

образования" (квалификация – "эксперт по цифровому образованию"). В соответствии с данным Учебным стандартом будет регламентирована деятельность преподавателя по использованию цифровых средств обучения, направленных на проектирование образовательного процесса в цифровой образовательной среде, на организацию управления учебной деятельностью студентов в цифровом пространстве.

Список использованных источников

1. Зеленкевич В.М., Довнар А.В. Цифровая трансформация педагога / В.М. Зеленкевич, А.В. Довнар // Весці БДПУ. – 2023. Сер.3 – №4., с.16-20.
2. Зеленкевич В.М., Довнар А.В. Цифровизация практико-ориентированной подготовки учителей физики: тренды и перспективы /В.М. Зеленкевич, А.В.Довнар // Физико-математическое образование: традиции, инновации, перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 26–27 октября 2023 г. / Белорус. гос. пед. ун-т им. Максима Танка; редкол. В.В. Радыгина, А. А. Францкевич (отв. ред.), Л.Л. Тухолко [и др.]. – Минск: БГПУ, 2023. – С. 113-115.
3. Зеленкевич В.М. Цифровые инструменты и сервисы для подготовки учебного контента по разделам школьной физики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.calameo.com/read/006799092f396a697cab5>. – Дата доступа: 10.12.2023. –33 с.
4. Зеленкевич В.М. Анализ современных цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) по разделам школьной физики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.calameo.com/read/0067990922575bb2c7fe4>. – Дата доступа: 10.12.2023. –38 с.).

УДК 535.371

А.А. Иванов¹, А.К. Королик², М.С. Тарасик¹

A.A. Ivanov¹, A.K. Korolik², M.S. Tarasik¹

¹ УО «Белорусский государственный медицинский университет»

² ГУ «Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии
(Минск, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ПЛАЗМЫ КРОВИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

APPLICATION OF FLUORESCENCE PROBING METHOD FOR EVALUATION OF BLOOD PLASMA TRANSPORT SYSTEMS IN VARIOUS DISEASES

Приведены результаты исследования связывающей способности основных транспортных систем плазмы крови пациентов при различных заболеваниях методом флуоресцентного зондирования. Показано, что данный метод позволяет получать экспресс информацию о функциональном состоянии основных транспортных систем плазмы крови пациентов, оперативно оценивать тяжесть заболевания и, в соответствии с этим, быстро вносить коррекцию в тактику их лечения.

The results of the study of the binding capacity of the main transport systems of blood plasma of patients with various diseases by the method of fluorescent probing are presented. It is shown that this method allows obtaining express information on the functional state of the main transport systems of blood plasma of patients, promptly assessing the severity of the disease and, in accordance with this, quickly making corrections to the tactics of their treatment.

Ключевые слова: флуоресцентное зондирование; альбумин; зонд АНС; гемосорбция; плазмаферез.

Key words: fluorescence probing; albumin; ANS probe; hemosorption; plasmapheresis.

Известно, что плазма крови выполняет в организме разнообразные функции. Среди них – транспортная, занимает одно из ведущих мест. Главным транспортным белком является альбумин. Благодаря высокой концентрации и присутствию в молекуле нескольких центров связывания, он способен связывать и переносить самые разнообразные низкомолекулярные соединения. Сердечные гликозиды и простагландины, жирные кислоты, пенициллины и многие другие соединения переносятся в крови главным образом альбумином. Связывание лигандов с сывороточным альбумином происходит в основном в результате гидрофобных и электростатических взаимодействий. Анионы связываются с белками более специфично, чем катионы. На молекуле альбумина имеется несколько центров связывания. Это позволяет связывать с высоким сродством достаточно разнообразные химические соединения.

В настоящее время при изучении биообъектов наряду с собственной люминесценцией тканей и клеток широко используется метод флуоресцентного зондирования. Суть этого метода заключается в следующем: существует ряд люминесцирующих веществ (зондов), которые избирательно взаимодействуют с определенными компонентами клетки и отдельными молекулами, причем образующийся комплекс флуоресцентного зонда и взаимодействующей с ним молекулы, как правило, имеет более интенсивную флуоресценцию, чем люминесцентный зонд в несвязанном состоянии. Метод флуоресцентного зондирования позволяет оценить степень связывания гидрофобных флуоресцентных зондов с транспортными белками.

В методе флуоресцентного зондирования используется набор флуоресцентных зондов с различными зарядами, квантовый выход флуоресценции которых значительно возрастает при связывании с транспортными белками. Например, интенсивность флуоресценции зонда АНС в чистой воде мала (квантовый выход составляет 0,006), но по мере связывания с белком квантовый выход возрастает до 0,3-0,8, т.е. в 50-100 раз. Таким образом, интенсивность флуоресценции таких зондов в первую очередь определяется их связанной фракцией. Это позволяет оценить связывающую способность транспортных белков плазмы крови к гидрофобным метаболитам. Основное значение в связывании с белками играет заряд молекулы низкомолекулярных гидрофобных лигандов: анионы преимущественно сорбируются альбумином,

катионы – α -1-кислым гликопротеином, а незаряженные распределяются между альбумином и липопротеинами. Поэтому связывание низкомолекулярных гидрофобных токсинов и лекарственных препаратов белками крови можно анализировать с помощью набора флуоресцентных зондов с различными зарядами: анионный – 8-анилино-нафталин-1 – сульфонат (АНС), катионный – Хинальдиновый красный (ХК), нейтральный – Нильский красный (НК).

