

Е.Л. ЦИТКО ¹, А.Ф. СМЕЯНОВИЧ ²

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ОБЪЕМНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА

У «Гомельская областная клиническая больница» ¹,

ГУ «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии» ², г. Минск,
Республика Беларусь

Цель. Оценить прогностические качества интраоперационного ультразвукового сканирования при очаговой патологии головного мозга и провести сравнительный анализ с современными способами нейровизуализации.

Материал и методы. В исследование включено 116 человек с объемными образованиями головного мозга (опухоль, внутримозговые гематомы, абсцессы). Всем пациентам интраоперационное ультразвуковое сканирование проводилось через посттрепанационный дефект. В предоперационном периоде компьютерная томография (КТ) головного мозга выполнена в 79 случаях (68,1%), магнитно-резонансная томография (МРТ) – в 23 (19,8%). В 10 (8,6%) наблюдениях для дифференциальной диагностики очаговой патологии проводилась как КТ, так и МРТ исследование. С целью определения причины внутричерепной гипертензии 4 (3,5%) пациентам накладывались диагностические фрезевые отверстия с последующим ультразвуковым сканированием (УЗС) паренхимы головного мозга.

С целью определения диагностической ценности МРТ, КТ и интраоперационной нейросонографии (НСГ), в качестве «золотого стандарта» использовались данные патоморфологических изменений, выявленных в процессе оперативного вмешательства, а в случаях новообразований – результатов патогистологического исследования материала, полученного при удалении.

Результаты. Изучение операционных характеристик нейросонографии доказывает высокую информативность данного метода в диагностике очаговой патологии головного мозга (точность 98%). Сравнительная оценка диагностической ценности трех альтернативных методов нейровизуализации показала, что интраоперационное УЗС обладает высокими прогностическими качествами (все значения AUROC превышали 0,9), сопоставимо по своей значимости с МРТ ($p > 0,050$ вне зависимости от нозологической формы) и КТ при внутримозговых гематомах ($p = 0,389$). Касательно КТ при опухолях и абсцессах головного мозга, ценность интраоперационного УЗС статистически значимо превосходит нативное КТ ($p < 0,001$ и $p = 0,001$, соответственно).

Заключение. Прогностическая ценность интраоперационного ультразвукового сканирования в диагностике патологических образований головного мозга сопоставима с МРТ и КТ при внутримозговых гематомах, но превосходит КТ при опухолях и абсцессах.

Ключевые слова: опухоли головного мозга, внутримозговые гематомы, абсцессы мозга, прогностическая ценность, нейросонография

Objectives. To evaluate predictors of quality of intraoperative ultrasound scanning at the focal brain pathology and to perform the comparative analysis with modern methods of neuroimaging.

Methods. 116 patients with the extensional lesions of the brain (tumors, intracerebral hematomas, abscesses) were included in the research. All patients were subjected to the intraoperative ultrasound scanning through the post-trepanation defect. In the preoperative period computer tomography (CT) of the brain was performed in 79 cases (68,1%), magnetic resonance imaging (MRI) – in 23 (19,8%) patients. In 10 (8,6%) cases, CT and MRI were carried out for the differential diagnosis of focal pathology. In order to determine the cause of the intracranial hypertension, in 4 (3,5%) patients diagnostic trepanation was done, followed by brain parenchyma neurosonography (NSG).

In order to determine the diagnostic value of MRI, CT and NSG, the data of the pathomorphological changes obtained during the surgery and, in cases of the brain tumors, the histopathological examination of the material obtained at the removal were used as a "gold standard".

Results. Studying of the neurosonography operative characteristics proves high informational content of the given method in the diagnostics of the brain focal pathology (validity 98%). The comparative estimation of the diagnostic value of three alternative methods of neuroimaging has shown that intraoperative ultrasound scanning has high prognostic qualities (all AUROC values exceed 0,9) and can be compared with MRI in its significance ($p > 0,050$ no matter what nosological form it is) and CT at intracerebral hematomas ($p = 0,389$). What concerns CT at tumors and brain abscesses, the importance of the intraoperative ultrasound scanning is significantly superior to native CT $p < 0,001$ and $p = 0,001$, correspondently).

Conclusions. Predictive value of intraoperative ultrasound scanning in the diagnosis of pathological extensive tumors of the brain is comparable with MRI and CT at intracerebral hematomas, but surpasses CT in cases of the brain tumors and abscesses.

