

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ РЕЗЕКЦИИ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ЭМФИЗЕМЫ ЛЕГКИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ

A METHOD FOR DETERMINING THE LEVEL OF RESECTION IN THE SURGICAL TREATMENT OF PULMONARY EMPHYSEMA USING FLUORESCENCE

T. Wildanov
A. Avzaletdinov
V. Pavlov
F. Latypov
R. Gibadullin

Summary. The aim. To analyze the literature on current methods of pulmonary emphysema surgical treatment, the state of the problem of intraoperative diagnosis of the level of reduction of lung tissue.

Material and methods. The PubMed and Elibrary (RSCI) databases on the problem of lung emphysema surgery were used.

Results. The authors propose their own method for determining the level of resection during surgical treatment in patients with emphysema, when, before the operation, the patient undergoes inhalation or parenteral administration of 5-aminolevulinic acid (5-ALA). The express fluorescence diagnostics by laser electronic spectral analyzer (LESA-01-BIOSPEK) is carried out intraoperatively. The areas of lung emphysema are identified by received data, and volume reduction is performed. areas of lung emphysema are identified based on received data, and volume reduction is carried out this method allows you to fully identify emphysematous affected areas of the lung and adequately carry out volume reduction.

Conclusion. 5-ALA can be used in surgical interventions for pulmonary emphysema to identify altered areas of the lung and resection them.

Keywords: COPD, emphysema, surgical reduction of lung volume, the level of reduction of lung tissue.

Вильданов Таяр Даянович

Торакальный хирург, Клиника Башкирского
Государственного Медицинского Университета
tayar.vildanov@mail.ru

Авзалетдинов Артур Марсович

д.м.н., профессор, ГБОУ ВПО Башкирский
Государственный Медицинский Университет
Минздрава России
Avzaletdinov@mail.ru

Павлов Валентин Николаевич

Профессор, ректор, академик РАН, ФГБОУ ВО Башкирский
Государственный Медицинский Университет

Латыпов Фагим Ришатович

Торакальный хирург, Клиника Башкирского
Государственного Медицинского Университета

Гибадуллин Иршат Асхатович

Торакальный хирург, Клиника Башкирского
Государственного Медицинского Университета

Аннотация. Цель. Провести анализ литературы о современных методах хирургического лечения эмфиземы легких, состояния вопроса об интраоперационной диагностике уровня редукции легочной ткани.

Материал и методы. Использованы базы данных PubMed и eLibrary (РИНЦ) по проблеме хирургии эмфиземы легкого.

Результаты. Предложена собственная методика определения уровня резекции при оперативном лечении у больных эмфиземой легких, когда пациенту до проведения операции проводятся ингаляция, либо парентеральное введение 5-аминолевулиновой кислоты (5-АЛК). Интраоперационно проводится флуоресцентная экспресс диагностика лазерным электронным спектральным анализатором (ЛЭСА-01-БИОСПЕК). Выявляются участки эмфиземы легкого, на основании полученных данных, проводится редукция объема. Использование метода позволяет в полном объеме выявить эмфизематозно пораженные участки легкого и адекватно провести редукцию объема, что в свою очередь приведет к исключению синдрома длительного расправления легкого в послеоперационном периоде и предупреждению рецидива данного заболевания.

Заключение. 5-АЛК может быть использована при проведении оперативных вмешательств по поводу эмфиземы легких для выявления измененных участков легкого и их удаления.

Ключевые слова: ХОБЛ, эмфизема, хирургическая редукция легочного объема, уровень редукции легочной ткани.

Введение

Актуальность: Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) формируется при сочетанном прогрессировании обструктивных бронхитов и, почти в трети случаев, альтерации паренхимы легких —

эмфиземы легких (ЭЛ) [1, 2]. Национальные клинические рекомендации по хирургии ЭЛ (МЗ РФ, 2015) характеризуют ЭЛ как «необратимое увеличение воздушных пространств дистальнее терминальных бронхиол с деструкцией стенок ацинуса, без сопутствующего фиброза» [1].

