УДК 615.032

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ЛЕКАРСТВ ВНУТРИ ЖИВЫХ ТКАНЕЙ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ НАВИГАЦИИ

Касаткин А.А., Лукоянов И.А.

ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» МЗ РФ, Ижевск, Россия (426034, ул. Коммунаров, 281), e-mail: ant-kasatkin@yandex.ru

В настоящее время инъекции лекарственных растворов являются основным способом введения лекарств пациентам при оказании им анестезиологической помощи. Использование ультразвукового, рентгенологического и инфракрасного контроля области инъекции повышает точность инъекции, поскольку позволяет визуализировать не только положение инъектора в тканях, но и образованный после инъекции лекарственный инфильтрат. Тем не менее направление движения лекарств внутри тканей остается сегодня непредсказуемым и может не соответствовать выбранному врачом маршруту его следования. В этих условиях изменение движения лекарства к «нужному» месту достигается увеличением области инфильтрации за счет введения дополнительного объема лекарственного раствора, что повышает риск появления токсического действия лекарств и снижает безопасность инъекции. Предложен способ ультразвуковой навигации, позволяющий прогнозировать маршрут движения лекарств внутри тканей при инъекциях.

Ключевые слова: лекарства; локальная фармакокинетика; безопасность анестезии.

MANAGEMENT OF DRUGS MOVEMENT INSIDE LIVING TISSUES VIA ULTRASOUND NAVIGATION

Kasatkin A.A., Lukoyanov I.A.

Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia (426034, Izhevsk, street Kommunarov, 281),e-mail: ant-kasatkin@yandex.ru

At present the injections of medicinal solutions are the main way of introduction of medicines to the patients at rendering them anesthesia care. Use of ultrasonic, radiological and infrared control of the injection area increases accuracy of the injection, because it allows youto visualizenot only the positionof the injectorin the tissues, but also formed after injection medicinal infiltration. Nevertheless, the direction of movementof drugswithin thetissueremainstoday is notpredictable, and may notcorrespond to the selectedphysicianfollowhisroute. Under these conditions, changes in the drugtraffictothe "right"placeis achieved by increasingthe area ofinfiltrationby introducingan additional amount ofthe drug solution, which increases the risk ofoccurrence oftoxiceffects of drugsandreduces the safetyinjection.Provides a method of ultrasound navigation which permits to predict the route of the drug inside the tissue when injected.

Keywords: drugs; local pharmacokinetics; safety anesthesia

Лекарственная терапия в настоящее время является важнейшим элементом комплексного лечения пациентов в условиях отделений анестезиологии и реанимации. При этом наиболее эффективным способом введения лекарств в организм пациентов при оказании им анестезиологической помощи являются внутритканевые, внутриполостные и внутрисосудистые инъекции лекарственных растворов. При этом судьба лекарств после их внутритканевого введения может оставаться неизвестной в течение нескольких десятков минут, вплоть до момента появления первых клинических симптомов, обусловленных ожидаемым фармакодинамическим действием введенного лекарственного средства [1]. Причем время появления фармакологического действия одного и того же лекарственного средства после его введения в одинаковом объеме и концентрации разным пациентам,

например, раствора местного анестетика при проведении локальной анестезии, будет различным [2]. Кроме того, известны случаи ошибочного введения лекарственных растворов, в результате которого фармакологический эффект либо не достигался, либо проявлялся в виде локального или системного токсического действия на ткани и органы человека [8].

Одной из причин неэффективности или опасности лекарственных инъекций может быть неконтролируемое перемещение лекарственных растворов внутри человеческого тела [10]. При этом существующий в настоящее время ультразвуковой, рентгенологический и инфракрасный мониторинг за областью инъекций позволяет визуализировать не только положение инъектора в тканях, но и образованный после инъекции лекарственный инфильтрат [11, 12]. Тем не менее направление движения лекарств внутри тканей остается сегодня не предсказуемым, и может не соответствовать выбранному врачом маршруту его следования [9]. В этих условиях достижение направленного движения лекарства к «нужному» месту обеспечивают увеличением области инфильтрации за счет введения дополнительного объема лекарственного раствора, что повышает риск появления токсического действия лекарств, снижает безопасность инъекции и повышает величину прямых и опосредованных финансовых затрат лечебного учреждения [3, 4, 7].

