

Николай
Дзеранов

заместитель
руководителя
НИИ урологии
по научной работе, д.м.н.,
профессор



Современные литотриптеры для дистанционной литотрипсии мочевого камня

Мочекаменная болезнь (МКБ) является самым распространенным урологическим заболеванием, с проявлениями которого в течение жизни сталкиваются 5–15% жителей России, в зависимости от места проживания и образа жизни. До начала 80-х годов прошлого столетия большинство случаев МКБ требовало выполнения различных традиционных оперативных вмешательств, что приводило к длительным срокам временной нетрудоспособности, а иногда к стойкой потере трудоспособности больными.

Дистанционная литотрипсия (ДЛТ) была впервые применена для лечения мочекаменной болезни в феврале 1980 года в Мюнхене, Германия. В течение последующих 25 лет литотрипсия стала методом выбора при лечении МКБ с локализацией конкрементов в почке и мочеточнике. Всего 75% больных с мочекаменной болезнью могут быть подвергнуты ДЛТ и 80% из них будут полностью избавлены от камней, в то время как 25% случаев потребуют применения малоинвазивных эндоскопических методов лечения. Традиционная хирургия в лечении МКБ в настоящее время применяется крайне редко.

Эффективность дистанционной литотрипсии зависит от правильного отбора пациентов для первичного применения этого метода, опыта врача, осуществляющего литотрипсию, и типа используемого литотриптера. Средний срок службы экстракорпорального литотриптера составляет от 5 до 10 лет в зависимости от конструкции и условий эксплуатации. Необходимость замены литотриптера также может быть связана с его моральным и технологическим устареванием. Таким образом, перед руководителями здравоохранения и специалистами часто встает вопрос выбора модели литотриптера. В данной работе мы рассмотрим основные типы представленных на рынке литотриптеров, их технические, клинические и экономические характеристики.

КЛАССИФИКАЦИЯ

Универсальность

К универсальным литотриптерам относят такие модели, на которых можно кроме

сеанса ДЛТ выполнять также вспомогательные лечебно-диагностические манипуляции (пункционная нефростомия, трансуретральная и перкутанная эндохирургия, ТУР, катеризация мочеточников, установка стентов и др.).

Характеристики ударно-волновых генераторов

В настоящее время в литотриптерах используются 3 основных способа генерации ударной волны, являющейся фактором разрушения камней:

- электрогидравлический (искрогидравлический);
- электромагнитный;
- пьезоэлектрический.

Каждый из способов имеет свои преимущества и недостатки.

Электрогидравлический способ обладает самым простым по конструкции генератором ударных волн, что делает генератор недорогим в производстве и удешевляет литотриптер в целом. Метод также позволяет за счет изменения характеристик электрической искры и расстояния между электродами изменять длительность импульса и поперечный размер фокального пятна, что позволяет выбирать наиболее оптимальные и наименее травматичные режимы при различных клинических формах МКБ у взрослых и детей. Другим преимуществом этого типа литотриптеров является сравнительно малая продолжительность импульса и величина отрицательной фазы ударной волны.

Недостатками являются:

- быстрый износ электродов (1 электрод – 1 камень), что значительно повышает эксплуатационные расходы;
- неравномерный износ электродов, а также наличие продуктов износа электродов в искровом зазоре приводит к значительным колебаниям формы искры, а значит длительности и энергии ударной волны, размеров фокуса. По литературным данным, различие в характеристиках следующих друг за другом ударных волн может достигать 40%. Это ведет к непредсказуемому эффекту от литотрипсии, включая вероятность

повреждения мягких тканей за счет эффекта кавитации;

- высокая шумность генерации ударной волны, что требует применения средств защиты слуха;
- сильное электромагнитное поле, создаваемое этим типом литотриптеров, представляет опасность для пациентов с нарушениями сердечного ритма и искусственными водителями ритма сердца, что требует обязательного контроля ЭКГ при проведении ЭУВЛ.

Электромагнитный способ обладает пониженным уровнем шума в сравнении с электрогидравлическим, но поперечный размер пучка в фокусе на используемых зарубежных аппаратах практически не поддается регулировке.

При электромагнитном способе фокусировка осуществляется либо акустической линзой (излучатель – плоская катушка с мембраной), либо параболическим рефлектором (излучатель – цилиндрическая катушка с мембраной).

