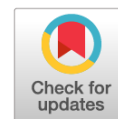


Мобилизация научно-практического потенциала службы лучевой диагностики г. Москвы в пандемию COVID-19



© С.П. Морозов¹, Е.С. Кузьмина¹, Н.В. Ледихова¹, А.В. Владзимирский¹,
И.А. Трофименко¹, О.А. Мокиенко¹, Е.В. Панина¹, А.Е. Андрейченко¹,
О.В. Омелянская¹, В.А. Гомболевский¹, Н.С. Полищук¹, И.М. Шулькин¹,
Р.В. Решетников^{1, 2*}

¹ ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

Уже в начале первой волны пандемии COVID-19 для компьютерной томографической (КТ) диагностики поражения лёгких у пациентов с подозрением на вирусную пневмонию в Москве была сформирована сеть амбулаторных КТ-центров (АКТЦ) с круглосуточным режимом работы. Введение шкалы «КТ 0-4» позволило проводить эффективную маршрутизацию. Для предотвращения распространения инфекции среди пациентов и персонала было введено зонирование АКТЦ с разбиением на «красную», «буферную» и «зелёную» зоны. В рамках мобилизации службы лучевой диагностики создан Московский референс-центр, осуществляющий контроль качества, экспертные дистанционные консультации и организационно-методическое сопровождение. Разработано несколько дистанционных курсов и обучающих вебинаров. Для распознавания признаков COVID-19 и оценки степени тяжести были подключены сервисы искусственного интеллекта. Разработанная стратегия службы лучевой диагностики г. Москвы обеспечила готовность к высокой нагрузке на систему здравоохранения города и позволила минимизировать потери среди медицинского персонала. Специалисты службы внесли существенный вклад в эффективное сдерживание распространения инфекции за счёт доступной, своевременной и качественной диагностики и маршрутизации.

Ключевые слова: КТ; COVID-19; искусственный интеллект.

Как цитировать

Морозов С.П., Кузьмина Е.С., Ледихова Н.В., Владзимирский А.В., Трофименко И.А., Мокиенко О.А., Панина Е.В., Андрейченко А.Е., Омелянская О.В., Гомболевский В.А., Полищук Н.С., Шулькин И.М., Решетников Р.В. Мобилизация научно-практического потенциала службы лучевой диагностики г. Москвы в пандемию COVID-19 // *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):5-12. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD51043>



Mobilizing the academic and practical potential of diagnostic radiology during the COVID-19 pandemic in Moscow

Sergey P. Morozov¹, Ekaterina S. Kuzmina¹, Natalya V. Ledikhova¹, Anton V. Vladzimirskyy¹, Irina A. Trofimenko¹, Olesya A. Mokienko¹, Elena V. Panina¹, Anna E. Andreychenko¹, Olga V. Omelyanskaya¹, Victor A. Gomboleviskiy¹, Nikita S. Polishchuk¹, Igor M. Shulkin¹, Roman V. Reshetnikov^{1, 2*}

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

² Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

At the beginning of the first wave of the COVID-19 pandemic, a network of outpatient CT centers (OCTC) for lung pathology diagnostics in patients with suspected viral pneumonia with the round-the-clock operation was formed in Moscow. The introduction of the "CT 0-4" scale allowed for effective routing. To prevent the spread of infection among patients and staff, OCTC zoning was introduced, dividing into "red," "buffer," and "green" zones. As part of the mobilization of the Radiology Service, the Moscow Reference Center was established, aimed at quality control, remote expert consultations, and organizational and methodological support. Several online courses and training webinars have been developed. Artificial Intelligence services were connected to recognize the signs of COVID-19 and assess the severity.

The developed strategy of the Moscow Radiology Service ensured readiness for the high burden on the city health care system and minimized losses among medical personnel. The experts significantly contributed to effective infection control through accessible, timely, and high-quality diagnostics and routing.

Keywords: CT; COVID-19; artificial intelligence.

