

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОХИРУРГИИ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА НЕЙРОХИРУРГОВ В РОССИИ. ЧАСТЬ 2. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ*

В.В. Крылов^{1,2}, О.В. Левченко², Д.Е. Закондырин²

¹ Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова,

² НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, РФ

Цель. Определение задач симуляционной подготовки, критериев и механизма аттестации практических навыков нейрохирургов стали темой данной статьи.

Методы. Результатом поиска в базе данных PubMed стали 19 зарубежных публикаций, посвященных вопросам симуляционного образования и кривой обучения в нейрохирургии. Проведен анализ действующего российского законодательства, касающегося вопросов практической аккредитации врачей.

Результаты. На основании анализа литературы сделаны предложения по разделению нейрохирургических вмешательств по уровню сложности и практикующих врачей по уровню компетентности. Выдвинута концепция организации практической аккредитации нейрохирургов в рамках системы непрерывного медицинского образования

Заключение. Необходима организация системы практической подготовки и аккредитации нейрохирургов на базе симуляционно-аккредитационных центров.

Ключевые слова: нейрохирургия, симуляционное обучение, практическая аккредитация.

Objective. To define the tasks of simulation training as well as the criteria and mechanisms for practical skills certification of neurosurgeons.

Methods. The search in the database PubMed data revealed 19 foreign publications devoted to issues of education and training of a simulation curve in neurosurgery. The analysis of the Russian legislation concerning issues of practical accreditation of doctors was performed.

Results. The suggestions for dividing the neurosurgical interventions on the terms of complexity and practitioners on the levels of competence were made based on the literature data analysis. The concept of the practical organization of accreditation neurosurgeons within continuing medical education was initiated

Conclusions. It is necessary to organize the system of practical training and accreditation of neurosurgeons at the base of simulation-accreditation centers.

Key words: simulative education, neurosurgery, accreditation

В соответствии со статьей 69 Федерального Закона № 323 от 21.11.11 с 1.01.2016 [1] вводится понятие аккредитации всех медицинских специалистов. Аккредитация специалиста, согласно Закону — это «процедура определения соответствия готовности лица, получившего высшее или среднее медицинское или фармацевтическое образование, к осуществлению медицинской деятельности по определенной медицинской специальности». Согласно «Предложениям по переходу к системе аккредитации специалистов в Российской Федерации» Минздрава РФ планируется проведение 3 видов аккредитации: первичной для выпускников ВУЗов, первичной специализированной для выпускников ординатуры и повторной для практикующих врачей.

Необходимость введения симуляционного курса в программу обучения клинических ординаторов в Российской Федерации уже законодательно закреплена в Приказах Минздравсоцразвития РФ № 1475 н от 05.12.2011 [2], №585 н от 22.08.2013 [3]

и письме Минздравсоцразвития РФ от 18.04.2012. № 16-2/10/2-3902 [4]. Согласно этим документам на симуляционное обучение в ординатуре должно отводиться не менее 108 учебных часов (3 зачетные единицы), а к практической деятельности после первичной специализированной аккредитации могут быть допущены лица, успешно освоившие дисциплины образовательной программы и завершившие обучающий симуляционный курс. Симуляционное обучение на мастер-классах, за участие в которых будут начислены баллы (зачетные единицы), должно также стать одним из вариантов дополнительного профессионального образования в системе непрерывного медицинского образования практикующих врачей. В рамках реализации Послания Президента РФ с 01.09.2015 планируется внедрение «образовательного сертификата», позволяющего каждому специалисту выстраивать индивидуальную образовательную траекторию и финансируемого из специально сформированного в системе ОМС резерва за счет

* Часть 1 опубликована в журнале «Нейрохирургия» № 1 2017 г.

перебрасывания 50% средств, полученных страховыми медицинскими организациями [8]. Согласно «Предложениям по переходу к системе аккредитации специалистов в Российской Федерации» Минздрава РФ [5], главным инструментом для проведения повторной аккредитации будет оценка профессионального портфолио (за 5 лет необходимо набрать не менее 250 зачетных единиц и выполнить определенный объем клинической работы). Ориентировочные сроки внедрения новой системы также установлены: к 2018 г. планируется начало первичной специализированной аккредитации, а к 2025 г. — повторной аккредитации.

