

Ортопантомография как скрининговый метод выявления кальцинатов сонных артерий (обзор литературы)

Д. А. Лежнев¹, И. Д. Стулин¹, П. В. Садиков², А. Ю. Васильев¹, М. С. Стародубцева^{*, 1}

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, кафедра лучевой диагностики

²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, кафедра нервных болезней

³Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы

Orthopantomography as a Screening Method for Detection of Carotid Arteries Calcifications (Literature Review)

D. A. Lezhnev¹, I. D. Stulin¹, P. V. Sadikov², A. Yu. Vasil'ev¹, M. S. Starodubtseva^{*, 1}

¹ Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, Department of Radiology

² Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, Department of Nervous Diseases

³ Scientific and Practical Center of Medical Radiology, Department of Healthcare Moscow

Реферат

Ортопантомография (ОПТГ) выполняется рутинно как метод диагностики практически при любых стоматологических заболеваниях. Однако большинство стоматологов не придают значения тому, что эта рентгенологическая методика позволяет визуализировать изменения не только костей лицевого отдела черепа, но и мягких тканей шеи, одним из которых являются кальцинаты сонных артерий (КСА). Визуализация КСА говорит о наличии у пациента атеросклероза сосудов шеи, который, в свою очередь, является одной из основных причин нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу. Все это подтверждает тот факт, что оценка ОПТГ как скринингового метода выявления КСА является перспективным направлением, которое в будущем, возможно, позволит снизить уровень кардио- и цереброваскулярных осложнений атеросклероза.

Ключевые слова: кальцинаты сонных артерий, ортопантомография, скрининговый метод.

* Стародубцева Мария Сергеевна, ординатор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.
Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: starodubtseva2@gmail.com

Starodubtseva Maria Sergeevna, Resident of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.
Address: 9a, Vucheticha ul., Moscow, 127206, Russia.
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: starodubtseva2@gmail.com

Abstract

Orthopantomography (OPTG) is performed routinely as a diagnostic method for practically any dental disease. However, most dentists don't attach importance to the fact that this X-ray technique allows to visualize the changes not only of the facial bones of the skull, and also of the soft tissues of the neck, one of which are calcifications of the carotid arteries (CCA). CCA visualization shows the presence of the atherosclerosis of the arteries of the neck in this patient, which in turn is one of the main causes of cerebrovascular accident by ischemic type. All this confirms the fact that the assessment of OPTG as the screening method to identify the CCA is a promising direction, which in the future will might help to reduce the level of cardio- and cerebrovascular complications of atherosclerosis.

Key words: Carotid Arteries Calcifications, Orthopantomography, Screening Method.

Актуальность

Согласно статистическим данным Министерства здравоохранения, труда и социального обеспечения Японии, в 2012 г. кардиоваскулярные и цереброваскулярные заболевания занимали по причинам смерти второе (15,8 %) и четвертое (9,7 %) места соответственно [9]. Национальный центр статистики в системе здравоохранения США в 2010 г. опубликовал данные, согласно которым заболевания сердца занимали первое место по причинам смерти [11]. В среднем в России ежегодно регистрируется около 400–450 тысяч мозговых инсультов (80–85 % ишемических), из которых до 200 тысяч заканчиваются летальным исходом, а из выживших пациентов не менее 80 % остаются инвалидами разной степени тяжести. В последние годы отмечается тенденция к увеличению частоты инсультов у лиц работоспособного возраста, а их последствия отрицательно сказываются на экономике страны и жизни общества в целом, снижают качество жизни больных и их семей.

Цель: оптимизация рентгенологической диагностики кальцинатов сонных артерий как предикторов кардио- и цереброваскулярных заболеваний по данным ортопантомографии.