To cite this article

Morozov SP, Kuzmina ES, Ledikhova NV, Vladzimirskyy AV, Trofimenko IA, Mokienko OA, Panina EV, Andreychenko AE, Omelyanskaya OV, Gomboleviskiy VA, Polishchuk NS, Shulkin IM, Reshetnikov RV. Mobilizing the academic and practical potential of diagnostic radiology during the COVID-19 pandemic in Moscow. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD51043>

Received: 24.11.2020

Accepted: 02.12.2020

Published: 30.12.2020



调动莫斯科辐射诊断服务处在COVID-19大流行中的科学和实际潜力

Sergey P. Morozov¹, Ekaterina S. Kuzmina¹, Natalya V. Ledikhova¹,
Anton V. Vladzimirskyy¹, Irina A. Trofimenko¹, Olesya A. Mokienko¹,
Elena V. Panina¹, Anna E. Andreychenko¹, Olga V. Omelyanskaya¹,
Victor A. Gombolevskiy¹, Nikita S. Polishchuk¹, Igor M. Shulkin¹,
Roman V. Reshetnikov^{1, 2*}

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

² Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

在2019冠状病毒第一波大流行开始之际，莫斯科已经建立了一个24小时运转的门诊CT诊断中心，用于对疑似病毒性肺炎患者肺部损伤的计算机断层扫描（CT）诊断。CT0—CT4量表的引入允许高效路由。为防止感染在患者和工作人员之间的传播，门诊CT中心被分为《红色》、《缓冲》和《绿色》区。作为辐射诊断服务动员的一部分，成立了莫斯科基准中心，进行质量控制、专家远程咨询以及组织和方法支助。还编制了几个远程学习课程和网络讨论会。人工智能服务被用于识别COVID-19的迹象和评估疾病的严重程度。莫斯科辐射诊断服务处制定的战略确保为该市医疗系统的高负荷做好准备，并使医务人员的死亡率降至最低。该服务处的专家通过可达性、及时和高质量的诊断和路由，为有效遏制疫情传播作出了重大贡献。

关键词： 计算机断层扫描； COVID-19； 人工智

引用本文：

Morozov SP, Kuzmina ES, Ledikhova NV, Vladzimirskyy AV., Trofimenko IA, Mokienko OA, Panina EV, Andreychenko AE, Omelyanskaya OV, Gombolevskiy VA, Polishchuk NS, Shulkin IM, Reshetnikov RV. 调动莫斯科辐射诊断服务处在COVID-19大流行中的科学和实际潜力. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):5-12. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD51043>

收到： 24.11.2020

接受： 02.12.2020

发布时间： 30.12.2020



莫斯科是一个繁华的大都市,拥有发达的交通、高速公路和机场网络,在传染病流行的情况下,它将永远处于高风险区域。在俄罗斯登记的所有COVID-19病例中,26%发生在首都,这并不奇怪,因为首都感染人数方面稳居世界前列[1]¹。尽管如此,莫斯科的经历还是有些独特的。第一波疫情的高峰出现在2020年5月7日,当每10万人口中有53例登记时[1],2020年3月29日,中国出台了严格的自我隔离措施。²相比之下,在西班牙、德国、意大利和美国的大城市,从实行隔离制度到发病率高峰之间的时间跨度为 12 ± 3 天[2-4]。³这种流行病传播如此缓慢,主要是由于莫斯科卫生部各组织制定和采取了及时的措施,初级保健单位在这些措施中发挥了关键作用。

在大流行期间,卫生保健系统的中心任务是限制疾病的传播和减少死亡人数。因此,有需要的患者应在医院接受监测,而对于那些感染了SARS-CoV-2但没有病毒性肺炎症状的患者,居家治疗和隔离将是最佳选择。否则,卫生保健系统的资源将超载,这将不可避免地导致所提供的服务质量下降,并因此导致不受欢迎的治疗结果数量增加。

新冠病毒筛查的金标准是利用逆转录聚合酶链反应(RT-PCR)检测病毒RNA的诊断性检测。然而,该方法的特点是灵敏度低[5],提前期长,假阴性结果的概率可变[6],依赖于试剂的可用性和质量。特别是,缺乏病毒RNA提取试剂盒已经成为世界各地实验室的一个重大问题。⁴最后,尽管RT-PCR可以通过病毒载量的值来评估疾病的严重程度[7],但在诊断时,检测结果仅被归类为阳性或阴性,这增加了该方法的不足之处,即缺乏临床信息。

COVID-19的常见临床表现之一是病毒性肺炎[8]。胸部CT虽然不是诊断急性呼吸道病毒感染的经典方法,但对肺组织压实(COVID-19的典型症状)高度敏感。在这方面,莫斯科市辐射诊断服务已经制定并成功实施了一项战略(图1),其中的关键概念是“COVID-19临床确诊病例”的概念。