Таким образом, становится очевидной актуальность проблемы развития системы симуляционного обучения ординаторов и практикующих нейрохирургов, создания механизмов аккредитации специалистов.

Программа симуляционного обучения нейрохирургов

Определение набора навыков, обучение которым представляет наибольшую практическую значимость является проблемой, которой посвящен целый ряд работ [7, 12, 18, 25]. J. Gascoi соавт. [12] был разработан симуляционный курс для резидентов-нейрохирургов на все 6 лет обучения. Оригинальная программа обучения включает 68 навыков (14 базовых, 6 дополнительных, 14 симуляций интракраниальных доступов, 11 симуляций спинальных вмешательств, 8 симуляций эндоскопических и других интракраниальных вмешательств, 15 симуляций эндоваскулярных операций). U.M. Maueг и соавт. [18] сообщили об опыте организации обучения хирургов и травматологов навыкам оказания нейрохирургической помощи при черепно-мозговой травме. Слушатели последовательно осваивают технику трепанации черепа на пластиковых моделях, своде черепа трупа человека, головах свиней и наконец на фиксированных в формалине головах трупов людей. N.R. Selden и соавт. [25] описали опыт организации курса первичной подготовки «bootcampcourse» для резидентов-нейрохирургов первого года обучения (PGY1). Программа включает следующие навыки: 1) работа с шунтирующей системой (пальпация клапана, программирование); 2) поясничная пункция и установка люмбального дренажа; 3) установка датчика внутричерепного давления; 4) установка наружного вентрикулярного дренажа; 5) установка центрального венозного и артериального катетеров; 6) оказание реанимационной помощи и интенсивная терапия критических состояний (6 сценариев); 7) использование микроскопа и инструментов; 8) укладка пациента на операционном столе; 9) навыки проведения оперативного вмешательства при острой субдуральной гематоме.

На базе отделения нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского с 2002 г., а в центре симуляционного образования МГМСУ им. А.И. Евдокимова с 2014г. организовано проведение мастер-классов с использованием симуляционных

технологий обучения нейрохирургов. С 2015 г. организовано симуляционное обучение ординаторов. На основании международного опыта разработаны программы практического обучения, включающие в себя различные имитационные модули.

Программа симуляционного обучения в ординатуре включает 2 части: базовый курс (12 учебных часов), основной курс (30 учебных часов).

I. Базовый курс соответствует программе обучения резидентов-нейрохирургов первого года обучения (PGY1). Он включает имитационный модуль («Лечение нейротравмы. Базовый курс»), направленный на изучение анатомии головы, технического обеспечения современных нейрохирургических операций, техники трепанации черепа при черепно-мозговой травме (traumaflap), вентрикулопункции и наружного дренирования желудочковой системы, закрытия дефектов твердой мозговой оболочки и костей свода черепа, поясничной пункции. Курс позволяет приобрести навыки, необходимые для оказания нейрохирургической помощи пациентам с черепно-мозговой травмой и нарушениями мозгового кровообращения.

II. Основной курс соответствует программе симуляционного обучения резидентов-нейрохирургов 2—6-го годов обучения (PGY2-PGY6) и пока включает 1 имитационный модуль «Интракраниальные доступы» (30 часов), направленный на освоение техники выполнения 6 наиболее часто используемых нейрохирургических доступов (птерионального, субфронтального, субтемпорального, межполушарного, срединного субокципитального и ретросигмоидного). Планируется реализация еще 2 имитационных модулей: 1) «Доступы и операции на позвоночнике и периферических нервах» (30 часов) для освоения оперативных вмешательств на структурах позвоночного столба из вентральных и задних доступов с использованием современных методов фиксации и операций на периферических нервах; 2) «Микрохирургия» (36 часов) для обучения микрохирургической технике и наложению микрососудистых анастомозов.

