

ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПОМЕТРИЧЕСКОГО ЭТАПА ПЛАНИРОВАНИЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ НОВООБРАЗОВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук (на правах рукописи).

Автор: Чернова Оксана Николаевна

Научный руководитель:

член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук,
профессор Важенин Андрей Владимирович

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор Матякин Григорий Григорьевич
доктор медицинских наук Хмелевский Евгений Витальевич

Ведущее учреждение – Государственное учреждение «Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина РАМН», г. Москва

Специальность:

14.00.19 - лучевая диагностика, лучевая терапия

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Челябинская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» (ректор – член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор И.И. Долгушин)

Защита диссертации состоялась «_»_____ 2006г. в «___» часов на заседании диссертационного совета Д 208.081.01 при ФГУ «Российский научный центр рентгенодиагностики Росздрава» (117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, дом 86).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУ «Российский научный центр рентгенодиагностики Росздрава».

Ученый секретарь диссертационного совета - к.м.н. Политова Е.М.

Резюме

Автор исследовал, как удобство расположения головы влияет на ее отклонения во время облучения у 249 пациентов с опухолями головного мозга. Предложены реперные точки и несколько плоскостей для топометрии с помощью КТ и рентгеновской симуляции. Эффективность предложенных методов доказана в экспериментах со специально разработанным фантомом.

Chernova O.N.

Topometry optimization for radiation therapy planning in brain tumors.

Short summary of dissertation for the title of Candidate of Medical Sciences

The author investigated how the comfort of head influenced its deviations during irradiation in 249 patients with brain tumors. The author proposed reference points and several plains for CT and X-ray topometry. The effectiveness of the proposed methods has been proven by experiments with the specially designed phantom.

Оглавление

Общая характеристика работы

- **Актуальность проблемы**
- **Цель исследования**
- **Задачи исследования**
- **Научная новизна исследования**
- **Практическая значимость работы**
- **Внедрение результатов исследования**
- **Апробация результатов работы и публикации**
- **Объем и структура диссертации**

Содержание работы

- **Материалы и методы исследования**
- **Результаты собственных исследований и их обсуждение**
- **Выводы**
- **Практические рекомендации**

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Список литературы

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Проблема топографии новообразований головного мозга представляется наиболее сложным разделом радиационной нейроонкологии. Трудности, возникающие при изучении головы и головного мозга в том числе, как объекта топографического исследования, связаны, во-первых, с неустойчивым ее положением на плоскости из-за шаровидной формы (Сперанский В.С., Зайченко А.И., 1980), во-вторых, с возможностью разнообразных движений в области шейно-затылочного перехода (Синельников Р.Д., 1989; Привес М.Г., 2002), в-третьих, с рентгеногегативностью подавляющего большинства опухолей головного мозга (Линденбратен Л.Д., Королук И.П., 1993; Никифоров Б.М., 2003; Важенин А.В., Ростовцев М.В., 2004), в-четвертых, со сложным рельефом поверхности головы (Бальтер С.А., 1986) и, в-пятых, со средоточением в ней жизненно важных анатомических образований (Бадмаев К.Н., Смирнов Р.В., 1982).

Подходы к топографии новообразований указанной области не определены, поскольку работы, посвященные оценке эффективности того или иного способа

топометрии, практически отсутствуют. В имеющихся единичных публикациях по данной проблеме, в основном, заостряется внимание на принципах топометрии и материально-техническом обеспечении методик. Вопросы же, посвященные укладке пациентов, а именно ее комфортности и воспроизводимости, идентичности пространственных координатных систем головного мозга на последовательных и разрозненных по времени этапах лучевого лечения, методикам и точности переноса полей облучения на кожу пациента недостаточно освещены.

Отсутствует и согласованная позиция в плане использования специальных устройств, иммобилизирующих голову, и единого рекомендованного способа ее фиксации пока не отработано. Широкое применение таких устройств в клиниках ограничено из-за высокой стоимости (Практ. рук-во ВОЗ, пер-д Щербенко О.И., 2000). Недостатком относительно недорогих устройств является невозможность индивидуального приспособления и нестойкая иммобилизация (Гальперин Э.К. с соавт., 1999). Имеющиеся же отечественные комплексы оборудования для иммобилизации пациентов требуют существенной доработки, в том числе в плане повышения комфортности и жесткости фиксации (Костылев В.А. с соавт., 2005). Кроме того, по сообщению С.L. Hanna. et al., (1999), ошибки в позиционировании поля при облучении области головы и шеи даже с использованием стандартных фиксирующих приспособлений составляют в среднем от 4 до 7 мм.

Все это приводит к тому, что более 27 % укладок осуществляется с теми или иными ошибками (Бадмаев К.Н., Смирнов Р.В., 1982), а ошибки центрации пучка излучения в области головы и шеи достигают $57 \pm 2,7$ % случаев (Мамежанов К.Ш., Жолкивер К.И., 1979), то есть в более чем половине случаев фактически поглощенные дозы в патологическом очаге и критических органах изменены по сравнению с расчетными.

Все вышесказанное позволило нам считать данную проблему актуальной, признать целесообразность ее изучения и послужило основанием для настоящего исследования.

[Перейти в оглавление работы >>>>](#)

Цель исследования

Целью настоящей работы является оптимизация топометрического этапа планирования лучевой терапии новообразований головного мозга

[Перейти в оглавление работы >>>>](#)

Задачи исследования:

1. Изучить влияние вынужденной или комфортной укладки головы на количество ее смещений у пациентов с опухолью головного мозга и пациентов с новообразованиями внемозговой локализации.

2. Выяснить, какие движения в области шейно-затылочного перехода встречаются в группах чаще всего, и установить, как влияет самостоятельно выбранный пациентом объем наиболее часто встречающихся движений на количество и виды смещений головы.

3. На основе выявленных закономерностей обосновать и разработать способ топометрии новообразований головного мозга, отвечающий современным требованиям, а именно комфортности, точности, индивидуальности, воспроизводимости, минимальной обременительности для больного и персонала.

4. Провести анализ эффективности разработанного способа по результатам модельного экспериментального исследования.

5. Разработать способ точного наружного моделирования входных полей облучения и провести оценку эффективности способа по результатам модельного эксперимента.

[Перейти в оглавление работы >>>>](#)

Научная новизна исследования

Впервые изучено влияние комфортности исходного положения головы пациента на частоту и направление ее смещения у больных с опухолями головного мозга и у пациентов с новообразованиями внемозговой локализации. На основании полученных данных и с учетом основных принципов топометрического планирования разработан и предложен новый, эффективный способ предлучевой топометрии образований головы, позволяющий легко воспроизводить укладку пациента при нахождении его в комфортном положении. Новизна исследования подтверждена патентом РФ на изобретение № 2228139 от 10.05.2004г. и удостоверениями на рационализаторские предложения № 185 и № 186, принятыми Челябинской государственной медицинской академией 26.03.2002 г.

Разработанный способ моделирования топометрических параметров клинического облучения головного мозга позволяет определять накожные проекции входных полей облучения автоматически с достаточной точностью, несмотря на невозможность визуализации патологического очага традиционным рентгенологическим методом. Новизна подтверждена удостоверениями на рационализаторские предложения № 231 и № 241, принятыми Челябинской государственной медицинской академией 12.10.2005 г. и 09.02.2006 г. соответственно.