В связи с этим целью нашего исследования явилась разработка способа ультразвуковой навигации, позволяющего прогнозировать маршрут движения лекарств внутри тканей, повышающий точность инъекций и их безопасность для здоровья и жизни пациента.

Материалы и методы. Нами были исследованы 24 пациента с физическим состоянием по ASA I-III, в возрасте от 16 до 64 лет (из них 19 мужчины), которые поступили в БУЗ УР «ГКБ №9 МЗ УР» г. Ижевска за период 2010-2013 гг. для хирургического лечения костной травмы плечевого пояса и верхних конечностей. Всем пациентам до начала операции была выполнена анестезия плечевого сплетения надключичным доступом. При этом пациенты были разделены на две группы по 12 человек: контрольную (группа 1) и группу наблюдения (группа 2). В контрольной группе локальная анестезия под ультразвуковым контролем была выполнена по общепринятой технологии [5]. В группе наблюдения был применен разработанный нами способ [6], при выполнении которого предварительно определяли с помощью ультразвукового датчика кратчайшее расстояние до выбранного нервного ствола, проводили пункцию тканей в указанном месте и продвигали иглу на определенное расстояние, вплоть до появления УЗИ-признаков расположения конца иглы над нервным стволом. Для оценки точности введения анестетика и определения его маршрутизации в тканях к инъекционной игле предварительно присоединяли шприц, заполненный раствором 0,9% натрия хлорида и, выдавливая из него 1 мл раствора, определяли направление его движения в тканях с помощью ультразвуковой визуализации. При совпадении «желаемого»

маршрута следования раствора с фактическим начинали введение раствора 0,75% ропивакаина из другого шприца до формирования «муфты» вокруг нервного ствола. Ультразвуковая визуализация была проведена с помощью УЗИ сканера LogikBook линейным широкополосным, многочастотным датчиком с диапазоном частот 6,0-10,0 МГц. Для сравнительной оценки примененных способов анестезий были выбраны следующие критерии: время наступления анестезии, доза введенного анестетика, необходимость дополнительного использования других видов анестезий, клинические признаки токсического действия местных анестетиков.

Результаты и их обсуждение. Проведенные нами исследования показали, что применение ультразвукового мониторинга с цветовым допплеровским картированием надключичной области тела человека обеспечивает визуализацию взаиморасположения в тканях анатомических образований, позволяющую определить точное место для инъекции, обеспечивающее направленное продвижение инъектора к «нужному месту» по кратчайшему расстоянию. Ультразвуковое наблюдение, проведенное во время анестезии в контрольной группе пациентов, позволило визуализировать формирующийся при введении раствора анестетика инфильтрат, определить его форму, размеры, а также направления его внутритканевого распространения. Выявлено, что направление движения раствора в тканях у всех пациентов было разнонаправленным и совпадало с направлением инъектора лишь в 20% случаев. В связи с этим для достижения лекарством «нужного» места и формирования «муфты» вокруг нервного ствола анестезиолог был вынужден увеличивать зону инфильтрации за счет введения дополнительного объема анестетика, что повышало риск появление токсического действия лекарств и снижало безопасность анестезии. Кроме того, в случаях введения максимально допустимой дозы раствора местного анестетика, при отсутствии сформированной «муфты» вокруг развивалась неадекватная анестезия в области операционного поля, что приводило к вынужденному применению других видов анестезий.

Наблюдения, проведенные во 2 группе пациентов, показали достаточно высокую чувствительность разработанного нами способа управления движением лекарств внутри живых тканей с помощью ультразвуковой навигации. В частности, нами было установлено, что минимальный объем предварительного вводимого в ткани раствора 0,9% натрия хлорида, необходимого для визуализации на экране ультразвукового сканера, образованного им инфильтрата и определения направления его движения в тканях, составляет 0,7-1,0 мл. Раствор анестетика вводили после ультразвукового подтверждения направленного движения раствора к нервному стволу. При несовпадении движения раствора натрия хлорида с заданным маршрутом следования или при отсутствии появления инфильтрата на экране сканера в момент введения раствора изменяли направленность конца инъектора, после чего

повторно вводили раствор 0,9% натрия хлорида, наблюдая за направлением его распространения в тканях.

