

Критерии оценки характеристик рентгеновских снимков

В. М. Семенов¹, И. Г. Кузьминых²

ГОУ ДПО Пензенский институт усовершенствования врачей Росздрав, кафедра лучевой диагностики

Evaluating characteristics criteria of roentgenological images

V. M. Semenov, I. G. Kuzminih

Реферат

Практически не встречаются работы, ставящие своей задачей повысить информативность традиционных рентгенограмм и томограмм за счет улучшения качества снимков.

Нами была разработана система последовательной оценки потребительских свойств визуальной информации рентгеновского изображения из шести шагов: оценка выполнения стандартов фотолабораторного процесса, анализ оптической плотности почернения снимка, оценка контрастности рентгеновского снимка, анализ структурной проработки снимка, оценка резкости деталей изображения.

Мы рассматривали критерии правильности укладки, наличие артефактов на снимке, правильность его маркировки.

Предметом анализа являлось качество рентгенограмм, лучевые параметры которых подбирались эмпирически.

Мы проанализировали с позиций оценки потребительских свойств 763 ортопанрентгенограммы.

Ключевые слова: качество рентгенограмм, ортопанрентгенограмма, микрофокусный панорамный дентальный рентгеновский аппарат.

Abstract

It is very rare to come across the studies related to improvement of quality of traditional X-Ray and CT scans images based on the technical qualities of the images.

Our group has developed the six step system of sequential estimation of qualities of the visual imaging results based on the following: compliance with the standard laboratory imaging process, blackening density analysis of the film, contrast quality of the image, structural analysis and analysis of the image sharpness.

We also compare criteria of correct positioning, artifacts and correct markings of the imaging studies.

The subject of our analysis was the quality of X-ray images, that met our criteria. We analyzed 763 orthopanroentgenological images from the standpoint of commercial qualities.

Keywords: quality of the roentgenogram, orthopanroentgenogram, microfocal panoramic dental roentgenography apparatus.

¹Семенов В. М. Заведующий кафедрой лучевой диагностики Пензенского института усовершенствования врачей. e-mail: normis@inbox.ru

²Кузьминых И. Г. Ассистент кафедры лучевой диагностики Пензенского института усовершенствования врачей. e-mail: irina.kuzminyh@mail.ru

Введение

Несмотря на то, что общепризнанной является неудовлетворенность качественными характеристиками рентгеновских изображений, система оценки часто носит эстетический характер («Снимок плохой» или «Что-то мне корень легкого не нравится» и т.д.). Информативность рентгеновского изображения и объем полезной диагностической информации значительно зависят от того, насколько совершенно изображение.

В. М. Семеновым [5] была разработана система последовательной оценки потребительских свойств визуальной информации рентгеновского изображения в ПЯТЬ ШАГОВ. При этом было выяснено, что если рентгеновское изображение соответствует потребительским характеристикам, то данные рентгенографии и компьютерной томографии на примере диагностики заболеваний придаточных полостей носа совпадали в 80 % случаев [7, 8, 9, 10].

Мы продолжили работу и расширили тактику оценки характеристик ортопанрентнограмм до шести шагов:

Первый шаг – оценка выполнения стандартов фотолабораторного процесса. По принятым правилам участки рентгеновского снимка, где не было препятствий для рентгеновских лучей, должны быть черного цвета. При невыполнении стандартов фотолабораторной обработки, оценка других параметров не производилась, так как высказать мнение о значении степени погрешности заданных лучевых параметров невозможно.

Второй шаг – анализ оптической плотности почернения снимка. Количественная характеристика оптической плотности выражается десятичными логарифмами. Визуально плотность почернения оценивалась как степень

выраженности градиентов черного цвета, преимущественно в области объекта исследования. Этот показатель имеет прямую зависимость от заданной экспозиции, и корректировка являлась нетрудным делом.

Третий шаг – оценка контрастности рентгеновского снимка. Контрастность снимка зависит, в основном, от другого параметра – напряжения на трубке. Эта зависимость обратная, то есть при больших значениях высокого напряжения контрастность снимка падала и отмечалось преобладание серых тонов. Для получения более контрастного изображения требовалось наоборот уменьшить значение KV, но, как правило, при этом во всех случаях требовалась и коррекция экспозиции.

