

УДК 615.211:616.832-009.614

КАК ПРАВИЛЬНО ПОДГОТОВИТЬ РАСТВОР АНЕСТЕТИКА И СДЕЛАТЬ СПИНОМОЗГОВУЮ ИНЪЕКЦИЮ

^{1,2,3}Ураков А.Л., ¹Никитюк Д.Б.

¹ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва;

²ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Ижевск, e-mail: urakoval@live.ru;

³ФГБНУ «Институт механики» Уральского отделения РАН, Ижевск

Представлены результаты анализа особенностей пространственной анатомии спинномозгового канала человека с учетом расположения его туловища в пространстве и закономерностей гравитационной диффузии растворов анестезирующих средств в спинномозговой жидкости с учетом значений их удельного веса. Полученные результаты позволили изобрести оригинальный способ спинномозговой анестезии, предназначенный для обезболивания нижних конечностей, органов малого таза и брюшной полости. Изобретение исключает появление такого осложнения, как внезапная остановка дыхания пациента. Сущность изобретения сводится к тому, что при размещении пациента в сидячем положении согнувшись вперед и с ногами, опущенными вниз, первоначально прокалывают по общим правилам кожу, мягкие ткани поясничной области и спинно-мозговую оболочку, после чего извлекают из канала около 8 мл ликвора (у взрослого человека). Затем полученный ликвор используют для приготовления «тяжелого» раствора местного анестетика. Для этого смешивают в равных соотношениях ликвор, раствор местного анестетика (например, раствор 1% дикаина) и раствор 1,8% натрия хлорида, а полученный раствор охлаждают до +18 – +20 °С. Охлажденный раствор местного анестетика вводят в спинномозговой канал в объеме до 8 мл. При этом указанная технология подготовки раствора местного анестетика обеспечивает повышение его удельного веса, а технология спинномозговой инъекции обеспечивает перемещение «тяжелого» раствора только в сторону крестца. Дело в том, что «тяжелый» раствор анестетика тонет в теплом и в более «легком» ликворе. Поэтому анестетик угнетает функцию чувствительных нервных клеток, расположенных в нижней части спинно-мозгового канала, и не угнетает функцию нервных клеток, расположенных выше поясницы, в частности дыхательного и сосудодвигательного центров, расположенных в продолговатом мозге.

Ключевые слова: спинно-мозговая анестезия, ликвор, местные анестетики

HOW TO PROPERLY PREPARE THE ANESTHETIC SOLUTION AND TO DO A CEREBRAL SPINAL INJECTION

^{1,2,3}Urakov A.L., ¹Nikityuk D.B.

¹First Moscow State Medical University I.M. Sechenov of the Ministry
of Health Russian Federation, Moscow;

²Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, e-mail: urakoval@live.ru;

³Institute of Mechanics, Ural branch of RAS, Izhevsk

The results of the analysis of the spatial characteristics of the anatomy of the spinal canal of a person with respect to the location of his body in space and the gravitational laws of diffusion solutions anaesthetics in spinal fluid based on the value of their specific gravity. The results obtained allowed us to invent an original way of spinal anaesthesia intended for analgesia of the lower limbs, pelvic and abdominal cavity. The invention eliminates the occurrence of such complications, as sudden cessation of breathing of the patient. Summary of the invention is that when placing the patient in a sitting position, bent forward and with his legs, dropped down, initially pierced by the General rules the skin, the soft tissue of the lumbar region and spinal cord the Dura, and then removed from the channel about 8 ml of cerebrospinal fluid (in an adult). Then, the resulting liquor is used for preparation of «heavy» solution of local anesthetic. To do this, mixed in equal proportions liquor, a solution of local anaesthetic (e.g. 1% solution of tetracaine) and a solution of 1,8% sodium chloride, and the resulting solution was cooled to +18 – +20 °C. The cooled solution of local anesthetic injected into the spinal canal in volume to 8 ml. Wherein said technology of preparation of a solution of local anesthetic provides increase of its specific gravity, and technology spinal injections provides movement of «heavy» solution only in the direction of the sacrum. The fact that «heavy» the anesthetic solution is drowning in a more «lightweight» liquor. Therefore, the anesthetic inhibits the function of sensory nerve cells, located in the lower part of the spinal canal, and does not inhibit the function of nerve cells located above the waist, particularly the respiratory and vasomotor centers in the medulla oblongata.

