

## Целесообразно ли болюсное контрастное усиление при спиральной компьютерной томографии брюшной полости для дифференциальной диагностики образований печени однородной структуры?

Г.Г. Кармазановский,  
В. Д. Федоров,  
И. В. Шипулева,  
А. И. Курочкина  
институт хирургии  
им. А.В.  
Вишневого РАМН  
(директор - академик  
РАМН –В.Д.  
Федоров)

В работе представлен анализ литературы и результаты собственных исследований. Проведено 245 исследований брюшной полости, выполненных на компьютерном томографе Tomoscan SR 7000 (Philips) по методике, включающей бесконтрастное, сканирование с задержками 20 с и 60-80 с после внутривенного болюсного введения контрастного вещества. У этих больных выявлено и проанализировано по фазам контрастирования 252 очаговых образования (первичное и вторичное злокачественное поражение печени, гемангиомы, ФНГ, абсцессы, кисты). 81 из них было однородной мягкотканной структуры. Сочетание быстрого сканирования и болюсного введения контрастного вещества позволяет выявить дополнительные дифференциально-диагностические признаки очаговых образований печени. Ключевым моментом является обнаружение специфических признаков гемангиомы. Контрастное усиление наиболее целесообразно для дифференциальной диагностики гомогенных образований с нечеткими ровными контурами.

## Is it Reasonable of Bolus Contrast Enhancement in Abdominal Spiral CT for Differential Diagnostics of Hepatic Formations of Homogeneous Structure?

G. G. Karmazanovsky,  
V. D. Fedorov,  
I.V. Shipuleva,  
A. I. Kurochkina  
A.V. Vishnevsky  
RAMSci Institute of  
Surgery (Director-  
Academician of  
RAMSci  
V.D. Fedorov)

The scientific publications and the authors results of the investigations have been presented in the paper. 245 investigations have been performed with the tomograph Tomoscan SR 7000 (Philips) by the method of non contrasting scanning, and scanning with 20 sec and 60-80 sec delays after intravenous bolus introduction of the contrast agent. 252 focal formations (primary and secondary malignant hepatic lesions, hemangiomas, FNH, abscesses, cysts) including 81 formations of homogenous soft tissue structure have been revealed. Combination of quick scanning and bolus contrast agent introduction allow to reveal additional differential diagnostic signs of focal hepatic lesions. The key moment is to diagnose specific hemangioma signs. Contrast enhancement is the most advisable for differential diagnostics of homogeneous lesions with illegible even contours.

### Введение

В плане выявления очаговых образований печени (ООП) спиральная компьютерная томография (СКТ) имеет важное преимущество перед традиционной КТ, связанное с выполнением сканирования на одной задержке дыхания, при этом исчезает теоретическая возможность выхода

ООП небольших размеров из зоны сканирования в результате дыхательных движений пациента. Это отмечает большинство исследователей [2, 4, 8, 20, 25]. Однако проблема дифференциации новообразований печени остается актуальной в связи с тем, что разница в плотности ООП и окружающей паренхимы печени может быть минимальной (10-30 ед. Н.), в отличие от очаговых образований легких, где имеется значительная естественная контрастность между солидной структурой образования (30-50 ед. Н.) и воздушной паренхимой легкого, когда градиент плотности может составлять 700-900 ед. Н. Так как методика СКТ позволяет реконструировать изображение с меньшим шагом (меньшими интервалами реконструкции), чем толщина выделяемого слоя, с которой было выполнено сканирование, это еще больше повышает чувствительность метода в выявлении ООП небольших размеров [10].