Атеросклероз — один из видов сосудистой перестройки, проявляющийся

склерозированием, утолщением, потерей эластичности стенки артерий и как следствие их стенозом (сужением просвета). Этот процесс развивается в большинстве случаев в области бифуркаций, изгибов крупных артерий и в стенозированных сегментах сосудов. По данным исследования S. Baumann-Bhalla, R. M. Meier, A. Birow et al. (2012), атеросклеротические бляшки в сонных артериях чаще всего располагаются в области каротидного синуса внутренней сонной артерии и в области бифуркации общей сонной артерии, в то время как меньше всего бляшек визуализируется в дистальной части общей сонной артерии [3].

Патофизиологической основой атеросклероза является отложение различных клеточных элементов и субстанций в стенке артерии (в основном молекул жиров и клеток воспаления), что приводит к формированию атеросклеротической бляшки. Сформировавшись, эти бляшки могут изменять направление тока крови по сосуду [2]. Изменение тока крови, в свою очередь, может вызвать повреждение эндотелия сосудов (чаще всего на уровне бифуркации), нарушение его целостности, давая возможность инфильтрировать этот участок внутренней оболочки различным липопротеинам и тромбоцитарному

фактору роста (ТФР). ТФР вызывает пролиферацию гладкомышечных клеток, что приводит к локальному утолщению на уровне поражения. Такая сформировавшаяся бляшка подвергается постоянным циклам повреждения и восстановления (обычно за новым повреждением эндотелия сосудов следует образование кровоизлияния внутри бляшки). Когда это происходит, обнаружается подлежащий коллаген, который может служить основой для оседания бактерий, что как следствие может вызвать местную иммунную реакцию [10]. Весь этот механизм приводит к образованию пристеночного тромба, который может быть источником эмболов, которые, в свою очередь, могут закупорить просвет внутримозговых артерий. Средняя мозговая артерия наиболее предрасположена к окклюзии такими эмболами, потому что она является анатомическим продолжением внутренней сонной артерии, именно поэтому тромбоэмбологический инсульт по такому механизму чаще всего возникает именно в бассейне средней мозговой артерии. Другой механизм развития инсульта — это возникновение церебральной ишемии вследствие достижения атеросклеротической бляшкой размеров, вызывающих стеноз просвета сосуда, что снижает кровоток в дистально расположенной артерии [6].

В целом уменьшение или полная окклюзия просвета сосуда вызывает снижение количества крови и кислорода, поступающих к питаемому этой артерией органу, что нарушает соответствующее его функционирование и подвергает опасности жизнь пациента. Именно этот механизм вызывает развитие кардиоваскулярных и цереброваскулярных заболеваний у пациентов с атеросклерозом [2, 5].

Дополнительным патоморфологическим процессом, происходящим в сформированной атеросклеротической бляшке, является ее обызвествление за счет отложения в ней солей кальция, что делает ее рентгеноконтрастной [10]. Именно этот факт позволяет использовать различные методы лучевой диагностики для выявления атеросклероза сонных артерий, который является предиктором различных кардиоваскулярных и цереброваскулярных осложнений.

При изучении любого заболевания важно знать не только его патогенез, клиническую картину, методы диагностики и лечения, но и факторы риска, наличие которых предполагает безусловное развитие у пациента конкретного заболевания.

Что касается атеросклероза, то факторов риска развития этого заболевания достаточно много и вопросом их определения занимались многие ученые всего мира.

M. Fatahzadeh et al. (2006) обращают внимание на то, что риск повторных инфарктов миокарда выше у тех пациентов, у которых уже был инсульт [9]. A. H. Friedlander и S. N. Cohen (2007) сообщили, что 26 % мужчин, средний возраст которых составил 66 лет, с кальцинатами сонных артерий (КСА), которые были обнаружены с помощью ОПТГ, имели в анамнезе неблагоприятное сосудистое событие (инфаркт миокарда, инсульт, реваскуляризацию, транзиторную ишемическую атаку, ишемическую болезнь сердца). Эти авторы предполагают, что случайно обнаруженные КСА прогнозируют значительный риск развития сосудистого события в будущем [11]. J. Griniatsos et al. (2009) подтверждают сообщенные ранее результа-

ты A. H. Friedlander и S. N. Cohen (2007) и указывают на то, что у пациентов с обызвествленными бляшками сонной артерии, которые были определены с помощью ОПТГ, с большой долей вероятности в будущем будет инсульт [12]. В исследовании S. Baumann-Bhalla et al. (2012) у 21,2 % пациентов (7 из 33) в прошлом уже был инфаркт миокарда или инсульт. У этих пациентов при ультразвуковом исследовании (УЗИ) были выявлены КСА без гемодинамически значимых стенозов [3].

