Вестник оториноларингологии
2023, Т. 88, №1, с. 22–26
https://doi.org/10.17116/otorino20238801122

Vestnik otorinolaringologii
2023, Vol. 88, No. 1, pp. 22–26
https://doi.org/10.17116/otorino20238801122

Реакция регионарных лимфатических узлов среднего уха при ультразвуковой лимфотропной терапии экссудативного отита (экспериментальное исследование)

© С.Ю. КРОТОВ, И.Н. ПУТАЛОВА, Ю.А. КРОТОВ

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, Омск, Россия

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена структурным изменениям регионарных лимфатических узлов среднего уха (поверхностные, лицевые и глубокие лимфатические узлы шеи) у подопытных животных (30 крыс самцов породы Wistar) при моделировании экссудативного среднего отита и после проведения 7-дневного курса местной ультразвуковой лимфотропной терапии. Описана методика эксперимента. Сравнительные морфологические и морфометрические исследования лимфоузлов осуществляли на 12-е сутки от начала моделирования отита и оценивали по 19 критериям: площадь среза узла, площади капсулы, краевого синуса, межузелковой части, паракортикальной области, мозговых синусов, мозговых тяжей, количество и площадь первичных и вторичных лимфоидных узелков, площадь герминативных центров, удельные площади коркового и мозгового вещества, синусной системы, Т-зависимых и В-зависимых зон, корково-мозговой индекс. При экссудативном отите в регионарных лимфатических узлах среднего уха по сравнению с физиологической нормой наблюдали реакцию со стороны внутриузловых структур, свидетельствующую об угнетении дренажа и детоксикации в зоне лимфосбора, что рассматривается в качестве морфологического эквивалента недостаточности их лимфосанирующей функции. Регионарная лимфотропная терапия с использованием низкочастотного ультразвука способствовала положительной динамике структурных компонентов лимфатических узлов и нормализации большей части их показателей, что является предпосылкой для разработки и использования данной технологии в клинической практике.

Ключевые слова: *экссудативный отит, лимфотропная терапия, фонофорез.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Кротов С.Ю. — https://orcid.org/0000-0001-6123-0430
Путалова И.Н. — e-mail: ogma.ray@rambler.ru
Кротов Ю.А. — e-mail: profkrotov@mail.ru
Автор, ответственный за переписку: Кротов С.Ю. — e-mail: krtvs@mail.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Кротов С.Ю., Путалова И.Н., Кротов Ю.А. Реакция регионарных лимфатических узлов среднего уха при ультразвуковой лимфотропной терапии экссудативного отита (экспериментальное исследование). *Вестник оториноларингологии*. 2022;88(1):22–26. https://doi.org/10.17116/otorino20228801122

Reaction of regional lymph nodes of the middle ear during ultrasound lymphotropic therapy of exudative otitis media (experimental study)

© S.YU. KROTOV, I.N. PUTALOVA, YU.A. KROTOV

Omsk State Medical University, Omsk, Russia

ABSTRACT

The article is devoted to structural changes in the regional lymph nodes of the middle ear (superficial, facial and deep cervical lymph nodes) in experimental animals (30 male Wistar rats) when modeling exudative otitis media and after a 7-day course of local ultrasound lymphotropic therapy. The method of conducting the experiment is described. Comparative morphological and morphometric studies of lymph nodes were carried out on the 12th day from the beginning of otitis modeling and evaluated according to 19 criteria: node cut-off area, capsule area, marginal sinus, interstitial part, paracortical area, cerebral sinuses, brain cords, area number and area of primary and secondary lymphoid nodules, area of germinal centers, specific areas of the cortex and medulla oblongata, sinus system, T-dependent and B-dependent zones, cortical-cerebral index. With exudative otitis media in the regional lymph nodes of the middle ear, compared with the physiological norm, a reaction from the intra-nodular structures was observed, indicating inhibition of drainage and detoxification in the lymph catchment area, which was considered as the morphological equivalent of the insufficiency of their lymphocyte function. Regional lymphotropic therapy using low-frequency ultrasound contributed to the positive dynamics of the structural components of the lymph nodes and the normalization of most of their indicators, which is a prerequisite for the development and use of this technology in clinical practice.

