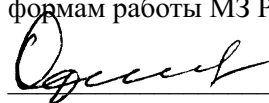


МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Разрешено Минздравом Республики
Беларусь для практического использования

Первый заместитель министра здравоохранения,
председатель комиссии по способам
профилактики, диагностики, лечения и организационным
формам работы МЗ РБ


В.М. Ореховский

20 июня 2000 г.

Регистрационный номер № 2–0001

**МЕТОДИКА РЕНТГЕНОТОПОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ
ПЛАНИРОВАНИЯ СЕАНСОВ БРАХИТЕРАПИИ НА СИМУЛЯТОРЕ SIMULIX-HP**

(инструкция по применению)

Учреждение-разработчик: НИИ онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова

Автор: канд. мед. наук Н.И. Океанова

ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

Индивидуальное планирование сеансов брахитерапии (контактной лучевой терапии).

ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Симулятор рентгеновского изображения.

1. МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В ОБЪЕМЕ ОРТОГОНАЛЬНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ

Вопросы рентгенопометрии при планировании и проведении контактной лучевой терапии у больных раком шейки матки с позиции современной автоматизированной брахитерапии с использованием планирующих систем облучения до настоящего времени освещены недостаточно, что диктует необходимость разработки различных способов получения изображений излучаемых систем и дозно-лимитирующих органов и исследования информативности разработанных способов получения рентгенопометрических данных.

Методика получения рентгеновского изображения в объеме так называемой ортогональной (взаимно перпендикулярной) реконструкции требует выполнения двух взаимно перпендикулярных рентгенограмм, имеющих одну точку пересечения (изоцентр*), расположенную в зоне интереса (см. рис. 1). Особенность проведения такого исследования требует соблюдения нескольких условий:

- во-первых, при получении этой пары рентгенограмм пациент должен оставаться неподвижным по отношению к рентгеновской трубке;

- во-вторых, рентгеновская трубка при переводе ее из переднезаднего в боковое положение не должна смещаться относительно выбранного изоцентра ни в краниокаудальном, ни в брюшно-дорсальном направлениях, сохраняя одну точку пересечения для двух изображений, получаемых на разных рентгеновских пленках.

Для проведения последующего расчета продолжительности сеанса облучения по выбранной дозе на планирующей системе облучения необходимо знать точные данные о следующих параметрах:

- 1) расстояние фокус-изоцентр (РФИ), мм;
- 2) расстояние фокус-пленка (РФП), мм;
- 3) коэффициент увеличения изображения (КУ), который получается при делении данных РФП на данные РФИ;
- 4) направление хода рентгеновского луча* при изменении положения трубки (справа налево или слева направо, угол при этом равен 90° или 270° , и сверху вниз или снизу вверх, угол при этом равен 0° или 180°), рассматривая это относительно пациента, лежащего на спине или на животе.

*изоцентр (izo (лат.) – одинаковый) – имеющий один центр

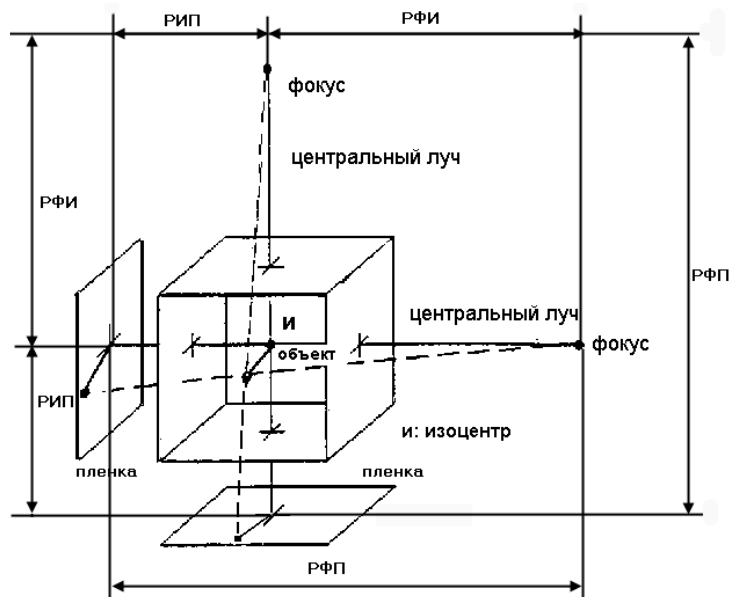
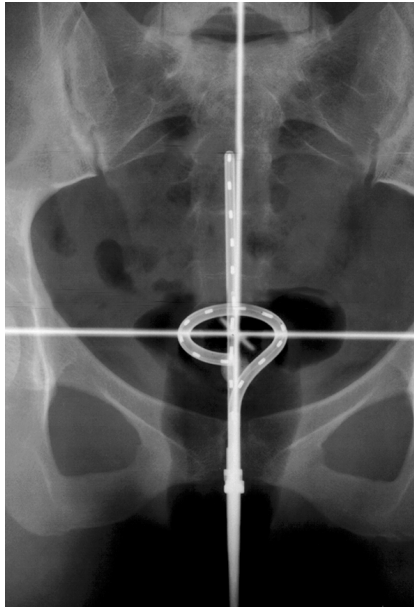


