

И.В. Гайворонский, Г.Е. Труфанов и С.В. Виноградов

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИЖИЗНЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТАЗА ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА

Кафедра нормальной анатомии (нач. — проф. И.В. Гайворонский) Военно-медицинской академии, Санкт-Петербург

На 110 бальзамированных анатомических препаратах и 81 пациенте проведена сравнительная оценка посмертных и прижизненных методов морфометрических исследований таза у взрослого человека. Статистически доказано, что магнитно-резонансная томография (МРТ) и спиральная компьютерная томография (СКТ) при определенном алгоритме их проведения являются высокоинформативными методами исследования пельвиометрических параметров. Они позволяют с высокой точностью определять различные костные ориентиры, а впоследствии также осуществлять измерения линейных метрических параметров таза. На основе полученных данных можно достоверно рассчитывать различные пельвиометрические индексы, характеризующие форму костного таза. Кроме того, СКТ с помощью реконструкции оттененных поверхностей в различных проекциях позволяет наглядно продемонстрировать объемную форму таза или отдельных его фрагментов, а также оценить симметричность, наличие или отсутствие деформаций костных структур.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, спиральная компьютерная томография, размеры таза.

Появление в современной медицине новейшей регистрационной аппаратуры и методов исследования труднодоступных объектов, таких как магнитно-резонансная (МР-) томография (МРТ) и компьютерная томография (КТ), предоставило новые возможности в изучении строения таза не только на трупном материале, но и, главное, на живом человеке [2, 3, 6, 7, 13]. В то же время, специалистам в повседневной работе, в основном приходится ориентироваться на усредненные размеры, полученные преимущественно на секционном материале или при рентгенографии [1, 5, 8, 12]. В литературе приводятся сведения о сравнении данных рентгенопельвиометрии с показателями непосредственной морфометрии таза, а также корреляция данных МР-пельвиометрии со значениями рентгенологических измерений таза [4, 9–11]. Однако сведений о соотношении морфометрических параметров таза, полученных при помощи современных клинических и анатомических методов, в проанализированной литературе нами обнаружено не было.

Целью данного исследования явилось сравнение возможностей получения изображения при КТ- и МРТ для выявления костных ориентиров таза, необходимых для его последующей морфометрии, разработка алгоритма их проведения и выявление сопоставимости результатов прижизненных и посмертных анатомических методов исследования.

Прижизненное морфометрическое исследование костных структур таза было проведено на магнитно-резонансном томографе Magnetom Symphony фирмы Siemens (Германия) у 71 пациента (36 мужчин и 35 женщин) в возрасте от 30 до 64 лет. Кроме того, костные структуры таза были изучены у 10 пациентов (5 мужчин и 5 женщин) на спиральном компьютерном томографе четвертого поколения Somatom Plus 4A фирмы Siemens (Германия). Результаты, полученные прижизненно, сопоставляли с данными, выявленными в ходе анатомического исследования 110 фиксированных трупов обоего пола. Во всех

группах видимой патологии костного таза обнаружено не было. Размеры таза и методика их измерений представлены в табл. 1.

Как показал анализ МР-томограмм, костный таз с помощью данного метода визуализируется хорошо. Метод позволяет строить необходимое количество срезов во всех трех плоскостях с последующей возможностью измерения метрических параметров (рис. 1). В то же время на срединном сагитальном снимке лучше всего определяются такие размеры таза, как анатомическая, истинная и диагональные конъюгаты: продольный размер полости малого таза; конъюгата выхода; длина копчика; высота крестца; высота и толщина симфиза, а также наружная конъюгата. Серия фронтальных томограмм, проходящих через соответствующие костные ориентиры, позволяет метрически определять такие размеры, как межвертельное расстояние, поперечные размеры входа в малый таз и выхода из него, высоту таза, а также расстояние между седалищными буграми. Серия косых (аксиальных) МР-томограмм таза позволяет дублировать измерение поперечных диаметров. Число срезов выбирались таким образом, чтобы полученная серия МР-изображений охватывала весь малый таз от мыса крестца до копчика. На данных томограммах повторно измеряли: поперечный диаметр, расстояние между седалищными осями и поперечный размер выхода. Серия коронарных МР-томограмм оптимальна для определения таких размеров малого таза, как поперечный диаметр, расстояние между седалищными осями, поперечный размер выхода, а также для определения высоты таза, межвертельного и межостистого расстояний.

