

Изобретение относится к медицине, а именно к новым способам диагностики заболевания внутренних органов человека с использованием ультразвуковых установок и средств вычислительной техники, в частности к ультразвуковой компьютерной диагностике желчнокаменной болезни.

Наиболее близким к заявляемому способу известным решением (прототипом) является методика дешифровки ультразвукового изображения с использованием комплекса цифровой обработки "СВИТ-МИКРО" [1]. Ультразвуковое исследование органов брюшной полости, в том числе и желчного пузыря выполняли на аппарате Toshiba-35SAL. Полученные изображения преобразовывали в цифровую форму и их обработку проводили на комплексе по анализу видеоинформации "СВИТ-МИКРО". Способ включает получение сонографического изображения, преобразование изображения в цифровую форму, его предварительную обработку, анализ полученного изображения по критерию распределение эхоплотности по площади изображения и диагностирование заболевания по результатам анализа. Получение сонографического изображения и преобразование в цифровую форму выполнялось по стандартным методикам. Предварительная обработка проводилась для улучшения качества изображения и могла включать в отдельности или в совокупности следующие, в зависимости от характера изображения, операции:

- адаптивные амплитудные преобразования с отбракованием в черно-белом плутоновом режиме;

- повышение контрастности всего изображения или его участков;

- сглаживание контуров;

- фильтрацию и коррекцию изображения.

Предварительная обработка необходима прежде всего при исследовании изображений, имеющих малые перепады оптической плотности. Авторы статьи отмечают, что достаточно эффективным оказались методы цветного кодирования сонографического изображения.

Для визуальной оценки изображений использовалась сегментация изображения.

Анализ исследуемого изображения с использованием количественных характеристик проводили методом построения гистограмм, показывающих распределение эхоплотности исследуемой зоны. На гистограмме по горизонтальной оси откладывается серая шкала, а по вертикальной - число пикселей (элементарных ячеек рассматриваемого изображения), имеющих заданную эхоплотность. Следует отметить, что анализ изображения путем построения гистограмм широко известен. В результате исследований удалось выявить высокую степень корреляции изменения плотностных характеристик изображения в зависимости от вида патологических изменений.

При имеющихся достоинствах описанного способа интерпретации сонографических изображений, позволяющих повысить качество визуальной дешифровки и дать количественную информацию об исследуемых явлениях, данный способ обладает следующими недостатками:

- анализ гистограммы, которая выражает

некоторую количественную характеристику текстурных признаков изображения проводится визуально, а значит диагностика носит субъективный характер, т.к. выводы врача-диагноста первую очередь определяются его квалификацией и опытом;

классификация изображений по данному способу не подлежит автоматизации, так как способ не предусматривает сопоставление количественного значения совокупности диагностически значимых текстурных признаков или обобщенного диагностически значимого текстурного признака изображения с некоторыми заданными параметрами или параметром для автоматической классификации изображения, по крайней мере, по типу "норма - патология".

Анализ сонографического изображения с использованием гистограмм, характеризующих распределение пикселей изображения по серой шкале, не позволяет определить характер распределения эхоплотности по площади изображения, т.к. количество пикселей изображения заданной эхоплотности на гистограмме не зависит от места расположения этих пикселей на изображении; так, гистограмма сонографического изображения желчного пузыря при наличии нескольких камней, рассредоточенных в полости желчного пузыря, практически не будет отличаться от гистограммы при наличии единственного камня, если площадь его изображения равна или близка к суммарной площади изображения нескольких камней; таким образом при диагностике желчекаменной болезни с использованием гистограмм в соответствии с описанным способом теряются диагностически важные признаки, характеризующие размер конкрементов в полости желчного пузыря, что затрудняет диагностику желчекаменной болезни.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа ультразвуковой диагностики желчекаменной болезни, в котором за счет выбора текстурных признаков сонографического изображения желчного пузыря и критериев анализа указанных признаков обеспечивается автоматическое выполнение конкрементов в полости желчного пузыря, как признаков желчекаменной болезни, и автоматическое, без участия врача-диагноста, диагностирование заболевания и за счет этого повышается объективность ультразвуковой диагностики желчекаменной болезни.

Поставленная задача решается тем, что в способе ультразвуковой диагностики желчекаменной болезни, включающем получение сонографического изображения желчного пузыря, преобразование изображения в цифровую форму, предварительную обработку изображения, анализ изображения по критерию распределения эхоплотности по площади изображения и диагностирование заболевания по результатам анализа, согласно изобретению новым является то, что анализ изображения желчного пузыря выполняют путем сканирования изображения сканирующей площадкой, площадь которой выбирают в пределах 3,5 - 4,0% от общей площади изображения желчного пузыря с регистрацией текущего значения интегральной эхоплотности участков изображения, непрерывно перекрываемых сканирующей площадкой, и диагностируют желчекаменную болезнь при

отклонении регистрируемого текущего значения интегральной эхоплотности участков при сканировании от значения интегральной эхоплотности всего изображения на 30 - 35%.

