



# Использование технологии разведочного анализа данных – “деревьев классификации” для дифференциальной диагностики типа очагового новообразования в печени при ультразвуковом исследовании с применением метода эластографии сдвиговой волной

Агаева З.А.<sup>1</sup>, Авхадов Т.С.<sup>2</sup>, Горбов Л.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО “Кубанский государственный медицинский университет” Минздрава России, Краснодар, Россия

<sup>2</sup> ГБУ “Республиканский онкодиспансер” Минздрава Чеченской республики, Грозный, Россия

## Use Technology of Mining Data – “Classification Trees” – for a Differential Diagnosis the type of Liver Tumor by Methods of Elastography of Shear Wave

Агаева З.А.<sup>1</sup>, Avhadov T.S.<sup>2</sup>, Gorbov L.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

<sup>2</sup> National Oncology Center, Grozny, Russia

**Цель исследования:** изучение возможности использования данных эластометрии очага новообразования в паренхиме печени и “неизменной” паренхимы печени у данного пациента для дифференциальной диагностики характера новообразования на доморфологическом этапе диагностики.

**Материал и методы.** УЗИ проведено 46 пациентам с очаговыми образованиями печени. Изучали жесткость тканей (эластометрия) в очаге опухоли и в неизменной паренхиме печени. Данные УЗИ сравнивали с результатами морфологических исследований, полученных при биопсии. Статистические методы исследования включали дисперсионный анализ, для разработки решающих правил определения типа опухолевого образования применен метод “деревьев классификации”.

**Результаты.** В ходе работы нам удалось реализовать новый подход к дифференциальной диагностике очаговых образований печени, основанный на одновременном изучении жесткости не только патологического очага, но и “интактной” паренхимы печени, лежащей вне очага и вдали от капсулы данного органа.

**Заключение.** Представленный алгоритм позволяет на основе измерения модуля Юнга в патологическом

очаге и в “интактной” паренхиме печени сделать заключение о характере новообразования.

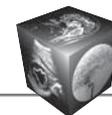
**Ключевые слова:** опухоли печени, дифференциальная диагностика, эластография, дерево решений.

\*\*\*

**The aim:** study the possibility of using data elastometry hearth tumors in the liver parenchyma and “unchanged” the liver parenchyma in this patient for the differential diagnosis of tumors in premorphological diagnostic stage.

**Materials and Methods.** 46 patients with liver tumor underwent ultrasound. The stiffness (elastometry) of the tissues in the tumor and intact liver parenchyma was studied. The ultrasound data were compared with the results of morphological studies, obtained by biopsy. Statistical methods for the study included analysis of variance, and to develop decision rules determine the type of tumor formation method of classification of trees applied.

**Results.** During the work we have been able to implement a new approach to the differential diagnosis of focal liver formations based on the simultaneous study of rigidity not only the pathological focus, but also the “intact” paren-



chyma, lying outside the chamber and away from the capsule of the body.

**Conclusion.** The algorithm allows, based on the measurement of Young's modulus in the pathological focus in the "intact" parenchyma of the liver to make the conclusion about the nature of the neoplasm.

**Key words:** liver tumor, differential diagnosis, elastography, decision tree.

\*\*\*

## Введение

Актуальность перспективы дифференциальной диагностики злокачественных и доброкачественных новообразований внутренних органов, в том числе печени, при использовании ультразвукового метода исследований не вызывает сомнений, учитывая его неинвазивный характер и отсутствие лучевой нагрузки. В настоящее время смертность от рака печени в нашей стране составляет 1,5% от всех случаев онкологических смертей. Однако в развитых странах она стоит на третьем месте в случае смертности от онкологических заболеваний, колеблясь около 9% [1]. В то же время в развивающихся странах по данным ВОЗ частота рака печени среди онкологических заболеваний составляет до 77% всех случаев [2].

