

Е.Л. ЦИТКО <sup>1</sup>, А.Ф. СМЕЯНОВИЧ <sup>2</sup>, С.В. СВИСТУНОВ <sup>1</sup>

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЭТАПОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СКАНИРОВАНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

У «Гомельская областная клиническая больница»<sup>1</sup>,  
ГУ «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии»<sup>2</sup>,  
Республика Беларусь

**Цель.** Систематизировать показания, стандартизировать этапы нейросонографии, разработать протокол и алгоритм ультразвукового исследования головного мозга.

**Материал и методы.** В исследование включено 48 пациентов с различными объёмными образованиями головного мозга. Всем больным до оперативного вмешательства было выполнено КТ, а интраоперационно или в послеоперационном периоде, через трепанационный дефект, проводили ультразвуковое сканирование паренхимы мозга. Нейросонография осуществлялась в В-режиме, режиме цветового доплеровского картирования и энергетического доплера.

**Результаты.** Разработана чёткая последовательность и критерии оценки результатов ультразвукового исследования головного мозга. Выработаны алгоритм нейросонографического исследования, показания, режимы и способы применения ультразвукового сканирования головного мозга.

**Заключение.** Использование протокола и алгоритма ультразвукового исследования обеспечивает повторяемость и доступность нейросонографии в учреждениях здравоохранения различного уровня, способствует широкому внедрению методики в клиническую практику.

*Ключевые слова:* нейросонография, протокол исследования, нейровизуализация

**Objective.** To systematize indications, to standardize the stages of neurosonography, to develop the protocol and algorithm of the brain ultrasound examination.

**Methods.** 48 patients with various volumetric formations of the brain were included in the research. In all the patients CT was performed before the operation; and the ultrasound scanning of the brain parenchyma was performed intraoperatively or in the postoperative periods through the trepanation defect. Neurosonography was carried out in B-mode as well as in color Doppler mapping and power Doppler modes.

**Results.** A clear sequence and criteria of ultrasound examination of the brain were developed. The algorithm of the neurosonographic research, indications, modes and methods of ultrasonic scanning of the brain were worked out.

**Conclusion.** Use of the protocol and of the algorithm of ultrasound examination provides recurrence and accessibility of neurosonography in the establishments of health care at various levels and contributes to the wide introduction of the technique into the clinical practice.

*Keywords:* neurosonography, protocol of ultrasound scanning, neurovisualization

### Введение

Диагностика и лечение объёмных образований головного мозга остаётся проблемной областью современной нейрохирургии. Существующие методы диагностики внутричерепной патологии, не позволяют добиться удовлетворительных резуль-

татов лечения, значимо увеличить продолжительность и качество жизни. Хирургическое вмешательство для таких пациентов, играет центральную роль в их выздоровлении [1, 2].

Одним из путей улучшения результатов оперативных вмешательств у больных с внутричерепными образованиями раз-

личной природы является совершенствование методов «лучевого сопровождения». Рациональное, дифференцированное применение имеющихся на сегодняшний день методов предоперационной, интраоперационной визуализации и навигации направлено на повышение радикальности операций, снижения их риска, улучшения функциональных исходов и увеличения показателей выживаемости [1, 2, 3]. Всё это ставит перед практическим здравоохранением новые задачи разработки оптимальных методик исследования церебральной патологии в зависимости от цели, условий и возможностей лечебного учреждения.

В предоперационном периоде очаговое поражение головного мозга может быть диагностировано различными методами нейровизуализации (компьютерной томографией (КТ), магнитно-резонансной томографией (МРТ), ангиографией). Для интраоперационного наведения в настоящее время, хирургам также были предложены системы нейронавигации, основанные на данных КТ или МРТ. Эти методики обладают хорошей разрешающей способностью и позволяют планировать ход оперативного вмешательства, но и они имеют определённые недостатки. Громоздкость оборудования, потребность в специальном обеспечении приводит к стационарности метода, то есть требует транспортировки пациента к диагностическому аппарату. Дороговизна оборудования не позволяет оснастить все учреждения здравоохранения такими системами нейровизуализации и навигации. Вышеуказанные методы не обеспечивают оперативность получения необходимой информации в процессе операции, так как не работают в режиме реального времени [2, 3, 4, 5].