Основным клиническим исходом ХОБЛ и ЭЛ является нарастающая дыхательная недостаточность (ДН), которая требует профилактической и патогенетической терапии, однако участие в воспалительном процессе иммунных клеток организма приводит к формированию «порочных кругов» патогенеза, конечным исходом которых является повреждение (альтерация), формируется синдром «повышенной воздухонаполненности» легких, а также ряд других жизнеугрожающих состояний (обострение бронхитов и бронхолитов, пневмонии, легочная эмболия, рак легких и сердечно-сосудистая недостаточность) [3]. Известно, что курение, наследственная предрасположенность, проживание в экологически неблагоприятных зонах повышают риск развития ЭЛ и ее осложнений.

Дыхательная недостаточность является отягчающим фактором любой сопутствующей патологии и значительно снижает качество жизни, объективно-нарастающая гипоксия приводит к угнетению всех жизненно важных функций, в том числе и центральных регуляторных механизмов [2]. Используемые в пульмонологии методы лекарственной коррекции и терапии ЭЛ приводят к отсрочке манифестации ДН, но, в зависимости от преимущественного триггера патогенеза, рано или поздно пациент приобретает резистентность к фармакотерапии ДН. Симптомы ЭЛ практически не контролируются медикаментозным лечением, основанным на ингаляционных бронходилататорах (например, холинолитиках, β_2 -симпатомиметиках и кортикостероидах), прекращении курения и легочной реабилитации. Даже минимальная физическая нагрузка вызывает у больных стойкую одышку.

В настоящее время у этих пациентов остается шанс на повышение качества жизни — хирургическая редукция легочного объема (LVRS) — удаление участков нефункционирующей легочной ткани. Операция способствует расправлению тех участков легочной ткани, в которых происходит газообмен, с последующим повышением вентиляции и перфузии легочной ткани. Сегодня, по данным National Emphysema Treatment Trial (NETT, США) все оперативные вмешательства при ЭЛ представлены: LVRS (в т.ч. эндоскопической), трансплантацией легких, при буллезной эмфиземе — буллэктомии. Трансплантация легких возможна у ограниченной группы пациентов из-за строгого отбора критериев: совместимости и недостатка доноров органа.

Современная история хирургии эмфиземы начинается с 20-х годов прошлого века, связана с именем Отто Братингена (1904–1981), который в начале 50-х годов предложил торакотомическую резекцию при ЭЛ и которого считают «пионером» внедрения LVRS в мире [2]. Исследования О.Братингена подвергались жесткой критике, так, один из известнейших пульмологов

того времени Э.А. Генслер (1921–2012) писал — «трудно поверить, что заболевание, которое характеризуется диффузным повреждением легочной паренхимы, можно эффективно лечить резекцией функционирующего легкого». Несмотря на критику, работы О. Братингена продолжил Дж.Д. Купер, который представил данные по оперативному лечению 20 пациентов с ХОБЛ (1995), и это стало «эрой рождения» операций «редукции легочного объема». Итоговый вклад внесли рандомизированные хирургические исследования с проспективным отслеживанием пациентов на протяжении 2,5 лет [4]. Однако исследования последующих лет показали, что характер эмфизематозного процесса (гетерогенность), генетические предикторы (наследственный дефицит α -1-антитрипсина) и наличие осложнений (легочная гипертензия) играют важную роль в прогнозе эффективности операций. С другой стороны, техническое развитие медицины, формирование малоинвазивного хирургического направления, роботизации привело к развитию видеоторакоскопии (VATS) и, как следствие VATS-LVRS. А в последние годы стала набирать популярность однопортовая видеоторакоскопия [5], при которой через единственный разрез длиной 3–4 см можно провести полноценный комплекс оперативного вмешательства, что значительно снижает выраженность послеоперационного болевого синдрома и ускоряет процессы реабилитации. Разработка специального инструментария и усовершенствование шарнирных степлеров способствовали широкому распространению этой техники, особенно на азиатском континенте [6]. Средняя продолжительность пребывания в стационаре при UniVATS и робот-ассистированных резекциях составляет в среднем 3–6 дней, тогда как при торакотомической редукции объема — 10–12 суток.

В большинстве клиник легочная гипертензия (ЛГ) считается противопоказанием для LVRS [7]. Во-первых, длительно протекающая ЭЛ может отрицательно влиять на сердечно-сосудистую функцию за счет патогенетических механизмов. С другой стороны, гипоксемия и деструкция легочной ткани, приводящие к уменьшению площади поперечного сечения легочной сосудистой сети, могут повышать сопротивление легочных сосудов. ЛГ является поздним и серьезным осложнением при ХОБЛ более чем у половины пациентов, особенно при наличии ЭЛ.

