

## ПОБОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ ЭНТЕРОСОРБЦИИ

Лысенкова А. В., Филиппова В. А., Прищепова Л. В.

Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Введение**

В настоящее время энтеросорбенты широко применяются в медицине для эффективной очистки организма от тяжелых металлов, в том числе и радионуклидов, что особенно актуально для жителей регионов, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС [1].

**Цель исследования**

Изучение побочных эффектов энтеросорбции, для чего были исследованы кинетические и термодинамические параметры сорбции и выведения из модельных водных растворов ионов кальция, магния, меди, а также аскорбиновой кислоты (АК). Результаты исследования позволяют количественно оценить побочное действие энтеросорбции, а также дают возможность сравнить поглотительную способность энтеросорбентов различных типов.

**Методы исследования**

Для исследования использовали энтеросорбенты трех типов, используемых в клинической практике:

- активированный уголь;
- микроцеллюлоза;
- полифепан, активным компонентом которого является лигнин.

Изучение сорбции катионов кальция, магния, меди и АК проводилось из модельных водных растворов с различными исходными концентрациями адсорбатов (75, 100, 125 и 150 ммоль/л).

Кинетика сорбции изучалась путем периодического отбора проб из растворов с последующим определением содержания вышеназванных веществ в них. Содержание ионов кальция и магния выполнялось методом комплексонометрии, а содержание ионов меди и АК — иодометрическим методом [2].

**Обсуждение результатов**

Проведенные исследования позволили выявить кинетические закономерности сорбционных процессов ионов кальция, магния, меди, а также АК на энтеросорбентах различных типов. На основании кинетического уравнения адсорбции [3] были рассчитаны константы скорости сорбционных процессов и степень извлечения адсорбатов из модельных растворов. Кинетическое уравнение адсорбции имеет вид (1):

$$\frac{da}{d\tau} = k(a_{\text{равн.}} - a_{\tau}) \quad (1)$$

где  $k$  — константа скорости, зависящая от размера адсорбирующей поверхности и коэффициента диффузии адсорбата;  $a_{\text{равн.}}$  — адсорбция вещества, отвечающая адсорбционному равновесию;  $a$  — адсорбция вещества в данный момент времени.

Скорость исследуемых процессов адсорбции удовлетворительно описывается параболическим уравнением, напоминающем по виду уравнение Фрейндлиха (2):

$$a = k \tau^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

В таблице 1 представлены результаты выполненных расчетов.

Таблица 1 — Кинетические параметры адсорбции

Энтеросорбент	$k \times 10^3, \text{ мин}^{-1}$				Степень извлечения, %			
	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$	АК	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$	АК
Уголь активированный	1,11	0,76	0,41	1,57	55,46	62,1	17,4	74,2
Микроцеллюлоза	11,3	9,4	7,9	8,9	76,7	43,5	48,75	60,5
Полифепан	1,08	1,2	0,73	1,4	65,3	77,9	40,5	86,5

Анализ полученных данных позволил установить, что:

- микроцеллюлоза наиболее активно связывает и выводит биометаллы и АК. Сорбционные процессы на ней характеризуются наибольшими значениями констант скорости, изменяющимися в диапазоне  $7,9 \times 10^{-3} - 11,3 \times 10^{-3} \text{ мин}^{-1}$ ;
- скорость извлечения вышеуказанных компонентов на активированном угле и полифепане примерно одинаковы. Значения кинетических констант варьируются в диапазоне  $0,4 \times 10^{-3} - 1,2 \times 10^{-3} \text{ мин}^{-1}$ ;
- наибольшая скорость сорбционных процессов на всех приведенных сорбентах характерна для ионов кальция и магния, а скорость извлечения АК и катионов меди значительно ниже;
- время достижения равновесия на всех сорбентах составляет около 5 минут, что свидетельствует о высокой скорости сорбционных процессов обусловленной, вероятно, высокой скоростью диффузии в растворах.

Полученные кинетические данные легли в основу расчета термодинамических параметров процессов энтеросорбции. На рисунке 1 представлены изотермы адсорбции  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  и АК на активированном угле. Адсорбция ионов и АК из разбавленных водных растворах удовлетворительно описывается уравнением Ленгмюра (3) [3]:

$$a = a_{\max} \frac{Kc}{Kc + 1}, \quad (3)$$

где  $K$  — константа равновесия адсорбции, характеризующая сродство данного адсорбируемого вещества к данному сорбенту;  $c$  — концентрация адсорбата, ммоль/л.

