

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr110984>

# Распределение водных секторов у пациентов в хроническом критическом состоянии (ранний этап реабилитации)

А.В. Яковлева<sup>1</sup>, З.М. Орехова<sup>1</sup>, А.Е. Шестопапов<sup>1, 2</sup>, М.В. Петрова<sup>1, 3</sup><sup>1</sup> Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Российская Федерация<sup>2</sup> Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Российская Федерация<sup>3</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Инфузионная терапия в отделении реанимации — один из самых распространённых компонентов терапии и при этом один из самых спорных и широко обсуждаемых. Выбор объёма и вида инфузии является многофакторной проблемой. В настоящее время продолжают поиски удобного неинвазивного метода исследования, с помощью которого можно оценить водный состав организма пациента.

**Цель** — анализ распределения секторов жидкости у пациентов в хроническом критическом состоянии методом биоимпеданса при стандартной инфузионной терапии.

**Материалы и методы.** В исследование включены 63 пациента в хроническом критическом состоянии после повреждения головного мозга — 28 мужчин и 35 женщин со средним возрастом 54±19 лет. По нозологии: ишемический инсульт — 22, черепно-мозговая травма — 17, геморрагический инсульт — 14, состояние после операции на головном мозге — 7, постгипоксические состояния — 2. Исследование проводили утром перед завтраком с помощью биоимпедансного анализатора метаболических процессов и состава тела ABC-02 «Медасс». Всего было проведено 140 измерений.

**Результаты.** Мы обратили внимание на то, что в большинстве случаев объём общей жидкости в организме у пациентов находился в пределах возрастной и половой нормы — 78,6%, однако объём внеклеточной жидкости достиг нормальных значений только у 45,7%. Причём оба показателя одновременно находились в пределах нормы лишь у 44,3%. Затем было обнаружено, что объёмы общей и внеклеточной жидкости не совпадают у 35,7%. Наиболее частым вариантом при этом было увеличение объёма внеклеточной жидкости при сохранении нормального общего объёма жидкости (24,3%). При проведении корреляционного анализа показателей объёмов жидкостных секторов с данными биохимического анализа крови (снижение уровня общего белка, снижение уровня альбумина) выяснилась сила связи между коэффициентами корреляции проб по шкале Чеддока — очень слабая по всем рассмотренным вариантам.

**Заключение.** У пациентов в хроническом критическом состоянии после повреждения головного мозга более чем в 50% случаев может наблюдаться накопление жидкости во внеклеточном пространстве без видимых отёков, при этом у 24,3% чел. показатель общей жидкости в организме находится в пределах возрастной и половой нормы. Этот показатель не зависит от уровня ни гипопроотеинемии, ни гипоальбуминемии.

**Ключевые слова:** водный баланс; интенсивная терапия; инфузионная терапия; биоимпеданс; гипоальбуминемия; хроническое критическое состояние.

## Как цитировать

Яковлева А.В., Орехова З.М., Шестопапов А.Е., Петрова М.В. Распределение водных секторов у пациентов в хроническом критическом состоянии (ранний этап реабилитации) // Клиническое питание и метаболизм. 2022. Т. 3, № 3. С. 123–131. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr110984>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr110984>

## Distribution of water sectors in patients in chronic critical illness: Early rehabilitation stage

Alexandra V. Yakovleva<sup>1</sup>, Zinaida M. Orekhova<sup>1</sup>, Alexander E. Shestopalov<sup>1, 2</sup>, Marina V. Petrova<sup>1, 3</sup>

<sup>1</sup> Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Fluid therapy in the intensive care unit is not only one of the most common components of therapy but also one of the most controversial and widely discussed. The choice of volume and type of infusion is a multifactorial issue. Currently, the search continues for a convenient non-invasive method that can be used to assess the water composition of the patient's body.

**AIM:** To analyze the distribution of fluid sectors in patients with chronic critical illness using bioimpedance with standard fluid therapy.

**MATERIALS AND METHODS:** The study included 63 patients with chronic critical illness (CCI) after brain damage (men,  $n=28$ ; women,  $n=35$ ; average age,  $54 \pm 19$  years). According to nosology, 22 patients had ischemic stroke; 17, traumatic brain injury; 14, hemorrhagic stroke; 7, condition after brain surgery; and 2, post-hypoxic conditions. The study was conducted in the morning before breakfast using the analyzer of bioimpedance metabolic processes and body composition ABC-02 "Medass." A total of 140 measurements were conducted.