В качестве примера приведем применение метода флуоресцентного зондирования плазмы крови для оценки эффективности гемосорбции при гнойно-септических заболеваниях, например, при перитоните. Гемосорбция – это экстракорпоральная перфузия крови через колонки с активированным углем или ионообменными смолами с целью удаления из крови метаболитов эндогенной или экзогенной природы. Интоксикация, сопутствующая перитониту, в большинстве случаев оказывается ведущим патогенетическим звеном, определяющим течение и исход заболевания. Следует отметить, что степень интоксикации и тяжесть развивающихся под ее влиянием нарушений зависит от способности белков плазмы крови связывать и переносить токсические вещества.

В настоящее время достаточно детально изучены вопросы конформационных и функциональных изменений белков плазмы крови, показана их роль в патогенезе, диагностическая и прогностическая значимость при многих, в том числе гнойно-септических заболеваниях. Однако клиницист нуждается в быстрых, простых и чувствительных методах, пригодных для массовых диагностических обследований. В этом отношении наиболее перспективен метод флуоресцентного зондирования. Интенсивность зондовой флуоресценции определяется количеством связанного зонда и, следовательно, характеризует связывающую способность белков в отношении зонда. Известно, что в процессе проведения гемосорбции количественный состав белков не претерпевает существенных изменений. Однако исследования показали изменение интенсивности флуоресценции зонда АНС после проведения гемосорбции.

После прохождения крови через гемосорбент происходит увеличение интенсивности флуоресценции АНС в плазме крови. Таким образом, в процессе гемосорбции происходит увеличение связывающей способности альбумина плазмы крови. Увеличение интенсивности флуоресценции АНС в плазме крови в постсорбционном периоде свидетельствует о делигандизации собственных транспортных белков плазмы крови. Оценка выраженности эндотоксикоза дает клиницисту возможность назначить адекватную комплексную терапию, выявить показания к проведению гемосорбции, а метод флуоресцентного зондирования дает возможность проводить оценку эффективности гемосорбции [1, с.282].

Рассмотрим еще один пример. Одним из методов лечения беременных женщин с резус-иммунизацией является плазмаферез, направленный на удаление антирезус- антител и других патологических субстанций из организма матери. Однако, вопросы кратности и объема удаляемой плазмы остаются очень актуальными, поскольку включение лечебного плазмафереза в комплексную терапию беременных с резус-иммунизацией должно создать предпосылки для пролонгирования беременности до сроков рождения жизнеспособного младенца. С этой целью был проведен анализ изменений функционального состояния основных транспортных белков плазмы крови беременных женщин с резус-иммунизацией при проведении им среднеобъемного плазмафереза (удаление от 30 до 50% объема циркулирующей плазмы) по различным схемам и данных биохимического анализа.

Для всех пациенток был проведен биохимический анализ крови на содержание общего белка, альбумина, билирубина и уровня антител до и после каждого сеанса плазмафереза. Установлено, что включение плазмафереза в комплекс лечебных мероприятий у беременных с резус-иммунизацией приводит к некоторому снижению транспорта катионных гидрофобных метаболитов (по данным флуоресцентного зонда ХК). Отмечается нормализация дисбаланса нейтральных гидрофобных лигандов (по данным флуоресцентного зонда НК), которая имеет кратковременный эффект. Выявлена разнонаправленность в изменениях связывающей способности молекул альбумина после плазмафереза по отношению к анионным гидрофобным метаболитам (по данным флуоресцентного зонда АНС). Увеличение связывающей способности молекул альбумина после плазмафереза в плазме беременных женщин с резус-иммунизацией является благоприятным прогностическим признаком, а уменьшение – имеет неблагоприятный клинический прогноз (преждевременные роды, высокий риск гемолитической болезни плода) [2, с.314].

Заключение. Метод флуоресцентного зондирования позволяет получить экспресс информацию о функциональном состоянии основных транспортных систем плазмы крови пациентов, оперативно оценивать тяжесть заболевания у пациента и, в соответствии с этим, быстро вносить коррекцию в тактику их лечения.

Список использованных источников

1. Королик Е.В., Иванов А.А., Инсарова Н.И., Лещенко В.Г., Казаков Ф.И., Королик А.К., Кирковский В.В. Оценка функциональных возможностей транспортной системы плазмы крови у пациентов с циррозом печени методом флуоресцентного зондирования и элиминации гидрофобных субстанций при проведении гемосорбции. / Королик Е.В. и др. // Доклады БГУИР. - №7. 2016. - С. 278-282.
2. Иванов А.А., Королик А.К., Козлякова О.В., Тарасик М.С. Применение метода флуоресцентного зондирования для анализа связывающей способности основных транспортных систем плазмы крови беременных женщин с резус-иммунизацией / Иванов А.А. и др. // Сборник пленарных трудов VII Конгресса физиков Беларуси. - Минск 26-28 апреля 2023 г. - С. 313-314.