在这一概念的框架内,阳性诊断的基础是急性呼吸道感染症状和肺部特征性变化的结合。为

了评估压缩的肺组织的体积,服务专家开发了一种经验的视觉尺度“CT 0-4”,分为五类[9]。CT-0分类为无肺炎症状的患者;在受影响最严重的肺内,压实体积的增长以25%的增量不同。所以胸部器官的CT已经成为在莫斯科大流行时诊断COVID-19的主要方法。

采用CT 0-4评分量表可以有效地进行路由:CT-0、CT-1和CT-2类别的患者被分配在家中使用远程医疗技术进行监测,而较严重的患者则立即住院。这一策略优化了城市临床医院的负荷,得到了充分的回报。根据我们的估计,CT-0-CT-2类患者中,只有不到5%的患者最终因病情恶化而住院[10]。

为对新冠肺炎患者进行筛查、路由和动态监测,在城市综合门诊的基础上,组建了CT中心门诊。所有位于CT中心门诊的48台CT扫描仪都使用统一医疗信息和分析系统(URIS UMIAS)的统一放射信息服务组合成一个单一的数字空间。这种解决方案允许放射科医生远程描述研究结果,从而大大降低了医务人员感染的风险,其重要性在大流行中不能被高估。

在大流行期间,莫斯科卫生部管理下的所有筛查项目都被终止,释放的x光技术员和外科护士被派往CT中心门诊。此外,为了防止感染在患者和工作人员之间传播,引入了CT中心门诊分区法,分为“红色”、“缓冲”和“绿色”区域。扫描设备位于“红色”区域,在对每个患者进行检查后,对其进行消毒剂处理。所有在该地区工作的医务人员都配备了三级个人防护装备。“缓冲区”用于给工人穿戴个人防护装备,并分为三个部分:用于旧衣物,新衣物消毒和清洁。最后,在“绿色”区域有医生的办公室、护士和手术室。

作为实施该战略的一部分,设立了莫斯科辐射诊断参考中心,其主要目的是控制研究结果描述的质量、专家远程咨询以及CT中心门诊工作人员在组织和方法方面的支助。

社交网络和信息服务已经成为一种额外的通信手段,其中Telegram频道MR0.LIVE放射科医生俱乐部,由3 228名用户放射科医生、超声诊断专家、技术控制部的技术人员和行政人员组成。该渠道已成为实时沟通和磋商、交流COVID-19大

¹ Worldometer. Coronavirus update (live). Available at: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>. Accessed: October 16, 2020.

² Сайт Сергея Собянина. Коронавирус. Ограничение передвижения по городу и социальная поддержка. Режим доступа: <https://www.sobyanin.ru/koronavirus-ogranichenie-peredvizheniya-i-sospodderzhka-grazhdan>. Дата обращения 20.11.2020.

³ Estado de alarma por crisis sanitaria COVID-19 – Atención e información – Punto de Acceso General. Available at: administracion.gob.es. Accessed: August 6, 2020.

⁴ RNA extraction kits for COVID-19 tests are in short supply in US. The Scientist Magazine. Available at: <https://www.the-scientist.com/news-opinion/rna-extraction-kits-for-covid-19-tests-are-in-short-supply-in-us-67250>. Accessed: October 14, 2020.