Перечисленные предпосылки устраняют, в какой-то мере, недостатки традиционного сканирования, однако вопрос дифференциации новообразований практически одинаковой плотности таким путем не решается. С целью дифференциальной диагностики образований используют контрастное усиление, при котором ищут специфическую картину новообразования. При этом существует неоднозначный подход к решению вопроса об объеме, количестве и виде вводимого контрастного вещества. В нашей стране в повседневной лечебно-диагностической практике (за исключением некоторых специализированных институтов, в том числе Института хирургии им. А.В. Вишневского РАМН), если и используется контрастное усиление при исследовании печени или органов брюшной полости, то контрастное вещество вводится "от руки", без применения автоматических шприцев, и в сравнительно небольших объемах (в среднем - 40 мл). В странах Европы ранее применяли инфузионное введение контрастного вещества, при этом инфузия контрастного вещества поддерживалась во время всего сканирования. С учетом длительности сканирования, объем вводимого контрастного вещества мог достигать 250 мл [21]. Поскольку сканирование при СКТ более скоростное, необходимость в длительной инфузии контраста отпадает. Контрастное усиление при исследовании органов брюшной полости отличается от такового при исследовании грудной клетки, так как объемы контрастного вещества (300 мг/мл) в объеме менее 60 мл оказываются достаточно эффективными [6, 14]. При исследовании брюшной полости в экспериментах на животных [9] подтверждено, что небольшое уменьшение объема при контрастировании возможно, но оно имеет меньшее значение, чем при диагностике заболеваний грудной полости. Авторы считают, что доза 429 мг/кг, обеспечивающая повышение плотности печени на 30 ед. Н., является той минимальной дозой для насыщения паренхимы печени при СКТ, при которой достигаемый градиент плотности позволяет достоверно выявить объемное образование на фоне паренхимы печени.

Многие работы по СКТ посвящены различным методикам контрастного усиления [5, 15], в частности, для определения небольших очагов метастатического поражения печени [25]. Большая часть дискуссий в литературе фокусируется на точности времени введения контраста, скорости введения и двукратной версии протоколов для динамической КТ [24]. Эти параметры важны для традиционной КТ, при которой сканирование печени может занять 2-3 мин. При СКТ, считает Blumentke [10], эти параметры не так влияют на эффективность исследования, поскольку при серии объемного сканирования однократное или двукратное введение контраста приводит к почти одинаковым уровням насыщения печени. По его опыту, однофазное внутривенное введение 125 мл контрастного вещества со скоростью 2-3 мл/с дает отличное сосудистое и паренхиматозное насыщение печени. Прирост насыщения паренхимы печени при этом составляет более 40 ед. Н. и длится около 30 с, что позволяет за это время провести СКТ-сканирование всей печени до начала фазы равновесия контрастного насыщения [10, 19]. Замечено, что высокая скорость введения контрастного вещества приводит к высоким уровням насыщения паренхимы печени, но недостатком при этом будет короткая продолжительность полезного пика насыщения.

В настоящее время многие компьютерные томографы, в том числе используемый в Институте хирургии им. А.В. Вишневского, позволяют выполнять возвратное спиральное сканирование с минимальной (20 с) задержкой между двумя циклами. Методика с так называемым двойным СКТ-сканированием имеет определенные преимущества в выявлении опухолей печени [22]. Целью двойного СКТ является получение изображений печени в течение артериальной фазы насыщения

печени и последующей портальной фазы насыщения. Если при традиционной КТ, выполненной в режиме "portal scan" сканирование печени требует 60-90 с (что слишком длительно и не позволяет разграничить 2 фазы насыщения печени), то более скоростное сканирование при СКТ позволяет провести за тот же период времени 2 сканирования с получением преимущественно артериальной (первые 15-30 с после начала введения контрастного вещества) и венозной (50-90 с) фаз. Предварительные результаты подтверждают, что некоторые типы опухолей могут иметь специфические проявления либо в артериальную, либо в портальную фазу насыщения.

Для выбора оптимального временного окна для визуализации ООП предпринимаются попытки индивидуализировать время задержки сканирования при СКТ с контрастным усилением, так как известно, что насыщение печени контрастным веществом зависит от многих параметров, которые можно подразделить на 2 группы: 1) зависящие от индивидуальности пациента: масса тела, объем циркулирующей крови, ударный объем сердца, функция печени и некоторые другие [19, 26]; 2) независимые от пациента параметры, которые можно изменить: объем и скорость введения контрастного вещества, время задержки сканирования [16]. Существуют работы, посвященные компьютерной программе Smart-Prep (G.E.), которая позволяет индивидуализировать параметры введения контрастного вещества (объем, скорость введения и время задержки сканирования) на основе предварительного пробного введения небольшого объема контрастного вещества [23]. Авторы отмечают, что методика позволяет идеально подобрать время начала сканирования посредством графического изображения времени и уровня контрастирования при предварительном введении минимального количества контрастного вещества. Разброс времени задержки сканирования для максимального насыщения печени при использовании Smart-Prep составил 48-86 с. Smart-Prep позволяет индивидуализировать исследование печени и быть уверенным в высоком уровне контрастного насыщения ее паренхимы, независимо от различий индивидуального статуса пациентов. Однако следует отметить, что разброс плотности верхушечных и базальных отделов печени при этом может достигать 20-30 ед. Н., чувствительность исследования при этом равна 97%, так что и эта методика не решает все проблемы контрастирования.