Тем не менее, никакие опубликованные данные не подтверждают, что ЛГ является статистически значимым противопоказанием для LVRS. Существует предположение, что улучшение респираторной механики после LVRS может оказать благоприятное влияние на легочную гемодинамику, что было подтверждено описанными результатами положительного влияния эндоскопического уменьшения объема легких с помощью эндобронхиальных клапанов на ЛГ и функцию правого желудочка, соот-

ветственно, с улучшением клинико-гемодинамических показателей без увеличения заболеваемости и смертности [7].

В настоящее время целый ряд отечественных и зарубежных руководств описывает процесс отбора пациентов для хирургического лечения ЭЛ, подготовки и послеоперационного сопровождения. Паллиативные вмешательства имеют удовлетворительные результаты, повышающие пятилетнюю выживаемость у пациентов с резистентностью к фармакотерапии примерно в 1,5 раза [8–10].

Большинство пациентов с ХОБЛ и ЭЛ наблюдаются у пульмонолога, получают терапию в соответствии с существующими клиническими рекомендациями. Резистентность к интенсивной терапии, прогрессивное ухудшение состояния служат показанием к торакальной хирургии. После оценки клинико-лабораторного статуса (спирография, сцинтиграфия легких, ФБС, КТ ОГК с ангиопульмонографией («золотой стандарт» диагностики ЭЛ), исследования газового состава артериальной крови и КЩС) консилиум врачей определяет степень выраженности гипоксии, гиперкапнии, показания, возможные риски и объем оперативного вмешательства. КТ ОГК описывает наличие кистозно-буллезных изменений, наличие/отсутствие кистозно-буллезной трансформации с указанием локализации, количества и размеров кист и булл.

Некоторые исследователи разработали бронхоскопический метод LVR с помощью эндобронхиальных односторонних клапанов (EBV), который использовался для избирательного ограничения воздушного потока в эмфизематозной паренхиме и облегчения отвода воздушного потока к относительно сохраненным долям [11]. EBV-лечение тяжелой эмфиземы снижало смертность с результатами, сопоставимыми с LVRS с точки зрения улучшения легочных функциональных тестов и клинической пользы, но с меньшей частотой побочных реакций [12]. Не так давно были протестированы другие бронхоскопические методы, такие как эндобронхиальные спирали, термическая паровая абляция и склерозанты [13]. В частности, LVR с помощью эндобронхиальных спиралей уже прошли оценку в крупномасштабном исследовании, мета-анализ показал, что лечение с помощью бронхоскопической спирали может улучшить функцию легких, 6-минутную ходьбу и качество жизни у пациентов с тяжелой эмфиземой в срок до 1 года после лечения, независимо от распространения заболевания.

Тем не менее, наиболее эффективным и популярным методом в хирургическом лечении ЭЛ на сегодняшний день является краевая резекция пораженного участка легкого, но, несмотря на достигнутые успехи видеоторакоскопии, сегодня остается ряд вопросов, определя-

ющих существенный вклад в послеоперационный прогноз каждого пациента — это контроль уровня резекции ткани легкого. Среди поставленных задач присутствуют «ключевые» моменты [14]:

- точная региональная количественная оценка ЭЛ необходима для выбора соответствующей техники, направленной на уменьшение объема легких;
- ателектаз легкого после установки эндобронхиальных клапанов при уменьшении объема легких является положительным прогностическим фактором, который наблюдается в меньшинстве случаев;
- целостность междолевой щели определяет выбор оперативного вмешательства;
- любое вмешательство LVRS может быть связано с рентгенологическими изменениями, которые необходимо тщательно интерпретировать, чтобы различать осложнения и норму;
- наиболее многообещающим фактором для определения уровня резекции представляется изменение перфузии легких на КТ.