Изучение морфометрических характеристик таза у живого человека с помощью спиральной КТ (СКТ) оптимально проводить в определенной последовательности (рис. 2). Первоначально необходимо получить серию аксиальных срезов по следующей мето-

Таблица 1

Размеры таза и методика их измерения

Размеры таза	Методика измерения
Межребневое расстояние	Между наиболее удаленными точками гребней подвздошных костей
Межостистое расстояние	Между передними верхними подвздошными осями
Межвертельное расстояние	Между большими вертелами
Наружная конъюгата	Расстояние между наружной поверхностью лобкового симфиза и остистым отростком V поясничного позвонка
Анатомическая конъюгата	Расстояние между мысом и верхним краем лобкового симфиза
Истинная конъюгата	Расстояние между мысом и наиболее выступающей кзади точкой лобкового симфиза
Диагональная конъюгата	Расстояние между мысом и нижним краем симфиза
Продольный размер полости малого таза	Расстояние между нижним краем симфиза и верхушкой крестца
Поперечный диаметр	Расстояние между наиболее удаленными точками на дугообразных линиях
Конъюгата выхода из полости малого таза	Расстояние между нижним краем лобкового симфиза и верхушкой копчика
Поперечный размер выхода из полости малого таза	Расстояние между внутренними поверхностями седалищных бугров
Высота крестца	Расстояние от мыса до верхушки крестца
Длина копчика	Расстояние от основания до верхушки копчика
Высота симфиза	Расстояние между верхним и нижним краем симфиза
Толщина симфиза	Наибольшее расстояние между передней и задней поверхностью симфиза
Высота таза	Наибольшее расстояние между двумя горизонталями: первая — касательная к нижнему краю седалищных бугров, вторая — касательная к верхним точкам гребня подвздошной кости
Расстояние между седалищными осями	Между наиболее выступающими точками на осях седалищных костей
Индекс тазового кольца (ИТК)	Процентное отношение прямого размера входа в малый таз к поперечному размеру
Индекс высоты—ширины таза (ИВШТ)	Процентное отношение высоты таза к межребревому расстоянию
Продольно-поперечный индекс малого таза (ППИМТ)	Процентное отношение продольного размера полости малого таза к поперечному размеру выхода из полости малого таза.