На сконструированное нами устройство для оценки эффективности разработанных способов топометрии – топометрический фантом – получена приоритетная справка на полезную модель №2006107958 от 13.03.2006 г.

[Перейти в оглавление работы >>>>](#)

Практическая значимость работы

Использование в клинике разработанных способов предлучевой топометрии образований головы и моделирования топометрических параметров клинического облучения головного мозга позволяет добиться ряда положительных эффектов, а именно: воспроизводимости укладки пациентов во время выполнения топометрии и каждого сеанса лучевой терапии; комфортного положения головы пациента; упрощения процедуры топометрии для медперсонала; однозначного пространственного определения любого образования области головы, так как расчет геометрических параметров полей облучения, моделирование входных полей облучения на коже головы пациента осуществляется строго в одной и той же трехмерной системе координат, индивидуальной для каждого больного; исключения ошибок при поиске кожных проекций зоны облучения вручную благодаря его автоматизации.

[Перейти в оглавление работы >>>>](#)

Внедрение результатов исследования

Разработанные способы предлучевой топометрии образований головы и моделирования топометрических параметров клинического облучения головного мозга используются в практической работе Челябинского областного онкологического диспансера, Областного онкологического диспансера №2 в г. Магнитогорске, Областного

онкологического диспансера №3 в г. Копейске. Результаты научного исследования используются в педагогической деятельности на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии ГОУ ВПО «Челябинская государственная медицинская академия Росздрава» и кафедре онкологии и радиологии ГОУ ДПО «Уральская государственная медицинская академия дополнительного образования Росздрава».

[Перейти в оглавление работы >>>](#)

Апробация результатов работы и публикации

Основные положения работы докладывались и обсуждались на заседаниях Челябинской областной ассоциации лучевых диагностов и лучевых терапевтов (апрель 2002 г., ноябрь 2003 г.), совместном заседании кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Челябинской государственной медицинской академии и кафедры онкологии и радиологии Уральской государственной академии дополнительного образования (январь 2003 г.), на конференции молодых онкологов Уральского федерального округа (март, 2003 г.), на заседании Челябинской областной ассоциации лучевых диагностов и лучевых терапевтов (апрель 2004 г.), на Всъезде онкологов СНГ в г. Минске республики Беларусь (май 2004 г.), на областном конкурсе «Инновация-2004», учрежденном Министерством экономики Челябинской области и Южно-Уральской торгово-промышленной палатой (ноябрь 2004 г.), на XVIII конференции онкологов в г. Екатеринбурге, посвященной 75-летию онкологической службы Свердловской области (май 2005 г.).

По материалам диссертации опубликовано: 1 глава в монографии, 1 статья в научном журнале, 13 статей в сборниках и материалах научно-практических конференций, получен 1 патент на изобретение, 1 приоритетная справка на полезную модель, 4 удостоверения на рационализаторские предложения.

[Перейти в оглавление работы >>>](#)

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 153 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы; содержит 20 таблиц, 36 рисунков, 1 диаграмму. Список литературы включает 182 источников, из них 143 отечественных и 39 зарубежных авторов.

[Перейти в оглавление работы >>>](#)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Для решения задач, связанных с условиями воспроизводимости укладки, мы провели проспективное исследование, в котором участвовали четыре группы пациентов количеством 249 человек (табл. 1), общее состояние которых оценивалось по шкале Д.Карновского и составляло не менее 60 % активности.

Таблица 1. Количество обследованных больных при различных топометрических исследованиях

№ группы	Положение головы	Локализация опухоли	Аппарат для топометрии, система контроля укладки	Число наблюдений	
				абс.	отн., %
1	вынужденное	головной мозг	компьютерный томограф, световой центратор	56	22,49
2	комфортное	головной мозг	компьютерный томограф, световой центратор	71	28,51
3	вынужденное	вне головного мозга	симулятор, лазерный центратор	64	25,71
4	комфортное	вне головного мозга	симулятор, лазерный центратор	58	23,29
Всего				249	100,0

По полу и возрасту сравниваемые группы были сопоставимы. Пациентам 1-ой и 2-ой групп (56 и 71 человек соответственно), страдающим опухолями головного мозга, с целью получения топометрических данных выполняли рентгеновскую компьютерную томографию на аппарате TOMOSCAN SR 5000 (Philips) в пошаговом режиме (шаг 5 мм). Укладку пациентов в 1-ой группе осуществляли по известным из специальной литературы (Коновалов А.Н., Корниенко В.Н., 1985; Верещагин Н.В. с соавт., 1986; Ишмухаметов А.И. с соавт., 1991; Яковец В.В., 2002) орбито-меатальной и срединной сагиттальной плоскостям головы. Для этого подбородок пациента приводили к груди под строго определенным для каждого больного углом, что приводило к вынужденному, а следовательно, как мы предположили, некомфортному положению головы. Пациентов 2-ой группы просили произвольно определить такой угол приведения головы к груди, то есть объем ее сгибания-разгибания, который обеспечивал бы максимально комфортные ощущения.

Пациентам 3-ей и 4-ой групп (64 и 58 человек соответственно), страдающим единственной опухолью внемозговой локализации, разметку выполняли на симуляторе. Голову пациентов 3-ей группы укладывали в аналогичное положение, как в 1-ой группе, то есть вынужденное для них. Пациентов 4-ой группы просили выбрать произвольный объем сгибания-разгибания головы, как и пациентов 2 группы, обеспечивающий максимально комфортное ее положение.

Всех больных просили, по-возможности, не изменять положение головы на протяжении исследования в течение 7 минут.

Изначальное положение тела пациентов во всех группах было идентичным: лежа на спине, руки вытянуты вдоль тела, при этом продольная ось тела совпадала с продольной осью рабочего стола.

Группы сравнивали между собой попарно по количеству и видам смещений головы:

–1-ой и 2-ой группы: вынужденные укладки пациентов 1-ой группы с комфортными укладками пациентов 2-ой группы (все пациенты – с опухолью головного мозга);

–3-ей и 4-ой группы: вынужденные укладки пациентов 3-ей группы с комфортными укладками пациентов 4-ой группы (все пациенты – с опухолью, локализованной вне головного мозга);

–1-ой и 3-ей группы: вынужденные укладки с вынужденными у пациентов 1-ой и 3-ей групп (все пациенты – с опухолью головного мозга или внемозговой);

–2-ой и 4-ой группы: комфортные укладки с комфортными у пациентов 2-ой и 4-ой групп (с опухолью головного мозга или внечерепной).

По истечению определенного времени производили контроль положения головы по заранее условленным и в части своей нанесенным на кожу контрольным точкам и линиям, отличающимся у пациентов 1-ой и 3-ей групп с вынужденной укладкой (рис.1) от таковых у пациентов 2-ой и 4-ой групп (рис.2) в комфортном положении.

