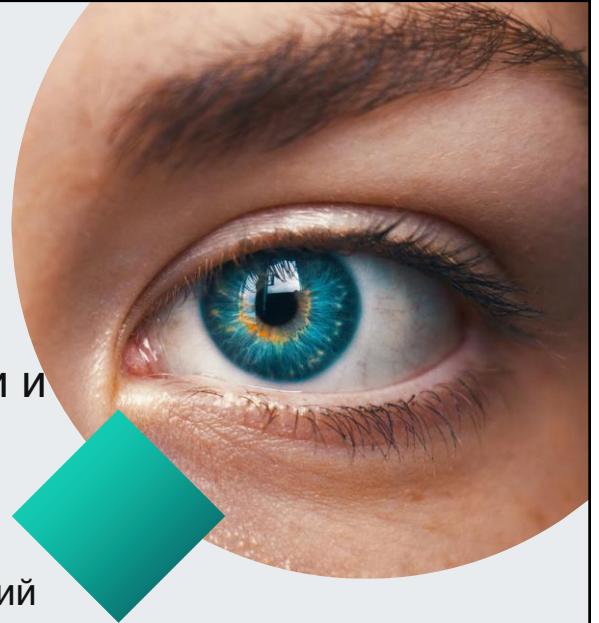


Лучевые методы диагностики и скрининга рака легкого

Виктор Александрович Гомболевский

к.м.н., директор ключевых исследовательских программ
Институт искусственного интеллекта – AIRI



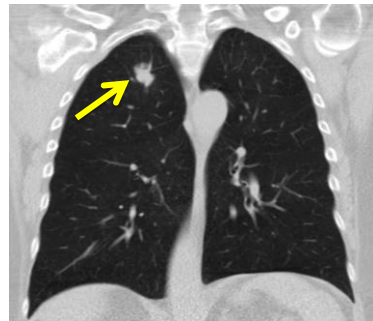
AGENDA

- 01** Лучевая диагностика для скрининга рака легкого
- 02** Искусственный интеллект для диагностики рака легкого
- 03** Перспективы

01

Лучевая диагностика для скрининга рака легкого

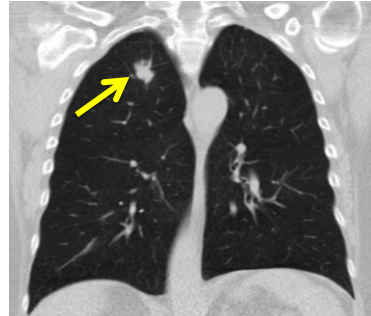
От чего во всем мире умерло больше людей с начала XX века?



От чего во всем мире умерло больше людей с начала XX века?

>108 млн *

>200 млн **



Рак легкого лидер по количеству смертей среди 3
 Более 50% умирают в течение года после уст. РЛ
 Более 75% выявляют на поздних стадиях.

* Levy Barry S. War and Public Health. Oxford University Press, 2008, 26

** Bray F. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN in 185 countries. CA Cancer J Clin. 2018 Nov;68(6):394-424.



Середина XX века: курили ПОЧТИ ВСЕ

20,679* Physicians say "LUCKIES are less irritating"

"It's toasted"

Your Throat Protection against irritation against cough

Has one of the best...
 According to a recent Nationwide survey:
MORE DOCTORS SMOKE CAMELS THAN ANY OTHER CIGARETTE

Doctors...
 Camel Cigarettes
 Camel Cigarettes
 Camel Cigarettes

I'M SENDING CHESTERFIELDS to all my friends. That's the merriest Christmas any smoker can have - Chesterfield mildness plus no unpleasant after-taste

Ronald Reagan

CHESTERFIELD

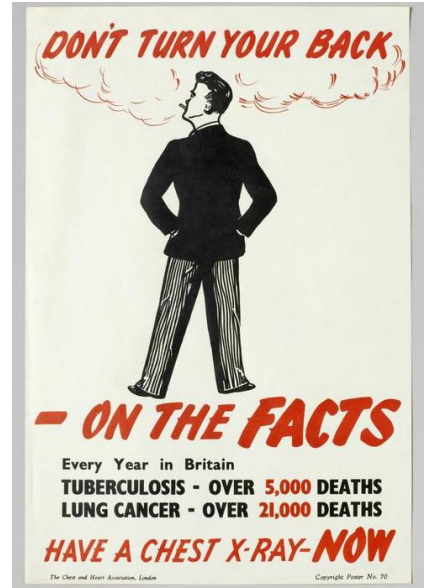
Buy the beautiful Christmas-card carton



Рентгенография - метод скрининга РЛ?

Контролируемые рандомизированные исследования скрининга рака легкого

Исследование	Год	Состав	Дизайн исследования	Умерло от РЛ	Смертность на 1000
Northwest London Mass Radiography Service Study [8]	1960	Мужчины > 40 лет 19% бывшие курильщики 67% курильщики	29723 – РГК каждые 6 мес. в течение 3 лет	82	0,7
			25300 – РГК в начале исследования и через 3 года	68	0,8
Kaiser Permanente Study [17]	1964	10713 человек от 34-54 лет	5156 рекомендации ежегодного обследования	44	8,6
			5557 без рекомендаций	42	7,6
Memorial Sloan-Kettering Study [34]	1974	10040 мужчин >45 лет курильщики	РГК всем в начале исследования 4966 – РГК + ЦИМ каждые 4 мес. 5-8 лет	115	2,7
			5072 – ежегодный РГК 5-8 лет	120	2,7
Johns Hopkins Study [18]	1973	10387 мужчин >45 лет курильщики	РГК всем в начале исследования 5266 – РГК + ЦИМ каждые 4 мес. 5-8 лет	141	3,4
			5161 – ежегодный РГК 5-8 лет	173	3,8
Mayo Lung Project [15]	1971	10 933 мужчин > 45 лет курильщики	РГК + ЦИМ всем в начале исследования 4618 – РГК + ЦИМ каждые 4 мес. 6 лет	337	4,4
			РГК + ЦИМ всем в начале исследования 4593 – ежегодного РГК и ЦИМ	303	3,9
Chezh Study [28]	1975	6345 мужчин от 40-64 лет курильщики	РГК всем в начале исследования 3171 – РГК каждые 6 мес. 3 года	247	7,8
			РГК всем в начале исследования 3174 без рекомендаций	216	6,8
Erfurt County** [50]	1972-1977	143880 человек 45-65 лет	41532 ФГ каждые 6 месяцев	351	0,8
			102348 ФГ каждые 12-24 месяца	626	0,6

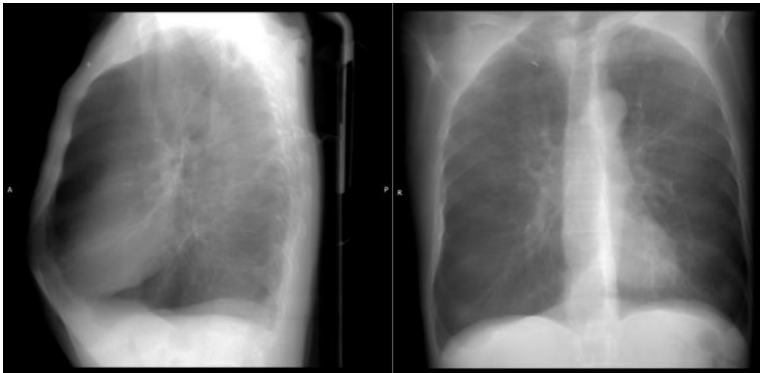


Е.В.Левченко «Скрининг рака легкого» Практическая онкология т.11, №2 -2010



Рентгенография для выявления рака легкого I ст.

Экспертов привлекали для оценки 3х исследований рентгенографии и предлагали в анкетном виде высказать тактику (рекомендовать после рентгенографии КТ или нет) в целях исключения находок, подозрительных на рак легкого. Давали возможность ответить, что качество недостаточное, чтобы сделать вывод.



<https://clck.ru/EQtG5> 195 человек. 12 (7-19)искл. 176 человек

https://vk.com/yatomograf?w=wall-40088535_895



Рентгенография для выявления рака легкого I ст.

Экспертов привлекали для оценки 3х исследований рентгенографии и предлагали в анкетном виде высказать тактику (рекомендовать после рентгенографии КТ или нет) в целях исключения находок, подозрительных на рак легкого. Давали возможность ответить, что качество недостаточное, чтобы сделать вывод.



<https://clck.ru/EQtG59> 195 человек. 12 (7-19)искл. 176 человек

https://vk.com/yatomograf?w=wall-40088535_895



Рентгенография для выявления рака легкого I ст.

Результаты показали низкие показатели врачей-рентгенологов в возможностях различать рак легкого на 1 стадии по данным рентгенографии, однако с возрастанием опыта возможности специалистов возрастали.

Параметр	Стаж				ОБЩИЕ
	до 1 года	2-4 лет	старше 5 лет	старше 10 лет	
Чувствительность (%)	21	44	58	88	43
Специфичность (%)	36	59	39	48	40
Точность (%)	34	57	42	58	44
Положительная прогностическая значимость (%)	6	13	17	35	14
Отрицательная прогностическая значимость (%)	69	88	81	92	75
Количество участников	51	71	54	13	176

<https://clck.ru/EQtG59> 195 человек. 12 (7-19)искл. 176 человек

https://vk.com/yatomograf?w=wall-40088535_895

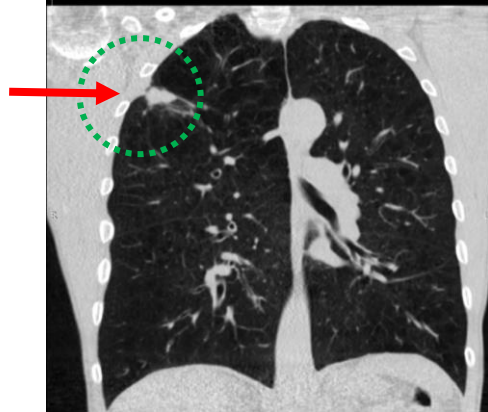


Флюорография Рак пропущен



ФЛГ не спасает от рака легкого

НДКТ Рак выявлен

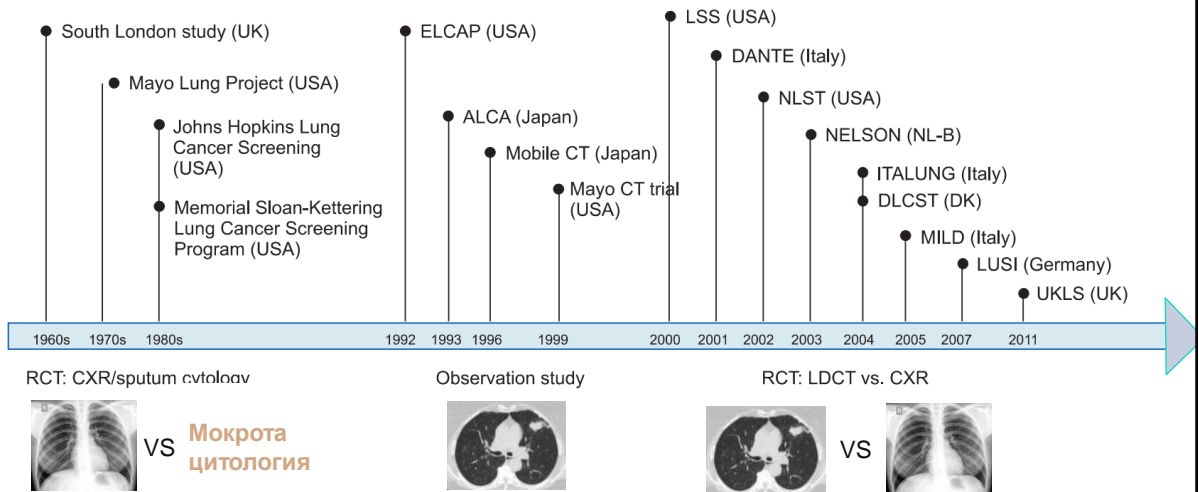


Единственная методика в мире

Reduced Lung-Cancer Mortality with Low-Dose Computed Tomographic Screening. N Engl J Med 2011; 365:395-409



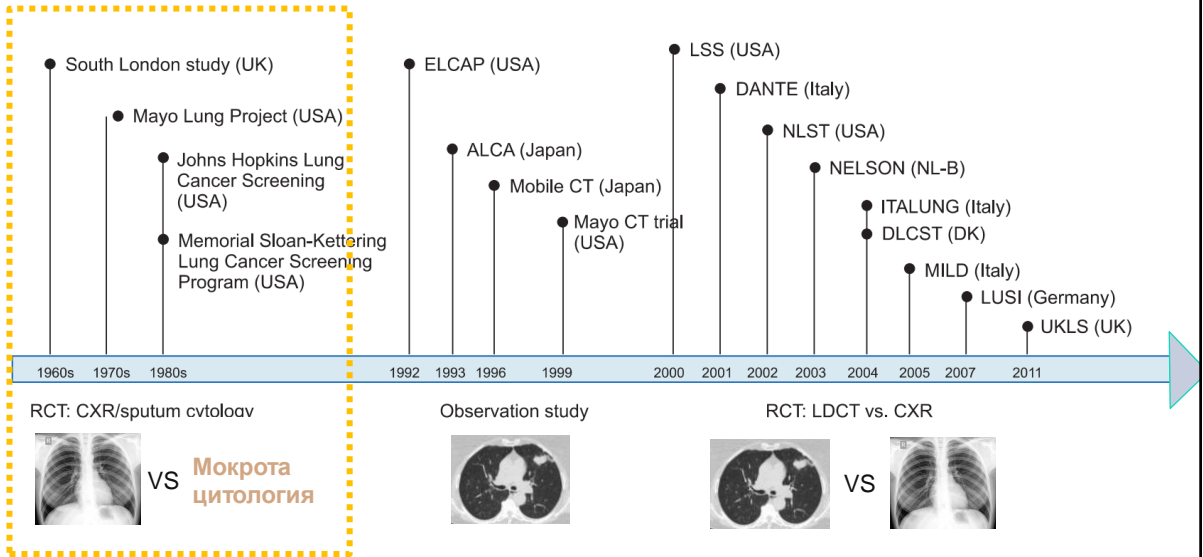
Эра низкодозной компьютерной томографии легких



Young Sik Park, Lung Cancer Screening: Subsequent Evidences of NLST. 2014. <http://dx.doi.org/10.4046/trd.2014.77.2.55>



