ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»
МЗ РФ

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ КАВИТАЦИЯ В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛОР-ОРГАНОВ

Практическое пособие для врачей

2025

УДК 616.21-085.844-085.2/.3
ББК 56.8
А13

Ультразвуковая кавитация в профилактике и лечении лор-органов / Х. Т. Абдул-керимов, Ю. А. Барвинченко, З. Х. Абдулкеримов, Д. Р. Юсупова и др.— Екатеринбург, издательство ООО ФОТЕК, 2020.— 80 с.

ISBN 978-5-9908683-6-6

Практическое руководство посвящено применению низкочастотного ультразвука в сочетании с антисептиками и лекарственными препаратами при профилактике и лечении воспалительных заболеваний лор-органов. Оценена эффективность применения метода в различных клинических ситуациях (в том числе при синуситах, острых синуситах у детей). Описаны методики использования ультразвуковых кавитационных аппаратов «ФОТЕК» в условиях амбулаторного приема и в стационаре при лечении заболеваний глотки, носоглотки, наружного уха.

Практическое руководство предназначено для врачей оториноларингологов, клинических ординаторов и интернов. Рекомендуется для обучения на циклах повышения квалификации врачей.

Составители:
д. м. н., проф. Х. Т. Абдулкеримов; Ю. А. Барвинченко; З. Х. Абдулкеримов; Д. Р. Юсупова; к. м. н. Ю. В. Кононов; Г. Я. Бучок; А. С. Гашнева; А. А. Захарова; Е. В. Переверзева; Л. Д. Зобова; В. М. Трошин.

Рецензент:
д.м.н., проф. Григорьев Глеб Михайлович.

УДК 616.21–085.844–085.2/.3
ББК 56.8

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6

1. ЭФФЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКА 7

1.1. Возможности применения ультразвуковой кавитации в комплексной терапии заболеваний лор-органов 7

1.2. Применение ультразвука в медицине 8

1.3. Эффекты воздействия низкочастотного ультразвука на биологические ткани 10

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ 16

2.1. Инструменты и расходные материалы 16

2.2. Описание ультразвукового кавитационного аппарата «ФОТЕК» серии ACTITON 16

2.2.1. Режимы работы аппарата 20

2.2.2. Виды ультразвукового воздействия аппарата на ткани 22

2.2.3. Воздействие на ткани без передачи ультразвуковых колебаний (бесконтактное) 23

2.2.4. Воздействие на ткани с передачей ультразвуковых колебаний (контактное) 24

2.2.5. Акустические узлы аппарата 25

2.2.5.1. Акустический узел АА208.5 27

2.2.5.2. Акустический узел АА202.5 31

2.2.5.3 Акустический узел АА202.6 32

3. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУР УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ ПРИ МЕСТНОМ ЛЕЧЕНИИ И ПРОФИЛАКТИКЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛОР-ОРГАНОВ 34

3.1. Показания и противопоказания. Медикаментозное обеспечение. Инфекционная безопасность 34

3.2 Особенности проведения процедуры орошения кавитированными растворами органов глотки и носоглотки, наружного уха 35

3.3 Особенности проведения процедуры промывания миндалин кавитированным раствором совместно с аспирационно-вакуумным воздействием 36

3.4 Особенности проведения процедуры фонофореза лекарственного препарата 40

3.5 Особенности проведения процедуры промывания верхнечелюстных пазух 40

4. ЛЕЧЕНИЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ГЛОТКИ И ГОРТАНИ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ РАСТВОРАМИ, КАВИТИРОВАННЫМИ НИЗКОЧАСТОТНЫМ УЛЬТРАЗВУКОМ 42

4.1. Лечение ларингита 42

4.2. Лечение фарингита 42

4.3. Лечение назофарингита 42

4.4. Лечение хронического и острого тонзиллита 43

5. ЛЕЧЕНИЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НОСА ЛЕКАРСТВЕННЫМИ РАСТВОРАМИ, КАВИТИРОВАННЫМИ НИЗКОЧАСТОТНЫМ УЛЬТРАЗВУКОМ 47

5.1. Лечение ринитов 47

5.2. Лечение хронического аденоидита 49

5.3. Лечение синуситов 49

5.4. Состояния после операций 50

6. ЛЕЧЕНИЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ УХА 51

6.1. Лечение острых наружных и средних отитов 51

6.2. Состояния после операций 52

7. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ СИНУСИТОВ 53

8. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ОСТРЫХ РИНОСИНУСИТОВ У ДЕТЕЙ 55

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 59

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 60

Приложение А. Сборка ультразвукового кавитационного аппарата «ФОТЕК» серии ACTITON 66

Приложение Б. Дезинфекция и стерилизация составных частей ультразвукового кавитационного аппарата «ФОТЕК» серии ACTITON и ACTITON-A 76

Введение

До настоящего времени заболевания верхних дыхательных путей являются наиболее распространенными осложнениями перенесенных вирусных инфекций, развивающихся на фоне ослабленного иммунитета. В большинстве своем эти заболевания носят воспалительный характер, поскольку ЛОР-органы тесно связаны и находятся в постоянном взаимодействии с окружающей средой.

Лечение хронических гнойно-воспалительных заболеваний, имеющих разнообразные клинические проявления, является важнейшей проблемой практической медицины. В современных условиях, характеризующихся изменением вирулентности патогенов, ростом их устойчивости к антибактериальным препаратам, аллергизацией макроорганизма, снижением иммунологического статуса больных, поиск новых патогенетически обоснованных щадящих методов лечения является первоочередной задачей. Применение ультразвуковой кавитационной терапии, позволяющей увеличить эффективность лечения по сравнению с традиционными схемами, сократить количество тонзиллэктомий и аденоидэктомий [20, 67], на наш взгляд, весьма перспективно. Проведенные исследования по обработке верхне-челюстных пазух «озвученными» растворами при синуситах показали улучшение состояния пациентов в более короткие сроки, чем при традиционном лечении [6, 37, 67].

Использование ультразвуковой кавитации в терапевтических целях способствует усилению процессов микроциркуляции в тканях, проницаемости клеточных мембран. Воздействие «озвученным» лечебным раствором приводит к резкому повышению чувствительности бактерий к антибиотикам и антисептикам. Это позволяет существенно снизить медикаментозную нагрузку на пациента, уменьшить вероятность развития осложнений при применении лекарственных препаратов [2,9,24].

1. ЭФФЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКА

1.1. Возможности применения ультразвуковой кавитации в комплексной терапии заболеваний лор-органов

В последнее десятилетие в комплекс иммунореабилитационных мероприятий с успехом внедряются различные физические методы лечения [9,24]. Известно, что низкочастотный ультразвук (НЧУЗ) в лечении острой и хронической патологии лимфоидной ткани глоточного кольца Вальдеера, слизистых носо- и ротоглотки, вызывая мобилизационные и эффекторные реакции в системе локальной противоинфекционной защиты, оказывает положительный эффект и ускоряет процесс выздоровления пациента. Поэтому становится актуальным вопрос его применения в качестве самостоятельного физиотерапевтического метода лечения.

Использование ультразвуковой терапии в консервативном лечении позволяет снизить количество рецидивов, повысить эффективность и сократить сроки лечения с улучшением качества жизни пациента [6,9,20,24,31,37,38,60,67]. При аденоидитах удается уменьшить воспаление, а в некоторых случаях и избежать операции по удалению носоглоточных миндалин, при гайморитах — снизить отечность ткани и восстановить дренирование патологического содержимого из пораженной пазухи через естественное соустье синуса. Щадящее лечебное действие на ткани кавитированных растворов допускает выполнение процедуры орошения с целью снятия воспалительного процесса в остром периоде, например, при тонзиллитах. В периоды ремиссии эффективно проведение манипуляции промывания небных миндалин методом кавитационного барботирования в комплексе с аспирационно-вакуумным воздействием для удаления гнойных пробок из лакун. Для профилактики инфекций слизистых оболочек рото- и носоглотки кавитационное орошение лекарственными препаратами рекомендовано часто болеющим людям в осенне-зимний период [20,37,60], а так же людям, слизистая оболочка верхних дыхательных путей которых постоянно подвергается воздействию вредных факторов (курение, вредное запыленное производство, суровые климатические условия) [20].

Применение метода низкочастотной ультразвуковой кавитации в комплексе профилактики и лечения воспалительных заболеваний ЛОР- органов и их осложнений способствует эрадикации патогена и улучшению регенерации реснитчатого слоя слизистых полости носа и околоносовых пазух (ОНП), а значит, повышает клинические, функциональные, морфологические показатели [20,34,60].

1.2. Применение ультразвука в медицине

Ультразвуковыми колебаниями называются механические колебания частиц в твёрдой, жидкой и газообразной среде в диапазоне частот от 16 кГц до 100 Мгц. Низкочастотные ультразвуковые аппараты, работающие в диапазоне от 16 до 80 кГц, применяются для орошения и санации очага инфекции, обработки раневой поверхности и деструкции тканей.

Многие авторы описывали сложный механизм воздействия ультразвука [50, 63]. Активируя промежуточную лекарственную среду, звуковые колебания оказывают на ткани разнообразное действие: физическое, биологическое, биохимическое.

Большинство биологических эффектов ультразвука связывают с процессом **кавитации** [11, 68] — образованием в «озвучиваемой» жидкой среде микроскопических полостей (или пузырьков), несущих электрический заряд на пограничной поверхности [47].

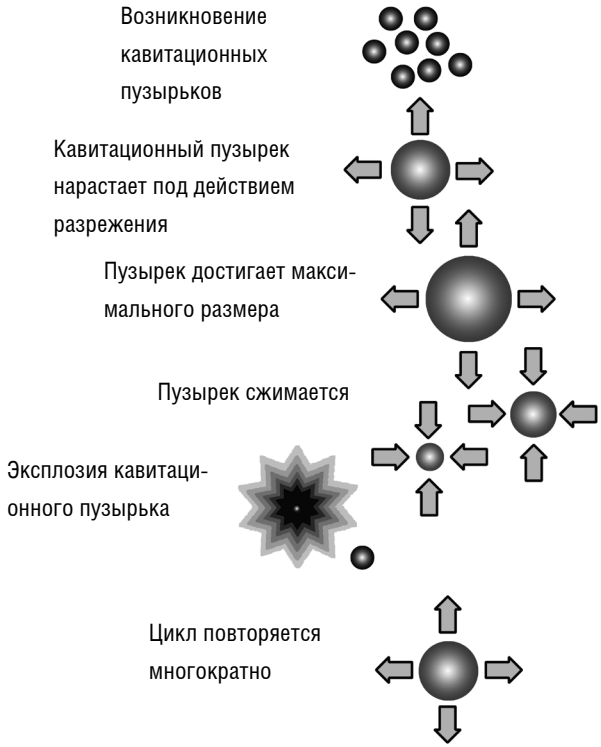


Рис. 1. Процесс возникновения и «взрыва» кавитационных пузырьков

«Схлопывание» кавитационных пузырьков приводит к возникновению ударных

волн, которые механическим путём разрушают бактериальные плёнки и повреждают клеточные мембраны микроорганизмов [43, 72]. Молекулы воды в кавитационных полостях диссоциируют на ионы H+ и OH–, которые оказывают бактерицидное действие на патогенные микроорганизмы [2, 23]. Благодаря своему микроскопическому размеру кавитационные пузырьки проникают в участки поражённой области, недоступные для традиционной обработки, и осуществляют тщательную и бережную санацию.

Низкочастотная ультразвуковая кавитация оказывает бактерицидное и бактериостатическое действие, улучшает поступление антибиотиков в глубоколежащие слои тканей [27]. Кроме того, низкочастотный ультразвук (НЧУЗ) повышает чувствительность микрофлоры к действию лекарственных средств [57].

По мере изучения биологических и физических свойств низкочастотного ультразвука его стали широко использовать для терапии воспалительных процессов различных локализаций. В настоящее время разработаны и внедрены в практику методики ультразвукового лечения большого количества заболеваний.

Включение НЧУЗ в комплексную терапию **хирургической инфекции** позволяет быстрее купировать воспаление, ускоряет процесс **очищения ран** от гнойно-некротического содержимого, снижает микробную обсеменённость и улучшает микроциркуляцию в этой зоне [23]. В России и за рубежом врачи отделений гнойной, абдоминальной, торакальной, сосудистой хирургии и комбустиологии при лечении гнойных ран различного происхождения активно применяют низкочастотный ультразвук [3, 22, 23, 48, 62].

Ультразвуковые технологии открыли новые возможности в **стоматологии**. Способность кавитационных пузырьков проникать в трудноступные участки позволяет стоматологам проводить качественную санацию сложной системы корневых каналов перед пломбированием, установкой имплантатов, при лечении воспалительно-деструктивных поражений пародонта и т.д. Свойство ультразвука очищать поверхность зубов от налёта и зубного камня, не вызывая повреждения эмали, широко используют для профессиональной гигиены ротовой полости [21, 51].

В **акушерстве и гинекологии** применение НЧУЗ в терапевтической практике позволяет существенно ускорить излечение пациенток с инфекционно-воспалительными заболеваниями вульвы, влагалища, шейки и полости матки. Существенному уменьшению частоты инфекционных осложнений в послеродовом и послеоперационном периодах также способствует НЧУЗ, используемый с целью профилактики [28, 38].

НЧУЗ активно применяется в **оториноларингологии**. Большинство современных ЛОР кабинетов оснащены низкочастотным ультразвуковым кавитационным

оборудованием. При воспалительных заболеваниях рото- и носоглотки, уха, в том числе у детей, ультразвук назначают как метод, способный быстро абортировать воспалительный процесс [33, 35]. Так, применение метода НЧУЗ в комплексе с аспирационно-вакуумным воздействием для лечения хронического тонзиллита позволяет достоверно сократить количество тонзилэктомий [20,60]. Особое внимание заслуживает применение данного метода при лечении аденоидитов у детей: действие НЧУЗ позволяет безболезненно снять воспаление и отек глоточной миндалины, что способствует улучшению дыхания пациента. В некоторых случаях отпадает необходимость в проведении аденоидэктомии [6, 37, 46, 67].

Терапевтическая тактика с использованием НЧУЗ имеет неоспоримые преимущества перед традиционным лечением. Как нельзя лучше это подтверждают ближайшие и отдалённые результаты воздействия ультразвука: длительность лечения сокращается, сроки ремиссии возрастают, снижается медикаментозная нагрузка на организм пациентов [2,8, 53,63, 66].

1.3. Эффекты воздействия низкочастотного ультразвука на биологические ткани

Физико-химические эффекты низкочастотного ультразвука

Различают следующие **физико-химические эффекты НЧУЗ** при воздействии на лекарственные растворы:

- **УЗ-кавитация;**
- **кавитационное барботирование;**
- **акустические течения;**
- **распад молекул воды, образование свободных радикалов [24].**

Ультразвуковая кавитация

Когда УЗ-волна достаточной мощности (мощность выше так называемого «**кавитационного порога**») проходит через жидкость, в ней образуются пульсирующие микропузырьки (каверны, полости), несущие электрический заряд на пограничной поверхности и заполненные паром, газом или их смесью. Этот процесс называют **ультразвуковой кавитацией** (лат. *cavita* — пустота) [2, 26].

Возникновение и последующее расширение пузырьков в жидкой среде происходит в полупериоды разрежения ультразвуковой волны. В полупериод сжатия пузырьки резко «схлопываются» (взрываются), рис. 1, образуя ударную волну микроскопического масштаба и микрообласти, в которых резко возрастают давление и температура [66].

Ударные волны механическим путём разрушают бактериальные плёнки и повреждают клеточные мембраны микроорганизмов [10, 43, 72].

Молекулы воды в кавитационных полостях диссоциируют на ионы H+ и OH–, что оказывает бактерицидное и бактериостатическое действие на патогенные бактерии и вирусы [2, 23]. Низкочастотная ультразвуковая кавитация также улучшает поступление антибиотиков в глубоколежащие слои тканей [27]. Кроме того, НЧУЗ повышает чувствительность микрофлоры к действию лекарственных средств [57]. Благодаря своему микроскопическому размеру кавитационные пузырьки проникают в участки поражённой области, недоступные для традиционной обработки, и санация происходит на микроуровне, тщательная и бережная.

Кавитационное барботирование

Процесс интенсивного перемешивания жидкости потоками кавитационных пузырьков, создаваемых ультразвуковой волной, называют **кавитационным барботированием** (фр. *barbotage* — перемешивание) [23]. При воздействии барботированного лекарственного раствора происходят интенсивные процессы массообмена и массопереноса: помимо того, что лекарственное вещество проникает в подлежащие ткани, обрабатываемая поверхность очищается от гноя, детрита, фибрина и прочих наслоений [61].

Акустические течения (акустический ветер) — вихревые течения, существующие в интенсивном звуковом поле в жидкостях и газах.

Распад молекул воды, формирование свободных радикалов

В кавитационных полостях возникают электрические заряды, вызывающие ионизацию среды. Происходит расщепление молекул воды на H+ и OH– с образованием перекиси водорода, а в присутствии азота — азотной и азотистой кислот, обладающих бактерицидными свойствами [26]. Свободные радикалы H+ и OH– немедленно вступают в окислительно-восстановительные реакции, разрушая и уничтожая патогенные микроорганизмы и вирусы [26].

Биологические эффекты низкочастотного ультразвука

Биологические эффекты НЧУЗ зависят от частоты, мощности, экспозиции УЗ-воздействия, режима «озвучивания» и свойств биологической ткани. Существует возможность как стимулирующего влияния, так и угнетения функций клеток и тканей [18, 23]. Различают следующие биологические эффекты НЧУЗ [24]:

- бактерицидный;

- фонофоретический;
- тепловой;
- некролитический;
- тканеразрушающий;
- нейрорефлекторный;
- микромассажный;
- противовоспалительный;
- иммуномодулирующий.

Бактерицидный эффект

Бактерицидный эффект, по мнению большинства авторов, обусловлен несколькими совокупными причинами:

- механическим действием УЗ-кавитации — прямым разрушением **клеточных мембран** бактерий и грибов, **разбиванием бактериальных плёнок**, созданных патогенными и условно-патогенными микроорганизмами;
- «схлопыванием» кавитационных пузырьков — за счёт этого происходит тщательная очистка поверхности от гнойного и патологического налёта, от болезнетворных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности [7];
- непосредственными бактерицидными свойствами свободных радикалов и перекиси водорода [7, 14, 56, 71].