Эффективность применения лучевых (ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная, магнитно-резонансная и позитронная эмиссионная томография, статическая сцинтиграфия) и инструментальных методов исследования (целиакография, чрескожная пункционная биопсия, лапароскопия) в значительной степени зависит от размера узлов новообразований в печени и конкрементов в протоках гепатобилиарной системы. При размере конкрементов от 2 до 4 мм в желчевыводящих протоках их обнаружение невозможно ни при помощи обычного трансабдоминального УЗИ, ни методами магнитно-резонансной холангиопанкреатографии [3]. Отсутствие адекватных диагностических средств не позволяет надежно верифицировать наличие очаговых поражений печени диаметром менее 5 мм, что в свою очередь препятствует своевременному назначению адекватного лечения конкретного пациента.

“Золотым стандартом” дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей печени является патогистологическое и/или цитологическое исследование биоптата. При этом огромное значение имеют опыт и квалификация гистолога (цитолога), проводящего исследование, среднего медицинского персонала, производящего приготовление препарата, а также ряд других аспектов. Оптимальным способом получения исследуемого материала является интраоперационная биопсия. При чрескожной пункционной биопсии достаточно вероятны погрешности взятия материала из патологического очага, которые связаны с уровнем подготовки персонала, осуществляющего процедуру [4]. Минимальный размер патологического очага при проведении пункционной биопсии под контролем эхографии, по мнению ряда авторов, не может быть меньше 5 мм [5].

В ходе совершенствования методов неинвазивных лучевых исследований были разработаны многие методы дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей печени, часть из которых связана с лучевой нагрузкой, а часть свободна от этого воздействия на организм больного. При этом в значительной степени варьируют не только диагностические возможности методов, но и их стоимость, сложность оборудования, его размеры и цена, количество потребляемой энергии, необходимость в наличии специально оборудованных помещений, ест. Наиболее доступным, свободным от лучевой нагрузки на пациента способом неинвазивной диагностики является проведение УЗИ органов брюшной полости. Одним из последних методов такого исследования является УЗИ с использованием технологии изучения скорости сдвиговой волны, что дает возможность не только визуализировать участки с различной жесткостью (эластография), но и получать количественные данные жесткости (эластометрия), что может быть использовано в диагностике и мониторинге течения диффузных [6–8] и очаговых заболеваний [9, 10].

**Для корреспонденции:** Агаева Зоя Абуевна – 350063 г. Краснодар, ул. Седина, 4. Кубанский государственный медицинский университет, кафедра лучевой диагностики. Тел.: 8-952-822-56-56. E-mail: Zoya466@mail.ru

**Агаева Зоя Абуевна** – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Кубанский государственный медицинский университет” МЗ РФ, Краснодар; **Авхадов Тимур Султанович** – врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУ “Республиканский онкодиспансер” МЗ Чеченской республики, Грозный; **Горбов Леонид Валентинович** – канд. мед. наук, доцент кафедры нормальной анатомии ФГБОУ ВО “Кубанский государственный медицинский университет” МЗ РФ, Краснодар.

**Contact:** Agaeva Zoya Abuevna – Kuban State Medical University, Radiology Department, 350063, Krasnodar, Sedin str., 4. Phone: 8-952-822-56-56. E-mail: Zoya466@mail.ru

**Agaeva Zoya Abuevna** – doct. of med. sci., professor of the chair of radiology department of Kuban State Medical University, Krasnodar; **Avkhadov Timur Sultanovich** – the doctor of the ultrasound department of Republican oncology center, Grozny; **Gorbov Leonid Valentinovich** – cand. of med. sci., Associate Professor of normal anatomy department of Kuban State Medical University, Krasnodar.



Ранее мы сообщали о возможности дифференциальной диагностики характера новообразования по данным эластометрии в патологическом очаге. В данной работе изложено логичное, но несколько неожиданное развитие данного направления исследований.

### Цель исследования

Изучение возможности использования данных эластометрии очага новообразования в паренхиме печени и “неизменной” паренхимы печени у данного пациента для дифференциальной диагностики характера новообразования в качестве доморфологического этапа диагностики.

### Материал и методы

Различными методиками УЗИ обследовано 46 пациентов с очаговыми образованиями печени. Данные УЗИ сравнивали с результатами морфологического исследования (по результатам биопсии). Морфологическая верификация образований: гемангиома – 16 (34,7%) человек, аденома – 7 (15,2%), гепатоцеллюлярная карцинома – 8 (17,3%), метастазы колоректального рака – 15 (32,6%).