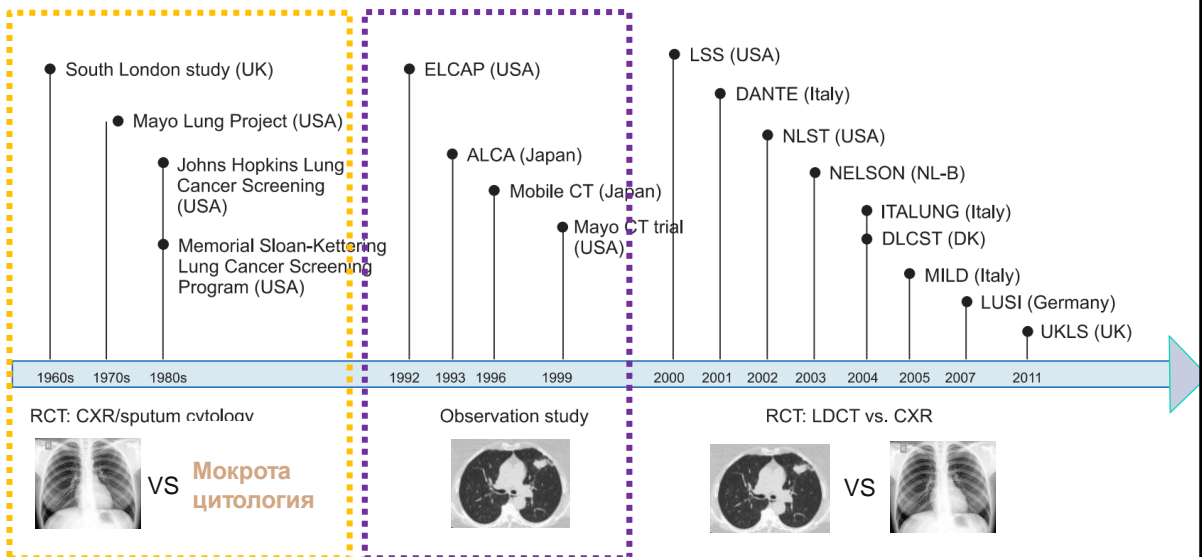
Эра низкодозной компьютерной томографии легких



Young Sik Park, Lung Cancer Screening: Subsequent Evidences of NLST. 2014. <http://dx.doi.org/10.4046/trd.2014.77.2.55>



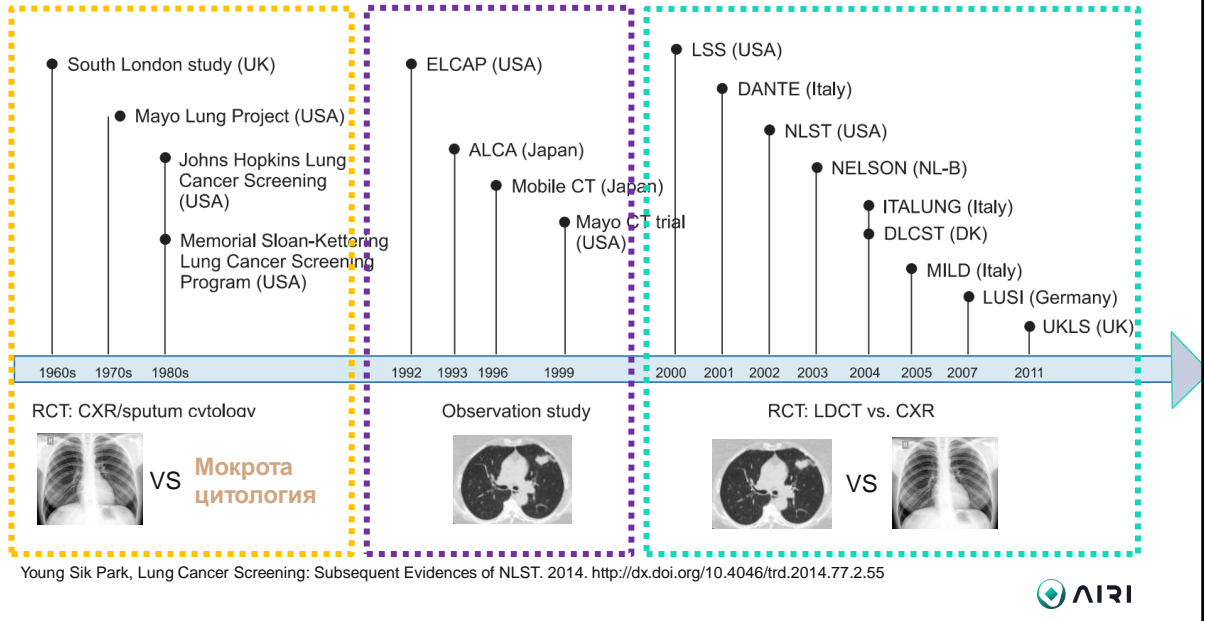
Эра низкодозной компьютерной томографии легких



Young Sik Park, Lung Cancer Screening: Subsequent Evidences of NLST. 2014. <http://dx.doi.org/10.4046/trd.2014.77.2.55>



Эра низкодозной компьютерной томографии легких

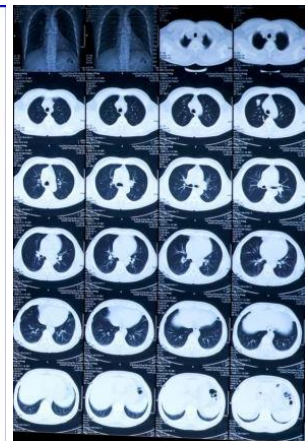


НДКТ грудной клетки - скрининг рака легких?

До NSLT с помощью НДКТ не снижается смертность от рака легкого

TABLE 1
Studies of Computed Tomography (CT) Screening: Study Population, CT Technique, and Compliance

Name or institution	Reference(s)	Year started	Population			CT technique			Compliance incidence screen no. (%) ²
			No.*	Age, y [†]	Smoker, %	kVp	mA	Slice thickness, mm	
ELCAP, US	Henschke et al., 1990 ¹²	1992	1000	67	100	140	40	10	841 (84)
I-ELCAP, International	Henschke et al., 2006 ¹⁷	1993	31,567	61	87	NR	NR	NR	NR
ALCA, Japan	Sobue et al., 2002 ⁶⁶	1993	1611	60 [§]	86	120	50	10	1180 (73)
University of Munster, Germany	Diederich et al., 2002, 2004 ^{57,58}	1995	817	53	100	120	50	5	668 (82)
Shinshu University, Japan	Sone et al., 1998, 2001 ^{57,60}	1996	5483	64	46	120	50	10	4425 (81)
Finnish Institute of Occupational Health, Finland	Tiitola et al., 2002 ⁷⁰	1998	602	63	100	140	125	10	NA
Mayo Clinic, US	Swensen et al., 2002, 2003, 2005 ^{13,18,69}	1999	1520	59	100	120	40	5	1478 (97)
Hitachi Health Care Center, Japan	Nawa et al., 2002 ⁶⁴	1998	7956	70	62	120	50	10	5568 (70)
PALCAD, Ireland	Macredmond et al., 2004, 2006 ^{61,62}	2000 [?]	449	55	100	130	50	10	413 (92) ¹
University of Milano, Italy	Pastorino et al., 2003 ⁶⁵	2000	1035	58	100	140	40	10	996 (96)
Nuclear Fuel Workers, US	Miller et al., 2004 ⁶³	2000	3598	>40	66	NR	NR	NR	NR
NY-ELCAP, US	NY-ELCAP, 2007 ⁶⁶	2000	6295	66	100	120	40	1.25-10	5134 (82)
LSS, US	Bach et al., 2001, 2007 ^{59,60}	2000	1660 [†]	60 [*]	100	120-140	60	5	1398 (84)



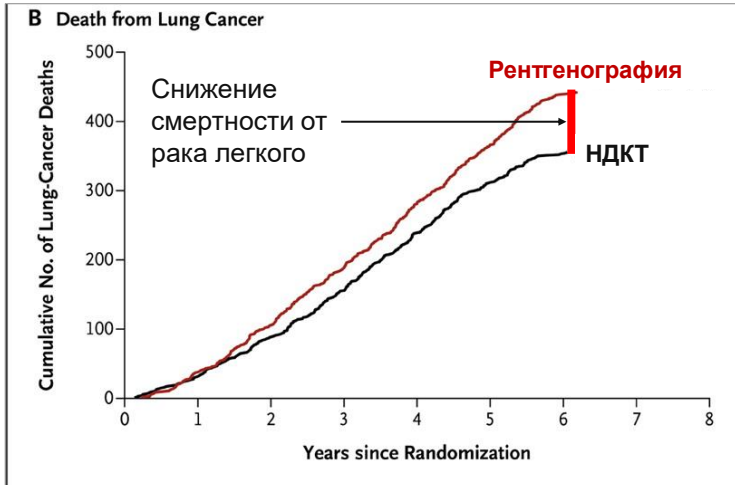
Толстые срезы (5-10мм) на пошаговых/односпиральных КТ ?

Black WC. Cancer 2007

Доказательство снижения смертности от рака легкого



Рандомизированное исследование 53'454 чел (55-74 лет, >30 п/л)
(The National Lung Screening Trial).



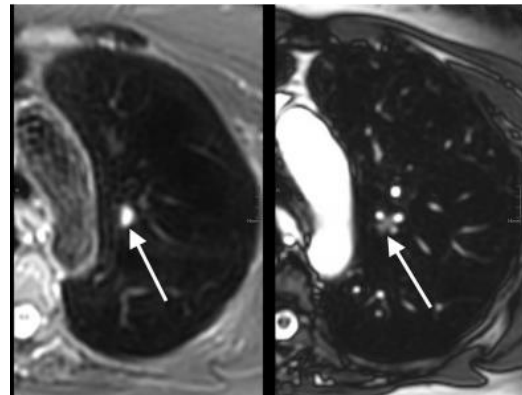
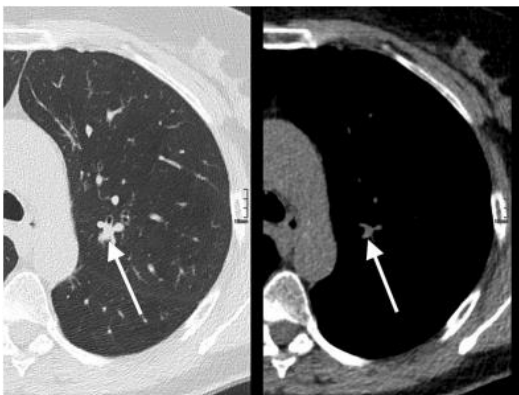
Reduced Lung-Cancer Mortality with Low-Dose Computed Tomographic Screening. N Engl J Med 2011; 365:395-409

Центр диагностики и телемедицины <http://medradiology.moscow/>



Скрининг рака легкого с помощью МРТ?

Показатель	4-5мм	6-7мм	8-14мм	Более 15мм	субсолидные
Чувствительность	69,3 %	95,2 %	100 %	100 %	72,7
Специфичность	96,4 %	99,6 %	99,6 %	100 %	99,2%

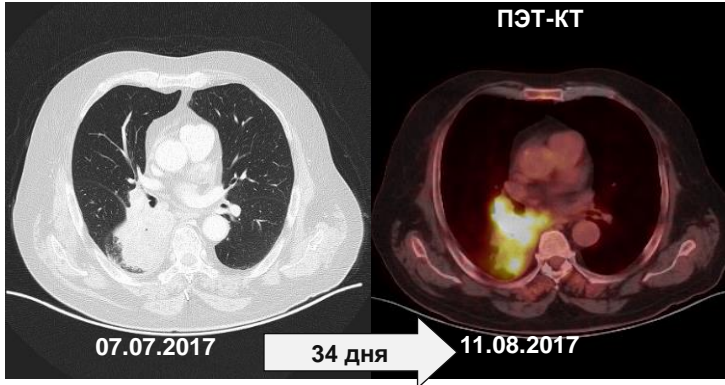


Meier-Schroers M, Homs R, Skowasch D, Buermann J, Zipfel M, Schild HH, Thomas D.

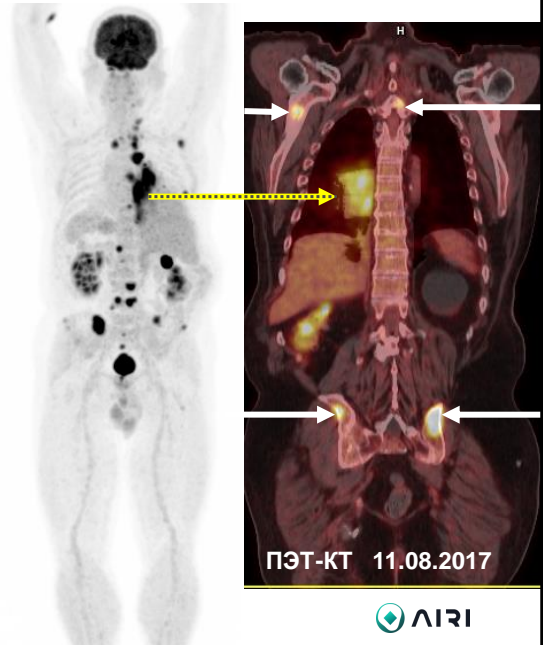
Lung cancer screening with MRI: results of the first screening round. J Cancer Res Clin Oncol. 2018 Jan;144(1):117-125. doi: 10.1007/s00432-017-2521-4.



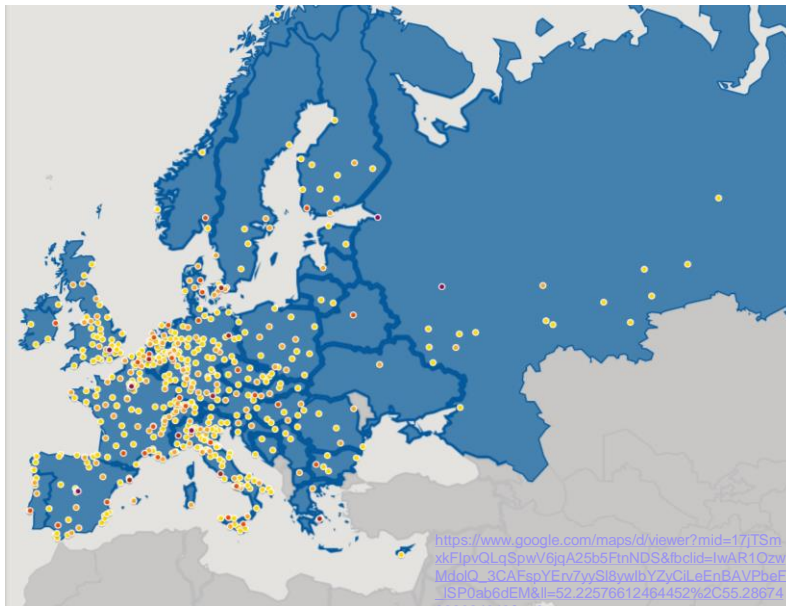
ПЭТ-КТ



Пациент Н., 76 год, стаж курения - 37 лет

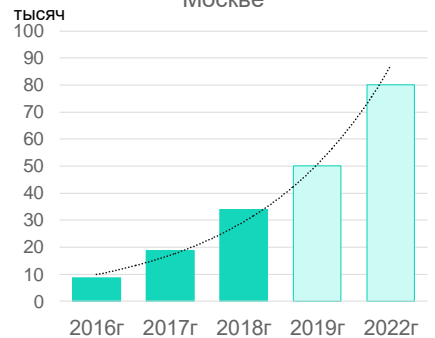


Необходимо ПЭТ-КТ



После верификации рака легкого необходимо дообследование ПЭТ-КТ и МРТ головного мозга.