Существующие способы интра- и периоперационного контроля уровня резекции легкого обеспечиваются визуальным субъективным контролем, сопоставлением с данными КТ ОГК и данных патоморфологии в послеоперационном периоде. Применение указанных методов не может в полной мере объективно определить необходимый уровень резекции легкого во время хирургического вмешательства, что приводит к тому, что остаются неудаленные участки легкого с ЭЛ. Показано, что преобладающая эмфизема верхних долей на КТ, наряду с низкой нагрузочной способностью, является наиболее важным положительным прогностическим фактором. Исследователями была предложена объективная денситометрическая количественная оценка ЭЛ [15]. Современное программное обеспечение позволяет количественно оценить эмфизему на уровне долей, что может быть даже более значимым для планирования хирургического доступа [16]. Было высказано предположение, что увеличение соотношения эмфиземы между поверхностными и глубокими слоями в верхних областях является еще одним положительным прогностическим фактором для восстановления послеоперационной функции легких и толерантности к физической нагрузке (вероятно, потому что, поверхностные участки более доступны для хирургии).

В исследованиях за рубежом определение точного уровня повреждения ткани легкого для операции резекции основывается на результатах предоперационной радиологической оценки и интраоперационных данных о задержанном воздухе и перфузии [7]. Комбинация КТ и перфузионной сцинтиграфии превосходит любой метод по отдельности в оценке гетерогенности заболевания. Перфузионная сцинтиграфия и КТ предоставляют

дополнительные данные, о чем свидетельствует улучшение выживаемости у пациентов с низкой перфузией при скинтиграфии и преобладающей эмфиземой верхней доли на КТ [17]. Но в РФ возможности использования радиологических методик [18] подчас ограничены, нет обновленного программного обеспечения, а хирургу требуется объективный метод, позволяющий определить уровень резекции.

Трудность состоит в том, что при ЭЛ на фоне развития воспалительного процесса происходит склероз бронхиол, снижение перфузии. В патогенезе эмфиземы нейтрофильная эластаза разрушает эластин — основной компонент стенки альвеол. Развивается декструкция мерцательного эпителия с явлением плоскоклеточной метаплазии, что нарушает мукоцилиарный клиренс. Альтерация носит необратимый характер: происходит «ремоделирование» и нарушение структуры дыхательных путей, снижается эластическая тяга лёгкого, разрушение альвеолярной поддержки просвета мелких бронхов и бронхиолах — нарушается связь с альвеолами, до этого находившимися в «расправленном» состоянии, альвеолы спадаются и теряют проходимость.

В наших исследованиях мы предложили метод [19], который позволяет достоверно определить необходимый уровень резекции легкого во время оперативного вмешательства с использованием ингаляции, либо парентерального введения 5-аминолевулиновой кислоты (5-АЛК). Затем на операционном столе с использованием флуоресцентной экспресс диагностики лазерным электронным спектральным анализатором (ЛЭСА-01-БИОСПЕК) можно в полном объеме визуализировать кистозно-буллезно измененные участки легкого, для последующей редукции объема эмфизематозного участка легкого.

Препарат 5-аминолевулиновой кислоты (5-АЛК) Аласенс длительное время используется в РФ для фотодинамической терапии. В организме человека 5-АЛК метаболизируется до фотосенсибилизатора протопорфирина IX (ППИХ), который избирательно накапливается преимущественно в клетках с явлениями выраженной гипоксии, в т.ч. опухолевых. По данным литературы «при фотоактивации светом с длиной волны 635 нм ППИХ вступает в фототоксические реакции, приводящие к гибели накопивших фотосенсибилизатор клеток» [20]. Следует отметить, что возбуждение ППИХ светом синего спектра позволяет визуализировать его флуоресценцию в диапазоне 635–704 нм [21]. Таким образом, возникает возможность использования 5-АЛК для интраоперационной флуоресцентной диагностики. 5-АЛК проникает во время ингаляции через бронхиальное дерево. Проникновение его затруднено в дистальные отделы легочной ткани в виду патоморфологических изменений при ЭЛ. Используя «Аласенс» эндобронхиально, мы видим фо-

новый цвет всей легочной ткани при флуоресцентном окрашивании — измененные периферические отделы легочной ткани не окрашиваются. Эти не окрашиваемые участки легочной ткани и подлежат удалению. Предлагаемый нами способ обеспечивает улучшение послеоперационных результатов лечения, снижение риска развития синдрома длительного расправления легкого и рецидива спонтанного пневмоторакса.