Многие авторы указывают на то, что атеросклероз сонных артерий – это многофакторное заболевание. S. N. Cohen et al. (2002) сообщили, что среди исследованных 1879 мужчин у 3,8 % (71) были выявлены КСА, связанные с наличием диабета (22,5 %), гипертензии (53,5 %), гиперлипидемии (36,6 %), курения в анамнезе (54,9 %), ожирения с индексом массы тела (ИМТ) > 30 (21,1 %) и сочетанием факторов риска (73,2 %). T. Tamura et al. (2005) отмечают, что пациенты с КСА в своей истории болезни имели указание на гипертензию (27,6 %), ожирение (21,1 %), гиперлипидемию (14,5 %) и сердечно-сосудистые заболевания (13,2 %) [1, 5]. Исследование P. Christou et al. (2010) предполагает наличие связей между формированием атеросклеротических бляшек сонной артерии и гипертензией, гиперлипидемией, диабетом, курением (более 20 сигарет в день в течение более 5 лет), ожирением и синдромом обструктивного апноэ во сне [4]. S. Baumann-Bhalla et al. (2012) проводили обследование 33 пациентов и выяснили, что на момент исследования или в прошлом 15 пациентов были зависимы от никотина. 11 пациентов страдали артериальной гипертензией, 8 – гиперхолестеринемией, 6 – диа-

бетом [3]. Еще одним важным фактором риска развития атеросклероза, отмеченным несколькими авторами (P. J. Ford, E. Gemmell et al. (2006), P. Christou et al. (2010), A. H. Friedlander, E. C. Sung et al. (2010), является наличие патологии периодонта [4]. В работах A. H. Friedlander и L. Altman (2001), B. Bayram, S. Uckan et al. (2006) было выдвинуто предположение о наличии связи между сниженным уровнем эстрогенов и как следствие изменением метаболизма липопротеинов и появлением КСА у женщин, что могло бы объяснить достаточно широкую распространенность КСА в женской популяции в целом, а также в возрасте старше 50–55 лет в частности (31 %) [1]. Важно также отметить исследование M. Fatahzadeh et al. (2006), в котором они сделали акцент на неизменяемые факторы риска, такие, как пожилой возраст, мужской пол, национальность и генетическую предрасположенность, и S. Pornprasertsuk-Damrongsrir и S. Thanakun (2006), которые, наоборот, выделили те факторы, которые могут быть изменены в определенной степени, такие, как артериальная гипертензия, диабет, гиперлипидемия, ожирение и злоупотребление никотином [1, 3].

На основе вышеизложенного можно с уверенностью сказать, что проблема выявления КСА при рутинных исследованиях является достаточно актуальной и ее изучению до сих пор посвящается большое количество исследований, однако единого мнения о том, является ли ОПТГ целесообразным скрининговым методом для выявления КСА, на данный момент все еще нет.

Принимая во внимание, что атеросклероз – это заболевание, которое имеет отсроченное клиническое начало и может проходить вообще без клини-

ческих симптомов, любой диагностический метод, который позволяет определить наличие атеросклеротических бляшек до того, как ток крови становится очень ограниченным, является очень важным [1].

Скрининг атеросклероза сонных артерий

По данным литературы A. H. Friedlander и A. Lande, в 1981 г. впервые описали встречаемость КСА на ортопантомограммах, сделанных в обычной стоматологической практике. Авторы обратили внимание на то, что ОПТГ должна проводиться не только для выявления патологии зубов, височно-нижнечелюстных суставов и смежных структур и что особое внимание следует уделять периферическим областям в проекции общей сонной артерии, которые могут представить жизненно важную информацию [1]. С этого момента интерес к этой теме неуклонно растет.