Четвертый шаг – анализ структурной проработки снимка. При достаточной степени почернения и оптимальной контрастности была хорошо видна костная структура. Снимки с увеличением изображения позволили передать мелкие детали изображения, что имело большое значение в пародонтологии.

Пятый шаг – оценка резкости (четкости) деталей изображения. Большое значение для достижения этого параметра имеет размер фокусного пятна и состояние анода рентгеновской трубки. Приходилось преодолевать все виды нерезкости: динамическую, геометрическую, экранную. Причины, вызывающие динамическую нерезкость, были устранены. Для пациентов с выраженным рвотным рефлексом мы приобрели специальные местноанестезирующие препараты. Геометрическая нерезкость зависит от величины оптического фокуса, расстояния фокус – пленка и расстояния объект-пленка. При большом оптическом фокусе образуется не только

тень изображаемого объекта, но и полутени по контурам. Величина нерезкости контуров прямо пропорциональна величине оптического фокуса. Между величиной нерезкости и фокусным расстоянием имеется обратная зависимость, т.е. чем больше расстояние от трубки до пленки, тем выше критерий четкости. Зависимость резкости от расстояния объект – пленка прямая: чем ближе объект расположен к пленке, тем четче его изображение.

Однако микрофокусный способ съемки позволял получить резкие увеличенные рентгеновские изображения различных объектов [3, 4]. У микрофокусных рентгеновских аппаратов размер фокусного пятна менее 0,1 мм. Малое фокусное пятно источника излучения позволяло без потери резкости изображения уменьшить фокусное расстояние. Неподвижность и особенности строения анода также сыграли положительную роль. Расстояние между фокусным пятном трубки и кассетой, в зависимости от анатомических особенностей строения челюстей и толщины мягких тканей лицевого отдела головы, составляло 60-90 мм.

Шестой шаг – мы рассматривали критерии правильности укладки, наличие артефактов на снимке, правильность его маркировки.

При производстве снимка была очень важна правильная укладка пациента. Для этого необходимо выполнить ряд условий. Практическое использование «ПАРДУС-01» и наработка опыта выявили несколько сложностей исполнения рентгенографии. Исходя из него, мы предложили ряд усовершенствований техники панрентгенографии с тем, чтобы стали более очевидными достоинства установки, а врачи стоматологи не

имели претензий. Рационализаторское предложение №211 от 22.03.2002 «Метод устранения сагиттального параллакса при интраоральной панорамной рентгенографии на аппарате «ПАРДУС-01», рационализаторское предложение №208 от 22.03.2002 «Устройство для световой центрации при панорамной рентгенографии на аппарате «ПАРДУС-01» в сагиттальной проекции», рационализаторское предложение №210 от 22.03.2002 «Метод устранения горизонтального параллакса при интраоральной панорамной рентгенографии на аппарате «ПАРДУС-01», рационализаторское предложение №207 от 02.03.2002 «Устройство для световой центрации при панорамной рентгенографии на аппарате «ПАРДУС-01» в горизонтальной проекции», рационализаторское предложение №209 от 22.03.2002 «Градуировочная шкала для укладки больного при рентгенографии в боковой проекции на аппарате «ПАРДУС-01».

Предметом анализа являлось качество рентгенограмм, лучевые параметры которых подбирались эмпирически. Следует отметить, что выше приведены самые общие макрошаги. На самом деле, в каждом шаге есть еще множество деталей, но они подробно рассматриваются в педагогической работе на нашей кафедре и далеко выходят по объему за пределы статьи. Создан целый курс, который мы назвали «Базисные знания в рентгенологии».

Материалы и методы

Работа выполнена на кафедре лучевой диагностики Пензенского института усовершенствования врачей. Коллектив нашей кафедры выражает большую благодарность создателю микрофокусного панорамного рентгеновского аппа-

рата Николаю Николаевичу Потрахову, который принимал непосредственное участие в монтаже и установке аппарата, снабжал методическими пособиями и помогал в решении возникающих вопросов [3, 4].

Мы подтверждаем основные преимущества микрофокусной съемки.

Резкие снимки с увеличением изображения лучше передают мелкие детали изображения.

На оси между микрофокусным источником и приемником излучения качество снимка, резкость изображения будут достаточными при любом положении объекта. В случае исследования объектов большого размера или сложной формы на снимках одинаково резко получаются близко и далеко отстоящие от приемника изображения детали объекта. Микрофокусная рентгенография позволяет получать качественное изображение объектов, пространственное положение которых в ходе исследования может меняться.