**RESULTS:** In most cases, the volume of the total body water (TBW) in patients was within the age and sex norm (78.6%); however, the volume of extracellular water (ECW) reached normal values only in 45.7%. Moreover, both indicators were simultaneously within the normal range only in 44.3%. In addition, TBW and ECW did not coincide at 35.7%. The most common option was an increase in ECW while maintaining a normal TBW (24.3%). When conducting a correlation analysis of TBW and ECW indicators with biochemical blood test data (a decrease in the total protein level and albumin level), the strength of the relationship between the correlation coefficients of the samples on the Chaddock scale turned out to be very weak for all options considered.

**CONCLUSIONS:** In patients in CCI after brain damage, there may be an accumulation of water in the extracellular space without visible edema in >50% of the patients, whereas the TBW indicator is within the age and sex norm in 24.3%. This indicator does not depend on either the level of hypoproteinemia and hypoalbuminemia.

**Keywords:** fluid balance; critical care; fluid therapy; hypoalbuminemia; chronic critical illness.

### To cite this article

Yakovleva AV, Orekhova ZM, Shestopalov AE, Petrova MV. Distribution of water sectors in patients in chronic critical illness: Early rehabilitation stage. *Clinical nutrition and metabolism*. 2022;3(3):123–131. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr110984>

Received: 20.09.2022

Accepted: 10.11.2022

Published: 18.11.2022

## ОБОСНОВАНИЕ

Инфузионная терапия в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) — один из самых распространённых компонентов лечения и при этом один из самых спорных и широко обсуждаемых. Выбор объёма и вида инфузии является многофакторной проблемой с многими клиническими переменными. Однако в данном вопросе в современной клинической практике нет чётких стандартов [1]. Вместе с тем, по данным российских авторов, более чем в 20% случаев инфузионной терапии развиваются осложнения, связанные с её нерациональным применением [2]. Чаще всего имеет место избыточно положительный водный баланс у тяжелобольных пациентов, который приводит к худшим исходам, особенно при сепсисе, остром респираторном дистресс-синдроме и остром повреждении почек [3]. Уже начиная со вторых суток гипергидратация (особенно при накопительном эффекте) может приводить к увеличению продолжительности искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) и, как следствие, длительному пребыванию в ОРИТ [2]. Например, в отечественном исследовании было показано, что у пациентов с большим объёмом положительного водного баланса (более 4075 мл) за 3 дня нахождения в ОРИТ риск смертности наблюдается в 5,1 раза чаще, чем среди пациентов, водный баланс которых за трое суток был менее 4075 мл (кроме того, по мнению авторов, данный трёхсуточный показатель позволяет определить неблагоприятный исход с точностью до 96,7%) [4]. При черепно-мозговой или поли-травме наблюдается значительная вариабельность объёма инфузии, но при этом в настоящее время рекомендуется придерживаться минимально необходимой инфузионной терапии, а также стремиться к нулевому водному балансу для уменьшения риска летального исхода [5, 6]. Многие авторы независимо друг от друга отмечают чёткую связь между нерациональной (избыточной) инфузионной нагрузкой и высоким риском летальности при сепсисе [2, 3, 7].

Однако ограничение внутривенного введения жидкости, например, при септическом шоке, не приводит к ожидаемому снижению риска неблагоприятного исхода [8]. Поэтому сейчас в клинической практике большое внимание уделяется не только адекватному заполнению ёмкости сосудистого русла и межклеточного пространства, но и своевременной дегидратации [2]. Как следствие, важное значение придаётся адекватному мониторингу водного баланса. Чаще всего предлагается использование теста с волеимической нагрузкой и инвазивного мониторинга гемодинамики как наиболее точных методов (хотя на практике клиницисты оценивают адекватность инфузионной терапии по изменениям артериального давления) [1, 2]. В настоящее время продолжают поиски удобного неинвазивного метода исследования, с помощью которого можно оценить водный состав организма пациента.

**Цель** — распределение секторов жидкости у пациентов в хроническом критическом состоянии методом биоимпеданса при стандартной инфузионной терапии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено наблюдательное одноцентровое проспективное сплошное неконтролируемое исследование.