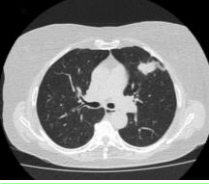

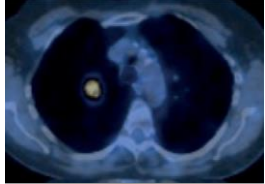
Количество ПЭТ-КТ по ОМС в Москве



<https://www.univadis.ru/business-news/184/Zhiteli-Moskvy-v-chetyre-raza-chashe-stali-prohodit-issledovanie-utochnyayuschee-nalichie-zlokachestvennyh-novoobrazovaniy#?>

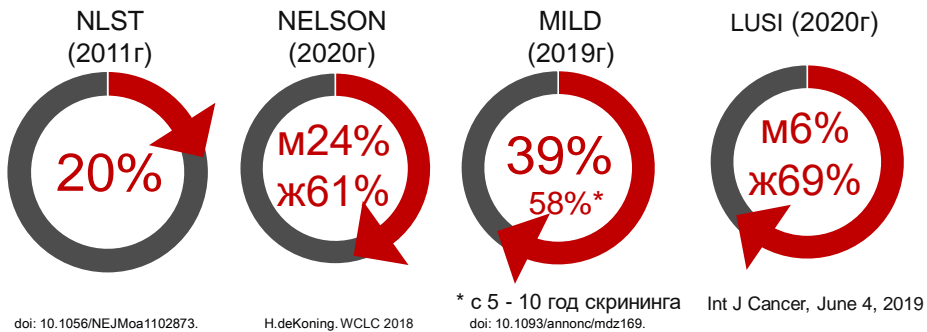


Международный опыт: рандомизированные исследования для снижения смертности от рака легкого в группе риска в скрининге

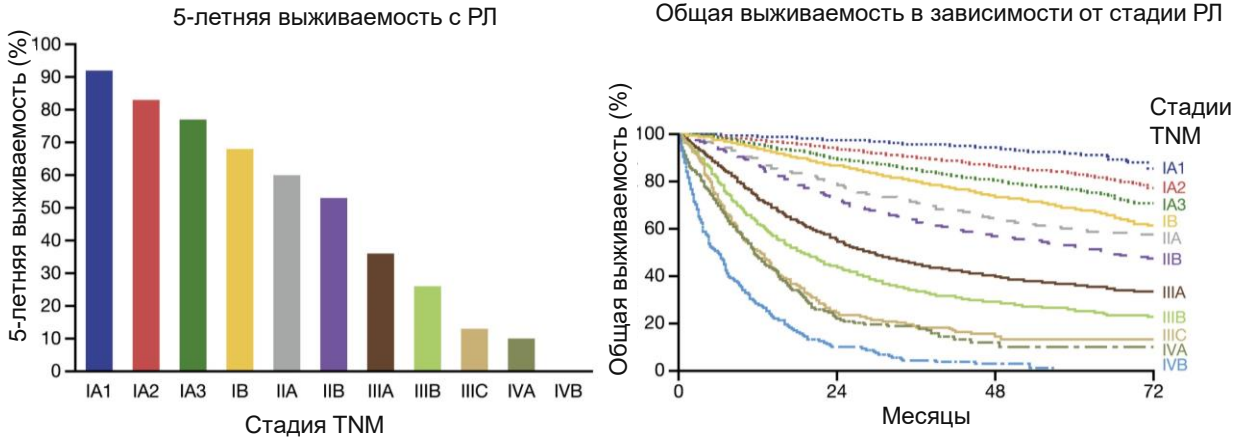
Рентгенография (флюорография)	Томосинтез	НДКТ	МРТ	ПЭТ
				
Есть доказательства	Нет доказательств	Есть доказательства	Нет доказательств	Нет доказательств
↓ а	↓ в	↓ а		
Не снижает. Доказано на 155 000 чел: (PLCO) Prostate, Lung, Colorectal and Ovarian Cancer Screening Trial		Снижает Единственный метод, который приводит к снижению смертей от РЛ. Доказано на 53,454 чел: The National Lung Screening Trial (NLST)		
<small>Oken MM, et al. Baseline chest radiograph for lung cancer detection in the randomized Prostate, Lung, Colorectal and Ovarian Cancer Screening Trial. J Natl Cancer Inst. 2005;97:1832-9</small>		<small>Reduced Lung-Cancer Mortality with Low-Dose Computed Tomographic Screening. N Engl J Med 2011; 365:395-409</small>		
		<small>tele-med.ai</small>		<small>21 AIRI</small>

Многолетние рандомизированные исследования снижение смертности от рака легкого и от всех причин с помощью скрининга с НДКТ

Снижение смертности от рака легкого в скрининге с помощью НДКТ



Выживаемость на разных стадиях рака легкого

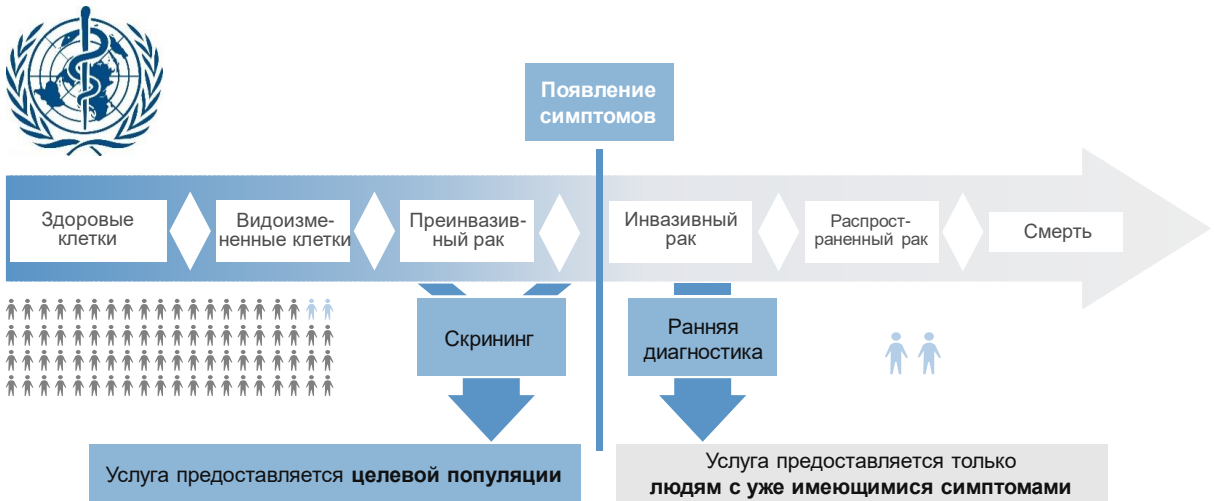


Sands J, Tammemägi MC et al. Lung Screening Benefits and Challenges: A Review of The Data and Outline for Implementation. J Thorac Oncol. 2021 Jan;16(1):37-53. doi: 10.1016/j.jtho.2020.10.127.

23



Отличие скрининга от ранней диагностики



Преимущества скрининга для рака легкого перед диспансеризацией

Критерии	Скрининг	Диспансеризация
Цель	Снижение смертей от целевого заболевания	Выявление состояний, заболеваний и факторов риска их развития*
Доказанный путь к снижению смертей	ДА	НЕТ
Индивидуальные приглашения**	ДА	НЕТ
Группа риска	ДА	Не обязательно
Высокое качество первичного теста	ДА (НДКТ)	НЕТ (флюорография)
Экономическая эффективность	ДА	Не обязательно

* Приказ МЗ РФ от 13 марта 2019 г. № 124н "Об утверждении порядка проведения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения" <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72130858/>

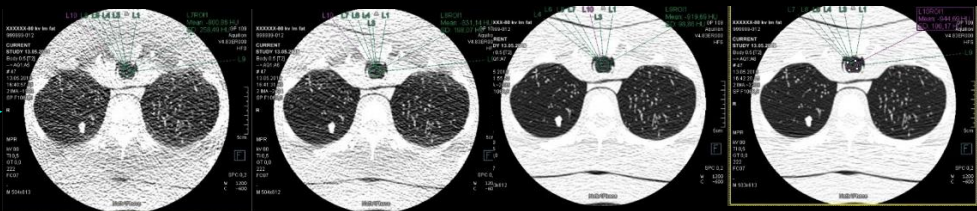
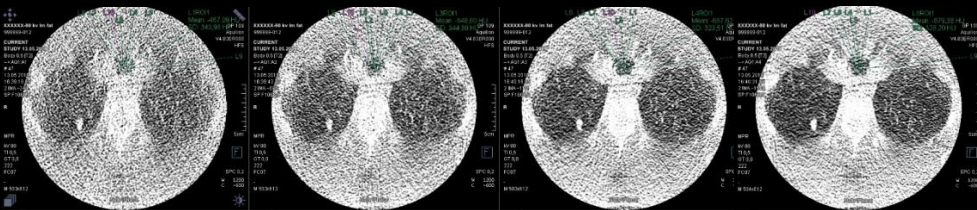
** Руководство по ранней диагностике рака. Всемирная организация здравоохранения. 2018 <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272264/9789244511947-rus.pdf?ua=1>

25



Разработка ультра-НДКТ протокола для скрининга рака легкого

Ультра-низкая доза



Стандартная доза

Терминология использования компьютерной томографии

Название	Стандартная компьютерная томография	Низкодозная компьютерная томография (НДКТ)	НДКТ для скрининга рака легкого	Ультра-НДКТ**
Анатомическая область	Любая	Любая	Органы грудной клетки	Любая
Доза лучевой нагрузки	Лучевая нагрузка не ограничена*  В среднем 7-8 мЗв	Ниже, чем при стандартном КТ.  <7 мЗв	В пределах гос.норм для профил-х исследований.  В США CTDIvol ^{***} , РФ до 1 мЗв*	До 1 мЗв*  До 1 мЗв

В России для скрининга рака легкого можно использовать только КТ-протоколы с дозой < 1 мЗв
Для России **НДКТ для скрининга рака легкого** = **ультра-НДКТ**.

* п. 2.2.1 СанПин 2.6.1.1192-03

** Hans-Ulrich Kauczor et al. ESR/ERS statement paper on lung cancer screening. European Radiology 12 February 2020

*** Demb J, et al. Analysis of Computed Tomography Radiation Doses Used for Lung Cancer Screening Scans. JAMA Intern Med. 2019 Sep 23.

Терминология использования компьютерной томографии

[European Radiology](#)
pp 1-18 | [Cite as](#)



ESR/ERS statement paper on lung cancer screening

Authors: [Hans-Ulrich Kauczor](#), [Anne-Marie Baird](#), [Torsten Gerriet Blum](#), [Lorenzo Bonomo](#), [Clementine Bostantzoglou](#), [Otto Burghuber](#), [Blanka Čepická](#), [Alina Comanescu](#), [Sébastien Couraud](#), [Anand Devaraj](#), [Vagn Jespersen](#), [Sergey Morozov](#), [Inbar Nardi Agmon](#), [Nir Peled](#), [Pippa Powell](#), [show 12 more](#)

Chest
First Online: 12 February 2020

State-of-the-art algorithms in LCS

Modern CT scanners provide high-resolution, low-noise images for accurate detection and measurability of nodules at ultra-low dose, e.g. well below 1 mSv [61, 62], thus substantially decreasing the risk of radiation-induced cancer.

НДКТ для скрининга рака легкого	Ультра-НДКТ**
Органы грудной клетки	Любая
в пределах гос.норм для профил-х исследований.  В США CTDIvol ^{***} , РФ до 1 мЗв*	До 1 мЗв*  До 1 мЗв

В России для скрининга рака легкого можно использовать только КТ-протоколы с дозой < 1 мЗв
Для России **НДКТ для скрининга рака легкого** = **ультра-НДКТ**.

* п. 2.2.1 СанПин 2.6.1.1192-03

** Hans-Ulrich Kauczor et al. ESR/ERS statement paper on lung cancer screening. European Radiology 12 February 2020

*** Demb J, et al. Analysis of Computed Tomography Radiation Doses Used for Lung Cancer Screening Scans. JAMA Intern Med. 2019 Sep 23.

НДКТ в США: количество и доза по сравнению с Россией

Original Investigation

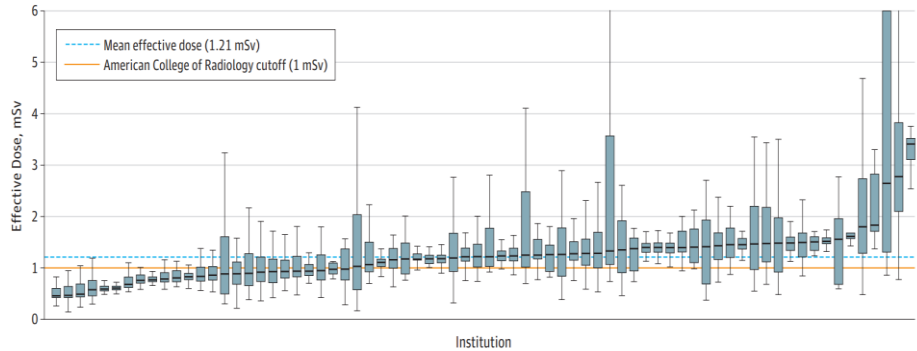
ONLINE FIRST

September 23, 2019

Analysis of Computed Tomography Radiation Doses Used for Lung Cancer Screening Scans

Joshua Demb, PhD, MPH¹; Philip Chu, MS²; Sophronia Yu, MPH²; et al.

Figure 2. Effective Dose for Lung Cancer Screening Scans by Facility, Adjusted for Chest Diameter



Institutions are characterized by box plots. The black line indicates the median, the blue boxes indicate the 25th to 75th percentiles, and the error bars indicate the lower and upper extremes corresponding to values within 1.5 times the interquartile range (Q3-Q1) below and above Q1 and Q3, respectively.

tele-med.ai

29



НДКТ в США: количество и доза по сравнению с Россией

Original Investigation

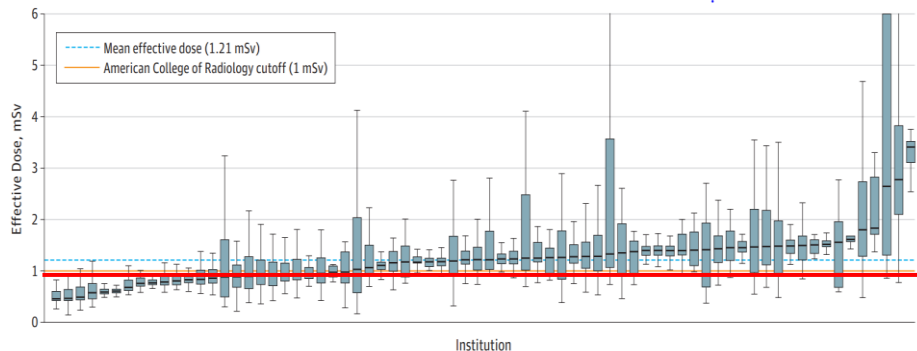
ONLINE FIRST

September 23, 2019

Analysis of Computed Tomography Radiation Doses Used for Lung Cancer Screening Scans

Joshua Demb, PhD, MPH¹; Philip Chu, MS²; Sophronia Yu, MPH²; et al.