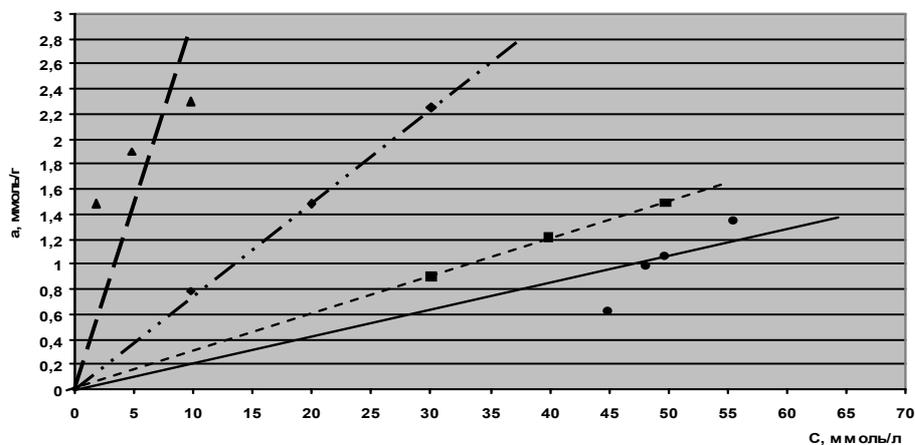


Рисунок 1 — Изотерма адсорбции  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , АК на активированном угле: адсорбция катионов меди (●), адсорбция катионов кальция (■), адсорбция катионов магния (◆), адсорбция АК(▲)

Линейное преобразование уравнения Ленгмюра позволило рассчитать его параметры графическим методом. Результаты определения параметров адсорбции представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Термодинамические параметры уравнения адсорбции Ленгмюра

Энтеросорбент	$a_{\max}$ , ммоль/г				$\frac{1}{K \times 10^3}$ , ммоль			
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	АК	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	АК
Уголь активированный	8,33	20,0	9,98	2,94	4,6	4,0	2,0	0,37
Микроцеллюлоза	25,0	38,9	46,7	35,9	270	31,2	18,8	46,9
Полифепан	4,4	12,5	2,5	25,0	10,0	12,0	9,0	50,0

Полученные данные позволили установить, что:

- наиболее активным энтеросорбентом, имеющим наибольшее сродство ко всем изученным адсорбатам, является микроцеллюлоза, она же обладает наибольшей селективностью по отношению к катионам кальция ( $K = 0,27$ );
- полифепан, характеризующийся сравнительно низкой сорбционной способностью к биометаллам ( $K \sim 10,0 \times 10^{-3}$ ), обладает высокой избирательной активностью к АК ( $K = 50,0 \times 10^{-3}$ );
- наименее активным энтеросорбентом явился активированный уголь, имеющий, тем не менее, относительно высокое сродство к катионам кальция ( $K = 4,6 \times 10^{-3}$ ) и магния ( $K = 4,0 \times 10^{-3}$ ).

#### **Выводы**

Изучены кинетические и термодинамические характеристики сорбционных процессов, протекающих в водных растворах солей кальция, магния, меди (II) и АК под воздействием энтеросорбентов различных типов.

Полученные данные позволяют сделать вывод о высокой степени извлечения биометаллов и витаминов энтеросорбентами, широко применяемыми в медицине для лечения различных заболеваний.

С большой степенью вероятности можно утверждать, что побочные эффекты энтеросорбции могут привести к нарушению металлолигандного гомеостаза и дефициту витамина С.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Хотимченко, Ю. С. Применение энтеросорбентов в медицине / Ю. С. Хотимченко, А. В. Кропотов // Тихоокеанский медицинский журнал. — 1999. — № 2. — С. 84–89.
2. Пилипенко, А. Т. Аналитическая химия / А. Т. Пилипенко, И. В. Пятницкий. — М.: Химия, 1990. — Гл. 21. — С. 411–420.
3. Евстратова, К. И. Физическая и коллоидная химия / К. И. Евстратова, Н. А. Купина, Е. Е. Малахова. — М.: Высш. шк., 2004. — С. 331–337.

**УДК 613.71:796]-613.954**

## **ВЛИЯНИЕ РИТМИЧЕСКОЙ ГИМНАСТИКИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

**Мазепа С. В., Новик Г. В., Беспалова Ю. М.**

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

#### **Введение**

Дошкольный период играет главную роль в процессе становления личности ребенка, в создании предпосылок для его гармоничного развития. За первые 7 лет жизни ре-