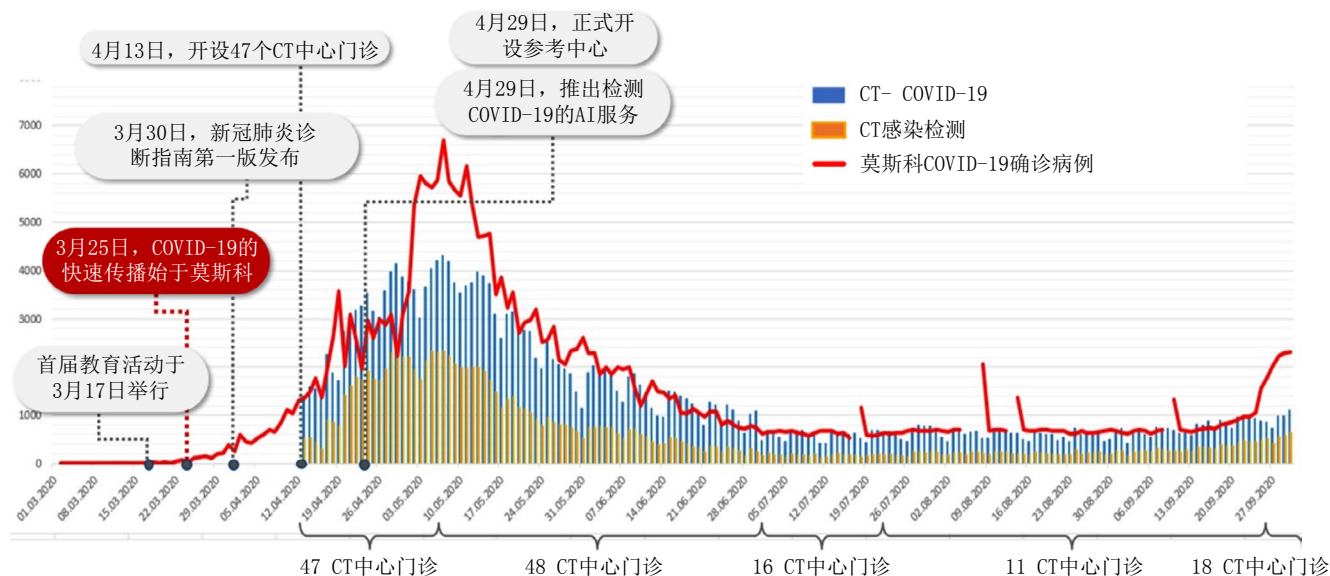


图 1 在莫斯科COVID-19疫情发展期间动员辐射诊断服务: CT中心门诊—门诊计算机断层扫描中心; AI服务—人工智能服务

流行现状和进展、监管文件和教育活动信息的重要工具。

新员工的涌入和新冠肺炎诊断循证知识的快速积累,需要组织对医务人员的培训。我们为CT中心门诊管理员、放射科医师、放射科技师和助理等不同的目标受众开发了一些短期远程课程和互动培训网络研讨会。从2020年2月到10月,超过5万名专业人士参加了我们的课程和网络研讨会。约10500名其他类型的放射技师接受过胸部CT训练。

为了识别COVID-19的迹象,一个人工智能服务与莫斯科85家医疗机构的149台诊断设备相连。从4月29日至10月19日,该部门处理了超过35万例COVID-19症状CT扫描。人工智能系统的准确率和灵敏度为0.91,特异性为0.92,假阴性结果比例为7.4%,假阳性结果比例为1.6%。人工智能技术在CT中心门诊的引入使得自动为放射科医生的工作列表中的优先研究提供信息成为可能。该实验展示了医学图像自动分析的功能,表明了由算法识别的病理发现的定位和结果通知,以及自动准备一份研究的草案描述的实际好处。此外,莫斯科卫生部科学和实用诊断和远程医疗技术临床中心员工创建并公开了全球最大的COVID-19参考数据集(数据集)。⁵

截至2020年10月19日,门诊计算机断层扫描中心专家共进行了268 567次CT检查。一台CT机加载记录为每天204次CT检查。130138例患者出现肺炎体征,其中126761例为COVID-19临床确诊病例。因此,在指定的时间段内,莫斯科34.5%的COVID-19诊断是通过辐射诊断做出的。

尽管门诊计算机断层扫描中心继续运作,但为控制感染所采取的措施防止了医务人员的大规模感染。总共有485名放射科医师和775名放射科医师在莫斯科48个门诊中心工作。受感染放射科医师的平均人数为 10 ± 4 (2.1%);对于x光技术人员,这个值仅略高一 22 ± 12 (2.8%)。

莫斯科辐射诊断服务处制定的战略确保(见图1)为该市医疗系统的高负荷做好准备,并使医务人员的死亡率降至最低。该服务处的专家通过可达性、及时和高质量的诊断和路由,为有效遏制疫情传播作出了重大贡献。利用现有的辐射诊断技术迅速调动初级保健,使人们能够有效地发现疾病的表现,迅速得到诊断的确认,并最终达到发病率的平稳期。

目前,世界正在经历大流行的第二波,莫斯科卫生部已全副武装地着手应对。考虑到实验室检测的数量成倍增加,已不再需要广泛部署辐射诊断。然而,我们的发展和积累的经验在俄罗斯联邦的其他组成实体和国外都有需求,我们愿意通过培训方案、网络研讨会和科学出版物分享这些经验。