Материалы и методы

Техника проведения интраоперационной диагностики.

На операционном столе пациент лежит на правом боку, на уровне большой грудной мышцы находится валик. Левая рука отведена кверху и вбок, согнута в локтевом суставе, фиксирована над головой больного. Тазовый пояс в положении на боку. Разрез кожи проводится в V межреберье слева по средней подмышечной линии, длиной 6 см., мышечные волокна расслаиваются тупым путём. Межрёберные мышцы пересекаются по боковой поверхности грудной клетки. Плевральная полость вскрывается в V межреберье. Выполняется ревизия плевральной полости, выявляются участки легкого кистозно-буллезно пораженные, с помощью флуоресцентной экспресс диагностики лазерным электронным спектральным анализатором (ЛЭСА-01-БИОСПЕК). Кистозно-буллезно измененный участок легкого берется на держалки с помощью легочных зажимов Дюваля. Определяется зона резекции. С помощью кассет Endo GIA 60 мм и Echelon 60 мм выполняется редукция объема пораженного участка левого легкого. Выполняется: плеврэктомия, азрогемостаз, дренирование 2 силиконовыми дренажами №24, послойное ушивание операционной раны.

В результате проведенного оперативного вмешательства ЖЕЛ в среднем увеличивалась у пациентов на 18,0 %, а ОФВ₁ — на 19,3 %. Отмечали снижение давления в легочной артерии на 3–5 мм рт.ст., улучшились показатели бронходилатационного теста и качество жизни пациентов.

Результаты

Предложена собственная методика определения уровня резекции при оперативном лечении у больных эмфиземой легких, когда пациенту до проведения операции проводятся ингаляция, либо парентеральное введение 5-аминолевулиновой кислоты (5-АЛК). Интраоперационно проводится флуоресцентная экспресс диагностика лазерным электронным спектральным анализатором (ЛЭСА-01-БИОСПЕК). Выявляются участки эмфиземы легкого, на основании полученных данных, проводится редукция объема. Использование метода

позволяет в полном объеме выявить эмфизематозно пораженные участки легкого и адекватно провести редукцию объема, что в свою очередь приведет к исключению синдрома длительного расправления легкого в послеоперационном периоде и предупреждению рецидива данного заболевания.

Заключение

Выбор тактики и формы хирургического лечения эмфиземы легких определяется объемом поражения легких и наличием осложнений. Открытая хирургическая