### Критерии соответствия

В исследование *включались* пациенты ОРИТ, находившиеся в хроническом критическом состоянии и получавшие инфузионную терапию. При этом *критерием исключения* являлось наличие выраженного спастического синдрома, который препятствует технически правильному проведению биоимпедансного анализа, а также таких противопоказаний, как установленный электрокардиостимулятор и (или) система нейростимуляции. Также мы не включали пациентов, имевших признаки почечной недостаточности.

### Условия проведения и продолжительность исследования

Исследование проводилось в отделениях анестезиологии и реанимации Федерального научно-клинического центра реаниматологии и реабилитологии в период с января по декабрь 2020 г.

### Описание медицинского вмешательства

Исследование состава тела методом биоимпеданса проводилось утром перед завтраком через трое-четыре суток после начала инфузионной терапии с помощью биоимпедансного анализатора обменных процессов и состава тела ABC 02 «Медасс». Последующие измерения делали не менее чем через 14 дней (если пациент находился более месяца, то проводились дополнительные измерения не менее чем 1 раз в 14 дней). В тот же день, когда проводилось измерение, у пациентов брали кровь на биохимический анализ, включавший показатели общего белка (г/л) и альбумина (г/л). При этом пациенты получали инфузионную терапию — 20–25 мл/кг/сут (в среднем 1200–1500 мл/сут) сбалансированных электролитных смесей (раствор Рингера, фриостерин, стерофундин).

### Этическая экспертиза

Данное исследование было одобрено локальным этическим комитетом Федерального научно-клинического центра реаниматологии и реабилитологии (протокол № 1/20/8 от 11.03.2020 г.).

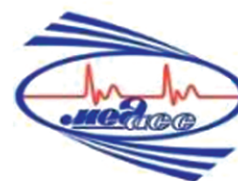
### Статистический анализ

Параметры нормированных значений биоимпедансного анализа для соответствующих половозрастных категорий предоставляются производителем прибора<sup>1</sup> и автоматически пересчитываются при проведении исследования (рис. 1).

<sup>1</sup> Центили рассчитаны относительно референтной общероссийской выборки пациентов, обследованных в российских центрах здоровья в 2010–2012 гг.



## ФНКЦ РР



## Оценка состава тела (биоимпедансный анализ)

Пациент: \_\_\_\_\_

Базовые данные		Прибор N 3223		Rc1_50 = 266.8 Rc2_50 = 326.7 (Ом)	
Дата обследования	29.09.2020 9:05:16	Сопрот. (акт. на 5 и 50 кГц, реакт. на 50 кГц), Ом		431 / 406 / 17	
Возраст, лет / Пол	73 Ж	Фазовый угол (50 кГц), град.		2.33	
Рост, см / Вес, кг	170 / 70.6	Клеточная жидкость / Минеральная масса тела, кг		24.4 / 3.42	
Окр. талии / Окр. бедер, см	0 / 0	Основной обмен, ккал/сут.		1086	
Состав тела					
Индекс массы тела	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>				

Рис. 1. Пример протокола биоимпедансного анализа тела.

Fig. 1. Protocol example for bioimpedance analysis of the body.

Размер выборки предварительно не рассчитывался. Для статистического анализа корреляции данных биоимпеданса и показателей белковых фракций биохимического анализа крови применялся коэффициент ранговой корреляции (критерий Спирмена), теснота связи оценивалась по шкале Чеддока. Статистическая обработка проводилась с использованием программ Microsoft Excel и онлайн-калькулятора «Расчёт критерия корреляции Спирмена»<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Расчёт критерия корреляции Спирмена (онлайн-калькулятор). Режим доступа: <https://medstatistic.ru/calculators/calcsipirmen.html>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

## Объекты (участники) исследования

За 2020 г. в исследование были включены 63 пациента в хроническом критическом состоянии после повреждения головного мозга: 28 мужчин и 35 женщин со средним возрастом 54±19 лет.

По нозологии пациенты распределились следующим образом:

- ишемический инсульт — 22 чел.;
- черепно-мозговая травма — 17 чел.;

- геморрагический инсульт — 14 чел.;
- состояние после операции на головном мозге — 7 чел.;
- постгипоксические состояния — 2 чел.