Контрастное усиление используют для оценки эффективности химиотерапии, но следует помнить, что при произвольном выборе времени задержки контрастного усиления некоторые метастазы медленно накапливают контраст по периферии, где их структура может становиться изоденсной, симулируя уменьшение размеров, что может привести к ошибочной положительной оценке результата химиотерапии [7, 17]. Внедрение в повседневную практику методики Smart-Prep требует дополнительных временных и материальных затрат (стоимость пакета программы Smart-Prep \$ 150.000 [23]), но влияет ли данная методика принципиально на выявление основных КТ-признаков для дифференциальной диагностики ООП? На этот вопрос мы не нашли ответа ни в одной работе. На наш взгляд, продолжительность диагностически значимых фаз исследования достаточна, чтобы уловить необходимую симптоматику. С другой стороны, и без применения Smart-Prep чувствительность СКТ для определения метастазов колоректального рака в печени приближается к 90%. В то время как чувствительность традиционной КТ для определения метастатического поражения печени составляет 80-85% [10]. СКТ с контрастным усилением повышает чувствительность КТ по двум причинам: во-первых, быстрое сканирование позволяет проследить динамику контрастирования печени на всем протяжении и, во-вторых, возможно проведение постреконструкций с меньшей толщиной среза. Небольшие интервалы реконструкции приводят к повышению на 10% выявления образований печени [25], особенно образований малых размеров. Это очень важно, так как чувствительность традиционной КТ для очагов менее 1 см составляет 65%, в то время как чувствительность для очагов более 1 см составила 99% [3]. Гиперваскулярные метастазы могут быть пропущены при традиционной КТ в 25-39% случаев [12]. Причина этого в том, что при очень хорошей васкуляризации метастазы также быстро насыщаются контрастным веществом, как и нормальная паренхима печени. Оценка гиперваскулярных метастазов при СКТ еще не осуществлена.

Таким образом, наиболее оптимальной на сегодняшний день является методика возвратного (двойного) сканирования, так как это дает возможность оценивать динамику контрастирования печени как в раннюю (артериальную), так и в более позднюю (возвратную венозную) фазы, по-

сколькo различные образования имеют специфику собственного контрастирования, и имеют пик насыщения контрастным веществом в артериальную либо венозную фазу, в зависимости от характера кровоснабжения. Для определения тактики ведения больного принципиально важно не только выявить ООП, но и определить его нозологическую принадлежность. Данные литературы свидетельствуют о том, что исследования в основном направлены на повышение выявляемости ООП, с этой целью разрабатываются разные варианты протоколов сканирования, как было отмечено выше. В то же время малоосвещенным оказывается вопрос дифференциальной диагностики ООП. На наш взгляд, сочетание быстрого сканирования и болюсного введения контрастного вещества позволяет выявить дополнительные дифференциально-диагностические признаки ООП. Мы встретили единичные сообщения, основанные на анализе, как правило, небольшого клинического материала о выявлении тех или иных симптомов [2, 27]. Тактика СКТ-исследования больного после выявления у него ООП не обсуждается. В отечественной литературе сведения об опыте СКТ-исследований печени отсутствуют, имеются лишь несколько сообщений об СКТ обзорного характера [11].

### **Материал и методы**

Все наши исследования выполнены на компьютерном томографе Tomoscan SR 7000 фирмы Philips. Методика исследования с контрастным усилением изображения заключалась в следующем: после обязательного нативного (бесконтрастного сканирования) в локтевую или подключичную вену пациента устанавливалась бронюля, подключенная к автоматическому инъектору. Неионное контрастное вещество Ультравист-300 или Омнипак-300 в объеме 80-100 мл (в зависимости от веса пациента) вводилось со скоростью 3—4 мл/с. Задержка первого сканирования составляла 20 с от начала введения контрастного вещества, при этом получали изображение собственной печеночной артерии и ее ветвей, поэтому эту фазу условно назвали артериальной.

Второе сканирование выполняли с задержкой от начала введения контрастного вещества 80 с, при этом получали изображение печеночных вен, поэтому эту фазу назвали венозной. При необходимости делали отсроченную или глубокую паренхиматозную фазу, через 7-12 мин от начала введения контрастного вещества.