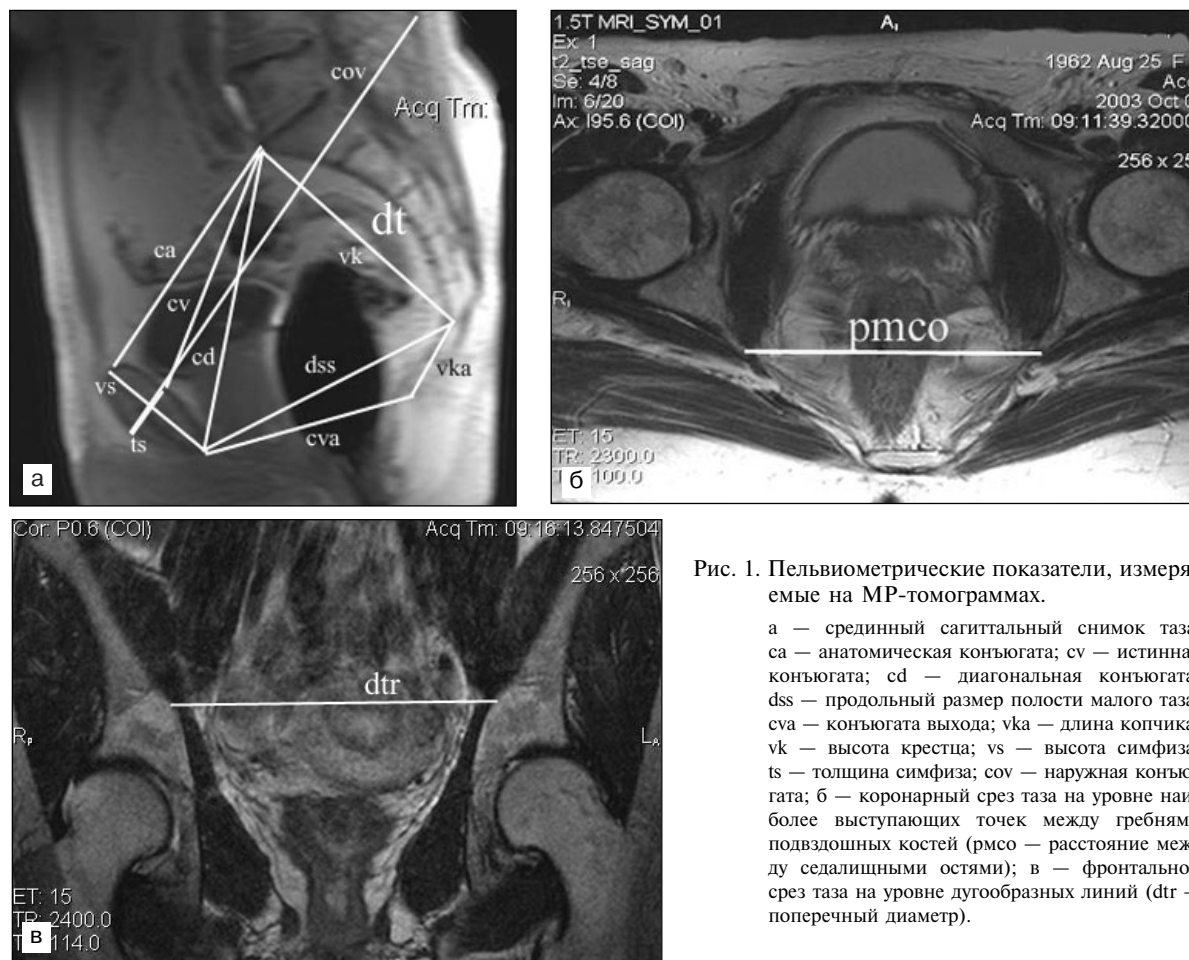


Рис. 1. Пельвиометрические показатели, измеряемые на МР-томограммах.

а — срединный сагиттальный снимок таза: са — анатомическая конъюгата; cv — истинная конъюгата; cd — диагональная конъюгата; dss — продольный размер полости малого таза; cva — конъюгата выхода; vka — длина копчика; vk — высота крестца; vs — высота симфиза; ts — толщина симфиза; cov — наружная конъюгата; б — коронарный срез таза на уровне наиболее выступающих точек между гребнями подвздошных костей (pmco — расстояние между седалищными осями); в — фронтальный срез таза на уровне дугообразных линий (dtr — поперечный диаметр).