Keywords: *exudative otitis media, lymphotropic therapy, phonophoresis.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Krotov S.Yu. — https://orcid.org/0000-0001-6123-0430
Putalova I.N. — e-mail: ogma.ray@rambler.ru
Krotov Yu.A. — e-mail: profkrotov@mail.ru
Corresponding author: Krotov S.Yu. — e-mail: krtvs@mail.ru

TO CITE THIS ARTICLE:
Krotov SYu, Putalova IN, Krotov YuA. Reaction of regional lymph nodes of the middle ear during ultrasound lymphotropic therapy of exudative otitis media (experimental study). *Bulletin of Otorhinolaryngology = Vestnik otorinolaringologii.* 2022;88(1):22–26. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/otorino20228801122

Введение

Экссудативный средний отит (ЭСО) относится к группе весьма распространенных и опасных с точки зрения развития стойкой тугоухости заболеваний среднего уха [1]. Ввиду полиэтиологичности и особенностей патогенеза ЭСО для его лечения используются разнообразные медикаментозные, физиотерапевтические, механические, хирургические и манипуляционные способы воздействия на область верхних дыхательных путей, барабанную полость и слуховую трубу [1, 2].

В настоящее время совершенствование методов консервативного лечения данного заболевания идет по двум направлениям: это применение ультразвукового воздействия на первичный патологический очаг в барабанной полости для доставки к нему лекарственных препаратов и разработка методов регионарной лимфотропной терапии, направленной на элиминацию токсичных продуктов метаболизма, стимуляцию лимфодренажа, детоксикацию тканевой жидкости и лимфы в зоне лимфатического региона среднего уха [3, 4]. В клинической практике каждое из направлений реализуется отдельно друг от друга. Необходимо создать единую технологию лечения и изучить ее эффективность применительно к экссудативному среднему отиту.

Цель исследования — оценить роль сочетанного воздействия ультразвука и лимфотропного введения медикаментозных средств в нормализации показателей структурных компонентов регионарных лимфатических узлов при ЭСО.

Материал и методы

Исследование проведено на экспериментальной модели ЭСО у подопытных животных (30 крыс самцов породы Wistar массой 180—250 г). Сформированы три группы животных: 1-я группа — 10 здоровых особей; 2-я группа — 10 крыс, которым моделировали ЭСО; 3-я группа — 10 животных с моделированным ЭСО, которым сочетанно проводили ультразвуковую и медикаментозную регионарную лимфотропную терапию.

Моделирование ЭСО у крыс осуществляли путем механического перекрытия глоточного отверстия слуховой трубы с помощью стерильного марлевого тампона, подведенного к нему через полость носа. Для возникновения серозного выпота в ухе тампон удерживался в носоглотке в течение 3 сут. Особям 3-й группы после удаления тампона, с 4-го по 10-й день (в течение 7 дней), ежедневно проводили местное консервативное лечение. Перед его началом в заушной области и области шеи животному выбривали волосяной покров. Наружный слуховой проход больного уха заполняли раствором дексаметазона и в течение 1 мин осуществляли воздействие ультразвуком. После этого на заушную область и область шеи проводили чрезкожный фонофорез лидазы (32 ед.), разведенной в 4 мл 1% раствора лидокаина. Озвучивание каждой зоны осуществляли в течение 30 с при настройке ультразвуковой аппаратуры на резонансную частоту 25—26 кГц с амплитудой колебания излучающего конца волновода инструмента 40—50 мкм.

