

100 000 000+ исследований ОГК проводится в год [1,2]
Но выявляемость рака легкого (РЛ) на ранних стадиях на снимках ОГК [3] ОСТАЕТСЯ КРАЙНЕ НИЗКОЙ

В ЧЕМ ПРИЧИНА?
Характеристики оборудования? Выбранные режимы? Фундаментальные ограничения метода?
Оценивать качество по клиническим снимкам сложно
Разные пациенты, Разная анатомия, Разные режимы
Сравнение становится некорректным

Вывод
Повысить выявляемость РЛ можно повышая качество рентгенографии. Нужны объективные и воспроизводимые методы оценки качества рентгенографических изображений.

МЕТОДЫ ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ. ОБЗОР.

Бехтерев А.В.¹, Лабусов В.А.^{1,2}, ¹ ООО предприятие «МЕДТЕХ», ² ИАиЭ СО РАН, г. Новосибирск

XX Юбилейный Всероссийский национальный конгресс «Радиология – 2026» Тематика 14. Медицинская техника, радиационная безопасность

Цель
Обзор методов объективной оценки качества рентгенографических изображений для:
сравнения оборудования, оптимизации режимов, мониторинга качества
Ключевые слова: Рентгенография, качество изображения, VGA, eDQE, CDRAD, IQFinv.

Материалы и методы
Три показателя качества: (анализ более 30 публикаций)
VGA (visual grading analysis) — визуальная экспертная оценка клинических снимков
eDQE (effective Detective Quantum Efficiency) — физическая характеристика системы
CDRAD + IQFinv (inverse image quality figure) — количественный метод по фантому
Показана значимая статистическая корреляция показателей качества

1. VGA (Visual Grading Analysis) — экспертная оценка видимости анатомических структур [4-7]
Баллы и формула для абсолютного VGA анализа
Баллы и формула для относительного VGA анализа
Критерии
1 Четкость визуализации периферические сосуды
2 Четкость визуализации центральные сосуды
3 Визуализация карины и главных бронхов
4 Визуализация грудных позвонков в проекции тени сердца
5 Четкость визуализации плеврального края

Плюсы:
отражает клиническую значимость, применим к реальным снимкам
Минусы:
субъективность, межнаблюдательная вариабельность, отсутствие стандартизации, невозможность автоматизации
Вывод: подходит для клинической оценки, но не даёт объективной метрики.

4. Корреляция показателей качества [29-31]
Spearman correlation r=0.916 (p<0.001)
Spearman correlation r=0.92 (p<0.009)
Spearman correlation r=0.98 (p<0.001)
CORRELЯЦИЯ ДОКАЗАНА

2. eDQE (effective DQE) — физическая характеристика системы визуализации [8-17]
Фантомы, Промежуточные вычисления и формула
eDQE ↔ качество!
Плюсы:
объективность, комплексный учёт факторов
Минусы:
трудоемкость, отсутствие стандартизации, связь с клинической практикой не очевидна для врачей.
Вывод: полезен медицинским физикам, трудно применим в рутинной практике.

Плюсы:
объективность, комплексный учёт факторов
Минусы:
трудоемкость, отсутствие стандартизации, связь с клинической практикой не очевидна для врачей.
Вывод: полезен медицинским физикам, трудно применим в рутинной практике.

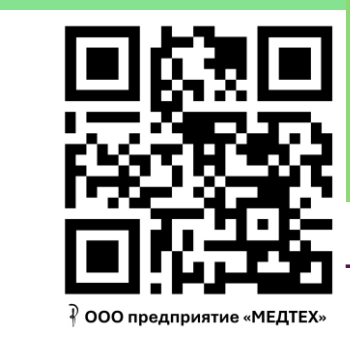
5. Важный результат [31]
IQF_inv vs Tube Voltage (kVp)
Carestream DRX-1C, Philips Trixell Pixium 4600, Toshiba FDX4343R, Konica Minolta, Fuji IP Cassette Type CC

3. CDRAD + IQF_inv — метод оценки качества изображения фантома CDRAD, метрика IQF_inv [18-28]
Два критерия качества:
1) Кривая порогового обнаружения;
2) метрика IQF_inv
IQF_inv = 100 / sum(Ci * Di,th)
Пример выявления значительной разницы в качестве

Плюсы:
количественная оценка, наглядность, возможность автоматизации, хорошая интерпретируемость
Минусы:
нет единых стандартов, зависимость от толщины ПММА
Вывод: полезен для объективного сравнения систем и оптимизации режимов.