Figure 2. Effective Dose for Lung Cancer Screening Scans by Facility, Adjusted for Chest Diameter



Ограничение
дозы лучевой
нагрузки для
НДКТ в РФ

Institutions are characterized by box plots. The black line indicates the median, the blue boxes indicate the 25th to 75th percentiles, and the error bars indicate the lower and upper extremes corresponding to values within 1.5 times the interquartile range (Q3-Q1) below and above Q1 and Q3, respectively.

tele-med.ai

30



НДКТ в США: количество и доза по сравнению с Россией

Original Investigation

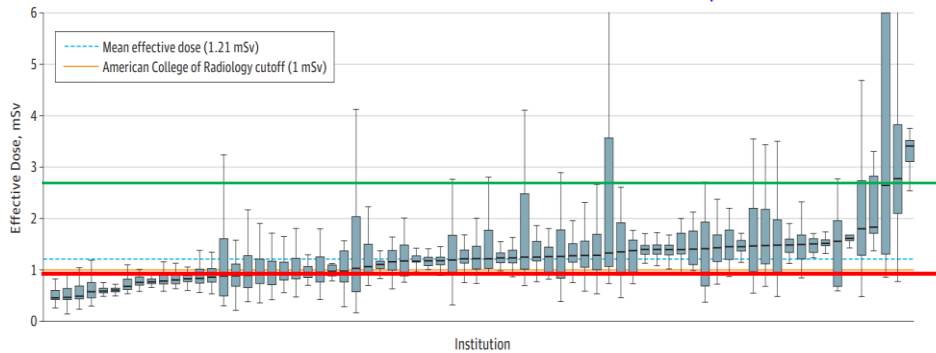
ONLINE FIRST

September 23, 2019

Analysis of Computed Tomography Radiation Doses Used for Lung Cancer Screening Scans

Joshua Demb, PhD, MPH¹, Philip Chu, MS², Sophronia Yu, MPH², et al.

Figure 2. Effective Dose for Lung Cancer Screening Scans by Facility, Adjusted for Chest Diameter



Institutions are characterized by box plots. The black line indicates the median, the blue boxes indicate the 25th to 75th percentiles, and the error bars indicate the lower and upper extremes corresponding to values within 1.5 times the interquartile range (Q3-Q1) below and above Q1 and Q3, respectively.

tele-med.ai

31



Немедицинская
(фоновая) доза
лучевой нагрузки в
год в Москве
Ограничение
дозы лучевой
нагрузки для
НДКТ в РФ

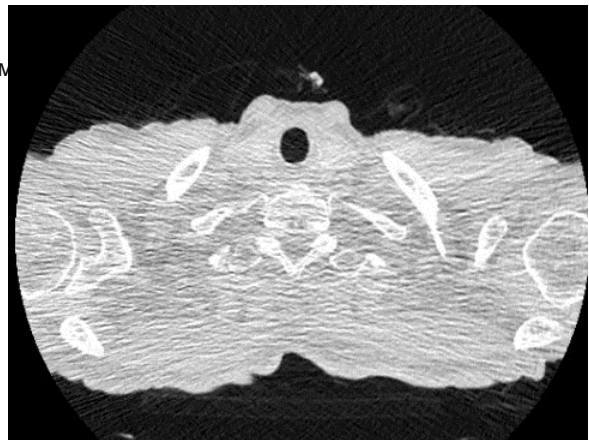
Протокол сканирования ультра-НДКТ

УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОТОКОЛА
СКАНИРОВАНИЯ:

- ✓ Ограничение дозы лучевой нагрузки до 1 мЗв.
- ✓ Соответствие волюметрии с референсным объемом
- ✓ Оценка очагов на уровне верхушек лёгких.
- ✓ 64-срезовые КТ без итеративных реконструкций (2012)



Томограф: Toshiba Aquilion 64
Фантом: Lungman N1
3D принтер: Picaso
Пластик: white FLEX 100%
Волюметрия: Syngo.via VB20



Пример ультра-НДКТ – вериф. аденокарцинома
(0,8 мЗв , DLP= 48 mGy*cm, CTDIvol=0,9 mGy)

Методические рекомендации по скринингу рака легкого / сост. В. А. Гомболевский, И. А. Блохин, А. Ш. Лайпан [и др.] // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 56. – М. : ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. – 60 с.
http://medradiology.moscow/1/metodicheskie_rekomendacii_po_skriningu_raka_legkogo.pdf



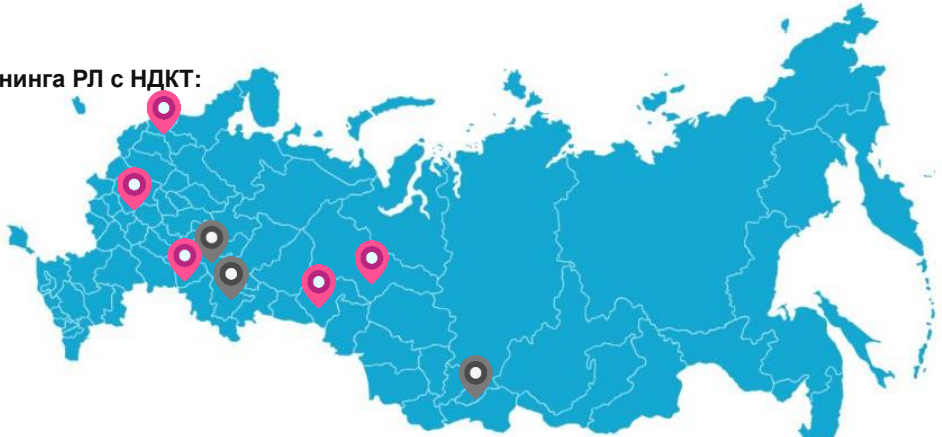
Опыт запуска скрининга рака легкого в РФ

Опыт запуска скрининга РЛ с НДКТ:

- Москва
- Санкт-Петербург
- Тюмень
- Ханты-Мансийск
- Самара

Планируется:

- Казань
- Красноярск
- Уфа



- Морозов С.П. и др. Низкодозная компьютерная томография в Москве для скрининга рака легких (НДКТ-МСРЛ): базовые результаты //Вопросы онкологии 2019. – Т.65. – №2. – С. 224-233.
- Арсеньев А.И. и др. Когортное исследование эффективности низкодозной компьютерной томографии и трансторакальной трепан-биопсии в ранней диагностике рака легкого. // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. -2018. -Т.177. -№1. -С. 60-64.
- Гусамова Н.В. и др. Скрининг рака легкого методом НДКТ. Результаты за 2015-2017 годы КГБУЗ "Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А.И.Крыжановского» //Современные достижения онкологии в клинической практике: материалы Всероссийской научно-практической конференции. РПФ "СМик" Красноярск. – 2017 – С. 210.
- Гусев К.В. и др. Опыт применения низкодозовой компьютерной томографии для раннего выявления рака легкого у населения Тюменской области //Академический журнал Западной Сибири. 2018. – Т. 14. – №. 5. – С. 26.
- Егорова А. Г., Орлов А. Е. Основные направления концепции развития и совершенствования онкологической службы Самарской области //Информационные технологии в медицине и фармакологии. – 2015. – С. 50-53.



Пилотный проект. Московский скрининг рака легкого

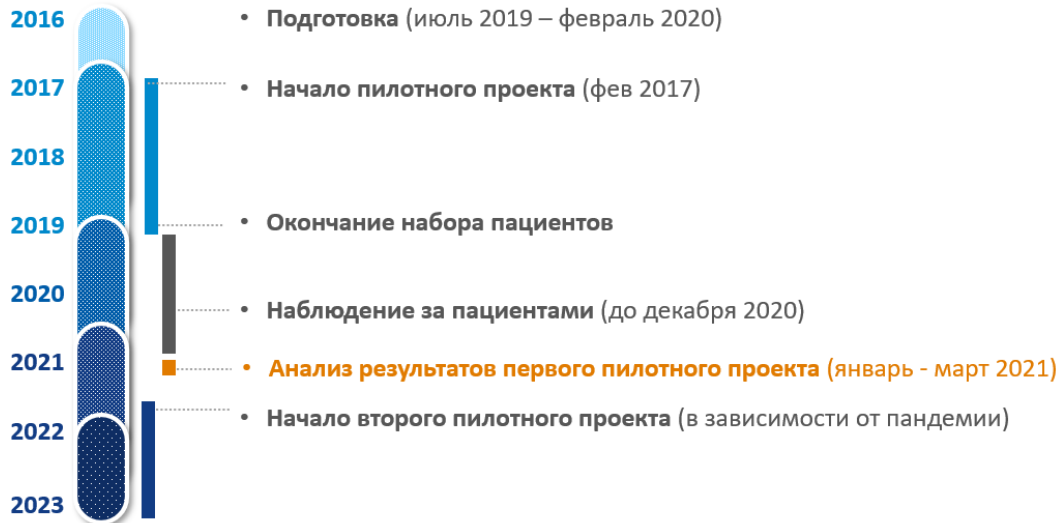


Аудит и образование	2017г	2018 г	Разница
Сканирование без замечаний (рентгенолаборант)	72%	93%	+29%
Заключение без замечаний (врач-рентгенолог)	52%	76%	+24%

Центр диагностики и телемедицины <http://medradiology.moscow/>



Пилотные проекты по скринингу РЛ в Москве



План реализации пилотного проекта 2017-2018

1 этап

ГП №: 5, 170, 45, 180, 12, 36, 2, 109, 212, ДЦ №5

Отделение медицинской профилактики:

- Активный вызов на скрининг
- Отбор пациентов из группы риска
- Маршрутизация пациентов на 2-й этап

Отделение лучевой диагностики:

- Проведение ультра-НДКТ
- Описание ультра-НДКТ

2 этап

МГОБ №62

Онкологическое отделение:

- Дообследование и постановка диагноза
- Направление на ПЭТ-КТ
- Подбор оптимального плана лечения

Хирургическое отделение:

- Лечение пациентов (хирургия, химиотерапия, лучевая терапия)



MO I этапа

MO II этапа

НПКЦ ДИТ

НПКЦ ДИТ ДЭМ

- Организация и контроль реализации проекта
- Настройка низкодозного протокола и параметров КТ
- Контроль маршрутизации пациентов
- Аудит исследований, обучение специалистов

Результаты пилотного проекта 2017-2018



ПАРАМЕТРЫ



ПАЦИЕНТЫ

Групп риска (55+, 30 pack-years)	2 278 (4,7% охвата)	
Lung-RADS 4	62 (2,7% от обследованных)	
Из них	ложнопозитивные	27 (1,2% from screened)
	Рак легкого	29 (1,3% from screened)
	стадия I	17 (0,7% from screened)



Сравнения значений за первый год пилотного проекта «Московский скрининг рака легкого» (МСРЛ) с международными проектами

Исследование	Всего лиц в скрининге	ЗНО легкого	на I стадии РЛ
Китай, проект 2007-2012 (Zhao et al, 2015)	4690	0,6% (26)	76,0% (20)
LUSIG (Becker et al, 2015)	2028	1,1% (23)	73,9% (17)
DANTE (Infante et al, 2015)	1264	5,2% (66)	71,2% (47)
NELSON (Horeweg et al, 2014)	7915	0,78% (62)	67,0% (44)
UKLS (Field et al, 2016, Mascalchi et al)	1994	2,1% (42)	66,7% (28)
MILD (Pastorino et al, 2012)	1186	4,1% (49)	63,0% (31)
МСРЛ (Москва, 2017)	4762	1,3% (29)	58,6% (23)
NLST (Church et al., 2013)	26309	1,1% (292)	54,1% (158)
DLCST (Wille et al, 2016, Saghir et al, 2012)	2052	0,83% (17)	41,2% (7)
ITALUNG (Paci et al, 2017)	1613	4,2% (67)	36,0% (24)
Китай, проект 2010-2013 гг., (Zhao et al, 2015)	8145	1,68% (137)	34,3% (47)

*Данные не опубликованы.

НДКТ для скрининга РЛ VS НДКТ против туберкулеза

Параметры	2017-2019	2018-2020
	Скрининг рака легкого	НДКТ для сотрудников мед. организаций
Курение	Обязательный фактор	Вопрос не задавался
Количество в возрасте 50-75 лет	18250	
Всего	13247*	5003
Мужчины	6736	1034
Женщины	6511	3969
из них выявлен рак легкого	286 (1,57%)	
Всего	280 (2,1%)	6 (0,12%)
Мужчины	209 (3,1%)	2 (0,19%)
Женщины	71 (1,09%)	4 (0,1%)
из них летальные исходы	70 (24,5% от раков легкого)	
Всего	69 (24,6%)	1 (~)
Мужчины	58 (27,8%)	1 (~)
Женщины	11 (15,5%)	0 (~)

*В работе анализ данных о курении из ЕМИАС

**Результаты не опубликованы

39



Пилотные проекты Московского скрининга

Параметры	Проект 2017-2020	Проект 2021-2023
Медицинские организации	10 поликлиник и 1 стационар	20 поликлиник, 6 стационаров
Группа риска	55+ лет, >30 пачка-лет	50-75 лет, >20 пачка-лет
Количество	5 000 человек/год (в группе риска >48 тыс чел)	>10 000 человек/год (в группе риска >100 тыс чел)
Количество НДКТ/мес в одной МО	90 человек в месяц	>100 человек в месяц
Привлечение граждан	Пассивное привлечение	+ активные персональные приглашения
Маршрутизация в МО после НДКТ	Терапевт, ВОП, пульмонолог и др.	Результаты НДКТ у врача мед.профилактики
Требования к МО	Отсутствуют (выбранные МО)	Методические рекомендации по скринингу рака легкого ДЗМ
Тактика ведения легочных узлов	Адапт. версия LUNG-RADS v1.0* - 2014 Оценка линейных размеров	Адапт. версия European position on LCS (EPUS) ** – 2017 Полуавтоматическая волюметрия
Заключения НДКТ	Рентгенологи в разных поликлиниках	Московский референс-центр
TNM	7 версия	8 версия
Протоколы интерпретации	Свободный текст	Структурированный протокол
Искусственный интеллект	нет	Есть

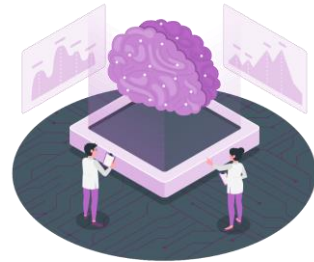
40



02

Искусственный интеллект для скрининга рака легкого


Современное определение ИИ



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ



– комплекс технологических решений, позволяющий **имитировать когнитивные функции человека** (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека

 Указ Президента РФ «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации», <http://kremlin.ru/acts/news/61785>



Результаты 1000 пациентов в скрининге рака легкого

779 человек будут с нормами (без патологически значимых узелков)

78% пациентов без подозрений на рак легкого

180 людям нужно дополнительное КТ, но рака легкого на самом деле нет.

