

**Методические рекомендации
применения ультразвукового
низкочастотного хирургического
аппарата «Ярус» для первичного
цементного и ревизионного
эндопротезирования крупных
суставов**

в группе больных, прооперированных с использованием ультразвуковой технологии, протекает значительно легче. Ранняя активизация на фоне удовлетворительного состояния, нормализация температуры к исходу вторых суток у 96 % в группе, лучшие лабораторные показатели крови в послеоперационном периоде. При контрольных рентгенологических исследованиях через 1, 2 и 3 года после операции у пациентов этой группы отмечалось вполне удовлетворительное качество цементной мантии, в том числе у повторно оперированных пациентов. В целом, за период с 1999 до 2002 года использование предложенной технологии обеспечило отсутствие в клинике инфекционных осложнений, и в сочетании с другими элементами современных технологий предотвратило случаи развития асептического расшатывания протезов.

Сроки наблюдения до 3 лет в этой группе больных свидетельствуют об отсутствии абсолютных противопоказаний к использованию ультразвуковой технологии у людей с адекватным риском анестезиологического пособия.

Анализ результатов оперативного лечения больных с патологией крупных суставов с использованием методов и медицинских технологий, реализующих возможности высоко-амплитудного низкочастотного ультразвука и ультразвукового хирургического аппарата «Ярус» свидетельствуют об их высокой эффективности и экономической целесообразности. Простота предложенной технологии делает перспективным её широкое применение в крупных ортопедических отделениях, занимающихся артропластикой.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ И
СОЦИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ»

644099, г. Омск, ул. Ленина, 12. Тел. (381-2) 23-32-89 Факс (381-2) 23-16-32;
e-mail - rector@omsk-gma.ru

Кафедра травматологии-ортопедии и военно-полевой хирургии

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ОмГМА заслуженный врач РФ,
доктор медицинских наук, профессор



А.И. Новиков
20__ г.

Методические рекомендации
применения ультразвукового низкочастотного
хирургического аппарата «Ярус»
для первичного цементного и ревизионного
эндопротезирования крупных суставов

Омск-2006

Ассистент кафедры травматологии,
ортопедии и ВПХ, д.м.н.Л.Б. Резник

ных сторон к вершухе цементного купола добиться нарушения интерфейса цемента к кости и удалить впадину. После этого инструментом типа «прямой остеотом» необходимо расщечь оставшуюся в вертлужной впадине цементную мантию радиально в трёх направлениях – на 1,6 и 11 часах (рисунок 9).

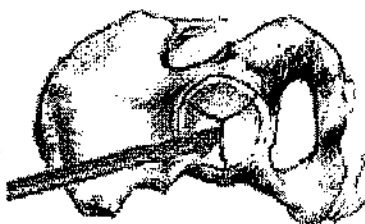


Рисунок 9

Процесс должен проходить в режиме непрерывного охлаждения жидкостью, для чего во впадину заливается небольшое количество антисептического раствора. После разделения цементного купола на секции они легко удаляются при помощи обычного долота и щипцов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование ультразвуковых технологий в тотальном эндопротезировании крупных суставов улучшает качество подготовки костной поверхности к цементированию, обеспечивает профилактику инфекционных осложнений и цементной нестабильности протезов, уменьшает объём операционной кровопотери.

Процент ранних и поздних инфекционных осложнений от общего числа ревизий составляет 6–8 %, а асептического расшатывания – 71–73,5 %. От общего числа выполненных за 2001 год операций, по данным Шведского национального регистра эндопротезирования, это составляет до 0,8 % по инфекционным осложнениям и до 8,2 % по асептическому расшатыванию. Применение разработанной ультразвуковой технологии позволяет избежать развития грозных послеоперационных осложнений. Послеоперационный период

Чем толще цементная мантия, тем шире нужны углубления, поскольку при недостаточной ширине цемент стекает обратно в «корыто», частично реполимеризуется, и задача разрушения цемента остаётся невыполнимой. Процесс должен протекать в режиме непрерывного промывания стерильными растворами для предотвращения перегрева подлежащей к цементу кости с одной стороны, и «захвата» торца волновода реполимеризованным цементом – с другой. В некоторых случаях более эффективным будет использование инструмента типа «полукруглое долото», позволяющего разделять мантию не только вдоль, но и поперёк. Это даёт возможность разъединить мантию в плоскости, перпендикулярной оси бедренной кости. После разделения мантии на сектора инструментами типа «прямой остеотом» или «скошенный торец» необходимо ослабить фиксацию цемента к кости в направлении от стенок канала бедренной кости, после чего удалять фрагменты цемента можно с использованием ручного инструмента (долота, щипцы).

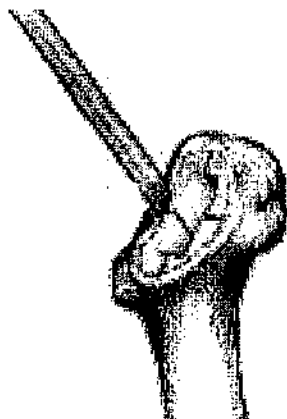


Рисунок 8

Наличие дистальной цементной пробки толщиной более 4-5 мм требует двухэтапного подхода к её удалению. Сначала её перфорируют волноводом типа «скошенный торец», а затем удаляют при помощи волновода типа «полукруглое долото».

Удаление ацетабулярного цементного купола должно происходить в максимально щадящем режиме. В случае необходимости удаления удовлетворительно фиксированной впадины лучше использовать инструмент типа «скошенный торец», которым необходимо войти в слой цементной мантии у верхнего полюса ацетабулярной впадины, после чего постепенно продвигаясь в цементе по дуге с раз-

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Организация и оснащение операционной для проведения ортопедических операций с использованием хирургических аппаратов на основе низкочастотного ультразвука	13
2 Подготовка ультразвукового аппарата к работе	19
3 Показания и противопоказания к использованию низкочастотных ультразвуковых хирургических аппаратов при операциях эндопротезирования крупных суставов	19
4 Ультразвуковые технологии в цементном протезировании ...	21
5 Первичное цементное эндопротезирование тазобедренного сустава на основе ультразвуковых технологий	28
6 Ревизионное цементное эндопротезирование тазобедренного сустава на основе ультразвуковых технологий	34
Заключение	38

шение подачи ультразвуковых колебаний на инструмент может приводить к частичной реполимеризации цемента и «захвату» торца инструмента, поэтому движения должны быть равномерны и согласованы с подачей ультразвука. В основе разрушения монолитности цемента лежит нарушение интерфейса, поэтому торец волновода должен направляться на границу «цементная мантия – кость». Контакт волновода с металлической частью протеза может приводить к возникновению высокого звенящего шума, что требует прекращения продвижения инструмента. Такой шум может свидетельствовать о разрушении волновода, поэтому при работе необходимо, по возможности, избегать контактов инструментов с металлическими элементами в ране. Если же в ходе операции после контакта волновода – инструмента с металлическими частями появился высокий звенящий шум и одновременно упала его эффективность для продолжения работы необходимо произвести замену волновода. По этим же причинам (опасность разрушения) не рекомендуется использовать ультразвуковые инструменты в манере, подобной ручному инструменту

Техника удаления цемента из бедренного канала включает в себя ряд приёмов, значительно облегчающих всю процедуру. На начальном этапе в цементной мантии при помощи инструмента «прямой остеотом», необходимо создать 3-4 продольных корытообразных углубления на всю длину удаляемого бедренного компонента протеза. При создании 3 «корыт» они должны быть размещены на 12, 4 и 8 часах, при создании 4 – на 12, 3, 6 и 9 (рисунки 7, 8).

