

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ АНГИОГРАФИЯ И ОЦЕНКА ОПУХОЛЕВОЙ ИНВАЗИИ СОСУДОВ ПРИ РАКЕ ЖЕЛУДКА

Ультразвуковая ангиография зародилась с появлением ультразвуковых цветowych доплеровских режимов работы, по информативности не уступает инвазивным методам ангиографии и значительно расширяет возможности диагностики опухолевого поражения сосудов. Современные ультразвуковые доплеровские методики применяются для оценки различных свойств кровотока в доступных для исследования сосудах. Допплерография имеет значительные преимущества перед остальными диагностическими методами, так как позволяет проводить динамическое исследование сосуда любого диаметра (предоставляет информацию о кровотоке в реальном масштабе времени в конкретном участке сосудистой системы), не причиняя вреда здоровью исследуемого. Однако при этом необходимо отметить, что в настоящее время пока еще не определены единые критерии оценки нормы и патологии показателей кровотока [9].

Выделяют две основные модификации доплеровских режимов – постоянно-волновой и импульсно-волновой. Производными импульсно-волновой доплерографии являются виды цветового доплеровского исследования. Двухмерное ультразвуковое изображение в В-режиме с доплеровским спектром кровотока принято называть дуплексным, а одновременное подключение цветового доплеровского картирования (ЦДК) – триплексным сканированием. Ультразвуковая ангиография в режиме ЦДК позволяет оценивать три параметра кровотока одновременно: направление, скорость, характер (однородность и турбулентность) [3].

Изменение длины ультразвуковых волн при их отражении от текущей крови позволяет определять скорость и направление кровотока. Для каждой артерии и вены организма человека характерна определенная форма доплеровской волны. Скорость венозного тока постоянна, лишь незначительно меняется при дыхании – в норме уменьшается на вдохе и увеличивается на выдохе. Скорость артериального тока не меняется при дыхании, а зависит от фазы сердечного цикла – очень высокая в систолу, уменьшается в диастолу. Может быть относительно высокой скоростью артериального потока и в фазу диастолы при низком периферическом сопротивлении. Прием пищи способствует снижению общего периферического сопротивления и увеличению скорости диастолического тока. При ЦДК оцениваются проходимость сосуда, наличие и направление тока крови как в артериях, так и в венах [2, 4].

Цветовое доплеровское картирование оценивает направление кровотока в зоне исследования и зависит от угла между лучом и потоком крови. Поток крови по направлению к датчику окрашивается в красный цвет, а от датчика – в синий, и превышение скорости кровотока дает изменение цвета потока. Ламинарный кровоток соответствует чистым цветовым сигналам (красный, синий), т.е.

нормальному варианту кровотока в сосудах, при этом на доплерограмме при оптимальном угле между направлением ультразвукового луча и осью потока отмечается наличие «спектрального окна» (если угол слишком большой, то спектральное окно не определяется и при ламинарном потоке). Для турбулентного кровотока характерна мозаичная цветовая гамма различной интенсивности из-за движения частиц крови в разных направлениях, что характерно для мест стеноза или неполных окклюзий сосуда, на доплерограмме определяется «отсутствие спектрального окна». Смешанный тип кровотока характеризуется наличием небольших зон турбулентности при ламинарном потоке, встречается в местах физиологического сужения сосудов, бифуркации артерий, при ЦДК – точечная мозаичность потока в области бифуркации или сужения.

Цветовое доплеровское картирование энергии доплеровского спектра, или энергетическая доплерография, не имеет скоростных ограничений, не зависит от угла между направлением ультразвукового луча и потока, анализирует энергию потока крови, позволяет выявлять низкоскоростные потоки, в цвете регистрируется не средняя величина доплеровского сдвига, а интеграл амплитуд всех сигналов доплеровского спектра, который соответствует уровню энергии кровотока. Все эти преимущества энергетического доплеровского картирования (ЭДК) позволяют оценить кровоток в паренхиматозных органах и опухолевых образованиях.

Объединение возможностей цветового и энергетического доплеровского картирования с одновременным получением изображения сосуда с высокими скоростями в режиме цветового доплеровского картирования и низкими скоростями в режиме энергетического доплера способствовали появлению конвергентного доплера. Для анализа локальной сократимости миокарда с оценкой кровотока в ней применяется тканевый доплер. Компьютерная обработка цветовых доплеровских плоскостных изображений позволила получить трехмерное изображение сосудистой структуры органов и систем. Доплеровское исследование регионарного и органного кровообращения во взаимосвязи с кардиодинамикой называется кардиосовместимой доплерографией [9], что позволяет оценить связь потока со всеми электрическими аспектами сердечной деятельности. Кардиосовместимая доплерография – это способ сопоставления функции сердца и регионарной гемодинамики на основе ультразвуковых технологий.