По этой методике за 1996-1997 гг. произведено 245 исследований брюшной полости и забрюшинного пространства, подтвержденных морфологически или другими методами исследования. Среди них 132 пациента имели очаговое или диффузное поражение печени, с панкреатитами и опухолями поджелудочной железы обследовано 38 человек, в группу "прочие" вошли больные с опухолями другой локализации, у которых изменений в печени найдено не было.

Очаговые образования печени были выявлены у 120 больных. Чаще мы сталкивались с метастатическим поражением печени и гемангиомами. У 17 больных были выявлены первичные опухоли печени, преимущественно гепатоцеллюлярный рак (ГЦР). Кисты выявлены у 13 больных. У 4 подтверждена фиброnodулярная гиперплазия (ФНГ). Среди паразитарных поражений наряду с эхинококкозом печени встретился 1 альвеококк. Среди воспалительных заболеваний был интересен туберкулез печени у 1 больного, остальные - абсцессы.

У этих больных нами было выявлено и проанализировано по фазам контрастирования 252 ООП. При бесконтрастном исследовании все гомогенные образования печени выглядят, как правило, гиподенсными структурами, плотностью 20-50 ед. Н., они составили большинство (более 30%) среди других ООП. Особое внимание мы уделили солитарным очагам.

Множественные очаговые образования однородной мягкотканной структуры с нечеткими контурами - это метастазы. В такой ситуации контрастное усиление не требуется.

### **Результаты и их обсуждение**

81 ООП однородной структуры мягкотканной плотности и стало объектом исследования, представленного в настоящей работе. Ретроспективный анализ нативной КТ картины позволил выделить 4 группы гомогенных образований, при этом дифференциация основывалась на сочетании двух критериев - четкости и ровности контуров.

Образования однородной мягкотканной структуры с четкими контурами в 100% случаев оказались доброкачественными, причем в большинстве случаев - гемангиомами. Среди них с четкими

ровными контурами было 12% образований, все - гемангиомы. Сочетание четких и ровных контуров однородного мягкотканного образования является статистически достоверным признаком гемангиомы и в этой ситуации дифференциальную диагностику можно провести без контрастного усиления (КУ).

При четких, но неровных контурах образования в 92% случаев мы будем правы, утверждая, что это гемангиома, но в 8% возможна диагностическая ошибка, так как эти симптомы могут быть присущи ФНГ. Если ограничиться бесконтрастным исследованием, то избежать этой ошибки невозможно. Причем, мы полагаем, что процент ошибки был бы выше, если располагать большим числом наблюдений ФНГ, так как картина эта достаточно типична для них. Дифференцировать гемангиому и ФНГ при четких и неровных контурах без КУ невозможно. Можно лишь сказать, что это доброкачественное образование. Если стоит диагностическая задача исключения злокачественного опухолевого поражения, то этого вполне достаточно. Если нужна нозологическая диагностика, следует выполнить контрастное усиление.

Уже в первые секунды после болюсного контрастирования, в артериальную фазу, выявляются достоверные различия в характере контрастирования этих доброкачественных образований, что позволяет дифференцировать их на данном этапе и не выполнять другие фазы контрастного исследования. Лакунарное

скопление контрастного вещества по периферии образования типично для гемангиомы (рис. 1), гиперденность по всей площади типична для узла ФНГ (рис. 2).

Гемангиома получает питание из ветвей печеночной артерии, которые, проникая в ее толщу, тотчас рассыпаются на множество расширенных синусоидальных сосудов,

причем особенно хорошо периферические артериальные стволы видны при гистологическом исследовании макропрепарата гемангиомы, удаленной после предварительной ее эмболизации. Эмболы всегда очень хорошо видны на периферии гемангиомы и никогда не встречаются в ее толще (Скуба Н.Д.).

В 22% случаев ООП с однородной мягкотканной структурой имеют нечеткие ровные контуры. По нашим данным, чуть больше половины из них - злокачественные, но остальные - доброкачественные образования, т.е., если проводить диагностику на основе нативной картины, то при нечетких и ровных контурах образования половина заключений будет ошибочной. Очевидно, что



Рис. 1. Компьютерная томограмма. Типичная динамика контрастирования гемангиомы. а - нативная (бесконтрастная) фаза сканирования; б - артериальная фаза; в - венозная фаза; г - отсроченная фаза.



Рис. 2. Компьютерная томограмма. Типичная динамика контрастирования ФНГ. а - нативная (бесконтрастная) фаза сканирования; б - артериальная фаза; в - венозная фаза; г - отсроченная фаза.