Keywords: brain tumors, intracerebral hematomas, brain abscesses, predictive value, neurosonography

Введение

Диагностика и лечение объемных образований головного мозга остается проблемной областью современной нейрохирургии. Несмотря на стремительный технологический прогресс, широкое внедрение в клиническую практику современных методов нейровизуализации и нейронавигации, до сих пор существует ряд актуальных проблем, которые требуют разработки новых, экономически эффективных способов диагностики и наведения в нейрохирургии. В настоящее время происходит переоценка преимуществ и недостатков интраоперационной компьютерной (КТ) и магнитно-резонансной (МРТ) томографии, а также навигационных систем основанных на данных вышеуказанных методов диагностики в предоперационном периоде. В литературе стали чаще появляться сообщения, посвященные интраоперационной нейросонографии (НСГ), в которых авторы указывают на превосходство ультразвукового сканирования (УЗС) над КТ и МРТ по многим показателям [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Средняя стоимость аппарата ультразвуковой диагностики составляет около 100000 \$, а оборудования для интраоперационной МРТ в среднем равняется 1,5 миллионам \$. Кроме того, цена безрамочной системы нейронавигации варьирует от 250000 до 950000 \$. Учитывая высокую стоимость интраоперационных КТ и МРТ, а также навигационного оборудования, данные методики доступны и целесообразны лишь в высокоспециализированных нейрохирургических центрах. Принимая во внимание статичность получаемой информации при КТ и МРТ, длительность исследования и дороговизну оборудования, намечается тенденция к более широкому использованию интраоперационной сонографии, как практичной и доступной альтернативе других способов визуализации и навигации в процессе оперативного вмешательства [1, 3, 6, 7, 8].

Интраоперационная НСГ – безопасный и мобильный метод сопровождения нейрохирургического вмешательства при объемных образованиях головного мозга. Особенно привлекателен факт получения информации в режиме реального времени, что исключает погрешности связанные с дислокацией структур мозга в процессе операции. Причинами изменения анатомии в ходе вмешательства являются: истечение ликвора, отек мозга, воздействие вводимых препаратов, разница атмосферного

и внутричерепного давления. По данным разных авторов, смещение может достигать от 3 до 24 мм. В то же время, в литературе отмечают, что клиническая точность манипуляций при использовании УЗС составляет $1,4 \pm 0,45$ мм [1, 2, 5, 7, 8].

На сегодняшний день изучена ультразвуковая семиотика объемных образований головного мозга в В-режиме, режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) и энергетического доплера (ЭД) [7, 9, 10]. Однако, не смотря на множество публикаций посвященных интраоперационной НСГ, до сих пор не изучена диагностическая ценность данного метода нейровизуализации.

Цель работы: оценить прогностические качества интраоперационного ультразвукового сканирования при очаговой патологии головного мозга и провести сравнительный анализ с современными способами нейровизуализации.

Материал и методы

В период с 2004 по 2010 год обследовано 116 человек с объемными образованиями головного мозга различной гистологической структуры (опухоль, внутримозговые гематомы, абсцессы). В исследуемой группе статистически значимо преобладали мужчины 61,2% (71 пациент), женщины составили 38,8% (45 человек) ($p < 0,001$). Средний возраст пациентов составил 50 ± 13 лет, большинство обследованных – 85 человек (73,9%) находилось в трудоспособном возрасте от 31 до 60 лет ($p < 0,001$).

По нозологическим формам, все обследуемые пациенты разделены на три группы: первая ($n=59$; 50,9%) – с новообразованиями головного мозга различной гистологической структуры, вторая ($n=45$; 38,8%) – с внутримозговыми кровоизлияниями различного генеза и сроков давности, третья ($n=12$; 10,3%) – с абсцессами головного мозга.

Всем пациентам интраоперационное ультразвуковое сканирование проводилось через посттрепанационный дефект в режиме реального сопровождения нейрохирургического вмешательства. В предоперационном периоде КТ головного мозга выполнено в 79 случаях (68,1%), МРТ – 23 (19,8%) пациентам. В 10 (8,6%) наблюдениях, для дифференциальной диагностики очаговой патологии проводилась как КТ, так и МРТ исследование. С целью определения причины внутричерепной ги-

пертензии 4 (3,5%) пациентам накладывались диагностические фрезевые отверстия (ДФО) с последующим УЗС паренхимы головного мозга.

КТ головного мозга выполнялось на спиральном шестнадцатисрезовом томографе Light Speed фирмы General Electric (США), МРТ на Magnetom Symphony фирмы Siemens (Германия) 1,5 Т. Интраоперационное УЗС проводилось на аппарате Siemens G60S (Германия) с микроконвексным мультисрезовым внутриволновым датчиком, частотой сканирования от 2,0 до 4,0 МГц., угол обзора 120° и Smart Echo 2000 (Беларусь) с секторным мультисрезовым датчиком, частота сканирования от 2,0 до 4,0 МГц, угол обзора 90°. В процессе НСГ использовался как серошкальный режим сканирования, так и цветокодированные доплеровские режимы.

