

УДК 547.415.1

## МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛИАМИНОВ (СПЕРМИДИНА И СПЕРМИНА) И НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Плосконос М.В.

*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет Минздрава России,  
Астрахань, e-mail: ploskonoz@mail.ru;*

*ФГБОУ ВО «ВГУВТ» Каспийский институт морского и речного транспорта, Астрахань*

Изучена способность полиаминов спермоплазмы к межмолекулярному взаимодействию с  $Zn^{2+}$  и аскорбиновой кислотой с использованием электрофоретического метода. Образование межмолекулярных комплексов спермидина и спермина с вышеупомянутыми веществами может использоваться в диагностических целях при исследовании мужской фертильности.

**Ключевые слова:** полиамины, спермидин, спермин, спермоплазма,  $Zn^{2+}$ , аскорбиновая кислота

## INTERMOLECULAR INTERACTIONS POLYAMINES (SPERMIDINE AND SPERMINE) AND SOME CHEMICALS

Ploskonos M.V.

*Astrakhan State Medical University Health Ministry of Russian Federation, Astrakhan,  
e-mail: ploskonoz@mail.ru;*

*Volga State University of Water Transport Caspian Institute of Sea and River Transport, Astrakhan*

Interactions of polyamines of male spermoplasm with  $Zn^{2+}$  and ascorbic acid have been studied with the use of electrophoretic metod. Formation of intemolecular complexes of spermin and spermidine with the above-mentioned substances have been surely established which can be used in the diagnostics under the investigation of male fertility.

**Keywords:** polyamines, spermidine, spermine, spermoplasm,  $Zn^{2+}$ , ascorbic acid

Полиамины – органические поликатионы, играют важную роль в жизнедеятельности организма, осуществляя сложные молекулярно-биологические функции и принимая непосредственное участие в регуляции клеточного метаболизма [8, 9, 10]. Эти низкомолекулярные вещества широко представлены в различных органах и тканях, а также в различных биологических жидкостях организма: в грудном молоке, в крови и её форменных элементах, в моче, поте, слюне, желчи, цереброспинальной, дуоденальной и амниотической жидкостях, в спермоплазме, в которой их концентрация выше, чем в других биологических жидкостях организма [4].

К полиаминам, содержащимся в семенной жидкости мужчин и являющимися низкомолекулярными компонентами спермоплазмы, относятся спермидин и спермин. Биохимические компоненты, входящие в состав спермоплазмы человека, в том числе и полиамины, создают благоприятные условия для оптимального выполнения сперматозоидами оплодотворяющей функции [2].

ПА играют важную роль в репродуктивных процессах. Их отсутствие, недостаток, но также и избыток отрицательно сказывается на процессе сперматогенеза, может приводить к его нарушению или к бесплодию [2, 3].

Спермидин и спермин играют важную роль в обмене нуклеиновых кислот, в частности ДНК, регулируют pH спермоплазмы, обладают высокой антимикробной активностью, защищая половой тракт от инфекционных агентов, координируют процесс апоптоза и участвуют в процессах, сопровождающих оплодотворение. Поэтому нормальный метаболизм этих поликатионов необходим для формирования оплодотворяющих свойств спермы [2, 4 – 7]. Однако до настоящего времени, знания о полиаминах спермальной жидкости остаются фрагментарными.

Многие биологические функции полиаминов связаны с их полиосновной структурой. Спермидин и спермин имеют высокое сродство к отрицательно заряженным участкам молекул биополимеров и поэтому могут образовывать межмолекулярные комплексы с некоторыми веществами, вследствие чего полиамины встречаются в биологических жидкостях организма не только в свободном виде, но и в связанном с белковыми комплексами [4].

**Цель исследования.** Целью настоящего исследования было выяснить межмолекулярные взаимодействия полиаминов с некоторыми химическими веществами.

В качестве исследуемых химических веществ были выбраны  $Zn^{2+}$  и аскорбиновая

кислота (витамин С), которые наряду с полиаминами также являются компонентами спермоплазмы.

Аскорбиновая кислота участвует в качестве сильного восстановителя во многих метаболических процессах, протекающих в спермоплазме.

Важной ролью цинка является его участие в реализации интермолекулярных взаимодействий биополимеров спермоплазмы. Цинк, как и другие микроэлементы, может выступать как в качестве ингибитора, так и в качестве активатора ферментов спермоплазмы. Он участвует в регуляции процесса коагуляции разжижения эякулята.

#### Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели был использован запатентованный метод электрофоретического разделения полиаминов в агаровом геле [1, 2, 4]. Электрофорез проводили в 0,1 М лимоннокислым буфере, рН 3,4, при напряжении 200 В, силе тока 40 мА, в течении 1 часа.