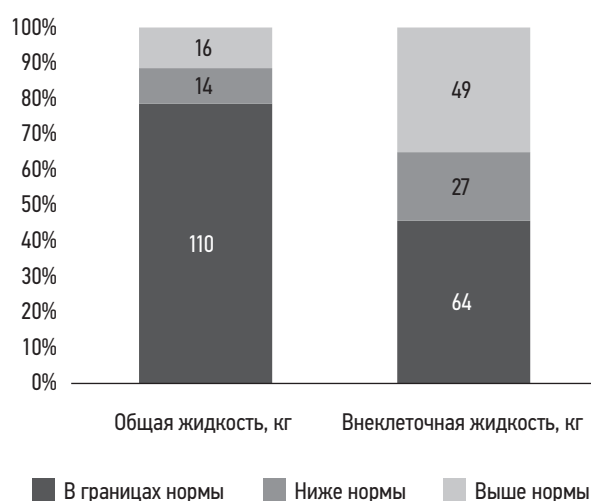
Все пациенты находились в хроническом критическом состоянии: получали ИВЛ в режимах CPAP/BiPAP/SIMV (фракция кислорода 30–40%), имели признаки кишечной недостаточности, белково-энергетическую недостаточность средней/тяжёлой степени, а также инфекционные осложнения в виде полисегментарной пневмонии и декубитальных язв II–III степени.

## Основные результаты исследования

Обратило на себя внимание, что в большинстве случаев объём общей жидкости организма у пациентов находился в пределах половозрастной нормы (78,6%, или 110 измерений), однако объём внеклеточной жидкости достигал нормальных значений лишь в 45,7% случаев (64 измерения) (рис. 2). При этом оба показателя одновременно находились в пределах нормы лишь в 44,3% случаев (62 измерения) (рис. 3).

При дальнейшем анализе этих параметров (рис. 2) было установлено, что уровни объёма общей и внеклеточной жидкости не совпадают в 35,7% случаев (50 измерений). Наиболее частым вариантом при этом оказалось повышение уровня внеклеточной жидкости при сохранении нормального показателя общей жидкости тела (34 измерения, или 24,3% случаев).

При проведении корреляционного анализа показателей объёмов внеклеточной и общей жидкости с данными биохимического анализа крови (снижение уровня общего белка, снижение уровня альбумина) сила связи коэффициентов корреляции выборок по шкале Чеддока оказалась очень слабой при всех рассмотренных вариантах (табл. 1).



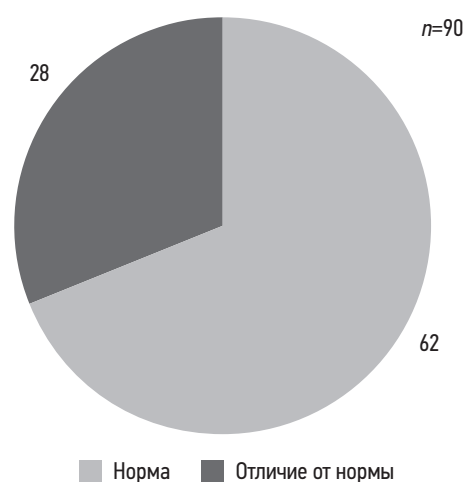
**Рис. 2.** Распределение показателей водных секторов тела.

**Fig. 2.** Indicators distribution of water sectors of the body.

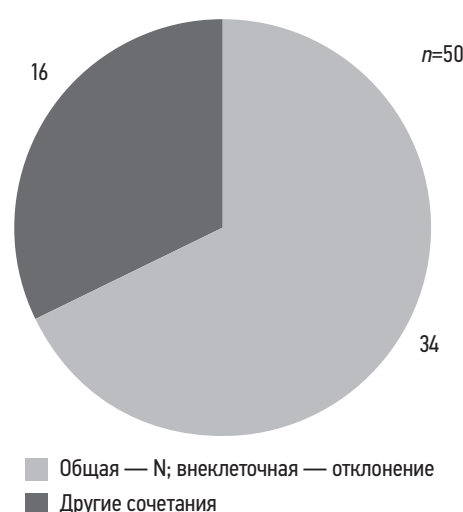
**Измерение водных секторов тела по параметрам «общая жидкость» и «внеклеточная жидкость»**



