis of human body composition]. Moscow: Nauka; 2009: 22. [In Russ.]
8. Selberg O., Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2002; 86 (6): 509–516. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-001-0570-4>. PMID: 11944099
9. Yakovlev A.Yu. Reamberin v praktike infuzionnoi terapii kriticheskikh sostoyanii. Prakticheskie rekomendatsii. [Reamberin in the practice of infusion therapy for critical conditions. Practical guidelines]. Sankt-Peterburg; 2011: 11. [In Russ.]
10. Obolensky S.V. Reamberin – novoe sredstvo dlya infuzionnoi terapii v praktike meditsiny kriticheskikh sostoyanii. Metodicheskie rekomendatsii po meditsinskim aspektam primeniya novogo sredstva infuzionnoi terapii – 1,5% rastvora reamberina. [Reamberin is a new agent for infusion therapy in the practice of infusion therapy for critical conditions. Guidelines for the medical aspects of using the new agent 1.5% reamberin solution for infusion therapy]. Sankt-Peterburg; 2002: 19. [In Russ.]

Submitted 06.05.14