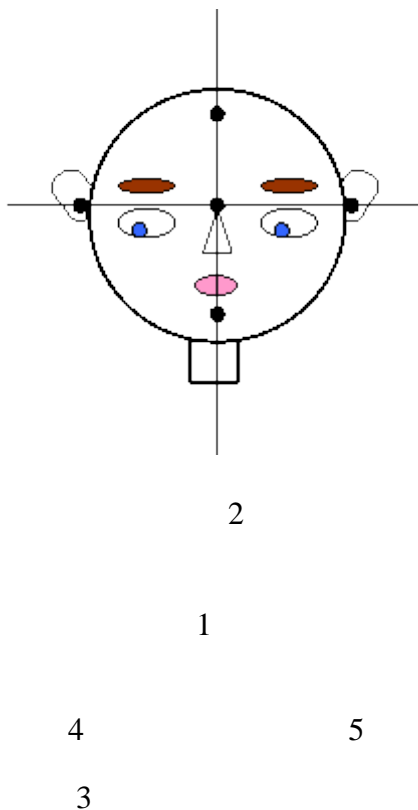


Рисунок 1. Контрольные точки у пациентов 1-ой и 3-ей групп (точка 1 – на пересечении линии симметрии лица и горизонтальной линии, проходящей через точки 4 и 5, точка 2– близ линии роста волос, точка 3 – на подбородке, точки 4 и 5 – по верхним краям наружных слуховых проходов,)

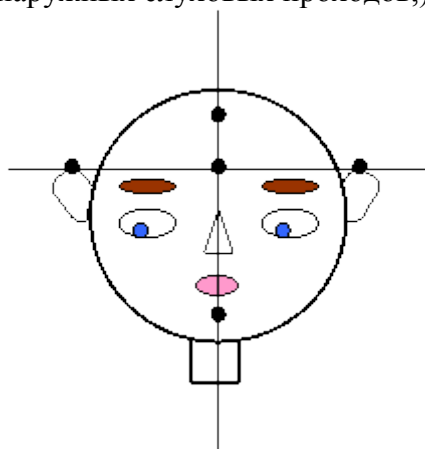


Рисунок 2. Контрольные точки у пациентов 2-ой и 4-ой групп (точка 1 – на пересечении линии симметрии лица и горизонтальной линии, проходящей через точки 4 и 5, точка 2– близ линии роста волос, точка 3 – на подбородке, точки 4 и 5 – по верхним краям ушных раковин)

С помощью светового или лазерного визиров фиксировали следующие виды движений в зависимости от того, вокруг одной или нескольких осей происходило смещение головы:

- смещение вокруг фронтальной оси (сгибание-разгибание);
- смещение вокруг вертикальной оси (повороты влево-вправо);
- смещение вокруг сагиттальной оси (отведение-приведение);
- смещение вокруг нескольких осей одновременно (комбинация движений).

Для оценки эффективности разработанных способов топографии с учетом антропометрических и собственных данных нами был сконструирован топографический фантом, имитирующий голову и опухоль головного мозга. Внутри полого шара наружным диаметром 190 мм и толщиной стенок от 3 до 5 мм, поместили рентгеноконтрастный неполый шар наружным диаметром 40 мм, имитирующий опухоль мозга. Фантом, размещаясь на подставке, касался плоскости рабочего стола симулятора или компьютерного томографа. Через центральную ось шара меньшего диаметра провели и надежно фиксировали градуированную 1-миллиметровыми делениями деревянную спицу толщиной 2 мм и длиной 400 мм. Спица проходила и через центральную ось большого полого шара и свободно перемещалась внутри него. Положение малого шара, имитирующего опухоль, контролировали по шкале на видимых отрезках спицы.

На фантом с помощью системы лазерных центраторов рентгеновского симулятора наносили ряд линий и точек:

- линию симметрии фантома;
- две точки, имитирующие верхние края ушных раковин;
- горизонтальную линию (имитировала пересечение горизонтальной плоскости начала отсчета и кожи головы) – через точки, имитирующие верхние края ушных раковин;
- точку на перекрестии линии симметрии фантома и горизонтальной линий;
- произвольно одну из одинаковых гемисфер, разделенных этой линией, считали краниальной, другую – каудальной.

[Перейти в оглавление работы >>>>](#)

У пациентов 1-ой и 3-ей групп, находящихся в вынужденном положении, для оценки степени комфортности укладки мы провели опрос их субъективных ощущений и выявили, что большинство из них – 80,83 % – находили свое положение некомфортным, а 12,50% затруднялись его оценить, что в сумме составило 93,33 %. Данные представлены в табл. 2. Различия по подгруппам А и Б в оценке комфортности положения в зависимости от укладки статистически значимы ($p < 0,05$).

Таблица 2. Распределение больных 1-ой и 3-ей групп при вынужденной укладке головы по субъективным ощущениям комфортности положения

Пациенты в вынужденном положении головы (120 чел.)	Комфортные ощущения (А)		Дискомфортные ощущения (Б)		Оценка ощущений затруднена (В)	
	абсол.	отн., в %	абсол.	отн., в %	абсол.	отн., в %
1 группа (n1 = 56)	3	5,36	47	83,93	6	10,71
3 группа (n3 = 64)	5	7,81	50	78,12	9	14,06
Всего:	8	6,67	97	80,83	15	12,5

Изменения положения головы пациентов 1-ой и 2-ой групп с опухолью головного мозга в зависимости от изначально выбранного положения представлены в таблице 3.

Таблица 3. Изменения положения головы пациентов 1-ой и 2-ой групп с опухолью головного мозга

Положение головы через заданное время	Количество наблюдений				Значение Р
	абсолютное		относительное, в %		
	вынужденная укладка (n1 = 56)	комфортная укладка (n2 = 71)	вынужденная укладка – группа 1	комфортная укладка – группа 2	
Не изменилось	15	49	26,79	69,01	<0,001*
Изменилось	41	22	73,21	30,99	<0,001*
– сгибание-разгибание	14	3	34,15	13,64	0,012*
– осевое вращение	9	6	21,95	27,27	0,635
–отведение-приведение	5	4	12,19	18,18	0,497
–комбинация движений	13	9	31,71	40,91	0,378

* различия статистически значимы

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что во 2-ой группе пациентов с комфортной укладкой при сравнении с 1-ой группой с вынужденной укладкой отмечалось значительно больше наблюдений – 69,01 % против 26,79 % соответственно, когда положение головы не изменялось, а количество наблюдений, при которых положение головы изменялось, значительно меньше – 30,99 % против 73,21 % соответственно (различия статистически значимы, $p < 0,05$).

Движения головы в каждой из групп распределялись по-разному: в 1-ой группе преобладали сгибательно-разгибательные (34,15%) и комбинированные (31,71 %) движения, а во 2 группе – смешанные движения (40,91 %) и осевые вращения головой (27,27%).

При сравнении движений между группами оказалось, что у пациентов с самостоятельно определенным объемом сгибания-разгибания головы изменения положения головы за счет именно этих движений встречались в 2,51 раза реже ($p < 0,05$). По всем другим видам движений головы наблюдалось их пропорциональное увеличение, связанное, по-видимому, с идентичностью укладок по всем другим плоскостям.

Изменения положения головы пациентов 3-ей и 4-ой групп, отражены в таблице 4.