Далее необходимо эти «корыта» расширить качательными движениями «остеотома».



Рисунок 7

рабочий торец из зоны воздействия, поскольку причинами может быть достижение торцом волновода кортикального слоя кости или металлических частей протеза. Дальнейшее насильственное продвижение волновода приведёт к его разрушению.

Основным принципом работы должен быть подход: «При остановке инструмента хирург должен остановиться».

6.1 Предоперационное планирование

Предоперационного планирования должно включать, прежде всего, оценку состояния элементов протеза, цементной мантии, прилегающей к ним кости, а также возможные способы удаления и установки ревизионного протеза. Оценка состояния, толщины и прочности цементной мантии обеспечивает правильную тактику использования инструментов в ходе операции. Особенно важно оценить толщину цементной мантии на различных участках крепления элементов протеза. В тех местах, где толщина цементной мантии более 3 мм, необходимо планировать предварительное уменьшение её толщины до 2-3 мм с использованием волновода-инструмента типа «прямой остеотом», и только вторым этапом - полное удаление цемента с использованием волновода типа «полукруглое долото». Также существенным элементом предоперационного планирования является определение толщины дистальной цементной пробки в бедренном канале и количества антиротационных отверстий в дне вертлужной впадины.

6.2 Удаление цементной мантии

Внедрение в цементную массу торца волновода должно происходить постепенно, при этом необходимо совершать осторожные возвратно-поступательные движения, сопровождая продвижение инструмента охлаждением цемента антисептическим раствором. Прекра-

ВВЕДЕНИЕ

Многочисленные экспериментально-клинические исследования последних лет, посвящённые общим проблемам травматологии и ортопедии, свидетельствуют об увеличении травматизма среди населения вообще, и в том числе процента тяжёлых повреждений костно-мышечной системы. Лечение осложнённой травмы, сопровождающейся нарушением функций конечностей, гнойно-септическими осложнениями со стороны ран, посттравматическими остеомиелитами и так далее, остаётся проблемой. При этом повышение эффективности лечения становится актуальным в новых экономических условиях, когда возможности использования дорогостоящих медикаментов, в том числе антибиотиков, ограничены, а полиморфизм микрофлоры нарастает на фоне увеличения числа антибиотикорезистентных форм патогенных микроорганизмов. Огромная социальная значимость проблем хирургии костей и суставов обусловлена большой продолжительностью лечения этих пациентов и высоким процентом инвалидизации.

Наряду с травмами костно-мышечной системы значительный процент инвалидизации населения дают заболевания костно-мышечной системы, в том числе патология суставов. Консервативные методы лечения в отношении больных этой группы малоэффективны. Хирургическое лечение даёт хорошие результаты, однако угроза возможных осложнений ограничивает его применение.

Всё перечисленное требует от исследователей и практикующих хирургов (травматологов и ортопедов) поиска новых путей улучшения результатов оперативных вмешательств на костях и суставах, в том числе совершенствования хирургической техники, развития новых технологий на основе современных медико-технических средств.

В российской медицине последних десятилетий сложилось та-

кое положение, когда в крупных клиниках важную вспомогательную роль при лечении открытых повреждений костно-мышечной системы играют методы немедикаментозного воздействия на рану (физическое – ультразвук, лазер; химическое – различные сорбенты, и так далее). Следует отметить, что по мере совершенствования высоких ортопедических технологий, вплотную к этой проблеме примкнули проблемы профилактики осложнений при выполнении сложных ортопедических операций. К сожалению, имеющиеся в распоряжении медиков приборы (ультразвуковые, лазерные, плазменные) для реализации такого лечебного воздействия в большинстве своём не соответствуют современным требованиям. Продолжающаяся разработка и создание новых технологий расширяет границы применения вспомогательных операционных физических методов лечения и профилактики как самих повреждений, так и возможных осложнений.

Прогресс ортопедии последних лет обусловлен возможностью использования искусственных элементов костного скелета (эндопротезы суставов, межпозвонковых дисков, длинных трубчатых костей и так далее) для замещения разрушенных сегментов костного скелета. При этом причины разрушения, а таковыми могут являться: тяжелая травма, длительно прогрессирующее заболевание, опухолевый процесс, не имеют значения. В любом случае положительный результат возможен только при оперативном лечении, и только оно обеспечивает восстановление функции повреждённого сегмента.

Метод эндопротезирования крупных суставов известен давно, однако совершенствование технологии операций и разработка имплантатов нового поколения позволило за последние 20 лет существенно расширить границы показаний к таким операциям, и тем самым в значительной мере решить проблему патологии крупных суставов, практически полностью восстанавливая социальные и фи-

изводится восстановление анатомических взаимоотношений в суставе и ушивание раны.

6 РЕВИЗИОННОЕ ЦЕМЕНТНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Известно, что основной технической проблемой при ревизионном эндопротезировании на крупных суставах с цементной фиксацией является удаление костного цемента. Поэтому разработанные ультразвуковые технологии направлены, прежде всего, на удаление фиксированных на цемент элементов протеза, либо самого костного цемента.

При этом к эксплуатационным особенностям работы с ультразвуковым аппаратом при удалении костного цемента следует отнести ограничение усилия на волновод при прохождении различных слоёв цемента.

Усилие на торце волновода - инструмента не должно превышать 71 bs. Превышение давления на торец волновода приводит к снижению эффективности работы излучающей головки аппарата вплоть до полного угасания.

При правильном использовании аппарата инструменты легко продвигаются в толще цемента со скоростью приблизительно 1-3 мм/с.

При работе в цементе торец волновода подвергается нагреву до 80 - 95°, поэтому при работе необходимо непрерывное охлаждение зоны контакта, а без охлаждения - предотвращение контакта торца волновода с тканями пациента и руками хирурга.

Управление инструментом не должно осуществляться с чрезмерным усилием. Если продвижение инструмента в цементной мантии приостанавливается, необходимо прекратить работу и вывести

5.3 Технология установки бедренного компонента эндопротеза

Для подготовки проксимального отдела бедренной кости бедро сгибают, приводят в ротацию кнутри. Затем стандартно вскрывают костномозговой канал со стороны проксимального отдела бедренной кости и специальным долотом удаляют часть большого вертела с медиальной поверхности, чтобы создать ложе для введения бедренного компонента эндопротеза. Затем костномозговой канал обрабатывается специальными рашпилями, профиль которых соответствует проксимальной части ножки эндопротеза, подготавливая ложе в бедренной кости. Ультразвуковая чистка костномозгового канала проводится по той же технологии, что и чистка вертлужной впадины. В полость костномозгового канала бедренной кости заливается раствор антисептика, помещается волновод-инструмент типа «скошенный торец» (рисунок 6) и в режиме 2 с на 1 см² проводится контактное воздействие на стенки канала.

