

Коропо А. В., Юрковский А. М.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРЁХМЕРНОЙ МСКТ-ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОЯСНИЧНО-ПОДВЗДОШНОЙ СВЯЗКИ

*Жлобинская центральная районная больница, рентгеновское отделение;
Гомельский государственный медицинский университет,
кафедра онкологии с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии*

Рентгеновская компьютерная томография пояснично-крестцового отдела позвоночника относится к наиболее распространённым методам исследования пациентов с синдромом боли в нижней части спины. При направлении пациентов лечащими врачами на исследование перед рентгенологами обычно ставится задача исключения диско-радикалярного конфликта. При этом вне зоны диагностического внимания оказываются другие структуры, потенциально способные быть источником болевой импульсации. Одной из таких структур является пояснично-подвздошная связка (ППС) [1].

Однако проблема визуализации указанной структуры в полной мере не решена. Причиной тому: во-первых — вариабельность строения и пространственного расположения ППС (обычные аксиальные срезы позволяют получить её изображение только фрагментарно) [1]; во-вторых — отсутствие согласованной технологии получения трёхмерного изображения данной структуры (имеется много различий в предлагаемых технических параметрах получения исходного изображения и, соответственно, алгоритмах его 3-D реконструкции, причём даже не *in vivo*, а *in vitro* [2]). Естественно, что все перечисленное создаёт проблемы, как с верификацией ассоциированных с болью изменений, так и с сопоставимостью результатов исследований [3]. Поэтому и возникает необходимость в разработке методики визуализации ППС, пригодной для применения в широкой клинической практике.

Цель исследования: разработать технические условия проведения мультиспиральной рентгеновской компьютерной томографии пояснично-крестцового отдела позвоночника в комплексе с подвздошно-поясничной связкой.

Материал и методы

Материал исследования: 47 пациентов (средний возраст — $56,1 \pm 8,7$ лет) с синдромом боли в нижней части спины (СБНС). Исследования проводились на 16-срезовой спиральной рентгеновской компьютерной томографе Bright Speed™ Elite (GE Healthcare, GE Hangwei Medical Systems Co., Ltd.). Для обработки и просмотра изображений использовалась рабочая станция Advantage Workstation Volume Share 5 (AW4.6) (GE Healthcare, GE Medical Systems SCS).

Результаты и обсуждение

На первом этапе отработка методики проводилась на фантомах. Полученные в результате этого технические параметры представлены в таблице.

Технические параметры исследования пояснично-крестцового отдела позвоночника (16-срезовый Bright Speed™ Elite)

Наименование параметра	Значения
Топограмма	2 (90° и 180°)
Тип сканирования	спиральный; полное вращение трубки (360°)
Время ротации трубки на 360°, сек.	1,0
Количество рядов детектора	16
Конфигурация детектора	16 × 0,625
Эффективная толщина среза, мм:	
1-я серия реконструкции	1,25
2-я серия реконструкции	0,625
Интервал реконструкции, мм:	
1-я серия реконструкции	1,25
2-я серия реконструкции	0,625
Коллимация луча, мм	10,0
Питч	0,938 : 1
Длина сканирования за 1 ротацию (скорость стола), мм	9,37
Напряжение на трубке, кВ	120
Диапазон силы тока, мА	100–400
Дополнительные опции регулировки силы тока:	
модуляция силы тока по z-оси (auto mA);	включена
модуляция силы тока по x- и y-осям (smart mA)	включена
Ширина поля обзора дисплея (DFOV):	
1-я серия реконструкции	узкая (по позвонкам)
2-я серия реконструкции	широкая (по тазовым костям)

В дальнейшем была произведена апробация адаптированного протокола у пациентов с СБНС.

Укладка пациента. Пациент размещался на столе в положении лёжа на спине, при этом руки заводились за голову. Ориентируясь по направляющим лучам, пациента размещали симметрично относительно изоцентра апертуры гентри. При необходимости прибегали к технике уменьшения поясничного лордоза путём подкладывания под согнутые колени специальный валик (чаще всего при выраженном болевом синдроме). Наклон гентри не производился.

Затем выполнялись топограммы (сканограммы) в прямой и боковой проекциях (цель — не оставить вне поля реконструкции все интересующие объекты). Предпочтение отдавалось заднепереднему ходу лучей при прямой проекции, т. к. это позволяло несколько снизить лучевую нагрузку.

Далее устанавливались все технические параметры (табл.) исследования. Следует отметить, что приведенный протокол может быть модифици-

рован для компьютерных томографов других семейств, имеющих иной дизайн детекторов.

Параметры изначально заданные в протоколах индивидуализировались. Длина сканирования и ширина поля обзора дисплея (DFOV) устанавливалась по топограммам. В соответствии с топическими неврологическими данными исследовались два, иногда три, позвоночных сегмента. Ширина поля обзора дисплея, обычно его сужалась до значений, при которых в обзор «попадали» позвонки с отростками, а центр смещался на передний отдел позвоночного канала (это позволяло на аксиальных срезах рассматривать относительно крупные изображения межпозвонковых дисков, чем, кстати, практикующие врачи обычно ограничиваются).