Совокупность указанных признаков является необходимой и достаточной для обеспечения технического результата и решения поставленной задачи. При этом заявитель считает несущественным при реализации изобретения применение различных способов и аппаратуры, обеспечивающих получение сонографического изображения желчного пузыря и преобразование изображения в цифровую форму, использование различных приемов предварительной обработки изображения для улучшения его качества, а также применение всевозможных способов и устройств непрерывного сканирования изображения, измерения и регистрации эхоплотности в процессе сканирования.

Причинно-следственная связь между техническим результатом (автоматическое, без участия врача-диагноста, выявление признаков желчекаменной болезни и автоматическое диагностирование заболевания) и указанными существенными признаками заявляемого способа выражается в следующем. Все перечисленные операции способа обеспечивают возможность анализа сонографического изображения желчного пузыря по критерию распределения эхоплотности по площади изображения. Размер сканирующей площадки (3,5 - 4,0% от общей площади изображения желчного пузыря), а также регистрация отклонений интегральной эхоплотности сканируемых площадок на 30 - 35% от интегральной эхоплотности всего изображения выражает не что иное, как автоматическое выявление на сонографическом изображении желчного пузыря участков, площадь которых составляет не менее 3,5 - 4,0% от площади изображения желчного пузыря, а интегральная эхоплотность отличается от интегральной эхоплотности всего изображения желчного пузыря по крайней мере на 30 - 35%. Клинико-экспериментальными исследованиями подтверждено, что наличие на сонографическом изображении желчного пузыря участков, площадь которых превышает на 3,5 - 4,0% площади изображения, при эхоплотности указанных участков, превышающей на 30 - 35% интегральную плотность изображения, является диагностическим критерием желчекаменной болезни, что подтверждается операционным материалом. Указанные параметры определены экспериментальным путем и имеют следующие объяснение.

Наличие конкрементов в полости желчного пузыря, площадь сонографического изображения которых не превышает 3,5 - 4,0% площади изображения желчного пузыря, не вызывает синдромов желчекаменной болезни и не является диагностическим признаком заболевания. Как правило такие конкременты проходят через устье желчного пузыря и выводятся из организма. Например, больная В., 28 лет, жаловалась на боли в животе. Болеет 2 - 3 месяца. При обследовании обнаружен в полости желчного пузыря конкремент, эхоплотность которого превышала более чем на 30% интегральную эхоплотность изображения желчного пузыря, а размер изображения конкремента был меньше

3% площади изображения желчного пузыря (максимальный размер около 3мм). Больной было рекомендовано повторное обследование через 15 дней. При повторном обследовании желчного пузыря конкремент не был обнаружен. Предполагается, что в силу малых размеров он вышел в кишечник. Так как боли продолжали беспокоить больную, ей было рекомендовано обследование желудка. При обследовании желудка был установлен диагноз: обострение хронического гастрита.

Указанный пример подтверждает, что наличие в полости желчного пузыря конкремента повышенной эхоплотности, площадь которого меньше 3,5 - 4,0% от площади изображения желчного пузыря, не является признаком желчекаменной болезни. Что касается параметра эхоплотности, то из клинической практики известно и подтвержден экспериментально заявителем, что участки изображения желчного пузыря, эхоплотность которых не превышает на 30 - 35% интегральную эхоплотность изображения, свидетельствуют о наличии в полости желчного пузыря желчной замазки и слизи, которые разжижаются в естественных условиях и не являются признаками желчекаменной болезни.

Диагностирование желчекаменной болезни по заявляемому способу выполняют следующим образом.

Ультразвуковое обследование желчного пузыря позволяют, как правило, утром натощак на любом ультразвуковом аппарате, предназначенном для исследования внутренних органов и работающем на принципе измерения эхосигналов, например на сонографах фирмы "Aloca". Полученное изображение желчного пузыря "замораживают" на экране монитора и при помощи аналого-цифрового преобразователя (тип преобразователя не критичен) преобразуют в цифровую форму и переносят в ПЭВМ типа IBM PC AT. В зависимости от характера изображения выполняют его предварительную обработку, которая может включать изменение контрастности, яркости изображения, фильтрацию изображения, вычитание постоянной составляющей, масштабирование, ориентацию изображения, геометрические преобразования и другие приемы, позволяющие улучшить качество изображения. Теория и практика этих преобразователей широко известна и, как правило, не вызывает трудностей при использовании современных средств вычислительной техники. После предварительной обработки курсор устанавливают в поле содержимого желчного пузыря и программа автоматически, без участия врача-диагноста обеспечивает процесс диагностирования желчекаменной болезни, включая: измерение интегральной эхоплотности изображения желчного пузыря; сканирование изображения сканирующей площадкой, площадь которой составляет 3,5 - 4,0% от площади изображения желчного пузыря; измерение текущего значения интегральной эхоплотности участков в процессе сканирования; сопоставление текущего значения интегральной эхоплотности сканируемых участков с пороговой величиной; регистрацию участков, интегральная эхоплотность которых отличается от интегральной эхоплотности изображения на 30 - 35%; классификацию изображения по типу "норма"

- "патология".