Вследствие большого расстояния между объектом и приемником рентгеновского излучения, уменьшается интенсивность рассеянного рентгеновского излучения по сравнению с контактным способом рентгенографии. Соответственно уменьшается фактор накопления, и качество получаемых снимков улучшается: уменьшается вуаль, повышается контрастность рентгенограмм и распознаваемость отдельных деталей изображения.

Микрофокусный панорамный дентальный рентгеновский аппарат «ПАРДУС-01» отличается от других рентгенодиагностических комплексов:

высокой резкостью изображения по геометрическим причинам из-за микрофокуса;

низкой лучевой нагрузкой на пациентов, медицинский персонал и окружающую среду;

малыми габаритами и весом;

низким энергопотреблением;

невысокой стоимостью;

возможностью работы в неспециализированных условиях.

Панорамные рентгенограммы делались на микрофокусном панорамном дентальном рентгеновском аппарате «ПАРДУС-01». Преимущества рентгеновских исследований на специализированных аппаратах с микрофокусной трубкой важны для выявления мелких и малоконтрастных деталей изображения, что имеет первостепенное значение в стоматологии. По мнению Васильева А. Ю. [1, 2] в настоящее время в стоматологии ни один из зарубежных аналогов не может сравниться по разрешению с отечественными микрофокусными аппаратами класса «ПАРДУС».

Мы проанализировали с позиций оценки потребительских свойств 763 ортопанрентгенограммы.

Первая группа. 169 панорамных рентгенограмм выполнено на синечувствительной пленке Retina x-ray XBM, общего назначения. Использовались вольфрамат кальциевые экраны типа Renex W-2, средней чувствительности. Данное сочетание пары экран-пленка давали большую контрастность, недостаточную резкость и проработку деталей. Рентгенограммы проявляли с помощью проявочного автомата PROTEC M45, обычными химическими реактивами.

Вторая группа. 594 снимка сделаны на специализированной стоматологической зеленочувствительной пленке Ortho SP-G Plus фирмы AGFA, экран стоматологический CURIX ORTHO MEDIUM BACK. Сочетание зеленочувствительной

пленки и специализированного экрана позволило избавиться от выше перечисленных недостатков. Снимки проявляли с помощью специального проявочного автомата для стоматологической пленки Velorex Extra-X Mk IV; использовалась специальная химия: жидкий концентрат проявителя AGFA для автоматической обработки G139, жидкий концентрат закрепителя AGFA для автоматической обработки G334.

Результаты и обсуждение

Система анализа включала в себя указанные шесть шагов. В первую очередь ортопанрентгенограммы проходили тестирование на соответствие стандарту фотообработки. Из рассматриваемых рентгенограмм (все рентгенограммы обработаны в проявочном процессоре):

- 169 панорамных рентгенограмм проявляли с помощью проявочного автомата PROTEC M45, что составило 22 %. Из 169 рентгенограмм тест на правильность фотолабораторного процесса прошли 149 ортопанрентгенограмм, что составило 88 %.
- 594 снимка (78 % снимков) проявляли с помощью специального проявочного автомата для стоматологической пленки Velorex Extra-X Mk IV; использовалась специальная химия: жидкий концентрат проявителя AGFA для автоматической обработки G139, жидкий концентрат закрепителя AGFA для автоматической обработки G334. Все рентгенограммы выдержали тест фотолабораторной обработки. Эти данные отражены в таблице 1.

Сравнительный анализ качества рентгенограмм в зависимости от условий фотолабораторного процесса

Таблица 1.

	Проявочный автомат PROTEC M45	Специальный проявочный автомат Velorex Extra-X Mk IV
Кол-во выполненных снимков	169	594
Кол-во снимков, тест фотообработки положительный	149	594
Процент снимков с положительным тестом фотообработки	88	100

При этом из 763 рентгенограмм положительный тест имели 743 (97,4 %). Отмечено, что с высокой статистической достоверностью ($p < 0,001$ (критерий Стьюдента) и $p < 0,01$ (критерий Фишера) фотообработка в специализированном проявочном процессоре является наиболее стабильной [6]. Рентгенограм-

мы с отрицательным тестом фотообработки не подвергались дальнейшему анализу, так как ошибка на этом этапе резко снижала качество снимка независимо от условий его выполнения, а оценить правильность заданных лучевых параметров не представлялось возможным.

