

УДК 615.837:617.55–089.12

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДВУХПОТОКОВОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКА В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

Ю. З. Лифшиц, Е. Бабаев, М. Афремов, В. Л. Валецкий, А. В. Григорук, А. Н. Омельченко

Клиника "БОРИС", г. Киев,
"Arobella Medical LLC", Миннесота, США

FIRST EXPERIENCE OF APPLICATION OF TECHNOLOGY OF A TWO—STREAM LOW—FREQUENCY ULTRASOUND TECHNOLOGY IN ABDOMINAL SURGERY

Yu. Z. Lifshits, E. Babayev, M. Afremov, V. L. Valetskiy, A. V. Grigoruk, A. N. Omelchenko

Одним из путей улучшения результатов хирургического лечения является внедрение в практику новых технологий.

Применение аппаратов, основанных на использовании низкочастотной ультразвуковой энергии, в хирургии позволило расширить технические возможности, улучшить результаты лечения больных [1, 2].

С использованием принципа низкочастотного ультразвукового излучения в хирургии применяют системы: Integra CUSA Excel® + Ultrasonic Tissue Ablation System, Integra CUSA NXT™, серию аппаратов Sonoca фирмы Soring "Ultrasonic Surgical Aspirator", фирмы Stryker, Sonostar® Misonix Inc [2].

Принцип функционирования таких технологий предусматривает воздействие низкочастотного ультразвука посредством изотонического раствора натрия хлорида на ткани. Ультразвуковые колебания с частотой более 20 000 кГц воздействуют на ткани и избирательно разъединяют структуры паренхимы с сохранением сосудистых и коллагеновых анатомических образований. Устройства, использующие такой принцип, в настоящее время широко применяют в хирургии брюшной полости (например, для резекции печени), а также в нейрохирургии, урологии и т. д. [3, 4].

Нами впервые использована технология воздействия ДНЧУ "Arobella Medical LLC", предусматривающая излучение ультразвуковой энергии

Реферат

Изучены биофизические особенности воздействия на ткани двухпотокowego низкочастотного ультразвука (ДНЧУ) по технологии, разработанной фирмой "Arobella Medical LLC" (США). Особенности технологии являются способность ультразвука ограничивать патологически—измененные и интактные ткани, разделять структуры по их биоакустическим параметрам. Наличие такого биофизического эффекта позволяет достичь высокой резектабельности (R0) у пациентов при онкологических заболеваниях. Отмечены также антибактериальный эффект и стимуляция внутриорганной микроциркуляции под влиянием ультразвукового облучения. Биофизические особенности ДНЧУ успешно использованы в хирургическом лечении 48 пациентов при воспалительных и онкологических заболеваниях органов брюшной полости.

Ключевые слова: абдоминальная хирургия; воздействие двухпотокowego низкочастотного ультразвука.

Abstract

Biophysical peculiarities of action on tissues of a two—stream low—frequency ultrasound (TSLFU) technology, elaborated by "Arobella Medical LLC" (USA) firm, were studied. Capacity of ultrasound to separate a pathologically—changed and healthy tissues, to divide the structures in accordance to their bioacoustical parameters constitutes the technology peculiarities. The presence of such a biophysical effect permits to achieve high resectability (R0) in patients with oncological diseases. Antibacterial effect and stimulation of intraorgan microcirculation with ultrasound irradiation were noted. Biophysical peculiarities of TSLFU were successfully applied in surgical treatment of 48 patients, suffering inflammatory and oncological diseases of the abdominal cavity organs.

Key words: abdominal surgery; action of a two—stream low—frequency ultrasound.

одновременно в двух плоскостях [5].