На сегодняшний день **микроорганизмы не выработали механизмы адаптации** к воздействию кавитированных растворов [10, 62]. Доказано бактерицидное действие НЧУЗ в отношении многих видов бактерий: стафилококка, протея, синегнойной и кишечной палочки [27, 65]. Количество патогенов после 5-минутного воздействия кавитированного раствора многократно снижается. Так, например, синегнойная палочка — с 3×10^{11} до 5×10^{6} КОЕ/мл, стрептококк — в 300 раз [18]. При экспериментальном «озвучивании» культур влагалищной трихомонады, кишечной палочки, вульгарного протея необратимые изменения в структуре микроорганизмов вызывают их гибель [28].

НЧУЗ оказывает существенное влияние на **лекарственно устойчивые штаммы** микобактерий. Зафиксированы более поздний рост бактерий (на 15–20-й день) и снижение числа новых колоний (в 3–4 раза). Описано также снижение устойчивости микроорганизмов к действию лекарственных средств [18, 52, 55].

Повреждение клеточных мембран микроорганизмов при кавитации ослабляет культуры патогенов, в результате их **чувствительность** к антибиотикам и дезинфектантам **возрастает** [14, 50]. В этих условиях обычные терапевтические дозировки препаратов оказывают более заметное лечебное действие [19].

В литературе имеются описания комбинированного применения ультразвука с антисептиками. Воздействие на культуру золотистого стафилококка перекисью водорода в течение 10 мин снижает количество микробных клеток на 5–6%, а в сочетании с ультразвуком — на 80% [41]. Обработка препаратов ультразвуком усиливает их антибактериальное действие в 1,7–10,8 раз. Таким образом, **сочетанный эффект** антибиотика и НЧУЗ не просто суммируется, а превышает их суммарное действие в несколько раз [18].

На бактерицидное действие НЧУЗ влияет его интенсивность: уничтожение микроорганизмов наступает тогда, когда этот показатель превышает порог кавитации [28, 62].

Фонофоретический эффект

Большинство авторов рекомендуют сочетать НЧУЗ с различными лекарственными растворами. С целью **потенцирования терапевтического эффекта** используют жидкие антисептики, антибиотики или иммуномодуляторы [10, 15, 23].

При помощи НЧУЗ лекарственное средство достигает глубоких слоёв ткани. Степень проникновения зависит от функционального состояния и вида ткани, от экспозиции и интенсивности УЗ-воздействия, вида и количества вводимого вещества [28].

Улучшение проницаемости ткани происходит благодаря способности НЧУЗ активно стимулировать перемещение жидкости в капиллярно-пористых структурах (кожа, слизистые оболочки и т.д.). При ультразвуковом фонофорезе лекарственное вещество **проникает** гораздо **глубже**; для подкожно-жировой клетчатки глубина проникновения может достигать 6,3 мм, для мышц — 4 мм [24]. В условиях воспаления НЧУЗ обеспечивает поступление препарата на глубину до 9 мм [23]. НЧУЗ, инициируя распад молекул воды, влияет на количество ионов, окружающих клеточную мембрану. Активная диффузия веществ из внеклеточной среды внутрь клетки возрастает. Кроме того, ультразвуковые колебания изменяют проницаемость биологических структур: возникает переменный электрический потенциал, сопоставимый с потенциалом клеточных мембран, что вызывает их деполяризацию и изменение проницаемости для некоторых ионов [53, 74]. Это **способствует потенцированию терапевтического действия лекарственных средств**, вводимых при помощи ультразвука (УЗ) [9].

Ещё один важный компонент биологического действия НЧУЗ — **создание микропотоков** внутри клеток [66]. Акустические течения, возникающие в микроскопическом объёме клетки, перемещают внутриклеточные образования, меняя их пространственную ориентацию, обнажая ферментативные центры. Такие изменения **стимулируют функциональную активность клетки** и её чувствительность к фи-

зическим и химическим факторам.

Успешное купирование воспалительного процесса и очищение тканей также происходит за счёт благоприятных метаболических сдвигов, в частности за счёт быстрой нормализации pH среды [54, 70].

Тепловой эффект

В биологических объектах при поглощении УЗ акустическая энергия переходит в тепловую. Небольшой локальный нагрев тканей (на доли и единицы градусов), как правило, способствует жизнедеятельности биологических объектов, повышая интенсивность обмена веществ. Однако более сильное и длительное воздействие может вызвать перегрев и разрушение биологических структур (путём денатурации белков и др.) [62].

Некролитический эффект

Ультразвук используют для строго дозированной **управляемой некрэктомии**. С его помощью гнойные раны очищают от некрозов при небольшой кровопотере и минимальном повреждении жизнеспособных тканей [23].

Во время кавитации клеточные элементы раневого отделяемого разрушаются с высвобождением лизосомальных энзимов, хемотаксических факторов, бактерицидных катионных белков, биогенных стимуляторов. Перечисленные вещества фрагментируют и отслаивают некротический слой, **усиливают протеолитическую активность экссудата**. Затем в очаге возрастает количество фагоцитарных нейтрофилов, активируются фагоцитарные и антибактериальные свойства лейкоцитов, что, безусловно, ускоряет процесс регенерации тканей [4, 73].

Эффект селективного воздействия на ткани

При определённой интенсивности НЧУЗ способен разрушать мягкие и твёрдые биологические ткани или вызывать их фрагментацию. Это происходит как при прямом контакте УЗ-инструмента с тканью, так и при воздействии на рыхлые ткани потоками кавитированных жидкостей. При установленных параметрах воздействия с помощью УЗ достигают избирательной деструкции тканей (тканевой селективности): разрушают одни структуры, сохраняя другие [23, 62].

Нейрорефлекторный эффект

Воздействие УЗ-колебаний на нервные волокна **нарушает их проводимость** и блокирует нервные синапсы. В результате наблюдают анальгезирующий и гипосенсибилизирующий эффекты [2, 28].

Микромассажный эффект

Ультразвуковая кавитация и микровибрации, возникающие в жидкости, выполняют своеобразный микромассаж тканей. Благоприятные изменения происходят в микро- и макроциркуляторном русле. НЧУЗ расширяет кровеносные сосуды, и регионарный кровоток возрастает в 2–3 раза, развивается коллатеральное кровообращение [15, 23]. Акустические потоки и диффузия улучшают крово- и лимфообращение, микроциркуляцию, стимулируют репаративные процессы [27].

Противовоспалительный эффект

НЧУЗ обладает выраженным противовоспалительным действием. Оно складывается из различных компонентов: бактерицидные свойства, быстрое очищение ткани от гнойно-некротических и патологических масс, нормализация микроциркуляторных нарушений в очаге воспаления [16, 23].

Иммуномодулирующий эффект

НЧУЗ помогает нормализовать функциональную активность фагоцитов, их качественный и количественный состав. УЗ-кавитация в схеме лечения инфекционно-воспалительных заболеваний улучшает фагоцитарную, киллинговую, секреторную функции гранулоцитов [9].

Многообразные клинические эффекты низкочастотного ультразвука позволили успешно применять его при лечении раневой инфекции, патологии ЛОР-органов, а также в урологии, гинекологии и абдоминальной хирургии.

Немаловажными преимуществами метода являются универсальность и простота, возможность его использования в подразделениях амбулаторного и стационарного звена.

Воздействие НЧУЗ на ткани лор-органов обеспечивает:

- полноценное очищение обрабатываемых поверхностей от бактериальных пленок и патологического налета;
- глубокое проникновение лекарственных средств в ткани;
- снижение микробной обсеменённости тканей, уменьшение всасывания токсинов;
- улучшение микроциркуляции и обменных процессов в тканях (микромассаж).

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ

2.1. Инструменты и расходные материалы

Для проведения процедуры с использованием низкочастотного ультразвука необходимо следующее оборудование и инструменты:

- оториноларингологическое кресло (желательно с регулируемой высотой);
- оториноларингологический инструментарий: носовые зеркала, иглы Куликовского, канюли и шприцы для промывания миндалин, ушные воронки;
- низкочастотный ультразвуковой аппарат «ФОТЕК» ACTITON-A) с набором инструментов ACTITON, отличающийсятем, что в нем не предусмотрена подсистемадля аспирации жидкости);
- лечебный раствор для ультразвуковой кавитации и обработки патологического очага;
- тампоны ватные и марлевые;
- емкости для дезинфекции инструментария;
- емкости для утилизации расходных материалови инструментария;
- оборудование для стерилизации и сохранения стерильности.



Рис. 2. Аппарат «ФОТЕК» серии ACTITION

2.2. Описание ультразвукового кавитационного аппарата «ФОТЕК» серии АК100М (ACTITON)

Аппараты «ФОТЕК» серии ACTITON-A и ACTITON в оториноларингологии применяются для воздействия на биологические ткани посредством низкочастотных ультразвуковых колебаний и «озвученных» (кавитированных) растворов при проведении манипуляций с целью санации очагов инфекции и импрегнации

лекарственного препарата в слизистые оболочки. Аппараты позволяют выполнять орошение носо- и ротоглотки лекарственными растворами, промывание миндалин интенсивными потоками кавитационных пузырьков совместно с аспирационно-вакуумным воздействием, фонофорез лекарственного препарата в ткани миндалин и задней стенки глотки, промывание гайморовых пазух.

Аппараты просты в обращении, поставляются в комплекте с аппаратным столиком (рис. 2) и набором акустических узлов для различных применений (рис. 3).



Рис. 3. Акустические узлы, применяемые в оториноларингологии

Принцип работы аппарата

Блок управления аппарата преобразует электрический ток промышленной сети частотой 50 Гц в электрический ток ультразвуковой частоты 25 кГц (рис. 4), который подается на пьезокерамические элементы акустического узла.

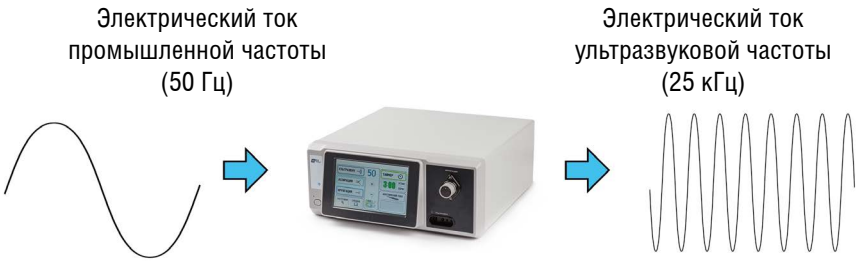


Рис. 4. Принцип работы блока управления аппарата ФОТЕК серии ACTITION

Пьезоэлементы акустического узла (АУ) преобразуют подаваемый на них электрический ток в механические возвратно-поступательные колебательные движения ультразвукового волновода-инструмента с частотой 25 кГц (рис. 5). Ультразвуковой (УЗ) инструмент либо входит в состав акустического узла, либо присоединяется к нему с помощью гаечного ключа (в зависимости от модели узла).



Рис. 5. Принцип работы акустического узла

Амплитуда механических колебаний УЗ волновода-инструмента — несколько десятков микрометров. Для глаза этот колебательный процесс невидим, но при этом на кончике инструмента сосредоточена большая механическая энергия и прямой контакт инструмента с тканями может вызвать их повреждение. В связи с этим, для большинства акустических узлов предусмотрены защитные кожухи, которые надеваются на УЗ инструмент и исключают его прямой контакт с тканью (рис. 6).

Внутри акустического узла проходит ирригационный канал, предназначенный для доставки раствора в обрабатываемую область, а также для эффективного охлаждения акустического узла во время процедуры протекающим раствором. Раствор подается в узел с помощью инфузионной системы, которая присоединятся к узлу через специальный переходник (рис. 6).



Рис. 6. Элементы акустического узла

После прохождения через канал акустического узла раствор превращается в направленную мелкодисперсную струю «озвученной» (кавитированной) жидкости (рис. 7). Необходимый расход жидкости устанавливается роликовым регулятором на инфузионной системе.

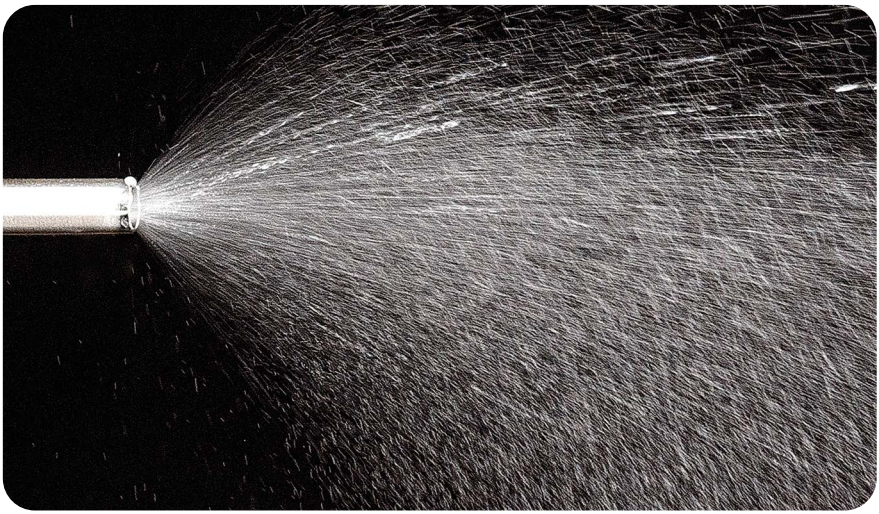


Рис. 7. Кавитационная струя

Уровень ультразвуковых колебаний (мощность) регулируется в диапазоне от 1 до 100 условных единиц и определяет амплитуду колебаний ультразвукового инструмента, интенсивность распыления раствора и воздействия на ткани.

Активация работы аппарата осуществляется педалью, одноклавишной или двухклавишной. При удержании клавиши педали более одной минуты (если не установлена функция «ТАЙМЕР» (рис. 8, поз.5)) ультразвуковые колебания автоматически прекращаются и могут быть возобновлены только после отпускания и повторного нажатия на педаль. Эта функция аппарата предназначена для удобства отсчета времени ультразвукового воздействия без дополнительной настройки функции «ТАЙМЕР» (рис. 8, поз.5). Особенности работы аппарата при активированной функции «ТАЙМЕР» описаны в Приложении А. п. V

Порядок сборки аппарата и подготовки к работе см. в Приложении А.
Порядок дезинфекции и стерилизации составных частей аппарата см. в Приложении Б.

Видеоруководство по применению аппаратов ультразвуковых хирургических кавитационных ACTITON и ACTITON-A: https://goo.su/2BkQ

2.2.1. Режимы работы аппарата

В ультразвуковых кавитационных аппаратах «ФОТЕК» серии ACTITION имеются режимы:

- для ультразвукового воздействия: «ОСНОВ» (основной) и «СЕЛЕКТ» (селективный).
- для работы с жидкостью: в модели аппарата ACTITION — режим подачи жидкости «ИРРИГАЦИЯ», в ACTITION-A — режим подачи жидкости «ИРРИГАЦИЯ» и режим аспирации жидкости «АСПИРАЦИЯ» (см. табл.1).

Кнопки выбора режимов расположены на сенсорной панели аппарата (рис. 8).



Рис. 8. Передняя и задняя панель ультразвукового кавитационного аппарата «ФОТЕК» (модель ACTITION-A):
1 — кнопка «УЛЬТРАЗВУК» для включения УЗ режимов; 2 — кнопка включения режима «АСПИРАЦИЯ»; 3 — кнопка включения режима «ИРРИГАЦИЯ»; 4 — отображение уровня УЗ колебаний; 5 — кнопка включения функции «ТАЙМЕР»; 6 — кнопки регулировки уровня УЗ колебаний; 7 — просмотр сведений о подключенном АУ; 8 — клапан управления ирригацией; 9 — информация о подсоединенной педали, назначение функции педали; 10 — краткая информация об использовании прибора; 11 — настройка цвета экрана, уровня звука, языка интерфейса; 12 — кнопка «STB» («Stand-by» — спящий режим); 13 — разъем «УЛЬТРАЗВУК» для подключения акустического узла; 14 — разъем для подключения педали; 15 — штуцер «АСПИРАЦИЯ» для подключения аспирационного шланга; 16 — кнопка сетевого выключателя; 17 — разъем для подключения шнура питания

Табл. 1. Режимы работы аппарата «ФОТЕК»: модели ACTITON-A и ACTITON

РЕЖИМЫ РАБОТЫ АППАРАТА	МОДЕЛЬ ACTITON-A	МОДЕЛЬ ACTITON
Режимы для ультразвукового воздействия:		
ОСНОВ (основной) — режим для интенсивного воздействия на ткани за счет непрерывной подачи энергии УЗ колебаний на рабочий инструмент. **Используется для:** • орошения рото- и носоглотки; • промывания миндалин; • промывания гайморовых пазух; • орошения наружного слухового прохода	•	•
СЕЛЕКТ (селективный) — режим для щадящего, избирательного воздействия на ткани за счет импульсной подачи энергии УЗ колебаний на рабочий инструмент. **Используется для:** • фонофореза лекарственного препарата в ткани миндалин, задней стенки глотки	•	•
Режимы для работы с жидкостью:		
ИРРИГАЦИЯ — режим для автоматической подачи лекарственного раствора во внутренний ирригационный канал ультразвукового инструмента одновременно с активацией ультразвукового воздействия	•	•
АСПИРАЦИЯ — режим для удаления жидкости из области воздействия. Применяется при работе с устройством для лечения небных миндалин	•	—

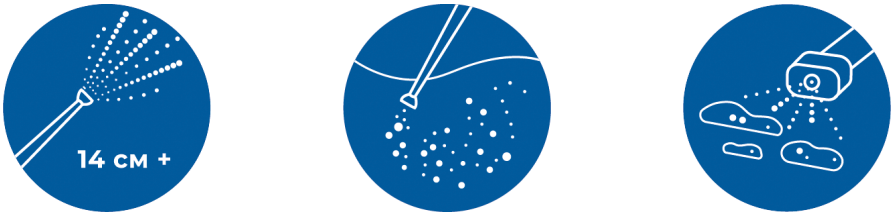
2.2.2. Виды ультразвукового воздействия аппарата на ткани

В зависимости от используемых инструментов и методики, аппарат позволяет реализовать два основных типа воздействия:

1) Без передачи ультразвуковых колебаний (бесконтактное) — прямого дей-

ствия ультразвука на ткани нет, но имеется сочетанное механическое воздействие струи жидкости и активированного кавитацией раствора (рис. 9, а). Кавитированная («озвученная») жидкость характеризуется наличием в ней кавитационных пузырьков и активных химических веществ: перекиси водорода, ионов водорода и кислорода. Данный метод используется для местной санации очагов воспаления.

