

УДК 616.24-002.5-089

Прецизионные резекции при ограниченных формах туберкулеза легких с применением 1318-нм Nd:YAG-лазера

И.А. Дьячков, И.Я. Мотус, А.В. Баженов, П.М. Хольный, А.В. Неретин

Уральский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии, Екатеринбург

The precision resection in case of restricted forms of pulmonary tuberculosis using 1318-nm Nd:YAG laser

I. Dyachkov, I. Motus, A. Bazhenov, P. Holny, A. Neretin

Ural research institute for phthisiopulmonology, Ekaterinburg

© Коллектив авторов, 2017 г.

Резюме

В статье представлен первый опыт применения 1318-нм Nd:YAG-лазера в хирургии туберкулеза легких при ограниченных формах.

Ключевые слова: туберкулез, лазерная резекция, Limax® 120, хирургия туберкулеза легких

Summary

A first experience of using a Nd:YAG laser with a wavelength of 1318 nm in case of restricted forms of pulmonary tuberculosis surgery is reported.

Keywords: tuberculosis, laser resections, lung-sparing surgery, Limax® 120, lung tuberculosis surgery

Введение

Идея применения лазерного скальпеля в резекционной хирургии легких известна еще с 1967 г., когда Minton и соавт. проводили эксперименты по удалению метастазов легких у кроликов с помощью 1064-нм Nd:YAG-лазера [1]. В 1990 г. коллектив авторов под руководством LoCicero в эксперименте доказали, что при резекции легких 1064-нм Nd:YAG-лазером достигается более надежный гемо- и аэростаз в сравнении с таковыми при применении CO₂ лазера [2–6]. Дальнейшие исследования физико-биологических влияний хирургических лазеров на ткань легкого показали, что Nd:YAG-лазер с длиной волны 1318 нм имеет коэффициент поглощения воды/изотонического раствора натрия хлорида и крови в сравнении с 1064-нм Nd:YAG-лазером выше в 10 и 1/3 раза соответственно.

Следовательно, за счет снижения энергетических потерь в среде крови 1318-нм Nd:YAG-лазер генерирует такой пучок направленного излучения, который способен проникать в паренхиму легкого несколько глубже, чем при использовании 1064-нм Nd:YAG (до 5 мм) [7–9]. Вместе с тем, согласно данным литературы, на сегодняшний день накоплен большой опыт клинического использования 1318-нм Nd:YAG-лазера для прецизионной резекции по поводу множественных метастазов злокачественных опухолей в легких [10–12].

Однако актуальных данных, посвященных применению 1318-нм Nd:YAG-лазера в резекционной хирургии туберкулеза легких, нами не обнаружено.

Цель исследования: изучить возможность применения 1318-нм Nd:YAG-лазера для выполнения органосохраняющих прецизионных резекций легких при ограниченных формах туберкулеза.

Материалы и методы исследования

В период с июня 2013 по август 2015 г. в туберкулезном легочно-хирургическом отделении ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» МЗ РФ с использованием 1318-нм Nd:YAG-лазера были прооперированы 32 пациента (19 мужчин и 13 женщин), из них 25 перенесли прецизионное вмешательство, а 7 — комбинированную резекцию (см. ниже). Выполнение указанных оперативных вмешательств было одобрено этическим комитетом нашего учреждения (протокол № 10 от 15.05.2013 г.). Перед операцией у всех пациентов было получено информированное добровольное согласие на хирургическое вмешательство с применением лазера. Для отбора пациентов на оперативное вмешательство с применением лазерного скальпеля был разработан специальный алгоритм, основанный на анализе КТ-параметров туберкулезного процесса. В результате были определены следующие критерии включения и исключения.

Критерии включения

(по данным КТ высокого разрешения):

- периферическая локализация туберкулезного поражения;
- отсутствие обсеменения за пределами пораженного сегмента;
- перифокальная инфильтрация минимальной степени выраженности;
- размер образования не более 3,5 см в максимальном своем измерении.

Критерии исключения:

- наличие онкологических заболеваний;
- наличие противопоказания для проведения оперативного вмешательства;
- отказ от лечения.