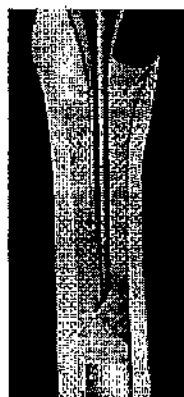


Рисунок 6

В целом расчётное время ультразвуковой чистки стенок костномозгового канала для ножки 12 мм составляет около 3 мин. Далее, при помощи вакуум-отсоса, производится удаление отработанного раствора из костномозгового канала. Повторная обработка канала с антисептиками или антибиотиками в бесконтактном режиме кавитационного воздействия обеспечивает насыщение губчатой кости активными профилактическими агентами, а также ультразвуковой кавитационный гемостаз. Длительность такой обработки составляет около 2 мин. В целом параметры воздействия и методика аналогичны описанным ранее для чистки, кавитационной обработки и гемостаза в вертлужной впадине. Затем проводится цементирование и установка бедренного компонента протеза и на заключительном этапе операции про-

зические возможности пациентов. К настоящему времени в мире ежегодно выполняется до 400 000 таких операций, однако достаточно высоким остаётся процент ближайших и отдалённых послеоперационных осложнений.

К причинам развития таких осложнений следует отнести всё ещё остающееся несовершенство имплантатов и элементов технологии протезирования, дефекты хирургической техники, нерациональное использование антибиотиков и прочее.

Из числа травм и патологии всей опорно-двигательной системы удельный вес заболеваний и повреждений тазобедренного сустава составляет 8,1 %, при этом каждый десятый больной в стране с заболеваниями тазобедренного сустава становится инвалидом. По данным ВОЗ количество больных с патологией тазобедренного сустава будет расти по мере старения населения планеты, и России в частности, и к 2025 году составит 1 млрд. 100 млн. человек.

Показания к ультразвуковой технологии эндопротезирования крупных суставов.

С точки зрения биомеханики к распространённым формам патологии тазобедренного сустава можно отнести и заболевания и травмы тазобедренного сустава. При переломах шейки бедра среди остающихся на вооружении травматологов разнообразных методов остеосинтеза шейки бедренной кости всё большее место занимает одно- и двухполюсное эндопротезирование – как прогнозируемый и эффективный метод.

1) При повреждениях проксимального отдела бедра показания к эндопротезированию можно условно разделить на первичные, при свежих повреждениях, и вторичные, при ложных суставах.

При свежих повреждениях тазобедренного сустава абсолютными показаниями к замещению сустава имплантатом являются:

- наличие капитальных и субкапитальных переломов шейки бедра;

- переломы шейки бедра и вертельные переломы у лиц старше 75 лет;

- переломы шейки бедра III ст. по Pauwels независимо от возраста;

- патологические и не поддающиеся репозиции переломы;

- переломы на фоне выраженного остеопороза;

- центральные и краевые переломы вертлужной впадины, а также переломовывихи.

Показаниями к вторичному протезированию при травмах являются:

- ложный сустав шейки бедренной кости, в том числе у лиц старше 60 лет;

- деформирующие артрозы III стадии на почве тяжёлых повреждений вертлужной впадины.

Замещение разрушенных суставных поверхностей искусственным имплантатом всё чаще применяется также при лечении тяжёлых и застарелых повреждений *головки плечевой кости, травм коленного сустава*. В этих случаях только эндопротезирование позволяет восстановить трудоспособность пациента.

2) При заболеваниях *тазобедренного сустава* показаниями к оперативному вмешательству служат:

- двусторонний деформирующий артроз II - III стадий;

- односторонний деформирующий артроз III стадии;

- двусторонний фиброзный или костный анкилоз тазобедренного сустава (болезнь Бехтерева);

- односторонний деформирующий артроз II - III стадий и анкилоз контрлатерального сустава;

- асептический некроз головки бедренной кости III - IV стадий;

- опухолевые процессы в головке и шейке бедренной кости, требующие резекции патологического очага;

агента в слои губчатой кости происходит кавитационный гемостаз раны. Полость раны, включая вертлужную впадину, заполняется антисептиком. Волновод-инструмент типа «Т2» или «Т4», «Т5» погружается в раствор с таким расчётом, чтобы его торец находился приблизительно в центре радиуса впадины. Затем в течение 2 мин проводится гидроакустическое кавитационное воздействие, сопровождаемое свободными перемещениями волновода в пределах озвучиваемой поверхности. После этого технологического этапа обработки проводится полное вакуумирование жидкости.

После удаления жидкости осуществляется контактная ультразвуковая сушка поверхности костного ложа перед нанесением костного цемента и последующей установкой чашки эндопротеза. Этот этап является обязательным при сохранении пористой структуры костей дна вертлужной впадины и, особенно, при использовании цемента низкой вязкости. Сушка производится с помощью волновода инструмента типа «прямой торец» или «скошенный торец», что обеспечивается как за счёт обратного ультразвукового капиллярного эффекта в губчатой кости, так и за счёт термической составляющей воздействия на торце волновода. Рабочий торец волновода инструмента подводится к осушаемому месту костного ложа до соприкосновения с поверхностью и включают ультразвук. Параметры воздействия $A=35 - 55$ мкм, $F=42$ кГц, время воздействия $0,5 - 1$ с на $см^2$. Результатом ультразвуковой сушки является удаление с поверхности кости остатков жидкости, что создаёт оптимальные возможности интерфейса - проникновения цемента в костные поры. Далее проводится цементирование и установка тазового компонента эндопротеза, после чего приступают к следующему этапу тотального эндопротезирования – подготовке бедренного канала к установке бедренного компонента эндопротеза.

киси водорода, после чего заполняется водным раствором антисептиков (фурациллин в разведении 1:5000; 0,01 % водный раствор хлоргексидина биглюконата) или антибиотиков (30 % раствор линкомицина в разведении 1:10). Контактное ультразвуковое воздействие осуществляется с помощью волновода инструмента типа «прямой торец» или «скошенный торец». Волновод - инструмент погружается в раствор вплоть до контакта с поверхностью кости, включается ультразвук и путём перемещения волновода по поверхности кости в растворе осуществляется контактная ультразвуковая чистка поверхности от костной крошки, сгустков крови, остатков костного мозга и фрагментов соединительной ткани. В процессе обработки торец волновода-инструмента перемещается по поверхности кости со скоростью от 0,005 до 0,01 м/сек. Продолжительность чистки оставляет 2–2,5 с на 1 см², что в пересчёте на впадину в целом составляет: для впадин диаметром до 52 мм – 2–2,5 мин, для впадин 52–58 мм – 3 мин. В ходе обработки возможно прерывание контакта в системе «волновод – поверхность кости», но не более чем до 1–2 мм, так как при большем расстоянии принципиально меняется характер воздействия.

Для проведения активной профилактики инфекции и насыщения поверхностных слоёв губчатой кости активными профилактическими агентами (антисептиками или антибиотиками) проводится повторная ультразвуковая обработка полости впадины. Поскольку для решения такой задачи необходимо достижение в растворе активной кавитации, мощных радиационных потоков и значительного звукового давления, этот этап обработки протекает при бесконтактном гидроакустическом воздействии, когда расстояние между торцом волновода-инструмента и поверхностью кости составляет не менее 10–20 мм. При этом одновременно с saniрующим действием ультразвука в ране, импрегнацией активного профилактического

- коллагенозы (ревматоидный артрит, системная красная волчанка) с преимущественным поражением тазобедренного сустава.