в этой ситуации КУ необходимо для выявления специфического для гемангиом симптома гиперконтрастных лакун в ранние (артериальную и венозную) фазы контрастного усиления.

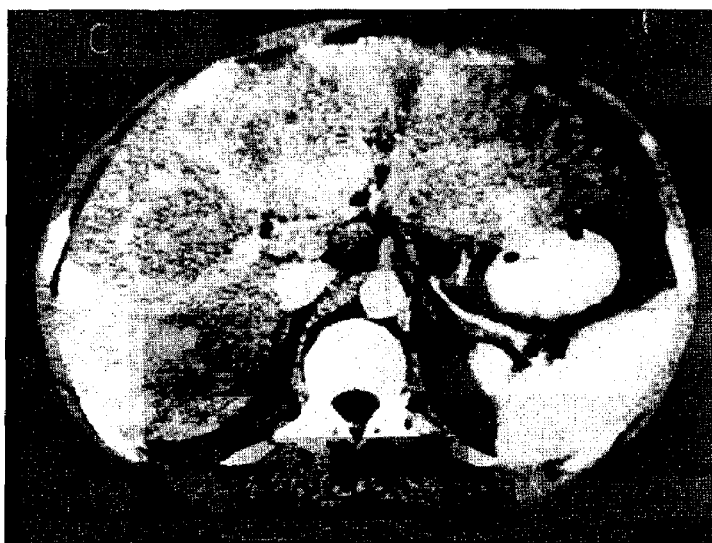
Нечеткий контур доброкачественного образования обычно можно наблюдать на фоне жировой дистрофии печени. Тем не менее, по градиенту плотности удается дифференцировать узел ФНГ и метастазы: в венозную фазу градиент плотности в узлах ФНГ сохраняется, в отличие от метастатических очагов, которые имеют пик контрастирования в артериальную фазу и теряют контрастное вещество в венозную фазу, становясь изоденсными или гиподенсными.

В целом же ООП гомогенной структуры с нечеткими ровными контурами, как правило небольших размеров – менее 20 мм и чаще имеют размеры 5-10 мм. Характер контрастирования мелких образований, в отличие от более крупных, труднее интерпретировать, также как и характеризовать их структуру, чем и объясняются сложности в их дифференциальной диагностике.

Половину образований с однородной мягкотканной структурой составляют очаги с нечеткими неровными контурами, которые в подавляющем большинстве (92%) имеют злокачественную природу. Если поставить диагноз злокачественного образования при таком типе нативной кар-



**Рис. 3.** Компьютерная томограмма. Гепатоцеллюлярный рак левой доли печени. Нативная фаза; определяется гиподенсное образование, замещающее левую долю печени, правая доля печени однородной структуры.

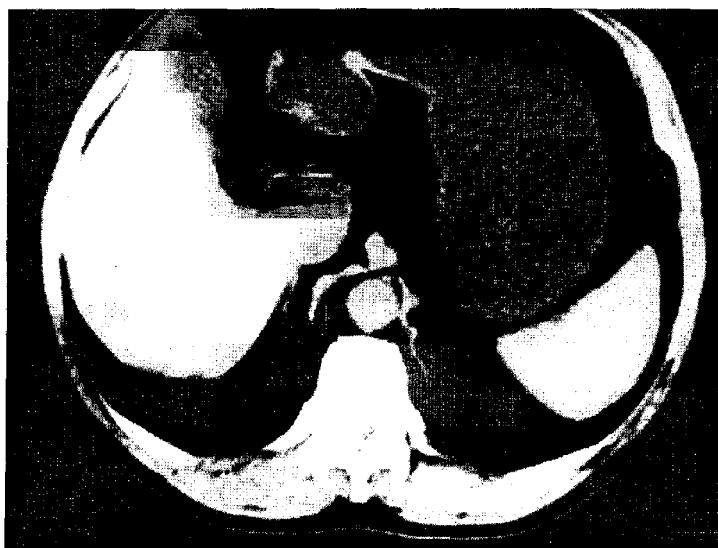


**Рис. 4.** Компьютерная томограмма. Гепатоцеллюлярный рак левой доли печени. Артериальная фаза: неравномерное гиперконтрастирование по всей площади опухоли левой доли печени, множественные гиперконтрастные очаги отсева в правой доле печени.