УЗИ выполняли строго натощак на УЗ-сканере, обеспечивающем возможность проведения эластометрии (“Aixplorer” фирмы SuperSonic Imagine, Франция) с использованием конвексного датчика 1–6 МГц (пресет “Liver”). Датчик устанавливали в межреберную область без компрессии на него.

На первом этапе всем больным выполняли стандартное УЗИ печени в В-режиме, оценивали количество очаговых образований в печени, их размеры, форму, эхогенность, контуры. На втором этапе оценивали сосудистый рисунок образования в режиме дуплексного сканирования. На третьем этапе проводили исследование печени с применением технологии эластографии сдвиговой волной и определением количественного показателя жесткости паренхимы печени.

После обнаружения участков паренхимы печени с наличием очаговых образований данную область заключали в окно опроса, оптимизировали параметры режима эластографии сдвиговой волной, а затем проводили десятикратное измерение модуля Юнга, характеризующего жесткость ткани. При оценке картограмм выставляли шкалу не более 200 кПа. Затем определяли минимальное и максимальное значения модуля Юнга. Аналогичным образом в том же количестве повторностей измеряли модуль Юнга в “неизменной” паренхиме печени, также определяя его минимальное и максимальное значения.

Данные, полученные при УЗИ, сравнивали с результатами морфологических исследований, полученных при пункционной биопсии новообразования или при интраоперационной биопсии. Морфологическая верификация образований: гемангиома печени (I группа) – у 15 из 16 пациентов; аденома печени (II группа) – у 6 из 7 пациентов; гепатоцеллюлярная карцинома (III группа) – у 7 из 8 пациентов; метастазы колоректального рака (IV группа) – у 15 из 15 пациентов. Всего по результатам эластометрии оценивали следующие параметры:  $N_{max}$ ,  $N_{min}$ ,  $P_{max}$ ,  $P_{min}$ , где  $N$  соответствует модулю Юнга в узловом образовании (от лат. *nodulus*), а  $P$  – модулю Юнга в “неизменной” паренхиме печени, подстрочные индексы соответствуют характеристике данного показателя при рассмотрении комплекса полученных данных в ходе десятикратного повторения исследования.

Статистические методы исследования включали использование дисперсионного анализа для оценки различий изучаемых показателей в сравниваемых группах. Различия считали достоверными при вероятности нулевой гипотезы ( $H_0$  – различия между сравниваемыми группами отсутствуют) менее 0,05 ( $p < 0,05$ ). Для разработки решающих правил диагностики типа опухолевого образования применен метод построения “деревьев классификации”, который является одним из подходов разведочного анализа (data mining). Статистические исследования проведены в программе Statistica 6.15 (StatSoft Inc., США).

“Деревья классификации” – это один из методов теории распознавания образов “с учителем”, который позволяет приписывать наблюдение к той или иной группе в зависимости от величины признаков, характеризующих данное наблюдение. В данном случае нами применен тип ветвления “по линейной комбинации порядковых предикатов”, поскольку все использованные для построения классификации признаки имеют непрерывный характер варьирования. Вместе с тем при определении начальных установок нами были выбраны априорные вероятности исходя из выборки в 46 наблюдений, большая часть из которых не могла войти в настоящее исследование ввиду проведения иных способов ультразвуковой диагностики, но для которых было получено морфологическое подтверждение диагноза. Таким образом, как указано выше, априорная частота групп составила: I – 0,22, II – 0,03, III – 0,04 и IV – 0,71. В качестве параметра остановки при построении “дерева классификации” выбрано правило прямой остановки (FACT) с долей неправильно классифицированных объектов 0,05. Описание технологии проведения анализа с использованием “деревьев классифика-