Для практикующих врачей-нейрохирургов (и заинтересованных ординаторов) был разработан дополнительный курс, включающий различные имитационные модули, направленные на освоение техники нейрохирургических вмешательств при определенных видах патологии:

1) «Хирургическое лечение черепно-мозговой травмы. Курс для настойчивых» (12 часов) — модуль направлен на изучение особенностей хирургического лечения и интенсивной терапии тяжелой черепно-мозговой травмы, дополненный отработкой на трупном материале и муляжах черепа техники резекции височной доли и черепно-лицевого остеосинтеза при переломах костей мозгового и лицевого черепа;

2) «Хирургия аневризм головного мозга. Основной курс» (30 часов) — модуль направлен на изучение особенностей микрохирургического лечения аневризм сосудов головного мозга и микроанатомии стандартных нейрохирургических доступов (птерионального, подвисочного, субокципитального);

3) «Хирургическая реваскуляризация головного мозга. Базовый курс» (30 часов) — модуль направлен на изучение различных вариантов техники наложения сосудистого микроанастомоза, экстра-интракраниального анастомоза;

4) «Хирургия аневризм головного мозга. Курс для настойчивых» (30 часов) — модуль направлен на изучение особенностей микрохирургического лечения сложных и труднодоступных аневризм сосудов головного мозга с использованием краниобазальных нейрохирургических доступов (орбитозигматического, подвисочного и переднего транспирамидного, ретро- и пресигмоидного, предельно латерального) и методов реваскуляризации головного мозга;

5) «Спинальная эндоскопия» (12 часов) — модуль направлен на изучение анатомии эндоскопических доступов и малоинвазивных вмешательств при повреждениях и заболеваниях передних отделов грудного и поясничного отделов позвоночника с отработкой навыков на муляжах и живых свиньях в условиях экспериментальной операционной.

Определение уровня практической компетентности специалиста-нейрохирурга

Целью практической подготовки врача хирургического профиля является формирование у него определенного уровня владения навыками выполнения хирургических вмешательств, достаточного для эффективной и безопасной для пациентов клинической деятельности. Анализ литературы дает возможность разделить все оперативные вмешательства, навыки выполнения которых необходимы практикующему нейрохирургу, на 4 группы: 1) простые вмешательства (с короткой кривой обучения и асимптотой кривой на уровне 10-15 самостоятельных вмешательств) — вентрикулостомия [17], краниотомия при черепно-мозговой травме [14] и конвекситальных опухолях [27]; 2) вмешательства средней сложности с относительно короткой кривой обучения (с асимптотой

кривой в пределах 15-30 самостоятельных вмешательств) — поясничная микродискэктомия [26], транспедикулярная фиксация [13] и ламинэктомия в поясничном отделе позвоночника [16]; 3) вмешательства средней сложности с относительно длинной кривой обучения (с асимптотой кривой в пределах 30-50 самостоятельных вмешательств) — эндоскопическая [15, 21, 24] и малоинвазивная тубулярная поясничная дискэктомия [20, 23], трансназальная хирургия аденом гипофиза [9, 22]; 4) сложные вмешательства (с очень длинной кривой обучения и асимптотой кривой в пределах 50-100 самостоятельных вмешательств) — клипирование артериальных аневризм и операции по поводу артерио-венозных мальформаций [10, 19], удаление неврино преддверно-улиткового нерва [11, 28]. Очевидно, что овладение всеми видами нейрохирургических вмешательств на начальных этапах хирургической карьеры невозможно, что позволяет говорить о необходимости выделения 4 классов компетентности врачей, выполняющих самостоятельные операции: I) врачи, освоившие простые вмешательства; II) врачи, освоившие вмешательства средней степени сложности с относительно короткой кривой обучения; III) врачи, освоившие вмешательства средней степени сложности с относительно длинной кривой обучения; IV) врачи, освоившие сложные вмешательства с длинной кривой обучения.

Предлагаемая классификация нейрохирургических кадров по степени компетентности представлена в табл. 1.

