

## Оригінальна стаття

УДК 616.12-008.331.1-06:616.831-005-02:617.51-001-037-072-089.8

**Сірко А.Г.<sup>1,2</sup>, Скріпник О.Ф.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Кафедра нервових хвороб та нейрохірургії, Дніпропетровська медична академія МОЗ України, Дніпропетровськ, Україна

<sup>2</sup> Відділення церебральної нейрохірургії № 2, Дніпропетровська обласна клінічна лікарня ім. І.І. Мечникова, Дніпропетровськ, Україна

### **Внутрішньочерепна гіпертензія за тяжкої черепно-мозкової травми: діагностика та прогнозування результатів (огляд літератури та аналіз власних спостережень)**

**Вступ.** Внутрішньочерепна гіпертензія (ВЧГ) є основною причиною смерті та інвалідизації потерпілих за черепно-мозкової травми (ЧМТ).

**Мета дослідження:** визначити параметри внутрішньочерепного тиску (ВЧТ), які вірогідно впливають на кінцевий результат лікування хворих за тяжкої ЧМТ.

**Матеріали і методи.** Проаналізовані результати проспективного дослідження 100 потерпілих в динаміці гострого періоду тяжкої ЧМТ у 2006–2011 рр. ВЧТ визначали з використанням паренхіматозних датчиків на моніторі Brain Pressure Monitor REF HDM 26.1/FV500 виробництва Spiegelberg (Німеччина). Загалом проаналізовані 11 657 год спостереження ВЧТ.

З метою вибору найбільш інформативного параметру ВЧГ використаний ROC-аналіз. Вивчено залежність результату лікування в двох групах хворих (живий/помер та сприятливий/несприятливий результат) від 5 основних параметрів ВЧТ (доза, тривалість та вираженість ВЧГ, середній та максимальний рівень ВЧТ).

**Результати.** Групи хворих за двох різних результатів лікування найбільш вірогідно різняться за показниками, що характеризують вираженість ВЧГ.

Середній ВЧТ для прогнозування результату живий/помер за даними проведеного ROC-аналізу становить 16,9 мм рт.ст., для визначення сприятливого/несприятливого результату лікування — 16,48 мм рт.ст.

**Висновки.** Середній ВЧТ на рівні 16,5 мм рт.ст. слід вважати кінцевою точкою терапії. Отримані дані потребують перевірки під час клінічних досліджень з залученням більшої кількості потерпілих з тяжкою ЧМТ.

**Ключові слова:** тяжка черепно-мозкова травма, внутрішньочерепний тиск, внутрішньочерепна гіпертензія, діагностика, прогнозування.

**Укр. нейрохірург. журн. — 2013. — №2. — С.4–12.**

*Надійшла до редакції 22.01.13. Прийнята до публікації 03.04.13.*

**Адреса для листування:** Сірко Андрій Григорович, Відділення церебральної нейрохірургії № 2, Дніпропетровська обласна клінічна лікарня ім. І.І. Мечникова, Жовтнева пл., 14, Дніпропетровськ, Україна, 49005, e-mail: neurosirko@mail.ru

**Вступ.** Внутрішньочерепний тиск (ВЧТ) — параметр діяльності головного мозку, який необхідно контролювати під час проведення інтенсивної терапії у потерпілих за тяжкої черепно-мозкової травми (ЧМТ) [1, 2]. Отримані на основі аналізу ВЧТ та його змін дані містять цінну інформацію про загрозові тенденції та явища, а також дають можливість зробити остаточний прогноз у потерпілих при травмі головного мозку.

З 1960 р. «золотим стандартом» вимірювання ВЧТ стало введення катетера у передній ріг бічного шлуночка [3]. Вентрикулостомію можна здійснити безпосередньо в палаті, під місцевою анестезією; це швидкий та ефективний спосіб зниження підвищеного ВЧТ шляхом дренажування спинномозкової рідини [4]. Хоча ВЧТ вимірювали за допомогою вентрикулярного катетера, нові технічні досягнення, що дозволяють прилаштувати до катетера датчик тиску, забезпечують альтернативні можливості [5].