Необходимо заметить, что для максимальной эффективности использования ресурса КТ оказалось оправданным задавать в настройках исследования вторую серию реконструкции из «сырых» данных с широким DFOV (иногда совпадающим с полем обзора сканирования, SFOV). Этот подход позволил без дополнительных затрат обеспечить выявление в паравертебральных тканях изменений, ассоциированных с синдромом боли в нижней части спины, а также обнаружение «случайных» находок в других органах и тканях.

Основной фактор, влияющий на разрешающую способность изображения, является конфигурация детектора. Для наилучшей визуализации мелких структур использовали минимальную доступную ширину детектора (в нашем случае — 0,625 мм), так называемое воллометрическое сканирование. Эти исходные данные позволили свести к минимуму частичный объёмный эффект, а, кроме того, получить лучшее пространственное разрешение по оси z и, тем самым, лучшее качество вторичных реконструкций.

Эффективная толщина среза — толщина срезов, реконструируемая из первичных данных. Для исследования межпозвонковых дисков наиболее приемлемой оказалась толщина 1–1,25 мм, т. к. она позволяла адекватно оценивать изменения МПД и производить другого рода реконструкции. При этом сохранялась возможность использовать проекции максимальной интенсивности (MIP), позволявшая увеличивать толщину среза.

Целесообразным оказалось использование второй серии реконструкций с минимальной толщиной среза 0,5–0,625 мм (была необходимой в оценке анатомической структуры подвздошно-поясничных связок). Интервал реконструкции в двух сериях равен толщине среза реконструкции. Другие параметры имеют меньшее значение для реконструкций и их значения отображены в таблице.

На полученных аксиальных изображениях в расширенной версии реконструкции пояснично-подвздошная связка визуализировалась в виде двух тяжистых структур, разделённых полоской жировой ткани. Задняя часть ППС распространялась от верхушки поперечного отростка L_v , кону-

сообразно расширяясь к краниальной части подвздошной бугристости и подвздошному гребню. Передняя часть ППС брала начало от вентрокаудальной поверхности поперечного отростка L_V и прикреплялась к вентрокраниальной поверхности подвздошной бугристости.

Использование аксиальных срезов среди врачей лучевой диагностики является «золотым стандартом» для практических всех видов исследований. Однако использование многоплоскостного переформатирования (MPR) позволяет наиболее лучшим способом визуализации пространственно-анатомических взаимосвязей структур. Среди инструментов MPR для визуализации ППС наиболее информативными являлись реконструкции в косых (параллельно связкам) и кривых плоскостях (совместно с инструментом Tcase, позволяющим повторить уникальный ход связки). Также достаточно наглядными являлись перестроения в коронарной плоскости (зачастую совместно с применением MIP).

Для максимально наглядной демонстрации индивидуального расположения ППС и прикрепления её к костным структурам может быть использована техника объёмного представления (VR, volume rendering). Суть её заключается в наложении выделенных мягкотканых структур на трёхмерное изображение костных структур. Для визуализации пояснично-крестцового отдела позвоночника мы использовали стандартный инструмент — дисплей оттенённых поверхностей (SSD, surface shaded display). Для последующей обработки связок использовалась сегментация (инструмент «Ножницы») каждой из её частей по отдельности. Полученные выделения мы переводились в объёмное представление, кодируя отдельные изображения разными цветами. После слияния всех объёмных изображений в одно трёхмерное изображение получалась возможность представлять каждый составляющий её компонент с различной степенью прозрачности.

Выводы

В ходе работы представлена доработанная методика проведения рентгеновской компьютерной томографии пояснично-крестцового отдела позвоночника. Использование дополнительных серий реконструкции с минимальными значениями толщины срезов, т. н. волюметрического изображения, при исследовании пояснично-крестцового отдела позвоночника позволяет наиболее рационально использовать ресурсы рентгенокомпьютерной диагностики в поиске изменений, ассоциированных с синдромом боли в нижней части спины, без дополнительных материальных затрат и без увеличения лучевой нагрузки на пациента. Использование многоплоскостных переформатирований и всех возможностей трёхмерных изображений позволяет наиболее наглядно представлять пространственное положение ППС, провести морфометрию и выделить изменения, ассоциированные с болевым синдромом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юрковский, А. М. Подвздошно-поясничная связка : анатомический базис для лучевого диагноста / А. М. Юрковский // Проблемы здоровья и экологии. 2010. № 4. С. 84–89.

2. *The iliothoracic ligament. Three-dimensional volume imaging and computer reformatting by magnetic resonance : a technical note* / J. M. Hartford [et al.] // Spine. 2000. Vol. 25, № 9. P. 1098–1103.

Короно А. В., Юрковский А. М.

Методические аспекты трёхмерной МСКТ-визуализации пояснично-подвздошной связки

Представлена доработанная методика проведения рентгеновской компьютерной томографии нижней части спины, позволяющая изучать не только состояние межпозвоночных дисков, но и состояние пояснично-подвздошной связки, повреждение которой может сопровождаться болевым синдромом. Также представлена техника получения трёхмерной визуализации составных частей связки из полученных КТ-изображений.

Korono A. V., Yurkovsky A. M.

Methodological aspects of three-dimensional MDCT imaging of the lumbar-iliac ligaments

Presented a modified technique of X-ray computed tomography lower back, allows us to study not only the state of the intervertebral discs, but also the state of the lumbar-iliac ligament damage which may be accompanied by pain. Also provides a three-dimensional imaging technique of obtaining components of the bundle obtained CT images.