13 будет проведена инвазивная процедура, но рака легкого на самом деле нет.

У 41 будет диагностирован рак легкого

3 будут спасены от рака легкого

4 рака легкого никогда не будут причиной смерти этих людей (гипердиагностика)

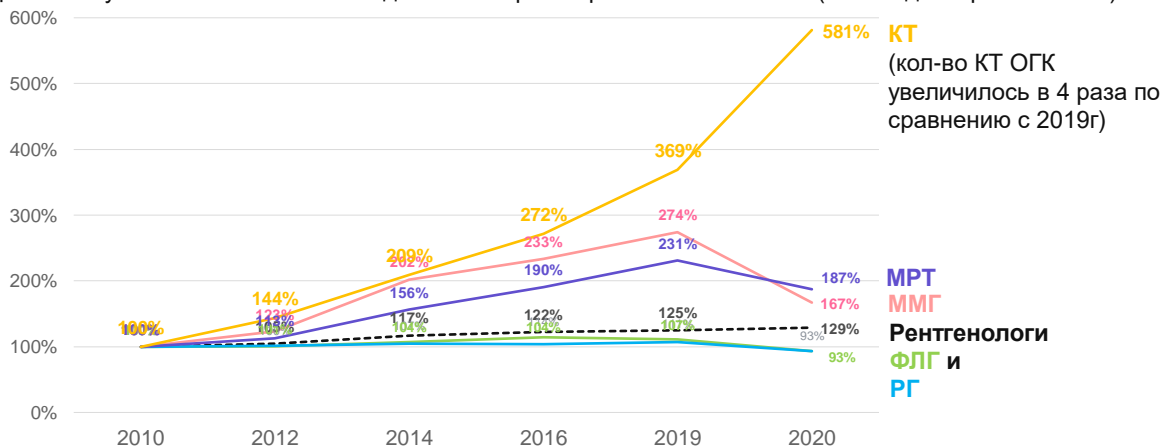
Source: International Agency for Research on Cancer

Но сейчас скрининг остановлен, так как есть COVID



Нагрузка на рентгенологов в РФ увеличивается

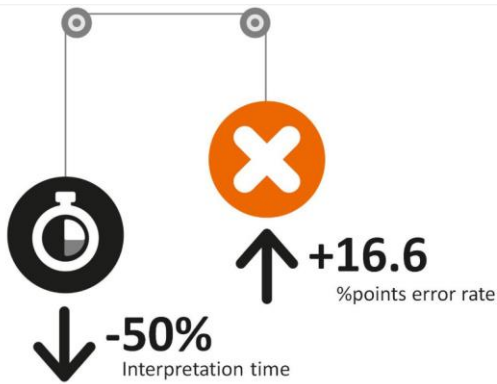
Динамика увеличения кол-ва исследований и врачей-рентгенологов в РФ (2010 год выбран за 100%)



- Федеральная государственная служба статистики. Здравоохранение. <https://rosstat.gov.ru/folder/13721>
- Отчет главного внештатного специалиста по лучевой и инструментальной диагностике МЗ РФ 2016, 2019 и 2021 на POPP. <https://minzdrav.gov.ru/vneshtatnye-spetsialisty/glavnyy-vneshtatnyy-spetsialist-19/plan-19>, <https://www.russianradiology.ru/jour/article/viewFile/93/95.pdf>
- Пропуски годов, где не удалось обнаружить данные.



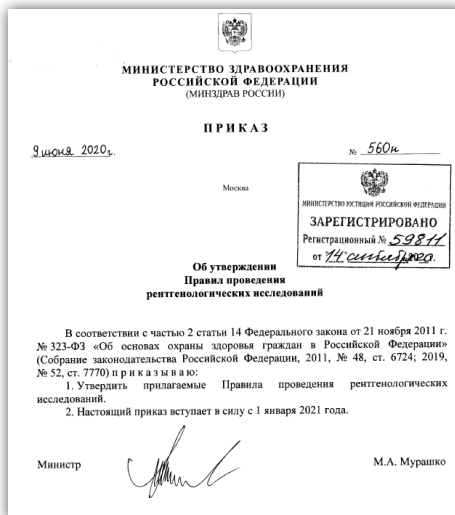
Более высокая частота ошибок, из-за уменьшения времени обработки («быстрая медицина»)



Berlin L. Faster Reporting Speed and Interpretation Errors: Conjecture, Evidence, and Malpractice Implications. <https://www.siemens-healthineers.com/digital-health-solutions/digital-solutions-overview/clinical-decision-support/ai-rad-companion>



2021г - МЗ РФ Правила проведения рентгенологических исследований



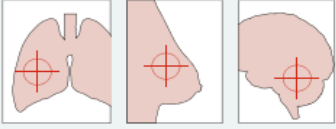
Пункт 9

При проведении рентгенологических исследований рекомендуется применение информационных технологий (систем) поддержки принятия врачебных решений, интегрированных с медицинскими информационными системами медицинских организаций⁴ (далее – медицинская информационная система).



Выявление

Detection
 Detecting potential abnormalities within images on the basis of changes in intensities or the appearance of unusual patterns, with an emphasis on reducing false positives




+ view detection, protocolling, anatomy detection, image reconstruction, abnormality detection

Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer. 2018 May 17.

Выявление

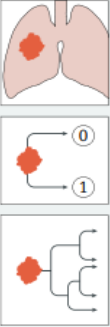
Классификация

Detection
 Detecting potential abnormalities within images on the basis of changes in intensities or the appearance of unusual patterns, with an emphasis on reducing false positives



+ view detection, protocolling, anatomy detection, image reconstruction, abnormality detection

Characterization



Segmentation
 Defining the boundary extent of an abnormality for subsequent diagnosis and treatment planning

Diagnosis
 Evaluating and classifying abnormalities such as benign vs malignant

Staging
 Classifying abnormalities into multiple predefined categories such as the TNM classification of malignant tumours

Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer. 2018 May 17.

Выявление

Detection
Detecting potential abnormalities within images on the basis of changes in intensities or the appearance of unusual patterns, with an emphasis on reducing false positives

+ view detection, protocolling, anatomy detection, image reconstruction, abnormality detection

Классификация

Characterization

- Segmentation**
Defining the boundary extent of an abnormality for subsequent diagnosis and treatment planning
- Diagnosis**
Evaluating and classifying abnormalities such as benign vs malignant
- Staging**
Classifying abnormalities into multiple predefined categories such as the TNM classification of malignant tumours

Наблюдение

Monitoring

Change analysis
Tracking object characteristics across multiple temporal scans for diagnosis as well as evaluating treatment response

Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer. 2018 May 17.

49

Выявление

Detecting lung cancer on CT with and without CAD			
	Radiologist	Radiologist with CAD	p-value
Area under the curve	63.3%	77.3%	0.000073
Sensitivity	64.5%	80%	0.000025
Specificity	89.9%	84.4%	0.0025
Interpretation time	132.3 seconds	98 seconds	< 0.01

[AJR](#), March 2018, Vol. 210:3, pp. 480-48

Классификация

Performance of AI algorithm for lung nodule classification			
	Radiologist	Pulmonologist	Machine-learning classifier
AUC	0.69	0.73	0.83

<https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=sup&sub=cto&pag=dis&itemID=119714>

Наблюдение

RESULT	
Lung-RADS Score	4B
Long Axis (mm)	8.8
Short Axis (mm)	7.2
Average Diameter (mm)	8
Volume (mm ³)	206.4
Average HU	-482.43

<https://arterys.com/lung>

50

**Будущее уже наступило,
но оно распределено
неравномерно**

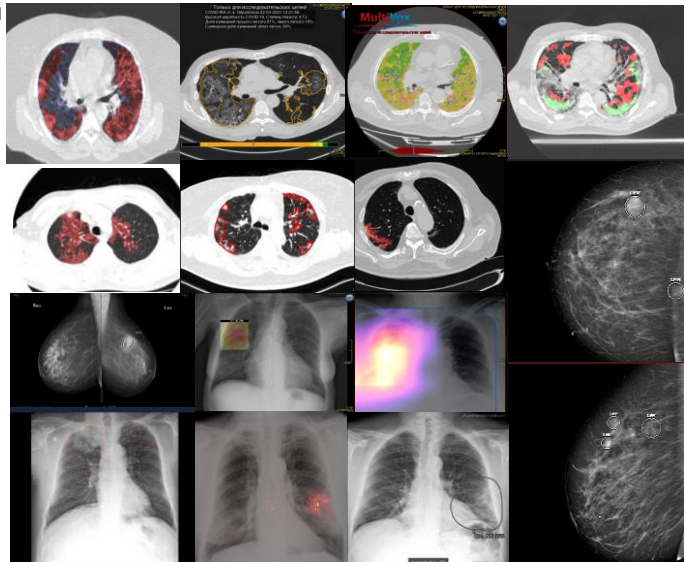


Московский эксперимент по ИИ 2020-2021 (mosmed.ai)



ГБУЗ «НПКЦ Диагностики
и телемедицинских
технологий ДЗМ»

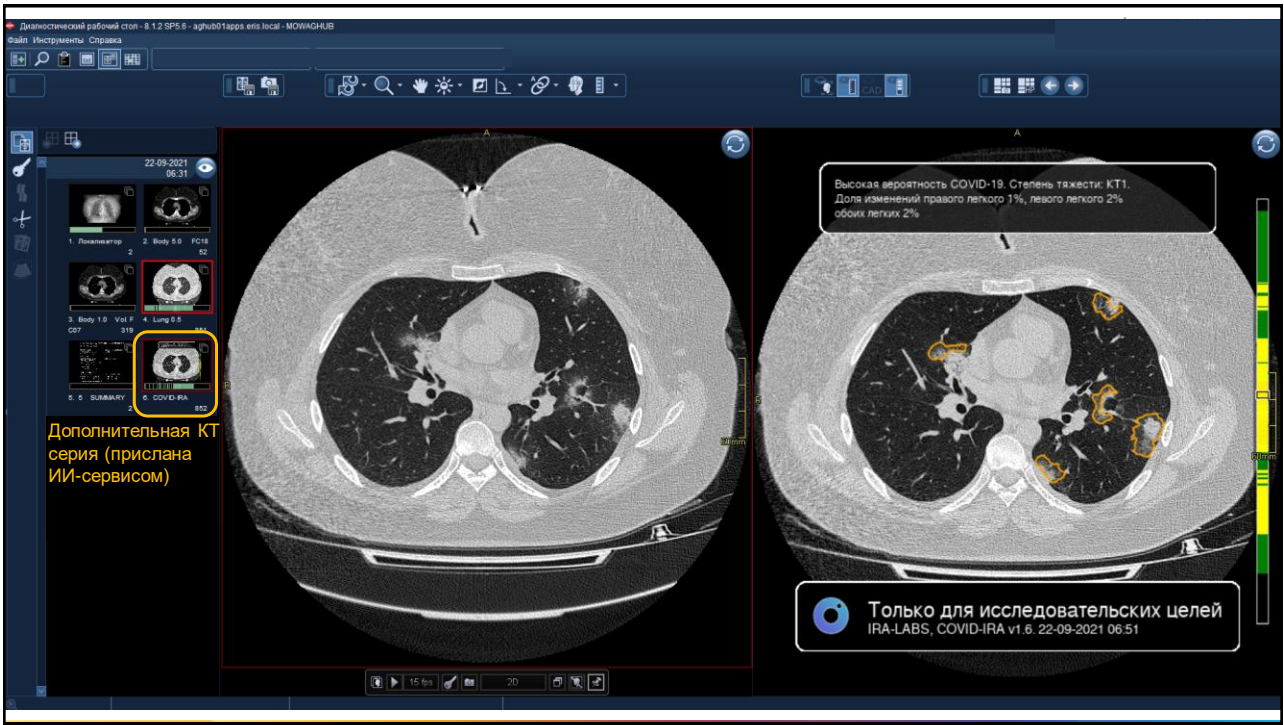
13	видов исследований
21	компания
45	Сервисов ИИ в ЕРИС
3,5 млн	исследований обработано
102	медицинских организаций (взрослая сеть: апц, стационары, специализированные)
82	датасета подготовлено
100	Грантов 421 млн руб
6	ИИ-сервисов



Целевые направления для ИИ-сервисов, заявленные в Эксперименте (mosmed.ai)

- - Текущие
- - Планируемые

<h3>Онкология</h3> <ul style="list-style-type: none"> Рак легкого. КТ/НДКТ C34 Рак молочной железы. ММГ C50 Образование надпочечников. КТ/НДКТ D44 Образование в печени. КТ/НДКТ C22 Злокачественное новообразование головного мозга МРТ C71 Злокачественное новообразование предстательной железы. МРТ C61 	<h3>Кардиология</h3> <ul style="list-style-type: none"> Кальциноз коронарных артерий. КТ/НДКТ I25 Аневризма аорты. КТ/НДКТ I79 Паракардиальный жир. КТ/НДКТ I27 Расширение легочного ствола. КТ/НДКТ I25 	<h3>Хронические заболевания</h3> <ul style="list-style-type: none"> Перелом позвонков (остеопороз). РГ/КТ/НДКТ M80 Изменение плотности печени. КТ K70-K77 Остеопороз. РГ/КТ M80-M81 Артрозы. РГ M15-M19
<h3>Пульмонология</h3> <ul style="list-style-type: none"> Патология. РГ J09-J18 Туберкулез. РГ A15 COVID-19 U07 Эмфизема. КТ J43 	<h3>Неотложные состояния</h3> <ul style="list-style-type: none"> Переломы конечностей. РГ/КТ S10-T07 Внутричерепное кровоизлияние. КТ I60-I64 Переломы черепа. КТ S10-T07 Переломы. РГ/КТ S12-S92, T02 Инфаркты и кровоизлияния головного мозга. КТ I60-I64 Перелом шейного отдела позвоночника. КТ S12 	<h3>Неврология</h3> <ul style="list-style-type: none"> Рассеянный склероз. МРТ G35 Болезнь Альцгеймера. МРТ G30 Поражение межпозвоночных дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника МРТ M51



Диагностический рабочий стол - В 1.2. ВРЕ 6 - 43h001nara eta local - MOWACH.08

Файл Тестовый блок Инструменты Справка

Дополнительно

Данные пациента

Имя пациента

Комментарий п.