При использовании черно-белой модификации импульсного и постоянно-волнового доплера в сочетании с режимом цветового доплеровского картирования имеется возможность оценки визуализируемых сосудов и характера кровотока в них. А в режиме энергетического, конвергентного, тканевого доплера и трехмерной реконструкции сосудов имеется возможность оценки кровотока в невидимых глазом сосудах, что особенно необходимо при оценке степени васкуляризации новообразований [7, 10].

Васкуляризация злокачественных опухолей характеризуется системой хаотичных артериальных и венозных сосудов со множественными шунтами, анастомозами между ними [5]. Неоваскуляризация, или возникновение собственных сосудов новообразования, определяется ангиогенными факторами

опухолевых клеток. При этом нарушается строение сосудистой сети, теряется эластичность сосудистой стенки, что ведет к снижению резистентности [6].

Причиной нарушения гемодинамики при раке может быть развитие стеноза кровеносных сосудов из-за их сдавливания или прорастания опухолевого процесса в сосуды. Операбельность рака желудка прежде всего зависит от вовлечения хирургически значимых сосудов желудка в опухолевый процесс. Однако предоперационная оценка состояния сосудов при раке желудка вызывает определенные трудности и даже при лапаротомии возможна только в 56% случаев [11]. Вовлечение сосудов в опухолевый процесс наблюдается и при местном распространении раковой опухоли, когда наблюдается врастание раковой опухоли в два и более соседних органа и окружающие структуры. В результате этого возникает значительное нарушение гемодинамики верхнего этажа брюшной полости, что является показателем абсолютной нерезектабельности местнораспространенного рака желудка [7].

В злокачественных опухолях определяется дезорганизованное сосудистое дерево с недостаточностью вазомоторного контроля и наличием артерио-венозных шунтов, продуцирующих быстрые потоки с высоким диастолическим компонентом и дающих высокие пиковые скорости и низкие индексы резистентности на спектральном доплере [1].

При определении вовлеченности сосудов в опухолевый процесс необходимо учитывать изменение топографии сосудов, деформации их контуров, сужение сосудистого просвета, увеличение линейной скорости кровотока, турбулентный кровоток [6].

Целью исследования явилось определение характера кровотока и признаков неоваскуляризации при опухолевом поражении желудка.

Материал и методы исследования. В анализ работы включены данные ультразвукового исследования 358 пациентов из основной группы, обследованных в отделении ультразвуковой диагностики МУЗ «Городская клиническая больница №1» г. Чебоксары Чувашской Республики. Среди них было больных: раком желудка – 131 (36,5%), с опухолями гладких мышц желудка – 12 (3,4%), лимфосаркомой желудка – 3 (0,83%). Полипы составили 25 (7%) случаев, среди них аденоматозный полип – 18 (72%), гиперпластический – 7 (28%). Больных доброкачественной язвой желудка было 44 человека (12,3%). Контрольную группу составили 100 человек без патологии органов пищеварения.

Ультразвуковая ангиография проводилась на ультразвуковом сканере MyLab-15 (Esaote) с использованием триплексного режима сканирования – двухмерного ультразвукового исследования с использованием цветового доплеровского картирования и энергетической доплерографии.

Анализ кровотока проводился при получении оптимальных изображений сосуда в В-режиме с помощью ЦДК с оценкой плотности стенок, эхогенности просвета, протяженности доступного видимого отдела сосуда. Затем производилось переключение в режим энергетического доплеровского исследования для регистрации сосудов с минимальными скоростями кровотока, после чего в режиме импульсно-волновой доплерографии дифференцировались сосуды с артериальным и венозным спектрами, проводилась ко-

личественная обработка кривых скоростей кровотока, оценивались направление, характер кровотока.

Проводилась оценка основных количественных показателей кровотока: максимальная скорость ($V_{\max}$), минимальная скорость ($V_{\min}$), средняя скорость (V_{med}), индекс пульсационности (P_i), индекс резистивности (R_i).

Оценка регионарной гемодинамики желудка проводилась в двух направлениях: исследование основных сосудов (облигатно-функционирующих) и дополнительных (факультативно-функционирующих).