Для выполнения атипичной резекции туберкулем применялись две методики:

- 1) **прецизионная резекция** с применением 1318-нм Nd:YAG-лазерной хирургической системы Limax® 120 (KLC Martin Group, Germany);
- 2) **комбинированная резекция**, представляющая собой степлер-дополненную лазерную резекцию. При этом использовались линейные сшивающие аппараты DST Series™ TA™ (type TA6048L и TA9048L; Covidien, New Haven, CT, USA).

Показанием к комбинированной резекции являлось наличие множественных туберкулем в одном легком, различных по своим характеристикам патологического процесса. Иными словами, в одном легком наряду с туберкулемами, удовлетворяющими крите-

риям включения, было диагностировано наличие поражений, КТ-характеристика и данные интраоперационной ревизии которых не укладывались в указанные критерии.

Оперативное вмешательство выполнялось следующим образом. Доступ — стандартная боковая торакотомия в четвертом, пятом или шестом межреберьях (в зависимости от локализации процесса). Далее проводился осмотр всех отделов легкого и выделение его из плевральных сращений (при наличии), мануальное исследование резецируемого участка легкого. Интактная паренхима легкого в зоне вмешательства обкладывалась влажными марлевыми салфетками для защиты от повреждения лучом лазера. Далее 1318-нм Nd:YAG-лазером (мощность 80 Вт) выполнялась резекция образования с одновременной эвакуацией дыма и периодическим увлажнением линии резекции (0,9% раствор натрия хлорида или фурацилина). Видимые остающиеся изменения по линии резекции vaporизировались рассеянным лучом лазера. После удаления образования дефект легочной ткани ушивался рассасывающейся лигатурой (Vikril 3/0; Futberg, Minsk, Belarus). Легкое раздувалось под давлением 20 мбар (CHIROLOG SV alfa; CHIRANA Medical, a.s., Stara Tura, Slovakia). Производился контроль герметичности шва. Рана ушивалась послойно (рисунок).

Полученные нами данные были обработаны в программе для статистического анализа (BioStat, version 2009, AnalystSoftInc., Walnut, CA, USA). Данные представлены как среднее значение, медиана и минимальное/максимальное значения. При нормальном распределении показателей при сравнении двух групп наблюдения (прецизионная и комбинированная резекции) использовался t-критерий Стьюдента. В иных случаях для качественного сравнения показателей применялись U-критерий Манна-Уитни и χ^2 -критерий Фишера. При значении $p \leq 0,05$ различия считались статистически значимыми.

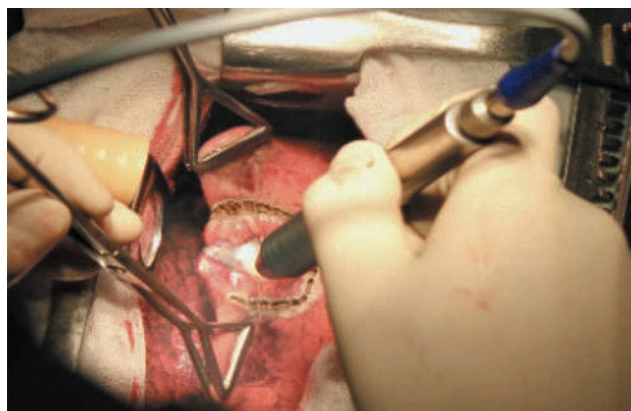
Результаты и их обсуждение

Прооперированы 32 пациента с туберкулемами легких различных локализаций (табл. 1). Возраст пациентов составил $37,3 \pm 12,7$ (медиана 36; интервал 18–61) года. Продолжительность заболевания до оперативного этапа лечения — $17,9 \pm 2,6$ (медиана 6; интервал 2–111) мес. Профиль сопутствующих заболеваний представлен в табл. 1.