Таблица 4. Изменения положения головы пациентов 3-ей и 4-ой групп с опухолью, локализуемой вне головного мозга

Положение головы через заданное время	Количество наблюдений				Значение Р
	абсолютное		относительное, в %		
	вынужденная укладка (n3 = 64)	комфортная укладка (n4 = 58)	вынужденная укладка – группа 3	комфортная укладка – группа 4	
Не изменилось	22	40	34,38	68,97	<0,001*
Изменилось	42	18	65,62	31,03	<0,001*
– сгибание-разгибание	16	3	38,09	16,67	0,015*
– осевое вращение	7	5	16,67	27,78	0,207
–отведение-приведение	8	4	19,05	22,22	0,832
–комбинация движений	11	6	26,19	33,33	0,507

* различия статистически значимы

Данные таблицы свидетельствуют о том, что среди пациентов 4-ой группы в комфортной укладке при сравнении с группой с вынужденной укладкой (группа 3) было значительно больше наблюдений – в 2,01 раз, когда положение головы не изменилось – 68,97 % и 34,38 % соответственно ($p < 0,05$). Число наблюдений, при которых положение головы изменилось, оказалось в 2,13 раза меньше в группе с удобным положением головы – соответственно 31,03 % и 65,62 % ($p < 0,05$).

При этом в группе с вынужденной укладкой преобладали сгибательно-разгибательные (38,09 %) и смешанные (26,19 %) движения, а в группе с комфортной укладкой – осевые вращения головой (38,89 %) и смешанные (33,33 %).

При сравнении движений в различных группах оказалось, что у пациентов с самостоятельно определенным объемом сгибания-разгибания головы изменения ее

положения за счет сгибания-разгибания встречались в 2,28 раз реже ($p < 0,05$). По всем другим видам движений головы достоверных различий между группами не наблюдалось, вероятно, из-за совпадения ориентации укладок по всем другим плоскостям.

Изменения положения головы пациентов 1-ой и 3-ей групп в вынужденном положении с опухолью головного мозга и опухолью внемозговой локализации представлены в таблице 5.

Таблица 5. Изменения положения головы пациентов 1-ой и 3-ей групп в вынужденном положении в зависимости от локализации опухоли

Положение головы через заданное время	Количество наблюдений				Значение p
	абсолютное		относительное, в %		
	у пациентов с опухолью головного мозга (n1 = 56)	у пациентов с опухолью внемозговой локализации (n3 = 64)	у пациентов с опухолью головного мозга – группа 1	у пациентов с опухолью внемозговой локализации – группа 3	
Не изменилось	15	22	26,79	34,38	0,484
Изменилось	41	42	73,21	65,62	0,483
– сгибание-разгибание	14	16	34,15	38,09	0,797
– осевое вращение	9	7	21,95	16,67	0,616
–отведение-приведение	5	8	12,19	19,05	0,438
–комбинация движений	13	11	31,71	26,19	0,642

Анализ данных таблицы 5 показал, что в 1-ой группе количество наблюдений, при которых положение головы не изменилось, приближалось к значению таковых среди пациентов 3-ей группы – 26,79 % и 34,38 % соответственно, и различия эти статистически не значимы ($p > 0,05$), равно как и различия в количестве наблюдений по группам, при которых положение головы изменилось – 73,21 % и 65,62 % ($p > 0,05$).

Локализация опухоли, мозговая или внемозговая, в вынужденном положении пациентов 1-ой и 3-ей групп не оказывала достоверного влияния на количество смещений головы. Следовательно, вынужденное положение пациента само по себе, независимо от локализации опухоли, приводило к тому, что количество случаев, когда положение головы изменялось, в 1,91–2,73 раза преобладало над количеством наблюдений, когда положение головы оставалось неизменным.

При анализе движений внутри каждой из групп с вынужденной укладкой оказалось, что в обеих группах преобладали сгибательно-разгибательные – 34,15 % у пациентов 1-ой группы и 38,09 % у пациентов 3-ей группы, а также смешанные движения – 31,71 % и 26,19 % соответственно (различия статистически не значимы, $p > 0,05$). Часть из последних также была обусловлена сгибанием-разгибанием в шейно-затылочном переходе.

Данные, отражающие изменения положения головы пациентов 2-ой и 4-ой групп в комфортной укладке с опухолью мозговой и опухолью вне мозговой локализации отражены в таблице 6.

Таблица 6. Изменения положения головы пациентов 2-ой и 4-ой групп в комфортной укладке в зависимости от локализации опухоли

Положение головы через заданное время	Количество наблюдений				Значение р
	абсолютное		относительное, в %		
	у пациентов с опухолью головного мозга (n2 = 71)	у пациентов с опухолью вне мозговой локализации (n4 = 58)	у пациентов с опухолью головного мозга – группа 2	у пациентов с опухолью вне мозговой локализации – группа 4	
Не изменилось	49	40	69,01	68,97	0,848
Изменилось	22	18	30,99	31,03	0,848
– сгибание-разгибание	3	3	13,64	16,67	0,817
– осевое вращение	6	5	27,27	27,78	0,894
–отведение-приведение	4	4	18,18	22,22	0,727
–комбинация движений	9	6	40,91	33,33	0,481

При анализе данных оказалось, что пациенты обеих групп, находясь в комфортном положении, в большинстве случаев – 69,01 % и 68,97 % соответственно – не изменили положения головы, а в 30,99% и 31,03 % соответственно – изменили (различия в том и другом сравнении статистически не значимы, $p > 0,05$). Таким образом, комфортное положение пациента не зависимо от локализации опухоли приводило к тому, что количество наблюдений, когда положение головы оставалось стабильным, существенно преобладало над ситуациями, когда положение головы менялось: у пациентов обеих групп – в 2,2 раза.

Статистических различий по видам движений между 4-ой и 2-ой группами не наблюдалось (везде $p > 0,05$) и это связано с идентичностью укладок в обеих группах. Внутри каждой группы преобладали комбинированные движения (33,33 % и 40,91 %) и осевые вращения (27,78 % и 27,27 %) соответственно, а сгибания-разгибания составляли всего 13,64 % во 2-ой и 16,67 % в 4-ой группе.

С учетом всех полученных данных мы приступили к решению следующей задачи – разработке способа предлучевой топографии образований головы, в котором два разделенных по времени этапа – расчет топометрических данных и определение кожных проекций интракраниальных патологических очагов – были бы взаимосвязаны между собой единой пространственной системой координат.