3) Для *патологии коленного сустава* характерны следующие показания к тотальному эндопротезированию:

- двусторонний деформирующий артроз II - III стадий;
- односторонний деформирующий артроз III стадии;
- односторонний деформирующий артроз II - III стадий и анкилоз контрлатерального сустава;
- опухолевые процессы тканей коленного сустава, дистальный метаэпифиз бедренной и проксимальный метаэпифиз большеберцовой кости, требующие резекции патологического очага;
- коллагенозы (ревматоидный артрит, системная красная волчанка) с преимущественным поражением коленного сустава

Вся перечисленная патология суставов может сопровождаться нарушением процессов ремоделирования костной ткани с развитием остеопороза, что существенно осложняет процесс хирургического вмешательства и ухудшает результаты оперативного лечения.

Современные технологии эндопротезирования

К настоящему времени имеется множество различных типов имплантатов крупных суставов, при этом по способу крепления в кости все они делятся на *цементные, бесцементные и гибридные*. Каждый из способов фиксации имеет свои показания и противопоказания.

Показаниями к использованию *бесцементной* фиксации сустава является:

- первичность оперативного вмешательства;
- возраст пациента - до 65 лет;
- удовлетворительная плотность и качество костной ткани.

Цементное протезирование широко используется во всем

мире, составляя, по различным оценкам, от 75 до 94 % всех имплантируемых протезов. Однако абсолютными показаниями к использованию цементной фиксации протеза нужно считать:

- выраженный остеопороз с нарушением процессов ремоделирования костной ткани (порозная кость не в состоянии обеспечить прочную фиксацию протеза, что приводит к асептическому расшатыванию);

- пожилой и старческий возраст с необходимостью ранней активизации пациентов и нагрузки на оперированную конечность;

- несоответствие формы имплантата и поверхности вертлужной или бедренной костей;

- кратность повторного вмешательства.

Как цементное, так и бесцементное крепление имплантата в организме предусматривает строгое соблюдение технологии процесса, ибо только в этом случае обеспечивается прочность фиксации и «выживаемость» протеза. При этом многолетние исследования показали, что ключевой проблемой является качество и технология обработки кости при подготовке костного ложа. Именно этот параметр оперативного вмешательства является во многом определяющим для профилактики таких грозных осложнений как ранние и поздние нагноения, операционные и эксплуатационные переломы кости и элементов протезов, вторичное асептическое расшатывание.

Согласно концепции современных цементных технологий процедура подготовки костного ложа должна включать в себя следующие этапы:

- 1) хирургическое изменение костной анатомии оперируемого сустава:

- трансформация геометрии канала бедренной кости;
- резекция головки и опил шейки бедра;
- удаление хондрального слоя вертлужной впадины;

ведения остеотомии. Воздействие также осуществляется инструментом-волноводом типа «прямой торец» при тех же параметрах и по той же методике.

5.2 Технология установки тазового компонента эндопротеза

Первичная, или грубая подготовка вертлужной впадины к цементированию включает в себя удаление хондрального и, частично, субхондрального слоя впадины. Для этого специальными фрезами удаляют суставной хрящ и склерозированную кость со стенок и дна вертлужной впадины. После обработки вертлужной впадины фрезами проводят ультразвуковой контактный гемостаз, в том числе в точке выхода круглой связки из дна впадины. Воздействие осуществляется по описанной выше методике по указанным параметрам с помощью того же волновода инструмента типа «прямой торец». После обработки вертлужной впадины для качественной цементной фиксации тазового компонента формируют отверстия диаметром 6 мм в стенках впадины (не менее четырёх). При этом используют ультразвуковой волновод-инструмент типа «полукруглое долото», рабочий конец которого устанавливается в место формирования отверстия в дне вертлужной впадины, включается ультразвук при осевом прижатии с силой в от 5 до 10 Н. В течение 3 - 5 с производится ультразвуковая прошивка на глубину до 10 мм. Формируются круглые отверстия с ровными краями и стенками, точно соответствующие диаметру используемого волновода-инструмента. Использование ультразвукового воздействия вместо пробойника для формирования отверстий в вертлужной впадине позволяет снизить операционную травматизацию окружающих тканей, обеспечивает очень точное и дозированное формирование отверстий, одновременно производя в них гемостаз. Далее, по ходу операции, вертлужная впадина промывается физиологическим раствором или 3 % раствором пере-

Предоперационная подготовка аппарата к работе (согласно соответствующему разделу паспорта на аппарат) заключается в подключении его к сети и стерилизации волноводов-инструментов.

5.1 Хирургический доступ к тазобедренному суставу

Начальный этап оперативного вмешательства заключается в хирургическом доступе к тазобедренному суставу. Доступ осуществляется путем рассечения кожи и подкожной клетчатки, вскрытия фасции, ротации бедра и выведения головки в рану. Тип доступа не имеет принципиального значения. На данном этапе для обеспечения гемостаза используется ультразвуковой волновод-инструмент типа «прямой торец». Торец волновода-инструмента с усилием от 0,3 до 0,6 Н прижимается к месту расположения кровотока сосуда, включается ультразвук нажатием кнопки акустического узла или педалью.

Гемостатическое воздействие осуществляется в течение 0,5 - 1,5 с при следующих параметрах: амплитуда колебаний рабочего торца волновода инструмента $A = 35 - 55$ мкм, частота колебаний 42 кГц. В основе гемостатического воздействия ультразвука лежат следующие факторы:

- термический эффект на торце волновода, обеспечивающий коагуляцию сосудов в области воздействия;
- гидроакустическое воздействие на форменные элементы крови, находящиеся в прилегающих к этой зоне сосудах, приводящее к их частичному разрушению, выходу в сосудистое русло и активации свёртывающих факторов крови.

Следующим этапом операции является остеотомия шейки бедренной кости для резекции головки бедра, проводимая при помощи осцилляторной пилы. На данном этапе ультразвуковое воздействие используется для контактного гемостаза губчатой кости после про-

2) первичная, или «грубая» обработка костных поверхностей:

- рассверливание вертлужной впадины с удалением хрящевых и соединительно-тканых фрагментов вплоть до субхондрального слоя костей;

- окончательная подготовка канала для установки бедренного компонента;

- создание антиротационных цементных отверстий в дне вертлужной впадины при цементном протезировании.

3) вторичная или «тонкая» технологическая подготовка костной поверхности к протезированию и цементированию:

- чистка костной поверхности от костных и иных фрагментов;
- поверхностный гемостаз;
- удаление жидкости с поверхности кости перед цементированием – «сушка поверхности»;

- оптимизация биоэлектрических характеристик костной поверхности;

- оптимизация процесса полимеризации и защита организма от поступления в кровь цементных фракций;

- локальное снижение внутрикостного давления;

Первым двум этапам обработки кости фирмами-изготовителями уделяется серьёзное значение. Имеются прекрасные инструментальные наборы, а также методы контроля качества подготовительных работ.

К сожалению, третий, очень важный на наш взгляд, технологический этап реализуется недостаточно эффективно. Разработанные сегодня способы вторичной подготовки поверхности костного ложа к цементному протезированию включают:

- систему «пульс - лаваж», или промывание пульсирующей струёй;

- специальные наборы нейлоновых щёток для удаления микро-

фрагментов кости и тканей с поверхности костного ложа после первичной обработки;

- гомогенную технику нанесения цемента на поверхность кости (шприц – подача).

Эти мероприятия не обеспечивают адекватной подготовки костного ложа, поскольку позволяют решить только небольшую часть перечисленных выше задач вторичной подготовки костной поверхности.