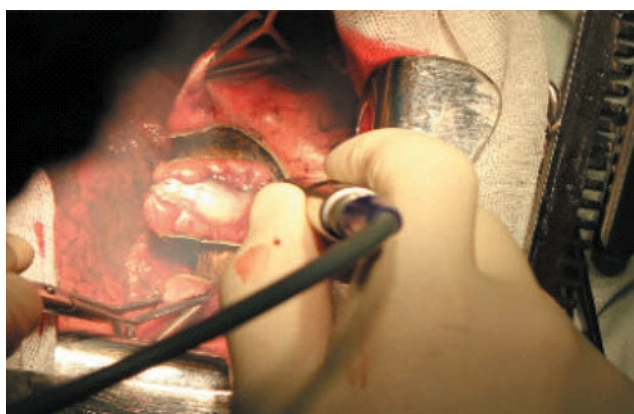
На момент выполнения оперативного вмешательства все пациенты были абациллированы (по данным бактериоскопического и бактериологического исследований на МБТ). Лекарственная устойчивость имела в анамнезе у 8 из 32 (25%) пациентов,



а



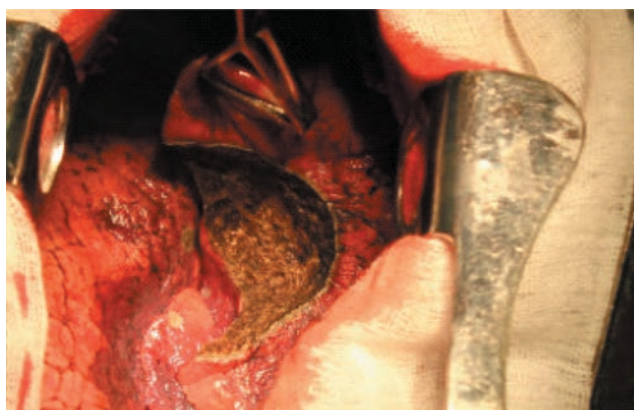
б



в



г



д



е

Рисунок. Интраоперационная картина при резекции туберкулемы 1318 нмNd:YAG-лазером (Limax® 120): а — этап операционного доступа, ребра разведены ранорасширителем, субплеврально визуализируется крупная туберкулема; б, в — выполняется резекция туберкулемы лазером (в руках оперирующего хирурга фокусирующая насадка, туберкулема вырезается по контуру в пределах неизменной легочной ткани); г, д — вид легкого после резекции туберкулемы; е — выполняется ушивание ложа резецированной туберкулемы

а у 14 из 32 (43,75%) пациентов была отмечена олигобациллярность.

Всего было удалено 39 туберкулем от 32 пациентов (табл. 2). Диаметр образований составил

(0,5–3,3)×(0,5–2,4)×(0,5–2,2) см. Размер наибольшей туберкулемы составил 3,1×2,4×2,2 см, наименьшей — 0,5×0,5×0,5 см. Морфологически все удаленные туберкулемы по критериям активности туберкулезного

Клиническая характеристика пациентов с туберкулемами легких [14]

Пациент №	Пол	Возраст	МБТ до операции	Профиль ЛУ МБТ	Длительность заболевания, мес	Сопутствующие заболевания
Комбинированные резекции (лазер + степлер)						
1	ж	33	–	–	21	ХВГ С
2	ж	39	–	–	18	–
3	м	61	–	–	14	ХВГ С
4	м	36	–	МЛУ	52	ВИЧ, ХГВ С
5	м	41	–	–	36	–
6	м	24	–	МЛУ	12	–
7	ж	55	+	ШЛУ	6	СД, АГ
Прецизионные резекции лазером						
1	м	29	+	МЛУ	9	–
2	м	43	–	–	5	–
3	м	24	–	–	32	–
4	ж	23	–	–	4	ЯБ
5	м	46	–	–	111	ЯБ
6	ж	32	–	–	4	ВИЧ
7	м	38	–	–	4	–
8	м	35	–	–	5	–
9	м	20	–	–	2	–
10	ж	28	–	–	7	ХВГ В
11	м	24	–	–	5	–
12	ж	55	–	ШЛУ	102	ЖКБ, ГА
13	ж	18	–	МЛУ	24	–
14	м	50	–	–	6	АГ
15	м	55	–	–	3	–
16	м	50	–	–	6	СД, ГЛ, К
17	м	39	–	–	3	–
18	м	58	–	–	6	–
19	м	43	–	Пр	30	–
20	ж	34	–	–	3	–
21	ж	56	–	–	5	СД, АГ, МКБ
22	ж	21	–	–	3	–
23	ж	29	–	МЛУ	16	–
24	ж	21	–	–	8	ХВГ С, ВИЧ
25	м	33	+	МЛУ	10	–

Примечание: м — мужской пол, ж — женский пол.

