

Д. М. МАНСУРОВА

ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» МЗ РФ, Казань

Возможности электрокондуктивной литотрипсии у взрослых и детей

Мансурова Дина Муратовна

студент второго курса педиатрического факультета ФГБОУ

ВО «Казанский государственный медицинский университет» МЗ РФ

E-mail: mdm1994@mail.ru

D. M. MANSUROVA

FSBEI HE «Kazan state medical university» Ministry of health of the Russian Federation, Kazan

Possibilities of electro-conductive lithotripsy in adults and children

Dina M. Mansurova

a second year student of the pediatric faculty of the FSBEI HE «Kazan state medical university»

of Ministry of health of the Russian Federation

E-mail: mdm1994@mail.ru

Рисунок 1. Ультразвуковая freeline-навигация



Мочекаменная болезнь – полиэтиологическое заболевание, характеризующееся наличием камня или нескольких камней в почках и/или мочевых путях, встречается у 1-3% населения [1].

В последние десятилетия методы лечения мочекаменной болезни претерпели существенные изменения и стали менее травматичными. Этому способствовало внедрение различных эндоскопических пособий и модификаций литотрипсии.

В то же время накопленный опыт применения дистанционной литотрипсии выделил ряд вопросов, которые пока остаются без ответа. Например: какой из способов генерации ударной волны наиболее эффективен?

Важность выбора типа аппарата приобретает особое значение в детской практике в связи с ростом актуальности проблемы дистанционной литотрипсии в отечественной педиатрии [2, 3].

МКБ занимает ведущее место среди урологических заболеваний в детском возрасте иотягощается прогрессирующим течением с быстрым развитием осложнений. Ежегодное увеличение количества детей с мочекаменной

болезнью требует более раннего применения малоинвазивных технологий и выбора наиболее безопасного и эффективного типа литотрипсии для лечения данного многофакторного заболевания [4].

Существует четыре поколения литотриптеров:

- 1-е поколение (1980): электрогидравлические литотриптеры;
- 2-е поколение (1985-86): пьезоэлектрические и электромагнитные литотриптеры;
- 3-е поколение (1989): литотриптеры с двойным наведением;
- 4-е поколение (1994): электрокондуктивные литотриптеры [5].

Электрокондуктивный (ECL) способ образования ударной волны используется в литотриптерах последнего, 4-го поколения, он мало распространен в России. Ударная волна генерируется многообразным электродом, заполненным кондуктивной жидкостью, который погружен в сферу с водой [6, 7].

Существуют два типа преимуществ электрокондуктивных литотриптеров по сравнению с аппаратами предыдущих поколений:

- I. преимущества электрокондуктивной (ECL) технологии;
- II. преимущества, не связанные с электрокондуктивной технологией.

I. Преимущества электрокондуктивной (ECL) технологии:

– Образование стабильной однородной плазмы в фокусе F1 с минимальной дисперсией энергии. Ударная волна концентрируется строго на конкременте, что позволяет производить меньшее количество ударов, чем при использовании аппаратов предыдущих поколений [8].

– Высокая электроакустическая эффективность (малое время нарастания давления и большая длительность импульса давления) повышает результативность дробления, уменьшая время сеанса.

Рисунок 2. Электрокондуктивный литотриптер (вариабельный объем, минимальные размеры)

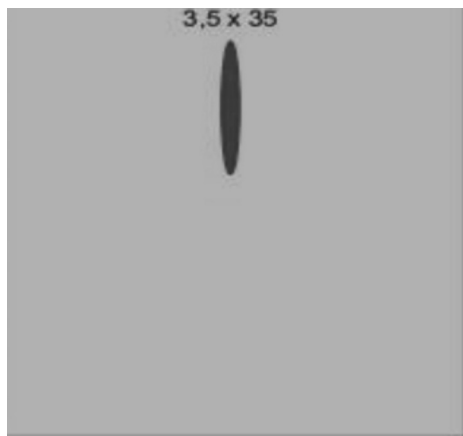


Рисунок 3. Электромагнитный литотриптер 1 (невариабельный объем, большой размер)



Рисунок 4. Электромагнитный литотриптер 2 (невариабельный объем, большой размер)



– Маленький фокальный объем (рис. 2) позволяет дробить конкремент, не повреждая окружающие ткани, в отличие от аппаратов предыдущих поколений.