**При совпадении параметров**



**При несовпадении параметров**



**Рис. 3.** Взаимосвязь водных секторов тела при биоимпедансном анализе.

**Fig. 3.** Relationship of water sectors of the body in bioimpedance analysis.



**Таблица 1.** Корреляционный анализ показателей водных секторов и белковых фракций в биохимическом анализе крови**Table 1.** Correlation analysis of indicators of water sectors and protein fractions in a biochemical blood test

Показатель	Общий белок <66,0 г/л	Альбумин <25,0 г/л	Альбумин <35,0 г/л
Повышение внеклеточной жидкости	0,1099	0,214568	0,142267
Сила связи	Очень слабая	Очень слабая	Очень слабая
Повышение общей жидкости	0,148301	0,25338	0,179605
Сила связи	Очень слабая	Очень слабая	Очень слабая

**Примечание.** Референсные значения, рекомендованные производителями реактивов: общий белок — 66,0–83,0 г/л, альбумин — 35,0–52,0 г/л.

**Note:** Reference values recommended by reagent manufacturers: total protein — 66.0–83.0 g/l, albumin — 35.0–52.0 g/l.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Резюме основного результата исследования

При стандартной инфузионной терапии у пациентов в ОРИТ, находящихся в хроническом критическом состоянии, общий объём жидкости организма чаще всего находится в границах половозрастной нормы. Однако при этом объём внеклеточной жидкости более вариабелен, и нередко ситуация, когда на фоне нулевого водного баланса отмечается задержка жидкости в интерстициальном пространстве. Особо интересно то, что такое перераспределение водных секторов мало коррелирует с уровнем гипоальбуминемии.

### Обсуждение основного результата исследования

В настоящее время в клинической практике активно применяется тест с волемической нагрузкой. Однако всё больше авторов для оценки данного теста предлагает использовать всё же не уровень артериального давления, а сердечный выброс как более чувствительный показатель. При этом отмечается, что реакция сердечного выброса на болюс жидкости редко коррелирует с повышением артериального давления или повышением частоты сердечных сокращений. Однако те же авторы отмечают, что применяемый объём внутривенной инфузии 500 мл является не минимальным, а среднестатистическим объёмом жидкости, тогда как, например, у хирургических пациентов высокого риска, проходящих целенаправленную оптимизацию инфузионной терапии, в среднем применяют лишь 250 мл [1]. В том числе поэтому тест с волемической нагрузкой хоть и достаточно изучен, но требует более тщательной стандартизации [8].

Для пациентов, находящихся на ИВЛ, был предложен интересный функциональный гемодинамический тест — кратковременное исследование с низким конечным экспираторным давлением. Данный метод предсказывает ответную реакцию на введение жидкости у пациентов интенсивной терапии, которым проводят вентиляцию лёгких с низким дыхательным объёмом, при этом значения его

чувствительности и специфичности выше, чем у сердечного выброса [9]. Однако данный тест достаточно специфичный и узконаправленный. Ещё одним специфичным вариантом прогноза ответа на инфузионную терапию являются гемодинамические изменения, вызванные манёвром набора лёгких: в положении лёжа снижение сердечного выброса, вызванное указанным маневром, предсказывало увеличение сердечного выброса после волемической нагрузки с более высокой надёжностью, чем традиционные динамические показатели. Однако сами авторы отмечают необходимость дальнейших исследований данного вопроса [10].

В ряде клиник для оценки адекватности инфузионной терапии активно применяют ультразвуковое исследование. Предлагаемый протокол достаточно насыщен и может помочь прояснить как возможные преимущества, так и потенциальные риски дополнительного внутривенного введения жидкости. Однако данный объём обследования, включающий и эхокардиографию, и доплеровское исследование артерий и вен, требует значительных трудо- и времязатрат, а также сильно зависит от человеческого фактора [11].

Использование биоимпеданса для оценки водных секторов уже нашло своё применение при проведении инфузионной терапии в послеоперационном периоде. Так, в исследовании Y.J. Chung и E.Y. Kim с помощью этого метода показано, что в первые 48 ч после операции у большинства пациентов имеет место гипергидратация, что на третий день было значимым предиктором послеоперационных осложнений и госпитальной смертности. Пороговые значения состояния гипергидратации по коэффициенту ECW (extracellular water — внеклеточная жидкость) на 3-й день для прогнозирования послеоперационных осложнений и госпитальной смертности составили более 0,3985 и более 0,4145 соответственно. На основании этого авторы рекомендуют биоимпеданс для оценки состояния пациентов, нуждающихся в инфузионной терапии в послеоперационном периоде [12].