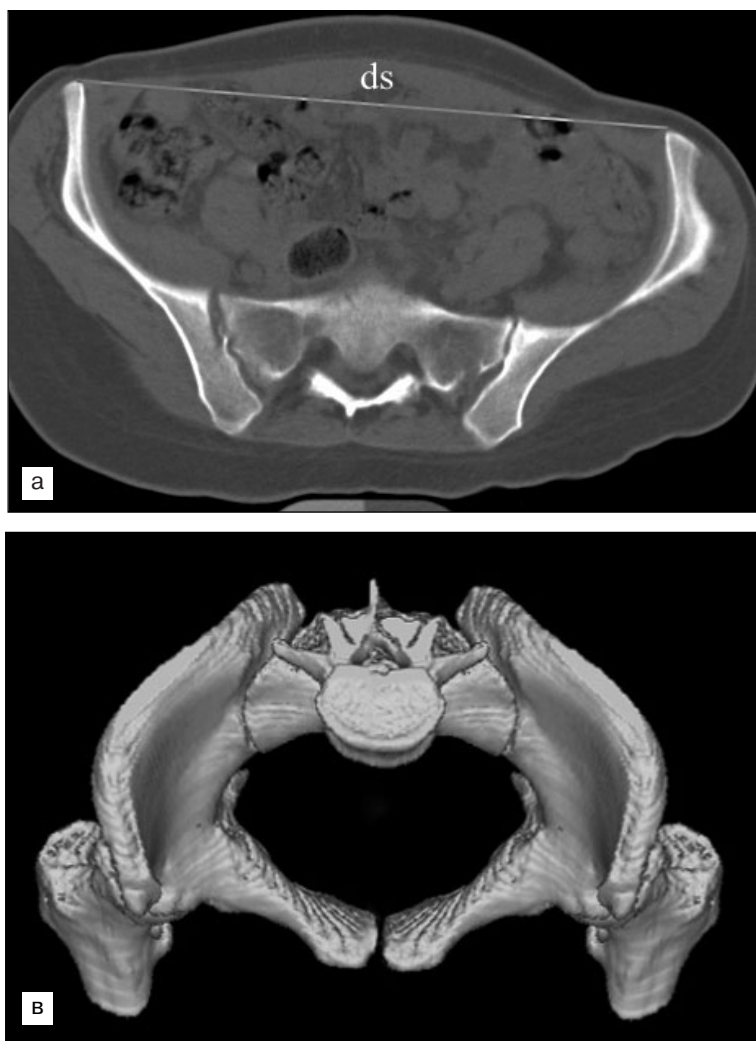


Рис. 2. Информативность различных видов изображений и постпроцессорной обработки данных при спиральной компьютерной томографии.

а — аксиальная реконструкция таза (определяется межостистое расстояние, находящееся в плоскости сканирования, возможно только при отсутствии деформации таза и при точной укладке пациента); б — многоплоскостная реконструкция в сагиттальной плоскости позволяет определить такие размеры, как анатомическая, истинная и диагональная конъюгаты, продольный размер полости малого таза, конъюгата выхода, длина копчика, высота крестца, высота симфиза, толщина симфиза, наружная конъюгата; в — реконструкция оттененных поверхностей таза в передневерхней проекции при шаге спирали 5 мм, pitch 1,5 и инкрементом реконструкции, равным $\frac{2}{3}$ ширины томографического слоя, изображение отличается сравнительно высоким качеством (наглядно демонстрирует общую форму таза, форму входа в малый таз, а также симметричность, наличие или отсутствие деформаций костей).

дике — толщина коллимации томографического среза — 5 мм, алгоритм реконструкции — фильтр 50–90. Затем в ходе анализа полученных аксиальных срезов необходимо использовать постпроцессорную обработку данных — построение многоплоскостных (MPR) реконструкций в плоскости, зависящей от оцениваемого параметра. Такие размеры, как анатомическая, истинная и диагональная конъюгаты, продольный размер полости малого таза, конъюгата выхода, длина копчика, высота крестца, высота и толщина симфиза, а также наружная конъюгата, определяются только на MPR-реконструкции в сагиттальной плоскости. Определение таких параметров, как межвертельное, межостистое и межребневое расстояния, поперечные размеры входа в малый таз и выхода из него, а также расстояния между седалищными остями и седалищными буграми, возможно только на MPR-реконструкциях во фронтальной плоскости. Аксиальный срез для определения перечисленных выше параметров можно использовать только при отсутствии деформации таза у пациента, а также при точной укладке пациента на диагностическом столе, что получается крайне редко. Однако оценка такого параметра, как высота таза, основана на расчете расстояния между уровнем появления в аксиальном срезе седалищных бугров и уровнем исчезновения в последующих ак-

сиальных СКТ-изображениях гребней подвздошных костей.

В заключение СКТ-исследования для формирования целостного представления о форме тазового кольца и оценки его симметрии и наличия деформаций указанных структур необходимо осуществлять реконструкции оттененных поверхностей (SSD-реконструкции) в различных проекциях.

Пельвиометрические показатели от 71 пациента с учетом пола представлены в табл. 2.

Выявлено, что средние значения таких показателей, как высота таза, толщина симфиза, длина копчика, индекс высоты—ширины таза (ИВШТ) и поперечно-продольный индекс малого таза (ППИМТ), у мужчин значимо больше, чем у женщин ($P < 0,05$). В то же время различия между средними значениями межостистого и межвертельного расстояний, наружной конъюгаты, высоты симфиза, индекса тазового кольца (ИТК) у мужчин и женщин не значимы ($P > 0,05$), что, вероятно, обусловлено недостаточно большой выборкой.

Средние значения таких показателей таза, как поперечный диаметр, истинная и диагональная конъюгаты, поперечный размер выхода, а также расстояние между седалищными остями и продольный размер полости малого таза, в данной выборке оказались у женщин значимо больше, чем у мужчин ($P < 0,05$). Следовательно, несмотря на небольшую

Таблица 2

Сравнительная характеристика пельвиометрических показателей у мужчин и женщин, полученных в ходе МРТ