До настоящего времени эхоэнцефалоскопия (Эхо-ЭС) и наложение диагностических фрезевых отверстий являются наи-

более доступными и распространёнными способами экстренной диагностики внутричерепной патологии. В стационарах, где нет КТ и МРТ или где они по какой-либо причине не работают, Эхо-ЭС и диагностическая трепанация черепа остаются методами выбора.

Эхо-ЭС позволяет заподозрить наличие объёмного процесса по смещению срединных структур, но её результативность во многом зависит от опыта исследователя. По данным литературы, диагностическая чувствительность Эхо-ЭС составляет 60%. Метод Эхо-ЭС менее информативен при локализации патологического очага в лобной или затылочной доле, а также при двустороннем расположении оболочечных гематом [5].

Диагностические фрезевые отверстия обеспечивают точную диагностику субдуральных гематом, но менее информативны в случаях эпидуральных кровоизлияний и патологических процессах внутримозговой локализации [5].

Метод секторального ультразвукового сканирования мозга – нейросонография (НСГ), предложенный в 1979 г. R. Cooke и модифицированный в 1980 г. A. Ven-Oga, вооружил нейрохирургов высокоинформативной диагностической технологией, позволившей в режиме реального времени выявлять внутричерепные объёмные образования. Благодаря его внедрению в клиническую практику стало возможным получать точную информацию в динамически меняющихся условиях и воплотить в жизнь принцип «аппарат для пациента, а не пациент для аппарата». Отсутствие лучевой нагрузки при исследовании позволяет применять его необходимое количество раз во время операции и в послеоперационном периоде, без вреда для пациента и персонала [2, 6].

Последние годы отмечается возрастающий интерес к интраоперационной ульт-

тразвуковой диагностике. Длительное время использование ультразвуковых исследований было ограничено диагностикой повреждений и заболеваний головного мозга у детей раннего возраста. С развитием ультразвуковых технологий данное исследование нашло своё применение во время нейрохирургических операций и у взрослых пациентов, через трепанационный дефект [1, 2, 6].

На сегодняшний день изучена ультразвуковая семиотика объёмных образований головного мозга в В-режиме, режимах цветового доплеровского картирования (ЦДК) и энергетического доплера (ЭД), разработана стратегия нейронавигации на основе этих данных [1, 2, 6, 7].

Однако отсутствие единой терминологии и стандартизированных методических подходов к выполнению НСГ приводит к затруднению в интерпретации получаемых данных и ограничивает её широкое применение в повседневной практике. В связи с этим, необходимо упорядочить и стандартизировать как саму методику, так и разработать протокол ультразвукового сканирования (УЗС) головного мозга.

Все вышеперечисленные проблемы обуславливают актуальность настоящей работы.

**Цель работы:** систематизировать показания, стандартизировать этапы нейросонографии, разработать протокол и алгоритм ультразвукового исследования головного мозга.

### Материал и методы

В период с октября 2007 по август 2009 года обследовано 48 пациентов с объёмными образованиями головного мозга. Из них 27 (56,3%) пациентов с новообразованиями головного мозга различной гистологической структуры, 15 (31,2%) с внут-

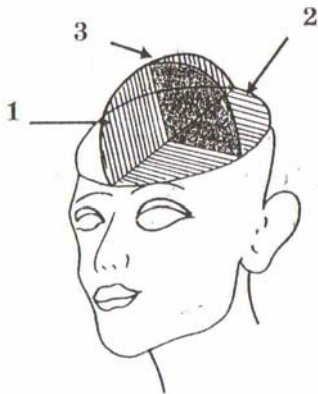
римозговыми кровоизлияниями и 6 (12,5%) с абсцессами головного мозга (таблица 1). Из них, 15 (31,3%) пациентам исследование было выполнено в послеоперационном периоде через посттрепанационный дефект. Возраст больных варьировал от 28 до 70 лет, мужчин было 26 (59%), женщин 18 (41%).