**Таблица 1.** Показатели жесткости (модуль Юнга) ткани печени у больных с новообразованиями различных типов

Показатель	Группа	$\bar{X} \pm \sigma$	95% ДИ	Вероятность $H_0$ ( $p = \dots$ )		
				I	II	III
$N_{\max}$	I	$3,42 \pm 0,57$	(3,12;3,72)			
	II	$3,67 \pm 0,42$	(3,37;3,97)	0,230566		
	III	$2,72 \pm 0,67$	(2,24;3,2)	<b>0,001348</b>	<b>0,000139</b>	
	IV	$4,47 \pm 0,18$	(4,34;4,6)	<b>0,000007</b>	<b>0,001006</b>	<b>0,000000</b>
$N_{\min}$	I	$0,86 \pm 0,2$	(0,76;0,97)			
	II	$2,84 \pm 0,5$	(2,49;3,2)	<b>0,000000</b>		
	III	$1,68 \pm 0,53$	(1,3;2,06)	<b>0,000002</b>	<b>0,000000</b>	
	IV	$3,34 \pm 0,16$	(3,23;3,45)	<b>0,000000</b>	<b>0,003912</b>	<b>0,000000</b>
$P_{\max}$	I	$1,9 \pm 0,09$	(1,85;1,94)			
	II	$1,91 \pm 0,07$	(1,85;1,96)	0,906796		
	III	$2,25 \pm 0,4$	(1,96;2,54)	<b>0,000144</b>	<b>0,000693</b>	
	IV	$1,59 \pm 0,16$	(1,47;1,7)	<b>0,000768</b>	<b>0,001592</b>	<b>0,000000</b>
$P_{\min}$	I	$0,83 \pm 0,11$	(0,77;0,89)			
	II	$1,73 \pm 0,06$	(1,69;1,77)	<b>0,000000</b>		
	III	$1,6 \pm 0,23$	(1,44;1,77)	<b>0,000000</b>	0,422628	
	IV	$1,3 \pm 0,18$	(1,17;1,43)	<b>0,000000</b>	0,246172	0,715957

Примечание. ДИ – доверительный интервал.

**Таблица 2.** Структура оптимального “дерева классификации” в задаче дифференциальной диагностики типа новообразования печени по данным эластометрии патологического очага и “неизменной” паренхимы этого органа

Вершина	Ветви		Группы					
	левая	правая	I	II	III	IV	предсказанная	доля верных предсказаний
1	2	3	16	10	10	10	4	
2	4	5	16	0	8	0	1	
3	6	7	0	10	2	10	4	
4	Терминальная		16	0	0	0	1	1,0
5	Терминальная		0	0	8	0	3	1,0
6	8	9	0	10	2	0	2	
7	Терминальная		0	0	0	10	4	1,0
8	Терминальная		0	9	0	0	2	1,0
9	10	11	0	1	2	0	3	
10	Терминальная		0	1	0	0	2	1,0
11	Терминальная		0	0	2	0	3	1,0

ции” приведено на сайте [http://www.statlab.kubsu.ru/sites/project\\_bank/trees.pdf](http://www.statlab.kubsu.ru/sites/project_bank/trees.pdf) [11].

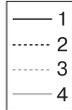
### Результаты и их обсуждение

В ходе работы мы определили значения изучаемых показателей в группах больных, которые отражены в табл. 1. С помощью дисперсионного анализа нами было обнаружено наличие достоверных отличий между всеми изученными показателями –  $N_{\max}$  ( $p = 0,00000$ ),  $N_{\min}$  ( $p = 0,00000$ ),  $P_{\max}$  ( $p = 0,00000$ ),  $P_{\min}$  ( $p = 0,00000$ ). При изучении полученных результатов можно сделать нетривиальный вывод о том, что наилучшей дифференцирующей способностью среди всех изученных показателей обладает минимальное значение модуля Юнга в очаговом образовании. Все 4 группы больных по его величине достоверно отличаются