Розроблені кілька неінвазивних технологій вимірювання ВЧТ, у тому числі визначення ступеня

зсуву барабанної перетинки [6], венозна офтальмодинамометрія [7], аналіз резонансу в тканинах [8], ультразвукове вимірювання пульсації черепа [9], вимірювання латентності викликаних потенціалів зорового нерва [10], транскраніальна доплерографія. Сьогодні жоден з цих методів не дозволяє з достатньою точністю визначити ВЧТ у пацієнта, що перебуває у критичному стані. За відсутності достатньої кількості відомостей з рандомізованих досліджень ключовим методом вимірювання ВЧТ вважають інвазивний моніторинг.

Більшість приліжкових моніторів, у тому числі сучасних паренхіматозних датчиків (Codman, Spiegelberg), відображають середній ВЧТ у числовому відношенні чи у формі хвилі імпульсу з можливістю вибору часових трендів у стислому вигляді [11]. Для своєчасної корекції внутрішньочерепної гіпертензії (ВЧГ) необхідні відповідні рекомендації з кількісних показників ВЧТ [12]. ВЧТ використовують для визначення церебрального перфузійного тиску (ЦПТ),

а також прогнозування виникнення компресійно-дислокаційного синдрому [13].

Немає одностайної думки дослідників щодо визначення показника, який слід контролювати під час проведення інтенсивної терапії у потерпілих за тяжкої ЧМТ. Існують дві концептуальні теорії лікування: Лунда (ВЧТ-орієнтований протокол лікування) та Рознера (ЦПТ-орієнтований протокол лікування). С.С. Robertson та співавтори [14] не виявили відмінностей результатів лікування хворих за цілеспрямованої корекції ВЧТ та ЦПТ. Граничний рівень ЦПТ, який слід підтримувати у потерпілих за тяжкої ЧМТ, постійно змінювався, переважно зменшувався. Верхньою межею ЦПТ у 1987 – 1989 р. вважали 80 мм рт.ст. [15, 16], у 1990 р. — 70 мм рт.ст. [17], у 2000 – 2005 р. — 60 та 50 мм рт.ст. [18, 19].

Питання щодо оптимального ЦПТ, а також доцільності корекції артеріальної гіпертензії чи, навпаки, її штучного підтримання за тяжкої ЧМТ протягом тривалого часу було відкритим. Важливі аспекти цього питання розкриті у дослідженні С.Ф. Contant та співавторів [20], які порівнювали результати лікування за протоколами переважної корекції ЦПТ або ВЧТ. Встановлено, що, незважаючи на зниження частоти ішемії у 2,4 разу у хворих за переважного контролю ЦПТ, результати лікування (показники виживання та неврологічного одужання) у групах практично не різнилися. Відсутність користі від штучного підтримання високого ЦПТ пов'язана з більшою частотою ускладнень у цій групі. Так, при корекції ЦПТ частота виникнення гострого респіраторного дистрес-синдрому дорослих (в 5 разів) та відстрочених внутрішньочерепних гематом була більшою, ніж за переважної корекції ВЧТ.

В міжнародних рекомендаціях з лікування тяжкої ЧМТ (2007) відзначено необхідність уникнення агресивних спроб підтримки ЦПТ вище 70 мм рт.ст. за допомогою інфузій та катехоламінів з огляду на виникнення респіраторного дистрес-синдрому дорослих. Слід також уникати зниження ЦПТ менше 50 мм рт.ст. Цільові значення ЦПТ мають бути у діапазоні 50–70 мм рт.ст. Хворі за збереженої системи ауторегуляції тиску переносять і більш високий ЦПТ [21].