Аппарат "Arobella AR 1000" состоит из генератора энергии, трансдуктора энергии, титановых наконечников для непосредственной передачи излучаемой энергии тканям и одноразовых трубчатых проводников для подачи изотонического раствора натрия хлорида в зону низкочастотной звуковой энергии (рис. 1). Преимуществом и принципиальным отличием от других приборов этой группы является возможность излучать низкочастотную ультразвуковую энергию одновременно в двух плоскостях. На рис. 2 представлена схема, иллюстрирующая физический принцип распространения

ультразвуковой энергии при использовании аппарата. Один поток энергии направлен на зону обрабатываемой ткани с ее озвучиванием, другой — оказывает прямое биомеханическое воздействие, направленное на разъединение тканей. При этом разновекторные ультразвуковые потоки создают эффект избирательной энергии, который, воздействуя на разные по своим акустическим свойствам патологически—измененные и непораженные ткани, создает между ними демаркационную линию и разделяет их. Биоакустические свойства интактных тканей отличаются от таковых некротизированных и опухолевых

тканей. Этот биофизический эффект является основополагающим при использовании технологии в клинической практике. Это дает возможность, воздействуя на ткани ДНЧУ, отделять некротизированные или опухолево—измененные ткани от интактных, проявлять линию демаркации при инфильтративных формах поражения, даже в ситуациях, когда эти границы невозможно определить визуально или с помощью инструментальных методов. Этот эффект мы назвали "ультразвуковым проявлением" патологически—измененных структур. Эффект "ультразвукового проявления" опухолевой ткани в брюшине, не визуализированной до ультразвукового воздействия, представлен на *рис. 3*.

ДНЧУ оказывает также антибактериальное действие на патогенную микрофлору, что обусловлено деструкцией микроорганизмов под влиянием кавитации [6] (*рис. 4*).

Важным в клинической практике биофизическим эффектом ДНЧУ является стимуляция микроциркуляторного кровотока в тканях. Нами отмечено значительное (до 30%) увеличение локального микроциркуляторного кровотока в тканях под влиянием ультразвукового излучения даже после непродолжительного (до 1 мин) воздействия. При исследовании использовали стандартные гистологические методы. По данным морфологических исследований, независимо от длительности экспозиции (от нескольких минут до 1 — 2 ч) отмечены полнокровие и



Рис. 1.
Общий вид аппарата
"Arobella AR 1000"
в рабочем состоянии.

кровоизлияния в ткани (*рис. 5*).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Различные хирургические вмешательства на органах брюшной полости и забрюшинного пространства с использованием технологии ДНЧУ за период с 2013 по 2015 г. выполнены у 48 больных (*см. таблицу*). Наиболее часто вмешательства на паренхиматозных органах выполняли по поводу метастатического поражения печени различной локализации, травматического повреждения селезенки.

Важным является правильный выбор наконечника — части уст-

ройства, фокусирующего ДНЧУ в зоне манипуляции (*рис. 6*). Во время вмешательства на паренхиматозных органах использовали прямые наконечники и в виде кюреты с диаметром рабочей поверхности 10 мм. Изменяя мощность потока ультразвуковой энергии в диапазоне от 70 до 100 ед., достигали избирательного разъединения паренхимы органа с сохранением плотных фиброзных структур (артерий, вен, желчных протоков диаметром 1 — 2 мм), что позволило избежать кровотечения и подтекания желчи после операции. Операции выполняли по классической схеме. После определения линии резекции рассекали капсулу, препарировали паренхиму органа с использованием ДНЧУ. Выделенные сосудистые и желчные структуры по линии пересечения последовательно клиппировали или перевязывали, затем рассекали (*рис. 7*).

Отмечены особенности техники удаления больших единичных (диаметром 6 — 8 см) метастазов в печени. Если абляция ткани не рекомендована из—за обширности последующего некротического процесса, а выполнение гемигепатэктомии не всегда возможно в связи с утратой функционирующего объема паренхимы печени, в целях повышения области операции предварительно выключали зону опухолевого поражения из органного кровотока путем высокочастотной циркулярной абляции (*рис. 8*). Затем, используя наконечник в виде кюреты, уда-

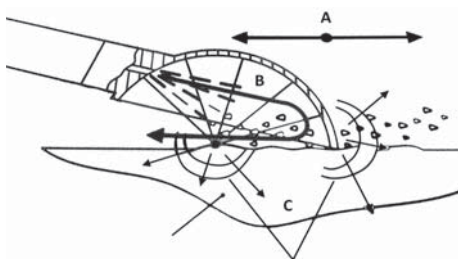


Рис. 2.
Принцип лечебного эффекта ДНЧУ (технология фирмы Arobella Med., США).
А, В - векторы направления потоков низкочастотного ультразвукового воздействия; С - зона воздействия на ткани.