С целью определения диагностической ценности МРТ, КТ и интраоперационной НСГ, в качестве «золотого стандарта» использовались данные патоморфологических изменений выявленных в процессе оперативного вмешательства, а в случаях новообразований головного мозга и результатов патогистологического исследования материала, полученного при биопсии и удалении образования. Следует отметить, что оценка информативности МРТ и КТ проводилась по результатам, полученным в ходе исследования без внутривенного усиления. В рамках доказательной медицины оптимальный выбор диагностического теста осуществляется путем расчета его операционных характеристик (таблица 1).

Оценка чувствительности и специфичности важна при выборе метода диагностики для

его применения в определенных клинических целях. При низкой распространенности заболевания в популяции предпочтение следует отдать тесту с высокой чувствительностью, позволяющему исключить наличие заболевания. В случае высокой распространенности заболевания рекомендуется применять подтверждающие диагностические методы с высокой специфичностью.

Предсказательная ценность диагностического способа указывает на вероятность наличия заболевания при положительном результате теста (ППЦ) или отсутствия такового при отрицательном его результате (ОПЦ). Однако предсказательная ценность метода диагностики зависит от распространенности изучаемого заболевания в исследуемой популяции. Стандартным критерием диагностической точности теста является ОППР и ОПОР, которые позволяют определить вероятность наличия болезни исходя из претестовой вероятности. К наиболее полезным диагностическими методами относятся тесты с $ОППР > 33$ и $ОПОР < 0,03$; к полезным – с $ОППР > 3$ и ≤ 33 , $ОПОР > 0,03$ и $\leq 0,3$; к не имеющим пользы – с $ОППР \leq 3$ и $ОПОР > 0,3$ [11].

В качестве одного из наиболее полных и современных методов оценки информативности диагностической точности КТ, МРТ и интраоперационного УЗС использовался ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic analysis). Характеристическая кривая (ROC-кривая) отражает зависимость частоты истинно положительных результатов метода от частоты ложноположительных [11]. Клиническая информативность метода диагностики определяется тем, насколько высоко лежит его

Таблица 1

Параметры оценки операционных характеристик диагностического способа

Параметры	Болезнь присутствует	Болезнь отсутствует
Результат положительный	a – истинно положительный	b – ложноположительный
Результат отрицательный	c – ложноотрицательный	d – истинно отрицательный
Распространенность заболевания в исследуемой популяции	$(a+c)/(a+b+c+d)$	
Диагностическая чувствительность (Ч)	$a/(a+c)$	
Диагностическая специфичность (С)	$d/(b+d)$	
Предсказательная ценность положительного результата (ППЦ)	$a/(a+b)$	
Предсказательная ценность отрицательного результата (ОПЦ)	$d/(c+d)$	
Диагностическая точность (Т)	$(a+d)/(a+b+c+d)$	
Отношение правдоподобия положительного результата (ОППР)	$a/(a+c) : b/(b+d)$	
Отношение правдоподобия отрицательного результата (ОПОР)	$c/(a+c) : d/(b+d)$	

Таблица 2

**Интерпретация прогностических качеств
диагностического способа по площади под
ROC-кривой**

AUROC	Качество прогностической значимости
0,9 – 1,0	отличное
0,8 – 0,9	очень хорошее
0,7 – 0,8	хорошее
0,6 – 0,7	среднее
0,5 – 0,6	неудовлетворительное

ROC-кривая, то есть площадью под ней (Area Under Receiver-Operator characteristic Curve, AUROC) (таблица 2).

Доверительные интервалы диагностических критериев, построение характеристических кривых и сравнение параметров диагностической ценности в разных группах пациентов рассчитывались с использованием статистической программы MedCalc v. 11.6.0.0. компании MedCalc Software Inc.

Результаты и обсуждение

При выборе диагностического метода врач должен принимать во внимание его чувствительность и специфичность. Однако на практике редко удается работать с такими методами, так что приходится применять различные способы нахождения компромисса между чувствительностью и специфичностью. Наиболее распространенный из них состоит в одновременном использовании нескольких тестов. В нашем случае примером является дополнительное введение контрастных препаратов во время КТ или МРТ исследования, для дифференциальной диагностики очаговой патологии.

С целью оценки прогностической ценности УЗС паренхимы головного мозга, нами впервые был проведен сравнительный анализ

операционных характеристик нативного КТ и МРТ с интраоперационной НСГ у пациентов с очаговой патологией головного мозга различного генеза. Показатели оценки истинно положительных и отрицательных, а также ложноположительных и ложноотрицательных результатов вышеуказанных способов нейровизуализации, в исследуемой группе при опухолях головного мозга представлены в таблице 3.