Забор материала, морфологическое и морфометрическое исследование лимфатических узлов у особей 1-й группы осуществляли на 7-е сутки с учетом адаптации животных к содержанию в условиях эксперимента, 2-й и 3-й групп — на 12-е сутки. Срезы изучали с помощью светового стереоскопического микроскопа МБС-10 (АО «ЛЗОС», Россия) при увеличении в 32 раза и микроскопа для клинической лабораторной диагностики «Микмед-2» (ОАО «ЛОМО», Россия) при увеличении в 60 раз, 100 раз. Для морфометрии структурных компонентов лимфатических узлов применяли морфометрическую сетку Г.Г. Автандилова [5].

Полученные результаты оценивали при сравнении следующих параметров лимфатических узлов: общая площадь среза (S общ.), площадь капсулы (S капс.), краевого синуса (S к.с.), межузелковой части (МЧ), паракортикальной области (ПО), мозговых синусов (МС), мозговых тяжей (МТ), количество и площадь первичных (*N*1, S1) и вторичных (*N*2, S2) лимфоидных узелков, площадь герминативных центров (S г.ц.). Рассчитывали удельные площади коркового и мозгового вещества (К в-в, М в-в), синусной системы (С с-ма), Т-зависимых и В-зависимых зон, корково-мозговой индекс (К/М индекс). Суммарный объем преимущественно Т-зависимой зоны лимфатического узла определяли как сумму площадей межузелковой части и паракортикальной области, суммарный объем преимущественно В-зависимой зоны лимфатического узла — как сумму площадей герминативных центров и мозговых тяжей.

Биометрический анализ количественных данных осуществляли с использованием пакета Statistica 10.0, возможностей программы Microsoft Excel 2007. Для проверки статистических гипотез применяли *t*-критерий Стьюдента и непараметрические методы исследования с использованием *U*-критерия Манна—Уитни. Проверку нормальности распределения проводили с использованием теста Левена, *W*-критерия Шапиро—Уилка. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости *p* принимали равным 0,05.

Результаты и обсуждение

К лимфатическому региону среднего уха у экспериментальных животных по классификации N.L. Tilney (1971) относятся лимфатические узлы шеи трех групп: поверхностные, лицевые, глубокие [6]. По показателям морфометрии косвенно судили об их транспортном и детоксикационном потенциалах. Первый большей частью связан с развитием мозгового вещества, мозговых синусов, общей площадью синусной системы, второй — с преобладанием площади структур, образующих корковое вещество [3]. Динамика структурных компонентов лимфатических узлов шеи подопытных животных в условиях физиологической нормы на 12-й день после моделирования ЭСО и проведения ультразвуковой регионарной лимфотропной терапии (УЗРЛТ) представлена в **таблице**.

При сравнении морфофункциональных преобразований после УЗРЛТ общая площадь среза поверхностного лимфатического узла составляла 103,00±21,03 у.е., что на 26% меньше по сравнению с этим показателем при моделированном экссудативном процессе. Площадь капсулы уменьшалась с 10,78±4,35 у.е. до 5,67±2,07 у.е., а доля ее — на 29% (с 7,71±3,60% до 5,50±2,40%), что может указывать на уменьшение отечности; площадь краевого синуса умень-

***Таблица*. Сравнительная характеристика структуры регионарных лимфатических узлов шеи экспериментальных животных при ультразвуковой регионарной лимфотропной терапии (УЗРЛТ) экссудативного среднего отита**

***Table*. Comparative characteristics of the structure of the neck regional lymph nodes of experimental animals in ultrasound regional lymphotropic therapy of exudative otitis media**