Номер пациента

Другие номера

Дата рождения: 29-08-1989

Текстовый тип па.

Возраст пациент: 33 л

Текстовое разме.

Пол пациента: Женский пол

Аллергологическая реакция

Номер социаль.

Активные исследования

Сравниваемые исследования (4)

Дата/время исследо.	Название процедуры	Тип
28-01-2021, 10:56	Рентгенография по...	DX
17-09-2020, 15:49	Рентгенография че...	DX
29-07-2020, 18:59	Рентгенография че...	DX
08-04-2020, 09:11	Флюорография легк.	CR

Исследование - 22-09-2021, 06:31

Заключение - Компьютерная томография органов грудной клетки

Комментарий к заключению (0)

Адресаты

Степень тяж.: Критическая серьезность

Смирнова...

Промотор письма Промотор всех разделов Промотор заключения

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы
"Городская поликлиника № 38 Департамента здравоохранения города Москвы"

Рентгенодиагностическое отделение
Компьютерная томография органов грудной клетки

Дата исследования: []
 ФИО пациента: []
 Дата рождения: []
 Пол: []
 Эффективная доза: 11,9 мЗв

Цель исследования:

ОПИСАНИЕ
 Формы грудной клетки правильные.
 Жидкости и свободного газа в плевральных полостях не выявлено. В паренхиме всех долей легких определяются множественные разномасштабные участки по типу мотыльего снега с зонами консолидации.
 Обильные паренхиматозные изменения до 15% до 15%.
 Ткань и бронхи 1-3 порядка проследимы. Стенки бронхов 4-6 порядка умеренно утолщены и утолщены. Просветы бронхов 4-6 порядка не расширены.
 Средостение дифференцируемо. Лимфатические узлы не увеличены в числе, единичные визуализированы узлы имеют до 5 мм в поперечнике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
 КТ картина вирусной пневмонии (в т.ч. Covid).
 КТ1 - легкая

Высокая вероятность вирусной пневмонии COVID-19

Дата: Врач-рентгенолог

Онкология Туберкулез Высокая ве. Скрининг ра.

Консультация Коронарный

ИИ Результаты Комментарий

DICOM SR

Компьютерная томография органов грудной клетки

Направивший врач: REFERRER

Имя пациента: PATIENT ANONYM

Номер пациента: SVR_2696808

Дата рождения:

Пол:

Инвентарный №: ERIS000010996807

Дата исследования: 22.09.2021 6:31

Дата заключения: 22.09.2021 6:51

Статус: Частично - Проверка обращена

Модальность: КТ

Область исследования: Chest

Идентификатор исследования: 1.2.40.0.13.1.50701356106409858909718258458146486637

Дата и время формирования заключения ИИ-сервисом: 22-09-2021 06:51:15

Предупреждение: Заключение получено при поддержке алгоритма искусственного интеллекта

Предупреждение: Только для исследовательских целей

Предупреждение: Дополнительная серия не диагностического качества

Наименование сервиса: COVID-IRA

Версия сервиса: 1.6

Назначение сервиса: Поиск признаков COVID-19 в легких

Технические данные: Толщина срезов - 0,5, количество срезов - 531

Данные по качеству серий: обработана 1 серия

Описание: Область целевого исследуемого органа - грудная клетка. Доля изменений в правом легком 1%, в левом легком 2%, в обоих легких 2%.

Заключение

Область целевого исследуемого органа - грудная клетка. Вероятность патологии - 0,96. Высокая вероятность COVID-19. Доля изменений в правом легком 1%, в левом легком 2%, в обоих легких 2%. Степень тяжести: КТ1.

Руководство пользователя

На серии с аксиальными изображениями изменения в легких, которые могут свидетельствовать о наличии коронавирусной инфекции (COVID-19), обнаружены округленные непрозрачные контуры (вероятность COVID-19 высокая) или желтыми прерывистыми контурами (вероятность COVID-19 низкая).
 Из обязательной информации описания снимка исключены следующие сведения:

Проблема, обоснование и решение

Текущие вопросы

1. Можно увеличивать выявляемость рака легкого в рамках диагностики на COVID-19?
2. Врачи-рентгенологи на потоке пропускают рак легкого?
3. Может ли искусственный интеллект помочь выявлять находки рака легкого на фоне COVID-19?

Обоснование решения

1. Экспертный анализ (пересмотр исследований);
2. Автоматический анализ текстов протоколов;
3. Автоматический поиск злокачественных новообразований при ИИ-анализе изображений;

Результаты поиска ЗНО на основании данных компьютерных томографий грудной клетки от 15.04.2020 - 06.06.2020гг.

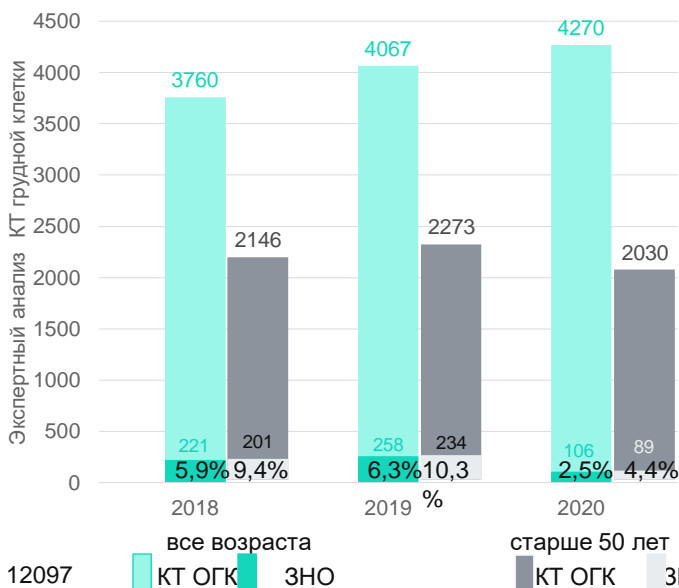
Возрастная группа	Количество протоколов КТ ОГК	%	Верифицированные раки легкого	%	Впервые выявленные раки легкого	%
0-20 лет	3335	2	0	0,000	0	0
21-30 лет	18168	11	2	0,001	0	0
31-40 лет	32215	20	1	0,001	1	0,001
41-50 лет	33962	21	10	0,006	7	0,004
51-60 лет	36574	23	23	0,014	19	0,012
61-70 лет	23245	14	60	0,037	37	0,023
71-80 лет	9721	6	30	0,019	14	0,009
старше 81 года	4592	3	14	0,009	10	0,006
Общее количество	161812	100%	140	0,087	88	0,054

ВЫВОД:

Распространенность впервые выявленных раков легкого в общей популяции очень низкая. Ни один рак легкого не пропущен врачами. Ценность применения ИИ для общей популяции сомнительна.



Динамика 2018-2020гг выявления ЗНО по данным КТ грудной клетки в период с 15.03 по 30.09.



Гипотеза №3:

Уменьшение ЗНО в эпидемию.

Вывод:

Удельный вес ЗНО уменьшился в **2,5** раза.

Гипотеза №4:

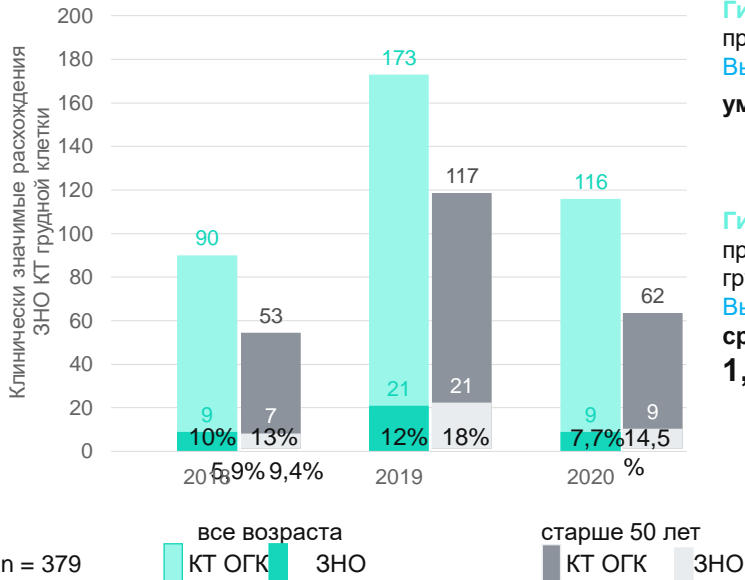
Уменьшение ЗНО в возрастной группе >50 лет.

Вывод:

Удельный вес ЗНО уменьшился в **2,3** раза.



Динамика 2018-2020гг пропусков ЗНО по данным КТ грудной клетки в период с 15.03 по 30.09.



Гипотеза №5: Увеличение количества пропусков ЗНО в эпидемию.

Вывод: удельный вес пропусков ЗНО уменьшился в **3,5** раза.

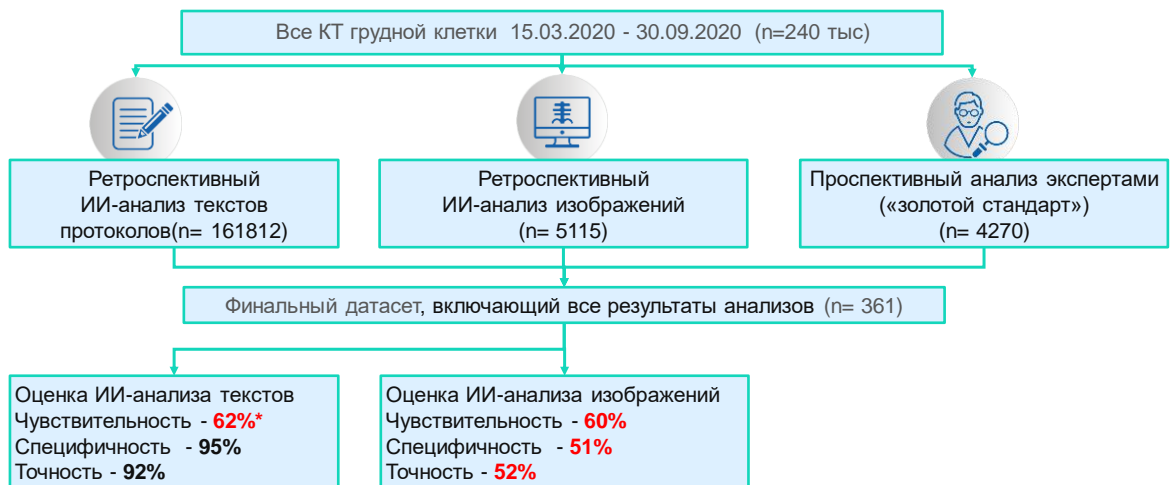
Гипотеза №6: Увеличение количества пропусков ЗНО в эпидемию в возрастной группе > 50 лет.

Вывод: удельный вес пропусков ЗНО среди пациентов > 50 лет уменьшился в **1,2** раза.



Сравнение результативности ИИ-анализа текстов и изображений

Вывод: применение автоматического анализа текстов и изображений имеет ограниченное применение для поиска ЗНО по данным КТ грудной клетки в период эпидемии.

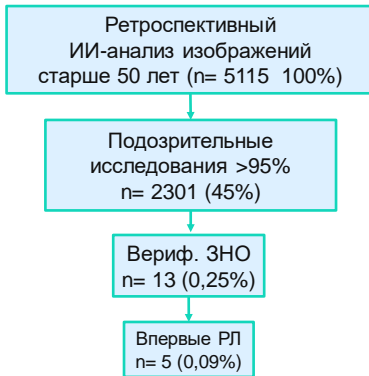


* В остальных случаях тексты протоколов не имеют однозначных признаков ЗНО легких.



ИИ-анализ для поиска рака легкого для всей популяции остановлен

В 2020 году в Эксперименте проведен ретроспективный анализ с помощью ИИ-сервиса для поиска ЗНО по данным изображений КТ органов грудной клетки среди пациентов с находками КТ-0, КТ-1 или КТ-2.

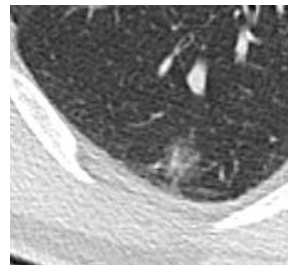
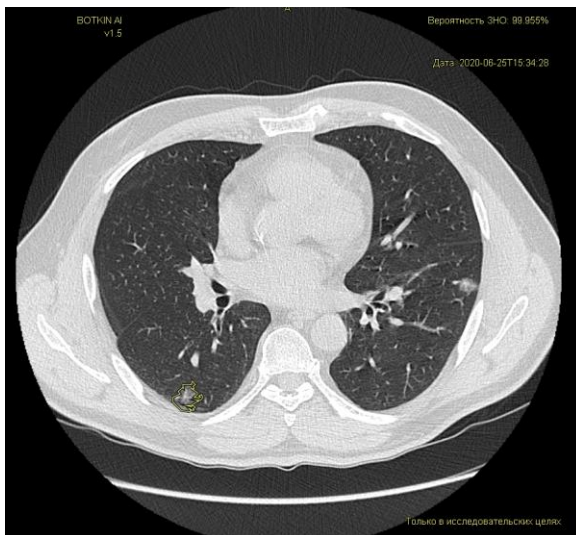


Результаты применения ИИ для поиска ЗНО:
Вероятности рака легкого в разные возрастные интервалы.
Сравнение реальной распространенности ЗНО с распространенностью ЗНО по результатам применения ИИ

Возрастные интервалы	Реальная распространенная рака легкого (сред)	Результаты ИИ сервиса		
		Количество пациентов	Количество исследований с подозрениями на ЗНО (95-100%)	Распространенность высокой вероятности ЗНО по данным ИИ
50-59	0,6%	1447	643	44 %
60-69	1,6%	958	465	48 %
70+	5,4%	418	177	42 %

*<https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.3322/caac.21590>

Ложноположительная находка. Неверная классификация 1.2.840.113619.2.334.3.856328986.30.1586466765.721



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

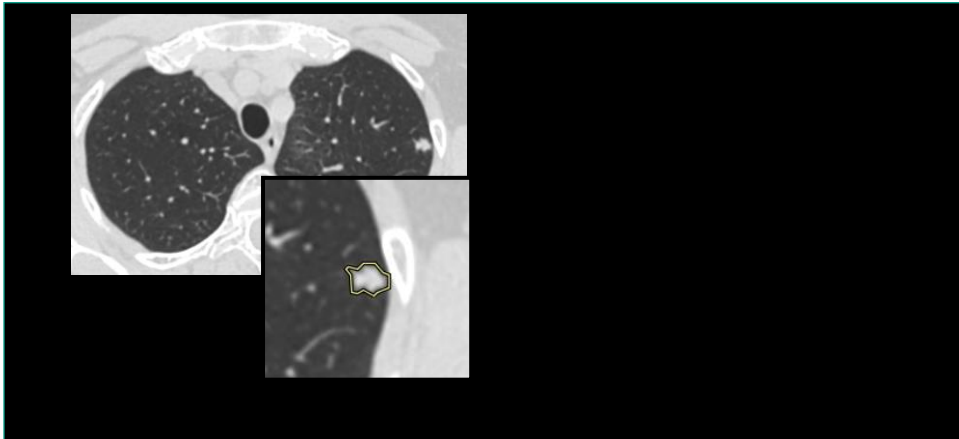
КТ-паттерн вирусной пневмонии (в т.ч. Covid); КТ1 - легкая
Относительно данных предыдущего исследования с отрицательной динамикой за счет увеличения протяженности некоторых участков инфильтрации.
Признаки парасептальной эмфиземы.