Контролем служила электрофоретическая подвижность чистых стандартных препаратов производных спермидина и спермина (спермидинтригидрохлорида и сперминтетрагидрохлорида («Fluka», Швейцария)), которая была принята за 100,0% [2].

Zn<sup>2+</sup> и аскорбиновую кислоту, каждый по отдельности, добавляли непосредственно к растворам стандартных препаратов полиаминов и сравнивали их относительную электрофоретическую подвижность после проведения электрофоретического разделения,

а так же добавляли вышеуказанные вещества (Zn<sup>2+</sup> и аскорбиновую кислоту) к растворам стандартных препаратов полиаминов и проводили через все этапы выделения спермидина и спермина из биологического материала.

Кроме того, использовали введение внутренних стандартов в эякулят донора (в этом случае к части исследуемого образца эякулята добавляли по 0,8 мг каждого из стандартов) и после выделения из спермоплазмы и электрофоретического разделения полиаминов сравнивали относительную электрофоретическую подвижность.

Межмолекулярное взаимодействие считали достоверным при изменении электрофоретической подвижности на 3% и при p<0,05.

#### Результаты исследования и их обсуждение

При образовании комплексов полиаминов с различными веществами может произойти изменение поверхностного заряда, что неизбежно приведёт к изменению электрофоретической подвижности полиаминов.

Сравнив электрофоретическую подвижность чистых стандартных препаратов спермидина и спермина и их электрофоретическую подвижность после взаимодействия с Zn<sup>2+</sup> и с аскорбиновой кислотой при различных условиях, можно сделать заключение об образовании межмолекулярных комплексов. Результаты исследования представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Сравнительная электрофоретическая подвижность спермидина и его комплексов с различными веществами

Электрофоретическая подвижность стандартного препарата спермидина, %	Относительная электрофоретическая подвижность (Rf) стандартного препарата спермидина в комплексе с:					
	Без обработки		Все этапы обработки		В сперме	
	Zn <sup>2+</sup> , %	Аскорбиновой кислотой, %	Zn <sup>2+</sup> , %	Аскорбиновой кислотой, %	Zn <sup>2+</sup> , %	Аскорбиновой кислотой, %
100	95	89	97	97	100	103

Таблица 2

Сравнительная электрофоретическая подвижность спермина и его комплексов с различными веществами

Электрофоретическая подвижность стандартного препарата спермина, %	Относительная электрофоретическая подвижность (R <sub>p</sub> ) стандартного препарата спермина в комплексе с:					
	Без обработки		Все этапы обработки		В сперме	
	Zn <sup>2+</sup> , %	Аскорбиновой кислотой, %	Zn <sup>2+</sup> , %	Аскорбиновой кислотой, %	Zn <sup>2+</sup> , %	Аскорбиновой кислотой, %
100	96	90	92	92	117	120

Таким образом, достоверно установлено образование межмолекулярных комплексов спермидина и спермина с вышеперечисленными веществами, что может быть использовано в диагностических целях при исследовании мужской фертильности.

#### Список литературы

1. Николаев А.А., Плосконос М.В., Луцкий Д.Л., Ефимов Т.В. Способ определения полиаминов в биологической жидкости: Патент РФ № 2225981, 28.02.2002. Бюл. № 8.
2. Плосконос М.В. Физиологическое значение полиаминов в репродуктивной функции мужчин в норме и при её нарушениях: дис... канд. биол. наук. – Астрахань, 2004. – 139 с.
3. Плосконос М.В. Значение полиаминов в репродуктивной функции мужчин // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 11. – С. 97–98.
4. Плосконос М.В., Николаев А.А., Николаев А.А. Определение полиаминов в различных биологических объектах. – Астрахань: АГМА, 2007. – 119 с.
5. Плосконос М.В., Николаев А.А. Влияние полиаминов на апоптоз лимфоцитов периферической крови человека *in vitro* // Гематология и трансфузиология. – 2010. – Т. 55, № 4. – С. 16–19.
6. Плосконос М.В. Мембранная экстернализация фосфатидилсерина сперматозоидов фертильных и субфертильных мужчин // Перспективы развития науки и образования: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 7 частях. ООО «АР-Консалт». – 2013. – С. 73–75.
7. Плосконос М.В. Экстернализация фосфатидилсерина на поверхность мембран сперматозоидов под действием оксидативного стресса // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9, № 1(1) (18). – С. 156–157.
8. Agostinelli E., Marques MP., Calheiros R. et al. Polyamines: fundamental characters in chemistry and biology // *Amino Acids*. – 2010. – Vol. 38. – P. 393–403.
9. Kusano T., Berberich T., Tateda C., Takahashi Y. Polyamines: essential factors for growth and survival // *Planta*. – 2008. – Vol. 228. – P. 367–381.
10. Persson L. Polyamine homeostasis // *Essays Biochem.* – 2009. – Vol. 46. – P. 11–24.