Всем пациентам до оперативного вмешательства было выполнено КТ головного мозга. КТ – исследование проводилось на спиральном шестнадцатисрезовом томографе Light Speed фирмы General Electric (США). Для ультразвукового сканирования мозга, через трепанационный дефект, использовался ультразвуковой аппарат Siemens G60S (Германия) с конвексным мультисрезовым внутриполостным датчиком, с частотой сканирования от 5,0 до 8,0 МГц (угол обзора 120°) и Voluson 730 Expert фирмы General Electric (США) с конвексным мультисрезовым 3D датчиком.

В качестве акустического окна при эхографическом исследовании использовался трепанационный дефект. НСГ паренхимы мозга осуществлялось трансдурально, с поверхности коры и в послеоперационном периоде с кожных покровов (транскутанно). Для характеристики процесса сканирования использовались сле-

Таблица 1  
**Структура обследованных пациентов**

Вид объёмного процесса	n	%
Опухоли головного мозга	27	56,3
• глиобластомы	10	37,1
• глиосаркомы	5	18,5
• анапластические астроцитомы	3	11,1
• протоплазматические астроцитомы	2	7,4
• менингиомы	5	18,5
• метастазы	2	7,4
Внутричерепные гематомы	15	31,2
Абсцессы	6	12,5
Итого:	48	100



**Рис. 1. Схема плоскостей сканирования. 1 – сагиттальная; 2 – аксиальная; 3 – коронарная**

дующие понятия: плоскость сканирования и угол наклона плоскости сканирования.

Плоскостью сканирования – плоскость, в которой проходят сканирующие перемещения ультразвукового луча в границах сектора сканирования (рис. 1).

Угол наклона плоскости сканирования – угол между плоскостью сканирования и одной из ортодоксальных плоскостей черепа.

Во всех случаях НСГ выполнялось в двух стандартных плоскостях сканирования (аксиальная, коронарная) и полипозиционно (под разными углами к выше указанным). УЗС проводилось как в В-режиме, так с использованием ЦДК и ЭД. В послеоперационном периоде дополнительно использовался режим 3D реконструкции с последующей постпроцессинговой обработкой программой 4D-View.

Методика НСГ с применением цветочкодированных доплеровских режимов интраоперационно и режима 3D реконструкции в послеоперационном периоде, а также особенности оценки её результатов у пациентов с абсцессами и внутримозговыми гематомами разработана нами и является темой отдельной публикации.

При интерпретации сонограмм учитывали форму и взаиморасположение таких ориентиров, как кости черепа, серпо-

видный отросток, желудочки мозга, тенториум. Кроме того, изучались характеристики участков изменённой эхогенности. Для объективизации полученных результатов и облегчения их систематизации, в В-режиме, выделены три типа патологических изменений плотности мозговой ткани.

Первый тип – гиперэхогенный. Патологический очаг выглядит как гиперэхогенный участок однородной структуры с чёткими контурами, близкий по плотности к кости. Второй тип – гипоехогенный, когда патологическое образование представлено гипоехогенным участком однородным по структуре с чёткими границами, близкое по плотности к ликвору. Третий тип – смешанной эхогенности, патологический очаг выглядит как ограниченный участок, состоящий из гипер- и гипоехогенных зон, с преобладанием того или иного компонента.

По характеру кровоснабжения патологического очага в режимах ЦДК и ЭД, условно, выделены четыре типа васкуляризации: аваскулярный – локусов кровотока не определяется; низковаскуляризованный тип – при выявлении до трёх локусов кровотока; средневаскуляризованный тип – при наличии от четырёх до семи локусов; высоковаскуляризованный тип – при определении в строме патологического очага восьми и более локусов кровотока.

### Результаты и обсуждение

Основываясь на собственном опыте работы, показания к исследованию выделены в две группы, в зависимости от способа использования и целей УЗС, интраоперационно или в послеоперационном периоде.