Можно возразить, что ориентиры для координатной системы известны: диагностические компьютерно-томографические исследования области головы проводят с использованием орбито-меатальной плоскости (Коновалов А.Н., Корниенко В.Н., 1985;

Верещагин Н.В. с соавт., 1986; Ишмухаметов А.И. с соавт., 2001; Яковец В.В., 2002). Но при уточнении даже установленных, казалось бы, ориентиров, одни авторы указывают на наружный край орбиты, другие – на верхний ее край, третьи – на нижний. Кроме того, при планировании исследования, как правило, между орбито-меатальной плоскостью и плоскостью сканирующей системы гантри образуется угол (Ишмухаметов А.И., 2001) и гантри необходимо отклонить на величину этого угла до полного совмещения плоскостей, а сканирование для топометрических расчетов осуществляют исключительно в плоскостях, параллельных плоскости сканирующей системы гантри. Чтобы не отклонять сканирующую систему гантри вокруг фронтальной оси пациента, необходимо таким образом согнуть (реже – разогнуть) голову больного, чтобы орбито-меатальная плоскость головы совпала с плоскостью гантри. Вынужденное положение головы, как следует из нашего исследования, увеличивает количество ее смещений, а значит, приводит к различиям геометрического распределения дозы излучения во время лучевой терапии по сравнению с таковой при проведении топометрии, поэтому при разработке способа главными задачами были:

–найти такую плоскость для укладки головы пациента, чтобы гантри не приходилось отклонять от базового положения, но в то же время положение больного было комфортным;

–определить на голове пациента реперные точки, задающие систему координат для топометрической процедуры, при этом точки-ориентиры должны быть, во-первых, легко доступными для визуализации на коже пациента, сканограмме и компьютерных томограммах, во-вторых, не смещаемыми, в-третьих, легко контролируемые пациентами для сохранения.

В основу способа мы положили результаты выполненного исследования: комфортная укладка головы обеспечивала стабильность ее положения в большинстве наблюдений.

Сущность предложенного нами способа заключалась в том, что укладку осуществляли, предлагая больному самостоятельно определить объем сгибания-разгибания головы, максимально удобный для него. Точку на пересечении горизонтальной линии светового центратора, соединяющей верхние края ушных раковин, и вертикальной световой линии вдоль линии симметрии лица, маркировали, а в проекции этой точки устанавливали рентгеноконтрастную метку (рис.1).

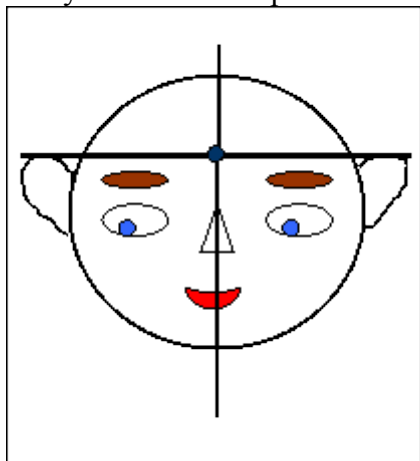
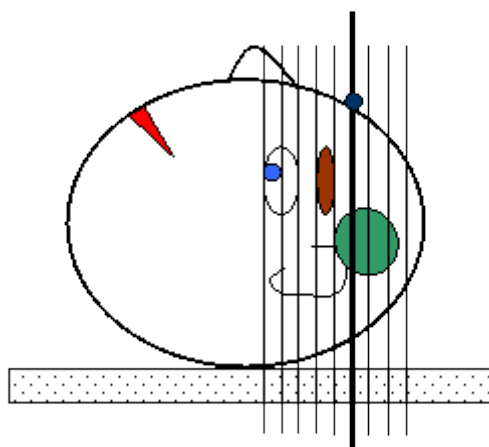


Рисунок 1. На пересечении линии, соединяющей верхние края ушных раковин, и линии симметрии лица установлена рентгеноконтрастная метка (РМ)

Плоскость, проходящую через рентгеноконтрастную метку и верхние края ушных раковин, условно назвали горизонтальной плоскостью начала отсчета, это явилось ключевым понятием предложенного способа. Таким образом, не голову укладывали по известной плоскости, а плоскость определяли после укладки головы.

Планирование компьютерно - томографического исследования осуществляли таким образом, чтобы один из сканов в обязательном порядке совпадал с горизонтальной плоскостью начала отсчета, а плоскости остальных сканов были параллельны последней (рис. 2).



ГПНО

Рисунок 2. Сканы, проходящие через головной мозг, параллельны горизонтальной плоскости начала отсчета (ГПНО)

По серии полученных компьютерных томограмм рассчитывали геометрические параметры зоны облучения по вертикальной, сагиттальной и фронтальной осям, фронтальные размеры головы на уровне передней, задней границ зоны облучения и ее центра. Те же самые ориентиры использовали для проецирования геометрических параметров «зоны интереса» на поверхность кожи больного, равно как и для укладки пациента перед каждым сеансом лучевого лечения.

Таким образом, укладку для топометрических расчетов, переноса радиационных полей на кожу больного, последующих лучевых процедур осуществляли строго в единой системе координат, индивидуальной для каждого пациента.

Предложенный способ предлучевой топометрии области головы в отличие от известных имел ряд отличительных признаков:

–самостоятельно выбранный объем сгибания-разгибания головы упрощал процесс укладки пациента для топометрии и сеансов лучевой терапии, приводил к комфортному положению головы при укладке, кроме того, отпадала необходимость отклонять на некоторый угол гантри;

–горизонтальная плоскость начала отсчета, определяющая трехмерную систему координат, проходила через три реперные точки, легко доступные для визуализации как на коже, на сканограмме и компьютерных томограммах, не смещаемые и легко контролируемые пациентами;

–расчет геометрических параметров полей облучения производили от горизонтальной плоскости начала отсчета по компьютерным томограммам, выполненным в указанной укладке пациента.

Далее следовал экспериментальный этап оценки точности проецирования входных полей облучения, выполненного вручную по данным, полученным разработанным способом.

В экспериментальном исследовании на фантоме исходили из того, что лучевое лечение проводится с боковых встречных полей облучения.

Измерения выполняли в 8 положениях малого шара, имитирующего «опухоль», относительно горизонтальной плоскости начала отсчета с интервалом в 10 мм, что предполагало различные локализации патологического процесса.

Для каждого из 8 положений «опухоли» выполняли компьютерно-томографическое исследование согласно предложенному способу с целью получения геометрических параметров облучаемой мишени в трех плоскостях. Использовали стандартный протокол как для компьютерной томографии супратенториальных отделов головного мозга с шагом стола и толщиной среза 5 мм.

Далее следовал этап оценки на аппарате симулятор. Расстояние «источник излучения – поверхность фантома» было постоянным и равнялось 75 см. В режиме рентгеноскопии границы светового поля облучения устанавливали строго по краям «опухоли» для каждого из 8 положений шара малого радиуса, имитирующего «опухоль», поле автоматически центрировали. Координаты центрального перекрестия, обозначающего центр светового поля облучения, автоматически определяли в двух плоскостях, они являлись в исследовании контрольными. Таким образом были найдены координаты 8 контрольных точек для каждого из 8 положений «опухоли».

Пять врачей-рентгенологов с опытом работы по специальности от 2 до 24 лет, заранее детально изучивших разработанный способ топометрии образований головы и конкретную методику постановки и проведения эксперимента, вручную пятикратно находили и маркировали проекцию центра входного бокового поля облучения на поверхность фантома для каждой из 8 локализаций «опухоли», ориентируясь при этом по разметочным линиям и реперным точкам, нанесенным на фантоме, и уже имеющимся топометрическим расчетам.