Сьогодні широко застосовують змішаний ВЧТ/ЦПТ протокол лікування потерпілих за тяжкої ЧМТ з обмеженим застосуванням вазопресорів. Трьома провідними положеннями зведеної концептуальної теорії лікування, за якою спостереження та контроль здійснюють як за ВЧТ, так і ЦПТ, є: швидке розпізнавання та можливе лікування ураження з мас-ефектом; контроль ВЧТ та лікування ВЧГ; підтримання ЦПТ та попередження ішемії головного мозку. Вибір того чи іншого методу лікування в різні строки включає оцінку ауторегуляції мозкової кровотечі та визначення оптимального ЦПТ для кожного пацієнта [22, 23]. Вибір методу оцінки ауторегуляції залежить від наявності відповідного обладнання. Стан ауторегуляції судин головного мозку оцінюють за допомогою транскраніальної доплерографії (ТКДГ), визначення PRx індексу, показників церебральної оксиметрії (SvjO<sub>2</sub> та PtiO<sub>2</sub>).

Оскільки ЦПТ значною мірою можна коригувати шляхом підвищення артеріального тиску, більш значущим для визначення критичних значень ВЧТ є ризик дислокації та різних видів вклинення головного

мозку. Мета лікування полягає в урівноваженні ризику вклинення головного мозку та ятрогенного ризику, зумовленого агресивним лікуванням.

У теперішній час відсутні рандомізовані клінічні дослідження, в яких би проводили безпосереднє порівняння критичних значень ВЧТ у потерпілих за тяжкої ЧМТ. В найбільшому проспективному дослідженні за участі 428 хворих в логістичній регресійній моделі з дискретністю 5 мм рт.ст. проаналізовані середні значення ВЧТ [24]. Встановлено, що рівень ВЧТ до 20 мм рт.ст. є оптимальним у плані прогнозу.

У дослідженнях з меншими неконтрольованими базами даних встановлений припустимий діапазон ВЧТ 15–25 мм рт.ст. [25–28]. У дослідженні Т.Г. Saul, Т.В. Ducker [27] верхня межа ВЧТ у двох групах хворих була зменшена з 25 до 15 мм рт.ст. Відзначене зменшення летальності з 46 до 28%, проте, відмінності протоколів лікування у перший та другий періоди ускладнювали оцінку впливу ВЧТ на результат лікування. В іншому проспективному дослідженні у 233 потерпілих за тяжкої ЧМТ встановлено, що ВЧТ 15 мм рт.ст. і вище є одним з п'яти факторів ризику, пов'язаних з летальними наслідками [28].

У подвійному сліпому проспективному дослідженні з контролем плацебо вивчено ефективність лікування з використанням великих доз пентобарбіталу та можливість корекції ВЧТ нижче 20 мм рт.ст. Встановлено, що результат лікування, незалежно від схеми терапії, значно кращий за умов підтримання ВЧТ нижче 20 мм рт.ст. [29].

В іншому проспективному дослідженні 27 хворих розподілені на дві групи залежно від рівня ВЧТ (20 і 25 мм рт.ст.). В обох групах застосовували ідентичні протоколи лікування. Групи вірогідно не різнились при оцінці за шкалою наслідків Глазго (ШНГ) через 6 міс після травми [30].

Ознаки вклинення структур мозку за даними комп'ютерної томографії (КТ) спостерігали при ВЧТ менше 20–25 мм рт.ст. Встановлено, що вірогідність вклинення залежить від локалізації та об'єму внутрішньочерепного ушкодження [31]. В публікації L.F. Marshall та співавторів [32] порушення реакції зіниць на світло спостерігали при ВЧТ на рівні 18 мм рт.ст. У зв'язку з цим, встановлені межі ВЧТ слід підтверджувати результатами клінічного обстеження та КТ у кожного хворого.

В той же час встановлено, що у деяких пацієнтів ознаки неврологічних порушень виникали лише за ВЧТ вище 20–25 мм рт.ст. ВЧТ вище 20 мм рт.ст. добре переноситься хворими з мінімальними ознаками ушкодження головного мозку за даними КТ [33]. Більшість даних підтверджують, що ВЧТ 20–25 мм рт.ст. є верхньою межею, при перевищенні якої слід розпочинати лікування, спрямоване на зниження ВЧТ [24, 26, 27, 29, 30].