Признак		Группа экспериментальных животных					
		1-я группа (здоровые) (*n*=10)		2-я группа (экссудативный средний отит без лечения) (*n*=10)		3-я группа (экссудативный средний отит после УЗРЛТ) (*n*=10)	
		ЛУ поверхностные	ЛУ глубокие	ЛУ поверхностные	ЛУ глубокие	ЛУ поверхностные	ЛУ глубокие
S капс.	у.е.	5,8±2,77	3±1,22	10,78±4,35*	9,63±4,93*	5,67±2,07#	4,40±2,51# *
	%	4,87±3,58	4,45±2,10	7,71±3,60*	5,19±2,76*	5,50±2,40#	6,32±2,47
S к.с.	у.е.	5,60±1,67	3,2±1,30	7,00±3,28	6,75±2,91*	4,33±3,01#	5,60±2,70# *
	%	4,71±2,73	4,75±1,66	5,01±2,11	3,64±1,90	4,21±2,41	8,05±3,76#
*N*1		5,00±2,12	2,80±1,48	5,44±1,33	5±2,13	10,17±8,01*	4,80±2,17*
S1	у.е.	3,20±1,48	2,2±1,30	2,78±1,48	2,62±0,74	3,50±2,07	1,80±0,84
	%	2,69±2,10	3,26±1,58	1,99±0,87	1,41±1,25	3,40±1,69	2,59±1,02
*N*2		13,6±6,26	7,4±3,57	22,67±11,72*	14,13±12,9*	5,50±2,07# *	3,80±1,79# *
S г.ц.	у.е.	7,8±6,45	2,2±0,83	11,33±8,29*	5,38±4,29*	1,33±0,52# *	1,60±1,34# *
	%	6,55±2,37	3,26±1,41	8,11±6,72	2,90±2,47	1,29±0,80# *	2,30±1,45
S2	у.е.	17,40±12,3	7,40±2,97	26,22±18,9*	15±13,45*	3,33±0,52# *	2,40±1,67# *
	%	14,66±6,76	10,98±6,0	18,76±13,3*	8,09± 5,62	3,24±1,26# *	3,45±2,73# *
МЧ	у.е.	9,2±4,02	5,4±2,30	13,89±7,62	12,50±6,35*	9,83±7,17#	3,40±0,89# *
	%	7,73±3,46	8,01±2,10	9,94±5,78	6,74±3,42	9,55±4,89	4,89±2,01# *
ПО	у.е.	29,2±20,36	20,2±3,83	37,67±17,6*	41,88±20,36*	30,00±29,85#	13,40±12,40# *
	%	24,54±10,0	29,97±9,86	26,95±9,85	22,57±7,30	29,13±25,69	19,25±12,42# *
К в-в	у.е.	59±8,57	35,2±6,57	80,56±24,55*	72±33,69*	46,67±30,22#	21,00±13,80# *
	%	49,58±3,56	52,23±13,3	57,63±11,99*	38,8±13,48*	45,31±23,03	30,17±13,25# *
М в-в	у.е.	48,6±7,76	26±2,21	41,44±18,54	97,1±67,89*	46,33±20,90	38,60±20,60#
	%	40,84±9,67	38,58±2,59	29,65±10,24*	52,3±17,2	44,98±21,31	55,46±9,23# *
МТ	у.е.	30,6±23,83	15,40±8,44	23,78±9,51	60,63±49,8*	28,67±15,11	23,80±12,32#
	%	25,71±5,28	22,85±8,75	17,01±6,33	32,6±12,78*	27,83±15,90	34,20±3,56*
МС	у.е.	18±12,86	10,6±5,31	17,67±11,9	36,5±21,93*	17,67±8,59	14,80±8,58#
	%	15,13±5,47	15,73±5,09	12,64±7,15	19,68±7,27*	17,15±7,02	21,26±6,05
К\М инд.		1,21±0,57	1,35±0,81	1,94±0,67*	0,74±0,35*	1,01±0,64#	0,54±0,35# *
Т-зона	у.е.	29,2±11,55	20,2± 3,83	37,67±17,6*	41,8±20,36*	30±9,39	13,40±12,40# *
	%	24,54±4,66	29,97±9,86	26,95±9,71	22,57±7,3	29,13±11,28	19,25±12,42# *
В-зона	у.е.	19,2±12,29	17,6±8,53	36,83±12,30*	65,8±49,9*	30±15,21	25,40±12,46# *
	%	16,13±2,05	26,11±7,89	26,35±6,53*	35,49±11,8*	29,13±16,24	36,49±2,26*
Т/В коэф.		1,52±0,48	1,14±0,44	1,02±0,46	0,64±0,59*	1±0,69	0,54±0,35# *
С с-ма	у.е.	23,6±7,91	13,8±6,34	24,67±13,2	43,2±22,18*	22,00±10,73	20,40±9,79#
	%	19,83±1,94	20,47±6,1	17,65±8,19	23,32±6,65*	22,00±10,73	29,31±8,98*
S общ.		119±66,18	67,4±15,6	139,7±34,7*	185,5±83,2*	103,00±21,03#	69,60±31,73#