Keywords: cerebral spinal anesthesia, spinal fluid, local anesthetics

Современные медицинские технологии спинномозговых инъекций растворов анестезирующих средств и инъекций в глубокие слои мягких тканей остаются высоко опасными для здоровья пациентов [2]. Их низкая безопасность обусловлена тем, что лекарственные средства, производи-

мые в лекарственной форме «*Растворы для инъекций*», не являются безопасными растворами для спинномозговых и прочих инъекций [7, 12]. Дело в том, что лекарства в этой лекарственной форме производятся без контроля динамики состояния спинномозговой жидкости, спинного мозга и дру-

гих тканей при локальном взаимодействии их с растворами лекарственных средств [3]. Кроме этого, остается неизвестной особенность гравитационного перемещения этих лекарств в ликворе [1, 4, 8]. Тем не менее, современные растворы для инъекций продолжают считаться качественными и их инъекции в спинномозговой канал считаются вполне допустимыми. В то же время, медицинские работники уже со студенческой скамьи знают о том, что инъекции лекарств опасны постинъекционными осложнениями, а лидерами таких осложнений являются местные анестетики и антибиотики [9, 10]. Наиболее вероятными осложнениями инъекций этих лекарств являются аллергические и неспецифические воспаления, некрозы и абсцессы [13]. Особенно опасны инъекции растворов местных анестетиков в спинномозговой канал, поскольку при таких инъекциях эти лекарства способны вызвать угнетение функции нервных клеток в жизненно важных центрах, расположенных в продолговатом мозге, что может стать причиной остановки дыхания, сердцебиения и смерти пациента [3]. В то же время, до сих пор отсутствуют растворы местных анестетиков, подготовленные исключительно для безопасных инъекций в спинномозговой канал.

В этих условиях инъекции лекарств в спинномозговой канал производятся по неведению врачей без гарантии инъекционной безопасности. Более того, в спинномозговой канал вводятся лекарства, не созданные для этого. К тому же, не учитывается температура растворов при инъекциях. Хотя огромное значение локальной температуры для состояния сердца и головного мозга уже давно доказано [5, 6, 11]. Как бы там ни было, для спинномозговой анестезии врачи продолжают использовать самые обычные растворы местных анестетиков, которые производятся по требованиям, «придуманным» для всех лекарств, производимых в лекарственных формах «*Растворы для инъекций*» [10]. Однако, в последние годы удалось доказать, что эти требования допускают производство «*Растворов для инъекций*» с любым значением суммарной концентрации ингредиентов, кислотной (щелочной), осмотической, раздражающей, прижигающей и денатурирующей активности [12, 13]. По этой причине сегодня в любом «*Растворе для инъекций*», считающемся качественным, суммарная концентрация ингредиентов может достигать гигантских значений (20, 50 и даже 76%), величина рН может достигать самых крайних значений (от 3,0 до 12), а величина осмотической активности может находиться в диапазоне

от 0 до 6000 мОсмоль/л воды [12]. В связи с этим многие современные лекарства, произведенные в лекарственной форме «*Растворы для инъекций*», оказывают местное раздражающее и даже прижигающее действие, поэтому их инъекции могут стать причиной инъекционной болезни [13].

Цель исследования – разработка способа подготовки раствора местного анестетика для повышения его локальной безопасности при инъекции в спинномозговой канал с целью спинномозговой анестезии.