Найбільш поширеним для визначення ступеня ВЧГ був метод розрахунку середнього значення ВЧТ [34, 35]. Хоча метод відносно простий, він не дозволяє точно визначити фізіологічне ураження головного мозку внаслідок впливу високого ВЧТ. Нещодавно вторинні ушкодження головного мозку почали характеризувати шляхом оцінки сумарного масштабу та тривалості епізодів ВЧГ. Метод передбачає розрахунок дози ВЧГ як площі під кривою (ППК), розташованої вище встановленого фізіологічного порогу ВЧТ. Цей метод

більш точно, ніж попередні, відображає вплив ВЧГ на результати, оскільки дозволяє брати до уваги як інтенсивність, так і тривалість ураження.

З огляду на неоднозначність встановлення граничного рівня ВЧГ, якого слід дотримувати під час лікування потерпілих за тяжкої ЧМТ, пошук прогностично сприятливих параметрів ВЧГ актуальний. Інформація, отримана з моніторів, з часом стає дедалі складнішою та об'ємною. Це створює труднощі щодо виявлення та інтерпретації ВЧГ. Подальше вивчення проблеми неможливе без детального комп'ютерного аналізу даних приліжкового моніторингу.

**Метою дослідження** було визначення параметрів ВЧГ, які вірогідно впливають на кінцевий результат лікування потерпілих за тяжкої ЧМТ. Ми намагалися виділити основні та другорядні значення ВЧГ, та їх межі, які слід застосовувати як кінцеві лікувальні цілі у потерпілих за тяжкої ЧМТ.

**Матеріали і методи дослідження.** Проведене проспективне дослідження за участю 100 потерпілих з тяжкою ЧМТ, яких лікували у відділеннях інтенсивної терапії в період з 2006 по 2010 р. Стан свідомості за шкалою коми Глазго під час госпіталізації становив 8 балів і менше. У дослідження включені 19 жінок і 81 чоловік. Вік хворих у середньому (36,2±13,8) року. Дифузна ЧМТ відзначена у 23 потерпілих, вогнищева — у 77.

Основною метою терапії у гострому періоді тяжкої ЧМТ було досягнення наступних кінцевих цілей: покращення неврологічного стану, усунення аксіальної та латеральної дислокації за даним КТ, підтримання артеріального тиску на рівні 140/90 мм рт.ст., центрального венозного тиску (ЦВТ) 60–80 мм вод.ст., ВЧГ — нижче 20 мм рт.ст., ЦПТ 50–70 мм рт.ст. (60–80 мм рт.ст. — під час операції), усунення олігемії, за даними ТКДГ, SaO<sub>2</sub> 98–100%, PaO<sub>2</sub> 100–150 мм рт.ст., PaCO<sub>2</sub> 36–42 мм рт.ст.

Всім хворим під час госпіталізації встановлювали датчик для вимірювання ВЧГ. ВЧГ вимірювали з використанням паренхіматозних датчиків на моніторі Brain Pressure Monitor REF HDM 26.1/FV500 виробництва Spiegelberg (Гамбург, Німеччина). Інтрапаренхіматозний моніторинг обраний через його точність, простоту введення катетера, безпечність та низькі вимоги з його обслуговування. За даними порівняльного аналізу ВЧГ, вимірюного одночасно за допомогою паренхіматозного та вентрикулярного датчиків для монітору Spiegelberg, а також стандартного вентрикулярного катетера («золотий стандарт») визначені схожі дані в діапазоні вимірювання від 5 до 50 мм рт.ст. [36]. Детальний порівняльний аналіз різних методів вимірювання ВЧГ представлений у попередній публікації [5].

У 84 хворих датчик вимірювання ВЧГ встановлювали під час виконання першої операції, у 16 — повторної. Датчик в усіх пацієнтів встановлювали в точці Кохера. За дифузного ушкодження головного мозку датчик встановлювали в недомінантній півкулі великого мозку, за вогнищового ушкодження — з протилежного боку від трепанції.

За допомогою інтерфейсу RS232 монітор вимірювання ВЧГ з'єднували з персональним комп'ютером. Використовували ліцензоване програмне забезпечення Spiegelberg Collection Program (version 7). Програма дозволяла візуально оцінювати форму хвилі ВЧГ,

зберігати й опрацювати отримані дані. Дані автоматично зберігались у форматі таблиці Excell. Кожної хвилини фіксували систолічний, діастолічний та середній ВЧГ. Кожне значення представляло медіану з 12 значень ВЧГ, взятих з інтервалом.