редукция объёма лёгких показана пациентам с распространенной гетерогенной эмфиземой легких в более молодом возрасте без выраженных сопутствующих заболеваний, эндоскопическая редукция объема — пациентам более возрастным, которым противопоказана открытая хирургическая редукция объема по соматическому состоянию. При менее выраженных изменениях легких «золотым стандартом» является торакоскопическая краевая резекция или сегментэктомия с плеврэктомией. 5-АЛК может быть использована при проведении оперативных вмешательств по поводу эмфиземы легких для выявления измененных участков легкого и их удаления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mortensen J., Berg M.G. Lung Scintigraphy in COPD // *Semin. Nucl. Med.* 2019; 49(1):16–21. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2018.10.010.
2. Kösek V., Thiel B., Nikolova K., Al-Masri E., Begher C., Frank C., Redwan B. Lung volume reduction surgery: from National Emphysema Treatment Trial to non-intubated awake video-assisted thoracoscopic surgery // *Ann Transl Med.* 2020;8(21):1468. doi: 10.21037/atm-20-6430.
3. Mouronte-Roibás C., Leiro-Fernández V., Fernández-Villar A., Botana-Rial M., Ramos-Hernández C., Ruano-Ravina A. COPD, emphysema and the onset of lung cancer. A systematic review // *Cancer Lett.* 2016. 28;382(2):240–244. doi: 10.1016/j.canlet.2016.09.002.
4. Fishman A, Martinez F, Naunheim K, et al. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema // *N. Engl. J. Med.* 2003;348:2059–73.
5. Bertolaccini L., Batirel H., Brunelli A., et al. Uniportal video-assisted thoracic surgery lobectomy: a consensus report from the Uniportal VATS Interest Group (UVIG) of the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS) // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2019; 56:224–9.
6. Gonzalez-Rivas D., Yang Y., Ng C. Advances in uniportal video-assisted thoracoscopic surgery: pushing the envelope // *Thorac. Surg. Clin.* 2016;26: 187–201.
7. Caviezel C., Aruldas C., Franzen D., Ulrich S., Inci I., Schneiter D. et al. Lung volume reduction surgery in selected patients with emphysema and pulmonary hypertension // *Eur J Cardiothorac Surg* 2018; doi:10.1093/ejcts/ezy092.
8. Дробязгин Е.А., Чикинев Ю.В., Хусаинов В.Ф., Щербина К.И., Полякевич А.С. Оценка уровня качества жизни у пациентов с буллезной эмфиземой легких после хирургического лечения // *Сибирский научный медицинский журнал.* 2020; 40 (1): 104–109. doi 10.15372/SSMJ20200114.
9. Акопов А.Л., Черный С.М., Мишра Р.П., Ковалев М.Г. Прогнозируемая и реальная функция дыхания после анатомических резекций легкого (обзор литературы) // *Вестник хирургии имени И.И. Грекова.* 2021;180(2):93–100. DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-2-93-100.
10. Яицкий Н.А., Варламов В.В., Горбунков С.Д., Акопов А.Л., Чёрный С.М., Лукина О.В., Черменский А.Г., Гембицкая Т.Е. Результаты хирургического лечения генерализованной эмфиземы лёгких // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2014. Т. 173. № 2. С. 9–13.
11. Snell G.I., Holsworth L., Borrill Z.L, et al. The potential for bronchoscopic lung volume reduction using bronchial prostheses: a pilot study // *Chest* 2003; 124:1073–1080.
12. Valipour A., Burghuber O.C. An update on the efficacy of endobronchial valve therapy in the management of hyperinflation in patients with chronic obstructive pulmonary disease // *Ther. Adv. Respir. Dis.* 2015; 9:294–301.
13. Slebos D.J., Hartman J.E., Klooster K., et al. Bronchoscopic coil treatment for patients with severe emphysema: a meta-analysis // *Respiration.* 2015; 90:136–145.
14. Milanese G., Silva M., Sverzellati N. Lung volume reduction of pulmonary emphysema // *Curr Opin Pulm Med.* 2016 Mar;22(2):179–86. doi: 10.1097/MCP.0000000000000252.
15. Washko G.R., Martinez F.J., Hoffman E.A., et al. Physiological and computed tomographic predictors of outcome from lung volume reduction surgery // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2010; 181:494–500.
16. Revel M.P., Faivre J.B., Remy-Jardin M., et al. Automated lobar quantification of emphysema in patients with severe COPD // *Eur. Radiol.* 2008; 18:2723–2730.
17. Chandra D., Lipson D.A., Hoffman E.A., et al. Perfusion scintigraphy and patient selection for lung volume reduction surgery // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2010; 182:937–946.
18. Sugi K. et al. Lung volume reduction surgery for pulmonary emphysema using dynamic Xenon-133 and Tc-99m-MAA SPECT images // *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1998;4(3):149–53
19. Авзалетдинов А.М., Павлов В.Н., Вильданов Т.Д., Латыпов Ф. Р. Способ определения уровня резекции при оперативном лечении у больных эмфиземой легких: патент РФ. Заявка: 2017100295, 09.01.2017. Опубликовано: 16.04.2018 Бюл. № 11.
20. Кокорина А.А., Рафаелян А.А., Чемодакова К.А., Васильева Н.К., Пак Н.В., Мартынов Б.В., Свистов Д.В., Александров В.Н. Индуцированное 5-аминолевулиновой кислотой накопление протопорфирина IX тканью головного мозга крысы // *Вопросы онкологии*, 2021. Том 67, № 6. — С. 849–854.
21. Горяинов С.А., Потапов А.А., Пицхелаури Д.И. и др. Интраоперационная флуоресцентная диагностика и лазерная спектроскопия при повторных операциях по поводу глиом головного мозга // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко.* 2014;78(2):22–31.

© Вильданов Таяр Даянович (tayar.vildanov@mail.ru); Авзалетдинов Артур Марсович (Avzaletdinov@mail.ru); Павлов Валентин Николаевич; Латыпов Фагим Ришатович; Гибадуллин Иршат Асхатович
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»