Недостатками электромагнитного способа являются потребность замены более дорогостоящей мембраны с катушкой (индуктора) через 12–24 месяца эксплуатации и генератора – через 2–3 года эксплуатации, а также ограниченные возможности мелкодисперсного дробления крупных конкрементов в почке. Также требуется ЭКГ-мониторинг, как и при электрогидравлическом способе генерации ударной волны.

Пьезоэлектрический способ также относится к "бесшумным", реализует фокусировку сферическим рефлектором, на поверхности которого размещено 3 тыс. пьезоэлектрических кристаллов, непосредственно излучающих ударно-волновой импульс. Короткий, мощный и одномоментный разряд, подающийся на все пьезокристаллы, направляет суммарную энергию всех импульсов в одну точку (фокусную). При этом методе сводится к минимуму эффект кавитации, который является основным фактором повреждения мягких тканей. В работах ряда отечественных авторов при проведенных исследованиях функционального состояния почек по-

казан наименьший повреждающий эффект пьезоэлектрических литотриптеров на паренхиму почек, что говорит о достаточно низкой агрессивности данного метода по сравнению с электромагнитным и электрогидравлическим принципами генерации ударной волны.

Производимая в настоящий момент модель Piezolith-3000 обладает двухслойным пьезоэлектрическим источником ударных волн с 3 тыс. пьезокристаллами, что делает источник ударных волн максимально долговечным, мощным и стабильным.

ударно-волновой "пучок", тем меньше энергии действует вне фокальной зоны, что доказано при клинических испытаниях Piezolith-2500 в России. Именно этот факт позволил проводить сеанс ЭУВЛ без наркоза и широко применять литотриптеры с пьезокерамическим источником ударных волн для амбулаторной формы проведения литотрипсии у пациентов с неосложненными камнями до 1,5 см.

Характеристики терапевтического фокуса

Размеры фокуса – это зона, где осуществляется концентрация высокоамплитудного

ведения С-дугу с электронно-оптическим преобразователем (ЭОП), размещенным оппозитно к излучателю.

Однако Закон "О радиационной безопасности населения" возлагает на врачей все большую ответственность за дозовые нагрузки на пациента, поэтому современные литотриптеры оснащаются не только рентгеновским, но и ультразвуковым наведением.

Различия между С-дугами незначительны, поскольку практически все известные производители литотриптеров используют аппараты компаний одного сравнимого класса.

Современные ЭОП позволяют получать цифровые изображения превосходного качества, как для диагностических, так и для лечебных целей.

Ультразвуковое наведение

В большинстве аппаратов УЗ-датчик наклонно расположен относительно продольной оси распространения ударно-волнового пучка вне источника терапии (out-line), а его ось проходит через терапевтический фокус (фирмы "Дорнье", "Сименс", литотриптеры изра-



Рабочая дистанция (глубина проникновения ударной волны)

Под рабочей дистанцией понимается расстояние от источника излучателя ударно-волновых импульсов до терапевтического фокуса, то есть насколько "глубоко" от поверхности тела может "проникнуть" ударно-волновой импульс.

Это очень существенная характеристика для лечения тучных больных и при дроблении камней верхней трети мочеточника, когда ДЛТ является "методом выбора".

Малой рабочей дистанцией считают генераторы 130–140 мм, средней – 145–155 мм, большой – 160–170 мм.

Размер рефлектора

Это один из существенных параметров, от которого зависят качество дробления, болевые ощущения и эффективность передачи энергии ударно-волнового импульса в тело пациента. Размеры ударно-волновой головки можно отнести: к узким – диаметр 130–150 мм, средним – 150–185 мм, широким – 190–230 мм и сверхшироким – 300–400 мм. Чем шире

импульсного давления порядка 30–110 МПа и где непосредственно происходит разрушение камня.

Размер камня должен приближаться к размеру фокального пятна, тогда и происходит полноценное мелкодисперсное дробление. Поскольку в подавляющем большинстве литотриптеров ширина терапевтического фокуса составляет 6–25 мм, наиболее оптимальными для дистанционной литотрипсии являются камни 1,5–2 см.