2) С передачей ультразвуковых колебаний (контактное) — это воздействие ультразвуковых колебаний на ткани через промежуточную среду, например, жидкость (рис. 9, б) или непосредственно ультразвуковым инструментом (рис. 9, в). Может использоваться для промывания полостей, заполненных лекарственным раствором, а также для очистки гнойных ран от фибринового налета и некротических тканей.



а б в

Рис. 9. Виды ультразвукового воздействия аппарата на ткани:
а — воздействие без передачи УЗ-колебаний (бесконтактное); б — воздействие на ткани через промежуточную среду (жидкость); в — воздействие на ткани непосредственно ультразвуковым инструментом

2.2.3. Воздействие на ткани без передачи ультразвуковых колебаний (бесконтактное)

Реализуется с помощью инструментов для обработки тканей струей кавитированной жидкости. Раствор, подаваемый через рабочий инструмент, посредством ультразвуковых колебаний преобразуется в направленную мелкодисперсную струю «озвученной» жидкости (рис. 9, а), которая содержит множество кавитационных пузырьков, заполненных газом и/или паром.

Под действием ультразвуковых волн происходит изменение структуры водного раствора, в нем появляются активные химические вещества, обладающие бактерицидными свойствами: ионы водорода, кислорода, перекись водорода и др. Время жизни этих веществ ограничено, поэтому, чем ближе ультразвуковой инструмент расположен к обрабатываемой поверхности, тем сильнее бактерицидный эффект.

Находящиеся в струе кавитационные пузырьки перемещаются в пространстве с высокой скоростью. Схлопывание множества таких пузырьков, происходящее на границе с поверхностью тканей, приводит к качественной очистке очага воспа-

ления от патологических выделений, гноя и бактерий, вызывает разрушение бактериальных пленок. Одновременно с этим происходит введение лекарственного раствора в глубокие слои тканей под действием ударной волны лопающихся пузырьков. В результате микромассажа тканей кавитированной струей улучшается регионарная микроциркуляция, стимулируются репаративные процессы. Активные химические вещества, образующиеся в распыляемой жидкости, оказывают бактерицидное действие на возбудителей раневой инфекции и нормализуют окислительно-восстановительные процессы в тканях.

Мощность и дисперсность кавитационной струи для выбранного инструмента определяется уровнем ультразвуковых колебаний, установленным расходом жидкости, а также уровнем гидростатического давления жидкости, поступающей в ирригационный канал инструмента. В свою очередь, уровень гидростатического давления жидкости зависит от высоты, на которой установлена емкость с подаваемым лекарственным раствором. Рекомендуемые параметры бесконтактного ультразвукового воздействия при лечении различных патологий приведены в 3 главе.

В оториноларингологии бесконтактный способ воздействия применяется для орошения носо- и ротоглотки при инфекционно-воспалительных заболеваниях лор-органов, а так же для обработки тканей в постоперационном периоде (после аденоидэктомий, тонзилэктомий), операциях на носовой перегородке, полисинусотомий, гайморотомий).

2.2.4. Воздействие на ткани с передачей ультразвуковых колебаний (контактное)

Воздействие на ткани через промежуточную среду (жидкость)

При воздействии на ткани через промежуточную среду (жидкость), активированный ультразвуковой инструмент погружается в заполненную раствором полость (рис. 9, б). При этом происходит образование в жидкости кавитационных потоков (преимущественно по оси инструмента), эффективно перемешивающих жидкость — метод кавитационного барботирования раствора в полости (от фр. *barbotage* — перемешивание).

Ультразвуковые колебания через жидкость частично передаются на ткани, происходит микромассаж тканей, отделение некротического налёта от живых тканей, а также механическое разрушение бактерий. Этому же способствуют и другие факторы, имеющие место при ультразвуковом барботировании раствора в полости, в частности, акустические течения, потоки кавитационных пузырьков, переменное звуковое давление, воздействие образовавшихся свободных радикалов и перекиси водорода. Совокупность всех факторов приводит к щадящему очищению тканей,

нормализации процессов микроциркуляции и ускорению репаративных процессов.

Область применения данного метода воздействия в оториноларингологии — промывание миндалин. Раствор в этом случае перемешивается в воронке, наложенной на миндалину, с помощью УЗ инструмента в специальном защитном кожухе.

Воздействие на ткани непосредственно ультразвуковым инструментом

При воздействии на ткани непосредственно ультразвуковым инструментом рабочая площадка инструмента касается обрабатываемой поверхности, как показано на рис. 9, в.

Причем инструменты с ирригационным каналом обеспечивают сочетанное контактное воздействие на ткани самого ультразвукового инструмента, совершающего возвратно поступательные движения (подобно отбойному молотку) с амплитудой несколько десятков микрометров, и «озвученной» жидкости, в которой имеются кавитационные пузырьки и активные химические вещества в виде перекиси водорода и свободных радикалов.

Данный вид воздействия обеспечивает механическое разрушение мягких тканей, эмульгирование жира, фрагментацию некротических тканей с повышенным содержанием воды за счет кавитационного механизма воздействия ультразвука. При этом плотные ткани, хорошо отражающие ультразвук (нервы, крупные кровеносные сосуды, соединительная ткань), практически не разрушаются при ультразвуковом действии, наблюдается эффект тканевой селективности. Это позволяет выполнять бережную некрэктомию с минимальной кровопотерей и минимальным повреждением жизнеспособных тканей.

В хирургии с помощью контактного УЗ-воздействия очищают раны от некрозов.

Еще один вариант контактного воздействия — это воздействие инструментом большой площади без подачи жидкости (рис. 18). В этом случае усиливается фонофоретический эффект низкочастотного ультразвука: лекарственные вещества (растворы, гели), нанесенные на ультразвуковой инструмент через марлю, «вбиваются» в более глубокие слои тканей, в результате действие этих лекарств пролонгируется. Интенсивный микромассаж тканей улучшает кровообращение и трофику тканей. В оториноларингологии такой метод воздействия используется при процедурах фонофореза лекарственного препарата в ткани миндалин и задней стенки глотки (рис. 26).

2.2.5. Акустические узлы аппарата

Для ультразвукового воздействия на ткани используются различные по функциональному назначению и конструкции акустические узлы (АУ):

Табл. 2. Виды акустических узлов и области их применения в оториноларингологии

узел АА208.5 **С кожухом АА108-2: орошение носо- и ротоглотки, наружного слухового прохода** **С кожухом АА108-8: промывание верхнечелюстных пазух**	 с кожухом АА108-2  с кожухом АА108-8
узел АА202.5* **промывание миндалин** *в состав узла АА202.5 входит акустический узел АА202.6, ультразвуковой инструмент АА123, защитный кожух АА124, сменные аппликаторы трех типо-размеров	
узел АА202.6* (в сборе с УЗ инструментом АА122.1) **фонофорез лекарственного препарата в ткани миндалин** * узел АА202.6 применяется для промывания миндалин, если входит в состав АА202.5	 

Через всю длину акустического узла проходит внутренний ирригационный канал, по которому в обрабатываемую область подается лекарственный раствор. Подача раствора осуществляется с помощью инфузионных систем, подключаемых к штуцеру «луер-лок» акустического узла через переходник и коннектор с возвратным клапаном (см. Приложение А, рис. А.8). Все узлы и принадлежности к ним стерилизуются методом автоклавирования (при Т = 134 °С, 5 мин).

2.2.5.1. Акустический узел АА208.5 — узел акустический ультразвуковой со сменным защитным кожухом (рис. 10)

Область применения

Узел предназначен для бесконтактной обработки носо- и ротоглотки, наружного слухового прохода кавитированными лекарственными растворами с целью лечения и профилактики ринитов, синуситов, фарингитов, ларингитов, тонзиллитов, отитов. Может использоваться для обработки раневой поверхности после вазотомий, тонзилэктомий, аденотомий, полисинусотомий, гайморотомий, операций по лечению храпа и на носовой перегородке для стимуляции регенеративных процессов и дезинфекции тканей.



Рис. 10. Акустический узел АА208.5 в комплекте с инструментом и сменным защитным кожухом

Область применения акустического узла АА208.5 при использовании кожухов разных типов:

Применение узла с кожухом АА108-2	Применение узла с кожухом АА108-8
Обработка органов рото- и носоглотки, наружного слухового прохода с целью лечения и профилактики инфекционно-воспалительных заболеваний лор-органов	Обработка верхнечелюстных пазух при лечении гайморитов

Особенности использования узла АА208.5 с кожухом АА108-2:

Кожух АА108-2 (рис. 11) надевается сверху на **несъемный** ультразвуковой инструмент и прикручивается к корпусу акустического узла АА208.5 (рис. 12). Для выполнения каждой процедуры ультразвуковой обработки используется **стерильный** защитный кожух.



Рис. 11. Кожух АА108–2

Назначение кожуха АА108-2:

1) Предохраняет ткани от случайного касания активированным ультразвуковым инструментом;

2) Предотвращает загрязнение ультразвукового инструмента **при бесконтактном способе воздействия**, что позволяет использовать акустический узел АА208.5 более одного раза после стерилизации при соблюдении следующих **условий** во время процедуры:

- обработка тканей проводится бесконтактным методом;
- для проведения каждой процедуры используется стерильный защитный кожух;
- акустический узел во время процедуры не касается тканей пациента и контаминированного инструментария, а также не погружается в жидкости, контак-

тировавшие с пациентом;

- после каждой процедуры находящийся под кожухом УЗ инструмент (рис. 12) и корпус акустического узла протираются дезинфицирующей салфеткой (следует использовать салфетки с дезинфицирующими средствами, которые можно применять для обработки кожных покровов);
- после протирания инструмента и акустического узла салфеткой с дезинфицирующим раствором рекомендуется удалить остатки этого раствора с инструмента и узла путём протирания салфеткой, смоченной дистиллированной водой, иначе возможен химический ожог тканей.

Если указанные условия в процессе обработки тканей пациента не соблюдались, то после процедуры акустический узел дезинфицируется и стерилизуется в разобранном виде (как показано на рис. 12).

При использовании кожуха АА108–2 санация тканей осуществляется мелкодисперсной струей кавитированного лекарственного раствора (рис. 7).

Кожух АА108–2 входит в комплект узла АА208.5 с **несъемным** ультразвуковым инструментом, а также поставляется отдельно.

Подробное описание методик проведения процедур с данным кожухом и схемы лечения см. в разделах 3.2, 3.5, 4, 5, 6.

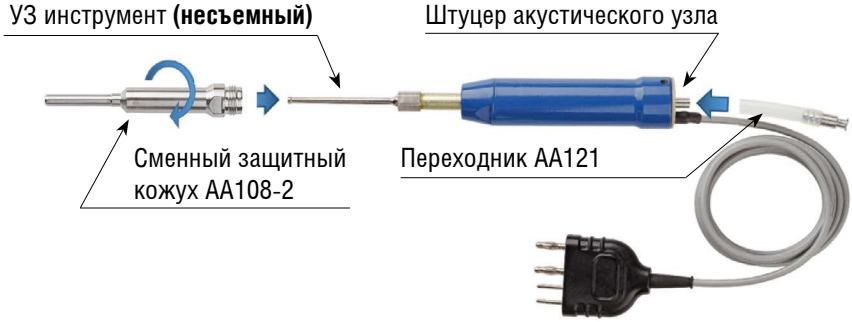


Рис. 12. Акустический узел АА208.5 с кожухом АА108–2 в разобранном виде

Особенности использования узла АА208.5 с кожухом АА108–8:

Кожух АА108–8 надевается сверху на ультразвуковой инструмент и при-кручиваются к корпусу акустического узла АА208.5 (рис. 15). Данный кожух имеет конусный соединитель по типу «рекорд» (рис. 13).



Рис. 13. Кожух АА108–8

На соединитель «рекорд» кожуха устанавливается игла Куликовского (рис. 14 и 15).



Рис. 14. Игла Куликовского

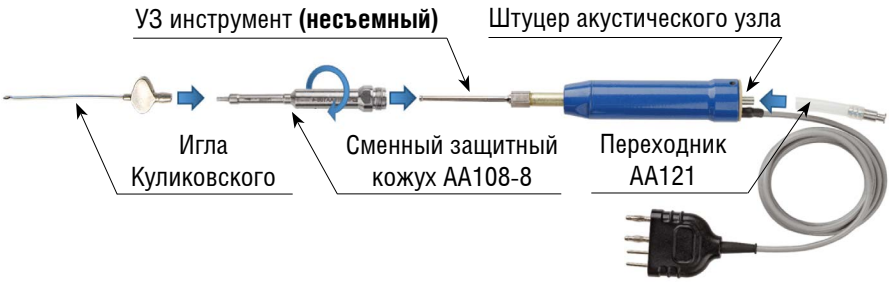


Рис. 15. Акустический узел АА208.5 с кожухом АА108–8 и иглой Куликовского в разобранном виде

Назначение кожуха АА108-8:

1) предохраняет ткани от случайного касания активированным ультразвуковым инструментом;

2) позволяет осуществлять доставку «озвученного» раствора в полость верхнечелюстной пазухи.

После процедуры акустический узел с отсоединенным от него переходником и иглой Куликовского, с откученным кожухом (рис. 15) дезинфицируется и стерилизуется.

Кожух АА108–8 не входит в комплект узла АА208.5, поставляется отдельно.

Подробное описание методики проведения процедур с данным кожухом и схемы лечения см. в разделах 3.5, 5.3.

2.2.5.2. Акустический узел АА202.5 (рис. 16)

Область применения

Узел предназначен для выполнения промывания миндалин кавитированным раствором совместно с аспирационно-вакуумным воздействием. В его состав входят **акустический узел АА202.6**, ультразвуковой инструмент АА123, сменный защитный кожух АА124 и аппликаторы сменные трех типоразмеров: малый АА125.3, средний АА125.2 и большой АА125.1 (рис. 17).



Рис. 16. Акустический узел АА202.5 в комплекте со сменным ультразвуковым инструментом, сменным кожухом, аппликатором для лечения небных миндалин, аспирационным шлангом

Особенности акустического узла:

- узел используется совместно со сменным ультразвуковым инструментом АА123, который прикручивается с помощью *стерильного* ключа для фиксации инструментов АА102, и сменным кожухом АА124 с аппликатором для лечения небных миндалин (рис. 17);
- в зависимости от размера миндалин подбирается соответствующий аппликатор (малый АА125.3, средний АА125.2 или большой АА125.1);
- необходимо использование аппарата со встроенной аспирацией ACTITON-A; допускается использование аппарата без встроенной аспирации ACTITON, если имеется внешний аспиратор;
- при подсоединении ультразвукового инструмента к акустическому узлу не следует допускать перекоса в резьбовом соединении и прикладывать чрезмерные усилия;
- замену инструмента удобнее производить с использованием ручки АА116 (рис. 17), которая закрепляется на корпусе акустического узла;
- если наблюдается нестабильность работы инструмента, необходимо подтянуть резьбовое соединение инструмента с акустическим узлом;
- после процедуры кожух снимается, ультразвуковой инструмент откручивается от акустического узла с помощью ключа. Все использованные во время

процедуры принадлежности дезинфицируются и стерилизуются в разобранном виде (рис. 17).

Подробное описание методики проведения процедур промывания миндалин с данным устройством и схемы лечения см. в разделах 3.3, 4.4.

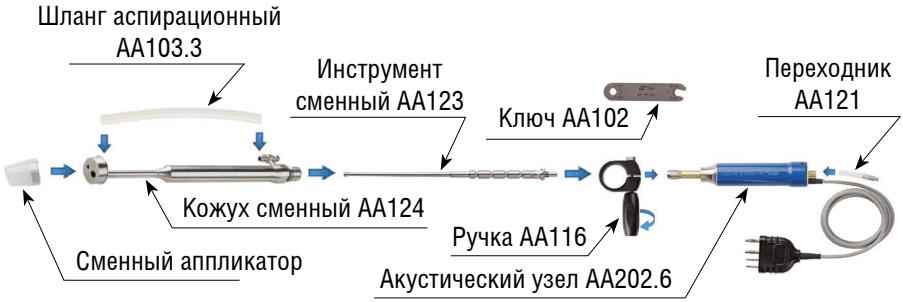


Рис. 17. Устройство для промывания миндалин в разобранном виде
(ручка АА116 используется для удобства сборки\разборки)

2.2.5.3 Акустический узел АА202.6 (рис. 17 и рис. 19)

Область применения

Применение узла с аксессуарами для промывания миндалин (рис. 16)	Применение узла с ультразвуковым наконечником для фонофореза АА122.1 (рис.18)
Промывание миндалин при лечении хронического тонзиллита	Фонофорез лекарственного препарата в ткани миндалин при лечении хронического тонзиллита, задней стенки глотки при лечении хронического фарингита

Особенности акустического узла:

- узел используется совместно со сменными ультразвуковыми инструментами А122.1, АА123, которые прикручиваются к нему с помощью ключа для фиксации инструментов АА102 (рис. 17, рис. 19);
- при подсоединении ультразвукового инструмента к акустическому узлу не следует допускать перекоса в резьбовом соединении и прикладывать чрезмерные усилия;

- замену инструмента удобнее производить с использованием ручки АА116, которая закрепляется на корпусе акустического узла (ручка АА116 входит в комплект поставки аппарата ACTITON-A);
- если наблюдается нестабильность работы инструмента, необходимо подтянуть резьбовое соединение инструмента с акустическим узлом;
- после процедуры ультразвуковой инструмент откручивается от акустического узла, переходник снимается. Все использованные во время процедуры принадлежности (узел, инструмент, ключ, ручка для узла и переходник) дезинфицируются и стерилизуются в разобранном виде (рис. 17 и рис. 19).