附加信息

资金来源。这篇文章的研究和发表是由作者团队的个人费用进行的。

利益冲突。本文作者已证实没有利益冲突需要报道。

作者的参与:所有作者都对文章的准备做出了重要贡献,在发表前阅读并批准了最终版本。

⁵ Dataset MosMedData: COVID-19_1110. Available at: https://mosmed.ai/datasets/covid19_1110. Accessed: October 16, 2020.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16.10.2020 №31 «О дополнительных мерах по снижению рисков распространения COVID-19 в период сезонного подъёма заболеваемости острыми респираторными вирусными инфекциями и гриппом». Режим доступа: <https://www.rospotrebnadzor.ru/>. Дата обращения 20.11.2020.
2. Badr H.S., Du H., Marshall M., et al. Association between mobility patterns and COVID-19 transmission in the USA: A mathematical modelling study // *Lancet Infect Dis.* 2020. Vol. 20, N 11. P. 1247–1254. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30553-3
3. Karagiannidis C., Mostert C., Hentschker C., et al. Case characteristics, resource use, and outcomes of 10 021 patients with COVID-19 admitted to 920 German hospitals: an observational study // *Lancet Respir Med.* 2020. Vol. 8, N 9. P. 853–862. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30316-7
4. Vinceti M., Filippini T., Rothman K.J., et al. Lockdown timing and efficacy in controlling COVID-19 using mobile phone tracking // *EclinicalMedicine.* 2020. Vol. 25. P. 100457. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100457
5. Ai T., Yang Z., Hou H., et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China:

- A report of 1014 cases // *Radiology.* 2020. Vol. 296, N 2. E32–E40. doi: 10.1148/radiol.2020200642
6. Kucirka L.M., Lauer S.A., Laeyendecker O., et al. Variation in false-negative rate of reverse transcriptase polymerase chain reaction-based SARS-CoV-2 tests by time since exposure // *Ann Intern Med.* 2020. Vol. 173, N 4. P. 262–267. doi: 10.7326/M20-1495
 7. Pujadas E., Chaudhry F., McBride R., et al. SARS-CoV-2 viral load predicts COVID-19 mortality // *Lancet Respir Med.* 2020. Vol. 8, N 9. e70. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30354-4
 8. Siordia J.A. Epidemiology and clinical features of COVID-19: A review of current literature // *J Clin Virol.* 2020. Vol. 127. P. 104357. doi: 10.1016/j.jcv.2020.104357
 9. Morozov S.P., Gombolevskiy V.A., Chernina V.Y., et al. Prediction of lethal outcomes in COVID-19 cases based on the results chest computed tomography // *Tuberc Lung Dis.* 2020. Vol. 98, N 6. P. 7–14. doi: 10.21292/2075-1230-2020-98-6-7-14
 10. Morozov S., Ledikhova N., Panina E., et al. Re: Controversy in coronaViral Imaging and Diagnostics (COVID) // *Clin Radiol.* 2020. Vol. 75, Issue 11. P. 871–872. doi: 10.1016/j.crad.2020.07.023

REFERENCES

1. Resolution of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation No. 31 of 16.10.2020 «O dopolnitel'nykh merakh po snizheniyu riskov rasprostraneniya SOVID-19 v period sezonnogo pod»ema zaboлеваemosti ostrymi respiratornymi virusnymi infektsiyami i grippom». Available from: <https://www.rospotrebnadzor.ru/>. (In Russ).
2. Badr HS, Du H, Marshall M, et al. Association between mobility patterns and COVID-19 transmission in the USA: A mathematical modelling study. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(11):1247–1254. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30553-3
3. Karagiannidis C, Mostert C, Hentschker C, et al. Case characteristics, resource use, and outcomes of 10 021 patients with COVID-19 admitted to 920 German hospitals: an observational study. *Lancet Respir Med.* 2020;8(9):853–862. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30316-7
4. Vinceti M, Filippini T, Rothman KJ, et al. Lockdown timing and efficacy in controlling COVID-19 using mobile phone tracking. *EclinicalMedicine.* 2020;25:100457. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100457
5. Ai T, Yang Z, Hou H, et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Chi-

- na: A report of 1014 cases. *Radiology.* 2020;296(2):E32–E40. doi: 10.1148/radiol.2020200642
6. Kucirka LM, Lauer SA, Laeyendecker O, et al. Variation in false-negative rate of reverse transcriptase polymerase chain reaction-based SARS-CoV-2 tests by time since exposure. *Ann Intern Med.* 2020;173(4):262–267. doi: 10.7326/M20-1495
 7. Pujadas E, Chaudhry F, McBride R, et al. SARS-CoV-2 viral load predicts COVID-19 mortality. *Lancet Respir Med.* 2020;8(9):e70. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30354-4
 8. Siordia JA. Epidemiology and clinical features of COVID-19: A review of current literature. *J Clin Virol.* 2020;127:104357. doi: 10.1016/j.jcv.2020.104357
 9. Morozov SP, Gombolevskiy VA, Chernina VY, et al. Prediction of lethal outcomes in COVID-19 cases based on the results chest computed tomography. *Tuberc Lung Dis.* 2020;98(6):7–14. doi: 10.21292/2075-1230-2020-98-6-7-14
 10. Morozov S, Ledikhova N, Panina E, et al. Re: Controversy in coronaViral Imaging and Diagnostics (COVID). *Clin Radiol.* 2020;75(11):871–872. doi: 10.1016/j.crad.2020.07.023