Исходя из полученных результатов, следует, что использование НСГ в диагностике опухолей мозга отвечает клиническим требованиям. В условиях достаточно высокой априорной распространенности опухолей головного мозга в исследуемой группе (51-67%), большое значение имеют такие характеристики диагностического теста, как чувствительность, точность, ОППР и ОПОР, поскольку их высокие значения (низкие для ОПОР) соответствуют высокому проценту истинно положительных и низкому проценту ложноотрицательных результатов и соответственно, низкой вероятности «пропустить» заболевание. На фоне высокой чувствительности (98%), УЗС обладает и высокой специфичностью (98%), а соответственно и хорошей прогностической ценностью. ППЦ (98%) позволяет с высокой степенью вероятности подтвердить наличие новообразования у пациента с действительным его присутствием, в то время как ОПЦ (98%) способствует достаточно достоверному исключению данного заболевания. Так же существенна точность (98%) УЗС в диагностике опухолей мозга.

При сравнении показателей прогностической ценности в таблице 3, видно, что чувствительность УЗС в диагностике новообразований головного мозга, сопоставима с современными методами нейровизуализации (рисунок 1).

Оценка прогностических качеств диагностических методов в выявлении внутримозговых кровоизлияний, в условиях распростра-

Таблица 3

**Диагностическая ценность различных методов нейровизуализации
при новообразованиях головного мозга**

Диагностический Критерий	УЗИ [95%ДИ] N=116	КТ [95%ДИ] N=89	МРТ [95%ДИ] N=33
Чувствительность, %	98 [91;100]	83 [69;92]	82 [60;95]
Специфичность, %	98 [91;100]	81 [67;92]	82 [48;98]
ОППР	56 [53;59]	4,37 [3,7;5,4]	4,50 [3,2;6,3]
ОПОР	0,02 [0,001;0,3]	0,21 [0,09;0,5]	0,22 [0,05;1,0]
Точность, %	98 [94;100]	82 [73;90]	82 [67;93]
ППЦ, %	98 [91;100]	83 [69;92]	90 [68;99]
ОПЦ, %	98 [91;100]	81 [67;92]	69 [39;91]

Диагностическая ценность различных методов нейровизуализации при внутримозговых гематомах

Диагностический критерий	УЗС [95%ДИ] N=116	КТ [95%ДИ] N=89	МРТ [95%ДИ] N=33
Чувствительность, %	98 [88;100]	97 [84;100]	89 [52;99]
Специфичность, %	99 [92;100]	95 [85;99]	96 [79;100]
ОППР	69 [66;73]	18 [17;20]	21 [17;27]
ОПОР	0,02 [0,001;0,4]	0,03 [0,004;0,3]	0,12 [0,008;2]
Точность, %	98 [94;100]	96 [90;100]	94 [83;100]
ППЦ, %	98 [88;100]	91 [76;98]	89 [49;100]
ОПЦ, %	99 [92;100]	98 [90;100]	96 [79;100]

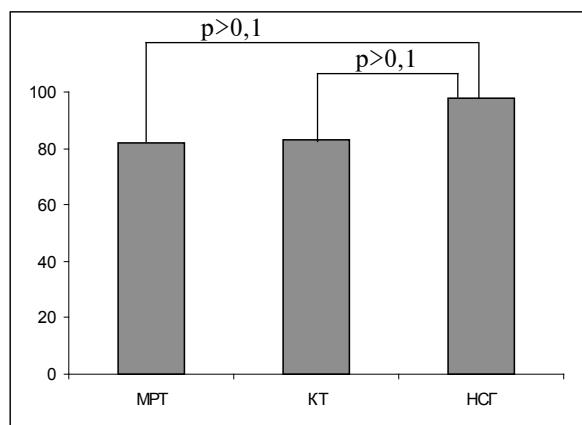


Рис. 1. Чувствительность диагностических методов при опухолях головного мозга

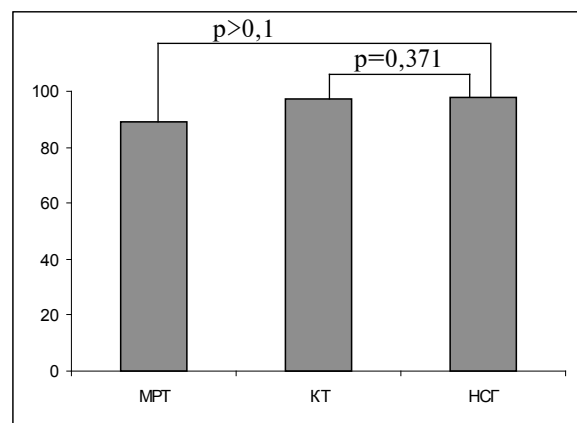


Рис. 2. Чувствительность диагностических методов при внутримозговых кровоизлияниях

ненности 27 – 39%, представлена в таблице 4. Интраоперационное УЗС, так же как МРТ и КТ показало высокую чувствительность (98%; 89% и 97% соответственно) и столь же значимую специфичность (99%; 96% и 95% соответственно). Кроме того, все три метода нейровизуализации обладают существенными значениями ОППР, точности и низкими ОПОР, что указывает на высокую прогностическую ценность указанных диагностических моделей.