Импрегнация лекарственного препарата в ткани миндалин и задней стенки глотки достигается путем механического микромассажа тканей ультразвуковым инструментом АА122.1. Подробное описание методики см. в разделе *4.4*.

Особенности применения акустического узла АА202.6 с аксессуарами для проведения процедуры промывания миндалин см. в разделах 3.3, 4.4.

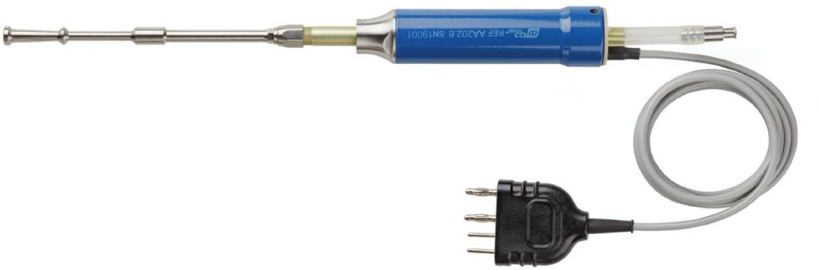


Рис. 18. Акустический узел АА202.6 в сборе с ультразвуковым инструментом АА122.1



Рис. 19. Акустический узел АА202.6 с принадлежностями
в разобранном виде

3. Особенности проведения процедур ультразвуковой кавитации при местном лечении и профилактике воспалительных заболеваний лор-органов

3.1. Показания и противопоказания. Медикаментозное обеспечение. Инфекционная безопасность

Показания к применению метода низкочастотной ультразвуковой обработки:

- лечение инфекционно-воспалительных заболеваний глотки и гортани (тонзиллиты, фарингиты, ларингиты);
- респираторные заболевания;
- состояния после операций (аденотомий, тонзилэктомий, операций в полости носа, реконструктивных и санирующих операций на ухе);
- гнойно-септические раны мягких тканей лица и шеи.
- лечение инфекционно-воспалительных заболеваний уха (наружные и средние отиты).

Противопоказания к применению метода:

- аллергические реакции на используемые при обработке лекарственные средства;
- наличие зрелых грануляций (в случае контактной обработки раневой поверхности);
- острый период (при контактном воздействии).

Медикаментозные средства, рекомендуемые для кавитации ультразвуком:

- раствор хлорида натрия 0,9% (стерильный физиологический раствор);
- водный раствор хлоргексидина 0,05%;
- раствор октенисепта в разведении 1:10 со стерильным физиологическим раствором;
- раствор диоксидина 0,5% без разведения;
- раствор диоксидина 1% в разведении 1:1 со стерильным физиологическим раствором;
- раствор фурацилина 0,02%;
- раствор мирамистина 0,01%.

Инфекционная безопасность

Инфекционная безопасность во время процедуры санации полостей и наружных поверхностей кавитированными жидкостями достигается путём соблюдения всех требований асептики и антисептики:

- проведение лечения в условиях процедурного кабинета;
- работа персонала в медицинской одежде и обуви;
- использование персоналом средств индивидуальной защиты (стерильных перчаток, щитков, очков);
- использование стерильных инструментов и расходных материалов: шпателей для языка, акустических узлов, ультразвуковых инструментов, защитных кожухов, ключей для фиксации ультразвуковых инструментов, аппликаторов, игл Куликовского, аспирационных шлангов, носовых зеркал;
- дезинфекция, предстерилизационная обработка и стерилизация инструментов в автоклаве (допустимы химическая дезинфекция и стерилизация в растворах, не содержащих перекись).

3.2 Особенности проведения процедуры орошения кавитированными растворами органов глотки и носоглотки, наружного уха

Процедура проводится в кабинете оториноларинголога или манипуляционной. Пациента усаживают на лор-кресло.

Для процедуры орошения органов глотки и носоглотки, наружного уха используется акустический узел **AA208.5** в комплекте со сменным защитным кожухом (рис. 10). К акустическому узлу подсоединяется переходник AA121, коннектор с возвратным клапаном Infuvalve, REF 4094000N (поставляется под артикулом AA118), а затем инфузионная система Infusomat Space Line REF 8700036SP (поставляется под артикулом AA120), производства B. Braun (см. Приложение А, рис. А.8). Система соединяется с емкостью, заполненной лекарственным препаратом, которая размещается на штативе стойки.

Перед началом процедуры орошения лор-органов на блоках ACTITON-A и «ACTITON» необходимо выбрать режимы «УЛЬТРАЗВУК», «ИРРИГАЦИЯ». Мощность ультразвукового воздействия устанавливается на уровне **30–40 условных единиц.**

Для получения мелкодисперсного облака лекарственного раствора необходимо с помощью роликового регулятора на инфузионной системе (см. Приложение А, рис. А.7) установить среднекапельный расход жидкости, а для получения ин-

тенсивной струи — масксимальный. Емкость с раствором на инфузионной стойке должна располагаться на уровне выше головы пациента, для увеличения интенсивности распыления рекомендуется установить емкость на максимально возможную высоту.

При нажатии желтой клавиши педали активируются режим ультразвукового воздействия «ОСНОВНОЙ» и режим подачи жидкости «ИРРИГАЦИЯ»: на выходе ультразвукового инструмента образуется кавитированная струя. При использовании одноклавишной педали переключение режимов ультразвукового воздействия («ОСНОВНОЙ» или «СЕЛЕКТ») выполняется нажатием на кнопку сенсорной панели аппарата с изображением педали соответствующего цвета. Для данной процедуры необходимо выбрать педаль желтого цвета (режим «ОСНОВНОЙ») и активировать с помощью одноклавишной педали.

3.3 Особенности проведения процедуры промывания миндалин кавитированным раствором совместно с аспирационно-вакуумным воздействием

Процедура проводится в кабинете оториноларинголога или манипуляционной. Пациента усаживают на лор-кресло.

Для процедуры промывания миндалин используется акустический узел **AA202.5** (рис. 16) в комплекте со сменным ультразвуковым инструментом, кожухом для лечения небных миндалин и аппликаторами трех размеров (в зависимости от величины миндалин применяется малый, большой или средний аппликатор). К акустическому узлу подсоединяется переходник AA121, коннектор с возвратным клапаном Infuvalve, REF 4094000N (AA118), а затем инфузионная система «Фрезениус Каби АГ» AA120.1 (см. Приложение А, рис. А.8). Система соединяется с емкостью, заполненной лекарственным препаратом, которая располагается на штативе стойки. Далее необходимо подключить узел AA202.5 к аспирационному тракту с помощью аспирационного шланга (см. Приложение А, рис. А.11).

При применении аппарата ACTITON-A со встроенной функцией удаления жидкости необходимо установить банку для аспирации в держатель строго ниже уровня головы больного во избежание попадания инфицированной жидкости обратно в магистраль пациента. Емкость с раствором необходимо расположить выше уровня головы больного, подключить к акустическому узлу AA202.5 коннектор с возвратным клапаном AA118 (см. Приложение А, рис. А.8) для предупреждения стекания отработанной жидкости в поле пациента (рис. 20). Допустимо применение аппарата ACTITON с использованием внешнего аспиратора.



Рис. 20. Правильное положение банки для аспирации и ёмкости с лечебным раствором при проведении процедуры промывания миндалин:
1 — емкость с раствором, 2 — банка для аспирации

Перед процедурой выполняется анестезия (10% спреем лидокаина) для блокирования рвотного рефлекса.

На блоке ACTITON-A необходимо выбрать режимы «УЛЬТРАЗВУК», «ИРРИГАЦИЯ», «АСПИРАЦИЯ»; на блоке ACTITON — «ИРРИГАЦИЯ», «УЛЬТРАЗВУК» и подключиться к внешнему аспиратору (подсоединить аспирационный шланг аспиратора к кожуху акустического узла AA202.5 (рис.А.11)). Мощность ультразвукового воздействия устанавливается на уровне **60–80 условных единиц.** Перед проведением процедуры необходимо **проверить поступление раствора в систему** (подача жидкости должна быть струйной). Для данной манипуляции требуется 250–300 мл лекарственного средства.

Аппликатор акустического узла накладывается на небную миндалину. Нажатием на желтую клавишу педали активируется режим ультразвукового воздействия «ОСНОВНОЙ», режим подачи жидкости «ИРРИГАЦИЯ» и режим управления аспи-

рацией «АСПИРАЦИЯ». Для отсасывания раствора пальцем закрывается отверстие для сброса вакуума (рис. 21а). Для прекращения отсасывания палец отводится от отверстия (рис. 21б).

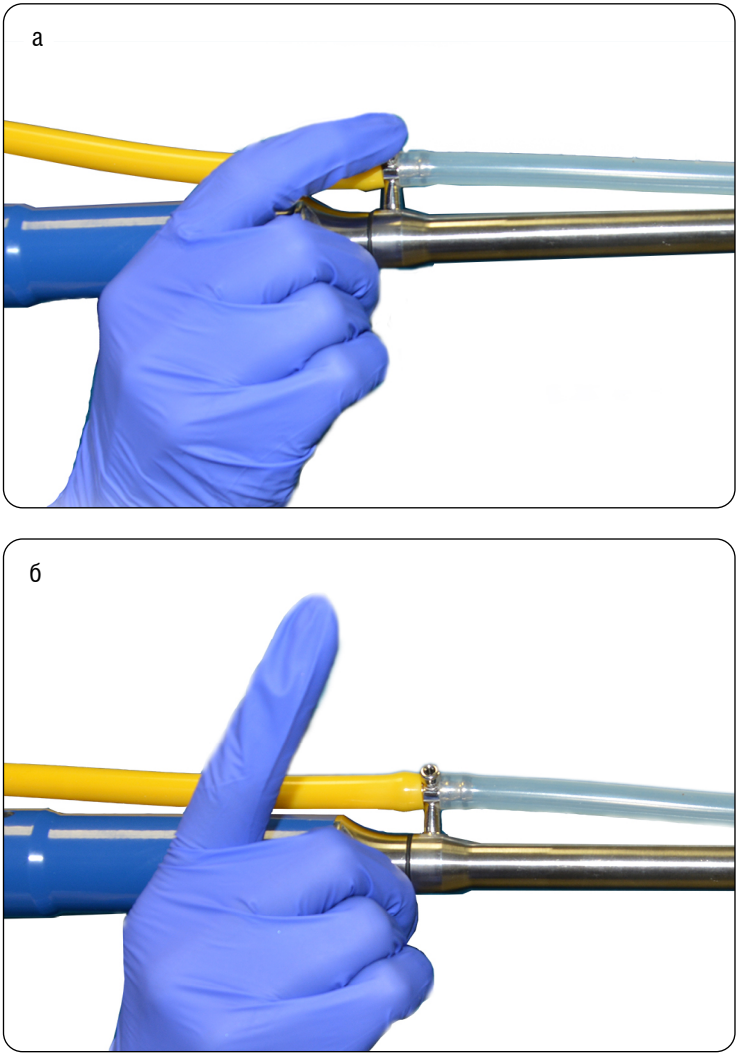


Рис. 21. Управление аспирацией с помощью отверстия для сброса вакуума на акустическом узле АА202.5:
а) при закрытии отверстия пальцем в системе аспирации создается вакуум;
б) при отведении пальца от отверстия вакуум сбрасывается

По окончанию процедуры с помощью отведения пальца от отверстия вакуум сбрасывается мгновенно, поэтому нет необходимости использовать шпатель для отсоединения аппликатора от миндалины. Важно следить за положением (углом наклона) акустического узла при его отведении от миндалины (для предупреждения стекания отработанной жидкости в ирригационный канал акустического узла и его инфицирования):

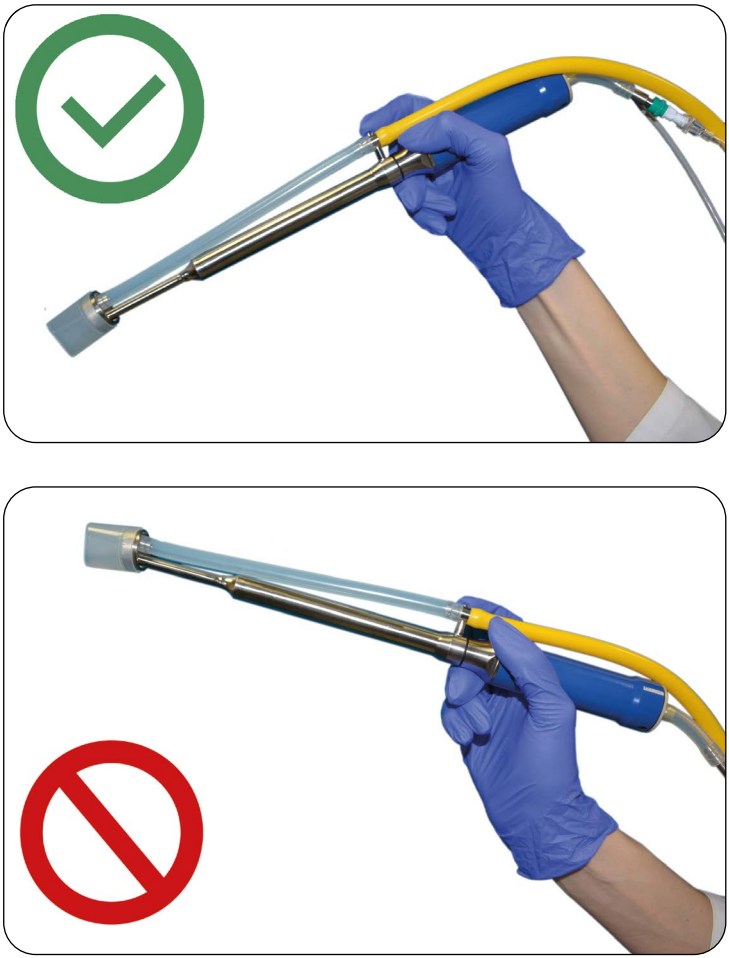


Рис. 22. Правильное (верхний рисунок) и неправильное (нижний рисунок) положение акустического узла при отсоединении от миндалины

3.4 Особенности проведения процедуры фонофореза лекарственного препарата

Процедура проводится в кабинете оториноларинголога или манипуляционной. Пациента усаживают на лор-кресло.

На блоках ACTITON-A и ACTITON необходимо выбрать режим «УЛЬТРАЗВУК». Мощность ультразвукового воздействия устанавливается на уровне **3 условные единицы.**

Для процедуры фонофореза лекарственного препарата в ткани небных миндалин и задней стенки глотки используется акустический узел **АА202.6** с ультразвуковым инструментом **АА122.1** (рис. 18). На рабочий конец ультразвукового инструмента устанавливается марлевая прокладка (12 слоев марли) с лекарственным препаратом.

Инструмент накладывается на ткани. Нажатием на **синюю** клавишу педали активируется режим ультразвукового воздействия «СЕЛЕКТ».

3.5 Особенности проведения процедуры промывания верхнечелюстных пазух

Процедура проводится в кабинете оториноларинголога или манипуляционной. Пациента усаживают на лор-кресло.

Для процедуры промывания верхнечелюстных пазух используется акустический узел **АА208.5** и **кожух с разъемом «рекорд» АА108–8** (рис. 15), на который устанавливается игла Куликовского. К акустическому узлу подсоединяется переходник АА121, коннектор с возвратным клапаном Infuvalve, REF 4094000N (АА118), а затем инфузионная система «Фрезениус Каби АГ» АА120.1 (см. Приложение А, рис. А.8). Система соединяется с емкостью, заполненной лекарственным препаратом, которая располагается на штативе стойки.

Перед началом процедуры промывания верхнечелюстной пазухи на блоках ACTITON и ACTITON-A необходимо выбрать режимы «УЛЬТРАЗВУК», «ИРРИГАЦИЯ». Мощность ультразвукового воздействия устанавливается на уровне **70–80 условных единиц.**

При этом необходимо установить струйный расход жидкости с помощью роликового регулятора на инфузионной системе (см. Приложение А, рис. А.7). Емкость с раствором на инфузионной стойке должна располагаться на уровне выше головы пациента. При данной процедуре рекомендуется установить емкость на максимально возможную высоту. Важно следить за оттоком отработанной жидкости во избежание воздушной эмболии. Необходимо 100–150 мл раствора.

Нажатием желтой клавиши педали активируются режим ультразвукового воздействия «ОСНОВНОЙ» и режим подачи жидкости «ИРРИГАЦИЯ»: на выходе ультразвукового инструмента образуется кавитированная струя (рис. 23).

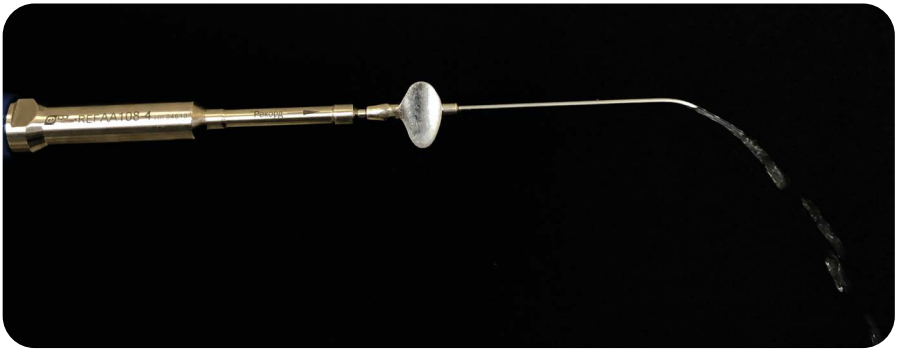


Рис. 23. Кавитированный раствор на выходе Иглы Куликовского

4. Лечение воспалительных заболеваний глотки и гортани лекарственными растворами, кавитированными низкочастотным ультразвуком

4.1. Лечение ларингита

При лечении ларингита необходимо устранить воспаление слизистой задней стенки глотки, а также гортаноглотки в области ложных и истинных голосовых складок и подскладочном пространстве. Под контролем зрения или оптики в течение 30–60 секунд (по 5–7 сек., с перерывом 3–5 сек.) на мощности 30–40 условных единиц проводится орошение глотки и носоглотки (см. п. 3.2) 100–150 мл лекарственного раствора (фурацилина 1:5000, мирамистина, октинисепта или физиологического раствора). Расход жидкости — среднекапельный. Рекомендуется провести 3–5 процедур (ежедневно или через день), при необходимости повторить курс через 6 месяцев.