Примечание. Данные представлены в виде среднего и стандартного отклонения ($M\pm\sigma$). * — статистически значимые различия в структуре лимфатических узлов по сравнению с контролем; # — статистически значимые различия в структуре лимфатических узлов при моделировании ЭСО и после проведения лимфотропной терапии; ЛУ — лимфатические узлы.

шалась с 7,00±3,28 у.е. до 4,33±3,01 у.е., однако в процентном отношении статистически значимых изменений этого компонента не было. Соотношение коркового и мозгового вещества практически одинаковое (К/М индекс снизился до 1,01±0,64). Это является морфологическим критерием промежуточного морфотипа лимфатического узла, при котором он в равной степени выполняет дренаж и детоксикацию лимфы.

В структуре коркового вещества преобладали первичные лимфоидные узелки, что может также рассматриваться как предиктор положительной динамики процесса. Количество вторичных узелков уменьшалось более чем в 4 раза, до 5,50±2,07. Показатели вторичных лимфоидных узелков снижались еще более выраженно (соответственно площадь узелков — почти в 8 раз, с 26,22±18,9 у.е. до 3,33±0,52 у.е., а площадь их герминативных центров — в 5,6 раза, с 11,33+8,29 у.е. до 1,33±0,52 у.е.). После проведенного лечения уменьшалась площадь межузелковой части узла (с 13,89±7,62 у.е. до 9,83±7,17 у.е.) и паракортикальной области (с 37,67±17,66 у.е. до 30,00±29,85 у.е.). Площадь коркового вещества в целом уменьшалась на 42% (с 80,56±24,55 у.е. до 46,67±30,22 у.е.), а доля его в структуре узла — на 21% (с 57,63±11,99% до 45,31±23,03%). Площадь и доля мозгового вещества и его компонентов (мозговых тяжей и мозговых синусов) существенно не менялась и составляла 46,33±20,90 у.е. (44,98±21,31%); 28,67±15,11 у.е. (27,83±15,90%) и 17,67±8,59 у.е. (17,15±7,02%) соответственно. Соотношение Т-зависимых и В-зависимых зон осталось стабильным, Т/В коэффициент равен 1,0. Поскольку показатели коркового вещества уменьшались более выраженно, чем мозгового, можно предположить снижение токсической нагрузки в регионе лимфотока.

Большинство структурных компонентов лицевых лимфатических узлов животных с моделированным ЭСО после проведения УЗРЛТ существенно не изменились.