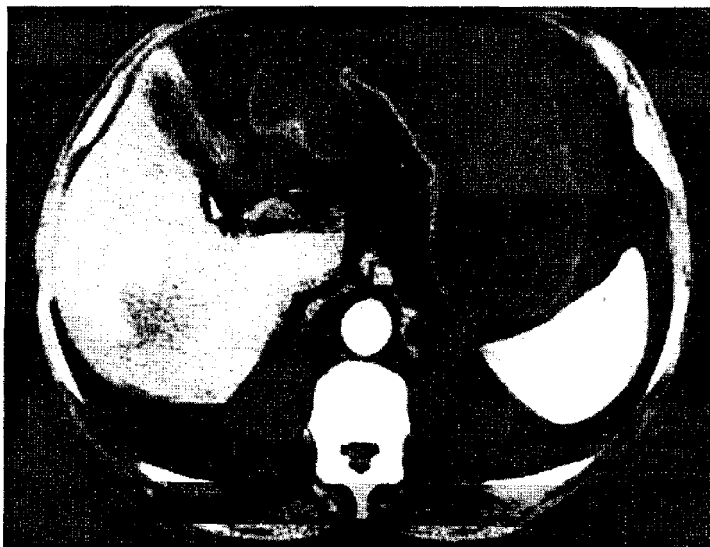
тины, то мы ошибемся лишь в 8% случаев. А сможет ли помочь контрастное усиление в этой ситуации?

Отвлечемся от традиционных характеристик структуры (ООП) (рис. 3). Это КТ-картина брюшной полости 38-летнего мужчины, своими ногами пришедшего в клинику, внешне вполне сохранного, деятельного, энергичного, полного желания жить. Вся левая доля печени пониженной мягкотканной плотности. Наружный контур четкий, так как процесс ограничен капсулой печени. Неровный нечеткий контур на границе IV и V сегментов заставляет заподозрить злокачественную опухоль. Но не видно увеличения парааортальных лимфоузлов и лимфоузлов гепатодуоденальной связки. Хирурги, несмотря на жировой гепатоз оставшейся паренхимы, надеются на возможность выполнения левосторонней гемигепатэктомии, что может продлить жизнь больному.

В артериальную фазу контрастирования (рис. 4) мы видим неравномерную по всей площади гиперденсность основного массива опухоли, что является достоверным признаком первичной опухоли печени, выявляются многочисленные очаги отсева в правой доле печени. Заключение:



**Рис. 5.** Компьютерная томограмма. Бесконтрастное скапирование. Нечеткий контур гемангиомы на фоне жировой дистрофии печени.



**Рис. 6.** Компьютерная томограмма. То же наблюдение. Артериальная фаза контрастного усиления. Гиперконтрастные лакуны по периферии гемангиомы.

гепатоцеллюлярный рак, тотальное поражение печени.

Ключевым моментом дифференциальной диагностики ООП является обнаружение специфических признаков гемангиомы. Для ООП с неоднородной структурой таким важным критерием

является наличие гиалиновой щели (зона низкой плотности звездчатой формы, не накапливающая контрастное вещество). Но гиалиновая щель встречается, как правило, только при размерах гемангиомы более 5 см. В то же время достоверная диагностика гемангиомы печени в сочетании, например, с раком желудка или опухолью других органов, принципиально влияет на тактику лечения больных. В этом случае решающим критерием в дифференциальной диагностике является выявление типичной динамики контрастирования гемангиомы (рис. 1). В артериальную фазу гемангиома накапливает контрастное вещество в виде гиперконтрастных лакун, сравнимых с плотностью аорты, что обусловлено циркуляцией контрастированной крови по резко расширенным синусоидам. В венозную фазу количество законтрастированных лакун увеличивается. В отсроченную фазу гемангиома гипер- или изоденсна по отношению к паренхиме печени. На рис. 5 видно ООП однородной структуры с нечеткими ровными контурами на фоне жировой дистрофии печени. У этого больного подозревается опухоль желудка (поэтому желудок максимально наполнен водой) и метастаз в правую долю печени. Утолщения стенки желудка нами выявлено не было. А ООП с нечеткими контурами на фоне жирового гепатоза печени оказалось

