

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В ХИРУРГИИ

Богачева Е.В.

к.ф.-м.н., доцент кафедры медицинской информатики и статистики

Гладских Н.А.

к.т.н., ассистент кафедры медицинской информатики и статистики

Алексеев Н.Ю.

к.-м.н., доцент кафедры медицинской информатики и статистики

Журавлев Д.С.

студент педиатрического факультета

ФГБОУ ВО Воронежский государственный медицинский университет

им. Н.Н. Бурденко

Министерства здравоохранения РФ

Аннотация. Практическая медицина становится все более автоматизированной и роботизированной. Хирургия прошла в своем развитии следующие этапы: открытые операции, лапароскопические операции и, наконец, операции, проводимые роботами. В современном мире в течение нескольких десятков лет наблюдается тенденция, связанная с использованием компьютеризированных и роботизированных систем в качестве помощников человеку. Подобные веяния не могли обойти стороной и медицину. Однако системы, способные оказать помощь хирургу-человеку, появились не так давно.

Ключевые слова: роботы-хирурги, хирургическая роботизированная система, роботосистемы

Актуальность проблемы. Постепенно хирургические роботы все чаще и чаще используются при операциях. За 2012 год общемировое число операций, выполненных с использованием системы «da Vinci» (только одной из множества подобных систем) составило порядка 200 тысяч. В некоторых странах часть операций производится преимущественно роботами. Например, в США более 60% операций по удалению рака простаты производится с использованием таких установок. Различные подобные системы появляются и в России, несмотря на свою довольно внушительную стоимость.

Содержание работы. История роботизированной хирургии началась в 1980-х годах. Первая хирургическая роботизированная система – Puma 560 – была представлена в 1985 году. Данная установка использовалась в нейрохирургии. Она, как и большинство других систем, созданных в 80-е годы, была довольно узкоспециализирована (например, система RoboDoc, и применявшаяся при протезировании суставов)

Но позже начали появляться и универсальные роботические системы. Во время разработки Соединенными Штатами Америки космических программ, возникла проблема оказания неотложной хирургической помощи космонавтам во время пребывания на орбите. Создание традиционного операционного зала и размещение на станции бригады хирургов на постоянной основе было бы неоправданно. Для решения этой задачи NASA инициировали разработку специального хирургического робота, которым можно было управлять дистанционно, с земли. Представленный результат имел ряд достоинств, поэтому наработанные ранее в военной сфере технологии привели к появлению универсальных медицинских роботов.

В 1998 году мировой медицине была

представлена первая универсальная роботизированная система «ZEUS» («Зевс»). Но наиболее известным является хирургический робот Da Vinci, разработанный в США в конце 90-х годов XX века компанией Intuitive Surgical Inc. Эта система была названа именем великого итальянского ученого Леонардо Да Винчи. Впервые она была одобрена для использования в медицинской практике в США в 2000 году, затем в Канаде в 2001, позже ещё в ряде стран. Da Vinci оснащен 4 сверхточными манипуляторами: два из них заменяют руки хирурга во время проведения операции (при этом их диаметр всего 1 см), третий имеет встроенную камеру, которая передает изображения в режиме реального времени, а четвертый играет роль ассистента. С помощью острей производятся надрезы величиной всего 5-12 мм, что существенно снижает травматизм тканей. Во время операции хирург находится за пультом управления, который выводит на экран трехмерное изображение оперируемого участка и управляет джойстиком, которые реагируют на прикосновение его пальцев. В режиме реального времени его движения передаются на операционный стол системы. Встроенный процессор анализирует каждое действие хирурга со скоростью 1000 движений в секунду и посылает сигнал к рабочим органам. Пульт управления может воспроизвести все движения кисти и пальцев хирурга. Точность движения механических манипуляторов превосходят возможности рук человека, а также позволяет избежать дрожания рук, которое является естественным физиологическим явлением для обычного хирурга. Благодаря семи степеням свободы и способности изгиба на 90 градусов, руки робота имеют широкую амплитуду движений. Например, при операциях на сердечной сумке или малом тазе, когда пространство ограничено, эти характеристики робота очень

важны. Ещё одним достоинством робота Da Vinci является большой арсенал хирургических инструментов.

Видеосистема позволяет передавать высококачественное 3-D изображение на два цветных экрана. Картинку можно масштабировать, оптимизировать, увеличивать, убирать мерцание, подавлять шум за счет использования специального синхронизатора, мощного светового источника, а также блока управления работой камеры.

Но кроме данной системы используется и проектируется ряд других устройств. Следует отметить, что все подобные системы объединяет то, что все манипуляции, которые производит робот, происходят под контролем человека. Иначе говоря, робот является «руками», команду которым дает человек. Манипуляторы робота копируют движение рук врача в уменьшенном масштабе. И большинство разработчиков стремятся к тому, чтобы установки копировали действия хирурга максимально точно. Например, одна из систем, которая называется Telelap ALF-X и, предлагает для этого такие возможности, как воссоздание тактильных ощущений (создается обратная связь между манипулятором робота и рукой хирурга) и отслеживание глаз хирурга и изменение масштаба и положения эндоскопической камеры в зависимости от их движений.