Результаты наших исследований показали высокую эффективность способа по сравнению с традиционными технологиями ультразвукового сопровождения локальных анестезий, позволившего гарантировать наступления качественной локальной анестезии, не требующей комбинации с внутривенной или ингаляционной анестезией. Кроме того, добиться качественной анестезии у пациентов 2 группы удалось одновременно со снижением дозы вводимого местного анестетика, что снизило вероятность появления токсических эффектов, тем самым повысить безопасность метода для здоровья и жизни пациента. Следует отметить, что продолжительность анестезии в обеих группах пациентов не зависела от объема введенного анестетика. Результаты полученных исследований представлены в таблице.

Таблица 1. Результаты сравнительной оценки качества локальной анестезии в исследуемых группах пациентов

	Контрольная группа (n=12)	Группа наблюдения (n=12)
Время наступления анестезии, мин	14,5±2,5	11,0±1,5
Объем введенного анестетика (ропивакаин 7,5 мг/мл), мл	15,5±2,0	8,5±1,0
Необходимость комбинации локальной анестезии с внутривенной или ингаляционной анестезией (указано количество пациентов)	3	0
Токсические эффекты (указано количество пациентов)	1	0

Заключение. Ультразвуковой мониторинг области инъекции является неинвазивным и безопасным методом визуализации основных анатомических структур, положения инъектора в тканях, а также направленности движения в них лекарственного раствора. Разработанный способ ультразвуковой навигации позволяет прогнозировать маршрут движения лекарственного раствора внутри тканей и обеспечивать точность инъекции, повышая таким образом эффективность и безопасность локальной анестезии.

Список литературы

1. Касаткин А.А., Ивонина Е.В. Экспертиза локальной фармакокинетики лекарственных средств в анестезиологии и реаниматологии // Проблемы экспертизы в медицине. – 2013. - № 1. – С. 21-23.

2. Касаткин А.А., Ураков А.Л., Таджиев Р.И. Фармакотепловая санация и фармакохолодовая анестезия как слоставные части технологии обрезания крайней плоти // Эфферентная терапия. – 2010. – Т. 16. - № 1. – С. 63-67.

3. Касаткин А.А. Фармакоэкономическая оценка технологий регионарной анестезии // Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. – 2013.- Т.15. - №12. – С.12-16.

4. Мальчиков А.Я., Ураков А.Л., Касаткин А.А. Тепловизорная визуализация лекарственных препаратов и инфильтрированных ими тканей при инъекциях // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2009. - № 4. – С. 134-136.

5. Салтыкова В.Г., Митьков В.В., Мустаева С.Э. Блокада плечевого сплетения и его ветвей под ультразвуковым контролем // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2010. - № 2. – С. 64-74.

6. Способ паранефральной инъекции по Н.С.Стрелкову. Патент РФ 2281035.

7. Стрелков Н.С., Ураков А.Л., Садилова П.Ю. и др. Роль физико-химических показателей качества растворов лекарственных средств для инъекций в формировании ими постинъекционного повреждения тканей // Клиническая фармакология и терапия. – 2005. - № 4. – С. 80.

8. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В. и др. Использование тепловизора для оценки постинъекционной и постинфузионной локальной токсичности растворов лекарственных средств // Проблемы экспертизы в медицине. – 2009. – Т. 09. - № 33-1. – С. 27-29.

9. Ураков А.Л., Иванова Л.Б., Михайлова Н.А. и др. Способ точной инъекции лекарств в «нужное место», расположенное в глубине мягких тканей поясничной или иной области // Вестник новых медицинских технологий. – 2007. – Т. XIV. - № 3. – С. 191-191.

10. Ураков А.Л., Уракова Н.А.Использование закономерностей гравитационной внутриполостной фармакокинетики лекарственных средств для управления процессом их перемещения внутри полостей // Биомедицина. – 2006. – Т. 1. - № 4. – С. 66-67.

11. Kasatkin A.A. Effect of drugs temperature on infrared spectrum of human tissue. Thermology International. 23/2 (2013). – P.72.

12. Urakov A., Urakova N., Kasatkin A. Safe injections of antimicrobial drugs // Journal of Infection Prevention. – 2013. – V.14. – P. 1-9.

Рецензенты:

Ураков А.Л., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и клинической фармакологии ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» МЗ РФ, г. Ижевск.

Варганов М.В., д.м.н., доцент, доцент кафедры факультетской хирургии ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» МЗ РФ, г. Ижевск.