Пельвиометрические показатели и их единицы измерения	Мужской таз (n=36)		Женский таз (n=35)		P
	$\bar{x} \pm s_x$	V	$\bar{x} \pm s_x$	V	
Межгребневое расстояние, см	27,7±0,17	3,8	27,3±0,19	4,2	>0,05
Межостистое расстояние, см	24,2±0,21	5,2	24,1±0,25	6,3	>0,05
Межвертельное расстояние, см	31,8±0,20	3,9	31,2±0,18	3,4	>0,05
Наружная конъюгата, см	19,7±0,15	4,6	19,3±0,18	5,5	>0,05
Анатомическая конъюгата, см	11,3±0,13	6,9	11,4±0,17	8,8	>0,05
Поперечный диаметр, см	12,2±0,12	6,1	12,7±0,11	5,3	<0,05
Истинная конъюгата, см	10,0±0,14	8,2	10,9±0,17	8,8	<0,05
Диагональная конъюгата, см	12,2±0,15	7,2	12,6±0,18	8,2	<0,05
Конъюгата выхода, см	9,6±0,15	9,2	9,6±0,14	8,9	>0,05
Поперечный размер выхода, см	9,0±0,12	7,8	10,3±0,12	7,0	<0,05
Высота крестца, см	10,7±0,15	8,5	10,6±0,17	9,7	>0,05
Высота симфиза, см	4,2±0,06	9,1	4,0±0,07	10,9	>0,05
Толщина симфиза, см	2,1±0,04	12,3	1,9±0,05	14,8	<0,05
Длина копчика, см	3,6±0,09	15,2	3,3±0,11	19,7	<0,05
Продольный размер полости малого таза, см	11,0±0,16	8,6	11,7±0,16	8,1	<0,05
Высота таза, см	21,1±0,18	5,0	19,7±0,3	8,9	<0,05
Расстояние между седалищными остями, см	8,8±0,11	7,5	10,5±0,14	7,7	<0,05
Индекс тазового кольца, %	92,6±0,8	5,4	90,5±1,3	8,4	>0,05
Индекс высоты—ширины таза, %	76,2±0,6	4,6	72,2±1,1	8,9	<0,05
Продольно-поперечный индекс малого таза, %	122,2±1,8	8,9	113,6±1,9	10,1	<0,05

Примечание. P — уровень значимости различий между средними значениями размеров мужского и женского таза; V — коэффициент вариации.

выборку исследуемого материала, у женщин по сравнению с мужчинами размеры малого таза имеют большую величину.

Различия у мужчин и женщин средних значений таких показателей, как межгребневое расстояние, анатомическая конъюгата, высота крестца и конъюгата выхода, оказались статистически незначимы в данной выборке ($P > 0,05$).

При анализе коэффициентов вариации (V) выявлено, что наибольшая изменчивость (больше 10%) изучаемых признаков свойственна таким показателям как длина копчика у женщин и мужчин, толщина симфиза у женщин и мужчин, высота симфиза у женщин, а также показатель ППИМТ у женщин. Наименьшая изменчивость (меньше 5%) изучаемых признаков свойственна таким показателям, как межгребневое расстояние у женщин и мужчин, межвертельное расстояние у женщин и мужчин (см. табл. 2).

Таким образом, в ходе сравнительного анализа пельвиометрических признаков у 36 мужчин и 35 женщин, полученных методом МРТ, было сделано заключение о наличии статистически значимого полового диморфизма таза.

Выборка СКТ-исследования оказалась чрезвычайно малой для подобного анализа и была использована исключительно для оценки сопоставимости результатов прижизненных и посмертных анатомических методов. Полученные в ходе МРТ-исследования данные также были сравнены с пельвиометрическими характеристиками, полученными на посмертном материале.

Статистические критерии, на основе которых была осуществлена оценка однородности данных, полученных посмертными и прижизненными методами исследования, представлены в табл. 3 и 4.

Было выявлено, что средние значения результатов измерений таза, полученных при исследовании трупного материала, несколько отличаются от аналогичных значений данных, выявленных в ходе МРТ и СКТ. Для нахождения связи этого различия с методикой измерения, а также для статистического доказательства значимости или не значимости выявленной разницы средних значений был использован один из методов проверки статистических гипотез. Для этого была применена методика «Двувыворочно-го t-теста с одинаковыми дисперсиями» из пакета программ табличного процессора Excel Microsoft Office 97.

Величины размеров таза, полученные различными методами, различались не более чем на 2–3 мм. Малые отклонения большинства параметров, полученных при СКТ и МР-пельвиометрии от таковых, полученных на трупном материале, свидетельствуют о сопоставимой точности обоих методов.