Рассматривая чувствительность изучаемых методов нейровизуализации видно, что их эффективность в диагностике внутримозговых кровоизлияний, также сопоставима (рисунок 2).

Сравнительный анализ диагностической ценности различных методов нейровизуализации с интраоперационным ультразвуковым исследованием (УЗИ) паренхимы головного мозга при новообразованиях и внутримозговых гематомах проведен нами посредством ROC-анализа (рисунки 3 (а, б); 4 (а,б)).

Оценка площадей под характеристическими кривыми (AUROC) показала отличные прогностические качества КТ и МРТ головного мозга в диагностике внутримозговых гема-

том (AUROC 0,958 и 0,924 соответственно) и очень хорошие в выявлении новообразований (AUROC 0,820 и 0,818 соответственно). Интраоперационное УЗС наиболее точно отражает структурные характеристики паренхимы головного мозга и патологического очага, что позволяет признать прогностические качества данного способа нейровизуализации отличными как у пациентов с опухолями, так и кровоизлияниями (AUROC 0,977-0,988) (таблица 5). Кроме того, сравнительный анализ площадей под характеристическими кривыми показал, что статистически значимых различий между МРТ и УЗС в диагностике опухолей и кровоизлияний нет ($p=0,056$ и $p=0,430$). Так же, сопоставима диагностическая информативность КТ и УЗС в выявлении внутримозговых гематом ($p=0,389$), однако при новообразованиях эффективность нейросонографии превосходит нативное КТ ($p<0,001$).

Прогностическую значимость, для оценки диагностических методов в выявлении абсцессов головного мозга, в условиях низкой априорной распространенности (6-12%) в исследуемой группе, имеют показатели специфичности, точности, отношений правдоподобия

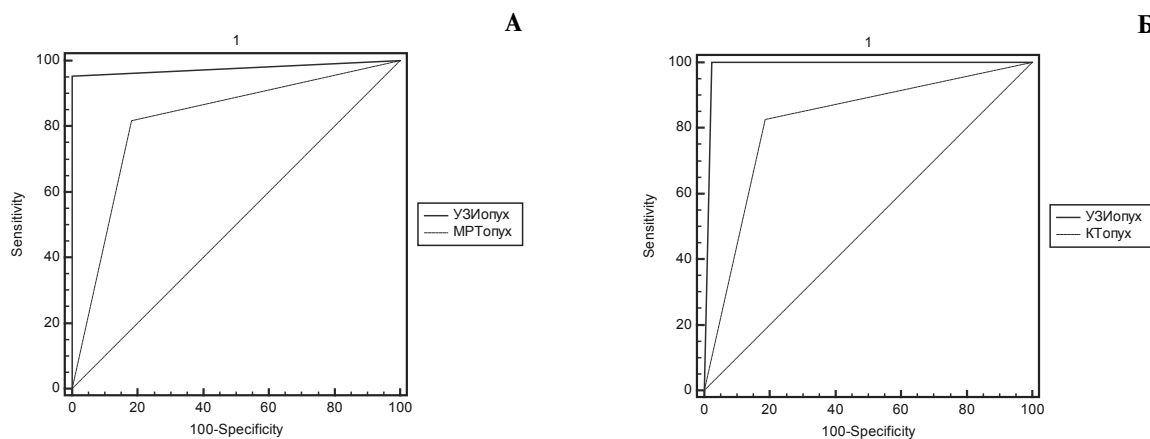


Рис. 3 (А, Б) – Характеристические кривые МРТ и УЗИ (А), КТ и УЗИ (Б) при новообразованиях