Материалы и методы исследования

Проведен ретроспективный анализ технологий спинномозговых инъекций, примененных в нескольких муниципальных клиниках городов Москвы и Ижевска в 2000–2014 годах у 160 взрослых пациентов в отделениях неврологии, анестезиологии и реанимации, хирургии, урологии, проктологии, акушерства и гинекологии с целью обезболивания органов брюшной полости, малого таза и нижних конечностей. Проведено исследование физико-химических характеристик и показателей качества лекарств, применявшихся для спинномозговых инъекций, свойств ликвора у 20 трупов взрослых людей, умерших внезапной смертью, связанной с кровоизлиянием в головной и/или спинной мозг, а также изучены особенности локального взаимодействия растворов лекарственных средств с ликвором в спинномозговом канале у трупов и в модельных условиях *in vitro*.

Ликвор был взят на исследование из спинномозгового канала трупов взрослых людей в секционном зале бюро судебно-медицинской экспертизы через 10–12 часов после внезапной смерти. Спинномозговая жидкость забиралась пункционно до и через 5 минут после спинномозговой инъекции 10 мл раствора 1% лидокаина гидрохлорида или 10 мл раствора 76% урографина.

Проведен анализ современных технологий спинномозговой анестезии. Контрольную группу составили 10 лиц, умерших внезапной смертью без признаков кровоизлияний в спинномозговую жидкость. Ликвор у трупов людей контрольной группы представлял собой бесцветную прозрачную жидкость.

При этом проведено исследование недостатков общепринятых способов спинномозговых инъекций местных анестетиков и возможных причин остановки дыхания у пациентов при спинномозговой анестезии.

Проведен патентный поиск, анализ известных изобретений и технических решений в области технологий спинномозговых инъекций, выявлены их недостатки, определены аналоги, прототип и предложены новые технические решения, которые легли в основу созданного изобретения «*Способ спинно-мозговой анестезии по Н.А. Ураковой*» (патент России на изобретение № 2192789).

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований величины относительной вязкости и удельного веса спинномозговой жидкости у 20 взрослых людей, умерших внезапной смертью, связанной или не связанной с кровоизлиянием в лик-

вор, показали, что пункционное введение в спинномозговой канал 10 мл растворов 1% лидокаина гидрохлорида или 10 мл раствора 76% урографина изменяет плотность и вязкость ликвора независимо от кровоизлияния в него (таблица).

жидкость с разной степенью окраски. При этом величина относительной вязкости ликвора у них варьировала в диапазоне от 1,09 до 1,2 относительных величин, составляя в среднем $1,13 \pm 0,04$ относительных единиц ($P < 0,05$, $n = 10$), а величина

Влияние люмбального введения растворов 1% лидокаина гидрохлорида и 76% урографина на показатели удельного веса и вязкости спинномозговой жидкости у лиц, умерших внезапной смертью

№ п/п	Условия эксперимента	Удельный вес (кг/л)	Вязкость (отн. единицы)
В группе лиц, умерших без кровоизлияния в ликвор			
1.	Исходные значения (n = 10)	$1,007 \pm 0,0001$	$1,05 \pm 0,002$
2.	Через 5 минут после люмбального введения 10 мл 1% лидокаина гидрохлорида (n = 5)	Уменьшение на $0,0015 \pm 0,0003^*$	Уменьшение на $0,01 \pm 0,0003^*$
3	Через 5 минут после люмбального введения 10 мл 76% урографина (n = 5)	Увеличение на $0,0017 \pm 0,0004^*$	Уменьшение на $0,013 \pm 0,0003^*$
В группе лиц, умерших с кровоизлиянием в ликвор			
4	Исходные значения (n = 10)	$1,010 \pm 0,001$	$1,13 \pm 0,04$
5	Через 5 минут после люмбального введения 10 мл 1% лидокаина гидрохлорида (n = 5)	Уменьшение на $0,0014 \pm 0,0002^*$	Уменьшение на $0,01 \pm 0,001^*$
6	Через 5 минут после люмбального введения 10 мл 76% урографина (n = 5)	Увеличение на $0,0017 \pm 0,00009^*$	Уменьшение на $0,009 \pm 0,0001^*$

Пр и м е ч а н и е . * – достоверно при $P < 0,05$ по сравнению с показателями соответствующей группы.