ОБ АВТОРАХ

***Решетников Роман Владимирович**, к.ф.-м.н.;
адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9661-0254>;
eLibrary SPIN: 8592-0558; e-mail: reshetnikov@fbb.msu.ru

Морозов Сергей Павлович, д.м.н., проф.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6545-6170>;
eLibrary SPIN: 8542-1720; e-mail: morozov@npcmr.ru

AUTHORS INFO

Roman V. Reshetnikov, PhD;
address: Petrovka str., 24, 127051, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9661-0254>;
eLibrary SPIN: 8592-0558; e-mail: reshetnikov@fbb.msu.ru

Sergey P. Morozov, MD, PhD, Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6545-6170>;
eLibrary SPIN: 8542-1720; e-mail: morozov@npcmr.ru



Кузьмина Екатерина Сергеевна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0235-9386>;
eLibrary SPIN: 2571-1150; e-mail: e.kuzmina@npcmr.ru

Ледихова Наталья Владимировна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1446-424X>;
eLibrary SPIN: 6907-5936; e-mail: n.ledikhova@npcmr.ru

Владимирский Антон Вячеславович, д.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>;
eLibrary SPIN: 3602-7120; e-mail: a.vladimirsky@npcmr.ru

Трофименко Ирина Анатольевна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1236-5384>;
eLibrary SPIN: 7627-7470; e-mail: i.trofimenko@npcmr.ru

Мокиенко Олеся Александровна, к.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7826-5135>;
eLibrary SPIN: 8088-9921; e-mail: Lesya.md@yandex.ru

Панина Елена Вячеславовна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9666-0147>;
e-mail: panina@npcmr.ru

Андрейченко Анна Евгеньевна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6359-0763>;
eLibrary SPIN: 6625-4186; e-mail: a.andreychenko@npcmr.ru

Омелянская Ольга Васильевна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0245-4431>;
e-mail: o.omelyanskaya@npcmr.ru

Гомболевский Виктор Александрович, к.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>;
eLibrary SPIN: 6810-3279; e-mail: g_victor@mail.ru

Полищук Никита Сергеевич;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8216-601X>;
eLibrary SPIN: 2907-0097; e-mail: polishchuk@npcmr.ru

Шулькин Игорь Михайлович;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7613-5273>;
e-mail: i.shulkin@npcmr.ru

Ekaterina S. Kuzmina;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0235-9386>;
eLibrary SPIN: 2571-1150; e-mail: e.kuzmina@npcmr.ru

Natalya V. Ledikhova;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1446-424X>;
eLibrary SPIN: 6907-5936; e-mail: n.ledikhova@npcmr.ru

Anton V. Vladzimirskyy, MD, PhD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>;
eLibrary SPIN: 3602-7120; e-mail: a.vladimirsky@npcmr.ru

Irina A. Trofimenko;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1236-5384>;
eLibrary SPIN: 7627-7470; e-mail: i.trofimenko@npcmr.ru

Olesya A. Mokienko, MD, PhD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7826-5135>;
eLibrary SPIN: 8088-9921; e-mail: Lesya.md@yandex.ru

Elena V. Panina;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9666-0147>;
e-mail: panina@npcmr.ru

Anna E. Andreychenko, PhD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6359-0763>;
eLibrary SPIN: 6625-4186; e-mail: a.andreychenko@npcmr.ru

Olga V. Omelyanskaya;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0245-4431>;
e-mail: o.omelyanskaya@npcmr.ru

Victor A. Gombolevskiy, MD, PhD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>;
eLibrary SPIN: 6810-3279; e-mail: g_victor@mail.ru

Nikita S. Polishchuk;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8216-601X>;
eLibrary SPIN: 2907-0097; e-mail: polishchuk@npcmr.ru

Igor M. Shulkin;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7613-5273>;
e-mail: i.shulkin@npcmr.ru