Данные публикуются с разрешения
"Arobella Medical LLC, США".

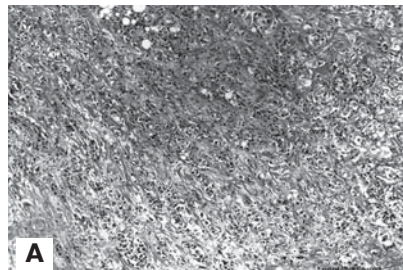
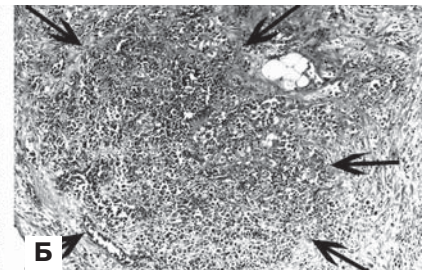


Рис. 3.
Демаркационная линия на границе опухоли после воздействия ультразвуком.
Метастаз низкодифференцированной карциномы в брюшине.
А - до ультразвукового воздействия; Б - после воздействия.
Стрелками обозначены границы опухоли. Ув. ×200.



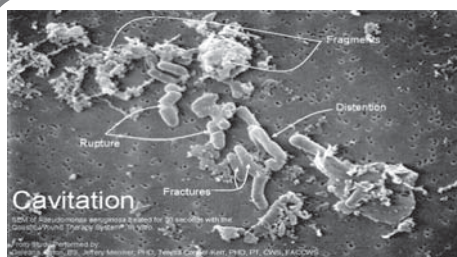
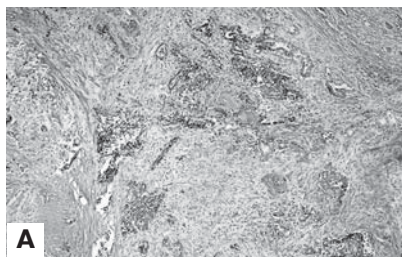


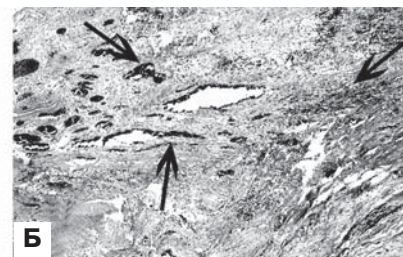
Рис. 4.

Деструкция *P. aeruginosa* после воздействия ультразвуком в течение 2 мин с помощью аппарата "Arobella AR 1000" (стрелки).

Данные электронной микроскопии публикуются с разрешения "Arobella Medical LLC, США".



А



Б

Рис. 5.

Изменение тканевого кровотока под действием ультразвука. Метастаз низкодифференцированной карциномы в брюшине. А - до ультразвукового воздействия; Б - после воздействия.

Ув. $\times 200$.



Рис. 6.

Различные наконечники для воздействия ДНЧУ на ткани.



Рис. 7.

Резекция левой доли печени с метастазом.

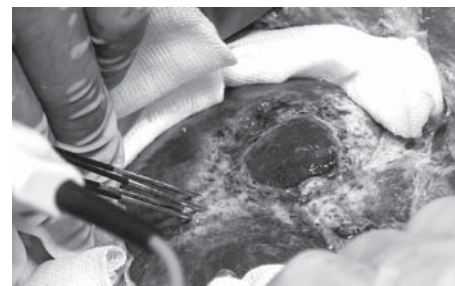


Рис. 8.