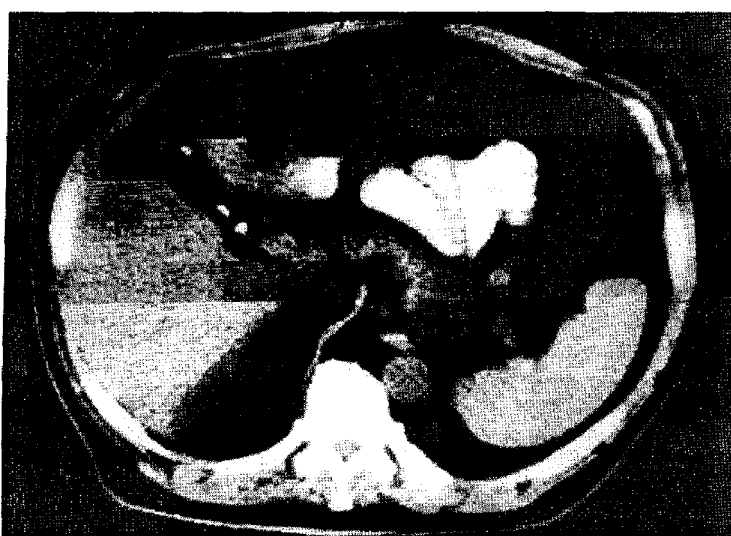


Рис. 7. Компьютерная томограмма. Метастатическое поражение печени. Пассивная фаза. Нечеткие ровные контуры образования.



Рис. 8. Компьютерная томограмма. То же наблюдение. Артериальная фаза контрастирования. Гиперконтрастный ободок по периферии очага.

гемангиомой, так как получена типичная картина накопления контрастного вещества в виде гиперденсных лакун (рис. 6).



В случае других вариантов контрастирования, как правило, и венозная фаза не дает достоверной информации о нозологической принадлежности ООП. В таком случае приходится выполнять отсроченную фазу исследования (7-10 мин от начала введения контрастного препарата). Обнаружение гипер- или изоденсности свидетельствует о гемангиоме печени, в то время как метастаз будет гиподенсным по отношению к паренхиме печени.

Сложнее дифференцировать формирующийся абсцесс печени с метастазом. Это касается и множественного поражения печени с признаками билиарной гипертензии, когда возможность появления холангиогенных абсцессов весьма велика.

Характерным для метастатического поражения печени считается формирование гиперконтрастного ободка по периферии очага (рис. 7, 8). Если же такой ободок отсутствует и образование коптит контрастное вещество от периферии к центру, то невозможно, даже с использованием болюсного КУ при СКТ, отличить формирующийся абсцесс в фазе инфильтрации паренхимы от метастатического поражения печени. Таким образом, для дифференциальной диагностики абсцесса в фазе формирования и метастаза проводить контрастное исследование не следует, так как оно не несет дополнительной достоверной информации.

### **Заключение**

Контрастное усиление наиболее целесообразно для дифференциальной диагностики гомогенных образований с нечеткими ровными контурами, которые могут быть обусловлены низким градиентом плотности между печенью и образованием, при малых размерах образования, жировой дистрофии и воспалительных изменениях паренхимы печени, а также инвазивном росте опухоли.

Только типичная картина контрастного усиления в виде лакун (гемангиома) и гиперконтрастных пятен (ФНГ) позволяет утверждать, что данное образование доброкачественной природы.

Отсутствие в артериальную фазу типичных проявлений гемангиомы и ФНГ свидетельствует о злокачественном поражении, при этом окончательная оценка результатов исследования в отсроченную фазу может выявить признаки гемангиомы (изо- и гиперденсность), что способствует уменьшению числа случаев гипердиагностики злокачественных образований.

Для дифференциальной диагностики образований с четкими контурами возможно выполнение 2-х фаз сканирования (нативная и артериальная фазы). Для дифференциальной диагностики образований с нечеткими контурами целесообразно выполнение всех фаз сканирования, в том числе отсроченной.