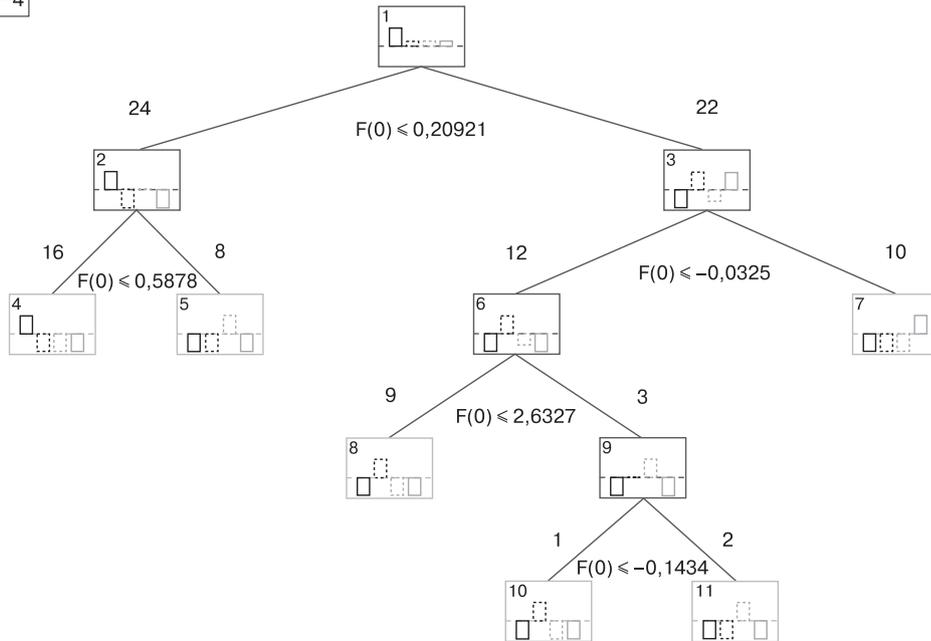
друг от друга, причем максимальная вероятность нулевой гипотезы  $H_0$ , соответствующей отсутствию различий между сравниваемыми группами, не превышает 0,4%.

Низкая вероятность отсутствия отличий между группами в значительной части изучаемых показателей позволяет сделать попытку провести дифференциальную диагностику между диагнозами на их основе. С этой целью нами проведен анализ, включающий построение “деревьев классификации” и выбор дерева, характеризующегося лучшими способностями к разделению больных на группы.

В табл. 2 представлена структура оптимального дерева, полученного при критерии ветвления “дискриминантное ветвление по линейной комбинации порядковых предикторов”. Построение



Дерево классификации для переменной “группа”  
Число ветвлений = 5; Число терминальн. вершин = 6



“Дерево классификации”, построенное на основе линейной комбинации изучаемых показателей жесткости образования печени и “интактной” паренхимы этого органа.

“дерева классификации” в соответствии с этим критерием во многом подобно классическому дисперсионному анализу, но отличается от него тем, что в каждой точке ветвления создается свое решающее правило, отправляющее новое наблюдение на следующий уровень принятия решений, тем самым обеспечивая более точную классификацию наблюдений.

Все вершины “дерева классификации” можно разделить на решающие и терминальные. При данном критерии ветвления – “дискриминантное ... по линейной комбинации...” в решающем узле проверяется условие того, что линейная комбинация величин произведений изучаемых признаков для показателей данного больного на соответствующие коэффициенты, указанные в табл. 3, будет меньше константы, также указанной в этой таблице. Если условие соблюдено – данное наблюдение будет перемещаться по левой ветви дерева, если

нет – по правой ветви. В случае попадания в решающую вершину вычисляют значение линейной комбинации с новыми коэффициентами, указанными в табл. 2 для этой новой вершины, и наблюдение вновь перемещается по дереву решений. В случае попадания в терминальную вершину делают вывод о принадлежности данного наблюдения определенной группе больных.

Изображение предлагаемого “дерева классификации” изображено на рисунке. Узлы дерева обозначены прямоугольниками, в левом верхнем углу которых написан номер узла, а в его центре условно изображена гистограмма, изображающая численность наблюдений соответствующих групп в данном узле, причем наличие данных наблюдений откладывается вверх от оси абсцисс, а их отсутствие – соответственно вниз. Под точкой ветвления дерева нарисовано условие, в соответствии с которым оно осуществляется. Рядом с лини-

Таблица 3. Линейные комбинации предикторов для решающих вершин

Вершина	Константа	$N_{max}$	$N_{min}$	$P_{max}$	$P_{min}$
1	-0,209	0,007	0,094	-0,062	0,069
2	-0,588	-0,017	0,158	0,043	0,352
3	0,033	0,175	-0,038	-0,157	-0,227
6	-2,633	-0,447	0,085	1,224	0,805
9	0,143	-2,037	2,217	-0,131	0,510



ей отображено число наблюдений, отправленных алгоритмом по данной ветви.