По поводу отсутствия корреляции уровня белковых фракций в биохимическом анализе крови пока нет возможности дать однозначное объяснение. Очевидно, что в остром состоянии или в периоперационном периоде

гипоальбуминемия значительно влияет на снижение осмотического давления крови и накопления жидкости в интерстициальном пространстве. Поэтому применение гиперонкотического раствора альбумина корректирует гипоальбуминемия и повышает коллоидно-осмотическое давление, ограничивая образование отёков и потенциально улучшая функцию эндотелия. Уровни альбумина в сыворотке относительно С-реактивного белка и лактата могут предсказать, какие пациенты получают наибольшую пользу от терапии альбумином [13]. Однако у пациентов в хроническом критическом состоянии имеет место хроническая гипоальбуминемия и гипопроотеинемия. Таким образом, в этом состоянии организм достигает уровня гомеостаза, отличного от пациента с острой патологией [14, 15]. Данный аспект крайне интересен и требует дальнейшего обсуждения и исследования. На наш взгляд, данный феномен связан с нейроэндокринными нарушениями, возникающими у таких пациентов в результате основного заболевания и в ходе формирования хронического критического состояния.

### Ограничения исследования

Главным ограничением данного метода (помимо абсолютных противопоказаний) является степень выраженности спастического синдрома. При проведении анализа состава тела критически важно свободное циркулирование электроимпульса. Однако если из-за повышенного мышечного тонуса либо развития контрактур невозможно обеспечить правильное положение пациента (отсутствие соприкосновения поверхностей тела), то ход импульса нарушается и полученные данные являются недостоверными. Также недостоверным становится исследование, проведённое у пациента с ампутированной конечностью, так как мы не можем ориентироваться на центильные показатели прибора.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На данном этапе проведения исследования можно сделать вывод, что у пациентов, находящихся в хроническом критическом состоянии после повреждения головного мозга, более чем в 50% случаев может отмечаться накопление жидкости во внеклеточном пространстве

без видимых отёков, при этом в 24,3% случаев показатель общей жидкости организма находится в пределах половозрастной нормы. При этом данный показатель в подобной ситуации не зависит ни от снижения уровня общего белка крови, ни от выраженности гипоальбуминемии.

В рамках продолжения данного исследования планируется разработать алгоритм назначения инфузионной терапии на основании данных биоимпедансного анализа состава тела для пациентов в хроническом критическом состоянии.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведением исследования и публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: З.М. Орехова, А.В. Яковлева — сбор материала; А.В. Яковлева — обработка материала, статистический анализ; А.В. Яковлева — написание текста статьи; А.Е. Шестопалов, М.В. Петрова — редактирование текста статьи, общее руководство исследованием.

### ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. Z.M. Orekhova, A.V. Yakovleva — collection of material; A.V. Yakovleva — material processing, statistical analysis; A.V. Yakovleva — writing the text of the article; A.E. Shestopalov, M.V. Petrova — editing the text of the article, general management of the study.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Messina A., Calabrò L., Pugliese L., et al. Fluid challenge in critically ill patients receiving haemodynamic monitoring: a systematic review and comparison of two decades // *Crit Care*. 2022. Vol. 26, N 1. P. 186. doi: 10.1186/s13054-022-04056-3
2. Хромачева Н.О., Кузьменко А.А., Фот Е.В., и др. Целенаправленная инфузионная терапия критических состояний. Обзор литературы // *Медицинский алфавит*. 2018. Т. 4, № 38. С. 10–16.
3. Wiedermann C.J. Phases of fluid management and the roles of human albumin solution in perioperative and critically ill patients //

*Curr Med Res Opin*. 2020. Vol. 36, N 12. P. 1961–1973. doi: 10.1080/03007995.2020.1840970

4. Орлов Ю.П., Говорова Н.В., Глушенко А.В., и др. Гиперинфузия как один из предикторов неблагоприятного исхода у пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии // *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова*. 2018. № 4. С. 51–56. doi: 10.21320/1818-474X-2018-4-51-56