### **Список литературы**

1. *Зубарев А.В.* Методы медицинской визуализации - УЗИ, КТ, МРТ — в диагностике опухолей и кист печени. М., 1995.
2. *Китаев В.В.* Новые горизонты компьютерной томографии: спиральная КТ // Медицинская визуализация 1996; 1: 11-16.
3. *Кармазановский Г.Г., Колганова И.П., Шипулева И.В., Толкачева Г.С., Никитаев Н.С., Валявин М.Ю., Смирнов М.Д., Прилуцкая М.А., Мосин В.М., Асташев Ю.К.* Спиральная компьютерная томография в многопрофильной хирургической клинике // Медицинская визуализация 1997; 1: 37-41.
4. *Кармазиновский Г.Г., Никитаев Н.С., Валявин М.Ю.* Компьютерная томография печени и желчных путей // Паганель-Бук. Москва, 1997, 358с.
5. *Макаренко В.Н., Сеницын В.Е.* Спиральная компьютерная томография печени с внутривенным контрастированием: проблемы оптимизации протоколов введения контрастных средств // Медицинская визуализация. 1998: 2,2—11.
6. *Толкачева Г.С.* Роль спиральной компьютерной томографии в комплексной лучевой диагностике хирургических заболеваний легких // Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 1997: 31.
7. *Berland L.L., Lawson T.L., Foley D. et al.* Comparison of pre- and post-contrast CT in hepatic masses. AJR. 1992; 138:853-858.
8. *Bluernke D.A., Fishman E.K.* Spiral CT of the liver. AJR. 1993; 160:787-792.

9. *Bluemke D.A., Fishman E.K.* Spiral CT. Initial experience with vascular applications // Clin-Imaging. 1994. Apr-Jun; 18(2), p. 107-112.
10. *Bluemke D.A.* Spiral CT of hepatic tumors // <http://www.mri.jhu.edu/Li/-dblueinke/SpiralCT.html> 1997.
11. *Bluemke D.A., Fishman E.K., Anderson J.H.* // Dose requirements for a nonionic contrast agent for spiral computed tomography of the liver in rabbits. Invest-Radiol 1994. Feb.; 29(2): 195-200.
12. *Bressler E.L., Alpern M.B., Glazer G.M. et al.* Hypervascular hepatic metastasis. Radiology. 1987; 162: 49-51.
13. *Chezmar J.L., Rumancik W.M., Megibow A.J.* Liver and abdominal screening in patients with cancer: CT versus MR imaging. Radiology. 1988; 168:43.
14. *Costello P., Dupuy D.E., Ecker C.P., Tello R.* Spiral CT of the Thorax with reduced volume of contrast material: a comparative study. Radiology. 1992; 183: 663-666.
15. *Dawson P., Claub W.* Contrast Media in Practice. Springer-Verlag. Berlin. 1993.
16. *Dodd G.D., Baron R.L.* Investigation of contrast enhancement in CT of the liver: the need for improved methods. AJR. 1993; 160: 643-646.
17. *Foley W.D., Berland L.L., Lawson T.L. et al.* Contrast enhancement technique for dynamic hepatic computed-tomography scanning. Radiology. 1983; 147:797-803.
18. *Heiken J.P., Brink J.A., Vannier M.W.* Spiral (helical) CT. Radiology. 1993 Dec: 189(3): 647-656.
19. *Heiken J.P., Brink J.A., McClellan B.L. et al.* Dynamic-incremental CT: effect of volume and concentration of contrast material and patient weight on hepatic enhancement. Radiology. 1995; 195: 353-357.
20. *Kuszyk B., Bluemke D., Urban B. et al.* Portal-Phase Contrast-Enhanced Helical CT for the Detection of Malignant Hepatic Tumors: Sensitivity Based on Comparison with Intraoperative and Pathologic Findings. AJR. 1996; 166: 91-95.
21. *Moss A., Doan P., Axel L., Goldberg H.* Dynamic CT of Hepatic Masses with Intravenous and Intraarterial Contrast Material. AJR. 1982; 138.5:847-852.
22. *Oi H., Murakami T. et al.* Dynamic MR imaging and early-phase helical CT for detecting small intrahepatic metastases of hepatocellular carcinoma. AJR. 1996; 166: 369-374.
23. *Silverman P.M., Brown B., Wray H. et al.* Optimal contrast enhancement of the liver using helical (spiral) CT: value of SmartPrep. AJR. 1995; 164: 1169-1171.
24. *Small W.C., Nelson R.C., Bernardino M.A. et al.* Contrast-enhanced spiral CT of the liver: effect of different amounts and injection rates of contrast material on early contrast enhancement. AJR. 1994; 163: 87-92.
25. *Urban B.A., Fishman E.K., Kuhlman J.E. et al.* Detection of focal hepatic lesions with spiral CT: comparison of 4-and 8-mm interscan spacing. AJR. 1993; 160:783-785.
26. *Walkey M. M.* Dynamic hepatic CT: how many years will it take till we learn? Radiology. 1991; 181: 17-24.
27. *Wegener O.M.* Whole body computed tomography. Second edition. Boston, black Well Scientific Publications 1993: 701.