4.2. Лечение фарингита

Острые фарингиты с симптомами ОРВИ наиболее эффективно лечить в первые дни заболевания. Ротоглотка и носоглотка орошаются (см. п. 3.2) лекарственным раствором (октинисепт, мирамистин, физиологический раствор, диоксидин 1%, диоксидин 0,5%, фурацилин 1:5000) на мощности 30–40 условных единиц. Требуется около 100 мл раствора на процедуру, чаще всего достаточно 3–5 процедур (ежедневно или через день). Расход жидкости — среднекапельный. Если пациент поступил спустя несколько недель после обострения заболевания, потребуется более длительный курс лечения: 3–7 процедур.

4.3. Лечение назофарингита

При лечении назофарингита воспаленную слизистую оболочку носа орошают «озвученными» растворами лекарственных веществ (октинисепт, физиологический раствор, диоксидин 1%, фурацилин (1:5000)) в течение 30–60 секунд (по 5 сек., с перерывом 2–3 сек.) на мощности ультразвукового воздействия 30–40 условных единиц. Расход жидкости — среднекапельный. Требуется ежедневное повторение процедуры, в целом необходимо 5–7 манипуляций. При необходимости рекомендуется повторный курс через 6 месяцев.

4.4. Лечение хронического и острого тонзиллита

Заболеваемость **хроническим тонзиллитом** среди трудоспособного населения достигает 11–16% (Попа В. А., 1984; Солдатов И. Б., 1994; Пальчун В. Т., 1998; Извин А. И., 2004). Склонный к рецидивированию, тонзиллит может провоцировать метатонзиллярные осложнения со стороны различных органов и систем при некорректном и несистематическом лечении.

Внедрение в оториноларингологическую практику щадящих, консервативных методов, дающих возможность избежать проведения тонзиллэктомии (Константинова Н. П., 1999), позволяет более рационально подойти к вопросу о лечении хронического тонзиллита.

Одним из наиболее распространенных методов консервативного лечения является промывание лакун небных миндалин различными лекарственными растворами (Белоголовов Н. В., Ермолаев В. Г., 1929, цит. по Солдатову И. Б., 1969; Попа В. А., 1984; Солдатов И. Б., 1994; Цветков Э. А., 2003; Извин А. И., 2004).

Лечение хронического тонзиллита компенсированной и декомпенсированной формы выполняется в фазу клинической ремиссии и направлено на борьбу с инфекционным воспалением миндалин. Ультразвуковая обработка миндалин позволяет ускорить их очищение, уменьшить болевые ощущения, снизить активность воспалительного процесса и ускорить выздоровление пациента [20,34,60].

В зависимости от состояния миндалин и предпочтений врача применяются методики, изложенные ниже.

В первую очередь необходимо выполнить тщательное промывание небных миндалин. Традиционным способом очищение лакун от кавернозных пробок и гноя является промывание с помощью шприца через специальную изогнутую канюлю (рис. 24.) Последняя вводится в лакуну миндалины, раствор выпускается из шприца: в результате под напором струи жидкости происходит вымывание пробок и остатков пищи. Стоит помнить, что данный метод имеет ряд недостатков: сложно вымыть глубокие пробки (особенно из мелких лакун), введение канюли в лакуны приводит к травмированию ткани миндалин, что способствует рубцеванию и снижению возможности естественного самоочищения. Поэтому важно аккуратное проведение этой манипуляции.

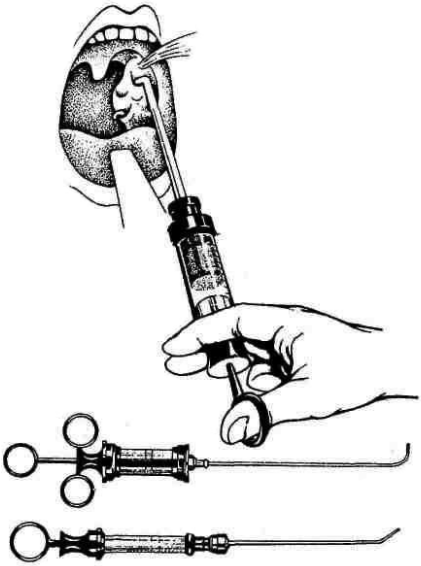


Рис. 24. Традиционный способ промывания лакун миндалин с помощью канюли, подсоединенной к шприцу

При наличии глубоких пробок в лакунах, когда традиционный способ лечения хронического тонзиллита неэффективен, применяется **метод промывания миндалин кавитированным раствором в сочетании с вакуумным воздействием**.

Для этой цели используется акустический узел АА202.5 (см. п. 3.3).

Рвотный рефлекс блокируется с помощью анестезии (10% спреем лидокаина). Выполняют промывание миндалин «озвученным» раствором (физиологическим раствором, фурацилином, мирамистином и др.) при струйной подаче совместно с аспирационно-вакуумным воздействием. Образующиеся при этом интенсивные потоки кавитационных пузырьков способствуют качественному отмыванию миндалин от патологического налета, дезинфекции и улучшению трофики тканей. Под воздействием вакуума глубокие пробки выходят из лакун и удаляются вместе с отработанной жидкостью.

При проведении манипуляции важно следить за ощущениями пациента и оперативно сбрасывать вакуум (рис. 21), если это необходимо. Чередование фаз отсасывания и сброса отрицательного давления во время процедуры может оказывать лучший дренажный эффект и дополнительный массаж миндалин. Каждую миндалину «озвучивают» в течение 25–30 секунд. Обычно требуется около 5-ти процедур и 250–300 мл раствора (расход жидкости — струйный).



Рис. 25. Процедура промывания миндалин

К курсу промывания миндалин на 3-й процедуре подключают фонофорез лекарственного препарата. Для этой цели используется акустический узел **АА202.6** с ультразвуковым наконечником **АА122.1 (рис. 18).** На чашеобразный конец ультразвукового инструмента закрепляется прокладка **из 12 слоев марли,** на которую наносится гель (виферон, колегель, гидрокортизоновая мазь и др.) или лекарственный раствор (фурацилин, диоксидин 0,5%, мирамистин, октинисепт и др). Круговыми движениями активированный ультразвуковой наконечник перемещается по обрабатываемой поверхности. При этом сильно прижимать инструмент не следует. Продолжительность воздействия составляет 10 секунд на каждую миндалину на мощности ультразвукового воздействия **3 условные единицы**.

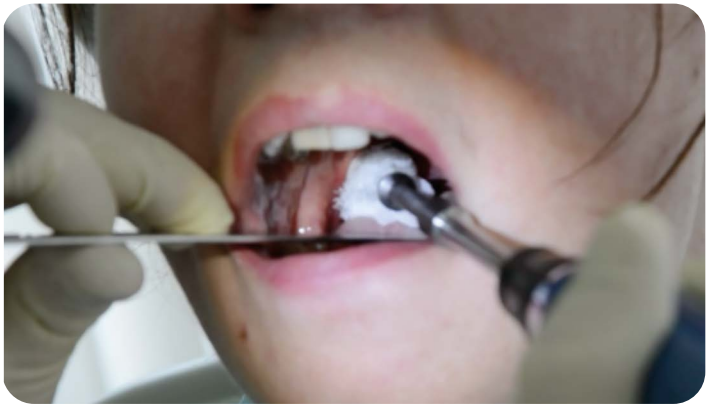


Рис. 26. Процедура фонофореза лекарственного препарата в ткани миндалины

В острой форме тонзиллита противопоказано любое контактное воздействие. Безопасным способом лечения является ультразвуковое орошение 100–150 мл «озвученного» раствора (физиологического раствора, диоксидина 0,5%, фурацилина 1:5000, новокаина 0,5%, мирамистина, октенисепта) с помощью акустического узла **АА208.5** (см. п. 3.2) каждой миндалины по 20–30 секунд на мощности 30–40 условных единиц (рис. 27). Расход жидкости — среднекапельный. Продолжительность курса определяется индивидуально, но в среднем составляет 5–7 процедур (по 1–2 орошения в день). Такой способ лечения позволяет ускорить очищение небных миндалин без травматизации слизистой и кровеносного русла, уменьшить болевые ощущения и отек, микробную обсемененность тканей. Снижается активность воспалительного процесса, и пациент выздоравливает быстрее. При необходимости курс повторяют через 6 месяцев.



Рис. 27. Орошение миндалин кавитированным раствором

5. Лечение воспалительных заболеваний носа лекарственными растворами, кавитированными низкочастотным ультразвуком

В настоящее время ведущая патология, с которой приходится сталкиваться оториноларингологу, — это болезни носа и околоносовых пазух. Данную группу составляют до 52% больных, находящихся на лечении в ЛОР-стационарах (Пискунов Г. З., Лопатин А. С., 1992, Абдулкеримов Х. Т., 2001, 2015). Еще больший процент составляют синуситы среди амбулаторных пациентов с заболеваниями верхних дыхательных путей.

В качестве причин такого характера изменений заболеваемости рассматриваются полиэтиологичность синусита, сложность его патогенеза, особенности анатомо-физиологического строения носа и околоносовых пазух, снижение иммунореактивных свойств организма, аллергия, недостаточная эффективность существующих методов лечения, а также характер и глубина изменений состояния слизистой оболочки полости носа и околоносовых пазух на клеточном и молекулярном уровнях. Синуситы возникают чаще всего после гриппа и острых респираторных вирусных инфекций. Нередко они сопровождаются развитием глазничных и внутричерепных осложнений [37,45,46,49].

Поэтому лечение риносинуситов является и остается одной из самых актуальных проблем оториноларингологии. Рост частоты заболеваний носа и околоносовых пазух, несовершенство диагностики и лечения этой патологии и их осложнений требует внедрения в клиническую медицину прогрессивных методик диагностики и лечения патологии околоносовых пазух. В этом плане в лечении синуситов привлекает использование различных антисептиков и физиологического раствора, кавитированных («озвученных») низкочастотным ультразвуком.

5.1. Лечение ринитов

При лечении ринитов проводят санацию носоглотки озвученным раствором лекарственного препарата (см. п. 3.2). Раствор подается теплым (t=36–37 °С), так как важно не нарушить функцию мерцательного эпителия. Орошение выполняют на мощности ультразвукового воздействия 30–40 условных единиц по 30–60 секунд (подходами по 5–10 сек., с перерывом 2–3 сек.). Расход жидкости — среднекапельный, необходимо около 100 мл и не менее 5 процедур (проводимых ежедневно).

При хроническом риносинусите носовую полость обрабатывают растворами октинисепта или физиологического раствора ежедневно по 30–60 секунд в каждый

носовой ход (подходами по 5–10 сек., с перерывом 2–3 сек.) на мощности ультразвукового воздействия 30–40 условных единиц. Расход жидкости — среднекапельный, необходимо около 100 мл. Требуется 5–10 процедур (ежедневно), повторный курс назначается через 6 месяцев.



Рис. 28. Ультразвуковое орошение слизистых оболочек носовой полости

При гнойном хроническом риносинусите необходимо промывать носовые ходы 100–150 мл кавитированного раствора диоксидина 1% (0,5%), фурацилина (1:5000) или другого раствора антисептика по 10–20 секунд (подходами по 5–10 сек., с перерывом 2–3 сек.) на мощности ультразвукового воздействия 30–40 условных единиц. Расход жидкости — среднекапельный Рекомендуется не менее 5 процедур, проводимых ежедневно. При необходимости проводят повторный курс лечения через 6 месяцев.

При **полипозном хроническом риносинусите** после удаления полипов выполняют санацию носовых ходов 100–150 мл «озвученного» раствора антисептика или противогрибкового препарата (амфотерицина) по 10–20 секунд (подходами по 5–10 сек., с перерывом 2–3 сек.) на мощности ультразвукового воздействия 30–40 условных единиц. Расход жидкости — среднекапельный. Рекомендуется 5–15 процедур, проводимых ежедневно.

При ***атрофическом рините (озена)*** ультразвуковую обработку носовых ходов проводят ежедневно по 30–40 сек. (по 5 сек., с перерывом 2–3 сек.) с обеих сторон 100–150 мл раствора антисептика, настоя трав, физиологического раствора и др.) на мощности 30–40 условных единиц. Расход жидкости — среднекапельный. Требуется 10–15 процедур.

5.2. Лечение хронического аденоидита

Ультразвуковое орошение (см. п. 3.2) воспаленной носоглоточной миндалины способствует удалению гнойного налета и фибриновых наложений, находящихся в криптах воспаленной лимфоидной ткани. Создается большая поверхность взаимодействия на границе «жидкость, обогащенная газом,— стенки крипт», что способствует интенсификации физико-химических и обменных процессов, механическому разрушению бактерий, микромассажу подлежащих тканей. В результате нормальное дыхание восстанавливается без хирургического вмешательства [20,60]. Особенно хороша процедура для детей, так как безболезненна и эффективна. Орошение каждого носового хода кавитированными лекарственными растворами (октинисептом, физиологическим раствором, диоксидином 1%, диоксидином 0,5%, фурацилином 1:5000) выполняется по 30–40 секунд (подходами по 5–10 сек., с перерывом 2–3 сек.) на мощности ультразвукового воздействия 30–40 условных единиц. Необходимо 100–150 мл раствора, расход жидкости — среднекапельный. Требуется 5–10 процедур.

5.3. Лечение синуситов

При катаральном верхнечелюстном синусите полость носа ежедневно орошают (см. п. 3.2) растворами лекарственных препаратов (диоксидин 1% (0,5%), фурацилин (1:5000) и др.) по 10–20 сек (подходами по 5–10 сек., с перерывом 2–3 сек.) с обеих сторон в носовые ходы на мощности 30–40 условных единиц. Требуется около 5 процедур.

При гнойном верхнечелюстном синусите, когда естественное соустье воспалено и непроходимо, требуется проведение пункции вехнечелюстной пазухи. Промывание полости выполняется в три этапа. На первом этапе производится отсасывание (эвакуация) гнойного содержимого пазухи с помощью шприца через иглу Куликовского с взятием материала на бактериологический посев. На втором этапе выполняется промывание пазухи физиологическим раствором, подаваемым в синус, через шприц до чистых промывных вод. На третьем этапе через иглу Куликовского (установленную на кожух АА108–8 акустического узла АА208.5) в пазуху доставляется «озвученный» раствор (рис. 29) с целью дезинфекции полости, разрушения бактериальных пленок, препятствующих проникновению лекарственных веществ к тканям (см. п. 3.5).



Рис. 29. Промывание верхечелюстной пазухи кавитированным раствором

Воздействие выполняется на мощности 70–80 условных единиц при условии струйной подачи раствора (физиологического раствора, диоксидина 1% (0,5%), фурацилина (1:5000) и др.) в течение 10–30 секунд. Требуется 100–150 мл раствора. Курс лечения составляет 3–5 процедур (через день или ежедневно).

5.4. Состояния после операций

Ультразвуковое орошение носа и ротоглотки лекарственными растворами (октинисепта, мирамистина, диоксидина 1% (0,5%), фурацилина (1:5000)) улучшает состояние после полисинусотомий, операций на перегородке, аденотомий, тонзиллэктомий, гайморотомий, способствует удалению корок, фибринозного налета, раневого экссудата, подавлению роста микрофлоры. Орошение полости носа (см. п. 3.2) выполняется в течение 10–20 сек. в каждый носовой ход, орошение ротоглотки — 30–60 сек. (подходами по 5–10 сек., с перерывом 2–3 сек.) на мощности ультразвукового воздействия 30–40 условных единиц. Требуется 5–7 процедур (ежедневно или через день, или 1 раз в 3 дня). Манипуляция выполняется через сутки после операции на перегородке носа, через 7–10 суток после аденоидэктомии и тозилэктомии, на вторые сутки после полисинусотомии и гайморотомии.

6. Лечение воспалительных заболеваний уха

При острых наружных и средних отитах в комплексе с традиционной схемой лечения эффективно применение кавитированных растворов. Это позволяет неинвазивно провести туалет наружного слухового прохода с щадящим удалением эпидермальных масс и очищением последнего, вследствие чего уменьшается отек в перепончато-хрящевом и костном отделе слухового хода, ускоряются процессы репарации, которые способствуют быстрому выздоровлению пациентов и предупреждению перехода заболевания в хроническую форму [15,19]. Орошение раневой поверхности «озвученными» растворами после оперативных вмешательств на среднем ухе также способствует быстрейшему заживлению травмированных тканей [15,19].

6.1. Лечение острых наружных и средних отитов

Орошение кавитированными растворами (водный раствор хлоргексидина 0,05%, диоксидин 0,5%, раствор мирамистина 0,01%, бактериофаги, раствор хлорида натрия — 0,9% (стерильный физиологический раствор) и др.) наружного слухового прохода в качестве вспомогательной терапии позволяет купировать воспалительный процесс в более короткие сроки. Процедура выполняется в течение 30–60 секунд в 3 подхода (по 10–20 секунд) на мощности ультразвукового воздействия 30 условных единиц. Расход жидкости — среднекапельный. Требуется 3–5 процедур (ежедневно).

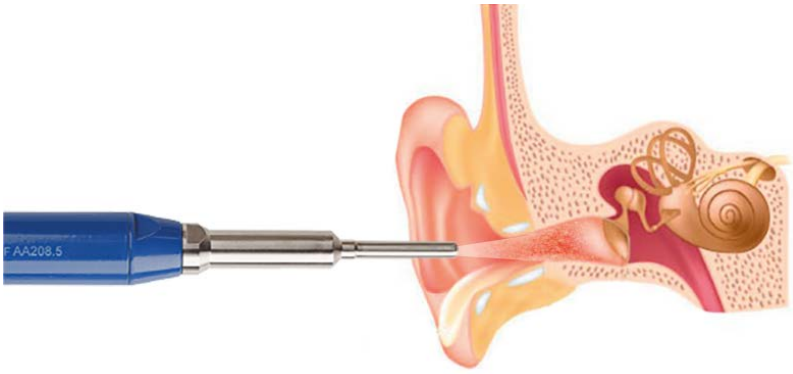


Рис. 30. Процедура орошения «озвученным» раствором наружного слухового прохода

6.2. Состояния после операций

Ультразвуковое орошение наружного слухового прохода «озвученными» НЧУЗ растворами лекарственных препаратов (водный раствор хлоргексидина 0,05%, диоксидин 0,5%, раствор мирамистина 0,01 %, бактериофаги, раствор хлорида натрия - 0,9% (стерильный физиологический раствор) и др.) способствует более мягкому очищению послеоперационной зоны (раны), а дезинфицирующий эффект низкочастотного ультразвука способствует скорейшему заживлению тканей после реконструктивно-санирующих оперативных вмешательств на ухе.