Далее автоматически определяли координаты центров входных полей, найденных вручную, совмещая центральное перекрестие светового аппаратного поля с последними в латеропозиции рентгеновской трубки аппарата. Таким образом были установлены

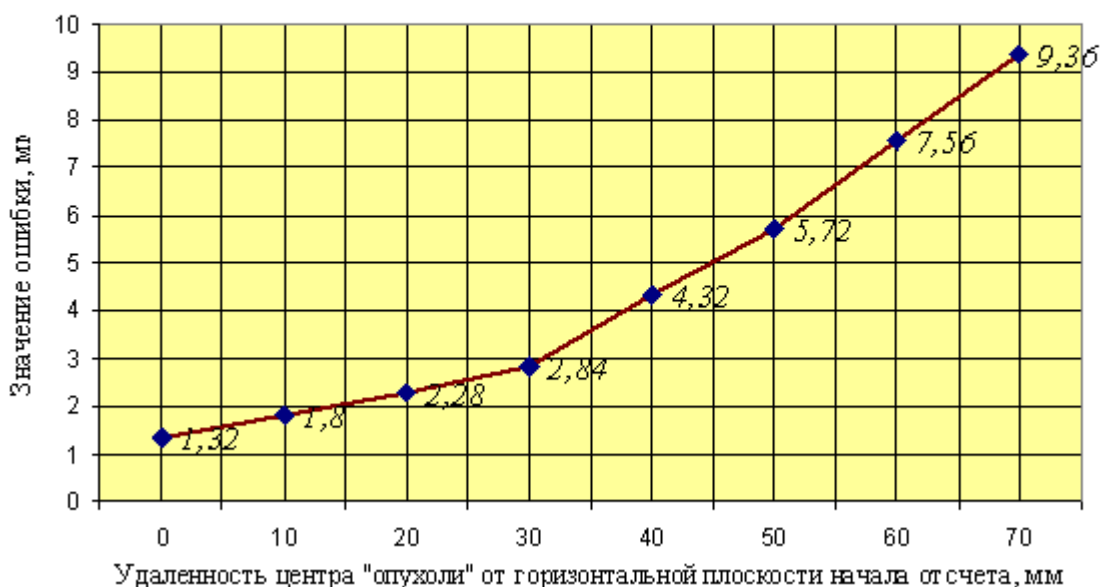
координаты 25 найденных вручную точек центрации для каждой из 8 локализаций «опухоли».

Мерой ошибки найденной кожной проекции являлось расстояние между контрольной и найденной вручную точками.

Анализируя полученные данные, мы установили, что наименьшая ошибка – $1,32 \pm 0,19$ мм, и следовательно, наибольшая точность ручного проецирования центров полей облучения, отмечалась при такой локализации «опухоли», когда ее центр лежал в горизонтальной плоскости начала отсчета. По мере удаления центра опухоли от горизонтальной плоскости начала отсчета ошибка в местонахождении кожной проекции центра поля облучения также возрастала, достигая своего максимального значения $9,36 \pm 0,63$ мм при наиболее удаленном от указанной плоскости положении «опухоли». Зависимость ошибки от удаленности центра «опухоли» от горизонтальной плоскости начала отсчета отражена на диаграмме.

Диаграмма

Значение ошибки в зависимости от удаленности центра "опухоли" от горизонтальной плоскости начала отсчета



Таким образом, разработанный способ предлучевой топографии хотя и обеспечивал комфортное положение для пациента, воспроизводимость укладки, точность аппаратных расчетов геометрических параметров облучения, но предполагал ручное вынесение кожных проекций центра зоны облучения. Этот фактор с учетом неправильно-сферической формы головы приводил к неточному проецированию полей облучения на кожу головы пациента опухолей, центры которых располагались на расстоянии свыше 40 мм от горизонтальной плоскости начала отсчета. В таких случаях ошибка превышала предельное значение таковой согласно требованиям программы гарантии качества лучевой терапии (Наркевич Б.Я. с соавт., 2004; Наркевич Б.Я. с соавт., 2004а).

В связи с этим, дальнейшей задачей наших усилий в оптимизации предлучевой топометрии опухолей головного мозга явился поиск способа точного наружного проецирования полей облучения головного мозга. Он был нами разработан под названием «Способ моделирование топометрических параметров клинического облучения головного мозга».

Способ осуществляли следующим образом. Предварительно выполняли компьютерно-томографическое сканирование головного мозга для расчета геометрических параметров облучения в трех плоскостях способом, изложенным выше. Второй этап осуществляли на рентгеновском симуляторе с помощью навигационной системы рабочего стола симулятора, а также его системы лазерных центраторов с учетом топометрических данных, полученных на первом этапе топометрии. Для контроля укладки пациента на симуляторе мы применяли те же самые реперные точки, что и для контроля при укладке на компьютерном томографе, так как они были доступны как для аппаратной, так и для прямой визуализации. Два разрозненных по времени этапа топометрии, выполненные единой системе координат, позволяли найти максимально точно наружные границы полей облучения и проекции точек центрации. Мы применяли в повседневной практике следующие плоскости:

- плоскость абсцисс X (горизонтальная) параллельна горизонтальной плоскости начала отсчета и совпадала с плоскостью центрального среза;

- плоскость ординат Y (фронтальная) проходила через середину переднезаднего размера зоны облучения параллельно плоскости рабочего стола (компьютерного томографа, симулятора) и перпендикулярно плоскости абсцисс;

- плоскость аппликата Z (сагиттальная) перпендикулярна обеим вышеуказанным плоскостям и совпадала со срединной сагиттальной плоскостью головы.

Для выполнения второго этапа топометрии пациента укладывали на рабочий стол симулятора точно в такое же положение, как на первом этапе, контролируя правильность укладки лазерными центраторами, чтобы те же самые три реперные точки расположились на одной линии, следовательно, находились в одной плоскости.

Далее под контролем монитора устанавливали положение рабочего стола симулятора и определяли пространственное положение центра зоны облучения, используя данные, полученные на первом этапе:

- продольно смещали стол на расстояние, выраженное координатой центра зоны облучения по оси Y ;

- по высоте смещали стол на расстояние, выраженное координатой центра зоны облучения по оси Z ;

Координаты центра опухоли по оси X , отражающие локализацию патологического очага в поперечном направлении головы, использовали лишь для дозиметрических расчетов.

Найденные с помощью лазерного центратора симулятора кожные проекции центров боковых полей облучения маркировали.

Точность предлагаемого способа проекции центров входных полей облучения изучалась нами с помощью топометрического фантома, использовавшегося в предыдущем исследовании.

Методика проведения эксперимента была такова: для каждого из 24 положений шара малого радиуса, предполагавших различные произвольные локализации опухоли в переднезаднем и краниокаудальном направлениях, последовательно выполняли два этапа

предлучевой топометрии предлагаемыми способами, на первом из них рассчитывая топометрические параметры, а на втором – автоматически определяя проекции центров входных полей облучения. Найденные таким образом «кожные» проекции центров боковых полей облучения маркировали точечной меткой и автоматически определяли координаты по двум плоскостям – Z и Y.

Затем на аппарате симулятор посредством рентгеноскопии контролировали правильность установки этих проекций. Для этого в режиме просвечивания границы светового поля симулятора устанавливали точно по краям рентгеноконтрастного шара, имитирующего опухоль. Сформированное поле автоматически центрировали и координаты перекрестий являлись в данном исследовании контрольными.