В следующие пять шагов мы оценивали степень почернения, контрастность, резкость, структурность снимка и правильность укладки пациента при выполнении исследования по трехбалльной системе (хорошо – 3 балла, удовлетворительно – 2 балла, неудовлетворительно – 1 балл). Таким образом, максимальная оценка составила 15 баллов, а минимальная – 5 баллов.

В первой группе были получены следующие данные:

29 рентгенограмм набрали 15 баллов, 32 рентгенограммы – 14 баллов, 77 рентгенограмм – 13 баллов, 26 рентгенограмм – 12 баллов, 3 рентгенограммы – 11 баллов.

Эти данные отображены на диаграмме 1 и в таблице 2.

Рентгенограммы выполнялись в прямой и боковой проекциях с различными техническими характеристиками. Средний балл первой группы составил $13,3 \pm 0,9$. В основном рентгенограммы набрали 13

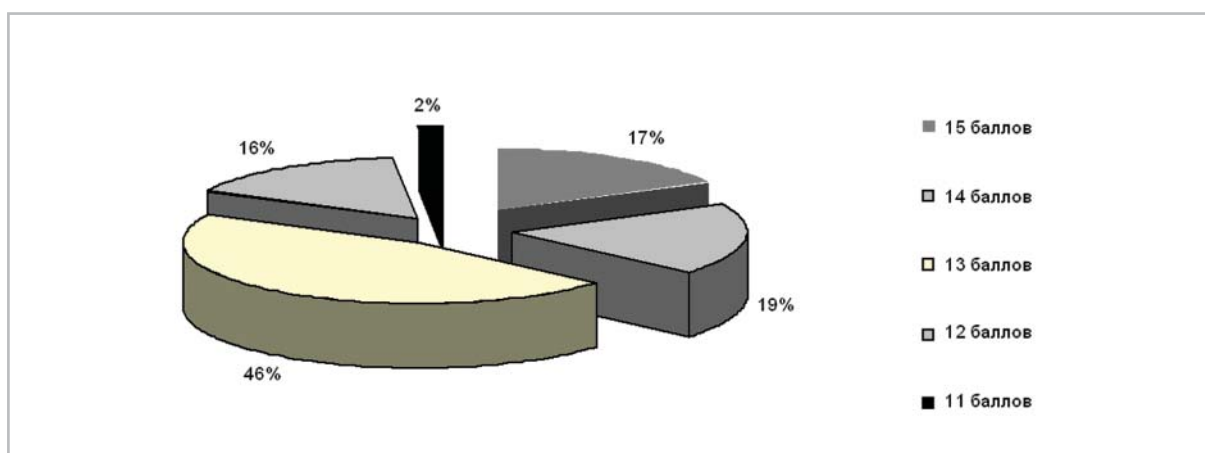


Диаграмма 1. Анализ рентгенограмм первой группы.

Распределение рентгенограмм первой группы в зависимости от качества изображения

Таблица 2.

Баллы	Прямая проекция		Боковая проекция	
	Абс.	%	Абс.	%
15	20	12	9	5,4
14	15	9	17	10
13	43	26	34	20,4
12	15	9	11	6,6
11	2	1	1	0,6
Всего	95	57	72	43

баллов (в прямой проекции 26 %, в боковой проекции – 20,4 %).

Качество снимков первой группы пациентов нас не всегда устраивало из-за анатомических особенностей строения челюстей. Верхняя челюсть состоит из тонких костных элементов, нижняя – из губчатой кости, более толстой по сравнению с верхней челюстью.

Если хорошо проработана костная структура верхней челюсти, нижняя челюсть часто оказывалась недоэкспонирована, и наоборот, если устраивало качество нижней челюсти – верхняя

была переэкспонирована. В результате большинство снимков оказалось переэкспонированными в области верхней челюсти.

Следствием была недостаточная проработка мелких деталей за счет экранирования и возникающая дополнительная нерезкость. Большой разброс режимов зависел от возраста пациента. Большой режим ставили молодым пациентам, меньший – пожилым.