Рентгенологически обзвестленная атеросклеротическая бляшка может иметь вид окружной или неправильной формы гетерогенного рентгеноконтрастного объекта, одно- или двустороннего. Эти бляшки чаще окружные при небольших размерах (около 100 пикселей) и чаще линейные или прямоуголь-



Рис. 1. Ортопантомография. Двусторонние кальцинаты в проекции сонной артерии

ные при больших размерах (более 500 пикселей). Они обычно располагаются на 2 см кзади и кверху от угла нижней челюсти, примерно на уровне нижнего края 3-го шейного позвонка (между 3-м и 4-м шейными позвонками) на протяжении 1,5–2,5 см рядом с подъязычной костью (рис. 1) [3].

Изучением целесообразности ОПТГ для обнаружения кальцинатов сонных артерий активно занимаются группы ученых по всему миру (табл. 1).

Данные, полученные вышеуказанными группами ученых, еще раз доказывают целесообразность оценивания ортопантомограмм на предмет наличия КСА.

Однако ОПТГ является лишь методикой, с помощью которой можно случайно обнаружить КСА. «Золотым стандартом» в оценке состояния сосу-

Таблица 1

Оценка целесообразности ОПТГ в выявлении КСА

Авторы	Количество пациентов, включенных в исследование	Количество выявленных с помощью ОПТГ кальцинатов (%)
D. M. Almog et al. (2002)	778	27 (3,5)
A. S. Ariayi et al. (2009)	4007	144 (3,6)
P. Christou et al. (2010)	160	9 (5,6)
I. Garay et al. (2014)	3028	79 (2,61)

дов является УЗИ, которое использовалось в сочетании с ОПТГ в нескольких исследованиях (табл. 2, 3).

Допплерографическая оценка 103 случаев с рентгенологически определенной атеросклеротической бляшкой выявила, что ни одна из внутренних сонных артерий (ВСА) не была нормальной, 81 (79 %) имели стеноз менее 50 %, 18 (17 %) имели стеноз от 50 до 69 % и 4 (4 %) имели стеноз 70 % и более. Четыре из всех ВСА в 27 случаях без кальцификации были признаны нормальными и 23 имели стеноз менее 50 %. Группа пациентов (15 (23 %) из 65) с бессимптомной атеросклеротической бляшкой, выявленной при ОПТГ, имела значительные (более 50 %) степени стеноза ВСА [7].

Тем пациентам, у которых было выдвинуто предположение о наличии КСА, было проведено УЗИ. По результатам проведенного УЗИ была определена степень стеноза ВСА. Во внимание

были приняты как морфологические, так и гемодинамические параметры. Определенные степени стеноза: слабовыраженный (менее 50 %) (рис. 2), средней степени выраженности (от 50 до 69 %) и сильновыраженный (70 % и более). У 18 пациентов из 27 УЗИ выявило наличие атеросклеротических бляшек в проекции сонной артерии без гемодинамически значимого стеноза. У 4 пациентов был гемодинамически значимый стеноз в проекции сонной артерии, в 3 случаях он был слабовыраженным, в 1 случае был определен стеноз средней степени выраженности. У 5 пациентов КСА вообще не было обнаружено [3].

Дизайн исследования, проведенного J. Griniatsos et al. (2009), был обратным: 40 пациентам со стенозирующим атеросклерозом сонной артерии, определенным с помощью УЗИ, была проведена ОПТГ, с помощью которой атеросклеротические бляшки были выявлены у

Таблица 2

Исследование A. H. Friedlander et al. по оценке эффективности ОПТГ и УЗИ в выявлении КСА

Автор	Количество пациентов, включенных в исследование	Количество выявленных с помощью ОПТГ кальцинатов (%)
A. H. Friedlander et al. (2005)	1548	103 (6,6)

Таблица 3

Исследование S. Baumann-Bhalla et al. по оценке эффективности ОПТГ и УЗИ в выявлении КСА

Автор	Количество пациентов, включенных в исследование	Количество выявленных с помощью ОПТГ кальцинатов (%)
S. Baumann – Bhalla et al. (2012)	51	33 (6,6)

28 пациентов. Это доказывает, что не каждое атеросклеротическое поражение может быть определено рентгенологически с помощью ОПТГ [1].