Учитывая особенности формирования кривой обучения, оправданным является выделение также 3 уровней компетентности в пределах класса, учитывающих степень мастерства врача, осуществляющего ту или иную манипуляцию: начинающий, компетентный и эксперт. Начинаящий специалист-стажер (нулевой уровень), не достигший асимптоты кривой обучения навыку, должен выполнять самостоятельные вмешательства только с наставником. По достижении определенного профессионального уровня врач получа-

Таблица 1 / Table 1

Классификация нейрохирургических кадров по степени компетентности / The classification of neurosurgical staff according to the degree of competence

Выполняемые оперативные вмешательства	Класс компетентности хирурга				Количество выполненных операций соответствующей сложности
Вентрикулопункция и простые малонвазивные вмешательства	I				10-15 и более
Конвекситальная краниотомия при различной патологии					15-30 и более
Поясничная дискэктомия, ламинэктомия, подобные им по сложности оперативные вмешательства	II				30-50 и более
Транспедикулярная фиксация в различных отделах позвоночника					50-100 и более
Нейроэндоскопические вмешательства, эндоскопическая дискэктомия и подобные им по сложности оперативные вмешательства	III				50-100 и более
Клипирование артериальных аневризм, удаление опухолей преддверно-улиткового нерва и подобные им по сложности оперативные вмешательства	IV				50-100 и более

ет право выполнять операции в пределах своего класса компетентности без наставника (первый уровень), а по достижении экспертного уровня сам может быть наставником (высший уровень). Необходимы дополнительные исследования по уточнению характера кривой обучения различным оперативным вмешательствам для определения четких границ подклассов компетентности.

В соответствии с предложенными выше классами и уровнями компетентности врачей должно быть организовано непрерывное медицинское образование нейрохирургических кадров в структуре предполагаемой в будущем системы аккредитации медицинских специалистов (рис. 1).

Представляется рациональным, чтобы врач после окончания ординатуры по специальности «нейрохирургия» в статусе стажера подтверждал свое право на самостоятельную деятельность после выполнения под контролем опытного наставника не менее 10 нейротравматологических вмешательств (I класс компетентности). В процессе клинической деятельности возможна аккредитация на II класс компетентности при наличии опыта не менее 15 более сложных стандартных нейрохирургических вмешательств (операции при конвекситальных менингиомах, поясничная микродискэктомия). III класс компетентности может быть подтвержден практикующим нейрохирургом после прохождения мастер-классов и нескольких лет активной работы. Присвоение IV класса компетентности возможно только хирургам, работающим в крупных центрах на протяжении нескольких лет и также после предварительного симуляционного обучения.

Симуляционно-аккредитационные центры

Симуляционное обучение и аккредитацию специалистов, в соответствии с «Предложениями по переходу к системе аккредитации специалистов в Российской Федерации» [5] Минздрава РФ, планируется организовать на базе симуляционно-аккредитационных центров. Общепринятой считается классификация симуляционных центров, предложенная М.Д. Горшковым [6]. Автор выделяет центры 3 уровней: базовый (областного значения), ведущий (окружного значения) и высший (федерального значения). Уровнем центра определяется его мощность (количество сотрудников, занимаемые площади) и расходы на его организацию: сумма затрат на запуск центра базового (I) уровня составит до 30 млн руб., ведущего (II) уровня — 25-150 млн руб., высшего (III) уровня — 100-500 млн руб. Центры I уровня предназначены только для обучения, II-III уровней — являются симуляционно-аккредитационными, в них также следует проводить разработку и апробацию методик симуляционного обучения. Утверждение разработанных методик обучения является прерогативой только федеральных центров.

Анализ опыта организации учебного процесса в отделении нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского и центре симуляционного образования МГМСУ им. А.И. Евдокимова позволяет выделить 3 варианта реализации программы симуляционного обучения, отличающиеся друг от друга минимально необходимыми ре-



Рис. 1. Система непрерывного профессионального образования нейрохирургических кадров
Fig. 1. The system of continuous professional education of neurosurgeons

сурсами. На основании данных, представленных в таблице, предлагается оригинальная классификация симуляционных центров для подготовки нейрохирургических кадров (табл. 2).