Высокая вероятность вирусной пневмонии COVID-19

Дата:
16-04-2020 14:20

Врач-рентгенолог
Михайличенко Кирилл Юрьевич

В легких есть находка, подозрительная на ЗНО. ИИ-сервис для поиска ЗНО в легких выявляет находку = истиноположительная находка.



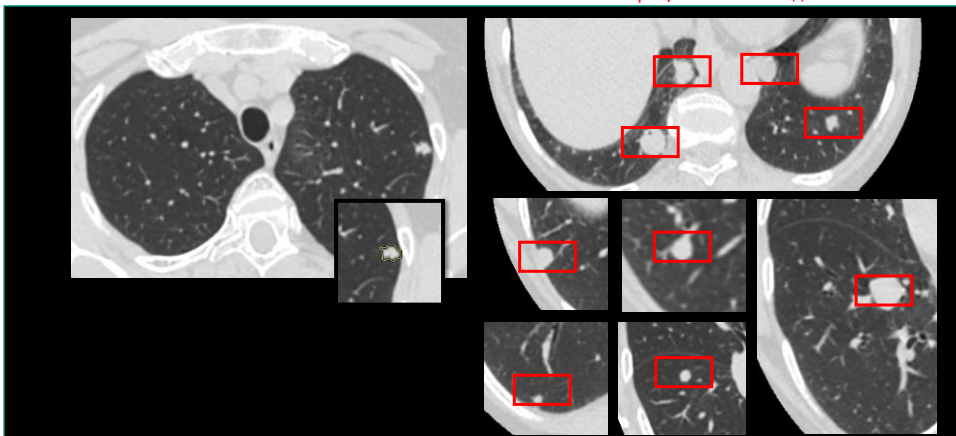
*личный архив Гомболевского В.А.



На том же исследовании ИИ-сервис пропускает 9 из 10 находок, подозрительных на ЗНО = ложноотрицательные находки.

Истиноположительная

Ложноотрицательные находки



*личный архив Гомболевского В.А.



При этом ИИ-сервис для ЗНО верно определяет исследование в целом: оно содержит находку с высокой вероятностью 99,9% ЗНО.

Ложноотрицательные находки

Краткое руководство пользователя

Очаги выделены желтыми линиями; вероятность злокачественности очагов находится в подлинки к каждому очагу; сервис не уведомляет, если исследование проведено технически неверно.

Предупреждение ТОЛЬКО ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕЛЕЙ

Назначение сервиса

Модальность: СТ
Анатомическая область: грудная клетка
Пациенты: взрослое население
Назначение: поиск признаков ЗНО в легких
Требования к изображениям: толщина срезов менее 5 мм.

Заклучение

В легких выявлены очаговые изменения, подозрительные на злокачественный процесс (класс LUNG-RADS 3 и выше), с учетом заявленных ограничений для программы

Находка

Вероятность отнесения найденной находки к раковым заболеваниям 99,94 %.

Координаты центра масс (270, 408, 43),
расположение среза: -42,00,
Размер находки: 24,17 мм,
Классификация типа очага: солидный,
Lung RADS: 4A

*личный архив Гомболовского В.А.



Кроме этого, данное КТ проанализировано ИИ-сервисом для COVID-19: заключение ИИ-сервиса «КТ0». Это истинноположительная оценка ИИ.

Краткое руководство пользователя

Очаги выделены желтыми линиями; вероятность злокачественности очагов находится в подлинки к каждому очагу; сервис не уведомляет, если исследование проведено технически неверно.

Предупреждение ТОЛЬКО ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕЛЕЙ

Назначение сервиса

Модальность: СТ
Анатомическая область: грудная клетка
Пациенты: взрослое население
Назначение: поиск признаков ЗНО в легких
Требования к изображениям: толщина срезов менее 5 мм.

Заклучение

В легких выявлены очаговые изменения, подозрительные на злокачественный процесс (класс LUNG-RADS 3 и выше), с учетом заявленных ограничений для программы

Находка

Вероятность отнесения найденной находки к раковым заболеваниям 99,94 %.

Координаты центра масс (270, 408, 43),
расположение среза: -42,00,
Размер находки: 24,17 мм,
Классификация типа очага: солидный,
Lung RADS: 4A

Направивший врач

Имя пациента ANONYMIZED
Идентификатор пациента SVR_2393123
Дата рождения
Пол
Инвентарный № ERIS000001645993
Дата исследования 14.07.2020 16:15
Дата заключения 14.07.2020 16:29
Статус

Название сервиса RADLogics COVID-19
Предупреждение ТОЛЬКО ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕЛЕЙ
Версия ПО 1.7.1
Дата и время анализа 2020-07-14 16:29

Назначение сервиса

Модальность: КТ
Анатомическая область: грудная клетка
Пациенты: взрослое население
Назначение: поиск признаков и оценка степени поражения пневмонией COVID-19 в легких

Краткое руководство пользователя Очаги поражений отмечены красным контуром

Заклучение

Результат обработки ИИ RADLogics COVID-19: Степень выявленных изменений: КТ0 (Позитивных признаков пневмонического поражения не обнаружено). Степень выявленных изменений: КТ0 (Позитивных признаков пневмонического поражения не обнаружено). Степень выявленных изменений: КТ0 (Позитивных признаков пневмонического поражения не обнаружено).

*личный архив Гомболовского В.А.



Заключение врача указывает на вторичные находки в легких и отмечает, что остальные изменения, не связанные с вирусной пневмонией.

Назначение сервиса

Модальность: CT
Анатомическая область: грудная клетка
Пациенты: взрослое население
Назначение: поиск признаков ЗНО в легких
Требования к изображениям: толщина срезов менее 5 мм.

Заключение

В легких выявлены очаговые изменения, подозрительные на злокачественный процесс (класс LUNG-RADS-3 и выше), с учетом заявленных ограничений для программы

Находка

Вероятность отнесения найденной находки к раковым заболеваниям 99.94 %.

Координаты центра масс (270, 408, 43),
расположение среза: -42.00,
Радиус находки: 24.17 мм,
Классификация типа очага: солидный,
Lung-RADS: 4A

Заключение

Визуализация множественных очаговых образований обоих легких – с учетом анамнеза, вероятно, вторичного характера. Лимфаденопатия средостения. Воспалительных изменений легочной паренхимы на момент исследования достоверно не выявлено.
ПРОЧЕЕ - прочие изменения, не связанные с вирусной пневмонией
Норма, все остальные изменения не связанные с вирусной пневмонией

*личный архив Гомболевского В.А.



Заключение врача указывает на вторичные находки в легких и отмечает, что остальные изменения, не связанные с вирусной пневмонией.

Назначение сервиса

Модальность: CT
Анатомическая область: грудная клетка
Пациенты: взрослое население
Назначение: поиск признаков ЗНО в легких
Требования к изображениям: толщина срезов менее 5 мм.

Заключение

В легких выявлены очаговые изменения, подозрительные на злокачественный процесс (класс LUNG-RADS-3 и выше), с учетом заявленных ограничений для программы

Находка

Вероятность отнесения найденной находки к раковым заболеваниям 99.94 %.

Координаты центра масс (270, 408, 43),
расположение среза: -42.00,
Радиус находки: 24.17 мм,
Классификация типа очага: солидный,
Lung-RADS: 4A

Заключение

Визуализация множественных очаговых образований обоих легких – с учетом анамнеза, вероятно, вторичного характера. Лимфаденопатия средостения. Воспалительных изменений легочной паренхимы на момент исследования достоверно не выявлено.
ПРОЧЕЕ - прочие изменения, не связанные с вирусной пневмонией
Норма, все остальные изменения не связанные с вирусной пневмонией

*личный архив Гомболевского В.А.



Рак легкого как случайная находка - роль ИИ

- Задача принципиально сложнее:
 - поток пациентов не формируется исходя из группы риска;
 - сопутствующие патологии легких усложняют процесс;
- Пандемия усугубила ситуацию
 - Фокус на очагах матового стекла
 - Недостаток времени для детального анализа исследований



Дальновидный взгляд на ошибки ИИ



параметры		Реальность – патология есть, она	
		НЕ приведет к смерти	приведет к смерти
	ИИ не выявил патологию		
	ИИ выявил патологию		



Дальновидный взгляд на ошибки ИИ



параметры		Реальность – патология есть, она	
		НЕ приведет к смерти	приведет к смерти
	ИИ не выявил патологию	Нормально, как будто ИИ и не применялся?	
	ИИ выявил патологию		



ИИ не нашел патологии



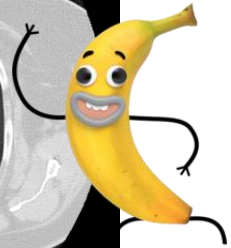
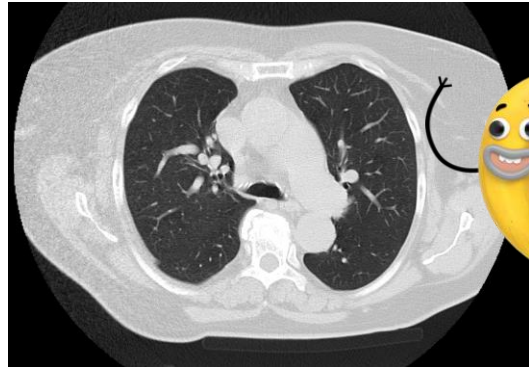
Нет патологии (отклонение 7%)



Выявленная находка не является образованием



16 дней



Заключение рентгенолога:

Образование у корне правого легкого.
Рекомендовано КТ

Рекомендация ИИ:

Нет патологии (отклонение 7%).

Заключение рентгенолога:

Легочная гипертензия. Легочных узлов в корне нет.

Итого:

Пациенту провели ненужное КТ:



Дальновидный взгляд на ошибки ИИ

параметры		Реальность – патология есть, она	
		НЕ приведет к смерти	приведет к смерти
	ИИ не выявил патологию	Нормально, как будто ИИ и не применялся?	
	ИИ выявил патологию	ИИ создает неизвестные проблемы дообследования того, что, возможно, не нужно дообследовать	



Ложноположительные находки (излишние).

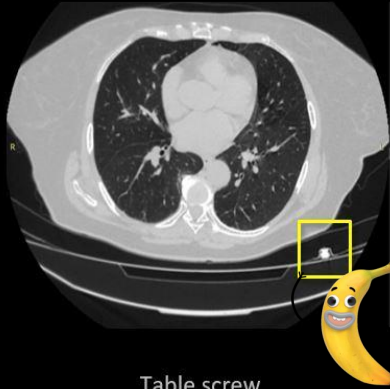
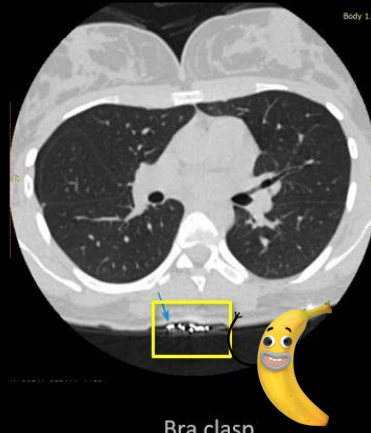


Table screw



Bra clasp



Patient's chin

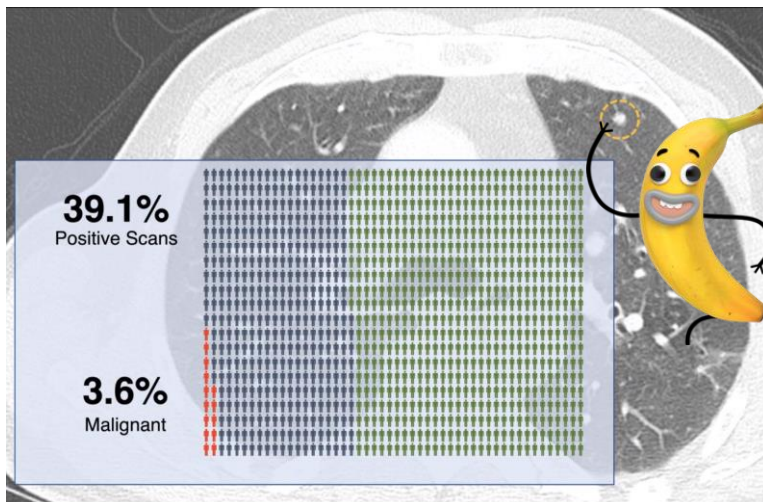
Summary:

The absence of organ segmentation block in AI leads to AI errors.



ИИ выявил находку, но это не приведёт к смерти

Ложноположительные находки в NLST (США) – 96,4%



3,3% тяжёлых осложнений в результате интервенционных процедур.

У 0,8% смерть в течение 2х мес из-за дообследования по поводу легочного узла.