Загалом проаналізовані 11 657 год спостереження ВЧГ. Тривалість моніторингу ВЧГ від 1 до 18 діб, у середньому в одного хворого (116,6±62) год. Датчик видаляли за нормальних показників ВЧГ протягом 1 доби (ВЧГ нижче 20 мм рт.ст.), позитивної динаміки неврологічного стану та даних контрольної КТ головного мозку.

Перед виписуванням пацієнтів їх стан оцінювали за ШНГ (В. Jennett та співавт., 1981) відповідно до інструкції до її використання (L. Wilson, 1998). Для статистичної обробки наслідків травми використовували дихотомічний розподіл шкали оцінки: сприятливий результат (помірна інвалідизація, хороше відновлення), несприятливий результат (смерть, вегетативний стан, тяжка інвалідизація).

Статистична обробка отриманих даних проведена відповідно до вимог опрацювання фізіологічної інформації з використанням методів біостатистики за допомогою пакетів програм Microsoft Office Excel-2003 (№74017-641-9475201-57075) (Microsoft Corporation, США) та Statistica 7 (StatSoft) (О.Ю. Реброва, 2002) згідно з основними завданнями дослідження.

З метою вибору найбільш інформативного параметру ВЧГ та його граничного значення для прогнозування наслідку травми використаний ROC-аналіз. Для кожного показника обчислювали ППК, а також чутливість і специфічність. Граничне значення ВЧГ обирали за умови максимуму ППК, поріг відсічення для прогнозування наслідків — за умови максимуму суми чутливості й специфічності.

Вивчено залежність результату лікування в двох групах хворих (живий/помер та сприятливий/несприятливий результат) від 5 основних параметрів ВЧГ (доза, тривалість та інтенсивність ВЧГ, середній та максимальний рівень ВЧГ за період спостереження). З огляду на різні пороги для визначення ВЧГ (15, 20, 25, 30 мм рт.ст.), аналіз проведений для 14 показників ВЧГ.

Доза ВЧГ представляла площу фігури на часовому графіку ВЧГ. Верхньою межею фігури була крива ВЧГ, нижньою — горизонтальна лінія на рівні граничного значення ВЧГ. Площу перевищення ВЧГ над його граничним значенням визначали як інтеграл функції (мм рт.ст.·год).

Доза ВЧГ — загальноприйнятий показник, що визначають ППК залежності ВЧГ від часу. Цей метод більш точно, ніж визначення середнього та максимального ВЧГ, відображає вплив вторинного ураження головного мозку на результати, оскільки дозволяє брати до уваги як інтенсивність, так і тривалість ураження [37].

Тривалість ВЧГ визначали як час, протягом якого ВЧГ перевищував граничний рівень [38], вимірювали в годинах.

Інтенсивність ВЧГ дорівнювала середньому значенню перевищення ВЧГ граничного рівня за весь період ВЧГ. Наприклад, інтенсивність ВЧГ за граничного рівня ВЧГ 15 мм рт.ст. обчислювали за формулою:

Інтенсивність ВЧГ за граничного рівня 15 мм рт.ст. = [(сума значень ВЧГ, що перевищували 15 мм

рт.ст.) – 15×(кількість значень ВЧТ вище 15 мм рт.ст.)] / (кількість значень ВЧТ вище 15 мм рт.ст.).

Для подальшого аналізу групи показників, що відповідали за одну з характеристик ВЧГ (дозу, тривалість та інтенсивність), закодовані наступним чином: А1 — доза (ППК), А2 — тривалість, А3 — інтенсивність ВЧГ. До коду групи додавали символ ICP (intracranial pressure) та граничне значення ВЧТ (15, 20, 25, 30, 35 мм рт.ст.). Таким чином, ППК за граничного рівня в 25 мм рт.ст. була закодована як А1ICP25.