Таблица 2

Объем оперативных вмешательств [14]

Пациент №	Кол-во удаленных лазером фрагментов легкого	Тип и локализация операции	Продолжительность операции, мин	Кровопотеря, мл	Стояние плеврального дренажа, сут	Профиль ЛУ МБТ (резектат)	Осложнения
Комбинированные резекции (лазер + степлер)							
1	1	АРС2, ПР6 (л)	45	15	2	Н	–
2	2	АРС1-2, ПР6 (п)	100	150	5	–	–
3	2	АРС1-2, ПР3 (п)	115	150	6	Н	–
4	1	АРС2, ПР6 (л)	50	50	2	МЛУ	–
5	2	РРС1-3, ПР6 (л)	115	150	5	–	–
6	1	РРД, ПР5 (п)	50	50	4	МЛУ	–
7	2	РРС6, ПР2 (л)	50	45	5	ШЛУ	–
Прецизионные резекции лазером							
1	2	ПР2 (п)	35	20	2	МЛУ	–
2	1	ПР3 (л)	60	50	2	Н	–
3	1	ПР1-2 (л)	50	30	3	Пр	–
4	1	ПР2 (п)	45	35	7	МЛУ	–
5	1	ПР2 (л)	45	25	9	МЛУ	–
6	1	ПР1-2 (л)	40	10	3	МЛУ	–
7	1	ПР1 (л)	45	15	3	–	–
8	1	ПР2 (л)	55	20	9	МЛУ	ОП
9	1	ПР9 (п)	45	40	3	–	–
10	1	ПР2 (п)	45	50	2	Пр	–
11	1	ПР1-2 (п)	60	55	5	МЛУ	–
12	1	ПР2 (л)	95	45	2	МЛУ	–
13	1	ПР2 (л)	35	35	5	МЛУ	–
14	1	ПР2 (л)	70	50	2	–	–
15	1	ПР2 (п)	70	100	6	–	–
16	1	ПР6 (п)	40	20	7	Пр	–
17	1	ПР8 (п)	25	15	2	–	–
18	1	ПР2 (л)	70	100	3	Пр	–
19	1	ПР2 (п)	40	35	5	МЛУ	–
20	1	ПР1 (л)	75	35	5	Пр	ОП
21	2	ПР2 (п)	80	75	2	Пр	–
22	2	ПР2-6 (п)	45	55	2	Н	–
23	1	ПР2 (п)	40	60	2	МЛУ	–
24	1	ПР2 (л)	35	20	2	МЛУ	–
25	1	ПР3 (л)	55	100	2	МЛУ	–

процесса были подразделены следующим образом: высокий уровень туберкулезной активности — 12 из 39 (31%), умеренная активность — 11 из 39 (28%), стихающая — 16 из 39 (41%) туберкулем. По данным ПЦР-РТ выявлены следующие мутации лекарственной чувствительности в ДНК МБТ к противотуберкулезным препаратам (табл. 2): определены различные варианты мутаций в 21 из 32 (65,5%) случаев, из них полирезистентность — в 6 из 21 (28,6%), МЛУ в 14 из 21 (26,6%), ШЛУ в 1 из 21 (4,5%) случая. Мутация не определена в 7 из 32 (21,9%) случаев. Не получено данных в 4 из 32 (12,5%) случаев, что можно объяснить недостаточным количеством материала для исследования.

Характеристика оперативных вмешательств, выполненных в обеих клинических группах, представлена в табл. 2.

Лекарственная устойчивость (по Приказу МЗ РФ № 951 от 29.12.14 г.): МЛУ — множественная лекарственная устойчивость МБТ; ШЛУ — широкая лекарственная устойчивость МБТ, Пр — полирезистентность МБТ.

Сопутствующие заболевания: ХГВ С — хронический вирусный гепатит С, ХГВ В — хронический вирусный гепатит В, ВИЧ — вирус иммунодефицита человека, СД — сахарный диабет, ЯБ — язвенная болезнь желудка или двенадцатиперстной кишки, АГ — артериальная гипертензия, К — катаракта, ГЛ — глаукома, МКБ — мочекаменная болезнь, ЖКБ — желчнокаменная болезнь.