Рис. 1. Схема получения изображения в объеме ортогональной реконструкции

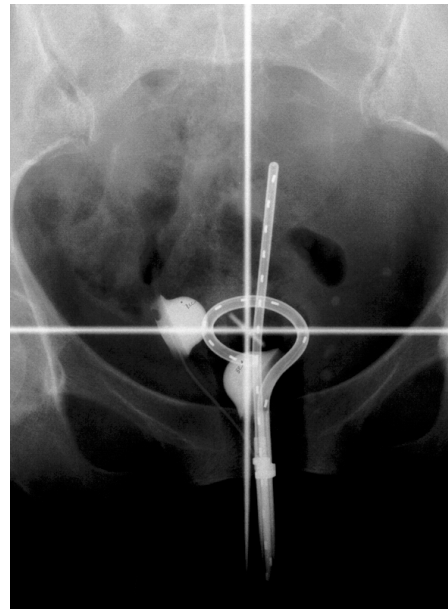
Практическое получение двух изображений в объеме ортогональной реконструкции имеет особенности. При формировании переднезаднего изображения вначале необходимо совместить проекцию изоцентра симулятора, который при рентгеноскопии виден как перекрестье двух тонких металлических проволок, всегда совмещенных с центром рентгеноскопического изображения, с предполагаемым началом системы координат — «0», которым при использовании аппликатора Флетчера служит проксимальная часть рентгеноконтрастной метки, расположенной на внутриматочном катетере на уровне наружного отверстия шейечного канала. В случае, если проекция изоцентра существенно перекрывает изображение (рис. 2а) излучающей системы, изоцентр может быть незначительно смещен в сторону — желательно не более чем на 1 см (рис. 2б), поскольку его большее смещение сказывается на точности реального воспроизведения аппликатора при планировании условий облучения за счет большого изменения коэффициента увеличения изображения на концах по сравнению с этими изменениями в центре изображения.

При формировании бокового изображения штатив с рентгеновской трубкой следует повернуть на 90° и в очередной раз проверить совмещение проекции изоцентра с предполагаемым началом системы координат на излучающей системе аналогично вышеуказанному.

*угол перемещений рентгеновской трубки изменяется от 0° до 360° по часовой стрелке (когда пациент занимает горизонтальное положение на спине, а рентгеновская трубка располагается над ним, угол равен 0° и т.д.)



а)



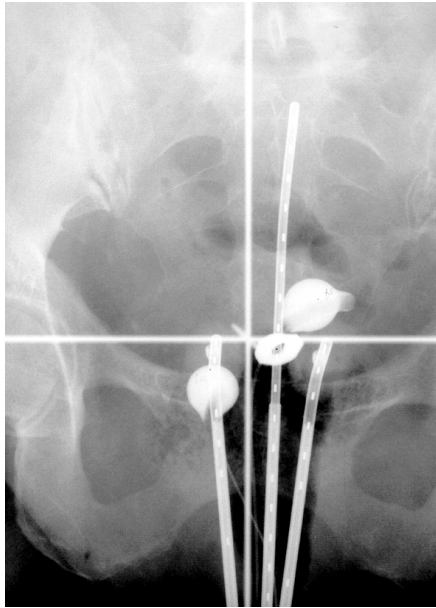
б)