Показана существенная разница в качестве регистрируемых изображений для различных систем визуализации!
ПРАКТИЧЕСКИЙ ВЫВОД:
1 снижение дозы не должно становиться самоцелью.
2 при сопоставимой дозе возможно повысить: качество изображения; выявляемость патологии.

Объективная оценка качества рентгеновских изображений возможна!
Наиболее практичный метод — CDRAD + IQF_inv
Ключевой результат: → возможен переход от субъективной оценки качества изображений к объективной количественной!
Предлагаем для практики:
CDRAD + IQF_inv — для контроля;
VGA анализ — для валидации;
eDQE — для разработки.



Контакты и дополнительные материалы

[1] НИИРП им. Рамзеева. Годовые дозы РФ. 2025.
[2] НИИРП им. Рамзеева. Годовые дозы РФ. 2024.
[3] Bekturov A.V. et al. Vestn Rentgenol Radiol. 2024;105(3):149-155.
[4] Khasdanchi S. et al. Eur Radiol. 2004;14(1):48-58.
[5] Pascoal A. et al. Phys Med Biol. 2005;50(23):5743-5757.
[6] Aksoy M.E. et al. IEEE HIBIT. 2012;57-62.
[7] Hogg P. ECR. 2018.
[8] Pascoal A. et al. J Med Radiat Sci. 2020;87(4):260-268.
[9] Ludewig E. et al. Vet Res Commun. 2019;34(5):473-478.
[10] Yvert M. et al. Diagn Interv Imaging. 2015;96(11):1177-1188.
[11] Al-Murshedi S. et al. J Radiol Prot. 2018;38(4):1344-1358.
[12] Precht H. et al. Radiography. 2020;26(2):e31-e37.
[13] Samel E. et al. Radiology. 2009;249(3):826-837.
[14] Samel E. et al. J Appl Clin Phys. 2009;36(8):3806-3817.
[15] Bertolini M. et al. Med Phys. 2012;39(5):2617-2627.
[16] Ranger N.T. et al. Proc SPIE. 2009;7256:72561A.
[17] Samel E. et al. Phys Med Biol. 2011;56(16):5099-5118.
[18] Yalcin A. et al. Nucl Instrum Methods A. 2018;896:1113-1121.
[19] Alves A.F.F. et al. Phys Med. 2016;32(1):123-132.
[20] Clavel A.H. et al. Radiat Prot Dosimetry. 2016;168(1-4):319-324.
[21] Bekturov A.V. et al. Biomed Eng. 2021;5(3):204-209.
[22] Pascoal A. et al. Phys Med Biol. 2005;50(23):5743-5757.
[23] Aksoy M.E. et al. IEEE HIBIT. 2012;57-62.
[24] Hogg P. ECR. 2018.
[25] Pascoal A. et al. J Med Radiat Sci. 2020;87(4):260-268.
[26] Ludewig E. et al. Vet Res Commun. 2019;34(5):473-478.
[27] Yvert M. et al. Diagn Interv Imaging. 2015;96(11):1177-1188.
[28] Al-Murshedi S. et al. J Radiol Prot. 2018;38(4):1344-1358.
[29] Precht H. et al. Radiography. 2020;26(2):e31-e37.
[30] Samel E. et al. Radiology. 2009;249(3):826-837.
[31] Samel E. et al. J Appl Clin Phys. 2009;36(8):3806-3817.
[32] Bertolini M. et al. Med Phys. 2012;39(5):2617-2627.
[33] Ranger N.T. et al. Proc SPIE. 2009;7256:72561A.
[34] Yalcin A. et al. Nucl Instrum Methods A. 2018;896:1113-1121.
[35] Alves A.F.F. et al. Phys Med. 2016;32(1):123-132.