Тип и локализация операции: APC — атипичная резекция сегмента легкого №...; ПР — прецизионная резекция участка сегмента легкого лазером №...; РРС — резекция сегмента легкого с раздельной обработкой сегментарных бронха, артерии и вены (анатомическая резекция) №...; РРД — лобэктомия №...; (п) — правая сторона; (л) — левая сторона.

Лекарственная устойчивость (по Приказу МЗ РФ № 951 от 29.12.2014 г.): МЛУ — множественная лекарственная устойчивость МБТ; ШЛУ — широкая лекарственная устойчивость МБТ, Пр — полирезистентность МБТ, Н — не определена.

Послеоперационные осложнения: ОП — остаточная плевральная полость.

Общая продолжительность операции составила $57,0 \pm 22,9$ (медиана 50; интервал 25–115) мин. В подгруппе прецизионных резекций общая продолжительность оперативного вмешательства была несколько меньше, чем в подгруппе комбинированных резекций, и составила $52,0 \pm 16,8$ (медиана 45; интервал 25–95) мин и $75,0 \pm 33,2$ (медиана 50; интервал 45–115) мин соответственно. Указанная разница статистически незначима ($p=0,06$).

Общий объем кровопотери во время операции составил $53,3 \pm 39,7$ (медиана 45; интервал 10–150) мл. В подгруппе прецизионных резекций указанный показатель составил $43,8 \pm 26,6$ (медиана 35; интервал 10–100) мл, в то время как в подгруппе комбинированных резекций значение указанного показателя приблизительно в 1,5 раза больше и составляет $87,1 \pm 60,0$ (медиана 50; интервал 15–150) мл. Разница статистически незначима ($p=0,09$).

Длительность послеоперационного дренирования плевральной полости составила $3,9 \pm 2,1$ (медиана 3; интервал 3–9) сут. В подгруппе прецизионных резекций — $3,8 \pm 2,3$ (медиана 3; интервал 2–9) сут. В подгруппе комбинированных резекций — $4,1 \pm 1,6$ (медиана 5; интервал 2–6) сут. Различия статистически незначимы ($p=0,52$). В подгруппе комбинированных резекций длительное стояние плеврального дренажа было обусловлено наличием повышенной экссудации, а не сбросом воздуха. Герметичность после ушивания дефекта паренхимы легкого возникла после операции: сразу же — в 23 из 32 (71,9%) случаев, на 1-е сутки — в 7 из 32 (21,9%), на 2-е сутки — в 2 из 32 (6,2%) случаев.

Послеоперационные осложнения отмечены в 2 из 32 (6,2%) случаев (остаточные плевральные полости, которые впоследствии регрессировали полностью при назначении физиотерапии и дыхательной гимнастики), 1 степень согласно модифицированной шкале Clavien–Dindo [13]. Других послеоперационных осложнений, обострений туберкулезной инфекции и летальности отмечено не было. Достоверная связь между коморбидным фоном и течением раннего послеоперационного периода отсутствует. Отдаленные результаты в настоящее время не оценивались.

Заключение

Резекция туберкулем легких 1318-нм Nd:YAG-лазером отличается высоким уровнем эффективности, хорошими аэро-гемостатическими характеристиками с одновременно низкой частотой послеоперационных осложнений, причем статистически значимой разницы между двумя подгруппами прецизионных и комбинированных резекций отмечено не было ($p<0,05$). Данный метод имеет достаточно узкий диапазон использования в хирургии туберкулеза легких и применим только к ограниченному его формам. Тем не менее наш первый опыт показывает, что применение 1318-нм Nd:YAG-лазера при соблюдении условий, указанных выше, позволит выполнять прецизионные резекции легких с достаточной надежностью при соблюдении органосохраняющего принципа.