– Плавная вариабельность фокального объема позволяет доктору постепенно увеличивать его размеры и адаптировать их точно под размеры конкремента. Вариабельность фокального объема позволяет воздействовать строго на камень, сводя до минимума возникновение постоперационных гематом и кровотечений, что труднодостижимо на аппаратах предыдущих поколений с фиксированным и невариабельным фокусом.

– Вариабельная глубина пенетрации ударной волны позволяет постепенно изменять расстояние между фокусом F2 и конкрементом для наилучшего нацеливания и успешно лечить не только стандартных пациентов, но также очень тучных и очень худых пациентов, включая, что важно, детей.

– Высокое давление ударной волны в фокусе F2 позволяет дробить камень «в мелкий песок».

Наибольшую распространенность среди всех камней имеют плотные оксалаты и фосфаты Са, брушиты и апатиты – 70–80 % [9, 10]. Данные плотные камни требуют высокоэнергетических режимов терапии, и только аппараты с высокими показателями давления в фокусе способны эффективно их дробить. Наоборот, использование аппаратов с низкими показателями давления в фокусе приводит к дополнительным вмешательствам после литотрипсии (дополнительная дистанционная или контактная литотрипсия, стентирование), что увеличивает экономические затраты [5].

– Большая разница пиковых давлений позволяет дробить особо плотные конкременты. Данный параметр – один из ключевых в литотрипсии. Генератор создает сфокусированные пучки микросекундных акустических импульсов с пиковым давлением в фокусе, превышающим 100 МПа [11]. Исследование распространения акустических сигналов в неоднородных средах показывает, что ударная волна представляет собой резкий скачок давления, приводящий к появлению сил сжатия, а действие ударной волны основано на эффекте кавитации, развивающейся на границе раздела сред. Кавитация в точках входа и выхода ударной волны приводит к эрозии, а действие сил сжатия, растяжения и сдвига – к трещинам, что ведет к разрушению конкремента. Чем выше разница пиковых давлений, тем больше выражены кавитация и разница сил сжатия и растяжения, и, как следствие, происходит более быстрая и тонкая фрагментация.

– Большой диапазон уровней давления (100 шагов) с регулировкой шага повышения давления в 1 %, что поз-

воляет постепенно увеличивать энергию с минимальным инкрементом для комфортного и безболезненного лечения пациента (в ряде случаев без анестезии), что снижает трудозатраты анестезиологической бригады.

Совокупность преимуществ ECL-технологии ведет к быстрой, безболезненной, высокой («в песок») фрагментации камней – 94 %. Для сравнения: на фрагментацию стандартного тестового камня 10 x 12 мм электрокондуктивный аппарат тратит на 20 % ударов и времени меньше, чем литотриптеры предыдущих поколений. БРВ ECL – 81,5 % (спустя 60 дней). Необходимость повторности сеансов ECL – 14 % [12].

Имея в арсенале ECL-технологии, врач уменьшает необходимость дополнительных вмешательств после сеанса (например, стентирования), стоимость нахождения пациента в стационаре, а также может активно использовать аппарат в амбулаторном режиме.

II. Преимущества, не связанные с электрокондуктивной технологией:

– Наличие 25 уровней частоты – для выбора оптимального режима дробления.

– Использование гидрофона для контроля давления в фокусе.

Известно, что любая биологическая или эффективная техническая система имеет реципрокную систему торможения и активации. Гидрофон электрокондуктивного аппарата, встроенный в лечебную сферу, измеряет в ней давление в реальных показателях МПа и сравнивает его с подаваемым при выборе энергетического режима напряжением в кВ. Специальная система автоматически увеличивает подаваемое напряжение согласно нелинейному графику зависимости напряжения от давления, если срок службы источника ударных волн приближается к своему лимиту и давление падает [8]. Данный подход принципиально отличается от контроля давления только по условному и приблизительноному техническому параметру в кВ, применяемый на литотриптерах предыдущих поколений. Наличие гидрофона позволяет эффективно управлять ходом сеанса, снижает возможность врачебной ошибки, позволяет доставлять оптимальную энергию волны в конкремент для безопасного его разрушения. Отсутствие контроля по реальному показателю в МПа, особенно когда ресурс источника начинает истекать, ведет к несоответствию выбранного энергетического режима и реального давления в фокусе, в результате камень остается практически интактным. Это приводит к многократным повторным сеансам, что увеличивает затраты клиники на лечение пациента.

– Тачскрин двойное онлайн-наведение одновременно как по УЗ-дисплею, так и по рентген-дисплею.

– Автоматическое наведение (производится в автоматическом режиме после прикосновения оператора к изображению камня на дисплеях).