В контрольной группе (10 лиц), умерших внезапной смертью без признаков кровоизлияний в спинномозговую жидкость, ликвор представлял собой бесцветную прозрачную жидкость. В этой группе величина относительной вязкости ликвора составила $1,05 \pm 0,002$ относительных величин, а величина его удельного веса составила $1,007 \pm 0,0001$ кг/л ($P \leq 0,05$, $n = 10$).

После введения в спинномозговой канал растворов лидокаина гидрохлорида и урографина показатели плотности ликвора изменились в разные стороны, а показатели вязкости во всех случаях снизились.

Введение 10 мл раствора 1% лидокаина гидрохлорида привело к незначительному снижению удельного веса на $0,0015 \pm 0,0003$ кг/л ($P < 0,05$, $n = 5$), и к уменьшению вязкости ликвора на $0,01 \pm 0,0003$ относительных единиц ($P < 0,05$, $n = 5$). С другой стороны, введение в ликвор раствора 76% урографина привело к возрастанию удельного веса ликвора на $0,0017 \pm 0,0004$ кг/л ($P < 0,05$, $n = 5$) и к снижению величины его относительной вязкости на $0,013 \pm 0,0003$ относительных величин ($P < 0,05$, $n = 5$).

Группа умерших в связи с кровоизлиянием в спинномозговую жидкость также состояла из 10 взрослых лиц. Ликвор, взятый на анализ из спинномозгового канала этих лиц, представлял собой красноватую

удельного веса варьировала в диапазоне между 1,009 и 1,012 кг/л, составляя в среднем $1,010 \pm 0,001$ кг/л ($P < 0,05$, $n = 10$).

Иными словами, кровоизлияние в ликвор увеличивает относительную вязкость и удельный вес ликвора.

Пункционное введение в спинномозговой канал этих лиц 10 мл 1% лидокаина гидрохлорида вело к нормализации исследуемых показателей, а введение 10 мл раствора 76% урографина вело к нормализации вязкости ликвора, но при этом увеличивало показатели его удельного веса.

Так, через 5 минут после введения в 5 случаях 10 мл 1% лидокаина гидрохлорида удельный вес ликвора снизился в среднем на $0,0014 \pm 0,0002$ кг/л ($P < 0,05$, $n = 5$), а относительная вязкость снизилась на $0,01 \pm 0,001$ относительных единиц ($P < 0,05$, $n = 5$).

С другой стороны, через 5 минут после введения в спинномозговой канал в 5 других случаях 10 мл раствора 76% урографина величина относительной вязкости ликвора снизилась на $0,009 \pm 0,0001$ относительных единиц ($P < 0,05$, $n = 5$), а величина удельного веса ликвора возросла на $0,0017 \pm 0,00009$ кг/л ($P < 0,05$, $n = 5$).

Таким образом, показатели вязкости и удельного веса спинномозговой жидкости у взрослых лиц могут варьировать в зна-

чительном диапазоне значений как в связи с болезнями и травмами, сопровождающимися кровоизлиянием в спинномозговую жидкость, так и в связи с пункционными введениями в ликвор растворов лекарственных средств. При этом кровоизлияние в спинномозговую жидкость ведет к увеличению удельного веса и вязкости ликвора, поскольку кровь имеет более высокие значения удельного веса и вязкости, чем ликвор. Пункционное введение в спинномозговую жидкость водных растворов лекарственных средств снижает вязкость ликвора независимо от кровоизлияний в него, поскольку водные растворы лекарственных средств являются менее вязкими, чем ликвор. Установлено, что спинномозговая инъекция растворов лекарственных средств способна как уменьшить, так и увеличить значение удельного веса ликвора, поскольку плотность современных растворов лекарственных средств различна. В частности, введение в ликвор относительно легкого раствора 1% лидокаина гидрохлорида снижает удельный вес ликвора, а введение в ликвор относительно тяжелого раствора 76% урографина повышает удельный вес спинномозговой жидкости.