Выключение метастаза из органного кровотока путем циркулярной высокочастотной абляции с использованием устройства "Habib".

ляли опухоль путем энуклеации с соблюдением принципов онкологической абляции (отступив от краев опухоли и линии абляции не менее 1,5 см).

При резекции селезенки, ввиду биоакустических особенностей ее паренхимы, воздействовали ДНЧУ, мощность аппарата в режиме 50 — 70 ед. При этом орган временно (до 20 мин) выключали из магистрального и органного кровотока. Осложнений, связанных с выполнением манипуляции, не наблюдали.

Техника ДНЧУ диссекции тканей применена у пациентов при онкологических заболеваниях. У них выявлено распространенное опухолевое поражение органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Методику использовали при распространении опухоли рТ3—Т4 с переходом на рядом расположенные ткани, выполнении циторедуктивных операций, инфильтративных формах роста опухоли. Применение технологии позволяет

практически бескровно выделять патологически—измененные ткани в брыжейке кишечника, забрюшинном пространстве. При этом четко прослеживается линия демаркации между непораженными патологически—измененными тканями вследствие различия их биоакустических свойств. Биофизический эффект позволяет по объективным физическим параметрам разъединить ткани, избежать субъективного визуального—тактильного принципа определения границ опухоли во время операции. Применение технологии дает возможность значительно чаще достигать желаемой резектабельности опухолевой ткани (R0).

Приводим клиническое наблюдение удаления миосаркомы диаметром до 20 см, занимавшей практически все пространство малого таза. Локализация образования и его размеры представлены на компьютерной томограмме (рис. 9). С использованием ультразвуковой диссекции (прямой наконечник) произведена

позапанная мобилизация опухоли с последующим ее удалением без интраоперационных осложнений (рис. 10). Течение послеоперационного периода без осложнений. Пациентка на 5—е сутки выписана для дальнейшего лечения у онколога.

Результаты хирургического лечения с использованием технологии ДНЧУ диссекции тканей у 48 пациентов при различных заболеваниях органов брюшной полости и забрюшинного пространства свидетельствовали о его высокой эффективности.

Интраоперационных осложнений, обусловленных применением ультразвуковой диссекции или аппарата, не отмечали. В раннем (на 6—е сутки) послеоперационном периоде у одного пациента, которому по поводу опухоли желудка рТ4N1—2M1 произведены циторедуктивная гастрэктомия, субтотальная дистальная резекция поджелудочной железы, спленэктомия, абляция двух метастазов в правой доле печени,

Патологические изменения и выполненные оперативные вмешательства

Диагноз	Операция	Число больных	Осложнения
Метастазы в печени (колоректальный рак, нейроэндокринные опухоли)	Правосторонняя гемигепатэктомия	5	—
	Левосторонняя гемигепатэктомия	5	—
	Сегментарная резекция	8	—
Рак ободочной, прямой кишки	Левосторонняя гемиколэктомия	2	—
	Резекция сигмовидной ободочной кишки	5	—
	Передняя резекция прямой кишки	4	—
Рак желудка с вовлечением ободочной кишки, поджелудочной железы, селезенки	Мультивисцеральная резекция, расширенная гастрэктомия с резекцией поперечной ободочной кишки	4	—
	Расширенная гастрэктомия с дистальной резекцией поджелудочной железы, спленэктомией, абляция метастазов в печени	2	1
Травматическое повреждение селезенки	Резекция селезенки (резекция верхнего конца, 40% селезенки)	2	—
Опухоль почки	Удаление опухолей забрюшинного пространства	2	—
Опухоль надпочечника		1	—
Опухоль малого таза забрюшинная		3	—
Абсцесс поджелудочной железы	Хирургическое лечение по поводу гнойного панкреатита	4	—
Абсцесс печени	Хирургическое лечение абсцесса печени	1	—
Всего ...		48	1 (2,08%)