I уровень — центр для обучения базовым нейрохирургическим навыкам. Основными требованиями является наличие помещения, соответствующего требованиям строительных норм для общественных зданий, набора нейрохирургического инструментария. В качестве учебных моделей возможно использование трупного материала животных, муляжей черепа и позвоночного столба. Подобная лаборатория может быть организована быстро, с минимальными материальными затратами, практически в любом учреждении и также быстро свернута. Ее деятельность ориентирована на подготовку врачей для оказания нейротравматологической помощи — отработку техники трепанации черепа при черепно-мозговой травме, ламинэктомии и транспедикулярной фиксации в поясничном отделе позвоночника.

II уровень — центр для обучения специализированным нейрохирургическим навыкам (микрохирургия, реконструктивные операции на позвоночнике и нервах). Помимо выше перечисленных опций, лаборатория должна быть оснащена высокотехнологичным оборудованием (операционными микроскопами, моторными системами, эндоскопической стойкой и т.д.) и микроинструментарием, а также наборами имплантатов. Основным отличием от центра I уровня является использование в учебном процессе трупного материала чело-

века, тренажеров и, возможно, мелких животных (крыс), что требует соблюдения соответствующих санитарных норм, и влияет на расположение лаборатории. Желателен ее стационарный характер, хотя возможно и временное развертывание на базе подходящего помещения при условии правильных транспортировки и монтажа оборудования (модульный тип). Деятельность такого учебного центра ориентирована на подготовку высококвалифицированных специалистов для оказания плановой нейрохирургической помощи — отработку техники различных доступов к полости черепа, реконструктивных вмешательств на позвоночнике и периферических нервах, реваскуляризации головного мозга.

III уровень — центр для обучения с использованием виртуальных симуляторов и крупных животных (свиней, собак) в условиях экспериментальной операционной. Учебный центр ориентирован на симуляционное обучение оперативным вмешательствам, моделирование которых с использованием трупного материала человека и животных невозможно (эндоваскулярные вмешательства, удаление опухолей головного мозга и т.п.) и имеет исключительно стационарный характер. В таком центре возможно отработка сложных хирургических методик — спинальной эндоскопии при дегенеративной и травматической патологии позвоночника и спинного мозга, техники удаления внутричерепных опухолей с использованием интраоперационной навигации и ультразвукового дезинтегратора и т.д.

Таблица 2 / Table 2

Зависимость материального оснащения лаборатории от программы симуляционного обучения / The correlation between equipment of laboratory and program of simulative education

Этап реализации программы симуляционного обучения/ уровень симуляционного центра	Отрабатываемые навыки	Минимально необходимые ресурсы	Используемые симуляционные модели	Ориентировочная стоимость реализации проекта
I	Наложение/снятие швов, вентрикулопункция, конвексальная краниотомия при черепно-мозговой травме и гипертензивных внутримозговых гематомах, задний доступ к поясничному отделу позвоночника, транспедикулярная фиксация, ламинэктомия	Помещение из расчета не менее 2,5 м ² на одного обучаемого, компьютерная техника, набор нейрохирургического инструментария, набор инструментов и педикулярные винты, шовные материалы	Муляжи черепа и поясничного отдела позвоночника, трупный материал крупных животных	Несколько десятков тыс рублей (при условии отсутствия арендной платы)
II	Различные интракраниальные доступы, поясничная дискэктомия, переднебоковые доступы к позвоночнику, корпородез с передней фиксацией в шейном отделе позвоночника, костотрансверзотомия, доступы к периферическим нервам, шов нерва, наложение сосудистых микроанастомозов	То же, а также операционный микроскоп, микроинструменты, набор инструментов для операций на позвоночнике, шейные пластины, при использовании крыс — виварий, препарат для наркотизации животных, биполярная коагуляция	Трупный материал человека, лабораторные крысы	Несколько сотен тыс рублей — более 1 млн рублей (в зависимости от наличия необходимости покупки операционного микроскопа)
III	Эндоваскулярные вмешательства, удаление опухолей головного мозга	Виртуальные симуляторы, при использовании крупных животных — полноценная экспериментальная операционная	Виртуальные симуляторы, крупные лабораторные животные (свиньи, собаки)	Несколько десятков млн рублей