Список литературы

1. Minton J.P., Andrews N.C., Jesseph J.E. Pulsed laser energy in the management of multiple pulmonary metastases // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1967. Vol. 54 (5). P. 707–713.
2. LoCicero 3rd J., Hartz R.S., Frederiksen J.W., Michaelis L.L. New applications of the laser in pulmonary surgery: hemostasis and sealing of air leaks // Ann. Thorac. Surg. 1985. Vol. 40 (6). P. 546–550.
3. Moghissi K., Dench M., Goebells P. Experience in non-contact Nd:YAG laser in pulmonary surgery. A pilot study // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 1988. Vol. 2 (2). P. 87–94.
4. LoCicero 3rd J., Frederiksen J.W., Hartz R.S., Michaelis L.L. Laser-assisted parenchyma-sparing pulmonary resection // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1989. Vol. 97 (5). P. 732–736.
5. Moghissi K. Local excision of pulmonary nodular (coin) lesion with noncontact yttrium-aluminum-garnet laser // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1989. Vol. 97 (1). P. 147–151.
6. Landreneau R.J., Hazelrigg S.R., Johnson J.A., Boley T.M., Nawarawong W., Curtis J.J. Neodymium:yttrium-aluminum garnet laser-assisted pulmonary resections // Ann. Thorac. Surg. 1991. Vol. 51 (6). P. 973–977; discussion 977–978.
7. Rolle A. Laser applications in lung parenchyma surgery // Med. Laser Appl. 2003. Vol. 18 (4). P. 271–280.
8. Frank F., Beck O.J., Hessel S., Keiditsch E. Comparative investigations of the effects of the neodymium:YAG laser at 1.06 microns and 1.32 microns on tissue // Lasers Surg Med. 1987. Vol. 6 (6). P. 546–551.
9. Rolle A., Unsold E., Ruprecht L., Permanetter W., Frank F. Morphologic aspects of Nd:YAG laser application on lung tissue // Waidelich W., Waidelich R., eds. LASER Optoelectronics in Medicine. Berlin and Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. P. 159–163.
10. Rolle A., Thetter O., Haussinger K., Hallfeldt K.K.J., Schmolder A. Einsatz des Neodym YAG Lasers in der Thoraxchirurgie // Herz Gefass Thorax Chir. 1989. Vol. 3. P. 85–91.
11. Rolle A., Koch R., Alpard S.K., Zwischenberger J.B. Lobe-sparing resection of multiple pulmonary metastases with a new 1318-nm Nd:YAG laser — first 100 patients // Ann. Thorac. Surg. 2002. Vol. 74 (3). P. 865–869.
12. Rolle A., Pereszlenyi A., Koch R., Bis B., Baier B. Laser resection technique and results of multiple lung metastasectomies using a new 1,318 nm Nd:YAG laser system // Lasers Surg. Med. 2006. Vol. 38 (1). P. 26–32.
13. Clavien P.A., Barkun J., de Oliveira M.L., Vauthey J.N., Dindo D., Schulick R.D., de Santibanes E., Pekolj J., Slankamenac K., Bassi C., Graf R., Vonlanthen R., Padbury R., Cameron J.L., Makuuchi M. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience // Ann. Surg. 2009. Vol. 250 (2). P. 187–196.
14. Bashenow A.V., Motus I.Y., Skornyakow S.N., Neretin A.V., Rayewskaya N.V., Dyachkow I.A., R.B. Berdnikow, Golubewa L.A. Use of a 1318 nm Nd:YAG laser for the resection of limited forms of pulmonary tuberculosis // Photon Lasers Med. 2016. Vol. 5 (3). P. 231–240.

Поступила в редакцию 02.12.2016 г.

Сведения об авторах:

Дьячков Илья Андреевич — младший научный сотрудник ФГБУ «УНИИФ»; 620039, г. Екатеринбург, ул. XXII партсъезда, д. 50; e-mail: ilia.dya4koff@yandex.ru;

Мотус Игорь Яковлевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией консервативных и хирургических методов лечения туберкулеза, ведущий научный сотрудник ФГБУ «УНИИФ»; 620039, г. Екатеринбург, ул. XXII партсъезда, д. 50; e-mail: igormotus@yandex.ru;

Баженов Александр Викторович — кандидат медицинских наук, торакальный хирург, старший научный сотрудник ФГБУ «УНИИФ»; 620039, г. Екатеринбург, ул. XXII партсъезда, д. 50; e-mail: ai0803@mail.ru;

Хольный Петр Михайлович — заведующий туберкулезным легочно-хирургическим отделением ФГБУ «УНИИФ»; 620039, г. Екатеринбург, ул. XXII партсъезда, д. 50; e-mail: kholnyu68@yandex.ru;

Неретин Антон Викторович — кандидат медицинских наук, торакальный хирург ГБУЗ СО ПТД; 620039, г. Екатеринбург, ул. Чапаева, д. 9; e-mail: dendroaspis73@yandex.ru.