Показания к нейросонографии:

1. Интраоперационно:

---

у пациентов с диагностированными на КТ или МРТ объёмными процессами головного мозга (опухоль, абсцесс, внутримозговое кровоизлияние), с целью нейронавигации в режиме реального времени;

при выполнении диагностической трепанации черепа, у пациентов с комой неясной этиологии, для исключения или подтверждения сдавления головного мозга через одно фрезевое отверстие, локализация которого определяется клинической картиной;

как способ нейронавигации при пункционной биопсии опухолей; аспирационном удалении внутримозговых гематом, содержимого опухолевых кист или абсцессов головного мозга;

для контроля полноты удаления объёмного образования.

2. В послеоперационном периоде (при наличии посттрепанационного дефекта):

динамический контроль регресса вторичных повреждений головного мозга;

исключение ранних и поздних послеоперационных осложнений (рецидив кровоизлияния или абсцесса головного мозга, кровоизлияние в ложе опухоли, воспалительные осложнения).

Рекомендуемые ультразвуковые датчики: секторный мультислотный датчик от 2 до 4 МГц, с углом сканирования 60° и микроконвексный мультислотный датчик 5 – 10 МГц, с углом сканирования 117°.

На сегодняшний день отсутствуют единые методические подходы к УЗС. Большинство работ посвящено изучению возможностей ультразвуковой диагностики с использованием различных режимов при нейрохирургических вмешательствах по поводу опухолей головного мозга [1, 2]. В то время как исследование паренхимы головного мозга у пациентов с абсцессами и внутримозговыми гематомами ограничивается только В-режимом [6]. Однако для проведения успешной дифференциальной диагностики объёмного внутримозгового патологического очага необходимо все-

сторонне изучить его ультразвуковые характеристики. Для оптимизации процесса сканирования и повышения диагностической ценности УЗС, нами выделены этапы НСГ.

Сонографическое исследование начинается в В-режиме, с установления в «акустическом окне» датчика, ориентированного в аксиальной плоскости сканирования. При таком расположении получают сонограммы головного мозга в поперечном сечении. Исследование в аксиальной проекции выполнялось с перемещением угла сканирования от основания к конвексу. Затем датчик поворачивался на 90 градусов, что позволяло выполнить УЗС в коронарной проекции с изменением угла сканирования по направлению от лобных долей к затылочным.

Исследование паренхимы мозга в предлагаемой последовательности позволяет чётко выделить косвенные и прямые диагностические признаки патологического очага. К прямым признакам относятся: форма, контуры, основные линейные размеры, эхоструктура образования и топографо-анатомические характеристики. К косвенным признакам, вторичные изменения в головном мозге, которые обусловлены патологическим процессом: наличие и степень поперечной дислокации, деформация желудочковой системы.

Вторым этапом в режиме ЦДК и ЭД определяли особенности рядом расположенных сосудов, наличие и тип кровоснабжения объёмного образования.

В послеоперационном периоде дополнительно использовался режим 3D реконструкции, для более наглядного и подробного представления о процессах происходящих в зоне оперативного вмешательства, у пациентов с опухолями головного мозга, абсцессами и нетравматическими внутримозговыми гематомами.

Основываясь на полученных в ходе исследования данных, представляем проект протокола ультразвукового исследования головного мозга для обсуждения врачей ультразвуко-



вой диагностики и нейрохирургов. Замечания \_\_\_\_\_ го варианта протокола.  
будут учтены при составлении окончательно-\_\_\_\_\_ Для оптимизации и широкого внедрения

НЕЙРОСОНОГРАФИЯ №\_\_\_\_

Учреждение:

Дата и время исследования \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_

Ф.И.О. \_\_\_\_\_ / Возраст \_\_\_\_\_

История болезни № \_\_\_\_\_ / Амбулаторная карта № \_\_\_\_\_ / Операция № \_\_\_\_\_

Диагноз: \_\_\_\_\_

Акустический доступ:

1. Интраоперационно (трансдурально; с поверхности коры).
2. Посттрепанационный дефект (транскутанно).

Локализация акустического окна:

1. Сторона: слева; справа.
2. Область: лобная, височная, теменная, затылочная.