Расчетным путем находили ошибку проецирования по оси Z – $|\Delta Z|$, по оси Y – $|\Delta Y|$, а расстояние между точками центрации равнялось квадратному корню из суммы квадратов ошибок по каждой из осей, согласно уравнению Пифагора для прямоугольных треугольников. Все полученные данные численно отражали ошибку проецирования по оси Z, по оси Y, общую ошибку.

При просвечивании фантома оказалось, что по оси Z в 83,33 % было достигнуто полное совпадение центра поля облучения, найденного с помощью навигационной системы симулятора, с контрольным. В остальных случаях – в 16,67 % – ошибка в местонахождении центра поля не превышала 2 мм.

По оси Y в 15 из 24 (62,5 %) наблюдений центры найденных полей совпадали с контрольными. Ошибки в местонахождении центра по данной оси встречались в 37,5 %, но не превышали 3 мм, также не достигая предельно допустимого значения. Неточность проецирования можно объяснить пошаговым режимом компьютерно-томографического исследования, предполагающим ошибку в определении краниокаудального размера объекта, равную $\frac{1}{2}$ толщины среза, в данном случае 2,5 мм. Кроме того, как и в первом случае, ошибки могли возникнуть в связи с неточной укладкой фантома.

Полное совпадение точек центрации по обеим осям наблюдалось в 13 из 24 случаев (54,17 %). В остальных случаях ошибка находилась в пределах от 1 до 3,2 мм, ни в одном из наблюдений не превышая порогового значения, равного 5 мм.

Применение предлагаемого способа моделирования топометрических параметров клинического облучения головного мозга при сравнении с проецированием «вручную» приводило к тому, что средняя ошибка проецирования центров полей облучения опухоли головного мозга не зависимо от ее локализации в пределах последнего составляла $1,08 \pm 0,26$ мм, ни в одном из наблюдений не превышая предельно допустимого значения. Кроме того, этап проецирования кожных полей на симуляторе ограничивался использованием навигационной системы аппарата, без дополнительного радиационного воздействия на пациента.

Таким образом, предложенные способы топометрии позволили повысить комфортность и воспроизводимость укладки, облегчить контроль над ней, улучшить иммобилизацию пациента без специальных фиксирующих приспособлений, автоматизировать и сделать более точным проецирование боковых полей облучения на кожу пациента и тем самым оптимизировали топометрический этап планирования лучевой терапии новообразований головного мозга.

[Перейти в оглавление работы >>>>](#)

Выводы

1. Изначально выбранное положение головы достоверно влияет на количество ее смещений как у пациентов с опухолью головного мозга, так и внеозговой локализации: в вынужденном положении голова смещается в 65,62 – 73,21 % случаев, а в комфортном в 30,99 – 31,03 % случаев.

2. У пациентов в вынужденном положении головы чаще всего совершаются сгибательно-разгибательные движения головы – в 34,15–38,09 % наблюдений. Следовательно, для обеспечения большей стабильности положения головы, не фиксированной специальными приспособлениями, пациент должен самостоятельно определять объем сгибательно-разгибательных движений, как наиболее часто встречающихся, что достоверно снижает количество смещений головы указанного характера – в 2,51 раза в группе с опухолью головного мозга.

3. На основе выявленных закономерностей разработан способ топографии новообразований головного мозга, позволяющий достичь:

- а). комфортного положения больного;
- б). более стабильного положения головы, нефиксированной специальными иммобилизирующими приспособлениями;
- в). индивидуальности за счет того, что укладка для расчетов, проецирования полей и лучевого лечения пациента осуществляются в строго единой, но индивидуальной для каждого пациента системе координат;
- г). воспроизводимости укладок за счет того, что три реперные точки легко доступны визуализации как для медицинского персонала в плане контроля укладки, так и для пациента в плане контроля сохранности маркированной точки на лице;
- д). выполнения топографической процедуры в базовом положении гантри.

4. Высокая точность найденных «вручную» кожных проекций центра зоны облучения предлагаемым способом топографии достигается лишь при условии, что центр этой зоны располагается в пределах 40 мм от горизонтальной плоскости начала отсчета (ошибка проецирования при этом колеблется от $1,32 \pm 0,19$ мм до $4,32 \pm 0,52$ мм). При удалении заинтересованного объекта от указанной плоскости ошибка возрастает пропорционально расстоянию, достигая $9,36 \pm 0,63$ мм при наиболее удаленном его положении.

5. Способ наружного моделирования входных полей облучения новообразований головного мозга обеспечивает точное наружное проецирование полей облучения опухоли головного мозга независимо от ее локализации в пределах последнего и позволяет в 52,94 % случаев добиться полного совпадения проекций центров по двум осям. При этом максимальная ошибка по любой из осей не превышала 3 мм, а общая ошибка – 3,2 мм, ни в одном из наблюдений не достигая порогового значения 5мм.

[Перейти в оглавление работы >>>>](#)

Практические рекомендации

1. Планирование компьютерно-томографического исследования, проецирование наружных полей облучения, сеансы лучевого лечения необходимо осуществлять строго в одной и той же укладке, максимально комфортной для пациента, при которой он самостоятельно выбирает объем сгибания-разгибания головы, что приводит к

достоверному и существенному снижению общего количества смещений головы даже при отсутствии специальных фиксирующих приспособлений.

2. Для пространственного определения местоположения головы и облучаемого объекта целесообразно использовать горизонтальную плоскость начала отсчета, которая проходит через три поверхностно расположенные и визуализируемые как на коже пациента, так и на компьютерных томограммах реперные точки, а именно: одной точки по линии симметрии лица и двум точкам – верхним краям ушных раковин. Кроме того, выбор указанных точек и плоскости позволяет не отклонять сканирующую систему гантри при компьютерной томографии.

3. Наружные поля облучения наиболее целесообразно проецировать автоматизированным путем посредством навигационной системы рабочего стола аппарата симулятор. При проецировании вручную необходимо учитывать, насколько центр облучаемой мишени удален от горизонтальной плоскости начала отсчета (что отражено в протоколе топометрического исследования), так как необходимая точность достигается лишь в случаях, когда данное расстояние не превышает 40 мм.

[Перейти в оглавление работы >>>](#)

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Важенин А.В., Ваганов Н.В., Чернова О.Н. и др. Возможности обеспечения современного уровня топометрии и дозиметрического планирования лучевой терапии // Материалы VIII Всероссийского съезда рентгенологов и радиологов «Рентгенорадиология XXI века. Проблемы и надежды...» – Челябинск-Москва, 2001.– С. 106-107.

2. Чернова О.Н., Ваганов Н.В., Круглова Ю.В. Особенности обеспечения качества лучевой терапии с помощью КТ-топометрии при новообразованиях головы и шеи // Материалы конференцим Челябинской областной ассоциации онкологов «Стандартизация в онкологии». – Челябинск, Иероглиф, 2002. – С. 98-100.

3. Важенин А.В., Ваганов Н.В., Чернова О.Н. Компьютерно-томографическая топометрия новообразований головы: дополнительные возможности // Материалы Пленума Российской ассоциации радиологов совместно с научно-практической конференцией «Перспективы развития интервенционной радиологии». – Челябинск-Москва, 2002. – С. 46-47.