После удаления ушного тампона процедура выполняется в течение 15-30 секунд в 2-3 подхода (по 5-10 секунд) на мощности ультразвукового воздействия 30 условных единиц. Расход жидкости – среднекапельный. Требуется 3 процедуры.

7. Опыт применения ультразвуковой кавитации в комплексном лечении синуситов

На основной клинической базе кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава РФ (отделение оториноларингологии МАУЗ ГКБ № 40 г. Екатеринбурга) применялся метод орошения кавитированным раствором гайморовой пазухи у больных с хроническим верхнечелюстным синуситом [67].

В стационаре были пролечены более 250 пациентов (средний возраст 36,8 лет) с диагнозом хронический верхнечелюстной синусит, обострение. Основной группе (200 лиц) проводилось лечение с применением «озвученных» растворов (124 — пациентов мужского пола и 76 — женского). Контрольную группу составили 50 лиц, которые лечились по классической (общепринятой) методике.

Всем больным основной группы производили обработку полости верхнечелюстной пазухи «озвученным» лекарственным раствором в течение 30–60 секунд с интервалом 5–10 секунд. Воздействие выполнялось на мощности ультразвукового воздействия 70–80 условных единиц при струйной подаче раствора (физиологический раствор или растворы антисептиков). Курс лечения составлял 3–5 процедур, проводимых ежедневно. Ощущения во время процедуры пациенты отмечали как комфортные.

В среднем на вторые-третьи сутки после начала процедур субъективно уменьшались выделения из носа, улучшалось самочувствие. Положительная динамика подтверждалась данными объективного осмотра, лабораторными исследованиями, а также снижением титра возбудителей на фоне лечения.

Бактериальные посевы пунктата из верхнечелюстной пазухи и промывных вод производились всем больным в бактериологической лаборатории МАУЗ ГКБ № 40. Полученный микробный пейзаж до начала лечения изображен на рис. 31.

Из рис.31 видно, что основными возбудителями воспалительного процесса в верхнечелюстных пазухах и полости носа являются Str. pneumonia и H. Influenza (более 50%). Другие возбудители (11 микроорганизмов) выявлены в существенно меньшем титре.

У пациентов, пролеченных с применением кавитированного раствора, титр возбудителя имел активную тенденцию к снижению. После 3-ей процедуры возбудитель не обнаруживался. В то время как у пациентов, которым проводилось лечение стандартным методом, титр возбудителя снижался медленнее.

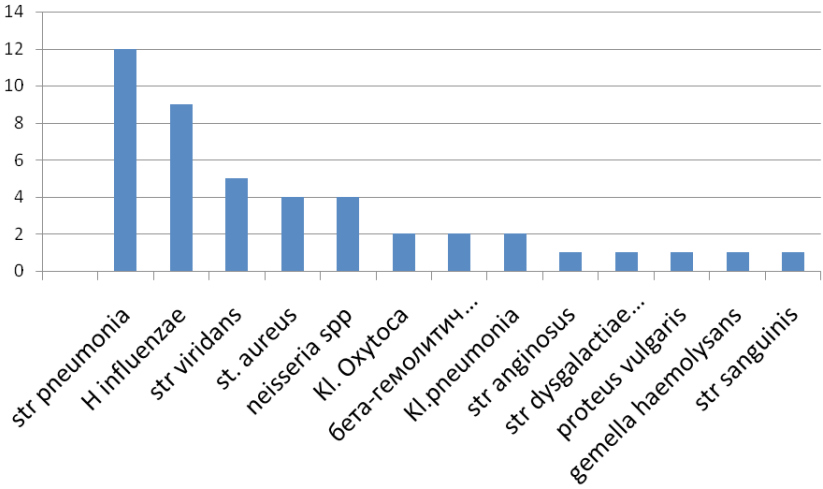


Рис. 31. Микробный пейзаж до начала лечения,
все исследуемые пациенты

Таким образом, по нашим наблюдениям при использовании в лечебном процессе низкочастотного ультразвука воспалительные изменения регрессировали на 3 сутки, при стандартном лечении это происходило на 5–6 сутки.

Применение низкочастотного ультразвука при лечении хронических гнойных синуситов позволило сократить количество пункций для достижения выздоровления в сравнении со стандартной терапией, ускорить выздоровление, уменьшить частоту обострений, затраты на медикаменты, существенно уменьшить сроки нетрудоспособности пациентов.

8. Опыт применения ультразвуковой кавитации в комплексном лечении острых риносинуситов у детей

При лечении острого бактериального риносинусита у детей на базе детской клиники «Эдкарик», г. Калининград, и клинических базах кафедры оториноларингологии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава РФ, г. Екатеринбург, применялся метод санации полости носа кавитированным раствором [6,31,32,33].

Лечение получили 109 пациентов с диагнозом острый бактериальный риносинусит. Из них 54-м больным (29 мальчикам (53,7%) и 25 девочкам (46,3%)) было выполнено комплексное лечение с санацией полости носа раствором, кавитированным низкочастотным ультразвуком. Возраст наблюдаемых находился в пределах от 5 до 17 лет, средний возраст составил 10,6 лет. Пациенты контрольной группы (55 детей) получили комплексное лечение с санацией полости носа солевыми растворами по стандартной методике.

Эффективность проводимой терапии обеих групп оценивали по динамике интенсивности назальных симптомов. Срок лечения составлял 6 дней, период наблюдения — 1 месяц.

Все пациенты проходили комплексное обследование, в том числе:

- сбор жалоб и анамнеза;
- наружный осмотр и эндоскопию ЛОР органов;
- общеклинические исследования;
- определение микробного пейзажа отделяемого из средних носовых ходов;
- риноцитограмма;
- лучевая диагностика (КТ околоносовых пазух).

Оценка субъективных ощущений пациента была проведена с использованием специальной анкеты SNOT-20 посредством перекрестного опроса (исследователь-родитель обследуемого — обследуемый). Интенсивность субъективных симптомов пациенты (или их родители) оценивали по 5-балльной шкале. При этом значение 0 баллов соответствовало отсутствию симптомов; 1 балл — легким периодически возникающим проявлениям; 2 балла — легким постоянно наблюдающимся проявлениям; 3 балла — умеренно выраженным симптомам, не влияющим на дневную активность; 4 балла — выраженным симптомам, влияющим на дневную активность; 5 баллов — значительно выраженным симптомам. Определение степени тяжести заболевания производилось по 10-сантиметровой визуальной аналоговой шкале. Значения от 0 до 3 см (баллов) соответствовало легкой степени заболевания, от 4 до 7 баллов — среднетяжелой, от 8 до 10 баллов — тяжелой форме заболевания.

Согласно шкале SNOT-20, до лечения затруднение носового дыхания в основной группе пациентов составляло 3,0 балла, а в группе сравнения — 2,9 балла; наличие выделений из носа — 3,0 и 2,9 балла соответственно, стекание отделяемого из носа в горло (синдром постназального стекания) — 3,0 и 2,9 балла соответственно; кашель — 2,4 и 2,6 балла соответственно. Одностороннее поражение верхнечелюстной пазухи в основной группе отмечено у 24 (44,4%) пациентов, в группе сравнения — у 22 (40%) больных; поражение верхнечелюстной пазухи с двух сторон — у 17 (31,5%) и 19 (34,5%) исследуемых соответственно; гемисинусит — у 13 (24,1%) и 14 (25,5%) человек соответственно.

Микробный пейзаж отделяемого из средних носовых ходов у пациентов до начала лечения в доминирующей роли был представлен (рис. 32):

- Str.pneumonia — 49 (45%) случаев;
- H.influenzae — 27 (24,8%) случаев;
- ассоциация микробов H.influenzae+Str.pneumonia — 17(15,6%) случаев;
- Staph.aureus — 12 (11,0%) случаев;
- Str.pyogenes — 4 (3,7%) случаев.

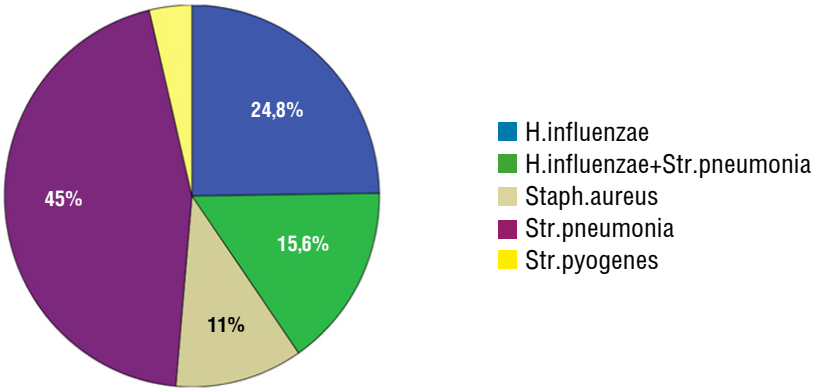


Рис. 32. Микробный пейзаж до начала лечения, все исследуемые пациенты

У пациентов с острым бактериальным риносинуситом в 84% случаев преобладала монофлора, ассоциативная флора была выделена в 16% наблюдений.

Всем пациентам основной группы в комплексном лечении проводили санацию полости носа растворами, кавитированными низкочастотным ультразвуком. Благодаря защитному кожуху появилась возможность санации полости носа с максимальным приближением наконечника к среднему носовому ходу, где располагается в том числе и естественное соустье верхнечелюстной пазухи. Обработку полости носа производили в течение 30–60 секунд с интервалом 5–10 секунд. Мощность

ультразвукового воздействия достигала до 80–90 условных единиц при струйной подаче раствора. В работе применялся физиологический раствор хлорида натрия 0,9%. Курс лечения составил 4–5 процедур. Пациенты детского возраста процедуру переносили комфортно.

Оценка динамики состояния пациента, изменения показателей жалоб и результатов исследования проводилась на 1-е, 3-и и 6-е сутки лечения, через 14 дней и 1 месяц после лечения.

По нашим наблюдениям, уже к 3-му дню у пациентов, которым была проведена санация полости носа кавитированными растворами, отмечалась более выраженная положительная динамика в отношении основных клинических симптомов: улучшалось носовое дыхание (1,8±0,7 балла), уменьшалось количество и характер отделяемого из носа (1,5±0,8 балла), прекращалось стекание отделяемого в горло (0,9±0,8 балла) и резко уменьшался кашель (0,4±0,7 балла). По результатам лабораторных анализов определялось снижение повышенного уровня лейкоцитов в общем анализе крови, сывороточных IgA и M, нейтрофильных клеток в риноцитограммах. Концентрация иммуноглобулинов класса А у пациентов основной группы составляла 1,71 г/л после 3-го дня терапии (в 1-й день — 4,20 г/л; $p<0,001$). Происходило значительное восстановление времени мукоцилиарного транспорта слизистой оболочки полости носа: показатели сахаринового теста изменились с 17,47±0,13 мин до 6,19±0,1 мин.

У пациентов контрольной группы эти изменения к 3-му дню были менее выражены: улучшение носового дыхания — 2,6±0,7 балла, уменьшение выделений из носа — 2,04±0,9 балла, стекания отделяемого в горло — 1,6±0,1 балла, кашля — 0,5±0,8 балла, концентрация иммуноглобулинов класса А снизилась с 4,33 г/л в 1-й день терапии до 2,83 г/л после 3-го дня лечения ($p<0,001$). Значительным было восстановление времени мукоцилиарного транспорта слизистой оболочки полости носа (с 17,42±0,1 мин до 5,05±0,1 мин).

По завершении курса лечения, к 6-му дню у пациентов основной группы отмечалось полное восстановление носового дыхания, исчезновение выделений из носа, отсутствие стекания отделяемого в горло и кашля. Показатели лабораторных данных возвращались к нормальным значениям. У пациентов группы сравнения также было отмечено восстановление носового дыхания, исчезновение выделений из носа, однако положительная динамика в отношении синдрома постназального стекания была отмечена лишь в 2 (3,6%) случаях. На 6-й день терапии отмечалось более значительное сокращение времени сахаринового теста у пациентов основной группы ($p=0,009$; тест Манна-Уитни) по сравнению с больными группы сравнения ($p<0,001$).

Восстановление слизистой оболочки околоносовых пазух в основной группе было более отчетливым, чем в группе сравнения: по данным компьютерной томографии околоносовых пазух, проведенной через 1 месяц после лечения, их пневматизация была полностью восстановлена у 50 (92,6%) пациентов основной группы и у 44 (80,0%) больных группы сравнения; пристеночное затемнение верхнечелюстных пазух выявлено у 2 (3,7%) и 5 (9,1%) человек соответственно; затемнение верхнечелюстных пазух — у 2 (3,7%) и 6 (10,9%) пациентов соответственно.

Пациенты, которым было выполнено лечение с применением кавитированных растворов, показали наилучшие отдаленные результаты проведенного лечения по наличию признаков проявления заболевания (рецидива) и восстановлению функции мерцательного эпителия слизистой оболочки полости носа. Спустя месяц после окончания терапии в группе сравнения наблюдалось увеличение числа пациентов с ухудшением клинической симптоматики по сравнению с 6-м днем основного курса лечения. В основной группе — только у 1 (1,9%) пациента в виде стекания слизистого отделяемого по задней стенке глотки.

Таким образом, применение низкочастотного ультразвука при лечении острых риносинуситов у детей давало положительные результаты уже к 3-му дню лечения, в то время как процесс выздоровления пациентов, получавших традиционное лечение, протекал медленнее. Кроме того, использование кавитированных растворов позволило снизить количество рецидивов по сравнению со стандартной схемой лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая вышеперечисленные обстоятельства, применение низкочастотного ультразвука у пациентов с хроническими синуситами, заболеваниями глотки и носоглотки, острыми наружными и средними отитами позволяет уменьшить выраженность клинических симптомов болезни быстрее, чем при традиционной терапии. Соответственно, сокращаются сроки госпитализации, что делает методику экономически привлекательной и обоснованной. Простота и удобство в эксплуатации позволяет использовать аппараты ACTITON и ACTITON-A не только в стационаре, но и в амбулаторных условиях.

Видео по применению аппаратов серии АК100М в оториноларингологии:
https://https://goo.su/2b2i

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулкеримов Х.Т., Машинец О. О., Колесникова А. В., Абдулкеримов З. Х. Диагностика и лечение риногенных внутричерепных осложнений. Материалы IV Петербургского форума оториноларингологов России, Санкт-Петербург — 2015. с рис. 5–246

2. Акопян Б. В. Основы ваимодействия ультразвука с биологическими объектами // Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005.— С. 224.

3. Алексеев А.А., Бобровников А. Э., Крутиков М. Г., Тусинова С. А. Ультразвуковая обработка ожоговых ран. Методическая разработка.— М., 2009.—15 с.

4. Балин В.Н., Гук А. С., Колодин В. И. Низкочастотный ультразвук и активность тканевых ферментов в гнойных резано-разможжённых ранах мягких тканей // Тез. докл. Всесоюзной конференции с международным участием «Ультразвук в хирургии».— М., 1990.— С. 17–18.

5. Барвинченко Ю.А., Абдулкеримов Х. Т. Низкочастотный ультразвук в составе комплексного лечения острого бактериального риносинусита у детей. Материалы научно-практической конференции «Междисциплинарные проблемы диагностики, лечения и реабилитации больных с патологией ЛОР-органов», г. Судак — 2017.— С. 18.

6. Барвинченко Ю.А., Абдулкеримов Х. Т. Воздействие низкочастотного ультразвука на слизистую оболочку полости носа и околоносовых пазух у детей с острым бактериальным риносинуситом. Таврический медико-биологический вестник.— 2017.— Т. 20 (№ 3).— С. 23–29.

7. Брискин Б.С., Полянский М. В., Прошин А. В. и др. Ультразвуковая кавитация в лечении гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы // Инфекции в хирургии.— 2007.— № 3.— С. 33–39.

8. Бэйли М.Р., Хохлова В. А., Сапожников О. А. и др. Физические механизмы воздействия терапевтического ультразвука на биологическую ткань: Обзор // Акуст. журн.— 2003.— Т. 49.— № 4.— С. 447.

9. Гизингер О.А., Зиганшин О. Р. и др. Применение ультразвуковой кавитационной терапии в лечении воспалительных заболеваний нижнего отдела генитального тракта.— Екатеринбург: Изд-во А. Г. Медников, 2015.— 44с.

10. Глухов Е.Ю., Богданова А. М., Козырева Е. Н. «Волшебные» пузырьки. Кавитированные ультразвуком растворы в терапии акушерских и гинекологических заболеваний // StatusPraesens.— 2014.— № 22.— С. 23–29.

11. Голубенко Г. А. Низкочастотный ультразвук в лечении больных остеоартрозом // Вопр. курортол. физиотер. и леч. физкульт.— 1991.— № 2.— С. 36–39.

12. Гостев В.В., Сидоренко С. В. Бактериальные плёнки и инфекции // Журн.

инфектологии.— 2010.— Т. 2.— № 3.— С. 4–15.

13. Гусейнов Н.М., Панахиан В. М., Худиев А. М. Сборник научных трудов «Здоровье». Баку 1995; 44–46.

14. Деккер А. Ф. Низкочастотный ультразвук в лечении и профилактике гнойной инфекции: Автореф. дис… канд. мед.наук.— Омск, 1983.— 21 с.

15. Драчук А. И. Низкочастотная ультразвуковая терапия при хроническом гнойном среднем отите // Хирургия.— 2001.— № 3.— С. 3.