5. Wieggers E.J.A., Lingsma H.F., Huijben J.A., et al.; OzENTER-TBI Collaboration Groups. Fluid balance and outcome in critically ill patients

with traumatic brain injury (CENTER-TBI and OzENTER-TBI): a prospective, multicentre, comparative effectiveness study // *Lancet Neurol.* 2021. Vol. 20, N 8. P. 627–638. doi: 10.1016/S1474-4422(21)00162-9

6. Орлов Ю.П., Говорова Н.В., Нейфельд М.С., Горст И.А. Положительный водный баланс и последствия для водно-электролитного обмена у пациентов с политравмой // *Медицинский алфавит.* 2019. Т. 2, № 31. С. 37–40. doi: 10.33667/2078-5631-2019-2-31(406)-37-40

7. Ladzinski A.T., Thind G.S., Siuba M.T. Rational Fluid Resuscitation in Sepsis for the Hospitalist: A Narrative Review // *Mayo Clin Proc.* 2021. Vol. 96, N 9. P. 2464–2473. doi: 10.1016/j.mayocp.2021.05.020

8. Messina A., Longhini F., Coppo C., et al. Use of the Fluid Challenge in Critically Ill Adult Patients: A Systematic Review // *Anesth Analg.* 2017. Vol. 125, N 5. P. 1532–1543. doi: 10.1213/ANE.00000000000002103

9. Abdullah T., Ali A., Saka E., et al. Ability of short-time low peep challenge to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients in the intensive care // *J Clin Monit Comput.* 2022. Vol. 36, N 4. P. 1165–1172. doi: 10.1007/s10877-021-00752-7

10. Watanabe R., Suehiro K., Mukai A., et al. Changes in stroke volume induced by lung recruitment maneuver can predict fluid responsiveness during intraoperative lung-protective ventilation in

prone position // *BMC Anesthesiol.* 2021. Vol. 21, N 1. P. 303. doi: 10.1186/s12871-021-01527-y

11. Millington S.J., Wiskar K., Hobbs H., Koenig S. Risks and Benefits of Fluid Administration as Assessed by Ultrasound // *Chest.* 2021. Vol. 160, N 6. P. 2196–2208. doi: 10.1016/j.chest.2021.06.041

12. Chung Y.J., Kim E.Y. Usefulness of bioelectrical impedance analysis and ECW ratio as a guidance for fluid management in critically ill patients after operation // *Sci Rep.* 2021. Vol. 11, N 1. P. 12168. doi: 10.1038/s41598-021-91819-7

13. Wiedermann C.J. Phases of fluid management and the roles of human albumin solution in perioperative and critically ill patients // *Curr Med Res Opin.* 2020. Vol. 36, N 12. P. 1961–1973. doi: 10.1080/03007995.2020.1840970

14. Крылов К.Ю., Гречко А.В., Петрова М.В., и др. Нутритивно-метаболическая терапия у пациентов в хроническом критическом состоянии после церебральной катастрофы: пособие для врачей. Москва: Грин Принт, 2018. 40 с.

15. Шестопалов А.Е., Яковлева А.В., Лукьянец О.Б., Петрова М.В. Метаболические предикторы жизнеугрожающих состояний у больных в хроническом критическом состоянии // *Клиническое питание и метаболизм.* 2022. Т. 3, № 1. С. 38–49. doi: 10.17816/clinutr105625

