

Был проведен независимый экспертный анализ всех 1888 пациентов (консенсус трех врачей-рентгенологов), компрессионные переломы определялись с учетом: полуколичественного метода [Genant H. K. et al. 1993]; метода ABQ [Jiang G et al, 2004], рекомендациям IOF 2008. По данным алгоритма ИИ компрессионная деформация более 25% (Genant 2-3) выявлена у 338 пациентов (17,9%). Экспертами отмечены компрессионные переломы у 105 пациентов (5,4%); ложноотрицательные 2 наблюдения. Подобная распространенность компрессионных переломов (6,3%) выявлена в схожей по количеству выборки пациентов старше 50 лет КТ органов брюшной полости [Pickhardt P.J. et al.]. Разница вероятно обусловлена несколько большей встречаемостью КП в поясничном отделе. Метрики точности алгоритма ИИ относительно экспертов по выявлению компрессионных переломов при деформации более 25% составили: ROC-AUC 0,986; чувствительность 98,1%; специфичность 86,9%; точность 87,4%. Для компрессионной деформации более 40% (Genant 3) чувствительность 51,4%; специфичность 99,6%; точность 96,9%. В целях повышения точности алгоритма для разделения переломов и деформаций позвонков был проведен ROC-анализ у пациентов с минеральной плотностью менее 80 мг/мл (остеопороз по критериям ACR). Сбалансированный порог деформации, обеспечивающий более оптимальное разграничение на состояния перелом/деформация составил $\geq 31\%$, что обеспечивало показатель ROC-AUC 0,977; чувствительность 83,7%; специфичность 98,0%; точность 97,2%. Дальнейшее направление повышения точности алгоритма по разграничению состояний компрессионных деформаций и переломов может быть дообучение алгоритма ИИ для определения качественных признаков компрессионных переломов. При ретроспективном анализе описаний и заключений пациентов, вошедших в исследование, было выявлено, что компрессионные переломы корректно описаны врачами-рентгенологами только в 20,6% случаев.

Заключение: Разработанный морфометрический алгоритм ИИ является эффективным инструментом для оппортунистического выявления компрессионных деформаций и переломов тел позвонков у пациентов старше 50 лет. Выявлен оптимальный порог компрессионной деформации (более 31% - компрессионный перелом) и определены метрики точности: ROC-AUC: 0,977; чувствительность 83,7%; специфичность 98,0%; точность 97,2%.

Работа подготовлена при поддержке Гранта РФФИ 20-015-00260

ОЦЕНКА ВОЗРАСТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕЛ ПОЗВОНКОВ ПО ДАННЫМ АЛГОРИТМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Петряйкин А.В.¹, Абуладзе Л.Р.¹, Шелепа А.А.², Артюкова З.Р.¹, Кудрявцев Н.Д.¹, Ахмад Е.С.¹, Семенов Д.С.¹, Захаров А.А.³, Беляев М.Г.³

¹Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва

³ООО «АЙРА Лабс», Москва

Цель: Определить возрастное распределение минеральной плотности кости (МПК) тел позвонков по данным КТ органов грудной клетки (КТ ОГК) с применением алгоритма искусственного интеллекта (ИИ).

Материалы и методы: Данные были получены для 7 КТ аппаратов одной модели, сканирование выполнялось в стандартном режиме для грудной клетки: напряжение 120 кВ; толщина срезов 1,0 мм; сила тока выбиралась автоматически SureExposure 3D, 80–500 мА, целевое значение среднеквадратичного отклонения (СКО) = 10 Hounsfield Units (HU); время ротации 0,5 с; питч 0,828. При обработке алгоритмом ИИ использовались серии, полученные с фильтром реконструкции для мягких тканей FC08 с коррекцией жесткости рентгеновского излучения.

Для автоматической оценки и минеральной плотности применялся Отечественный морфометрический алгоритм ИИ. Помимо МПК алгоритм позволяет оценивать компрессионную деформацию тел позвонков и устанавливать диагноз по классификации H. Genant. Полностью автоматизированный алгоритм основан на конволюционных сверточных нейронных сетях (CNN). Оценка точности работы алгоритма проводилась на тестовом наборе данных (48/52 пациентов с/без компрессионных переломов, измерение HU проводилось у 83 пациентов).

Для перевода единиц HU в объемную МПК (мг/мл) проводилась калибровка КТ сканеров с помощью фантома РСК ФК2 [Петряйкин А.В. и др., 2019], содержащего образцы объемной МПК: 50,100,150,200 мг/мл K_2HPO_4 . Сравнение проводилось с нормативными возрастными зависимостями для количественной компьютерной томографии (ККТ) - UCSF (University of California, San Francisco) с разбиением на 5-летние интервалы и сопоставлением по T-критерию Стьюдента. Диагноз остеопороз (ОП) устанавливался согласно критериям американского колледжа радиологии (ACR 2018): МПК менее 80 мг/мл.