В настоящее время роботизированные комплексы способны проводить множество различных операций в урологии, гинекологии, торакальной, абдоминальной, сосудистой и кардиохирургии. Например, в «Национальном медико-хирургическом Центре им. Н.И. Пирогова» было проведено более 500 операций в различных областях хирургии, в медицинском исследовательском центре им. В.А. Алмазова врачи провели уникальную для России лапароскопическую продольную резекцию желудка с

помощью робота. Чаще всего подобные системы используются при удалении опухолей, порой позволяя добраться до тех, которые локализованы в труднодоступных местах. Примером может служить революционная методика хирургического лечения рака гортани, ротовой полости и других злокачественных опухолей в области головы и шеи, с помощью Робота Da Vinci, разработанная сотрудниками онкологического центра Йохансона в Лос-Анджелесе. Во многих случаях такие опухоли локализируются в труднодоступных местах – из-за этого, а также из-за близко расположенных нервов и крупных кровеносных сосудов ранее врачам нередко приходилось отказываться от проведения хирургической операции. Однако, крохотные манипуляторы роботосистемы da Vinci, удерживающие специально изготовленные миниатюрные хирургические инструменты, способны без труда проникать в труднодоступные места парафарингальной области через рот или через нос, что исключает необходимость в разрезах тканей снаружи. С помощью метода TORS (Trans Oral Robotic Surgery – трансоральная роботизированная хирургия) успешно выполнены уникальные операции более чем 100 больным. Ранее этим пациентам пришлось бы переносить тяжелейшие инвазивные вмешательства, которые даже в случае успеха потребовали бы впоследствии проведения сложных пластических операций по реконструкции тканей лица.

Существуют и некоторые другие уникальные особенности роботов-хирургов. Например, во Франции была разработана следующая функция - возможность запрограммировать хирургического робота таким образом, чтобы он компенсировал биения сердца операции на сердце. Данная функция существенно упрощает проведение операции, так как перед хирургом на экране отображается неподвижное сердце. Для этого за сердцем наблюдают 3 видеокamеры, а новым графический процессор NVidia GPU обрабатывает их видеопотоки и формирует 3D-модель сердца - статическую для хирурга и динамическую - для робота. Это позволяет существенно снизить риск при операциях на сердце.

Многими отмечается ряд преимуществ роботизированных хирургических установок перед человеком. Например, врачи из британского госпиталя Святой Марии говорят, что точность работы робо-

та несоизмеримо выше точности человека - даже самого опытного хирурга. Среди других достоинств отмечаются минимизация кровопотерь и травматизации тканей; минимальная инвазия; большая, чем у человека степень свободы конечностей; возможность проведения вмешательств, трудновыполнимых или невыполнимых, традиционным и эндовидеохирургическим способами; возможность осуществления связи во время операции между хирургами в разных городах и странах; снижение реабилитационного периода пациентов.

Следует отметить, что даже у роботизированных хирургических установок существует своя специализация. Например, в 2013 году в НИИ Бурденко появился хирургический робот Rosa, специализацией которого является нейрохирургия. Устройство сканирует мозг пациента, вносит данные в систему, рассчитывает план операции, экономя время и помогая минимизировать человеческий фактор. Аппарат успешно используют более чем в 40 зарубежных клиниках. Данная разработка позволяет точно и безопасно удалять опухоли, лечить болезнь Паркинсона и эпилепсию.

Команда разработчиков из американского Университета Вандербильта предлагает систему, позволяющую удалять тромбы (кровяные сгустки) в мозге после инсульта. По статистике только 40 % людей, переживших инсульт, доживают до конца первого месяца. Данная разработка позволит увеличить эту цифру, причем данная разработка отличается минимальной травматичностью (для проведения операции требуется лишь небольшое отверстие в черепе) и высокой эффективностью.

Также следует отметить такой аппарат, как CorPath 200, позволяющий проводить коронарную ангиопластику дистанционно. Обычно при проведении этой операции врач должен одеть неудобный защитный костюм (т.к. для операции необходим рентген), который к тому же пропускает часть излучения. Данная установка уже прошла сертификацию в США.

Зачастую, недостатком таких систем является их относительно высокая цена. Например, стоимость DaVinci примерно 2,7 миллиона долларов без учета довольно высокой стоимости его обслуживания. Стоимость других систем также исчисляется миллионами долларов. Однако в США разрабатываются и более дешевые ана-

логи. SurgiBot – одна из таких систем, позволяет проводить операции, например по удалению аппендикса, через прокол в коже. Это уменьшает период реабилитации пациента. Точная цена аппарата неизвестна, но создатели обещают, что он будет дешевле своих аналогов.

Вывод. Создателями хирургических роботизированных комплексов признается необходимость присутствия человека при проведении хирургических вмешательств. Все усилия разработчиков направлены на увеличение точности движений, а также на улучшение восприятия хирургом действий, проводимых манипуляторами робота. К сожалению, число подобных систем невелико, как и доля хирургических вмешательств по сравнению с общим количеством проводимых операций. Поэтому говорить о том, чтобы подобные системы стали заменять человека у операционного стола пока что рано. Бесспорно, что роботы-хирурги имеют ряд преимуществ перед человеком, но многие операции (например, аппендэктомия) без особых проблем выполняются обычными хирургами, и применение дорогостоящих систем было бы неоправданно.

Список литературы:

1. Клемешов В.С. Информационная поддержка лечебно-диагностического процесса / В.С. Клемешов, О.В. Судаков, Н.Ю. Алексеев // В сборнике: Актуальные вопросы и перспективы развития медицины сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции. 2016. С. 87-90.
2. Алексеев Н.Ю. Информатизация здравоохранения / Н.Ю. Алексеев, О.В. Судаков // В сборнике: Актуальные вопросы и перспективы развития медицины сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции. 2016. С. 85-87.
3. Принципы моделирования и управления системой здравоохранения // Гладских Н.А., Судаков О.В., Алексеев Н.Ю., Богачева Е.В. Прикладные информационные аспекты медицины. 2016. Т. 19. №3. С.47-52.
4. Гладских Н.А. Разработка методов классификационно-прогностического моделирования в системе кадрового обеспечения территориального здравоохранения / диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // ВГТУ. Воронеж. 2008, 211 с.