## REFERENCES

- Messina A, Calabrò L, Pugliese L, et al. Fluid challenge in critically ill patients receiving haemodynamic monitoring: a systematic review and comparison of two decades. *Crit Care.* 2022;26(1):186. doi: 10.1186/s13054-022-04056-3
- Khromacheva NO, Kuzmenko AA, Fot EV, et al. Goal-directed fluid resuscitation in critically ill patients. Literature review. *Medical Alphabet.* 2018;4(38):10–16. (In Russ).
- Wiedermann CJ. Phases of fluid management and the roles of human albumin solution in perioperative and critically ill patients. *Curr Med Res Opin.* 2020;36(12):1961–1973. doi: 10.1080/03007995.2020.1840970
- Orlov YuP, Govorova NV, Glushchenko AV, et al. Hypervolemia as one of the predictors of poor outcome in the patients at the resuscitation and intensive care unit. *Alexander Saltanov Intensive Care Herald.* 2018;4(4):51–56. (In Russ). doi: 10.21320/1818-474X-2018-4-51-56
- Wieggers EJA, Lingsma HF, Huijben JA, et al.; OzENTER-TBI Collaboration Groups. Fluid balance and outcome in critically ill patients with traumatic brain injury (CENTER-TBI and OzENTER-TBI): a prospective, multicentre, comparative effectiveness study. *Lancet Neurol.* 2021;20(8):627–638. doi: 10.1016/S1474-4422(21)00162-9
- Orlov YuP, Govorova NV, Neifeld MS, Gorst IA. Positive water balance and consequences for water-electrolyte metabolism in patients with polytrauma. *Medical Alphabet.* 2019;2(31):37–40. (In Russ). doi: 10.33667/2078-5631-2019-2-31(406)-37-40
- Ladzinski AT, Thind GS, Siuba MT. Rational Fluid Resuscitation in Sepsis for the Hospitalist: A Narrative Review. *Mayo Clin Proc.* 2021;96(9):2464–2473. doi: 10.1016/j.mayocp.2021.05.020
- Messina A, Longhini F, Coppo C, et al. Use of the Fluid Challenge in Critically Ill Adult Patients: A Systematic Review. *Anesth Analg.* 2017;125(5):1532–1543. doi: 10.1213/ANE.00000000000002103
- Abdullah T, Ali A, Saka E, et al. Ability of short-time low peep challenge to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients in the intensive care. *J Clin Monit Comput.* 2022;36(4):1165–1172. doi: 10.1007/s10877-021-00752-7
- Watanabe R, Suehiro K, Mukai A, et al. Changes in stroke volume induced by lung recruitment maneuver can predict fluid responsiveness during intraoperative lung-protective ventilation in prone position. *BMC Anesthesiol.* 2021. Vol. 21, N 1. P. 303. doi: 10.1186/s12871-021-01527-y
- Millington SJ, Wiskar K, Hobbs H, Koenig S. Risks and Benefits of Fluid Administration as Assessed by Ultrasound. *Chest.* 2021;160(6):2196–2208. doi: 10.1016/j.chest.2021.06.041
- Chung YJ, Kim EY. Usefulness of bioelectrical impedance analysis and ECW ratio as a guidance for fluid management in critically ill patients after operation. *Sci Rep.* 2021;11(1):12168. doi: 10.1038/s41598-021-91819-7
- Wiedermann CJ. Phases of fluid management and the roles of human albumin solution in perioperative and critically ill patients. *Curr Med Res Opin.* 2020;36(12):1961–1973. doi: 10.1080/03007995.2020.1840970
- Krylov KYu, Grechko AV, Petrova MV, et al. *Nutritional-metabolic therapy in chronically critical patients after cerebral accident: a manual for physicians.* Moscow: Green Print; 2018. 40 p. (In Russ).
- Shestopalov AE, Yakovleva AV, Lukyanets OB, Petrova MV. Metabolic predictors of life-threatening conditions in patients in chronic critical illness. *Clinical Nutrition and Metabolism.* 2022;3(1):38–49. (In Russ). doi: 10.17816/clinutr105625



## ОБ АВТОРАХ

**\* Яковлева Александра Витальевна;**

адрес: 107031, г. Москва, ул. Петровка, д. 25, стр. 2;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9903-7257>;  
eLibrary SPIN: 3133-3281; e-mail: avyakovleva@fnkcr.ru

**Орехова Зинаида Михайловна;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2072-5319>;  
e-mail: zuzka84@mail.ru

**Шестопалов Александр Ефимович, д.м.н., профессор;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5278-7058>;  
eLibrary SPIN: 7531-6925; e-mail: ashest@yandex.ru

**Петрова Марина Владимировна, д.м.н., профессор;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4272-0957>;  
eLibrary SPIN: 9132-4190; e-mail: mpetrova@fnkcr.ru

## AUTHORS' INFO

**\* Alexandra V. Yakovleva, MD;**

address: 25, building 2, Petrovka St., Moscow, 107031, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9903-7257>;  
eLibrary SPIN: 3133-3281; e-mail: avyakovleva@fnkcr.ru

**Zinaida M. Orekhova;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2072-5319>;  
e-mail: zuzka84@mail.ru

**Alexander E. Shestopalov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5278-7058>;  
eLibrary SPIN: 7531-6925; e-mail: ashest@yandex.ru

**Marina V. Petrova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4272-0957>;  
eLibrary SPIN: 9132-4190; e-mail: mpetrova@fnkcr.ru

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author