Основные сосуды желудка: артериальная система, венозная периферическая и портальная системы.

Дополнительные сосуды: коллатеральная система желудка (венозные, служащие проявлением компенсаторных механизмов депонирования и шунтирования крови, начинающих функционировать при патологии), очаговая система кровоснабжения новообразований желудка.

Исследование магистральных сосудов (брюшной отдел аорты, нижняя полая вена, воротная вена, чревный ствол, общая печеночная артерия, селезеночная артерия, селезеночная вена, верхнебрыжеечная артерия, верхнебрыжеечная вена) и сосудов желудка (желудочные, желудочно-сальниковые артерии, желудочно-двенадцатиперстная артерия), а также сосудов новообразований желудка проводилось натошак в два этапа: до и после наполнения полости желудка жидкостью.

Результаты исследования. В качестве нормы принимали параметры кровотока в сосудах артериального кольца большой и малой кривизны желудка, предложенные ранее М.Г. Тухбатуллиным [5-7], и абдоминальных сосудах, предложенные Г.И. Кунцевич [2]. Кровоток в чревном стволе явился основным при оценке гемодинамики желудка, так как из его ветвей происходит кровоснабжение всего желудка и не имеется отдельного сосуда, питающего изолированно какой-либо отдел желудка. Чревный ствол представляет собой короткий сосуд длиной не более 2 см, отходящий от аорты на уровне XII грудного позвонка в аортальном отверстии диафрагмы (на 1-4 см выше почечной и 1-3 см выше верхней брыжеечной артерии). Разветвляется на множество ветвей и также обеспечивает кровью печень, желчный пузырь, двенадцатиперстную кишку, селезенку, поджелудочную железу. Сразу же делится на три ветви: левую желудочную, общую печеночную, селезеночные артерии, которые участвуют в кровоснабжении желудка, двенадцатиперстной кишки. Селезеночная артерия – самая крупная ветвь чревного ствола, в воротах селезенки распадается на 5-8 конечных ветвей, до чего в проекции малой кривизны желудка образует артериальную сеть малой кривизны желудка.

При трансабдоминальной эхографии желудка в В-режиме визуализировались крупные и мелкие кровеносные сосуды в эпигастриальной области. Дополнительную информацию о гемодинамике желудка получали при использовании методик цветового доплеровского картирования. Использование же энергетического доплера значительно повышало чувствительность метода к низкоскоростному кровотоку, при этом регистрировались слабые эхосигналы,

появлялась возможность регистрации потока крови в сосудах, невидимых при сканировании в В-режиме и ЦДК.

При патологии желудка для выявления признаков неоваскуляризации и проведения детального исследования собственных опухолевых сосудов нами оценивались следующие эхоангиографические показатели: четкость сосудистого рисунка, тип васкуляризации, протяженность, размеры, цветовая характеристика потока, количественные показатели кровотока.

Признаки неоваскуляризации как основные проявления злокачественности процесса при опухолевом поражении желудка оценены с помощью спектрального доплеровского анализа кровотока. По данным цветокодированных доплерографических методик оценки кровотока желудочной стенки (ЦДК, ЭДК), пораженной опухолью, ультразвуковую ангиографию удалось провести в 50,8% (182) случаев. Среди них гиперваскуляризация в виде множественных хаотичных сосудов опухоли зарегистрирована в 16 случаях аденокарцином (12,21%), умеренная васкуляризация в виде единичных сосудов в опухолевой ткани – в 34 (25,95%) случаях, низкая васкуляризация – в 17 (12,98%) случаях аденокарцином в виде единичных цветовых локусов. В остальных случаях не удалось определить характер кровотока в сосудах желудочной стенки, пораженной опухолевым процессом.

Анализ доплерограмм чревного ствола, а также общей печеночной и селезеночной артерий натощак показал высокий уровень конечной диастолической скорости (что указывает на низкое периферическое сопротивление). После приема пищи через полчаса в чревном стволе увеличивались диастолическая и объемная скорости кровотока, снижался индекс периферического сопротивления. Сравнительный анализ кровотока в чревном стволе в норме показал наличие ламинарного кровотока. На ранних стадиях злокачественных опухолей желудка сравнительный анализ количественных показателей кровотока в чревном стволе не показал достоверных отличий от нормы. Показатели кровотока (пульсационный индекс и индекс резистентности) при доброкачественной язве, в отличие от изъязвленного рака желудка, мало отличались от нормы, что указывало на пропорциональное увеличение показателей систолической, диастолической и средней скоростей при этом. В активную фазу язвенной болезни кровоток в чревном стволе усиливался и определялся турбулентным. Средняя скорость кровотока в чревном стволе в контрольной группе составила $1,18 \pm 0,04$, при язвенной болезни – $1,4 \pm 0,06$, при раке желудка – $1,04 \pm 0,04$ м/с.