В целом же количество осложнений эндопротезирования, в том числе цементного, остается значительным. Общемировой абсолютный рост осложнений, к сожалению, пропорционален динамике роста числа ежегодно выполненных операций эндопротезирования.

Отдельной и сложной проблемой остается ревизионное эндопротезирование. Поводом к этим, явно нежелательным для пациента и хирурга вмешательствам, служит наличие осложнений, и, прежде всего асептическое расшатывание. В большинстве случаев повторное протезирование является сложной, травматичной операцией. А поскольку сегодня большинство первичных операций выполняется по цементной технологии, то и удаление элементов несостоятельного протеза предусматривает удаление костного цемента из ложа, в том числе из трудно доступных мест костномозгового канала и вертлужного ложа. Главной задачей в этом случае является максимальное сохранение имеющихся костных структур, что чрезвычайно затруднено при использовании традиционного набора инструмента, включающего молоток и набор долот. Использование хирургического ультразвукового аппарата типа «Ярус» позволяет:

- свести на нет угрозу операционного разрушения кости;
- устранить необходимость создания перфорационных отверстий в кортикальном слое бедренной кости для удаления цемента;
- сократить время удаления цемента;

этом случае для извлечения ножки протеза используют волноводы «прямой остеотом» (Т3) или «полукруглое долото» (Т1), торец которого помещается к верхнему полюсу ножки протеза, в области большого вертела. После этого проводится ультразвуковая фрагментация цементной мантии и извлечение бедренного компонента. С помощью волноводов «прямой остеотом» или «полукруглое долото» остатки цемента удаляются из костномозгового канала. При этом отпадает необходимость в создании перфорационного окна в стенке бедренной кости для удаления костного цемента из глубины. После удаления цемента проводится ультразвуковая чистка канала по описанной выше технологии, и канал готов к повторному цементированию.

Фрагментация и удаление цемента производится при следующих условиях:

- частота ультразвуковых колебаний – 42 кГц;
- интенсивность – до 800 Вт/см²
- время воздействия в одно касание – 3-5 с.

5 ПЕРВИЧНОЕ ЦЕМЕНТНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ТАЗОВЕДРЕННОГО СУСТАВА НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Представленный способ цементного протезирования, включающий в себя использование ультразвуковых технологий, позволяет:

- 1) сократить продолжительность оперативного вмешательства;
- 2) снизить количество послеоперационных осложнений и, прежде всего:

- ранние и поздние инфекционные;
- асептическое расшатывание;

- 3) сократить средние сроки пребывания больных в стационаре.

Частота колебаний - 42 кГц.

Интенсивность воздействия - 500 Вт/см².

4.1.6 Удаление костного цемента

При ревизионном протезировании сложной технологической задачей является удаление костного цемента из труднодоступных участков (костномозговой канал на глубине более 4-5 см, отверстия в дне вертлужной впадине и так далее) При этом успех процесса в значительной степени зависит от правильного выбора волновода - инструмента.

Извлечение вертлужного компонента цементного протеза проводится волноводами инструментами типа «прямой остеотом» (Т3) и «полукруглое долото» (Т1). Выбранный по форме и размеру волновод-инструмент вводится рядом с тазовым компонентом протеза в костный цемент, который под действием ультразвука плавится с деструкцией, приобретая жидкую консистенцию. В этот момент фиксация протеза ослабевает, прочность цементной мантии снижается, нарушается сцепление мантии с костью, и протез удаляется из своего ложа. Важным моментом является необходимость постоянной ирригации поверхности цемента растворами, поскольку это устраняет возможность местного перегрева. Далее теми же инструментами остатки цемента фрагментируются, после чего удаляются из дна вертлужной впадины обычным инструментарием (кусачки Люэра, долота и так далее). Для удаления цемента из антиротационных отверстий в дне вертлужной впадины используется волновод-инструмент типа «полукруглое долото» (Т1). После прохождения этим волноводом отверстий в дне впадины цемент свободно извлекается из них зажимами Кохера.

Применение ультразвуковых технологий при удалении бедренного компонента эндопротеза ограничено, и возможно только при наличии достаточно выраженной мантии, слоем не менее 2-3 мм. В

- сократить длительность операции;
- уменьшить операционную кровопотерю.

Таким образом, проблемы тотального, в том числе цементного протезирования крупных суставов остаются важными и актуальными. Успешное решение проблем осложнений и их лечения возможно при использовании всех имеющихся в арсенале хирургов методов профилактики, в том числе физического воздействия с использованием низкочастотного ультразвука.

Ультразвуковые технологии в современном цементном протезировании

Среди задач, решаемых в процессе операции при условии работы с ультразвуковыми аппаратами, можно выделить:

- 1) ультразвуковую чистку поверхности костного ложа и технологических отверстий перед цементированием;
- 2) ультразвуковую высокоточную обработку кости (прошивку отверстий в дне впадины, проксимальном отделе бедра и так далее)
- 3) профилактическое насыщение толщи губчатой кости растворами антибиотиков или антисептиков;
- 4) создание защитного аэрогидродинамического приповерхностного слоя в губчатой кости;
- 5) ультразвуковой гемостаз;
- 6) контактное локальное дренирование за счёт обратного ультразвукового капиллярного эффекта с ультразвуковой сушкой;
- 7) нормализацию биоэлектрических характеристик поверхности кости;
- 8) удаление костного цемента при ревизионном протезировании.

Решение перечисленных задач выводит технологию эндопротезирования на качественно новый уровень, поэтому практическое

внедрение современных методов обработки костной ткани с использованием низкочастотного ультразвука при производстве операций тотального эндопротезирования является современной и актуальной задачей.

1 ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСНАЩЕНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХИРУРГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКА

Использование низкочастотного ультразвука в процессе ортопедической операции подразумевает как гидроакустическое воздействие в жидкой среде лечебного назначения, так и хирургическое воздействие на костную, соединительную ткань и костный цемент. Решение этой задачи потребовало создания нового ультразвукового аппарата, позволяющего решать поставленные задачи в режиме оптимальной нагрузки. Хирургический ультразвуковой аппарат «Ярус» способен решать поставленные задачи как в рабочем режиме, так и режиме максимальной интенсивности (амплитуды). Поэтому предназначенная для таких работ операционная должна соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, обеспечивающим безопасность пациента и персонала.

Помещение, где проводится хирургическое вмешательство, должно быть не менее 30 м². Также необходимо выделение дополнительной площади в предоперационной, где проводится послеоперационная обработка элементов аппарата, стерилизация и подготовка аппарата к работе. Стерилизация и дезинфекция инструмента и аппарата должны осуществляться химическим методом с использованием перекиси водорода. В процессе гидроакустического воздействия на лечебные растворы в ране происходит дисперсное распыление этого раствора в окружающем воздухе, поэтому при выпол-

- амплитуда УЗ-колебаний торца волновода-инструмента – от 35 до 55 мкм.

4.1.5 Ультразвуковая сушка поверхности

Использование как цементной, так и гибридной технологий крепления протеза в костях подразумевает применение акрилового полимера ПММА. Многочисленными работами доказано, что наряду с другими факторами, влияющими на прочность сцепления цемента с костью, важную роль играет влажность костной поверхности. Различные методы сушки поверхности (воздушным потоком), используемые, например, в стоматологии, неприменимы в ходе эндопротезирования. Ультразвуковая сушка обеспечивает удаление с костной поверхности крови и остатков раствора антисептиков или антибиотиков, а также экстракцию жидкого содержимого с глубины до 2–3 мм губчатой кости. Это обеспечивает относительное разряжение в поверхностных слоях кости. Все перечисленные компоненты значительно увеличивают прочность крепления цемента к кости.