Ниже приводятся конкретные примеры реализации заявляемого способа ультразвуковой диагностики желчекаменной болезни.

Пример 1. Больная К., 47 лет, направлена 01.11.92 участковым терапевтом с диагнозом: хронический холецистит с выраженным абдоминально-болевым синдромом, умеренным диспепсическим и астеновегетативным синдромом. Рентгенологических данных в пользу конкрементов желчного пузыря нет (протокол наблюдений №М123687, фирма "Саша", г.Донецк). По данным экскреторной холицистографии за 29.10.92 - нарушение моторно-эвакуаторной функции желчного пузыря по гипердинамическому типу.

Исследование содержимого желчного пузыря проводили утром натощак в положении лежа на ультразвуковом аппарате фирмы "Aloca" с датчиками, работающими на частоте 3,5МГц. Локацию и фиксацию пузыря на экране монитора осуществляли при стандартном положении: яркость - 5, равномерная фокусировка, усиление эхосигнала по глубине от 0 до 19см, стандартное положение контрастности - 3.

Исследование распределения эхоплотности производили с помощью программно-аппаратного комплекса на базе ПЭВМ IBM PC AT. Изображение желчного пузыря "замораживалось" на экране монитора и через аналого-цифровой преобразователь переносилось в ПЭВМ для дальнейшей обработки. Предварительная обработка включала повышение контрастности изображения. В процессе сканирования преобразованного в цифровую форму изображения желчного пузыря выделено два участка изображения, площадь которых равна или больше 3,5% от общей площади изображения желчного пузыря, а интегральная эхоплотность указанных участков отличалась от интегральной эхоплотности изображения желчного пузыря более чем на 30%. Исследуемое изображение было отнесено к типу "патология". Сканирование, анализ и классификация изображения проводилась автоматически при помощи указанного программно-аппаратного комплекса без участия в анализе врача-диагноста. Констатировано наличие камней: один в полости желчного пузыря, другой в области устья, не меняющий своего положения при изменении положения тела. Пациентке было выдано заключение о наличии желчекаменной болезни.

На базе хирургического отделения больницы скорой медицинской помощи (г.Донецк) 11.12.92 пациентке произведена ампутация желчного пузыря, при резекции которого обнаружено два камня, обтурирующие проток. Диаметр камней около 7мм. Физико-химический анализ камней показал, что это пигментные камни (история болезни №100281).

Пример 2. Больной М., 40 лет, направлен 15.10.92 участковым терапевтом с диагнозом: хронический холецистит, стадия обострения с выраженным диспепсическим и абдоминально-болевым синдромами (протокол наблюдений №М123667, фирма "Саша", г.Донецк). Четких рентгенологических данных в пользу конкрементов желчного пузыря нет. По данным экскреторной холецистографии за 03.10.92г. - нарушение моторно-эвакуаторной функции

желчного пузыря по гиподинамическому типу.

Исследование содержимого желчного пузыря проводили утром натощак в положении лежа на ультразвуковом аппарате фирмы "Aloca". Рабочая частота датчика 3,5МГц. Изображение желчного пузыря на экране монитора получали при яркости - 5, равномерной фокусировке, стандартном положении контрастности - 3 и при усилении эхосигнала по глубине от 0 до 19см. Предварительная обработка включала сглаживание контуров изображения и повышение контрастности. Аппаратное обеспечение такое же, как и в примере 1. В процессе исследования автоматически без участия врача-диагноста выявлен в полости желчного пузыря конкремент повышенной эхоплотности, размер изображения которого превышал 3,5 - 4,0% от площади изображения желчного пузыря, который не менял своего положения при изменении положения тела больного. Изображение автоматически было классифицировано как "патология". Констатировано наличие камня в устье желчного пузыря. После проведения нагрузочной эхохолецистографии констатировано стойкое нарушение эвакуации пузырного содержимого при сохраненной моторной функции. Проведена инъекционная проба с препаратом но-шпа 2мл в/в, картина осталась прежней. Больной в течении исследования жаловался на умеренные периодически усиливающиеся боли в правом подреберье, иррадиирующие в правую лопатку. Пациенту выдано заключение о наличии желчекаменной болезни с рекомендациями наблюдения у гастроэнтеролога по месту жительства. 29.12.92 на базе хирургического отделения горбольницы №1 (г.Донецк) пациенту произведена ампутация желчного пузыря, при резекции которого обнаружено два камня диаметром 6мм и 3мм, обтурирующих пузырный проток. При физико-химическом анализе установлена пигментная природа камней (история болезни №187181).

Приведенные примеры подтверждают достижение поставленной задачи применением заявляемого способа ультразвуковой диагностики желчекаменной болезни, обеспечивающего автоматическое выделение слабовизуализируемых, но имеющих важное клиническое значение признаков заболевания, исключение субъективных оценок врача-диагноста, автоматическую классификацию изображения по типу "норма" - "патология", что в целом обеспечивает повышение достоверности диагностики желчекаменной болезни.