Рис. 2. Переднезаднее изображение круглого аппликатора при ортогональной реконструкции: а) идеальное совмещение изоцентра с началом системы координат при использовании круглого аппликатора; б) смещение изоцентра вправо от начала системы координат

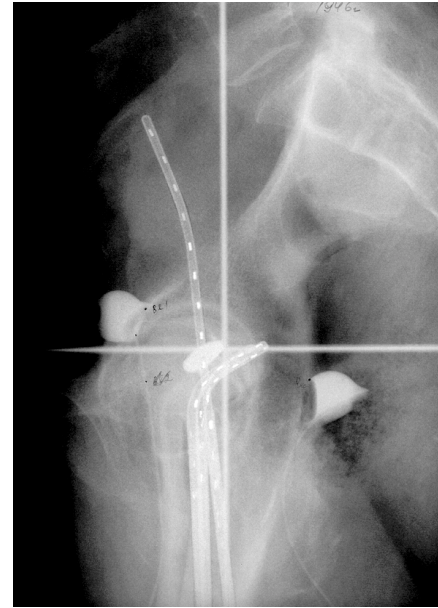
После выполнения требуемых условий штатив с рентгеновской трубкой возвращается в положение 0° и можно приступать к получению 2-х взаимно перпендикулярных рентгенограмм (рис. 3, 4).

Вся необходимая информация о каждом изображении, получаемом при рентгенотопометрии, фиксируется в памяти симулятора Simulix-HP, подвергаясь цифровой обработке, и данные о геометрических параметрах получаемых изображений автоматически выводятся на печать на английском языке в виде таблицы (табл.1).

Возможности ортогональной реконструкции, обеспечивающей получение переднезадней и боковой рентгенограмм, позволили оценить условия размещения и визуализации элементов излучающей системы относительно друг друга и относительно шейки матки при использовании как аппликатора Флетчера, состоящего из трех эндостатов — маточного и двух влагалищных, так и круглого аппликатора, состоящего из двух эндостатов — маточного и влагалищного, выполняющего роль двух, имеющихся в аппликаторе Флетчера.



а)



б)

Рис. 3. Изображение аппликатора Флетчера в объеме ортогональной реконструкции с введенными в излучающую систему имитаторами: а) переднезадняя рентгенограмма; б) боковая рентгенограмма (на обеих рентгенограммах видны контрастируемые баллонные катетеры в мочевом пузыре и прямой кишке)

Переднезадняя рентгенограмма позволяет увидеть ориентацию проксимального конца внутриматочного эндостата относительно центральной оси матки и равномерность удаления от него боковых овоидов в аппликаторе Флетчера, а также возможную ротацию всех элементов круглого аппликатора. По этой же рентгенограмме можно определить положение контрастированных элементов в мочевом пузыре и прямой кишке относительно дозного максимума излучающей системы, а так же их смещение в латеральном или кранио-каудальном направлениях на этом же уровне.

Латеральная рентгенограмма по ориентации проксимального отдела внутриматочного эндостата позволяет судить об анте- или ретрофлексии матки в малом тазу, центральном расположении боковых овоидов или их смещение кверху (больше в сторону передней) или книзу (больше в сторону задней) губы шейки матки. Дополнительно с ее помощью можно определить наличие и выраженность переднего и заднего влагалищных сводов, а также степень визуализации рентгеноконтрастных иммитаторов радионуклидов в боковых овоидах аппликатора Флетчера или круглом аппликаторе. Кроме того на латеральных рентгенограммах отчетливо видно положение законтрастиро-

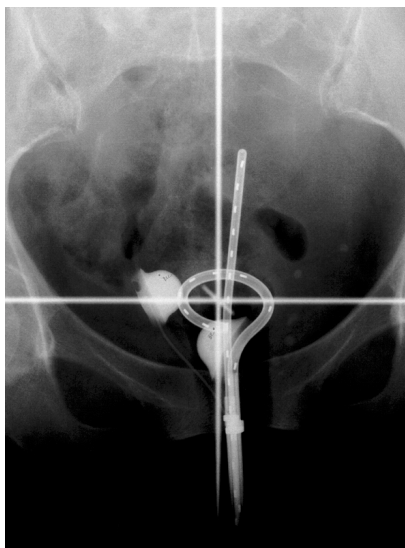
ванных катетеров в мочевом пузыре и прямой кишке, что позволяет в последующем на основании ввода в планирующую систему облучения их координат получить информацию об уровне поглощенных доз в смежных органах.