При анализе ортопанрентгенограмм во второй группе получены следующие данные (диаграмма 2, таблица 3):

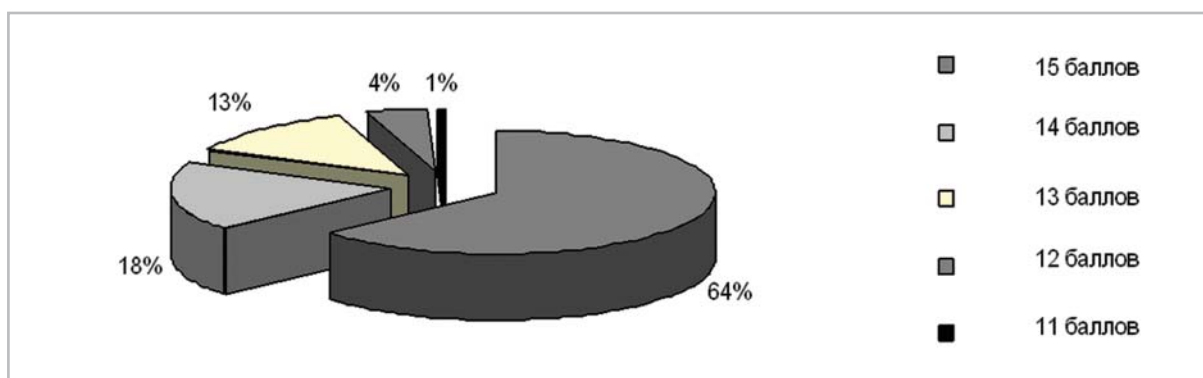


Диаграмма 2. Анализ рентгенограмм второй группы.

Распределение рентгенограмм второй группы в зависимости от качества изображения

Таблица 3.

Баллы	Прямая проекция		Боковая проекция	
	Абс.	%	Абс.	%
15	174	29,3	204	34,4
14	48	8	59	9,9
13	29	4,9	51	8,6
12	10	1,7	16	2,7
11	1	0,2	2	0,3
Всего	262	44,1	332	55,9

378 рентгенограмм набрали 15 баллов, 107 рентгенограммы – 14 баллов, 80 рентгенограмм – 13 баллов, 26 рентгенограмм – 12 баллов, 3 рентгенограммы – 11 баллов.

Средний балл второй группы составил $14,4 \pm 0,9$. Ортопанрентгенограммы набрали 15 баллов: в прямой проекции 29,3 %; в боковой проекции 34,4 %. При статистическом сравнении двух групп рентгенограммы второй группы превосходили по своим качественным характеристикам снимки первой группы с высокой степенью достоверности ($p < 0,001$ и $p < 0,01$).

Далее в зависимости от возраста анализировались эмпирические лучевые режимы рентгенограмм. В первой группе между возрастными группами статис-

тически достоверны различия ($p < 0,01$) и рекомендованы режимы для обследования. В возрасте 11-20 лет основная группа пациентов обследовалась 50 kV - 0,3 с.; пациентам 21-30 лет рекомендованы режимы 55 kV - 0,3 с и 55 kV - 0,4 с.; в возрасте 31-40 лет (основная масса больных) 14 человек обследовались с режимом 55.kV - 0,3 с и 10 человек – 55.kV - 0,4 с.; больные в возрастной группе 41-50 лет обследовались с режимом 50.kV - 0,4 с.; пациенты возрастной группы 51-60 лет осматривались с помощью лучевых параметров 50.kV 0,3 с; старше 60 лет использовался в основном режим 50 kV – 0,2 с (таблица 4).

Во второй группе статистически достоверны различия ($p < 0,01$), но использование зеленочувствительной пленки

Виды режимов работы на аппарате «ПАРДУС–01»

Таблица 4.

	Проявочный автомат PROTEC M45	Специальный проявочный автомат Velorex Extra-X Mk IV
1. Пленка	Синечувствительная пленка общего назначения	Специализированная стоматологическая зеленочувствительная пленка
2. Экраны	Средней чувствительности, общего назначения	Специализированный стоматологический
3. Проявочный автомат	Общего назначения	Специальный проявочный автомат для стоматологической пленки
4. Химия	Обычная	Специальная: жидкий концентрат проявителя для автоматической обработки, жидкий концентрат закрепителя для автоматической обработки
5. Лучевые параметры	в 11-20 лет 50 kV - 0,3 с; в 21-40 лет 55 kV – 0,3 с и 55 kV -- 0,4 с; в 41-50 лет 50 kV - 0,4 с; в 51-60 лет 50 kV -- 0,3 с; старше 60 лет 50 kV -- 0,2 с	55 kV - 0,3 с и 55 kV - 0,2 с во всех возрастных группах

со специальными реактивами позволило использовать лучевые параметры 55 kV - 0,3 с и 55 kV - 0,2 с во всех возрастных группах.