По технологии сушка проводится после ультразвуковой чистки кости и насыщения её растворами антисептиков. Остатки раствора антисептика или антибиотика удаляются из вертлужной впадины или бедренного канала с применением вакуум-отсоса. После этого торец волновода помещается непосредственно на поверхность кости. Осуществляется контактное воздействие с непрерывным перемещением торца волновода по поверхности.

Для проведения ультразвуковой сушки костной поверхности используются волноводы типа «прямой торец» (Т2) или «скошенный торец» (Т4), а также волновод типа «грибок» («Т5»).

Расчётная скорость перемещения торца волновода по поверхности вертлужной впадины - от 0,005 до 0,01 м/с.

Время клинического воздействия - от 2 до 3 мин.

расстоянии 4-6 мм от поверхности кости, после чего подвергают поверхность УЗ-воздействию (рисунок 5) при следующих параметрах:

- частота УЗ-колебаний – 42 кГц;

- амплитуда УЗ-колебаний торца волновода-инструмента – от 35 до 55 мкм;

- время воздействия:

- а) 2-3 мин для вертлужной впадины;

- б) 3-5 мин для бедренного канала.

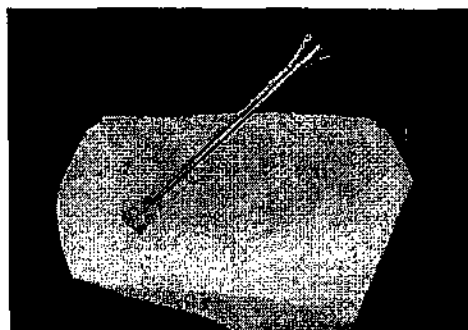


Рисунок 5

4.1.4 Ультразвуковой гемостаз

Проблема остановки кровотечения из губчатой кости остаётся до настоящего времени нерешённой. Обычная электрокоагуляция в данной ситуации оказывается неэффективной, поскольку сосуды не спадаются и после коагуляции кровотечение, иногда, продолжается с удвоенной силой. Использование различных пломбирующих материалов (воск, тромбопласт) в условиях цементного протезирования невозможно, поскольку наличие такого материала существенно снижает сцепление цемента с поверхностью кости, делает невозможным проникновение цемента в костные балки - «интерфейс». Использование ультразвукового гемостаза позволяет добиться остановки кровотечения из сосудов гаверсовых каналов кости, сохраняя необходимые свойства костной поверхности для цементирования.

При проведении ультразвукового гемостаза торец волновода («Г2», «Т4») помещают на поверхность кости, в область кровотечения, после чего осуществляют контактное воздействие в течение 2-5 с при условиях:

- частота УЗ-колебаний – 42 кГц;

нении операции в дополнение к имеющемуся в операционной объёму воздуха желательное обеспечение принудительного воздухообмена ламинарным потоком воздуха через стерильные фильтры и вентиляционные системы.

Освещение операционной стандартное.

Поскольку при работе с ультразвуковыми аппаратами происходит распыление части дисперсной биологической смеси лекарственного вещества и раневого содержимого (кровь, лимфа, гной) в окружающую атмосферу, важное значение должно придаваться работе ультрафиолетовых облучателей операционной в послеоперационном периоде. Стандартный режим является достаточным для дезинфекции помещения, однако при длительной или многократной работе время дезинфекции необходимо увеличивать на 20 %.

Для работы с хирургическим ультразвуковыми аппаратами операционная должна оснащаться стационарным столиком для размещения ультразвукового генератора, а также специальным передвижным стерильным хирургическим столиком для размещения акустического узла, набора волноводов-инструментов и ключей для смены волноводов. Оба столика размещаются рядом с операционным столом. Столик с генератором располагается произвольно, тогда как столик с излучателем и инструментами располагается справа от хирурга, на расстоянии 60 – 80 см от операционного стола, ближе к его головному концу. При таком взаиморасположении длина провода от генератора к излучателю позволяет работать излучателем в любом удобном положении.

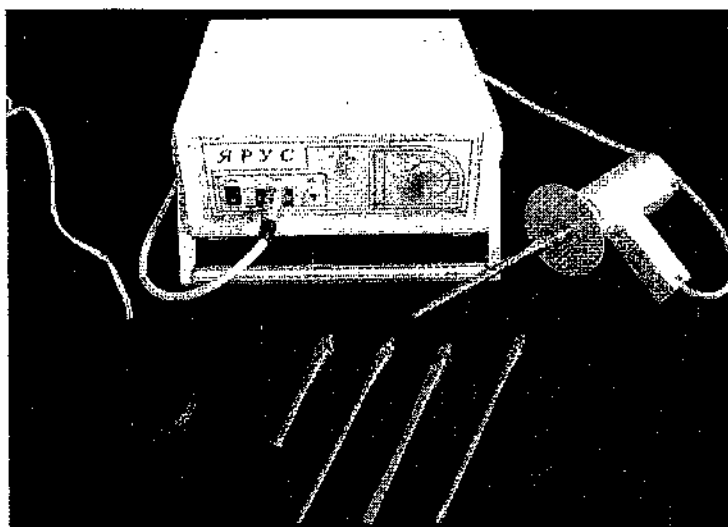
Стерильная одежда медицинского персонала не требует дополнительных элементов, однако, для предотвращения попадания в глаза биологической смеси из раны необходимо оснащение хирургической бригады комплектом хирургических (или стоматологических) защитных очков.

Волноводы-инструменты устойчивы к дезинфекции, предстерилизационной очистке и стерилизации согласно МУ-287-113, химическим методом с использованием перекиси водорода.

Дезинфекцию наружных поверхностей ультразвукового генератора, соединительного кабеля и акустического узла проводят согласно МУ-287-113 химическим методом с использованием перекиси водорода.

Аппарат ультразвуковой «Ярус» (рисунок 1) состоит из ультразвукового генератора, акустического узла и волноводов для обработки раневой поверхности и костей. Для решения задач при выполнении эндопротезирования были разработаны волноводы – инструменты типа «прямое долото», «полукруглое долото», «скошенный торец», «прямой торец», «грибок», педаль для дистанционного включения АКУ (акустического узла).

Рисунок 1



Ультразвуковой генератор (далее УЗ-генератор, рисунок 1) -

4.1.3 Ультразвуковая профилактика раневой инфекции

Сегодня доказана роль инфекционного компонента в морфогенезе коксартроза, ревматоидного артрита и ряда других ортопедических заболеваний, в конечном итоге приводящих пациента к эндопротезированию. С другой стороны, угроза возникновения ближайших и отдалённых послеоперационных осложнений основана, прежде всего, на возможности проникновения инфекции в рану. Поэтому вопросы борьбы с уже имеющейся, либо попадающей в рану извне, в момент операции, инфекцией особенно остро стоят перед ортопедами. Общепринятым методом профилактики осложнений является пред- или интраоперационное использование антибиотиков широкого спектра действия (цефалоспорины второго-третьего поколения). Тем не менее, процент инфекционных послеоперационных осложнений, по статистике, остаётся значительным, даже в развитых странах достигая 10 %.