В результате исследований физико-химических показателей качества растворов для инъекций, применяемых в неврологической, анестезиологической, урологической, хирургической, акушерской, гинекологической, практике обнаружено, что многие физико-химические свойства лекарств выходят за пределы диапазона, гарантирующего безопасное местное взаимодействие их с живыми тканями организма. В частности, произведенные нами исследования температурных режимов растворов изучаемых лекарственных средств в во всех отделениях и клиниках показали, что все лекарства для инъекций применяются сегодня без подогревания их до температуры тела человека. Поэтому температура растворов для инъекций всегда равна или ниже 24–26°C.

Более того, результаты исследований показали, что растворы многих качественных лекарственных средств, инъекционные в клинических условиях в ликвор, имеют величину рН ниже 7,4, величину осмотической активности – значительно ниже или выше диапазона 280–300 мОсм/л воды, удельный вес – ниже 1,052 кг/л, показатель относительной вязкости – ниже 8 (показатели нормальной крови). Выяснено, что показатели удельного веса растворов местных анестетиков и рентгеноконтрастных средств, вводимых эндолумбально, могут не соответствовать удельному весу ликвора, поэтому лекарства всплывают, либо тонут

в нем, перемещаясь соответственно вверх, либо вниз от места пункционного введения.

Полученные результаты свидетельствуют, что растворы местных анестетиков могут быть легче или тяжелее ликвора, поэтому при введении в спинномозговой канал они могут всплывать или тонуть в ликворе, занимая соответственно самые верхние или самые нижние отделы спинномозгового канала, что объясняет клиническую нестабильность эффективности и безопасности спинномозговой анестезии, проводимой по общепринятой технологии.

В опытах *in vitro* показано, что введение растворов местных анестетиков в полость, заполненную ликвором и иммитирующую спинномозговой канал, показано, что неравенство значений их удельного веса, изменение температуры и расположения полости в пространстве оказывают существенное влияние на процесс перемещения растворов лекарственных средств в ликворе. В частности, показано, что раствор 0,25% новокаина имеет меньший удельный вес, чем ликвор и кровь, поэтому всплывает в них сверху, а раствор 76% и 60% урографина является более тяжелым, чем кровь и спинномозговая жидкость, поэтому тонет в них и перемещается в нижний отдел полости, заполненной этими биологическими жидкостями. Кроме этого, показано, что охлаждение растворов лекарственных средств повышает значение их удельного веса, поэтому введение в ликвор холодных растворов местных анестетиков повышает вероятность их перемещения вниз.

Полученные результаты легли в основу новой, более безопасной технологии спинномозговой инъекции. В основе этой технологии лежит повышение безопасности растворов местных анестетиков внутри спинномозгового канала пациента за счет учета закономерностей гравитации и гравитационного перемещения жидкостей с различным удельным весом. Предложен высокоэффективный и безопасный способ спинномозговой анестезии, основанный на обеспечении надежности перемещения раствора анестетика внутри спинномозгового канала в сторону крестца. Для этого в спинномозговой канал в сидячем положении пациента предлагается вводить смесь, состоящую из равных объемов раствора 1% местного анестетика, раствора 1,8–2% натрия хлорида и ликвора пациента, охлажденную до 18–20°C.

Следовательно, растворы лекарственных средств, произведенные в полном соответствии с требованиями фармакопейных статей, имеют физико-химические свойства, отличающие их от аналогичных

свойств ликвора. Поэтому при спинномозговой инъекции лекарства изменяют физико-химическую «атмосферу» (экологию) внутри спинномозгового канала. Чрезмерное отличие физико-химических свойств лекарств от свойств ликвора и спинного мозга способно стать причиной постинъекционных осложнений. В частности, отличие значений удельного веса растворов местных анестетиков от удельного веса ликвора предопределяет всплытие или утопление растворов местных анестетиков внутри спинномозгового канала пациентов после спинномозговой инъекции. Причем, значения удельного веса ликвора в спинномозговом канале у пациентов могут существенно повышать такие биологические жидкости, как гной (при гнойных менингитах и энцефалитах), так и кровь (при кровоизлияниях в спинной и головной мозг). При этом «кروавый» и «гноный» ликвор становятся намного тяжелее современных растворов лекарственных средств, поэтому даже очень тяжелые лекарства становятся более легкими по сравнению с таким ликвором. В связи с этим спинномозговая анестезия, выполненная по общепринятой технологии у пациентов с кровавым и гнойным ликвором, не гарантирует угнетение жизненно важных центров продолговатого мозга. Дело в том, что относительно более легкие растворы всплывают в ликворе вверх. Поэтому при спинномозговой инъекции, выполненной в сидячем положении пациента, например, при кровоизлиянии в мозг, растворы местных анестетиков перемещаются в сторону продолговатого мозга и угнетают в нем сосудодвигательный и дыхательный центры.