Еще один важный вопрос — дифференциальная диагностика КСА с различными анатомическими и патологическими образованиями.

В обзоре литературы N. Alves et al. (2014) представили следующие собирательные таблицы, основанные на данных 31 статьи, проанализированных авторами и опубликованных в период с 1981 по 2014 г. на Pub-Med/MEDLINE, SCOPUS, ISI Web of Knowledge, SciELO и LILACS (табл. 4, 5).

Из данных таблиц следует, что при интерпретации ортопантомограмм сложности могут возникнуть при дифференциальной диагностике КСА как с анатомическими, так и с патологическими структурами, что в своих работах отмечают следующие авторы: M. Ahmad, R. Madden et al. (2005), R. S. Kamikawa et al. (2006) — зерновидный хрящ; P. Scoto

lozzi, F. Laurent et al. (2003) — подъязычная кость; S. Pornprasertsuk-Damrongsri и S. Thanakun (2006) — обызвествленный зерновидный хрящ, обызвествленный щитовидный хрящ, подъязычная кость и обызвествленные лимфатические узлы; I. Garay et al. (2014) — подъязычная кость, обызвествленный зерновидный хрящ, шиловидный отросток, обызвествленные верхние рога щитовидного хряща и надгортаник, а также конкременты слюнных желез (наиболее часто встречаются в больших слюнных железах, чаще у пациентов в возрасте от 30 до 60 лет, преобладают у женщин), флеболиты (наиболее часто связаны с повреждением сосудов головы и шеи), конкременты в нёбной миндалине и обызвествленные лимфатические узлы; S. Ram, C. H. Siar et al. (2004), M. De Moura, D. Madureira et al. (2007) — конкременты в нёбной миндалине (их наличие впоследствии было подтверждено с помощью компьютерной томографии); Christou P. et al. (2010) — обызвествленный зерновидный хрящ, обызвествленные лимфатические узлы, шиловидный отросток и обызвествленные шилоподъязычная и шилонижнечелюстная связки [1, 4, 8].

Одним из современных активно развивающихся направлений в лучевой диагностике является развитие и использование так называемых CAD-систем (Computer-Aided Design), позволяющих, оценивая те или иные параметры, автоматически определять наличие различных патологий. Несколько групп ученых занимались разработкой CAD-систем для оценки ортопантомограмм на предмет КСА.

T. Hayashi et al. (2012) разработали специализированную CAD-систему, с помощью которой по наличию или от-



Рис. 2. УЗИ. Цветовое допплеровское картирование и спектральная допплерография. Проксимальная часть левой внутренней сонной артерии со слабовыраженным стенозом из-за наличия бляшек смешанной эхогенности