– УЗ-визуализация камня с зондом в режиме free-line («свободная рука», рис. 1) – для достижения доктором наилучшего акустического окна и online-стереовидеотрекинга. Доктор может манипулировать незакрепленным УЗ-зондом во всех возможных плоскостях в диапазоне 0–360 градусов. Система стереовидеотрекинга позволяет в 3D-формате представить камень и фокальный объем в реальном режиме времени.

Учитывая, что рентгеногемативные камни имеют уратную природу и встречаются в 20% случаев, УЗ-визуализация в этом случае приобретает важное значение.

– Режим «3 в 1» – параллельное симультанное (одновременное) проведение дробления + УЗ-визуализации + рентгеновской визуализации. Нет необходимости приостанавливать дробление и переключаться на УЗ-визуализацию или на рентгеновскую визуализацию.

– Широкая апертура сферы – 290 мм – для проведения безболезненной процедуры.

– Большое фокусное расстояние – max 210 см – для лечения тучных пациентов.

В мире насчитывается не менее 165 миллионов взрослых и детей с ожирением [13], среди которых, по сравнению с людьми с нормальным весом, риск развития МКБ повышен на 11,2% [14].

– Современный урологический стол (макс. вес пациента 240 кг).

– Низкая доза Ro облучения С-дуги. Измерения рядом с работающей дугой не выявляют облучения, что безопасно для доктора и пациента (взрослого или ребенка).

Вышеперечисленные технические решения позволяют:

а) наводиться автоматически (тачскрин) на камни любых размеров, консистенции, локализации, состава (Р-положительные/негативные) параллельно по рентгену с малой дозой облучения или УЗ (зондом «свободная рука» без ограничений плоскостей и углов), адаптируя переменный фокальный объем под размер камня, адаптируя глубину проникновения ударной волны;

б) дробить конкременты «в песок» безболезненно, плавно меняя мощность и частоту, под УЗ-видеотрекингом сеанса (онлайн) и Ro-контролем (онлайн) с малой дозой облучения у самых «габаритных» (с ожирением) и «негабаритных» пациентов (включая детей).

Таким образом, используемые в электропроводимой дистанционной литотрипсии указанные научно-технические решения позволяют достигать высоких результатов лече-

ния МКБ у взрослых, детей и дают возможность решать широкий спектр задач при минимальных экономических затратах, что особенно важно в период активного формирования в России частно-государственной медицины.

Литература

1. Урология / Под ред. Ю. Г. Аляева. М.: «МИА», 2005. 305 с.
2. Трапезникова М. Ф., Дутов В. В. Возможности применения ДЛТ в лечении МКБ у детей / Мат. Пленума урологов. Тюмень, 2005. 530 с.
3. Зоркин С. Н, Акопян А. В. Дистанционная литотрипсия у детей. Лечащий Врач. 2013. № 1. 29 с.
4. Карпочева И. В. ДУВЛ в лечении МКБ у детей / Мат. Конгресса Национальной Палаты здоровья. Москва. 2017. 34 с.
5. Nomicos M. et al. Outcomes using a forth-generation lithotripter, BJI International, 2007. 23 p.
6. Smith's Textbook of Endourology. Wiley: Blackwell. 2012. 559 p.
7. Rasswelier J. J., Tailly G. G., Chaussy C. Progress in Lithotripter Technology. EAU Updates Series. 2005. № 3. Pp. 17–36.
8. Chaussy C., Haupt G., Jocham D., Köhrmann K. U., editors. Therapeutic energy applications in urology II. Standards and recent developments. New York: Thieme Stuttgart, 2010. 196 p.
9. Decoster M. et al. in: Urolithiasis: Comprehensive History, M. Moran, Springer Science, NY, 2014. 46 p.
10. Папаян А., Савенкова Н. Клиническая нефрология детского возраста. СПб.: Левша, 2008. 599 с.
11. Сапожников О. Мощные ультразвуковые пучки: диагностика источников, самовоздействие ударных волн и воздействие на среду при литотрипсии: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, физический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. Москва, 2008. 47 с.
12. Saltutti C. et al. Extracorporeal lithotripters: is there a gold standart? Congresso Nazionale AURO, Roma, IT, 2003. 76 p.
13. Branca et al. The challenge of obesity in the WHO European Region and strategies for response. Summary. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2007, 324 p.
14. Charles D. et al. Prevalence of Kidney Stones in the United States. Eur Urol. 2012 Jul. Vol. 62 (1). Pp. 160–165.