Паренхима мозга:

Рисунок извилин и борозд: отчётливый, слабовыраженный, не прослеживается

Эхогенность:

- обычная, пониженная, повышенная;
- однородная, наличие патологических очагов;

Боковые желудочки: симметричны; компримирован (частично \_\_\_\_\_ мм, тотально \_\_\_\_\_ мм; справа, слева); компенсаторно расширен (слева, справа \_\_\_\_\_ мм); деформирован \_\_\_\_\_.

Содержимое желудочков: однородное, неоднородное; анэхогенное, смешанной эхогенности, гиперэхогенное.

Срединные структуры: не смещены; смещены (влево, вправо до \_\_\_\_\_ мм).

Патологический очаг (В-режим): \_\_\_\_\_

- Локализация: лобная; височная; теменная; затылочная
- Форма: округлая; неправильная.
- Структура: однородная; неоднородная.
- Эхогенность: смешанная (с преобладанием); гиперэхогенная; гипоехогенная.
- Границы: четкие; смазанные; нечёткие; капсула \_\_\_\_\_ мм.
- Глубина залегания: \_\_\_\_\_.
- Линейные размеры: \_\_\_\_\_.
- Перифокальный отёк: да \_\_\_\_\_ мм; нет.

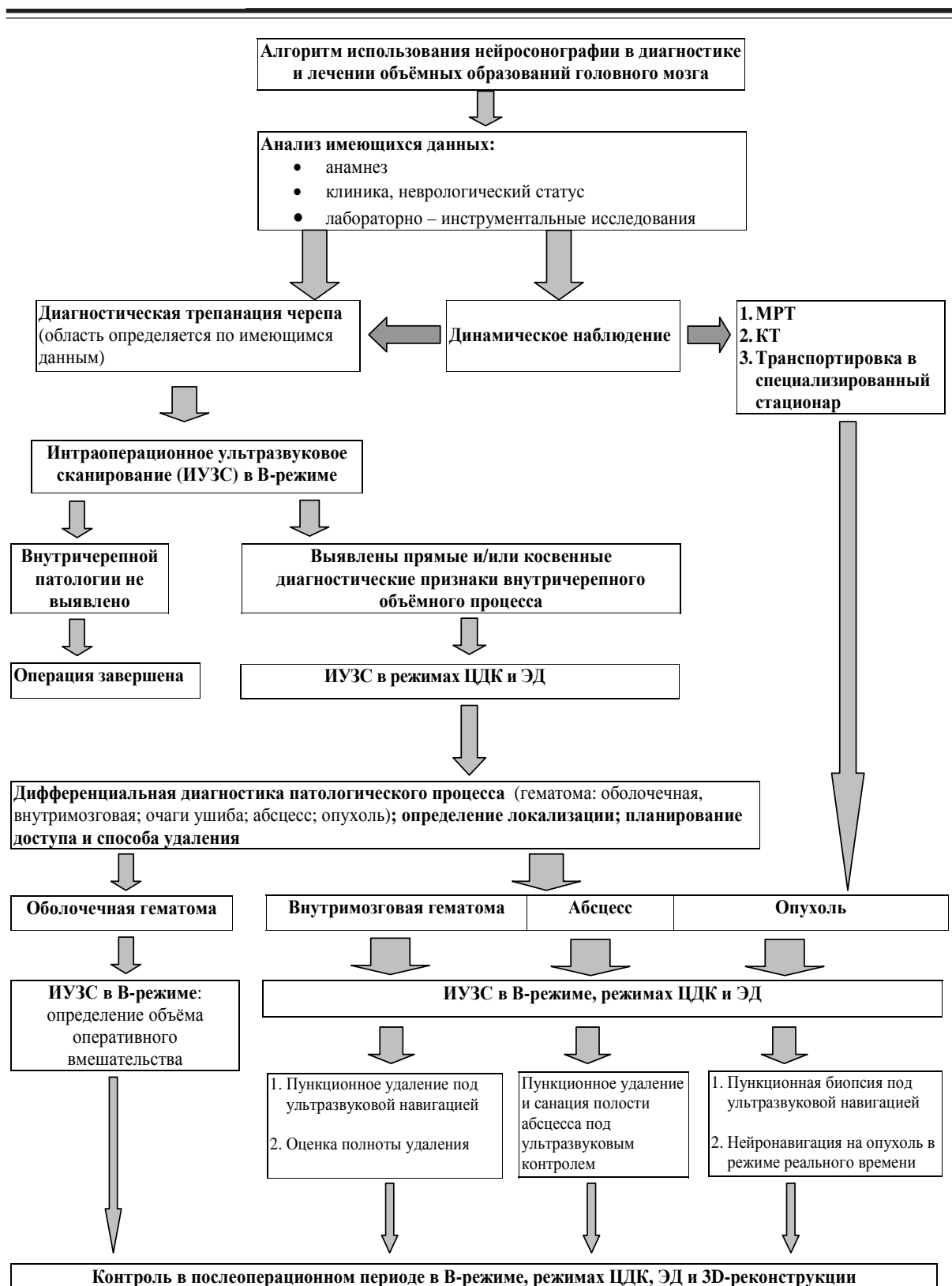
Патологический очаг (режим ЦДК и ЭД):