Выводы

В соответствии с предстоящими изменениями в системе обучения и допуска нейрохирургических кадров к клинической деятельности представляется необходимым:

- 1) разработка и принятие единой концепции практической подготовки и аккредитации (первичной специализированной и повторной) нейрохирургов с четкими критериями допуска к выполнению определенных видов вмешательств;
- 2) создание унифицированных программ симуляционного обучения в ординатуре и для практикующих врачей;
- 3) организация симуляционно-аккредитационных центров для обучения и аккредитации нейрохирургов.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Крылов Владимир Викторович — академик РАН, д-р мед. наук, профессор, Директор Университетской клиники МГМСУ им. А.И. Евдокимова, руководитель отделения неотложной нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, заведующий кафедрой нейрохирургии и нейрореанимации Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, Главный нейрохирург Министерства здравоохранения РФ, Москва;

Левченко Олег Валерьевич — д-р мед. наук, проректор по лечебной работе Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, Москва, РФ;

Закондырин Дмитрий Евгеньевич — канд. мед. наук., руководитель Центра симуляционного образования Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, Москва, РФ, e-mail: russiandoctor@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный Закон №323от 21.11.11«Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»
2. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 1475н от 05.12.2011 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (ординатура)»
3. Приказ Минздравсоцразвития РФ №585н от 22.08.2013 «Об утверждении Порядка участия обучающихся по основным профессиональным образовательным программам и дополнительным профессиональным образовательным программам в оказании медицинской помощи гражданам и в фармацевтической деятельности»
4. Письмо Минздравсоцразвития РФ от 18.04.2012. № 16-2/10/2-3902«О порядке организации и проведения практической подготовки по основным образовательным программам среднего, высшего и послевузовского медицинского или фармацевтического образования и дополнительным профессиональным образовательным программам».
5. «Предложения по переходу к системе аккредитации специалистов в Российской Федерации» Минздрава РФ[Электронный ресурс] //URL: www.rosminzdrav.ru (дата обращения 06.01.2015).
6. Горшков М. Д. Вопросы классификации симуляционного обучения / М. Д. Горшков // Симуляционное обучение в медицине. — М.: Изд-во Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, 2013. — С. 54-73.
7. Лебедев В. В. Программа обучения клинических ординаторов по специальности «Нейрохирургия» // В.В. Лебедев, В. В. Крылов // Нейрохирургия. — 2003. — №3. — С. 60-65.
8. Худасова А. Отвечая вызовам времени // Медицинская газета. — 2015. — №32. — С. 4.
9. Bokhari A. R. Endoscopic transsphenoidal pituitary surgery: a single surgeon experience and the learning curve // A. R. Bokhari, M. A. Davies, T. Diamond // Br. J. Neurosurg. — 2013. — Vol. 27. — №. 1. — P. 44-49.
10. Da Silva C. E. Microsurgical clipping of the anterior circulation aneurysms: study of a personal series and a critical literature review // C. E. Da Silva, de Freitas P. E., Romero A. C. et al. // JBNC. — 2009. — Vol. 20. — №. 4. — P. 409-414.
11. Elsmore A. J. The operative learning curve for vestibular schwannoma excision via the retrosigmoid approach // A. J. Elsmore, N. D. Mendoza // Br. J. Neurosurg. — 2002. — Vol. 16. — №. 5. — P. 448-455.