**Результати та їх обговорення.** ВЧТ при встановленні датчика в обстежених хворих становив у середньому ( $34,8 \pm 17,7$ ) мм рт.ст., мінімальний — 8,7 мм рт.ст., максимальний — 86 мм рт.ст. ВЧГ (ВЧТ понад 20 мм рт.ст.) спостерігали у 66 (79 %) потерпілих.

Проведений розрахунок середнього ВЧТ за період моніторингу у кожного хворого (рис. 1). Найчастіше (у 31% спостережень) середній ВЧТ становив 10–15 мм рт.ст., у 71% хворих — був нижче 20 мм рт.ст., у 29% — перевищував це значення.

Проаналізоване максимальне значення ВЧТ за період моніторингу (рис. 2). Для фіксації максимального

ВЧТ його тривалість має бути не менше 5 хв. Лише у 13% потерпілих ВЧТ за період моніторингу не перевищував 20 мм рт.ст., у 18% — максимальне значення ВЧТ перевищувало 55 мм рт.ст.

Вивчено тривалість існування ВЧГ за період моніторингу (рис. 3). Тривалість ВЧГ визначали як проміжок часу, протягом якого ВЧТ перевищував 20 мм рт.ст. У більшості (44%) хворих тривалість ВЧГ не перевищувала 10 год, проте, у 28% — тривала понад 40 год, незважаючи на проведену корекцію з використанням консервативних та оперативних засобів.

Вивчено дозу ВЧГ у потерпілих за тяжкої ЧМТ протягом періоду моніторингу. Доза ВЧГ — площа перевищення ВЧТ у порівнянні з граничним значенням 20 мм рт.ст, представлена в мм рт.ст.•год (рис. 4).

Для подальшого аналізу хворі розподілені на 4 групи залежно від величини ВЧТ, яка перевищувала 20 мм рт.ст., за такими критеріями: відсутність дози ВЧГ (0 мм рт.ст.•год), низька доза (0–75 мм рт.ст.•год), помірна доза (75–200 мм рт.ст.•год) та висока доза (понад 200 мм рт.ст.•год). У 13% хворих

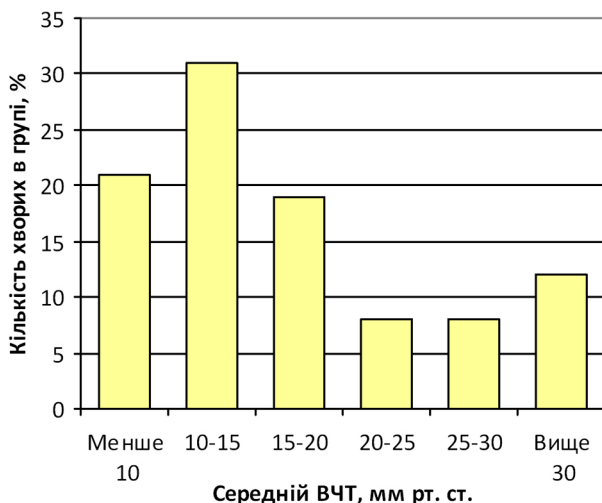


Рис. 1\*. Розподіл хворих за величиною середнього ВЧТ протягом періоду моніторингу.

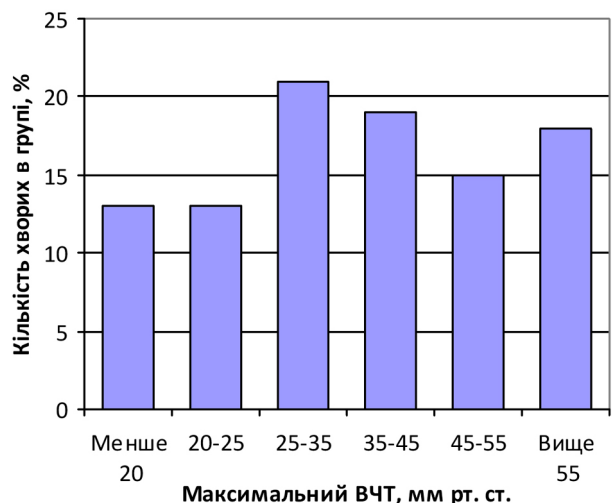


Рис. 2\*. Розподіл хворих за максимальним значенням ВЧТ за період моніторингу.