Корневая вершина (1), из которой начинается разделение, включает все 46 наблюдений, которые условно классифицируются как принадлежащие к I группе. Если для конкретного наблюдения будет соблюдено условие, обусловленное формулой:

$$0,007 \cdot N_{\max} + 0,094 \cdot N_{\min} - 0,062 \cdot P_{\max} + 0,069 \cdot P_{\min} < 0,209$$

из первой строки табл. 3, то наблюдение переместится по левой ветви дерева, в противном случае – по правой. Как можно видеть на рисунке, это условие соблюдено для 24 наблюдений в обучающей выборке, которые при этом перешли в узел дерева номер 2.

Решающее правило для второго узла сформулировано условием:

$$-0,017 \cdot N_{\max} + 0,158 \cdot N_{\min} + 0,043 \cdot P_{\max} + 0,352 \cdot P_{\min} < 0,588,$$

которое соблюдается для всех 16 больных с гемангиомами (100%) и не соблюдается для 8 больных с гепатоцеллюлярной карциномой.

Таким образом, можно сформулировать, что у больного будет диагностирована гемангиома печени (I группа больных), если будут соблюдены следующие условия:

$$0,007 \cdot N_{\max} + 0,094 \cdot N_{\min} - 0,062 \cdot P_{\max} + 0,069 \cdot P_{\min} \leq 0,209$$

$$0,017 \cdot N_{\max} + 0,158 \cdot N_{\min} + 0,043 \cdot P_{\max} + 0,352 \cdot P_{\min} \leq 0,588.$$

Аналогичным образом из табл. 2, 3 и рисунка можно представить комбинации решающих правил для больных с другими диагнозами. Так, все больные (100%) с метастазами колоректального рака (IV группа больных) могут быть определены в соответствии с двумя условиями:

$$0,007 \cdot N_{\max} + 0,094 \cdot N_{\min} - 0,062 \cdot P_{\max} + 0,069 \cdot P_{\min} > 0,209$$

$$0,175 \cdot N_{\max} - 0,038 \cdot N_{\min} - 0,157 \cdot P_{\max} - 0,227 \cdot P_{\min} > -0,033.$$

В пользу наличия гепатоцеллюлярной карциномы (III группа больных) у пациента может свидетельствовать соблюдение одной из двух совокупностей условий:

$$0,007 \cdot N_{\max} + 0,094 \cdot N_{\min} - 0,062 \cdot P_{\max} + 0,069 \cdot P_{\min} \leq 0,209$$

$$-0,017 \cdot N_{\max} + 0,158 \cdot N_{\min} + 0,043 \cdot P_{\max} + 0,352 \cdot P_{\min} > 0,588$$

или более сложная комбинация:

$$0,007 \cdot N_{\max} + 0,094 \cdot N_{\min} - 0,062 \cdot P_{\max} + 0,069 \cdot P_{\min} > 0,209$$

$$0,175 \cdot N_{\max} - 0,038 \cdot N_{\min} - 0,157 \cdot P_{\max} - 0,227 \cdot P_{\min} \leq -0,033$$

$$-0,447 \cdot N_{\max} + 0,085 \cdot N_{\min} + 1,224 \cdot P_{\max} + 0,805 \cdot P_{\min} > 2,633$$

$$-2,037 \cdot N_{\max} + 2,217 \cdot N_{\min} - 0,131 \cdot P_{\max} + 0,510 \cdot P_{\min} > -0,143.$$

И, наконец, диагноз аденомы (II группа больных) может быть поставлен у больного со следующими комбинациями условий:

$$0,007 \cdot N_{\max} + 0,094 \cdot N_{\min} - 0,062 \cdot P_{\max} + 0,069 \cdot P_{\min} > 0,209$$

$$0,175 \cdot N_{\max} - 0,038 \cdot N_{\min} - 0,157 \cdot P_{\max} - 0,227 \cdot P_{\min} \leq -0,033$$

$$-0,447 \cdot N_{\max} + 0,085 \cdot N_{\min} + 1,224 \cdot P_{\max} + 0,805 \cdot P_{\min} > 2,633$$

$$-2,037 \cdot N_{\max} + 2,217 \cdot N_{\min} - 0,131 \cdot P_{\max} + 0,510 \cdot P_{\min} \leq -0,143$$