Общая площадь среза глубокого лимфатического узла после УЗРЛТ уменьшилась в 2,6 раза и составила 69,60±31,73 у.е. В структуре узла в 2,2 раза уменьшалась площадь капсулы (с 9,63 у.е. до 4,40±2,51 у.е.), однако доля ее от общей площади среза существенно не менялась. Доля краевого синуса увеличивалась в 2,2 раза, с 3,64±1,90% до 8,05±3,76%. Сохранялось преобладание площади мозгового вещества, однако по сравнению с таковой при моделированном ЭСО она уменьшалась в 2,5 раза, с 97,12± 67,89 у.е. (ЭСО) до 38,60±20,60 у.е. (после УЗРЛТ). В структуре мозгового вещества в 2,5 раза уменьшалась площадь мозговых тяжей (с 60,63±49,80 у.е. до 23,80±12,32 у.е.) и площадь мозговых синусов (с 36,5± 21,93 у.е. до 14,80±8,58 у.е.). Площадь коркового вещества уменьшалась в 3,4 раза, с 72,0±33,69 у.е. до 21,00±13,80 у.е., вместе с тем доля его оставалась почти на прежнем уровне (при ЭСО — 38,81±13,48%, после ультразвуковой лимфотропной терапии — 30,17±13,25%). Корково-мозговой индекс снижался с 0,74±0,75 до 0,54±0,35, что косвенно указывает на возрастание в регионе лимфосбора транспортной функции узла за счет стимулирующего влияния терапии на отток лимфы. В структуре коркового вещества более чем в 3 раза уменьшались количество, площадь и доля вторичных лимфатических узлов. Обнаруживалось сокращение площади герминативных центров (с 5,38±4,29 у.е. до 1,60±1,34 у.е.), но без значимых изменений их доли, составляющей 2,30±1,45% от общей площади среза. В большей степени сокращение площади коркового вещества происходило за счет уменьшения межузелковой части с 12,50±6,35 у.е. (6,74±3,42%) при экссудативном отите до 3,40±0,89 у.е. (4,89±2,01%) при лимфотропной терапии. Площадь паракортикальной области, соответственно, уменьшилась с 41,88±20,36 у.е. до 13,40±12,40 у.е. без изменения доли данного компонента. При ЭСО и после УЗРЛТ сохранялось преобладание площади В-зависимой зоны над площадью Т-зависимой зоны. Однако в целом они уменьшались, что косвенно свидетельствует о преобладании гуморального типа местного иммунитета и снижении активности иммунных процессов на фоне проведенной терапии. Доля синусной системы в структуре узла не менялась, она составляла третью часть его площади, однако в связи с уменьшением общей площади узла на фоне УЗРЛТ понижалась с 43,25±22,18 у.е. до 20,40±9,79 у.е. Полученные морфологические данные свидетельствуют о снижении воспалительной нагрузки в регионе.

По сравнению с физиологической нормой в структуре поверхностных лимфатических узлов после УЗРЛТ уменьшилась площадь, сократилось количество вторичных узелков и их герминативных центров, что свидетельствует о нормализации и устранении воспалительных процессов в регионе лимфосбора. Количество первичных лимфоидных узелков (10,17±8,01) почти в 2 раза превышает норму (5,00±2,12), что указывает на новые условия функционирования в период после воспаления. Подтверждением тому является нормализация значений остальных показателей поверхностных лимфатических узлов, которые соответствуют таковым в группе контроля.

При сравнении структурных показателей глубоких лимфатических узлов после УЗРЛТ отмечено, что общая площадь их среза уменьшилась до значений физиологической нормы. Морфотип строения изменился на фрагментированный, для которого в большей степени характерны дренажные и транспортные процессы, о чем свидетельствует К/М индекс (0,54±0,35). Более чем на 40% уменьшилась площадь коркового вещества. Количество вторичных лимфоидных узелков сократилось наполовину, а площадь их уменьшилась более чем в 10 раз. Площадь межузелковой зоны сократилась на 37%, паракортикальной области — на 34%. Изменения мозгового вещества носят обратный характер, его площадь (38,60+20,6 у.е.) по сравнению с показателем группы контроля (26,0+2,21 у.е.) возрастала за счет площади мозговых тяжей, мозговых синусов. Площадь синусной системы превышала таковую у животных группы контроля на 48%. Ее увеличение обусловлено возрастанием площадей и краевого, и мозговых синусов, что косвенно может указывать на повышение дренажной и транспортной функции глубоких лимфатических узлов в связи со стимулирующим эффектом УЗРЛТ. Преобладание площади В-зависимой зоны влечет за собой уменьшение Т/В коэффициента до 0,54±0,35 и характеризует особенность иммунных процессов в регионе лимфосбора у животных этой группы.