- Кровоток в паренхиме: аваскулярное; низко- ; средне- ; высоко-васкуляризированное.
- Кровоток по периферии: \_\_\_\_\_.
- Отношение к артериям ВСА: \_\_\_\_\_.
- Кровоток в капсуле: да; нет.

Манипуляции: пункционная; биопсия, аспирация, дренирование; нейронавигация.

Заключение: \_\_\_\_\_

Врач: \_\_\_\_\_



**Рис. 2. Алгоритм нейросонографии**

в клиническую практику ультразвукового сканирования головного мозга в диагностике и лечении пациентов с внутричерепными объёмными процессами на основе имеющегося опыта

разработан алгоритм использования НСГ (рис. 2).

**Выводы**

1. Унифицирование этапов нейросонографии с использованием различных режимов сканирования позволяет проводить дифференциальную диагностику патологических образований.
2. Чёткие критерии оценки первичных и вторичных патологических изменений головного мозга повышают диагностическую ценность исследования.
3. Стандартизированный протокол нейросонографии обеспечивает рациональный контроль динамики регресса патологических изменений или диагностику послеоперационных осложнений.
4. Алгоритм нейросонографического исследования позволяет определить показания, режимы и способы применения ультразвукового сканирования головного мозга в неотложной нейрохирургии.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Савелло, А.В. Мультимодальная нейронавигация и интраоперационная ультразвуковая визуализация в хирургии внутричерепных новообразований / А. В. Савелло // *Вопр. общей и частной хирургии.* — 2007. — Т. 166, № 5. — С. 11-18.
2. Значения интраоперационного ультразвуко-

- вого наведения в нейрохирургической практике при объёмных образованиях головного мозга / А. Р. Зубарев [и др.] // *Ультразвук. и функц. диагностика.* — 2004. — № 4. — С. 92-97.
3. Компьютерная томография в неотложной нейрохирургии: учебное пособие / В. В. Лебедев [и др.]. — М.: Медицина, 2005. — 360 с.
  4. Лебедев, В. В. Особенности КТ и МРТ-диагностики при внутричерепных кровоизлияниях и инфарктах / В. В. Лебедев, Т. Н. Галян // *Нейрохирургия.* — 2006. — № 4. — С. 40-48.
  5. Ошибки диагностики при травматических внутричерепных гематомах / А. Э. Талыпов [и др.] // *Нейрохирургия.* — 2009. — № 1. — С. 68-73.
  6. Ультразвуковая томография головного мозга у больных с посттравматическими костными дефектами / М.Д. Благодатский [и др.] // *Актуальные вопросы соврем. клин. медицины.* — Иркутск, 1995. — С. 74-75.
  7. Study design for concurrent development, assessment, and implementation of new diagnostic imaging technology / M. G. M. Hunink [et al.] // *Radiology.* — 2002. — Vol. 222, N 3. — P. 604-614.

**Адрес для корреспонденции**

246029, Республика Беларусь,  
г. Гомель, ул. Братьев Лизюковых, 5,  
У «Гомельская областная  
клиническая больница»,  
e-mail: fedor30@tut.by,  
Цитко Е.Л.

*Поступила 29.03.2010 г.*