

УДК 621.317.33

Р. С. Томашевский, канд. техн. наук, Б. В. Ткачук, аспирант  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,  
г. Харьков, Украина, E-mail: Bogdan.Tkachuk@fmc-ag.com

### **К ВОПРОСУ О КОНТРОЛЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОЦЕДУРЫ ГЕМОДИАЛИЗА**

*В данной статье проведен сравнительный анализ существующих методов контроля состояния пациента в ходе процедуры гемодиализа. Описана взаимосвязь физиологических*

показателей. Также обоснована необходимость поиска показателей, которые находятся в непосредственной зависимости от гидратации внеклеточного пространства и которые возможно мониторировать в реальном режиме времени на протяжении всей процедуры. Библ.4, рис 2.

**Ключевые слова:** гемодиализ, ультрафильтрация, внеклеточная жидкость, интерстициальная жидкость, сосудистая жидкость, артериальное давление, плетизмограмма.

У даній статті проведений порівняльний аналіз існуючих методів контролю стану пацієнта в ході процедури гемодіалізу. Описаний взаємозв'язок фізіологічних показників. Також обґрунтована необхідність пошуку показників, які знаходяться в безпосередній залежності від гідратації позаклітинного простору і які можливо моніторувати в реальному режимі часу впродовж всієї процедури. Бібл.4, рис 2.

**Ключові слова:** гемодіаліз, ультрафільтрація, позаклітинна рідина, інтерстиціальна рідина, судинна рідина, артеріальний тиск, плетизмограма.

### Введение

При проведении гемодиализа (ГД), как и любой медицинской процедуры, необходим строгий контроль физиологических показателей для корректного её проведения, максимального повышения терапевтического эффекта и минимизации возможных осложнений. Также следует учитывать, что мониторинг определенных физиологических показателей может позволить частично или полностью автоматизировать процедуру ГД.

**Целью работы** являлось проведение анализа существующих методов контроля состояния пациента при проведении процедуры гемодиализа.

### Основная часть

Во время процедуры ГД осуществляется очистка крови *in vitro* от продуктов обмена веществ (мочевина, креатинин), выравнивание концентраций электролитов крови ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), а также удаление избыточной жидкости. Именно определение объема жидкости необходимой для удаления и скорость, с которой можно её скачивать, являются одними из важнейших проблем современного ГД. При этом излишки жидкости удаляется из сосудистого русла, а сосудистое пространство, восполняется жидкостью из интерстициального сектора (ИЖ), при этом объем клеточной жидкости (КЖ) остается практически неизменным. На рис. 1 приведены основные жидкостные среды организма.

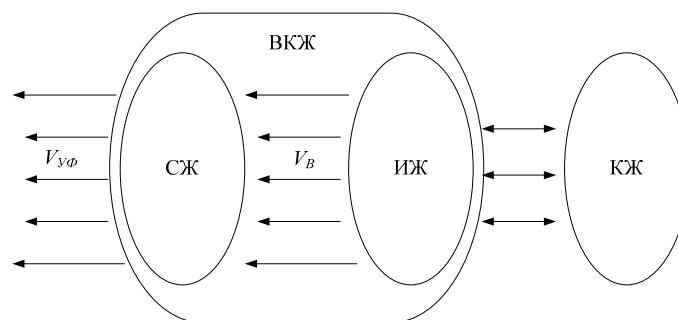


Рис. 1

В случае если скорость ультрафильтрации ( $V_{уф}$ ) больше скорости восполнения ( $V_B$ ), то через некоторое время, объем сосудистой жидкости (СЖ) уменьшится до критического, а это приведет к падению артериального давления (АД). Для недопущения подобной ситуации, необходимо постоянно контролировать АД, а, следовательно, и объем СЖ доступный для скачивания и количество излишков жидкости, которые содержатся в интерстициальном пространстве.

Существует несколько групп показателей (рис. 2), определение которых позволяет снизить риск резкого падения АД пациента и повысить терапевтический эффект процедуры.

Под контролем гемодинамики, понимается контроль кровенаполнения сосудов, контроль АД, пульса и другие. Контроль АД, в настоящее время, проводится ручным или осциллометрическим методом, в определенное время в ходе процедуры. Блок для измерения АД встроен в некоторых аппаратах «искусственная почка», также он позволяет контролировать и пульс пациента.

Для контроля кровенаполнения используются ультразвуковые (УЗ) датчики, которые крепятся на магистраль с кровью. По прохождению УЗ сигнала определяют плотность крови, вычисляя гематокрит, гемоглобин, изменение объема крови относительно начала процедуры, тем самым, не давая во время скачивания жидкости из крови, переступить порог критического её сгущения.

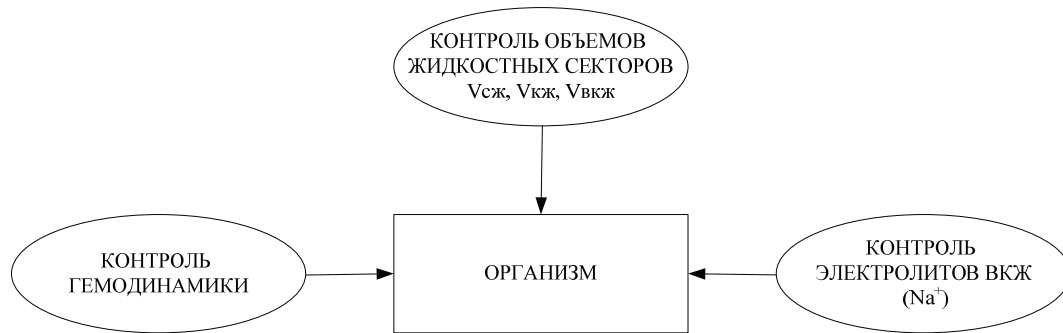


Рис. 2

Для коррекции измерений, производимых таким способом необходима температурная коррекция, так как плотность крови в значительной степени зависит от ее температуры.