Таблица 4

Анатомические структуры, имитирующие КСА на ортопантомограммах

Анатомическая структура	Описание структуры / локализация
Зерновидный хрящ	Округлой или овальной формы, с хорошо очерченным и гладким краем («мягкие контуры»), расположен между большим рогом подъязычной кости и верхним рогом щитовидного хряща. Распространенность 12 % у женщин и 5 % у мужчин
Верхний рог щитовидного хряща	Щитовидный хрящ состоит из двух пластин, которые соединены спереди в виде буквы «V». Верхний край каждой пластины проецируется выше верхнего рога, который может обызвествляться. Расположен медиально от 4-го шейного позвонка
Шиловидный отросток	Удлиненный шиловидный отросток имеет вид тонкой и вытянутой костной структуры. Он может быть расположен между ветвью нижней челюсти и сосцевидным отростком
Шилоподъязычная связка	Простирается от шиловидного отростка до малого рога подъязычной кости. Когда обызвествляется, то располагается позади нижней челюсти
Подъязычная кость	Срединно расположенная кость, которая не имеет прямой связи с другими костями. Располагается в области шеи между грудиной и основанием нижней челюсти (медиально от изображения 4-го шейного позвонка)
Шилонижнечелюстная связка	Простирается от шиловидного отростка до угла нижней челюсти. Располагается над углом нижней челюсти
Надгортанник	Срединно расположенный хрящ, располагается позади от корня языка и щитовидного хряща. На ортопантомограмме визуализируется над большим рогом подъязычной кости с обеих сторон

существию определенных признаков стало возможно автоматически выявлять КСА на ортопантомограммах. Цель их работы — создать новый путь скрининга КСА по средствам взаимодействия стоматологов и новой CAD-системы. Кроме того, в последнее время для стоматологических учреждений все чаще стали разрабатываться так называемые PACS-системы (системы архивирования и передачи стоматологических изображений). Как ожидают авторы, осу-

ществление функций CAD-системы на дентальной PACS-системе (PACS-CAD система) улучшит качество первой: не нужно будет загружать изображение отдельно в CAD-систему; результаты CAD-системы могут быть использованы для просмотра изображений PACS-системы, в котором стоматологам привычнее работать. Кроме того, разработанное содружественное программное обеспечение может сделать функции CAD доступными на дентальной

Таблица 5

Анатомические структуры, имитирующие КСА на ортопантомограммах

Патологические структуры	Рентгенологическое проявление, локализация на ортопантомограммах
Лимфатические узлы (обызвествленные)	Могут обывзвествляться, располагаются с одной стороны, единичные, множественные или выстраиваются в линию. У них неровный контур и неопределенное внутреннее содержимое. Чаще поражаются подчелюстные и шейные лимфатические узлы. Распространенность 1 %
Большие слюнные железы (слюнно-каменная болезнь)	Камни слюнных желез — это кристаллизованные минералы, располагающиеся над КСА. У них неправильная форма или диффузное обывзвествление, обычно они односторонние. 92 % камней располагаются в подчелюстной слюнной железе. Распространенность 0,01–1 %
Нёбная миндалина (кальцинаты в нёбной миндалине)	Хроническое воспаление нёбной миндалины может привести к формированию кальцинатов. Они формируются редко, единичные или множественные, округлые или неправильной формы, одно- или двусторонние, накладываются на изображение ветви нижней челюсти. Распространенность 2–16 %
Вены или синусоидальные сосуды гемангиом (флеболиты)	Флеболиты — обывзвествленные тромбы. Они множественные, выглядят округлыми или овальными, с рентгеноконтрастным ободком, рентгенопрозрачные в центре

PACS-системе. Также авторы предлагают использовать одновременное оценивание ортопантомограмм стоматологом и разработанной ими CAD-системой в качестве скрининга. В своем первом испытании авторы загрузили в свою систему 100 ортопантомограмм, при этом чувствительность в выявлении кальцинатов составила 93,6 % с наличием 4,4 ложноположительных результатов на одно изображение.

Далее было еще 2 дополнительных клинических испытания. Первое — оценка 223 ортопантомограмм не только CAD-системой, но и 5 стоматологами, при этом чувствительность в выявлении кальцинатов составила 53,8 %, что говорит о том, что она еще требует доработки. Второе — оценка 100 орто-

пантомограмм PACS-CAD-системой и 2 рентгенологами, при этом 2 выявленные КСА были определены как системой, так и врачами, что говорит о высокой эффективности работы данной системы.