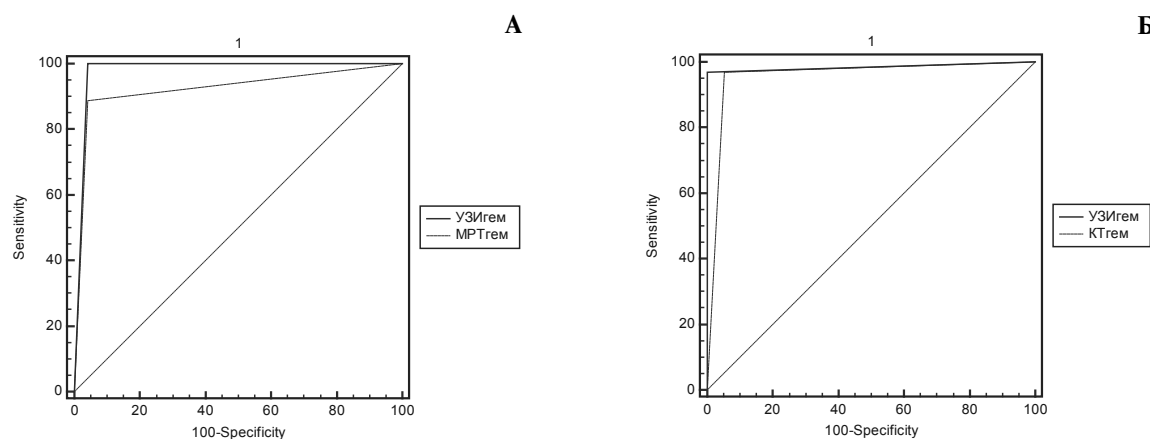


Рис. 4 (А, Б). Характеристические кривые МРТ и УЗИ (А), КТ и УЗИ (Б) при внутримозговых гематомах

Таблица 5

Сравнительный анализ AUROC альтернативных моделей диагностического поиска

Очаг	Метод	AUROC	95% ДИ	Z	P
Опухоль	МРТ	0,818	0,645-0,930	1,914	0,056
	УЗС	0,977	0,854-1,000		
	КТ	0,820	0,724-0,893	3,530	<0,001
Внутримозговая гематома	УЗС	0,988	0,938-1,000		
	МРТ	0,924	0,776-0,987	0,789	0,430
	УЗС	0,979	0,858-1,000		
	КТ	0,958	0,893-0,989	0,862	0,389
	УЗС	0,984	0,932-0,999		

Таблица 6

Диагностическая ценность различных методов нейровизуализации при абсцессах головного мозга

Диагностический критерий	УЗИ [95%ДИ] N=116	КТ [95%ДИ] N=89	МРТ [95%ДИ] N=33
Чувствительность, %	92 [62;100]	27 [6;61]	50 [33;99]
Специфичность, %	99 [95;100]	92 [84;97]	81 [63;93]
ОППР	95 [80;113]	3,55 [1;9]	2,6 [0,6;10]
ОПОР	0,08 [0,006;1,3]	0,79 [0,3;2]	0,62 [0,1;3]
Точность, %	98 [96;100]	84 [76;92]	88 [74;97]
ППЦ, %	92 [60;100]	33 [6,5;72]	14 [0,4;58]
ОПЦ, %	99 [95;100]	90 [81;96]	96 [80;100]

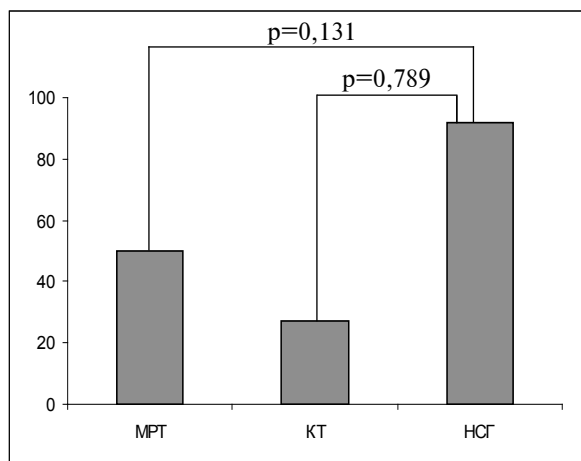


Рис. 5. Чувствительность диагностических методов при абсцессах головного мозга

положительного и отрицательного результатов (таблица 6).

МРТ и КТ в диагностике абсцессов обладают высокой специфичностью (81% и 92% соответственно) и точностью (88% и 84% соответственно), на фоне значимых показателей ОППР и низких ОПОР, что свидетельствует о хорошей прогностической ценности данных методов. Интраоперационное УЗС также позволяет с высокой степенью вероятности исключить наличие абсцесса мозга (специфичность 99%, ОПЦ 99%) или диагностировать его у пациента с действительным его присутствием (точность 98%, ППЦ 92%).

При сравнительной оценке чувствительности данных методов нейровизуализации в третьей группе пациентов, статистического различия не выявлено, что говорит об их сопоставимости (рисунок 5).

По данным ROC-анализа диагностической ценности альтернативных методов нейровизуализации у пациентов с абсцессами головного мозга установлено, что нативное МРТ и КТ обладают средними прогностическими качествами (AUROC 0,653 и 0,598 соответственно), а информативность интраоперационного УЗИ можно признать отличным (AUROC 1,000 и 0,948) (рисунок 6 (а, б)).

В таблице 7 представлены результаты сравнительного анализа площадей под характеристическими кривыми альтернативных способов диагностики, из которой следует, что прогностическая ценность нейросонографии статистически значимо превосходит КТ ($p=0,001$), но сопоставима с МРТ ($p=0,116$).