Таблица 1

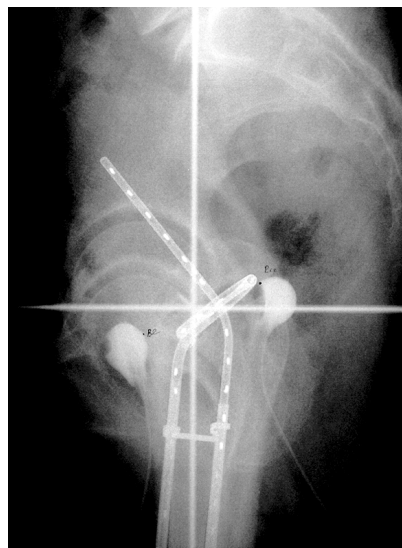
**Содержание протокола по рентгенотопометрии больной С.
с аппликатором Флетчера от 20.10.98 г.**

Б-ной:	Pat:	С.	
N п/п:	ID:	856	
Дата:	Date:	20 октября 1998 г. 14:17	
Название установки	Nucletron Oldelft Simulix		
Институт онкологии и медицинской радиологии	Institute of Oncology and Medical Radiology		
Отделение брахитерапии	Brachytherapy Department		
Данные пациента:	Simulix setup for:	С.	N п/п : Pat ID: 856
Дата симуляции:	Simulation date:	20 октября 1998 г.	время: time: 14:17
Рентгенлаборант:	Simtech:	врач:	Physician:
Содержимое памяти	Memory contents		
Установка для облучения	Treatment machine: Brachytherapy (1)		
N поля	Field No	:	1 2
N поля п/п	Field ID	:	1 2
Обозначение поля	Field name	:	AP LAT
Угол поворота станины	Gantry Angle	:	0,0 90,0
Угол поворота коллиматора	Collimator Angle	:	0,0 0,0
Расст. фокус-изоцентр	Focus Axis D.	:	100,1 100,1
Расст. изоцентр-пленка	Axis Film D.	:	50,7 50,7
Расст. фокус-пленка	Focus Film D.	:	150,8 150,8
Коэффициент увеличения	Mag. Factor Film	:	1,507 1,507
Смещение стола по высоте	Table Height	:	-21,9 -21,9
Смещение стола по ширине	Table Width	:	0,0 0,0
Смещение стола в длину	Table Length	:	-34,8 -34,8
Угол наклона стола	Table Angle	:	0,0 0,0
Размеры поля по X-оси	Field Size X	:	42,0 42,0
Размеры поля по Y-оси	Field Size Y	:	42,0 42,0
Смещение ЭОП по X-оси	Image Int. X	:	0,0 0,0
Смещение ЭОП по Y-оси	Image Int. Y	:	0,0 0,0
Размер створок по X-оси	Shutter Size X	:	22,3 22,3
Смещение створок по X-оси	Shutter Offset X	:	0,0 0,0
Размер створок по Y-оси	Shutter Size Y	:	41,6 41,6
Смещение створок по Y-оси	Shutter Offset Y	:	0,0 0,0

Примечание: перевод с англ. языка; ЭОП — электронно-оптический преобразователь.



а)



б)

Рис. 4. Изображение круглого аппликатора в объеме ортогональной реконструкции: а) переднезадняя рентгенограмма; б) боковая рентгенограмма

Как видно на боковых рентгенограммах (рис. 3б и рис. 4б), чрезвычайно трудно идентифицировать в строгой боковой проекции каждый элемент имитаторов, накладывающихся друг на друга в боковых овоидах или в круглом катетере, которые впоследствии по отдельности должны быть корректно введены в планирующую систему облучения. Допускаемая неточность при введении плохо видимых изображений имитаторов в катетерах приводит к неточности в планировании условий облучения. Для преодоления этой проблемы была разработана методика получения рентгенотопометрической информации под разными углами.

2. МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОД РАЗНЫМИ УГЛАМИ

Методика получения рентгенологического изображения при реконструкции под разными углами заключается в следующем:

- необходимо получить два изображения на две рентгенограммы для неподвижно лежащего пациента при фиксированных положениях трубки относительно одного изоцентра (рис. 5);
- рентгеновская пленка располагается перпендикулярно к центральному лучу, который может быть смещен относительно центральной оси установки на разные углы при получении каждого изображения, и расстояние фокус-изоцентр и изоцентр-пленка для каждого изображения при этом могут быть различными.

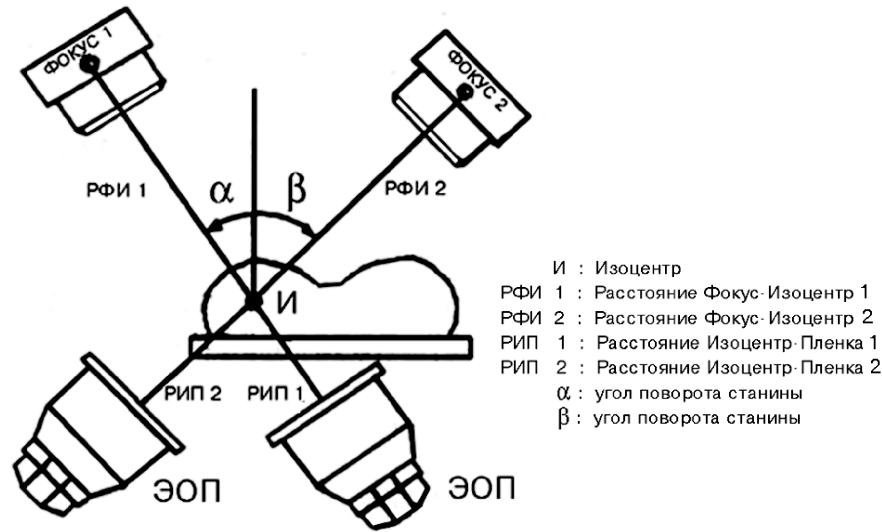


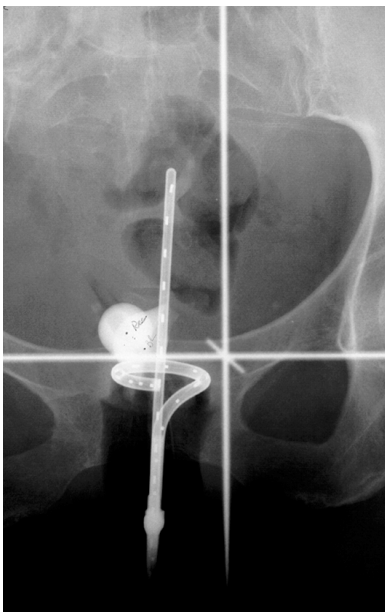
Рис. 5. Схема получения изображения в объеме реконструкции под разными углами

Для последующего планирования сеансов облучения на планирующей системе должны быть известны следующие параметры для каждого изображения:

- 1) угол смещения рентгеновской трубки относительно центральной оси для каждого изображения;
- 2) расстояние фокус-изоцентр (РФИ), мм;
- 3) расстояние фокус-пленка (РФП), мм;
- 4) коэффициент увеличения (КУ), который получается при делении данных РФП на данные РФИ.

Получение косоугольного изображения должно контролироваться видеотелевизионным монитором с электронно-оптическим преобразователем (ЭОП) изображения для выбора угла наиболее оптимального поворота рентгеновской трубки, обеспечивающего лучшее качество, при котором видны все элементы излучающей системы (рис. 6).