Рентгенологи подтвердили, что данная система может быть полезной для интерпретации ортопантомограмм. Авторами данной статьи также было разработано программное приложение Dental Viewer, работающее на любом персональном компьютере и позволяющее загрузить и проанализировать ортопантомограмму с помощью разработанной ими системы в течение нескольких минут. Если она обнаруживает признаки КСА, то автоматически сообщает об этом стоматологу, и затем уже сам сто-

матолог обращает внимание на соответствующие зоны ортопантомограммы и проводит дополнительный скрининг. В итоге стоматологи могут не только диагностировать рутинную патологию зубочелюстной системы, но и информируют пациента об имеющемся у него риске развития системных заболеваний, а также кардиоваскулярных и цереброваскулярных осложнений в последующем. Если пациент решит, то на основании данных скрининга стоматолог может направить его в медицинский стационар для дальнейшего обследования [6].

C. Maramatsu et al. (2014) выбрали 100 ортопантомограмм для разработки специализированной CAD-системы, главной функцией которой должно стать предоставление «второго мнения» относительно наличия или отсутствия у конкретного пациента КСА. Схема определения КСА с помощью данной CAD-системы состояла из следующих этапов:

- 1) автоматизированное определение контуров тела и углов нижней челюсти (метод Кирша + контурная модель), выделение зоны интереса ниже и латеральнее определенных границ;
- 2) определение пациентов с КСА с помощью фильтра top-hat, элемент которого представлял собой круг диаметром 30 пикселей;
- 3) снижение количества ложноположительных результатов на основе метода опорных векторов (в предыдущем исследовании тех же авторов среднее число ложноположительных результатов было 6,7 и 5 на одно изображение при чувствительности 92,6 и 90,4 % соответственно; в данном исследовании число ложноположительных результатов сни-

зилось до 4,5 и 3,1 при тех же показателях чувствительности).

Следующим этапом авторы загрузили в разработанную ими систему 459 ортопантомограмм, которые параллельно оценивались рентгенологом, специализирующимся на челюстно-лицевой области.

В результате рентгенолог обнаружил КСА в 8 случаях, разработанная CAD-система — в 7 случаях из 8 (87,5 %) (1 случай, в котором содержался большой КСА, был пропущен системой, так как в этом случае КСА был больше, чем размер top-hat-фильтра), что говорит о высокой эффективности разработанной CAD-системы в выявлении КСА. Полученные результаты позволили внедрить вышеописанную CAD-систему в диагностический алгоритм, состоящий из 3 CAD-систем:

- первая — для измерения толщины кортикальной пластинки нижней челюсти для определения наличия или отсутствия остеопороза;
- вторая — для определения повышенных значений плотности в околоносовых пазухах для определения наличия синусита;
- третья — для выявления КСА [10].

Заключение

Таким образом, в анализируемой литературе имеется достаточное количество данных, свидетельствующих о том, что ОПТГ может быть использована в качестве скринингового метода для выявления КСА, что, в свою очередь, может служить одним из методов предотвращения развития грозных осложнений атеросклероза. Однако «золотым стандартом» для оценки состояния сосудов, в том числе на предмет наличия в них атеросклеротических бляшек, остается УЗИ,

что говорит о том, что для выявления КСА и оценки степени риска развития кардио- и цереброваскулярных осложнений всегда необходимо использовать комплексный подход с помощью различных методов лучевой диагностики.