Контроль изменения объемов водных сред организма во время процедуры в мировой практике не используется, так как на сегодняшний день отсутствуют соответствующие методики и аппаратные средства. Существуют приборы (Fresenius BCM, ABC-01«Медасс») позволяют с помощью биоимпедансного метода, перед процедурой, определить объемы общей и внеклеточной жидкостей (ВКЖ) и, исходя из статистических данных, вычислить объемы СЖ, ВКЖ. Далее, это значение вводится в программу аппарата «искусственная почка» путем прогноза вычисляется количество скачиваемой жидкости.

Еще одним фактором, влияющим на содержание воды во внеклеточном пространстве, является концентрация ионов  $\text{Na}^+$ . Его увеличенная концентрация в плазме крови и ИЖ обеспечивает накопление жидкости во внеклеточном пространстве, а также переход её из клеточного, во внеклеточный компартмент. Низкое же содержание натрия в плазме крови, может свидетельствовать и о высоком уровне гидратации внеклеточного пространства. Контроль содержания натрия в плазме крови, проводят лабораторно, с забором крови до и после процедуры. При этом некоторые производители аппаратов для ГД вычисляют концентрацию ионов  $\text{Na}^+$  через измерение проводимости отработанного диализата на выходе из фильтра, но полученные данные являются очень условными.

Общим недостатком всех перечисленных методов контроля состояния пациента является их высокая инерционность, и, в большинстве случаев, невозможность мониторинга в режиме реального времени.

### Выводы

Проведение мониторинга состояния водных сред пациента при процедуре гемодиализа на сегодня является актуальной задачей и в настоящее время методически и технически не реализовано. Существующие методы контроля характеризуются значительным интервалом времени между измерениями и низкой корреляцией и, в свою очередь, не могут быть использованы как критерий досрочного прекращения процедуры. Отсутствие технической возможности мониторинга вышеперечисленных показателей в режиме реального времени существенно снижает терапевтический эффект от процедуры ГД увеличивает срок выздоровления. В качестве перспективных направлений исследований авторы видят:

1. Техническую реализацию измерения в режиме реального времени показателей гемодинамики, электролитического баланса и соотношения объемов жидкостных сред организма.
2. Определение физиологических показателей, или их комплекса, мониторинг которых позволит достоверно прогнозировать состояние пациента, а в дальнейшем автоматизировать процедуру ГД.

### Список литературы

1. *Стецюк Е. А.* Основы гемодиализа. – М.: Гэотар-Мед, 2001. – 320 с. ISBN 5-9231-0100-9
2. *Рябов Г. А.* Критические состояния в хирургии. – М.: Медицина, 1979. – 318 с.
3. *Джон Т. Даугирдас, Питер Дж. Блейк, Тодд С. Инг / Перев. с англ. Денисов А. Ю., Шилю В. Ю.* Руководство по диализу. – М.: Диализный центр, 2003. Третье издание. – 744 с.
4. *Иванов Г. Г., Николаев Д. В., Балуев Э. П., Закс И. О., Ивлева В. В., Мещеряков Г. Н., Кравченко Н. Р.* Метод биоимпедансной спектроскопии в оценке общей воды и внеклеточной жидкости. – М.: Новости науки техники, серия МЕДИЦИНА, 1997. – № 3. – С. 28–33.

## TO THE QUESTION ON THE CONTROL OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS DURING THE PROCEDURE OF HEMODIALYSIS

R. S. Tomashevsky, B. V. Tkachuk  
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkov, Ukraine,  
E-mail: Bogdan.Tkachuk@fmc-ag.com

*A comparative analysis of existing methods of the control patient's health during procedure of hemodialysis provides in this article. Interrelation of indexes describes. Also, the necessity of search indexes, which are dependent on the hydration of the extracellular fluid and which can be monitored in real time throughout the entire procedure, is justified. Ref. 4, fig. 2.*

**Keywords:** hemodialysis, ultrafiltration, extracellular fluid, interstitial fluid, vascular fluid, blood pressure.

1. E.A. Stetsuk. Hemodialysis base. – M.:Geotar-Med, 2001. – 320 p.ISBN 5-9231-0100-9 (Rus.)
- 2.G.A. Ryabov. Criticalconditionsinsurgery.– M.: Moscow, 1979. – 318 p. (Rus.)
- 3.John T.Daugirdas, Peter J. Blake, Todd C. Ing / Translat.fromEnglish. Denisov, A.,Shyla V.Y Guidetodialysis. – M: InternationalDialysisCenter, 2003. Thethirdedition. –744 p. (Rus.)
4. Ivanov, Nikolaev A. I., Balue Э. П., Sachs ACTING, Ivleva V. V., Meshcheryakov G. N., Kravchenko N. R. Method биоимпедансной spectroscopy in an overall assessment of the water and the extracellular fluid. – M.: news : science and technology, series MEDICINE, 1997.– № 3. – P. 28–33