16. Дубров Э. Я. Ультразвуковая физическая антисептика ран. Проблемы техники в медицине.— Томск.— 1983.— С. 207.

17. Дубров Э.Я., Т. Н. Яшина Ультразвуковая обработка травматических ран // Ортопедия и протезирование.— 1978.— № 11.— С. 74–76.

18. Зайнутдинов А. М. Применение ультразвуковой кавитации при хирургических инфекциях // Казанский медицинский журнал.— 2009.— Т. 90.— № 3.— С. 414–420.

19. Зайцев В. М. Эндоуральное ультразвуковое орошение мирамистином как новый метод лечения больных хроническим гнойным средним отитом // Сб. мат. науч.-практ. конф. «Современные проблемы отоларингологии».— М. 2002.— С. 23–26.

20. Зырянова К. С. Клинико-морфологическая характеристика хронического тонзиллита в фазе ремиссии при консервативном лечении с применением аппарата аэрозольной терапии и ультразвуковой кавитации: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук: 14.00.15.— Челябинск,2007.— 170 с.

21. Иванова Е.В., Иванов В. С., Ежова Е. Г., Почивалин В. П. Применение ультразвука в терапевтической стоматологии // Новое в стоматологии.— 2009.— № 5.— С. 58–60.

22. Инновационные технологии в лечении пациентов с трофическими язвами нижних конечностей венозного генеза. Метод. реком. для врачей / Сост. А. Ю. Лапин, М. А. Рубцов, О. Н. Скрябин, А. В. Косыгин.— Екатеринбург: VIP-Урал, 2012.— 28 с.

23. Использование низкочастотного ультразвука в лечении хирургической инфекции. Учебно-методическое пособие для врачей.— Екатеринбург: УГМУ, 2016.— 82 с.

24. Кавитированные растворы в репродуктивной медицине: научная монография / Сост.: В. Е. Радзинский, Е. Ю. Глухов, Н. В. Башмакова, О. А. Мелкозерова, и др.; под ред. В. Е. Радзинского, Е. Ю. Глухова.— М.: Редакция Status Presents, 2017.— С. 344

25. Кичемасов С.Х., Скворцов Ю. Р., Чмырев И. В. и др. Использование ультразвуковой диссекции и кавитации при лечении глубоких ожогов // Вестник

Российской Военно-медицинской академии. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы клиники, диагностики и лечения больных в многопрофильном лечебном учреждении».— СПб.— 2007.— № 1.— Прил. 17(ч.2).— С. 568.

26. Корнеев Ю.А., Коршунов А. П., Погадаев В. И. Медицинская и биологическая физика: Учебное пособие.— М.: Мед.книга; Н. Новгород: Изд-во НГМА, 2001.— 247 с.

27. Кузин М. И. Раны и раневая инфекция. Руководство для врачей. / М. И. Кузин, Б. М. Костюченок.— М.: Медицина.— 1990.— 592 с.

28. Летучих А.А., Педдер В. В. и др. Низкочастотный ультразвук в акушерстве и гинекологии.— Омск: Изд-во ИПК «Омич», 1996.— 140 с.

29. Макарочкин А.Г., Чернядьев С. А. и др. Клинические аспекты использования низкочастотного ультразвука в хирургии пакреонекроза. Учебно-методическое пособие. Екатеринбург; УГМА, 2011.— 32с.

30. Машинец О. О., Абдулкеримов Х. Т., Абдулкеримов З. Х. Влияние местной антицитокиновой терапии на течение послеоперационного ринита Материалы IV Петербургского форума оториноларингологов России, Санкт-Петербург — 2015. с 328

31. Маркова Ю. А. Современная низкочастотная ультразвуковая терапия в лечении острых риносинуситов удетей. Практическая медицина. Педиатрия.— 2015.— № 7(92).— С. 62–65.

32. Маркова Ю.А., Абдулкеримов Х. Т. Применение низкочастотного ультразвука в лечении острого бактериального риносинусита у детей. Российская ринология.— 2016.— № 4 — С. 11–15.

33. Маркова Ю. А. Влияние кавитированных низкочастотным ультразвуком растворов на транспортную функцию мерцательного эпителия у больных острым бактериальным риносинуситом. Журнал международной медицины.— 2016.— № 2(19) — С. 17–20.

34. Мишенькин Н.В., Драчук А. И., Папулов В. Г. и др. Низкочастотная ультразвуковая терапия и хирургия в оториноларингологии. Новосибирск 1992; 28.

35. Нестерова А. А. Лечение детей, больных хроническими аденориносинуситами, с помощью низкочастотного ультразвука // Омский научный вестник.— 2014.— № 2 (134).— С. 32–36.

36. Нестерова К.И., Драчук А. И., Нестеров И. А. Новости оториноларингологии 2001; 3: 42–44.

37. Нестерова К.И., Нестеров И. А. Влияние ультразвуковой безпункционной технологии санации околоносовых пазух на качество жизни пациентов при хронических гнойных полисинуситах // Рос. Оторинолар.— 2011. -№ 6.—С.110–114

38. Обоскалова Т.А., Глухов Е.Ю и др. Профилактика и лечение воспалительных

заболеваний в акушерстве и гинекологии с использованием метода ультразвуковой кавитации лекарственных растворов // Практическое руководство для врачей.— Екатеринбург, 2014.— 68 с.

39. Обоскалова Т.А., Глухов Е. Ю., Плотко Е. Э. и др. Ультразвуковая демедикализация. // StatusPraesens.— 2012.— № 3.— С. 65–69.

40. Овчинников Ю.М., Добротин В. Е., Апостолиди К. Г. и др. Российская ринология 1998; 2: 21–22.

41. Оганесян М. А. Профилактика послеоперационных нагноений и лечение гнойных ран ультразвуковой кавитацией // Вестн. хир.— 1982.— № 5.— С. 56–57.

42. Пальчун В.Т., Крюков А. И., Огородников Д. С. и др. Вестник оториноларингологии 1998; 5: 21–31.

43. Перельман М.И., Моисеев В. С. Бактерицидное действие ультразвука // Проблемы техники в медицине.— Таганрог, 1980.— С. 38–41.

44. Пискунов Г.З., Лопатин А. С. Эндоскопическая диагностика и функциональная хирургия околоносовых пазух: Пособие для врачей. М 1992; 34.

45. Пискунов Г.З., Пискунов С. З. Клиническая ринология. М 2012; С 790.

46. Пискунов С. З., Пискунов И. С., Абраменко М. А. О причинах синдрома «молчащего синуса Материалы IV Петербургского форума оториноларингологов России, Санкт-Петербург — 2015. с 341

47. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер. с англ. / Под ред. К. Хилла.— М.: Мир, 1989.— 568 с.

48. Рисман Б.В., Рыбальченко О. В., Чмырев И. В. Роль ультразвуковой кавитации в подавлении бактериальных пленок у пациентов с гнойнонекротическими осложнениями синдрома диабетической стопы // Вестн. Рос. военно-мед. академии.— 2011.— № 2(34).— С. 18–22.

49. Рязанцев С.В., Хмельницкая Н. М., Тырнова Е. В. Вестник оториноларингологии 2001; 6: 56–59.

50. Сабельникова Т.М., Черкашин В. В., Полевой А. М. Совместное воздействие ультразвука и антисептиков на гнойные бактерии // Труды МВТУ им. Н. Э. Баумана.— 1980.— № 319.— С. 59–62.

51. Салеева Г.Т., Григорьев С. В. Влияние ультразвуковой обработки на качество пломбирования корневых каналов зубов // Практическая медицина.— 2013.— № 4 (72).— С. 90–93.

52. Самосюк И.З., Мясников В. Г., Клименко И. В. Применение низкочастотного ультразвука в комплексной терапии больных туберкулёзом легких // Вопр. курортол. физиотерап. и леч. физ. культ.— 1999.— № 2.— С. 9–11.

53. Сарвазян А.П., Акопян В. Б. Биофизические механизмы действия ультраз-

вука в хирургии // Тезисы докладов Всесоюзной конференции с международным участием «Ультразвук в хирургии».— М., 1990.— С. 59–60.

54. Седов В.М., Гордеев Н. А., Кривцова Г. Б. Лечение инфицированных ран и трофических язв ультразвуком низкой частоты // Хирургия.— 1998.— № 4.— С. 39–41.

55. Сологуб Е.Н., Сизякина Л. П., Москаленко Е. П. Возможность использования низкочастотного ультразвука для коррекции иммунодефицитных состояний // Вопр. курортол. физиотерап. и леч. физ. культ.— 1991.— № 1.— С. 44–46.

56. Сперанский А.П., Марцвеладзе И. Л. Влияние ультразвуковых волн относительно небольшой интенсивности на рыхлую соединительную ткань // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры.— 1963.— № 1.— С. 43–47.

57. Улащик В. С. Общая физиотерапия / В. С. Улащик, И. В. Лукомский.— Минск, 2003.— 493 с.

58. Улащик В.С., Чиркин А. А. Ультразвуковая терапия.— Минск, 1983.— 254 с.

59. Ультразвуковая кавитация в профилактике и лечении акушерско-гинекологических заболеваний. Практическое руководство для врачей — 2-е изд., перераб. и доп. / Т. А. Обоскалова, Е. Ю. Глухов и др.— Екатеринбург, 2020.—167 с. Издательство ООО «ФОТЕК».

60. Ультразвуковые методы в оториноларингологии (методические рекомендации для врачей) / Драчук А. И., Нестерова К. И., Клюев В. И., Денисова Т. К., Филиппова О. Л., Лобанова О. С., Нестеров И. А., Седова С. И.— Омск, 2007.— С. 49.

61. Умудов Х.М., Кулиев Р. А. Влияние ультразвукового лечения на течение гнойного воспаления // Клин.хирургия.— 1997.— № 7/8.— С. 15–17.

62. Хохлов А.В., Алентьев С. А., Берлев И. В. и др. Атлас ультразвуковой хирургии / Под ред. А. В. Хохлова.— СПб., 2010.— 221 с.

63. Чаплинский В.В., Ухов А. Я., Яцкевич Я. Е. Клиникоэкспериментальное изучение действия ультразвуковой кавитации на микроорганизмы // Ортопед. травматология.— 1985.— № 8.— С. 29–32.

64. Шишкова Ю.С., Киприянова И. И., Узлова Т. В., Липская А. Д. Антимикробный эффект низкочастотного ультразвука в профилактике послеродового эндометрита // Вестник ЮУрГУ.— 2013.— Т. 13.— № 2.— С. 102–104.

65. Шулаков В.В., Царёв В. Н., Цыбров Г. Е. Влияние ультразвуковой аэрозольной обработки ран на анаэробную микрофлору гнойных очагов челюстно-лицевой области // Вестн. РАМН.— 1996.— № 8.— С. 22–26.

66. Эльпинер И. Е. Биофизика ультразвука.— М.: Наука, 1973.— 218 с.

67. Юсупова Д.Р., Абдулкеримов Х. Т., Полянская А. С. Применение низкочастотного ультразвука в лечении синуситов. Материалы IV Петербургского форума оториноларингологов России.—2015.— С. 363–364.

68. Knoch H. G. Der niederfrequente Ultraschall // Z. Physiother.— 1990.— № 3.— Bd. 42.— P. 143–147.

69. Stammberger H., Hawre M. Practical Endoscopy of the Nose, Sinuses and Anterior Scull Baze. London 1996.

70. Stasen E. Ultrasound for the surgeon / Eds. E. D. Stasen, M. E. Arregni.— Philadelphia: Lippicott Publ., 1996.— 384 p.

71. Sundaram J., Mellein B., Mitragotri S. An experimental and theoretical analysis of ultrasound-induced permeabilization of cell membranes // Biophys. J.— 2003.— № 84 (5).— P. 3087–3101.

72. Weissler A. Formation of hydrogen peroxide by ultrasonik waves: free radicals // J. Am. Chem. Soc.— 1959.— Vol. 81.— P. 1077–1081.

73. Williamson M. R. Essentials of ultrasound.— Phyladelphia: W. B. Saunders, 1996.— 266 p.

74. Willocks J. Medicalultrasound: A Glasgow development that swept the world // Glasgow Univ.— 1996.— Vol. 19.— P. 1–3.

Приложение А. Сборка ультразвукового кавитационного аппарата «ФОТЕК» серии ACTITON



Рис. А.1. Собранный аппарат на стойке

I. Начальный этап сборки

1. Блок управления аппарата установите на верхнюю полку стойки (рис. А.1).

2. Педаль подключите к разъему для педали на задней панели блока управления аппарата (рис. А.3, поз. 14).

3. Шнур питания подключите сначала к разъему на задней панели блока аппарата (рис. А.3, поз. 17), а затем к сетевой розетке **с контактами заземления** (рис. А.2).

4. Разъем выбранного **акустического узла** подключите **к разъему «УЛЬТРАЗВУК»** на передней панели блока управления аппарата (рис. А.3, поз. 13).

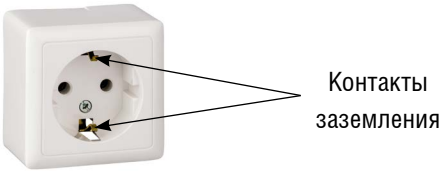


Рис. А.2. Сетевая розетка с контактами заземления



Рис. А.3. Передняя и задняя панели аппарата «ФОТЕК» серии ACTITON-A:
1 — кнопка «УЛЬТРАЗВУК» для включения УЗ режимов; 2 — кнопка включения режима «АСПИРАЦИЯ»; 3 — кнопка включения режима «ИРРИГАЦИЯ»; 4 — отображение уровня УЗ колебаний; 5 — кнопка включения функции «ТАЙМЕР»; 6 — кнопки регулировки уровня УЗ колебаний; 7 — просмотр сведений о подключенном акустическом узле; 8 — клапан управления ирригацией; 9 — информация о подсоединенной педали, назначение функции педали; 10 — краткая информация об использовании прибора; 11 — настройка уровня звука, языка интерфейса, цвета экрана; 12 — кнопка «STB» (Stand-by — спящий режим); 13 — разъем «УЛЬТРАЗВУК» для подключения акустического узла; 14 — разъем для подключения педали; 15 — штуцер «АСПИРАЦИЯ» для подключения аспирационного шланга; 16 — кнопка сетевого выключателя; 17 — разъем для подключения шнура питания.

4. Акустический узел (АУ) можно разместить в специальном держателе на полке стойки, если нет требований к сохранению стерильности узла (рис. А.4).

5. Включите аппарат нажатием на кнопку **сетевого выключателя** (рис. А.3, поз. 16), аппарат будет находиться в режиме сна. Для начала работы нужно нажать **кнопку STB («Standby»)** на передней панели аппарата (рис. А.3, поз.12), тогда индикатор рядом с кнопкой погаснет, а экран загорится. При необходимости перевести аппарат в режим сна — снова нажмите **кнопку STB** (рис. А.3, поз. 12), после чего индикатор рядом с кнопкой загорится, а экран аппарата погаснет.



Рис. А.4. Держатель АУ
на полке стойки

II. Сборка ирригационного тракта аппарата

Основные составляющие ирригационного тракта аппарата изображены на рис. А.5:



а б в

Рис. А.5. Основные составляющие ирригационного тракта аппарата:
а — емкость с лекарственным раствором (пакет или флакон); б — инфузионная система; в — акустический узел.

Для работы в режиме «ИРРИГАЦИЯ» необходимо использовать специальные инфузионные системы **Fresenius Kabi REF M46441300S**. Упаковка систем (30 шт.) входит в комплект аппарата под артикулом **AA120.1** (рис. А.6).

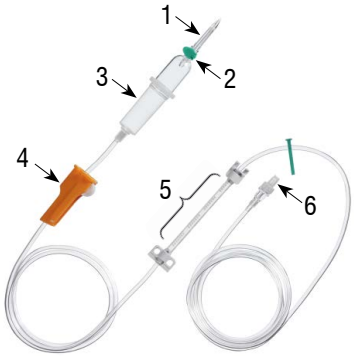
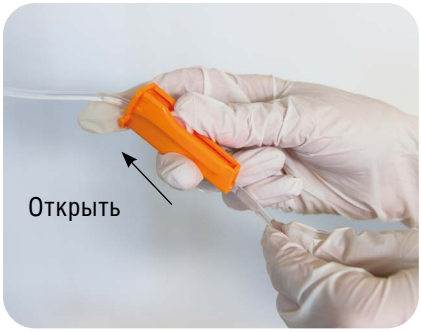


Рис. А.6. Инфузионная система **Fresenius Kabi REF M46441300S** (АА120.1):
1 — заборная игла;
2 — воздушный клапан;
3 — капельная камера;
4 — роликовый зажим;
5 — силиконовый сегмент;
6 — дистальный конец системы с разъемом «луер-лок»

1. Закройте **роликовый зажим инфузионной системы** (рис. А.7, б).





а б

Рис. А.7. Открытие (а) и закрытие (б) роликового зажима инфузионной системы

2. Заборную иглу инфузионной системы (рис. А.6, поз. 1) полностью введите в емкость с лекарственным раствором до упора. **Емкость с раствором** подвесьте на инфузионную стойку. Высота инфузионной стойки изменяется с помощью регулятора, расположенного на штативе стойки (рис. А.1). На штуцер акустического узла (рис. А.8, поз. 1) наденьте **переходник АА121** (рис. А.8, поз. 2), который входит в комплект каждого узла. Вкручивающим движением присоедините к переходнику **коннектор с возвратным клапаном Infuvalve, REF 4094000N** производства B. Braun (поставляется под артикулом АА118) (далее — коннектор), рис. А.8, поз. 3, предварительно сняв с него защитный колпачок. В комплект аппарата входит упаковка коннекторов (50 шт.). К клапану присоедините **дистальный конец инфузионной системы** (рис. А.8, поз. 4), предварительно сняв с него защитный колпачок.