Различия между средними значениями размеров таза, полученными при использовании СКТ и на секционном материале, были значимы ($P < 0,05$) только для межвертельного расстояния, конъюгаты выхода и толщины симфиза. Однако по указанным выше трем параметрам невозможно судить о сопоставимой точности обоих методов в связи с малой выборкой при СКТ-исследовании.

Таблица 3

Характеристика пельвиометрических данных, полученных на секционном материале (СМ) и магнитно-резонансно-томографическим (МРТ) методом исследования

Пельвиометрические показатели (см)	Среднее значение ($\bar{X}$)		Критерии оценки гипотезы		
	СМ (n=110)	МРТ (n=71)	t_p — статистическое	$t_{кл}$ — критическое двустороннее	P
Межребенное расстояние	27,3	27,5	-1,09	1,97	>0,05
Межостистое расстояние	24,1	24,2	-1,58	1,97	>0,05
Межвертельное расстояние	31,3	31,5	0,09	1,97	>0,05
Наружная конъюгата	19,3	19,5	-0,87	1,97	>0,05
Анатомическая конъюгата	11,5	11,4	-0,20	1,97	>0,05
Поперечный диаметр	12,6	12,4	-1,41	1,97	>0,05
Истинная конъюгата	10,8	10,5	-1,05	1,97	>0,05
Диагональная конъюгата	12,5	12,4	-0,34	1,97	>0,05
Конъюгата выхода	9,7	9,6	-1,03	1,97	>0,05
Поперечный размер выхода	9,9	9,7	-0,58	1,97	>0,05
Высота крестца	10,6	10,7	-0,29	1,97	>0,05
Высота симфиза	4,0	4,1	-0,11	1,97	>0,05
Толщина симфиза	1,9	2,0	0,51	1,97	>0,05
Длина копчика	3,3	3,5	1,06	1,97	>0,05
Продольный размер полости малого таза	11,2	11,4	0,07	1,97	>0,05
Высота таза	20,1	20,4	-1,03	1,97	>0,05
Расстояние между седалищными остями	9,8	9,6	0,67	1,97	>0,05

Примечание. P — уровень значимости между средними показателями размеров таза при исследовании СМ и МРТ.

Таблица 4

Характеристика пельвиометрических данных, полученных на секционном материале (СМ) и при помощи спиральной компьютерной томографии (СКТ)

Пельвиометрические показатели (см)	Среднее значение ($\bar{X}$)		Критерии оценки гипотезы		
	СМ (n=110)	СКТ (n=10)	t_p — статистическое	$t_{кл}$ — критическое двустороннее	P
Межребенное расстояние	27,3	27,8	1,41	1,98	>0,05
Межостистое расстояние	24,1	24,4	0,84	1,98	>0,05
Межвертельное расстояние	31,3	32,3	2,63	1,98	<0,05
Наружная конъюгата	19,3	19,2	0,2	1,98	>0,05
Анатомическая конъюгата	11,5	12,0	1,65	1,98	>0,05
Поперечный диаметр	12,6	12,8	0,72	1,98	>0,05
Истинная конъюгата	10,8	10,9	0,55	1,98	>0,05
Диагональная конъюгата	12,5	12,8	1,14	1,98	>0,05
Конъюгата выхода	9,7	9,1	-2,17	1,98	<0,05
Поперечный размер выхода	9,9	9,6	-0,51	1,98	>0,05
Высота крестца	10,6	10,4	-0,34	1,98	>0,05
Высота симфиза	4,0	4,3	1,97	1,98	>0,05
Толщина симфиза	1,9	2,2	3,2	1,98	<0,05
Длина копчика	3,3	3,6	1,3	1,98	>0,05
Продольный размер полости малого таза	11,2	10,6	-1,95	1,98	>0,05
Высота таза	20,1	21,1	1,84	1,98	>0,05
Расстояние между седалищными остями	9,8	10,0	0,42	1,98	>0,05

Примечание. P — уровень значимости между средними показателями размеров таза при исследовании СМ и данных, полученных при СКТ.

Некоторое расхождение в данных, полученных при МР-пельвиометрии, объясняется тем, что в данном методе важную роль играет визуализация надко-

стницы. В зависимости от метрического параметра (наружный, внутренний, высотный) тонкая полоска надкостницы влияет на точность измерения в сторо-

ну увеличения, уменьшения параметра, либо не влияет на него совсем. Незначительное расхождение в размерах, полученных при СКТ-пельвиометрии, объясняется, на наш взгляд тем, что в данном лучевом методе исследования важную роль играет визуализация собственно компактного вещества кости. Это, независимо от метрического параметра (наружный, внутренний или высотный), приближает точность измерений к результатам исследования секционного материала.