Вышеприведенные результаты статистического анализа свидетельствуют о том, что представленные методы нейровизуализации сопоставимы по своей диагностической эффективности и обладают высокой точностью (82-98%). Однако, на современном этапе развития медицинской науки и практики одной из важнейших задач является повышение эффективности медицинской помощи при определенных уровнях финансовых затрат. Так как прогностическая ценность нейросо-

Рис. 6 (А, Б). Характеристические кривые МРТ и УЗС (А), КТ и УЗС (Б) при абсцессах головного мозга

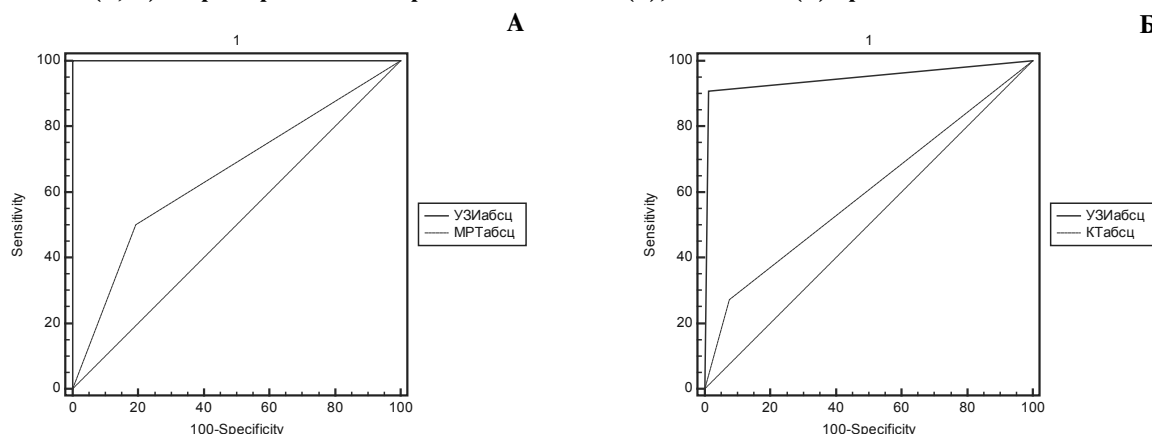


Таблица 7

Сравнительный анализ AUROC альтернативных моделей диагностического поиска					
Очаг	Метод	AUR	95% ДИ	Z	p
абсцесс	МРТ	0,653	0,468-0,810	1,571	0,116
	УЗИ	1,000	0,894-1,000		
	КТ	0,598	0,489-0,701	3,239	0,001
	УЗИ	0,948	0,880-0,984		

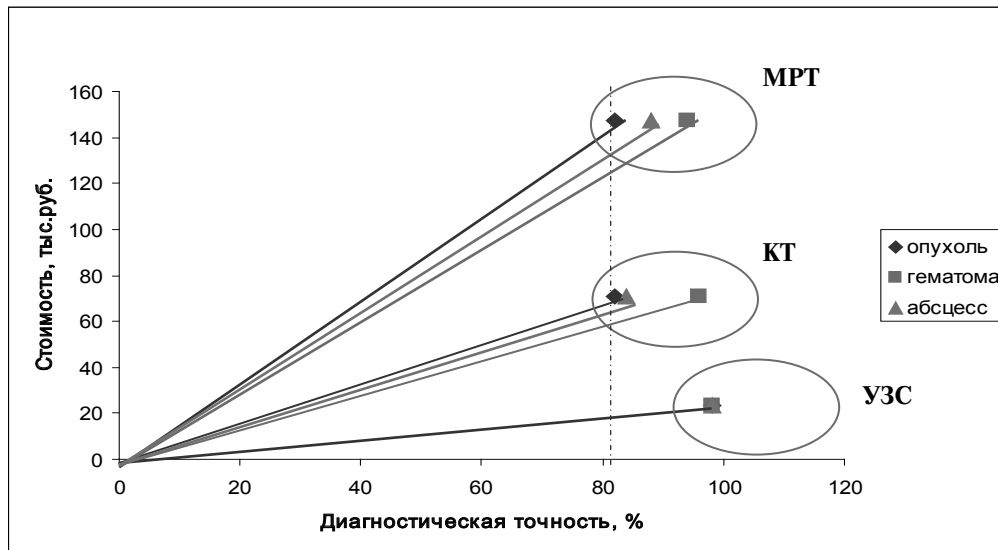


Рис. 7. Диаграмма стоимость – эффективность ($K_{эф}$)

нографии сопоставима с современными способами нейровизуализации, для проведения клинично-экономической оценки рассматриваемых диагностических моделей, использовался анализ «стоимость – эффективность» (Cost-Effectiveness Analysis), который позволяет рассчитать коэффициент затратной эффективности (Cost-Effectiveness Coefficient – $K_{эф}$) – по сути, удельную стоимости в расчете на единицу эффекта. Для каждого из альтернативных методов диагностики был выполнен расчет коэффициента затратной эффективности ($K_{эф}$), как результат отношения стоимости к эффективности (точности) (рисунок 7).