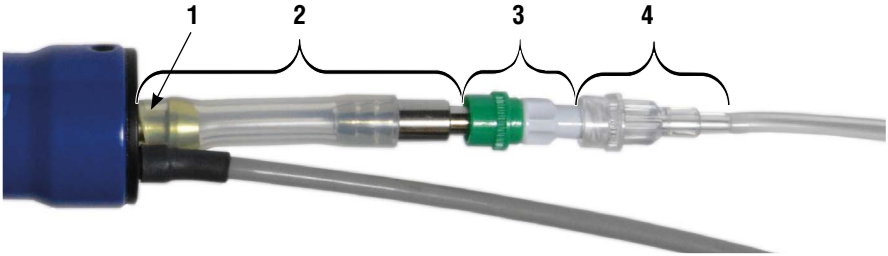


Рис. А.8. Подсоединение принадлежностей для ирригации к акустическому узлу:
1 — штуцер акустического узла; 2 — переходник (АА121); 3 — коннектор с возвратным клапаном (АА118); 4 — дистальный конец инфузионной системы (АА120.1)

ВАЖНО! Если к узлу не присоединен коннектор с возвратным клапаном АА118, то при погружении дистального конца акустического узла в полость, заполненную жидкостью, может происходить «засасывание» жидкости из полости в ирригационный канал акустического узла и инфузионную систему. Коннектор не позволяет жидкости подниматься по каналу узла в обратном направлении и препятствует попаданию в ирригационный канал узла и в инфузионную систему жидкости из полости пациента.

Допустимо работать без коннектора при использовании стерильного узла и стерильной инфузионной системы для каждой процедуры. Откройте **воздушный клапан инфузионной системы** (рис. А.6, поз. 2). **Заполните капельную камеру инфузионной системы** (рис. А.6, поз. 3) лечебным раствором примерно наполовину путем сдавливания ее пальцами одновременно с двух сторон. Установите под акустическим узлом емкость для проверки работы ирригационного тракта аппарата. **Откройте роликовый зажим инфузионной системы** (рис. А.7, а), после чего система начнет заполняться лечебным раствором. Когда раствор заполнит систему и начнет вытекать из канала акустического узла, закройте роликовый зажим инфузионной системы (рис. А.7, б). **Силиконовый сегмент инфузионной системы** (рис. А.6, поз. 5) вставьте в зазор клапана управления ирригацией на передней панели блока управления, нажав на кнопку в центре клапана (рис. А.9, а). Отпустите кнопку и убедитесь, что зазор силиконовой трубки перекрыт клапаном (рис. А.9, б).



а б

Рис. А.9. Подсоединение инфузионной системы к клапану управления ирригацией:
а — нажатие на кнопку клапана; б — отпускание кнопки клапана

3. Откройте **роликовый зажим** инфузионной системы (рис. А.7, а). На сенсорном экране аппарата **включите режим «ИРРИГАЦИЯ»**, нажав на одноименную кнопку (рис. А.3, поз. 3). Проверьте, что режимы «УЛЬТРАЗВУК» и «АСПИРАЦИЯ» отключены (т.е. кнопки с названиями данных режимов (рис. А.3, поз. 1 и 2) на дисплее не подсвечиваются). В противном случае их нужно отключить нажатием на соответствующие подсвеченные кнопки. **Активируйте режим «ИРРИГАЦИЯ»** нажатием на любую клавишу двухклавишной педали или на одноклавишную педаль. Убедитесь, что раствор вытекает из канала акустического узла в виде тонкой струи. Роликовым зажимом (рис. А. 6, поз. 4) установите необходимый расход жидкости (для большинства применений он должен быть максимальным). При отпускании педали подача раствора в узел прекратится.

ПРИМЕЧАНИЕ: клапан управления ирригацией (рис. А.9) выполняет функцию автоматического перекрывания/открывания подачи раствора в акустический узел. В момент активации педалью режима «ИРРИГАЦИЯ» клапан открывается, трубка системы разжимается и происходит подача раствора в узел. В момент прекращения активации режима «ИРРИГАЦИЯ» (отпускания педали) клапан пережимает трубку системы (рис. А.9, б) и подача раствора в узел прекращается.

ВАЖНО! Режим «ИРРИГАЦИЯ» может использоваться только в том случае, если для подачи раствора используется инфузионная система **Fresenius Kabi REF M46441300S**. Данная система содержит **силиконовый сегмент** (рис. А.6, поз. 5), который можно вставлять в зазор клапана управления ирригацией, что позволяет осуществлять автоматическое перекрывание/открывание подачи раствора в узел. **При использовании стандартной инфузионной системы** (без силиконового сегмента) перекрывать/открывать подачу раствора в узел необходимо вручную с помощью имеющегося на каждой системе роликового зажима, режим

«ИРРИГАЦИЯ» следует в этом случае **отключить.** Трубку стандартной инфузионной системы вставлять в клапан не следует, т.к. она не будет им полностью пережиматься.

III. СБОРКА АСПИРАЦИОННОГО ТРАКТА АППАРАТА (для аппарата «ФОТЕК» серии ACTITON-A

Основные составляющие аспирационного тракта аппарата изображены на рис. А.10:



Рис. А.10. Основные составляющие аспирационного тракта аппарата:
а — набор аспирационных шлангов (короткий 0,9 м и длинный 2 м); б — банка для аспирации;
в — акустический узел АА202.5 для лечения небных миндалин

1. Присоедините к штуцерам банки для аспирации **угловые соединители**, которые входят в комплект банки (рис. А.10, б). Установите банку в держатель, расположенный на задней стороне колонны стойки.

2. Короткий аспирационный шланг 0,9 м (рис. А.10 а, слева) используется для создания разрежения в банке для аспирации. Присоедините один его конец к штуцеру «АСПИРАЦИЯ» на задней панели блока управления аппарата (рис. А3, поз. 15), а второй конец к штуцеру банки «К АППАРАТУ» («VACUUM») через угловой соединитель.

3. Длинный аспирационный шланг длиной 2 м (рис. А.10 а, справа) предназначен для удаления жидкости из области воздействия. Присоедините один его конец через угловой соединитель к штуцеру банки «К ИНСТРУМЕНТУ» («PATIENT»). Второй конец шланга соедините со штуцером с отверстием для сброса вакуума кожуха акустического узла АА202.5 (рис. А.11).

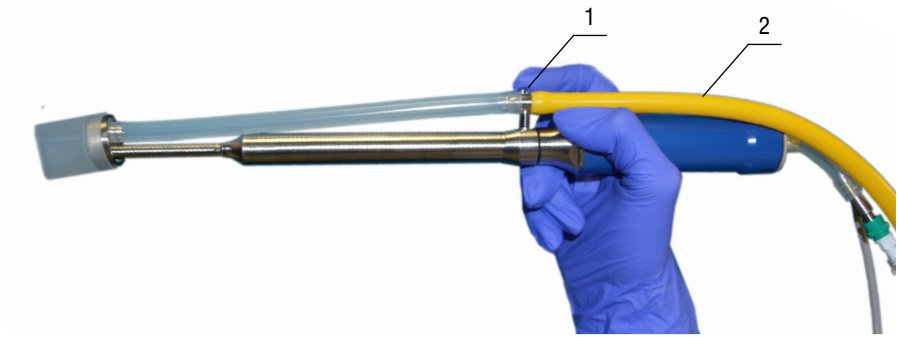


Рис. А.11. Подсоединение аспирационного шланга к акустическому узлу АА202.5:
1 — штуцер с отверстием для сброса вакуума; 2 — аспирационный шланг

ВАЖНО! Неверное подсоединение шлангов может привести к поступлению жидкости в насос блока управления аппарата и выходу аппарата из строя.

4. Включите режим «АСПИРАЦИЯ», нажав на соответствующую кнопку на дисплее аппарата (рис. А3, поз. 2). **Активируйте режим «АСПИРАЦИЯ»** нажатием на **любую** клавишу двухклавишной педали или на одноклавишную педаль.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ! Режимы «ИРРИГАЦИЯ» и «АСПИРАЦИЯ» можно активировать одновременно. Поэтому при активации режима «АСПИРАЦИЯ» из канала акустического узла начнёт вытекать жидкость, если режим «ИРРИГАЦИЯ» тоже включен.

5. Наложите аппликатор акустического узла АА202.5 на ладонь в стерильной перчатке и убедитесь, что вакуум создается, барботируемый в аппликаторе раствор отсасывается.

6. При отпускании педали аспирация жидкости прекращается с задержкой 3 секунды.

IV. АКТИВАЦИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РЕЖИМОВ

1. На дисплее аппарата **включите кнопку «УЛЬТРАЗВУК»** (рис. А.3, поз. 1). **Уровень ультразвуковых колебаний** (рис. А.3, поз. 4) регулируется кнопками «+»/«-» на дисплее аппарата (рис. А.3, поз. 6).

Установите рекомендуемый для процедуры уровень колебаний.

2. Активация ультразвукового режима «ОСНОВ» осуществляется нажатием желтой клавиши двухклавишной педали, режима «СЕЛЕКТ» — голубой (описание режимов приведено в табл. 1).

Если подключена одноклавишная педаль, то в нижней части экрана аппарата будут находиться два изображения одноклавишной педали — одно с клавишей

желтого цвета, другое — с клавишей синего цвета (рис. А.12). Если выделено фоном изображение педали с клавишей желтого цвета, то педаль будет активировать режим «ОСНОВ» (основной), рис. А.12. Если выбрать на экране педаль с клавишей синего цвета (нажатием на поле с ее изображением), то педаль будет активировать режим «СЕЛЕКТ» (селективный).

Если все предыдущие этапы сборки аппарата пройдены правильно, то после нажатия на педаль из ирригационного канала акустического узла должна выходить кавитационная струя в виде направленного мелкодисперсного облака, рис. 7 (кроме случаев, когда используется узел АА208.5 с кожухом АА108–8).

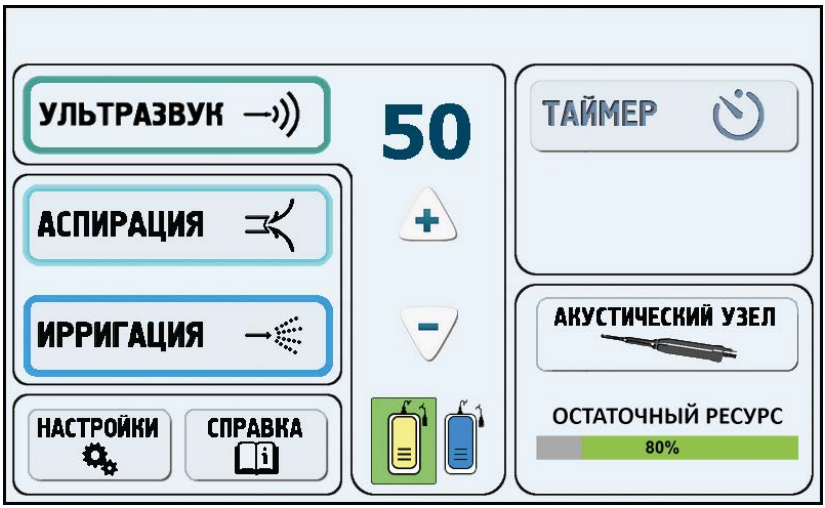


Рис. А.12. Вид экрана при подключении одноклавишной педали и акустического узла

ПРИМЕЧАНИЕ: режимы «ИРРИГАЦИЯ», «АСПИРАЦИЯ» и «УЛЬТРАЗВУК» аппарат позволяет активировать как вместе, так и по отдельности.

ВАЖНО! При активации ультразвуковых режимов раствор **обязательно** должен проходить через ирригационный канал акустического узла, в противном случае узел охлаждаться не будет и может перегреться. Для этого инфузионную систему и ирригационный канал акустического узла **перед активацией ультразвуковых режимов** необходимо предварительно **полностью заполнить лекарственным раствором** (см. раздел «Сборка ирригационного тракта аппарата»).

3. Мощность и дисперсность кавитационной струи зависят от выбранного уровня ультразвуковых колебаний, установленного расхода лекарственного раствора,

а также уровня гидростатического давления жидкости, поступающей в ирригационный канал инструмента. В свою очередь, уровень гидростатического давления жидкости зависит от высоты, на которой установлена емкость с подаваемым лекарственным раствором. Чем выше находится емкость с раствором, тем мощнее создаваемая аппаратом кавитационная струя, и тем сильнее она ударяет по тканям.

V. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ АППАРАТА

1. Таймер

Функция таймера предназначена для установки времени ультразвукового воздействия. Для этого необходимо на дисплее аппарата нажать **кнопку «ТАЙМЕР»** (рис. А.3, поз. 5) и установить нужное время, по истечении которого активация ультразвуковых колебаний прекратится. Чтобы их возобновить, нужно повторно нажать на педаль. Если время на таймере не истекло, а отсчёт необходимо начать заново, то следует нажать **кнопку «СБРОС»**, тогда таймер обновится.

2. Просмотр информации о подключенном акустическом узле

При подключении акустического узла на экране под **кнопкой «АКУСТИЧЕСКИЙ УЗЕЛ»** (рис. А.3, поз. 7) появится информация о остаточном ресурсе подсоединенного узла. При нажатии на кнопку появится справочная информация о присоединенном акустическом узле.

3. Регулировка яркости экрана и уровня громкости

Нажав на **кнопку «НАСТРОЙКИ»** (рис. А.3, поз. 11) можно изменить яркость экрана и уровень громкости звуковых сигналов аппарата.

4. Справочная информация

Нажав на **кнопку «СПРАВКА»** (рис. А.3, поз. 10) можно посмотреть краткую информацию об использовании аппарата.

Приложение Б. Дезинфекция и стерилизация составных частей ультразвукового кавитационного аппарата «ФОТЕК» серии ACTITON и ACTITON-A

1. Блок управления аппарата, двухклавишная педаль, столик аппаратный с принадлежностями должны подвергаться химической дезинфекции методом двукратного протирания отжатой салфеткой, смоченной в растворе дезинфицирующего средства.

2. Банка для аспирации подлежит дезинфекции паровым методом (110 °С, 20 мин), предстерилизационной очистке с использованием растворов средств, рекомендованных их производителем для обработки медицинских изделий из пластмассы и резины. Банку допускается стерилизовать паровым методом (121 °С, 20 мин). Поскольку контакт банки с тканями пациента отсутствует, то допускается проводить только её дезинфекцию.

3. Коннектор с возвратным клапаном АА118, инфузионная система АА120 после использования подлежат утилизации.

4. Акустические узлы и аксессуары к ним (переходники со штуцером, защитные кожухи, сменные ультразвуковые инструменты, ключи для фиксации инструментов, ручки), аспирационные шланги и аппликаторы (далее по тексту — **принадлежности**) подвергаются дезинфекции, предстерилизационной очистке и стерилизации в разобранном виде (см. рис. 12, 15, 17, 19) согласно приведенным ниже рекомендациям.

ВНИМАНИЕ! Запрещается стерилизация акустических узлов горячим воздухом в сухожаровом шкафу.

ВНИМАНИЕ! Запрещается применение ультразвуковых моечно-дезинфицирующих машин.

ВНИМАНИЕ! Запрещается дезинфекция, предстерилизационная очистка и стерилизация принадлежностей растворами, содержащими перекись водорода.

Дезинфекция

Дезинфекцию рекомендуется выполнять паровым методом (автоклавированием) в режиме **110 °С, 20 минут.** Если отсутствует возможность выполнения рекомендованного метода паровой дезинфекции, допускается выполнение дезинфекции химическим методом с использованием средств, рекомендованных их производителем для обработки медицинских изделий из металла, пластмассы и резины. Дезинфекция химическим методом проводится по инструкции к применяемому средству.

При дезинфекции ручным способом принадлежности должны быть полностью погружены в раствор. Внутренний канал принадлежностей должен быть заполнен раствором без воздушных пробок. Обязательно следует выполнять промывание каналов дезинфицирующим раствором с проксимального конца с помощью шприца (рис. Б.1) или иного приспособления.



Рис. Б.1. Промывание внутренних каналов принадлежностей

После выполнения химической дезинфекции принадлежности должны быть **тщательно промыты от раствора**, особое внимание следует уделять промыванию внутренних каналов акустических узлов. Каналы принадлежностей промываются с помощью шприца (рис. Б.1) или водоструйного насоса в течение 3–5 минут. Оставшиеся загрязнения тщательно отмывают с помощью механических средств (ерши, щетки, салфетки марлевые или бязевые и др.).

Предстерилизационная очистка

Предстерилизационная очистка проводится ручным или машинным способом по инструкции к применяемому средству. Предстерилизационная очистка может быть совмещена с дезинфекцией, если такая возможность указана в инструкции к применяемому средству.

После выполнения предстерилизационной очистки принадлежности должны быть **тщательно промыты от раствора**, особое внимание следует уделять промыванию внутренних каналов акустических узлов. Каналы принадлежностей промываются с помощью шприца или водоструйного насоса в течение 3–5 минут.

Далее промывная вода должна быть удалена из внутренних каналов принадлежностей (с помощью шприца или пневмопистолета), принадлежности должны быть полностью высушены.

Стерилизация

Стерилизацию рекомендуется выполнять **паровым методом** (автоклавированием) в режиме **134 °С, 5 минут.**

Если отсутствует возможность выполнения рекомендованного метода паровой стерилизации, допускается выполнение стерилизации химическим методом с использованием средств, рекомендованных их производителем для обработки ме-

дицинских изделий из металла, пластмассы и резины. Стерилизация химическим методом проводится по инструкции к применяемому средству.

При проведении химической стерилизации ручным способом все манипуляции необходимо выполнять, соблюдая асептические условия, используя стерильные емкости для воды, стерильную воду и инструменты, а также стерильные перчатки для защиты кожи рук.

Принадлежности должны быть полностью погружены в раствор для стерилизации. Внутренний канал акустических узлов и инструментов должен быть заполнен раствором без воздушных пробок. Обязательно выполнять промывание каналов принадлежностей дезинфицирующим раствором с проксимального конца с помощью шприца.

После выполнения химической стерилизации принадлежности должны быть **тщательно промыты от раствора стерильной водой**. Каналы принадлежностей промываются стерильной водой с помощью шприца или иного приспособления в течение 3–5 минут, при этом не допускается попадание пропущенной через канал воды в емкость с отмываемыми изделиями.

После завершения отмыва принадлежностей оставшаяся в каналах промывная вода должна быть удалена с помощью стерильного шприца или иного приспособления, принадлежности должны быть полностью высушены.