или

$$0,007 \cdot N_{\max} + 0,094 \cdot N_{\min} - 0,062 \cdot P_{\max} + 0,069 \cdot P_{\min} > 0,209$$

$$0,175 \cdot N_{\max} - 0,038 \cdot N_{\min} - 0,157 \cdot P_{\max} - 0,227 \cdot P_{\min} \leq -0,033$$

$$-0,447 \cdot N_{\max} + 0,085 \cdot N_{\min} + 1,224 \cdot P_{\max} + 0,805 \cdot P_{\min} \leq 2,633.$$

Таким образом, предлагаемый алгоритм позволяет практически безошибочно дифференцировать различную природу объемных образований печени при помощи УЗИ с применением эластографии сдвиговой волной.

К недостаткам предлагаемого подхода можно отнести сложность интерпретации линейной комбинации изучаемых признаков и трудности вычисления результатов, решающих правил. Однако с учетом повсеместного распространения табличных редакторов MS Excel не возникает проблем создать матрицу для вычисления соответствующих функций для всех решающих узлов в виде, перенося константу в левую часть (пример для корневого узла 1)  $0,007 \cdot N_{\max} + 0,094 \cdot N_{\min} - 0,062 \cdot P_{\max} + 0,069 \cdot P_{\min} - 0,209$  (тогда знак константы будет совпадать с указанным в табл. 3). Сравнивая затем значения функции в соответствующем узле с нулем, при ее величине менее нуля следует передвигаться по левой ветви дерева, а при положительной величине функции – по правой ветви. В новом решающем узле надо оценить величину уже другой функции (для соответствующего узла) и продолжить спуск по “дереву классификации” до перехода в терминальный узел.



В настоящей работе нами впервые применен комплекс подходов к дифференциальной УЗ-диагностике новообразований печени, основанный на многократном (не менее 10 раз) определении жесткости одного и того же участка исследуемой ткани, а также использовании в диагностике одновременно показателей жесткости очагового новообразования и “неизменной” паренхимы органа. Многократное определение жесткости ткани позволяет определить статистические величины – минимальное и максимальное значения данной величины. Понятно, что такие показатели являются гораздо более устойчивыми и характеризуются большей воспроизводимостью, чем любая из величин, полученных в этом промежутке.

### Заключение

В ходе проведенного исследования нам удалось реализовать новый подход к дифференциальной диагностике очаговых образований печени, основанный на одновременном изучении жесткости не только патологического очага, но и “интактной” паренхимы печени, лежащей вне очага и вдали от капсулы данного органа. В данной работе мы употребляем слово интактный в кавычках, поскольку, исходя из патогенеза, например гепатоцеллюлярной карциномы, трудно себе представить отсутствие изменений в паренхиме печени. Представленный в работе алгоритм позволяет на основе измерения модуля Юнга в патологическом очаге и в “интактной” паренхиме печени сделать заключение о характере новообразования на до-морфологическом этапе.

### Список литературы

1. Щукина О.Е. Информативность ультразвукового метода в диагностике рака печени. Бюллетень медицинских Интернет-конференций. 2013; 3 (2): 205.
2. Статистика заболеваемости раком – Электронный ресурс.– режим доступа 20.09.2016 <http://www.knigamedika.ru/novobrazovaniya-onkologiya/statistika-zabolevaemosti-rakom.html>.
3. Бобоев Б.Д., Морозов В.П. Применение современных лучевых методов исследования в диагностике холедохолитиаза. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. 2010; 2: 62–65.
4. Матящук С.И., Найда Ю.Н., Шелковой Е.А. Показания к пункционной биопсии (ТАПБ) узлов щитовидной железы. Ліки України. 2011; 157(6): 61–70.
5. Mikosch P., Gallowitsch H. J., Kresnik E. et al. Value of ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy of thyroid nodules in an endemic goitre area. Eur. J. Nucl. Med. 2000; 27 (1): 62–69.
6. Зыкин Б.И., Постнова Н.А. Значение цветового картирования жесткости печеночной ткани при проведении исследований с помощью эластографии сдвиговой волной у больных гепатитом С. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013; 5: 24–29.