Оппортунистически проанализированы результаты определения МПК тел позвонков при КТ ОГК по данным ИИ сервиса у пациентов старше 20 лет. В исследование вошли 3171 пациент (1794 женщины, 1377 мужчин; старше 50 лет 1135 и 718 соответственно), которым автоматически проводилось измерение КТ-плотности позвонков в HU на уровнях Th11-L3. Пациенты с измерением КТ-плотности в позвонках с компрессионной деформацией более 25% не включены в исследование. Все пациенты направлялись для диагностики Covid-19 ассоциированной вирусной пневмонии; распределение по степени тяжести (согласно принятой в РФ классификации КТ1-4) составило: КТ1 45,3%; КТ2 18,4%; КТ3 3,8%; КТ4 0,6%; без признаков вирусной пневмонии 31,9%.

Результаты и обсуждение: При анализе результатов, полученных на тестовом наборе данных было показано, что результаты измерения NU по данным алгоритма ИИ и экспертной разметки хорошо согласуются. Коэффициент корреляции составил $r = 0,969$ ($p < 0,001$). Показатель ROC AUC для NU по разделению пациентов на категории с/без компрессионными переломами составил 0,877 для экспертов и 0,870 для ИИ, что хорошо соответствует данным [Löffler M. T. et al, 2021] для автоматического алгоритма: 0,885.

Результаты возрастного распределения МПК, полученные по данным ИИ у женщин хорошо сопоставимы с нормативной кривой UCSF несмотря на сложный нелинейный характер зависимости. Для интервала 30-45 лет показано незначительное достоверное превышение МПК: $Z = +0,294$ СКО ($p < 0,05$). Для других возрастных интервалов нормативной кривой различия были недостоверны.

У мужчин выявлено достоверное занижение МПК в среднем $Z = -0,631$ СКО ($p < 0,05$) по данным алгоритма ИИ по сравнению с UCSF для протяженного интервала 20-75 лет. Для наиболее старших возрастных групп (> 75 лет) различия были недостоверны. Для наиболее ранних возрастных групп 20-29 лет отмечалось выраженное достоверное ($p < 0,05$) занижение: $Z = -0,871$ СКО относительно нормативных значений.

Распространенность ОП по данным ИИ составила 32% у женщин и 19% у мужчин старше 50 лет. При оппортунистических исследованиях методом ККТ были получены показатели распространенности ОП 29% у женщин и 13% у мужчин [Cheng X., et al 2021]. Таким образом, у женщин отмечено достаточно хорошее соответствие возрастного распределения МПК нормативным данным и популяционным исследованиям при ККТ. Систематическое занижение МПК у мужчин может иметь несколько причин. Во-первых, недостаточная пиковая костная масса, отмеченная нами для интервала 20-29 лет, что косвенно подтверждается достоверным снижением МПК практически на всем возрастном диапазоне; и хорошо согласуется с данными Родионовой С.С. и Хакимова У.Р. Во-вторых, возможно предположить необходимость использовать локальных нормативных баз для возрастного распределения у мужчин, отличных от UCSF. В-третьих, возможно влияние дополнительных факторов риска. Это обосновывает дальнейшие исследования с выявлением факторов риска ОП, данных о переломах и сопоставление данных с результатами двухэнергетической абсорбциометрии.

Выводы: Отечественный морфометрический алгоритм искусственного интеллекта позволяет определить возрастное распределение объемной минеральной плотности губчатого вещества тел позвонков и может использоваться в качестве инструмента для популяционных исследований. Показано хорошее соответствие возрастным нормативным значениям у женщин и занижение измеренных показателей минеральной плотности тел позвонков у мужчин.

Работа подготовлена при поддержке Гранта РФФИ 20-015-00260

ВОПРОСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АНЕСТЕЗИОЛОГОВ И ТРАВМАТОЛОГОВ ПРИ ОКАЗАНИИ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ С ПЕРЕЛОМАМИ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Пичугина Г.А.

ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит А.

Одним из самых актуальных и не до конца решённых вопросов в настоящее время является вопрос междисциплинарного взаимодействия врачей смежных специальностей при лечении переломов проксимального отдела бедренной кости.

Современная концепция лечения этих больных определяет интервал в 48 часов после получения травмы как оптимальный период для выполнения оперативного вмешательства. В многочисленных исследованиях, выполненных в последние два десятилетия, было доказано, что частота развития делирия, ухудшения и прогрессирования когнитивных нарушений, развития уроинфекций и пневмоний, а также летальность достоверно выше у пациентов, оперативное вмешательство которым выполнено спустя 2 и более суток с момента травмы.

Основными причинами, приводящими к задержке оперативного вмешательства на срок более 48 часов, являются организационные сложности (нехватка специалистов анестезиологов-реаниматологов, отсутствие свободных операционных, отсутствие налаженной процедуры предоперационного обследования пациентов), объективно выраженная коморбидность пациентов и необходимость медикаментозной компенсации витальных функций в предоперационном периоде, а также неоправданное стремление специалистов максимально обследовать пациента.

Тем не менее, объективная оценка коморбидности и функциональных резервов организма пациента крайне важна для выбора метода анестезии и сроков оперативного вмешательства. Пациенты с переломом проксимального отдела бедренной кости до 75% случаев имеют индекс коморбидности Чарльсона от 3 до 6 (чаще используется терапевтами и хирургами, чем травматологами), что подразумевает одну или две сопутствующие патологии, требующие приема препаратов, влияющих, а иногда и определяющих выбор метода анестезии и сроки операции. Анестезиологи-реаниматологи используют классификацию риска анестезии Американского общества анестезиологов (ASA),