Таким образом, современные прижизненные морфологические методы исследования, такие как МР-томография и СКТ, являются высокоинформативными в изучении пельвиометрических характеристик. По своим возможностям они не только не уступают, но и превосходят по некоторым позициям традиционные анатомические методы исследования секционного материала. МРТ и СКТ позволяют с высокой точностью определять метрические ориентиры и линейные параметры таза. СКТ, кроме того, дает возможность установить морфометрические характеристики костей и осуществить объемные реконструкции таза как целостной структуры и его отдельных фрагментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бажирова М.С. Диагностика форм и размеров малого таза у беременных и рожениц с помощью цифровой сканирующей рентгенографической установки: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1989.
2. Габуня Р.И. и Колесникова Е.К. Компьютерная томография в клинической диагностике: Руководство для врачей. М., Медицина, 1995.
3. Косоуров А.К., Рохлин Г.Д. и Благова И.А. Возможности магнитно-резонансной томографии в морфологических исследованиях. Морфология, 1999, т. 116, вып. 5, с. 59–64.
4. Котляров П.М., Глаголев Н.А. Методики КТ исследований малого таза в клинической практике. Метод. рекомендации. М., 2000.
5. Куринов С.Б. Лучевые методы исследования в диагностике анатомически узкого таза: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2001.
6. Никитюк Б.А. Анатомические аспекты применения компьютерной томографии. Арх. анат., 1984, т. 90, вып. 10, с. 65–73.
7. Никитюк Б.А. Анатомические аспекты применения метода ядерно-магнитного резонанса. Арх. анат., 1989, т. 73, вып. 8, с. 73–80.
8. Османов Э.М. Клинико-рентгенологическая характеристика женского таза в современных условиях: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1975.
9. Терновой С.К., Волобуев А.И., Куринов С.Б. и др. Магнитно-резонансная пельвиометрия. Мед. визуализация. 2001, № 4, с. 6–13.
10. Bauer M., Schulz-Wendtland R., De Gregorio G. and Sigmund G. Obstetric pelvimetry using nuclear magnetic resonance tomography (MRI). Geburtshilfe-Frauenheilkd. 1992, v. 52, № 6, p. 322–328.
11. Lenke R.R. and Shuman W.P. Computed tomographic pelvimetry. J. Reprod. Med., 1986, v. 31, № 10, p. 958–960.
12. Sigmund G., Bauer M., Henne K. et al. A technic of magnetic resonance tomographic pelvimetry in obstetrics. Rofo Fortschr. Geb. Rontgenstr. Neuen. Bildgeb. Verfahr. 1991, v. 154, № 4, p. 370–374.
13. Wright A.R., English P.T., Cameron H.M. and Wilsdon J.B. MR pelvimetry — a practical alternative. Acta Radiol., 1992, v. 33, № 6, p. 582–587.

Поступила в редакцию 10.03.2006 г.

POTENTIALITIES OF INTRAVITAL METHODS OF INVESTIGATION FOR THE EVALUATION OF MORPHOMETRIC PELVIC CHARACTERISTICS IN ADULT PERSONS

I.V. Gaivoronskiy, G.E. Trufanov and S.V. Vinogradov

Comparative assessment of posthumous and intravital methods of morphometric study of the pelvis in adult persons was performed in 110 embalmed anatomical specimens and in 81 patient. It was proved statistically, that magnetic resonance tomography and spiral computer tomography (SCT), performed following definite algorithm, appear to be highly informative methods for the evaluation of pelvimetric parameters. They permit to define various osseous landmarks with high precision and to perform the measurements of linear metric pelvic parameters. On the basis of the data obtained, various pelvimetric indices that characterize bony pelvis shape, could be reliably calculated. Moreover, SCT together with shade surface reconstruction in different projections permits to demonstrate visually the 3D shape of the pelvis or its separate fragments and to evaluate the symmetry, presence or absence of bone structural deformations.

Key words: *magnetic resonance tomography, spiral computer tomography, pelvic parameters.*

Department of Human Anatomy, Military Medical Academy, St. Petersburg.