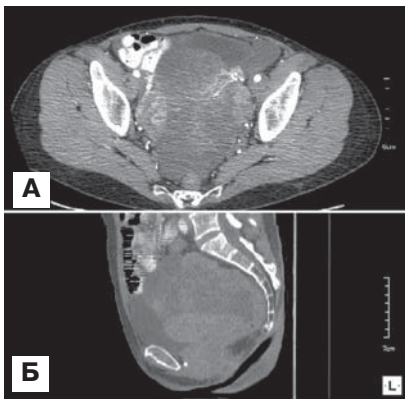


Рис. 9.
Компьютерная томограмма.
Опухоль в полости малого таза.
А - аксиальное изображение;
Б - сагитальное изображение.

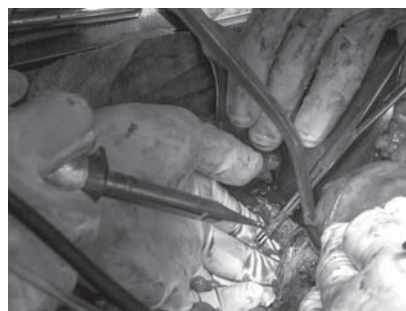


Рис. 10.
Удаление гигантской (диаметром до 20 см) миосаркомы малого таза с использованием ультразвуковой диссекции.

ВЫВОДЫ

1. Применение ДНЧУ позволяет повысить абластичность хирургического лечения пациентов по поводу онкологических заболеваний благодаря использованию эффекта биоакустического разделения патологически—измененных и непораженных тканей.

2. Использование технологии способствовало повышению асептичности хирургического лечения, уменьшению частоты осложнений благодаря прямому антибактериальному действию и деструкции микроорганизмов под влиянием кавитации.

3. Увеличение локального микроциркуляторного кровотока способствовало улучшению репаративных процессов в зоне вмешательства.

возникла несостоятельность швов культи двенадцатиперстной кишки. Осложнение мы не связываем с применением методики, поскольку не

используем ультразвуковое воздействие на ткани полых органов. Осложнение устранено консервативными средствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cavitron Ultrasonic Surgical Aspirator (CUSA) in liver resection / F. Fasulo, A. Giori, S. Fissi [et al.] // Intern. Surg. — 1991. — Vol. 77, N 1. — P. 64 — 66.
2. High—power low—frequency ultrasound: A review of tissue dissection and ablation in medicine and surgery / B. O'Dalya, E. Morris, G. Gavinc [et al.] // J. Materials Proc. Technol. — 2008. — Vol. 200, N 1—3. — P. 38 — 58.
3. Effects of low frequency ultrasound delivered via the Quoustic Wound Therapy System™ on neuroblastoma (SHSY—5Y) viability and morphology / T. Conner—Kerr, H. Fox, E. Garland [et al.] // SAWC: Proceedings — April 25—29, 2009 — Dallas, TX, USA. — Mode of access: <http://www.arobella.com/process/quoustic-clinical.htm> — Last access: 2015. — Title from the screen.
4. The impact of noncontact, nonthermal, low—frequency ultrasound on bacterial counts in experimental and chronic wounds / T. Serena, K. Lee, K. Lam [et al.] // Ostomy Wound Manage. — 2009. — Vol. 55, N 1. — P. 22 — 30.
5. Quoustic Wound Therapy System™ Model AR1000/B/D Series: Instructions for use. — Arobella Medical, LLC. — Mode of access: [http://www.arobella.com/newsite/document—library/0000802_rD\(Product%20Catalog,%20AR1000,%20OCONUS\)_lq Web.pdf](http://www.arobella.com/newsite/document—library/0000802_rD(Product%20Catalog,%20AR1000,%20OCONUS)_lq Web.pdf)
6. The effects of low—frequency ultrasound (35 kHz) on Methicillin—resistant Staphylococcus aureus (MRSA) in vitro / T. Conner—Kerr, G. Alston, A. Stovall [et al.] // Ostomy Wound Manage. — 2010. — Vol. 56, N 5. — P. 32 — 42.