Очевидно, что коэффициент затратной эффективности максимален при использовании МРТ. Это обусловлено высокими затратами на исследование. Чем меньше $K_{эф}$, тем меньшую стоимость надо заплатить за единицу эффекта и тем меньше величина угла, образованного отрезком, соединяющим точку, соответствующую ценности диагностического теста на диаграмме, с началом координат, и осью эффективности. Таким образом, использование ультразвукового сканирования, в частности с целью интраоперационной нейронавигации, экономически более эффективно, так как требует меньше денежных средств, но является столь же эффективным как альтернативные способы.

Выводы

1. Интраоперационная НСГ обладает высокой прогностической значимостью в диагностике очаговой патологии головного мозга и является альтернативным, экономически

эффективным методом нейровизуализации и нейронавигации в режиме реального времени.

2. Чувствительность и специфичность интраоперационного УЗС в диагностике очаговой патологии мозга сравнима с современными методами нейровизуализации (КТ и МРТ).

3. Прогностическая ценность интраоперационной НСГ в диагностике и дифференциальной диагностике объемных внутримозговых образований сопоставима с МРТ.

4. Диагностическая значимость интраоперационного УЗИ статистически значимо превосходит нативное КТ при опухолях ($p < 0,001$) и абсцессах ($p = 0,001$) головного мозга, но сопоставима при внутримозговых кровоизлияниях ($p = 0,389$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев С. А. Ультразвуковая навигация в хирургии опухолей головного мозга / С. А. Васильев, А. А. Зуев // Нейрохирургия. – 2010. – № 4. – Ч. 2. – С. 16–23.
2. Шипай А. П. Нейрохирургическая навигационная система в лечении объемных образований головного мозга / А. П. Шипай, А. Ф. Смеянович, Р. Р. Сидорович // Неврология и нейрохирургия в Беларуси. – 2009. – № 3. – С. 138–142.
3. Савелло А. В. Мультимодальная нейронавигация и интраоперационная ультразвуковая визуализация в хирургии внутричерепных новообразований / А. В. Савелло // Вопросы общей и частной хирургии. – 2007. – Т. 166, № 5. – С. 11–18.
4. Comparative analysis of diagnostic accuracy of different brain biopsy procedures / J. Deepali [et al.] // Neurol. India. – 2006. – Vol. 54, N 4. – P. 394–398.
5. Pre-operative planning and intra-operative guidance in modern neurosurgery: A review of 300 cases / J. Wadley [et al.] // Ann. R. Coll. Surg. Engl. – 1999. – Vol. 81. – P. 217–225.

6. Rubin J. M. Intraoperative US versus intraoperative MR imaging for guidance intracranial neurosurgery / J. M. Rubin, D. J. Quint // Radiology. – 2000. – Vol. 215. – P. 917–919.
7. Значение интраоперационного ультразвукового наведения в нейрохирургической практике при объемных образованиях головного мозга / А. Р. Зубарев [и др.] // Ультразвук. и функц. диагностика. – 2004. – № 4. – С. 92–97.
8. Behnke S. Sonographic imaging of the brain parenchyma / S. Behnke, G. Becker // Eur. J. Ultrasound. – 2002. – Vol. 16. – P. 73–80.
9. Huisman T. A. G. Intracranial hemorrhage: ultrasound, CT and MRI findings / T. A. G. Huisman // Eur. Radiol. – 2005. – N 15. – P. 434–440.

10. New ultrasound techniques and their application in neurosurgical intraoperative sonography / M. Woydt [et al.] // Neurol Res. – 2001. – Vol. 23. – P. 697–705.

11. Флетчер Р. Клиническая эпидемиология: основы доказательной медицины / Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер. – М. : Медиа Сфера, 1998. – 350 с.

Адрес для корреспонденции

246029, Республика Беларусь,
г. Гомель, ул. Братьев Лизюковых, д. 5,
У «Гомельская областная клиническая больница»,
нейрохирургическое отделение,
тел.моб.: +375 29 632-14-44,
e-mail: fedor30@tut.by,
Цитко Евгений Леонидович

Сведения об авторах

Цитко Е.Л., врач-нейрохирург, У «Гомельская областная клиническая больница».
Смеянович А.Ф., академик НАН Беларуси, д.м.н.,

профессор ГУ «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии» г. Минск.

Поступила 10.04.2012 г.