Наиболее широким пучком обладают аппараты с электрогидравлическим способом (13–28 мм), далее электромагнитные аппараты (11–20 мм) и затем пьезоэлектрические аппараты (2,5–9 мм). Необходимо отметить: пьезоэлектрические литотриптеры последнего поколения имеют три программно изменяемых фокуса в диапазоне от 3 x 16 мм, 5 x 24 мм до 8 x 28 мм, что делает их достаточно универсальными.

Рентгеновское наведение

Подавляющее большинство производителей использует для рентгеновского на-

вильского и китайского производства). В аппаратах компаний Richard Wolf, "Шторц", "Эдап" ось УЗ-датчика совмещена с осью излучателя.

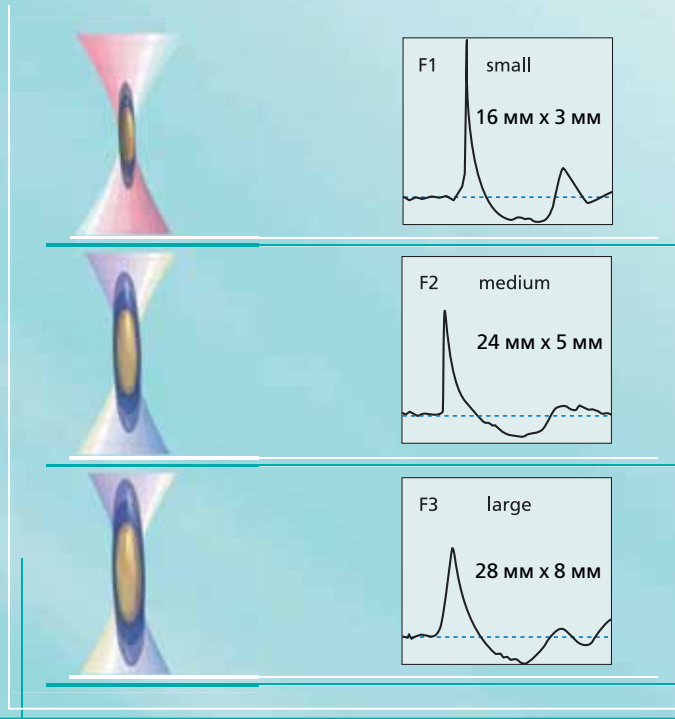
Тот или иной прием УЗ-наведения камня в терапевтический фокус имеет как преимущества, так и недостатки. Датчики, ось которых совмещена с осью источника ударных волн (in-Line), обладают лучшим качеством визуализации и точностью наведения, при этом ультразвуковой датчик смещается внутрь при проведении сеанса литотрипсии.

Таким образом, ДЛТ является на сегодняшний день наименее травматичным и эффективным методом для удаления мочевых камней, локализующихся в различных отделах мочевыводящих путей. Критериями выбора литотриптера являются малая травматичность, модульность конструкции с возможностью использования каждого модуля в отдельности, мобильность, простота в установке и обслуживании, долговечность, экономическая эффективность и отсутствие дорогих расходных материалов, необходимости обезболивания при проведении ДЛТ.

Развитие пьезотехнологий будущее ударно-волновой терапии

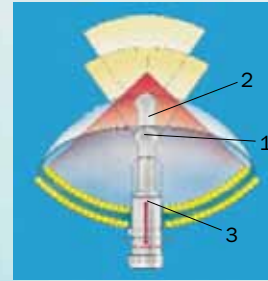
PiezoLith 3000 – экстракорпоральный литотриптер последнего поколения. Обладает возможностью изменения размера фокального пятна.

Источник ударных волн выполнен по двухслойной пьезотехнологии, что обеспечивает повышенную мощность и надежность.



Особенности импульса давления ударной волны:

- Исключительно большая амплитуда
- Короткое время нарастания
- Короткая длительность импульса



Двухслойный источник ударной волны со встроенным ультразвуковым наведением:

- Пьезоэлементы уровня 1
- Пьезоэлементы уровня 2
- Встроенное ультразвуковое наведение 3



При возбуждении высоковольтным импульсом, цилиндрические пьезоэлементы кратковременно расширяются на несколько микрометров по их продольной оси.

PiezoLith 3000 оснащен ультразвуковой и рентгеновской системой наведения, что обеспечивает высокую безопасность и эффективность.

PiezoLith 3000