Таким образом, только предварительное существенное относительное «утяжеление» раствора 1% местного анестетика, достигаемое путем разведения его ликвором пациента, раствором 1,8–2% натрия хлорида и охлаждением до +18–20 °С.

Выражаем благодарность кандидатам медицинских наук, врачам Наталье Александровне Ураковой и Наталье Евгеньевне Любимовой за помощь в проведении научных исследований.

Список литературы

1. Коровяков А.П., Вахрушев Я.М., Стрелков Н.С., Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В., Корепанова М.В., Муравцева Т.М., Фейгин Е.В. Индивидуальные особенности управления процессом физического перемещения твердых и жидких лекарственных форм внутри желудка // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2003. – № 1. – С. 30–32.
2. Никитюк Д.Б., Ураков А.Л., Уракова Н.А. Технология прицельной инъекции растворов болеутоляющих средств в глубокие слои мягких тканей // Российский журнал боли. – 2015. – № 1. – С. 125.
3. Стрелков Н.С., Ураков А.Л., Уракова Н.А., Коровяков А.П. Способ спинномозговой анестезии по Н.А. Ураковой. Патент России на изобретение № 2192789. 2002. Бюлл. № 32.
4. Стрелков Н.С., Стрелкова Т.Н., Ураков А.Л., Уракова Н.А., Соколова Н.В., Любимова Н.Е., Христофорова О.В., Уракова Т.В., Садилова П.Ю., Поздеев А.Р. Способ определения вероятной направленности движения порции лекарства внутри полости организма, заполненной биологической жидкостью // Проблемы экспертизы в медицине. – 2004. – № 1. – С. 42.
5. Ураков А.Л. Холод в защиту сердца // Наука в СССР. – 1987. – С. 63–65.
6. Ураков А.Л. Рецепт на температуру // Наука и жизнь. – 1989. – № 9. – С. 38–42.
7. Ураков А.Л., Стрелкова Т.Н., Любимова Н.Е., Поздеев А.Р., Уракова Н.А., Коровяков А.П., Садилова П.Ю., Уракова Т.В., Корепанова М.В. Несоответствие удельного веса биологических жидкостей и вводимых в них растворов лекарственных средств как физическое обстоятельство, способное предопределить направленность внутрижидкостной диффузии лекарств // Нижегородский медицинский журнал. – 2004. – № 2. – С. 40–42.
8. Ураков А.Л., Уракова Н.А. Использование закономерностей гравитационной внутриполостной фармакокинетики лекарственных средств для управления процессом их перемещения внутри полостей // Биомедицина. – 2006. – № 4. – С. 66–67.
9. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Решетников А.П., Камашев В.М., Шахов В.И. Способы предотвращения постинъекционных некрозов // Медицинская помощь. – 2007. – № 6. – С. 31–32.
10. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Михайлова Н.А., Решетников А.П., Шахов В.И. Местная постинъекционная агрессивность растворов лекарственных средств в инфильтрированных тканях и способы ее устранения // Медицинский альманах. – 2007. – № 1. – С. 95–97.
11. Ураков А.Л. Холод в защиту сердца // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 11. – С. 32–36.
12. Ураков А.Л., Никитюк Д.Б., Уракова Н.А., Сойхер М.И., Сойхер М.Г., Решетников А.П. Виды и динамика локальных повреждений кожи пациентов в местах, в которые производятся инъекции лекарств // Врач. – 2014. – № 7. – С. 56–60.
13. Urakov A., Urakova N. Rheology and physical-chemical characteristics of the solutions of the medicines // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – V. 602. – № 012043.