Дополнительным методом профилактики инфекционных осложнений является ультразвуковая санация раны. При этом ультразвуковая обработка обеспечивает санацию как на поверхности, так и в глубине губчатой кости.

Во время операции после общепринятых хирургических методов обычного промывания раны растворами антисептиков, для воздействия на патогенную микрофлору на поверхности и в глубине губчатой кости, удаления микроорганизмов вместе с детритом и некротическими массами используют ультразвуковую обработку через промежуточные лекарственные растворы.

С этой целью естественные анатомические или вновь созданные углубления в костях заполняются раствором антисептиков (фурациллин, водный хлоргексидин) или антибиотиков, после чего волновод - инструмент «Т2» «прямой торец» или «Т4» «скошенный торец» диаметром от 6 до 7 мм погружают в раствор, помещая его на

мы. Применительно к ортопедическим операциям это условие может определяться требованиями:

- получения ровных отверстий правильной формы без использования вращающихся элементов;
- достижения гемостатического эффекта в кости;
- максимального снижения травматизма.

Ультразвуковая обработка кости необходима при подготовке к цементированию вертлужной впадины, а конкретно - деротационных отверстий, когда необходима точность и правильность формы отверстий при цементировании.

Традиционно применяемый способ с использованием специальных пробойников представляет угрозу получения переломов вертлужной впадины, сверление отверстий не исключает перфораций. Имеющийся в наборе волновод – инструмент «Т1» типа «полукруглое долото» диаметром 6 мм позволяет достаточно быстро и мало-травматично для окружающих тканей выполнить необходимое число отверстий в дне вертлужной впадины. Для этого торец волновода помещается в точку предполагаемого отверстия, после чего производится плавное вращение пистолета-излучателя вдоль оси волновода (рисунок 4) при условиях работы:

- амплитуда УЗ-колебаний торца волновода-инструмента – от 35 до 55 мкм;
- длительность воздействия – 10-12 с на 1 см².

Глубину погружения торца волновода в кость (до 10 мм) определяют ограничительные линии на боковой поверхности ультразвукового инструмента. После окончания воздействия оставшийся фрагмент кости удаляется из отверстия.

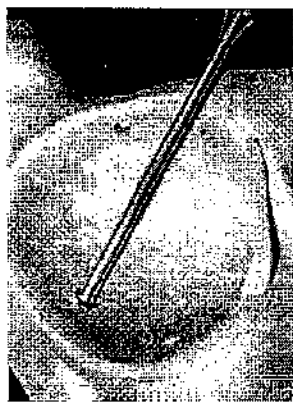


Рисунок 4

предназначен для преобразования электроэнергии бытовой сети (50 Гц и 220 В) в электроэнергию ультразвуковой частоты необходимой мощности. УЗ-генератором обеспечивается амплитуда УЗ-колебаний различных волноводов-инструментов в момент резонанса от 15 до 50 мкм при частоте УЗ-колебаний ($42 \pm 2,0$) кГц.

Акустический узел (далее АКУ) – предназначен для преобразования электрических колебаний частотой 42 кГц в механические, их усиления и дальнейшей передачи через присоединённый волновод – инструмент в зону озвучивания. Акустический узел представляет из себя пьезокерамический преобразователь электрических колебаний в механические (рисунок 2), к которому присоединён экспоненциальный или коническо-цилиндрический концентратор. В

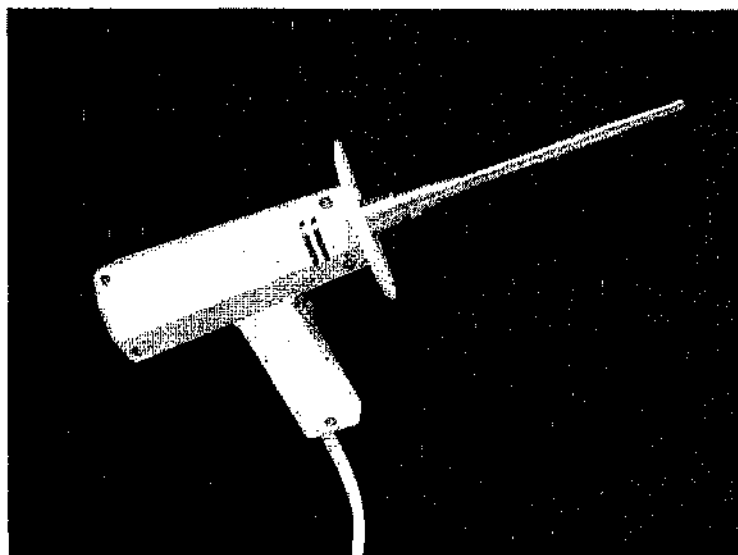


Рисунок 2 - Акустический узел аппарата «Ярус»

корпусе АКУ встроены кабель с разъёмом для его подключения к генератору, переключатель для включения и выключения его в процессе озвучивания биообъекта и вентилятор для обдува излучателя.

К концентратору АКУ через шпильку присоединяют сменные волноводы – инструменты, форма излучающих рабочих торцов которых соответствует технологическому назначению в ходе обработки тканей. АКУ работает в резонансном режиме всей акустической системы.

Набор волноводов-инструментов изготовлен из титановых сплавов марки ВТ3-1, ВТ-5, и предназначен для передачи УЗ колебаний непосредственно в зону технологического воздействия при осуществлении процесса лечения.

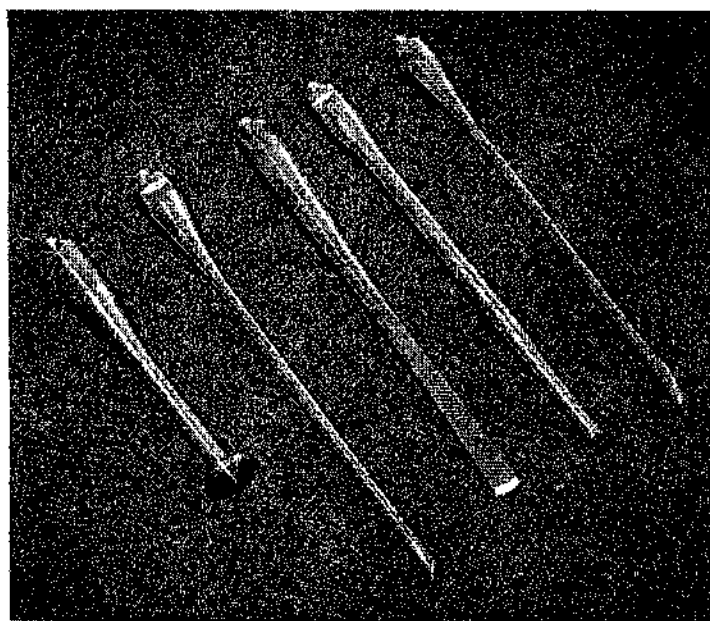


Рисунок 3 - Волноводы-инструменты

- волновод – инструмент «Т1» («полукруглое долото») - представляет собой двухполуволновой цилиндрический стержень (диаметр 6 мм), на конце которого выполнена сегментарная радиусная

костях (вертлужная впадина, костномозговой канал), или вновь созданные (отверстия в дне вертлужной впадины) заполняются стерильным нейтральным раствором (физиологический раствор), либо раствором антисептиков (фурацилин, водный хлоргексидин), после чего волновод-инструмент погружают в раствор, обязательно достигая контакта торца волновода с дном обрабатываемого анатомического углубления (поверхность озвучиваемой кости) (рисунок 3).