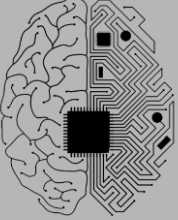
BachPB et al. JAMA 2012

https://register.gotowebinar.com/recording/recordingView?webinarKey=6549308483752452875®istrantEmail=g_victor%40mail.ru

Центр диагностики и телемедицины <http://medradiology.moscow/>

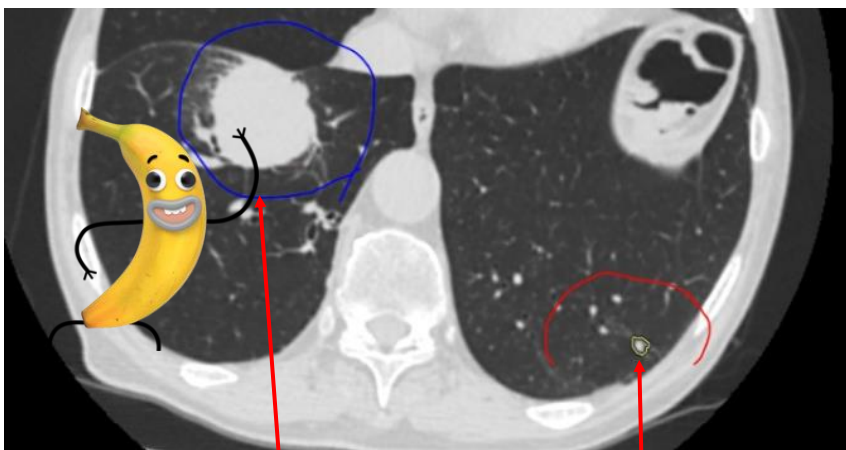


Дальновидный взгляд на ошибки ИИ

параметры		Реальность – патология есть, она	
		НЕ приведет к смерти	приведет к смерти
	ИИ не выявил патологию	Нормально, как будто ИИ и не применялся?	ИИ пропустил настоящую патологию, которая приведёт к смерти
	ИИ выявил патологию	ИИ создает неизвестные проблемы дообследования того, что, возможно, не нужно дообследовать	



ИИ пропустил настоящую патологию, которая приведёт к смерти

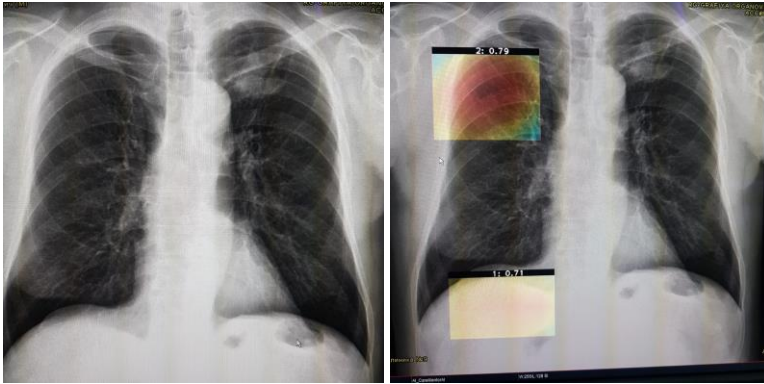


ИИ пропустил

ИИ обнаружил



ИИ пропустил настоящую патологию, которая приведёт к смерти

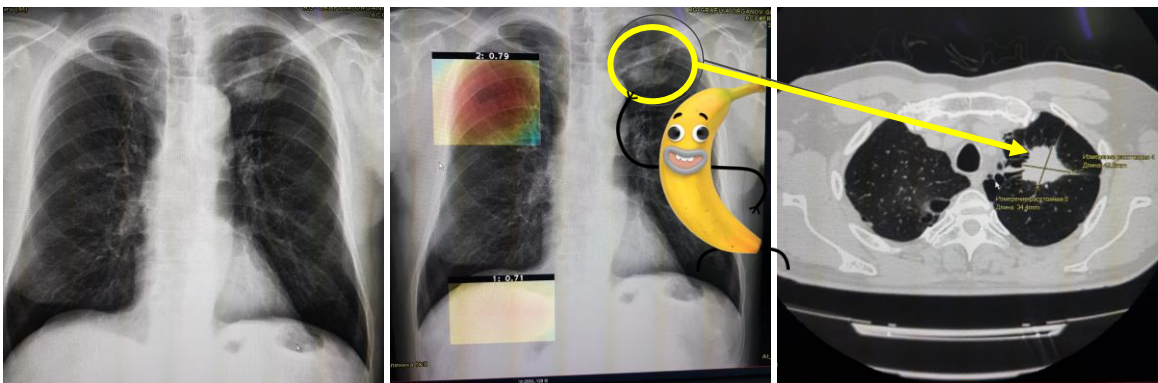


Оригинал

Результат ИИ



ИИ пропустил настоящую патологию, которая приведёт к смерти



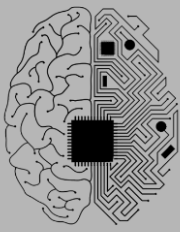
Оригинал

Результат ИИ

КТ грудной клетки



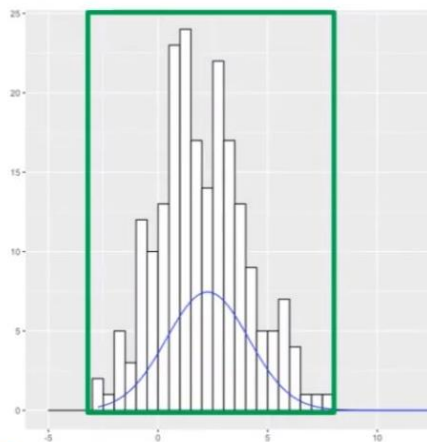
Дальновидный взгляд на ошибки ИИ

параметры		Реальность – патология есть, она	
		НЕ приведет к смерти	приведет к смерти
	ИИ не выявил патологию	Нормально, как будто ИИ и не применялся?	ИИ пропустил настоящую патологию, которая приведёт к смерти
	ИИ выявил патологию	ИИ создает неизвестные проблемы дообследования того, что, возможно, не нужно дообследовать	ИИ – молодец! Может принести не только пользу, но и вред?



ИИ точно будет ошибаться, но в редких случаях

Limitations when Learning from Data: Outliers



Ультра-НДКТ грудной клетки. Пуля в сердце



03

Перспективы

URA.RU
Информационное агентство

07:54 31 августа 2020 8

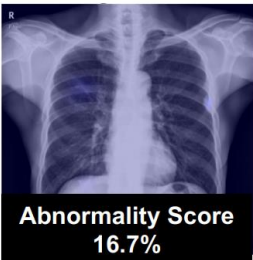


Челябинские врачи 6 лет не замечали рак легкого у мужчины. Он ежегодно проходил флюорографию

<https://m.ura.news/news/1052447506><https://glaza.info/oficial/978-gde-i-kak-projti-fljuorografiju-v-mozyre.html>

Оценка в динамике

2013



*Материалы предоставлены компанией Lunit

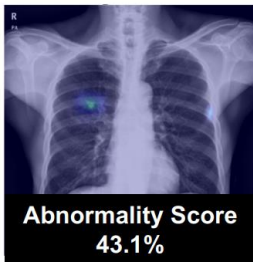


Оценка в динамике

2013



2014



*Материалы предоставлены компанией Lunit



Оценка в динамике

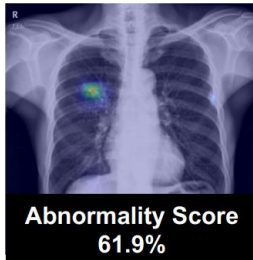
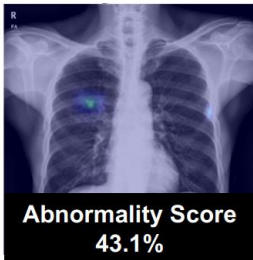
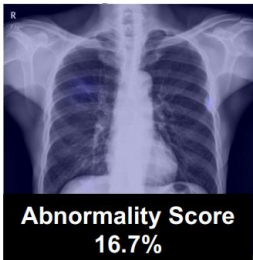
2013



2014



2015



*Материалы предоставлены компанией Lunit



Оценка в динамике (ИИ «видит» на 2 года раньше врача)

2013



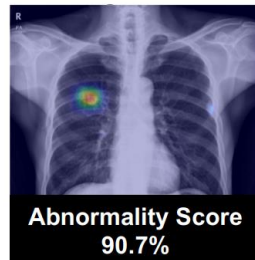
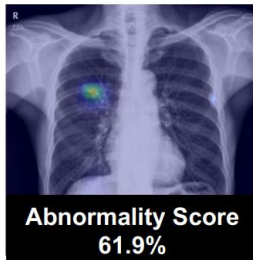
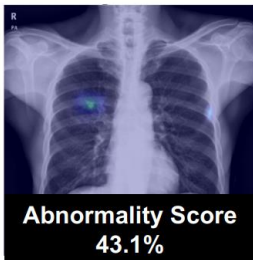
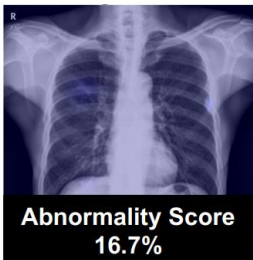
2014



2015



2016



*Материалы предоставлены компанией Lunit



Оценка в динамике (ИИ «видит» на 2 года раньше врача)

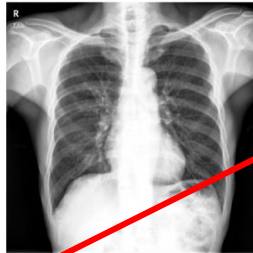
2013



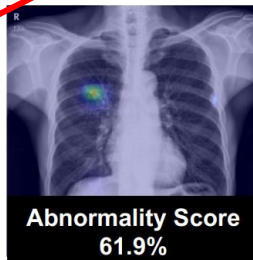
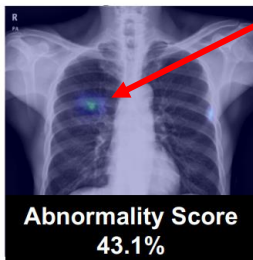
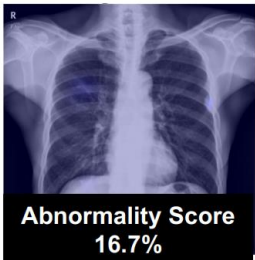
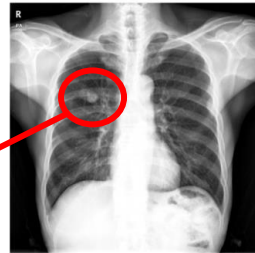
2014



2015



2016



*Материалы предоставлены компанией Lunit

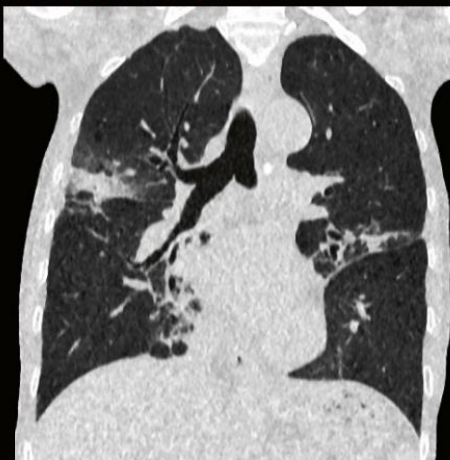
LUNIT

флюорография = 0,05 мЗв
 ультра-НДКТ = 0,04 мЗв

Ultra-low-dose scan with Tin Filter and Turbo Flash mode – bilateral pneumonia

Collimation: $2 \times 192 \times 0.6$ mm
 Pitch: 3.2
 Scan time: 0.45 s
 Scan length: 311 mm
 Rotation time: 0.25 s
 Tube settings: Sn100 kV, 24 mAs
 $CTDI_{vol}$: 0.09 mGy
 DLP: 2.8 mGy cm
 Eff. dose: 0.04 mSv
 Slice width: 1.5 mm

Detailed images: High spatial resolution enables perfect visualization of pneumonia even at extremely low dose levels. Tin Filters allow for lung scans at extremely low dose levels.



Courtesy of Bautou Central Hospital, Bautou, PR China

90

Иерархическая фазово-контрастная томография (Hierarchical Phase-Contrast Tomography (HiP-CT) до 1,3 -2,5 микрон.

Published: 04 November 2021

nature | **methods**

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/s41592-021-01317-x>

Check for updates

OPEN

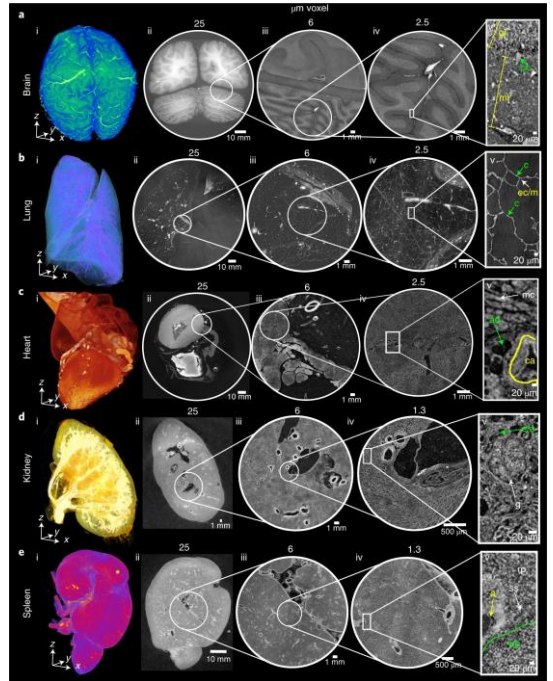
Imaging intact human organs with local resolution of cellular structures using hierarchical phase-contrast tomography

C. L. Walsh^{1,2,17}, P. Tafforeau^{3,17}, W. L. Wagner^{4,5,17}, D. J. Jafree^{6,7}, A. Bellier⁸, C. Werlein⁹, M. P. Kühnel^{9,10}, E. Boller⁷, S. Walker-Samuel¹¹, J. L. Robertus^{11,12}, D. A. Long¹³, J. Jacob^{13,14}, S. Marussi¹, E. Brown², N. Holroyd², D. D. Jonigk^{9,10}, M. Ackermann^{15,16} and P. D. Lee¹¹

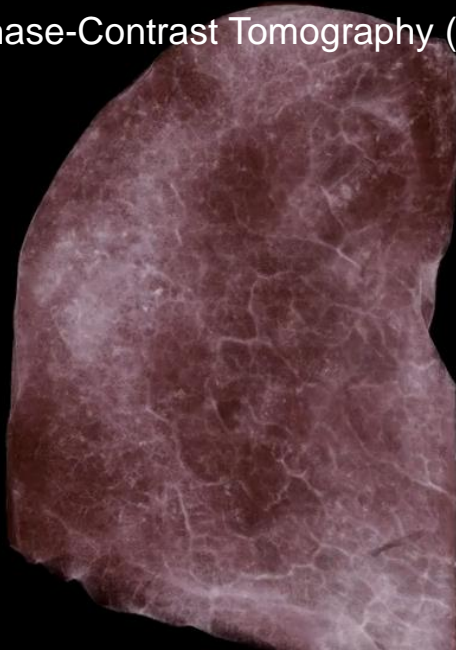


Claire Walsh, Ph.D.

«Возможность видеть органы в таком масштабе действительно будет революционным. Когда мы начнем связывать HiP-CT с помощью методов искусственного интеллекта, мы впервые сможем с высокой точностью подтверждать клинические предположения.»



Hierarchical Phase-Contrast Tomography (HiP-CT) легкого (COVID-19) Nature.



Walsh, C.L., Tafforeau, P., Wagner, W.L. et al. Imaging intact human organs with local resolution of cellular structures using hierarchical phase-contrast tomography. Nat Methods (2021). <https://doi.org/10.1038/s41592-021-01317-x>

25 mm



Ключевые мысли



1. Скрининг рака легкого работает с помощью НДКТ.
2. Медицина нуждается в ИИ (и эта потребность будет увеличиваться).
3. Современные возможности ИИ превзошли человеческие.
4. Сегодня уже есть масштабные проекты внедрения ИИ в практическое здравоохранение
5. Будущее уже наступило, но оно распределено неравномерно



AIRI

Виктор Александрович Гомболевский

gombolevskiy@airi.net

airi.net