Список литературы/Reference

1. *Alves N., Deana Naira F., Garay I.* Detection of common carotid artery calcifications on panoramic radiographs: prevalence and reliability // *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2014. V. 7 (8). P. 1931–1939.
2. *Bastos J. S., Abreu T. Q., de Brito Filho S. B. et al.* Sensitivity and accuracy of panoramic radiography in identifying calcified carotid atheroma plaques // *Braz. J. Oral. Sci.* 2012. V. 11. P. 88–93.
3. *Baumann-Bhalla S., Meier R. M., Burrow A. et al.* Recognizing calcifications of the carotid artery on panoramic radiographs to prevent strokes // *Schweiz Monatsschr. Zahnmed.* 2012. V. 122. P. 1016–1022.
4. *Ezoddini-Ardakani F., Mirzaei M., Nayer S. et al.* Evaluation of positive predictive value for digital panoramic radiography in comparison to ultrasound in the diagnosis of calcified carotid atheroma // *Health.* 2014. V. 6. P. 1933–1940.
5. *Garay I., Netto Henrique D., Olate S.* Soft tissue calcified in mandibular angle area observed by means of panoramic radiography // *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2014. V. 7 (1). P. 51–56.
6. *Hayashi T., Matsumoto T., Sawagashira T. et al.* A new screening pathway for identifying asymptomatic patients using dental panoramic radiographs // *Proceedings of SPIE.* 2012. V. 8315. P. 2K-1–2K-7.
7. *Khambete N., Kumar R., Risbud M., Joshi A.* Reliability of digital panoramic radiographs in detecting calcified carotid artery atherosclerotic plaques: A clinical study // *Ind. J. of Dental Research.* 2014. V. 25. P. 36–40.
8. *Lee J.-S., Kim O.-S., Chung H.-J. et al.* The prevalence and correlation of carotid artery calcification on panoramic radiographs and peripheral arterial disease in a population from the Republic of Korea: the Dong-gu study // *Dentomaxillofacial Radiol.* 2013. V. 42. P. 1–6.
9. Ministry of Healthcare, Labour and Welfare. Demographic statistics in 2012 (2014). URL: www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei12/index.html.
10. *Muramatsu C., Takahashi R., Hara T. et al.* Toward early diagnosis of arteriosclerotic diseases: collaborative detection of carotid artery calcifications by computer and dentists on dental panoramic radiographs // *Proceedings of SPIE.* 2014. V. 9035. P. 21-1–21-6.
11. *Murphy S.L., Xu J., Kochanek K.D.* Deaths: Final data for 2010 // *National Statistics Reports.* 2013. V. 61 (4). P. 1–167.
12. *Yoon S.-J., Shim S.-K., Lee J.-S. et al.* Interobserver agreement on the diagnosis of carotid artery calcifications on panoramic radiographs // *Imaging Science in Dentistry.* 2014. V. 44. P. 137–141.

Сведения об авторах

Лежнев Дмитрий Анатольевич, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.
Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.
Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: lezhnev@mail.ru

Lezhnev Dmitry Anatol'evich, M. D. Med., Head of Department of Radiology, Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov.
Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: lezhnev@mail.ru

Стулин Игорь Дмитриевич, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой нервных болезней ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.
Адрес: 107014, г. Москва, ул. Стромынка, д. 7, к. 6.
Тел.: +7 (499) 713-03-01. Электронная почта: stu-clinic@mail.ru

Stulin Igor Dmitrievich, M. D. Med., Head of Department of Nervous Diseases, Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov.
Address: 7, bld. 6, ul. Strominka, Moscow, 107014, Russia.
Phone number: +7 (499) 713-03-01. E-mail: stu-clinic@mail.ru

Садиков Павел Владимирович, старший научный сотрудник Научно-практического центра медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы.
Адрес: 109029, г. Москва, ул. Средняя Калитниковская, д. 28, стр. 1.
Тел.: +7 (495) 678-54-95. Электронная почта: prcmr@zdrav.mos.ru

Sadikov Pavel Vladimirovich, Senior Researcher of Scientific and Practical Center of Medical Radiology, Healthcare Department of Moscow.
Address: 28, bld. 1, ul. Srednyaya Kalitnikovskaya, Moscow, 109029, Russia.
Phone number: +7 (495) 678-54-95. E-mail: prcmr@zdrav.mos.ru

Васильев Александр Юрьевич, доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет» Минздрава России.
Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.
Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: auv62@mail.ru

Vasil'ev Aleksandr Yur'evich, M. D. Med., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of Department of Radiology, Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov.
Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: auv62@mail.ru

Стародубцева Мария Сергеевна, ординатор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.
Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.
Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: starodubtseva2@gmail.com

Starodubtseva Maria Sergeevna, Resident of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.
Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: starodubtseva2@gmail.com

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.