12. Gasco G. Neurosurgery simulation in residency training: feasibility, cost, and educational benefit / G. Gasco, T. J. Holbrook, Patel A. et al. // Neurosurg. — 2013. — Vol. 73. — №4. — P. S39-45.
13. Gonzalvo A. The learning curve of pedicle screw placement: how many screws are enough? // A. Gonzalvo, G. Fit, S. Liew et al. // Spine. — 2009. — Vol. 34. — №21. — P. 761-765
14. Haut E. R. Surgeon- and system-based influences on trauma mortality // E. R. Haut, D. C. Chang, A. J. Hayanga et al. // Arch. Surg. — 2009. — Vol. 144. — №8. — P. 759-764.
15. Hsu H. T. Learning curve of full-endoscopic lumbar discectomy // H. T. Hsu, S. J. Chang, S. S. Yang, C. L. Chai // Eur. Spine. — 2013. — Vol. 22. — №. 4. — P. 727-733.
16. Imagama S. Perioperative complications and adverse events after lumbar spinal surgery: evaluation of 1012 operations at single center // S. Imagama, N. Kawakami, T. Tsuji et al. // J. Orthop. Sci. — 2011. — Vol. 16. — №5. — P. 510-515.
17. Ko K. Training protocol for intracranial pressure monitor placement by nonneurosurgeons: 5-year experience // K. Ko, A. Conforti A. // J. Trauma. — 2003. — Vol. 55. — №3. — P. 480-483.
18. Mauer U. M. Management of neurotrauma by surgeons and orthopedists in a military operational setting / U. M. Mauer, U. Kunz // J. Neurosurg. — 2010. — Vol. 28. — №5. P. E10
19. Maurice-Williams R. S. Intracranial aneurism surgery and its future // R. S. Maurice-Williams, J. Lafuente // JRSN. — 2003. — Vol. 96. — №. 11. — P. 540-543.
20. McLoughlin G. S. The learning curve of minimally-invasive lumbar discectomy // G. S. McLoughlin, D. R. Fournay // Can. J. Neurol. Sci. — 2008. — Vol. 35. — №. 1. — P. 75-78.
21. Nowitzke A. M. Assessment of the learning curve for lumbar microendoscopic discectomy // A. M. Nowitzke // Neurosurgery. — 2005. — Vol. 56. — №. 4. — P. 755-762.
22. O'Malley B. W. Comparison of endoscopic and microscopic removal of pituitary adenomas: single-surgeon experience and the learning curve // B. W. O'Malley, M. S. Grady, B. C. Gabel et al. // Neurosurg. Focus. — 2008. — Vol. 25. — №. 6. — P. E10.
23. Parikh K. Operative results and learning curve: microscope-assisted tubular microsurgery for 1- and 2-level discectomies and laminectomies // K. Parikh, A. Tomasino, J. Knopman et al. // Neurosurg. Focus. — 2008. — Vol. 25. — №. 2. — P. E14.
24. Rong L. M. Spinal surgeons learning curve for lumbar microendoscopic discectomy: a prospective study of our first 50 and latest 10 cases // L. M. Rong, xie P. G. D. H. Shi et al. // Chin. Med. J. (Engl). — 2008. — Vol. 121. — №. 21. — P. 2148-2151.
25. Selden N. R. Model-based simulation for early neurosurgical learners // N. R. Selden, T. C. O'rigano, C. Hadjipanyis et al. // Neurosurg. — 2013. — Vol. 73. — №4. — P. 15-24.
26. Stienen M. N. Early surgical education of residents is safe for microscopic lumbar disk surgery // M. N. Stienen, N. Smoll, G. Hildebrandt et al. // Acta. Neurochir. (Wien). — 2014. — Vol. 156. — №. 6. — P. 1205-1214.
27. Von Lehe M. A comprehensive analysis of early outcomes and complication rates after 769 craniotomies in pediatric patients // M. von Lehe, H. J. Kim, J. Schramm, M. Simon // Childs. Nerv. Syst. — 2013. — Vol. 29. — №5. — P. 781-790.
28. Wang A. Y. The vestibular schwannoma surgery learning curve mapped by the cumulative summation test for learning curve // A. Y. Wang, J. T. Wang, M. Dexter, M. Da Cruz // Otol. Neurotol. — 2013. — Vol. 34. — №. 8. — P. 1469-1475.