4. Чернова О.Н., Важенин А.В., Ваганов Н.В. и др. Использование компьютерной томографии при топометрии злокачественных новообразований области головы // Материалы научно-практической конференции, посвященной 64-летию Челябинской областной клинической больницы «Актуальные проблемы практической медицины». – Челябинск, 2003. – С. 307-308.

5. Важенин А.В., Ваганов Н.В., Чернова О.Н., Василькова И.В., Сошенко А.В. Инновационные подходы к обеспечению высоких технологий топометрического планирования лучевой терапии // Материалы российской научно-практической конференции «Актуальные теоретические и практические аспекты восстановления и сохранения здоровья человека». – Тюмень, 2003. – С. 24-27.

6. Важенин А.В., Ваганов Н.В., Чернова О.Н. Новый подход к решению проблемы повышения точности топометрического планирования параметров облучения мишеней, локализованных в области головы // Материалы научно-практической

конференции Ассоциации врачей-онкологов Уральского федерального округа «Комплексная лучевая диагностика социально значимых заболеваний». – Челябинск, 2003. – С. 102-104.

7. Чернова О.Н., Ваганов Н.В., Важенин А.В., Василькова И.В. Прецизионное топометрическое планирование лучевой терапии в нейрорадиологии // Материалы научно-практической конференции Ассоциации врачей-онкологов Уральского федерального округа «Современные направления диагностики и лечения в нейроонкологии». – Иероглиф. – 2003.– Т.6, №23. – С. 828.

8. Чернова О.Н., Важенин А.В., Ваганов Н.В. КТ-топометрия новообразований области головы // Материалы Пятой Дальневосточной онкологической конференции «Вопросы диагностики и лечения злокачественных опухолей». – Владивосток, 2003. – С. 112-113.

9. Ваганов Н.В., Важенин А.В., Чернова О.Н., Дыхнова Л.А., Брежнева Л.Э. Прецизионная клиническая топометрия и дозиметрическое планирование лучевой терапии злокачественных опухолей: Глава в монографии // Медико-физическое обеспечение лучевой терапии / Н.В. Ваганов, А.В. Важенин. – Челябинск: Иероглиф, 2004. – Гл.4. – С. 91-133.

10. Чернова О.Н., Ваганов Н.В. Компьютерная томография головного мозга в планировании химиолучевого лечения // Материалы Челябинской областной ассоциации онкологов. – Иероглиф. – 2004. – Т.7, №24. – С. 926-927.

11. Ваганов Н.В., Важенин А.В., Чернова О.Н. Особенности воспроизведения поля облучения при клинической топометрии новообразований области головы // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Междисциплинарный подход к диагностике и лечению опухолей орофарингеальной зоны, головного мозга и органа зрения». – Челябинск, март 2005. – С. 9-10.

12. Ваганов Н.В., Важенин А.В., Чернова О.Н. Компьютерная томография головного мозга в аспекте оценки динамики опухолевого процесса при комбинированном или комплексном лечении // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Междисциплинарный подход к диагностике и лечению опухолей орофарингеальной зоны, головного мозга и органа зрения». – Челябинск, март 2005. – С. 10-12.

13. Ваганов Н.В., Важенин А.В., Чернова О.Н., Василькова И.В., Сошенко А.В. Топометрическое планирование лучевой терапии: современные возможности // Материалы VI Всероссийского съезда онкологов «Современные технологии в онкологии» в 2-х т., – Ростов-на-Дону, 2005. – Т.2. – С. 14.

14. Важенин А.В., Чернова О.Н., Ваганов Н.В., Василькова И.В. Компьютерно-томографическая топометрия первичных, рецидивирующих и метастатических опухолей головного мозга // Материалы XVII Свердловской областной конференции онкологов «Совершенствование онкологической помощи населению на основе новейших технологий диагностики, лечения и профилактики злокачественных заболеваний». – Екатеринбург, 2005. – С. 123-125.

15. Важенин А.В., Ваганов Н.В., Чернова О.Н., Круглова Ю.В., Караманова В.Н. Способ предлучевой топометрии образований головы / Патент на изобретение 2228139 МКИ А 61 В 6/00 / (Россия) // Бюлл.: Изобретения. Полезные модели. – 2004. – № 13.

16. Чернова О.Н., Ваганов Н.В., Важенин А.В. Адекватное моделирование топометрических параметров входных полей облучения опухолей головного мозга // Сибирский онкологический журнал. – 2005. – №4. – С. 47-49.

17. Чернова О.Н., Ваганов Н.В., Важенин А.В. и др. Теоретическое обоснование и практическая реализация модели индивидуального и прецизионного рентгеновского топометрического планирования дистанционного клинического облучения // Медицинская физика. – 2006. – №1(29). – С. 21-29.

[Перейти в оглавление работы >>>>](#)

Список литературы

1. Бадмаев, К.Н. Радионуклидная диагностика и лучевая терапия заболеваний нервной системы / К.Н. Бадмаев, Р.В. Смирнов. – М.: Медицина, 1982. – 286 с.
2. Бальтер, С.А. Основы клинической топометрии в онкологии / С.А. Бальтер. – М.: Медицина, 1986. – 256 с.
3. Важенин, А.В. Медицинская интроскопия: клиничко-организационное руководство / под ред. А.В.Важенина, М.В.Ростовцева. – Челябинск, 2004. – 152 с.
4. Костылев, В.А. Анализ и концепция развития отечественной радиационной терапевтической техники / В.А. Костылев, Ю.С. Мардынский, Г.А. Паньшин и др. // Мед. физика. – 2005. – № 2 (26). – С. 84-90.
5. Линденбратен, Л.Д. Медицинская радиология и рентгенология / Л.Д. Линденбратен, И.П. Королук // М.: Медицина, 1993. – 556 с.
6. Мамежанов, К.Ш. Электрогаммаграфия как способ верификации условий облучения при дистанционной гамма-терапии / К.Ш. Мамежанов, К.И. Жолкивер // Вопросы диагностики в лучевой терапии: тез. докл.. – М., 1979. – С. 55-56.
7. Никифоров, Б.М. Опухоли головного мозга / Б.М.Никифоров, Д.Е.Мацко – С-Птб: Издат. дом Питер, 2003. – 311 с.
8. Синельников, Р.Д. Атлас анатомии человека: учебное пособие в 4-х томах. Учение о костях, соединении костей и мышцах / Р.Д., Синельников, Я.Р. Синельников. – М.: «Медицина», 1992. – Т.1. – 343 с.
9. Сперанский, В.С. Форма и конструкция черепа / В.С. Сперанский, А.И. Зайченко. – М.: Медицина, 1980. – 280 с.
10. Щербенко, О.И. Лучевая терапия в лечении рака: практическое руководство ВОЗ / пер. на русск. О.И. Щербенко. – М: Медицина, 2000. – 256 с.
11. Hanna, C.L. Accuracy of patient positioning during radiotherapy for bladder and brain tumors / C.L. Hanna, S. Slade, M.D. Mason // Clinical Oncology. – 1999. – P. 93-98.