Для ультразвуковой чистки используются волноводы типа «Т2» или «Т4». Ультразвуковая чистка проводится путём перемещения рабочего торца волновода непосредственно по поверхности кости, либо на расстоянии не более 1-2 мм от поверхности при следующих акустических и технологических параметрах:

- частота УЗ-колебаний – 42 кГц;
- амплитуда УЗ-колебаний торца волновода-инструмента – от 36 до 55 мкм;
- длительность воздействия – 2-3 с на 1 см².

Для достижения достаточной чистоты цементируемой костной поверхности необходима двукратная ультразвуковая промывка (чистка). После первого промывания отработанный раствор удаляется электроотсосом, производится вакуумирование костной поверхности, затем цикл повторяется.

4.1.2 Ультразвуковая костная хирургия в эндопротезировании

Использование ультразвука для обработки кости обосновано только в тех случаях, когда другие методы обработки непримени-

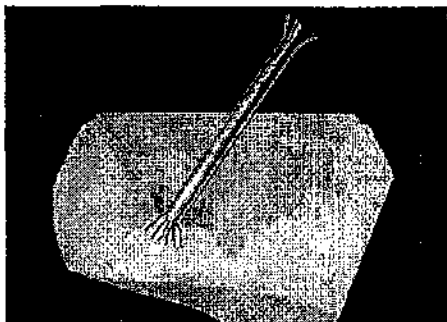


Рисунок 3

ния, что и высокочастотный ультразвук, поскольку обладает аналогичным действием на организм человека.

Поскольку операции тотального эндопротезирования проводятся под наркозом или перидуральной анестезией, для использования ультразвуковой технологии выделены следующие противопоказания:

- 1) гипертоническая болезнь, стадия III;
- 2) злокачественные образования любой локализации;
- 3) тяжёлые нейроэндокринные нарушения (гипоталамические кризы);
- 4) нарушение свёртывающей системы крови.

4 УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦЕМЕНТНОМ ПРОТЕЗИРОВАНИИ

С помощью ультразвукового аппарата «Ярус» могут быть проведены операции:

- 1) цементного и гибридного эндопротезирования тазобедренного сустава;
- 2) бесцементного эндопротезирования тазобедренного сустава;
- 3) эндопротезирования коленного сустава;
- 4) эндопротезирования плечевого сустава.

4.1 Технологические аспекты ультразвукового цементного эндопротезирования тазобедренного сустава.

4.1.1 Ультразвуковая чистка.

Во время операции, после обработки костного ложа рашпилем и промывания растворами антисептиков, для удаления с поверхности костного ложа костной стружки, остатков соединительной ткани, сгустков крови, используют ультразвуковую чистку костной поверхности. С этой целью естественные анатомические углубления в

заточка на $1/2$ радиуса торца волновода. Предназначен для обработки и удаления с поверхности кости нежизнеспособных участков, удаления цемента из костномозгового канала;

- волновод – инструмент «Т2» («прямой торец») - представляет собой двухполуволновой цилиндрический стержень длиной 185 мм с круглым рабочим окончанием диаметром 7 мм под углом 90° к оси волновода. Применяется для ультразвукового контактного гемостаза в ране (мягкие ткани и кость), чистки поверхности костного ложа вертлужной впадины и внутреннего канала бедренного компонента перед цементированием, ультразвуковой сушки поверхности кости перед цементированием;

- волновод – инструмент «Т3» («прямой остеотом») - представляет собой двухполуволновой цилиндрический стержень (диаметром 9 мм), конец которого заточен с двух сторон в одной плоскости до получения торца типа «долото». Предназначен для обработки поверхности кости и удаления костного цемента из костномозгового канала и из вертлужной впадины;

- волновод - инструмент «Т4» («скошенный торец») - представляет собой двухполуволновой цилиндрический стержень (диаметр 6 мм) с круглым рабочим окончанием, скошенным с одной стороны под углом 45° к оси волновода. Применяется для ультразвуковой чистки поверхности костного ложа перед цементированием и насыщения поверхности губчатой кости во внутренних полостях (костномозговой канал бедренной кости) антисептиками;

- волновод – инструмент «Т5» («грибок») - представляет собой однополуволновой цилиндрический стержень с развитым рабочим окончанием грибообразной формы. Предназначен для обработки мышечной ткани, позволяет увеличить скорость и качество обработки раневых и костных поверхностей относительно большой площади.

2 ПОДГОТОВКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО АППАРАТА К РАБОТЕ

Подготовка УЗ аппарата «Ярус» к работе осуществляется согласно соответствующему разделу паспорта на аппарат.

3 ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НИЗКОЧАСТОТНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КРУПНЫХ СУСТАВОВ

Применение низкочастотного ультразвука при ортопедических операциях и, цементном эндопротезировании в частности, основано на гидроакустических свойствах высокоамплитудного ультразвука. При этом ультразвуковые колебания в жидкой и упругой среде (костной ткани) выполняют работу по очистке поверхности от несвязанных с ней фрагментов тканей, насыщению костной ткани антисептиками, сушке поверхности при цементировании и так далее. Поэтому использование ультразвуковой технологии эндопротезирования показано прежде всего при цементном или гибридном вариантах, когда качество фиксации протеза и его последующая стабильность в значительной мере зависят от степени чистоты и влажности костной поверхности при полимеризации метилметакрилового цемента в момент установки.

Интраоперационная ультразвуковая санация раны с антисептиками или антибиотиками обеспечивает высокоэффективное антибактериальное воздействие, что особенно важно при наличии хронических очагов инфекции в организме. Эти возможности ультразвука должны использоваться при любых технологических линиях эндопротезирования.

Другим важным свойством ультразвука является его способность вызывать деполимеризацию костного цемента, его переход в момент контакта с торцом волновода в текучее состояние. При этом последующее возвращение метилметакрилата в твёрдое состояние сопровождается резким падением его прочностных свойств, а также прочности сцепления цемента с поверхностью кости. В этом случае использование особых возможностей ультразвука значительно упрощает процесс удаления цемента из труднодоступных мест, например бедренного канала, при ревизионном протезировании.

В целом, максимальный положительный эффект использования ультразвука достигается при следующих условиях:

- угроза возникновения инфекционных осложнений либо наличие хронического очага инфекции в ране (при ревизионном протезировании);
- наличие выраженного остеопороза с прогрессирующим разрушением костной массы в случае грубой обработки или сверления;
- наличие высокой степени склерозирования кости, что вызывает значительное «загрязнение» костного ложа свободными фрагментами после первичной обработки и перед цементированием;
- прогнозируемая повышенная удельная нагрузка на 1 см² поверхности кости после установки протеза при наличии исходного дефекта костного ложа более 10 % от необходимой площади (как при первичном, так и ревизионном протезировании);
- повышенная кровоточивость кости;
- использование низковязкого цемента, требующего высокой степени «интерфейса» в межбалочные пространства губчатой кости;
- необходимость удаления костного цемента при ревизионном эндопротезировании.

Низкочастотный ультразвук имеет те же общие противопоказа-

Приобретен _____
(дата, подпись и штамп

_____ торгующей организации)

Введен в эксплуатацию _____
(дата, подпись)

Принят на гарантийное обслуживание ремонтным
предприятием _____

города _____

Подпись и печать руководителя
ремонтного предприятия

Подпись и печать руководителя
учреждения владельца