Таким образом, чтобы получились качественные рентгенограммы, в практической работе на аппарате «Пардус-01» можно рекомендовать два подхода (см. таблицу 4).

Выводы

1. Оценка рентгеновского изображения в шесть шагов позволяет дисциплинировать мышление и находить пути решения в каждом конкретном случае. Практическое применение доступно в любом рентгеновском кабинете.
2. Можно резко сократить диапазон задаваемых лучевых параметров при улучшении и стабильности потребительских свойств изображения при использовании в рентгеностоматологии:
 - зеленочувствительной стоматологической пленки;
 - специализированных усиливающих экранов;
 - фотообработки в специальном проявочном автомате для стоматологической пленки с использованием специальных жидких концентратов проявителя и закрепителя.

В этом случае индивидуальное мастерство становится менее значимым, чем технологическое исполнение.
3. Работа в стоматологии подтвердила универсальность методических приемов для оценки характеристик рентгеновского изображения и значимость осведомленности в базисных знаниях.

Литература

1. Васильев А. Ю. Лучевая диагностика в стоматологии: проблемы, решения, перспективы. //Материалы Всероссийского конгресса лучевых диагностов. М., 2007. 73-74 с.
2. Васильев А. Ю., Буланова И. М., Смирнова В. А. и др. Современные тенденции развития микрофокусной рентгенографии в клинической практике. // Материалы Всероссийского конгресса лучевых диагностов. М., 2007. 75-76 с.
3. Потрахов Н. Н., Карлова Н. А., Жорина О. М., Ключников И. В., Зорин Я. П. Интраоральная панорамная рентгенография. Методическое пособие. Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический университет (ЛЭТИ) ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед». Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования СПбГМА им. И. И. Мечникова. Санкт-Петербург, 2001, 45 с.
4. Потрахов Н. Н. Микрофокусная рентгенография в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. СПб.: ООО «Техномедиа»// Изд-во «Элмор», 2007. 181 с.
5. Семенов В. М., Шмырева М. С. Тактика рентгенологического исследования в пять шагов. //Материалы юбилейной IX научно-практической конференции Пенза, 2002 т.1., с. 478-480.
6. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. СПб.: Речь, 2006. 350 с., ил. ISBN 5-9268-0010-2
7. Паслер Ф. А. Рентгенодиагностика в практике стоматолога. Пер. с нем., Под общ. ред. Н. А. Рабухиной. – М.: МЕД-пресс-информ, 2007. – 352 с.: ил.

8. Akesson L., Rohlin M., Hakansson J.: Marginal bone in periodontal disease: an evaluation of image quality in panoramic and intra-oral radiography. // Dentomaxillofac Radiol. 1989; 18: 105.
9. Valachovic R. W., Douglass C. W., Reiskin A. B., Channcey H. H., McNeil B.J.: The use of panoramic radiography in the evaluation of asymptomatic adult dental patients. // Oral Surg. Oral Med. Pathol. 1986; 61: 289.
10. Paatero Y. V.: Orthoradial jaw pantomography. // Ann. Med. Int. Feun (Suppl. 28) 1958; 48: 222, 227.

**Обращаем внимание на новые книги, представляющие интерес
для широкого круга читателей**

Бойцова Т. М. Научные основы технологии сбалансированного питания: монография / Бойцова Т. М., Прокопец Ж. Г., Журавлева С. В. / Находка: Институт технологий и бизнеса, 2008, — 75 с.

Кармель А. Меню для малыша: более 200 быстрых, легких и здоровых рецептов: [пер. с англ.] / Анабель Кармель/ — М.: РИПОЛ классик, 2009. 192 с.

Легкий способ бросить курить для женщин [авт.-сост. Орлова А.]. — М.: Хораст, 2009. — 191 с.