Доброкачественные и злокачественные опухоли желудка имели различную гемодинамику. Для злокачественных опухолей характерными были мозаичный и смешанный типы кровотока в аномальных сосудах, снижение индекса резистивности, кривые скорости кровотока имели относительно высокий диастолический компонент, количественные показатели кровотока имели более низкие значения. В доброкачественных опухолях (полипы, лейомиомы, аденомы желудка) сосуды визуализировались на протяжении, являлись непосредственными продолжениями терминальных ветвей артерий и вен. В единичных случаях при лейомиомах регистрировался смешанный тип кровотока. Для подслизистых липом было характерно отсутствие кровотока в самом об-

разовании и в единичных случаях – наличие перифокального кровотока. Для доброкачественной язвы желудка были характерны сохранение обычного кровотока в околоязвенном инфильтрате и отсутствие кровотока в зоне язвы.

Таким образом, особо важным при проведении ультразвуковой ангиографии явилось определение признаков неоваскуляризации – как для уточнения стадии опухолевого процесса, так и для мониторинга сосудистых изменений при лечебных мероприятиях и динамическом наблюдении. Оценка глубины инвазии сосудов раковой опухоли и ее метастазами, уточнение характера кровотока в опухолевых сосудах могут стать главными в определении операбельности и объема хирургического вмешательства при новообразованиях желудка.

Литература

1. Казьмин А.И. Сосудистый эндотелиальный фактор роста и система активации плазминогена при раке желудка / А.И. Казьмин, Е.С. Герштейн, Н.А. Огнерубов и др. // Материалы VI ежегодной Российской онколог. конф. М., 2002. С. 155.
2. Кунцевич Г.И. Возможности дуплексного сканирования для оценки кровотока в артериях и венах брюшной полости / Г.И. Кунцевич, Н.И. Кокова, Е.А. Белоланотко // Визуализация в клинике. 1995. № 6. С. 33-38.
3. Лелюк В.Г. Методика ультразвукового исследования сосудистой системы: технология сканирования, нормативные показатели: методическое пособие / В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк. М., 2002. 42 с.
4. Лелюк В.Г. Методические аспекты ультразвуковых ангиологических исследований: метод. пособие / В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк. М., 2002. 44 с.
5. Михайлов М.К. Комплексная лучевая диагностика новообразований желудка / М.К. Михайлов, М.Г. Тухбатуллин. Казань: Фэн, 2001. 220 с.
6. Тухбатуллин М.Г. Применение ультразвуковой цветовой ангиографии для дифференциальной диагностики опухолей и язвенного инфильтрата желудка / М.Г. Тухбатуллин // Эхография. 2000. Т. 1, № 3. С. 253-256.
7. Тухбатуллин М.Г. Ультразвуковая диагностика опухолей инвазии сосудов при раке желудка / М.Г. Тухбатуллин // Эхография. 2003. Т. 4, № 4. С. 388-393.
8. Тухбатуллин М.Г. Ультразвуковое исследование в оценке вовлеченности сосудов в опухолевый процесс при раке желудка / М.Г. Тухбатуллин, С.Б. Марданова // Эхография. 2003. Т. 4, № 3. С. 332.
9. Щетинин В.В. Кардиосовместимая доплерография / В.В. Щетинин, Н.Ф. Берестень. М.: Медицина, 2002. 240 с.
10. Murakami T. New concept on ulcer-cancer of the stomach / T. Murakami // Juntendo Med. J. 1967. Vol. 13. P. 157-165
11. Ziegler K. Comprasion of computed tomography, endosonograpchy and intraoperative assessment in TN stading of gastric carcinoma / K. Ziegler, C. Sanft, M. Zeitz et al. // Radiology. 1993. Vol. 34. P. 604-610.

ДИОМИДОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА родилась в 1958 г. Окончила Чувашский государственный университет. Кандидат медицинских наук, заведующая отделением ультразвуковой диагностики МУЗ «Городская клиническая больница № 1». Область научных интересов – ультразвуковая диагностика. Автор 41 научной работы, 2 рационализаторских предложений, 2 авторских свидетельств, 1 монографии, 1 методических рекомендаций.