Выводы

1. На основании оценки основных критериальных показателей на 12-е сутки экспериментально вызванного экссудативного среднего отита в регионарных лимфатических узлах шеи животных сохраняются признаки недостаточности детоксикационной и дренажной функций с преимущественным их угнетением.

2. Наиболее выраженная реакция характерна для поверхностных и особенно глубоких лимфатических узлов (как узлов первого порядка), обеспечивающих основной лимфосбор со стороны барабанной полости и тканей слуховой трубы, испытывающих повышенную антигенную нагрузку; лицевые лимфатические узлы реагируют в значительно меньшей степени (как узлы второго порядка), они выполняют компенсаторную разгрузку узлов первого порядка в случае необходимости.

3. Семидневный курс (с 4-х по 10-е сутки) ультразвуковой регионарной лимфотропной терапии, проведенный животным с экссудативным средним отитом в эксперименте, способствует положительным морфофункциональным преобразованиям структурных компонентов глубоких узлов, обеспечивающих лимфосанацию.

4. Полученные экспериментальным путем данные свидетельствуют о целесообразности объединения методов ультразвуковой и регионарной лимфотропной терапии в общую технологию и дальнейшей ее разработки для повышения эффективности лечения больных экссудативным средним отитом.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Кунельская Н.Л., Ивойлов А.Ю., Пакина В.Р., Яновский В.В. Экссудативный средний отит в детском возрасте. *Вестник оториноларингологии*. 2015;80(1):75-79.
Kunelskaya NL, Ivoilov AYu, Pakina VR, Yanovsky VV. Exudative otitis media in the childhood. *Vestnik otorinolaringologii*. 2015;80(1):75-79. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/otorino201580175-79

2. Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Гаров Е.В., Царапкин Г.Ю., Сидорина Н.Г., Загорская Е.Е., Акмулдиева Н.Р. Оригинальная методика шунтирования барабанной полости при лечении стойкой дисфункции слуховой трубы. *Вестник оториноларингологии*. 2015;80(3):40-44.
Kryukov AI, Kunelskaya NL, Garov EV, Tsarapkin GYu, Sidorina NG, Zagorskaya EE, Akmuldieva NR. The original method for bypass surgery of the tympanic cavity to be used in the treatment of intractable dysfunction of the Eustachian tube. *Vestnik otorinolaringologii*. 2015;80(3):40-44. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/otorino201580340-44

3. Кротов С.Ю., Путалова И.Н., Кротов Ю.А., Павлов А.В. Морфофункциональное состояние лимфатической системы среднего уха при экспериментальном остром среднем отите и после регионарной лимфотропной терапии. *Вестник новых медицинских технологий*. 2012;19(2):305-308.
Krotov SYu, Putalova IN, Krotov YuA, Pavlov AV. Morhofunctional state of the lymphatic system of the middle ear with experimental acute otitis mediae and regional lymphotropic treatment. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologij*. 2012;19(2):305-308. (In Russ.).

4. Кротов С.Ю., Игнатьев Ю.Т. Кротов Ю.А. Ультрафонофорез барабанной полости при сохранении целостности тимпанальной мембраны. *Российская оториноларингология*. 2021;20(1):51-55.
Krotov SYu, Ignatyev YuT, Krotov YuA. Tympanic cavity ultraphonophoresis in cases of preserving integrity of tympanic membrane. *Rossijskaya otorinolaringologiya*. 2021;20(1):51-55. (In Russ.).
https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-1-51-55

5. Автандилов Г.Г. *Медицинская морфометрия*. М.: Медицина; 1990.
Avtandilov GG. *Meditsinskaya morfometriya*. M.: Meditsina; 1990.

6. Tilney NL. Patterns of lymphatic drainage in the adult laboratory rat. *Journal of Anatomy*. 1971;109(3):369-383.

Поступила 01.04.2021
Received 01.04.2021
Принята к печати 19.05.2021
Accepted 19.05.2021