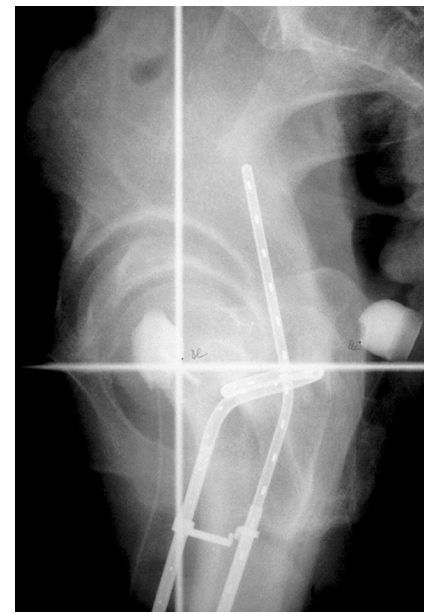
В данном случае (рис. 6), для получения рентгенотопометрической информации о дозополучающих органах, можно воспользоваться переднезадним изображением (0°) и дополнительно — боковым (90°), которые помимо информации об излучающей системе, которая формируется из переднезаднего и косоугольного изображений, позволяют получить отдельно информацию о мочевом пузыре и прямой кишке, объединяемую возможностями программного обеспечения в планирующей системе вместе с информацией об излучающей системе.



а)



б)



в)

Рис. 6. Изображение круглого аппликатора в объеме реконструкции под разными углами: а) передне-задняя рентгенограмма (0°); б) косая рентгенограмма (30°); в) боковая рентгенограмма (90°).

Вся необходимая информация о каждом изображении, получаемом при рентгенотопометрии, фиксируется в памяти симулятора Simulix-HP, подвергаясь цифровой обработке, и данные о геометрических параметрах получаемых изображений автоматически выводятся на печать на английском языке в виде таблицы (табл. 2).

Всю информацию, отражающую данные по геометрии получения изображения, необходимо перенести с представленного протокола на каждую рентгенограмму для последующего ввода параметров, формирующих изображение, в планирующую систему облучения.

**Содержание протокола по рентгенотопометрии больной Д.
с круглым аппликатором от 17.11.98 г.**

Б-ной:	Pat:	Д.		
N п/п:	ID:	992		
Дата:	Date:	17 ноября 1998 г.	11:20	
Название установки	Nucletron Oldelft Simulix			
Институт онкологии и медицинской радиологии	Institute of Oncology and Medical Radiology			
Отделение брахитерапии	Brachytherapy Department			
Данные пациента:	Simulix setup for:	Д.	N п/п:	Pat ID: 992
Дата симуляции:	Simulation date:	17 ноября 1998 г.	время:	11:20
			time:	
Рентгенлаборант:	Simtech:	врач:	Physician:	
Содержимое памяти	Memory contents			
Установка для облучения:	Treatment machine:	Brachytherapy (1)		
N поля	Field No :	1	2	3
N поля п/п	Field ID :	1	2	3
Обозначение поля	Field name :	AP	LAT	OBLIQ
Угол поворота станины	Gantry Angle :	0,0	90,0	-30,0
Угол поворота коллиматора	Collimator Angle :	0,0	0,0	0,0
Расст. фокус-изоцентр	Focus Axis D. :	100,0	100,0	100,0
Расст. изоцентр-пленка	Axis Film D. :	50,0	50,0	50,0
Расст. фокус-пленка	Focus Film D. :	150,0	150,0	150,0
Коэффициент увеличения	Mag. Factor Film :	1,500	1,500	1,500
Смещение стола по высоте	Table Height :	-30,9	-30,9	-30,9
Смещение стола по ширине	Table Width :	-0,5	-0,5	-0,5
Смещение стола в длину	Table Length :	-14,8	-14,8	-14,8
Угол наклона стола	Table Angle :	-0,0	-0,0	-0,0
Размеры поля по X-оси	Field Size X :	42,0	42,0	42,0
Размеры поля по Y-оси	Field Size Y :	42,0	42,0	42,0
Смещение ЭОП по X-оси	Image Int. X :	0,0	0,0	0,0
Смещение ЭОП по Y-оси	Image Int. Y :	0,0	0,0	0,0
Размер створок по X-оси	Shutter Size X :	25,0	25,0	25,0
Смещение створок по X-оси	Shutter Offset X :			
Размер створок по Y-оси	Shutter Size Y :	42,0	42,0	42,0
Смещение створок по Y-оси	Shutter Offset Y :			

Примечание: перевод с англ. языка.

Возможные ошибки: не известны.

Возможные осложнения: не наблюдаются.

Противопоказания: не имеются.