7. Постнова Н.А. Использование ультразвуковой эластографии для оценки состояния паренхимы печени при диффузных заболеваниях. Медицинский вестник МВД. 2014; 68 (1): 57–59.
8. Бастрасова А.Е., Галеева З.М., Тухбатуллин М.Г. Возможности комплексной эхографии в ранней диагностике стеатоза печени. Практическая медицина. 2016; 94 (2): 48–50.
9. Вишленкова Е.А., Синюкова Г.Т., Данзанова Т.Ю., Федянин М.Ю. Эластография и эластометрия в оценке эффективности химиотерапии метастазов колоректального рака в печени. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2014; 3: 9–24.
10. Феоктистова Е.В., Сугак А.Б., Изотова О.Ю. и др. Возможности ARFI-эластографии в дифференциальной диагностике солидных опухолей у детей. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2016; 1: 57–69.
11. Деревья классификации. Электронный ресурс. Режим доступа 20.09.2016.– [http://www.statlab.kubsu.ru/sites/project\\_bank/trees.pdf](http://www.statlab.kubsu.ru/sites/project_bank/trees.pdf).

### References

1. Shchukina O.E. Informative ultrasound method in the diagnosis of liver cancer. Medical Internet Conferences Bulletin. 2013; 3 (2): 205. (In Russian)
2. Morbidity statistics rakom. – Electronic resurs. – access mode 09.20.2016: <http://www.knigamedika.ru/novobrazovaniya-onkologiya/statistika-zabolevaemosti-rakom.html>. (In Russian)
3. Boboev B.D., Morozov V.P. Application of modern radiation techniques in the diagnosis of choledocholithiasis. Uchenie zapiski Sankt-Peterb. Gosud. Meditsinsk. universita. im. acad. IP Pavlova. 2010; 2: 62–65. (In Russian)
4. Matyashchuk S.I., Nayda YU.N., Shelkovoy E.A. Indications for needle aspiration biopsy of thyroid nodules. Liky Ukraine. 2011; 157 (6): 61–70. (In Russian)
5. Mikosch P., Gallowitsch H. J., Kresnik E. et al. Value of ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy of thyroid nodules in an endemic goitre area. Eur. J. Nucl. Med. 2000; 27 (1): 62–69.
6. Zykina B.I., Postnova N.A. The value of color mapping of liver tissue stiffness in research with the help of a shear wave elastography in patients with hepatitis C. Ultrazvukovaya i funkcionalnaya diagnostika. 2013; 5: 24–29. (In Russian)
7. Postnova N.A. Using ultrasound elastography to assess liver parenchyma with diffuse disease state. Meditsinskiy vestnik MVD. 2014; 68 (1): 57–59. (In Russian)
8. Bastrakova A.E., Galeeva Z.M., Tuhbatullin M.G. Features integrated ultrasound in the early diagnosis of hepatic steatosis. Prakticheskaya meditsina. 2016; 94 (2): 48–50. (In Russian)
9. Vishlenkova E.A., Sinyukova G.T., Danzanova T.Yu., Fedyanin M.Yu. Elastography and elastometry in assessing the effectiveness of chemotherapy for colorectal cancer liver metastases. Ultrazvukovaya i funkcionalnaya diagnostika. 2014; 3: 9–24. (In Russian)
10. Feoktistova E.V., Sugak A.B., Izotova O.YU., et al. Features ARFI-elastography in the differential diagnosis of solid tumors in children. Ultrazvukovaya i funkcionalnaya diagnostika. 2016; 1: 57–69. (In Russian)
11. Classification trees. Electronic resource. Access 20.09.2016.–[http://www.statlab.kubsu.ru/sites/project\\_bank/trees.pdf](http://www.statlab.kubsu.ru/sites/project_bank/trees.pdf). (In Russian)