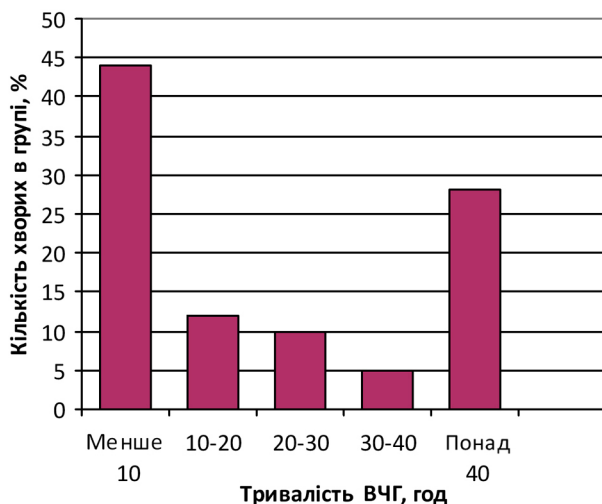


Рис. 3\*. Розподіл хворих за тривалістю ВЧГ (ВЧТ понад 20 мм рт.ст.).

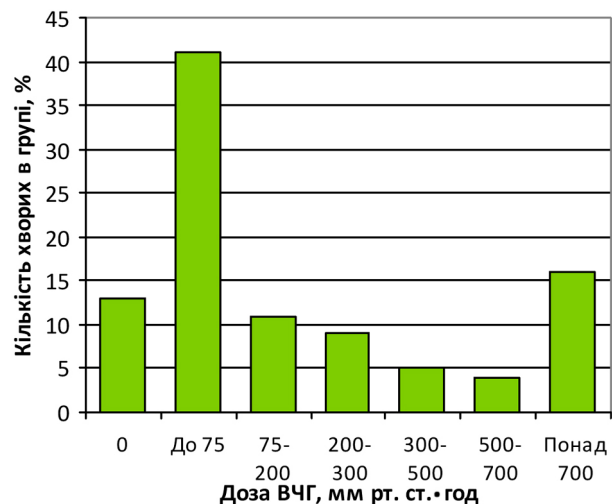


Рис. 4\*. Розподіл хворих за дозою ВЧГ (ВЧТ, що перевищував 20 мм рт.ст.).

не спостерігали ВЧГ, у 41% — відзначено низьку дозу, в 11% — середню, у 35% — високу.

У строки до 1 міс після травми померли 46 хворих (летальність 46%). Вегетативний стан відзначений у 6 (6%) хворих, глибока інвалідизація — у 13 (13%), помірна інвалідизація — у 20 (20%), хороше відновлення — у 15 (15%). Таким чином, сприятливий результат лікування досягнутий у 35 (35%) потерпілих за тяжкої ЧМТ.

Побудовані ROC-криві оперативної характеристики для середнього та максимального ВЧТ у визначенні результату лікування живий/помер. Для середнього ВЧТ отримані нові граничні значення, які відрізнялися від загальноприйнятого показника 20 мм рт.ст. Встановлено, що середній ВЧТ як класифікатор має менш високу чутливість, ніж максимальний ВЧТ, за відносно високої специфічності дослідження. Максимальний ВЧТ, навпаки, має більш високу чутливість за низької специфічності. Встановлені оптимальні (за критерієм максимальної суми чутливості та специфічності) граничні значення відсічення для середнього ВЧТ. Граничне значення відсічення для середнього ВЧТ становило 16,9 мм рт.ст. При цьому сума Se та Sp становила 1,426. Граничне значення відсічення для максимального ВЧТ 31,35 мм рт.ст. При цьому сума Se та Sp дорівнювала 1,378. В цілому, середній ВЧТ має більше значення критерію суми Se та Sp, та ППК, ніж максимальний ВЧТ. Таким чином, середній ВЧТ краще класифікує хворих за результатами лікування живий/помер, ніж максимальний ВЧТ. Середній ВЧТ для прогнозування сприятливого/несприятливого результату становить 16,48 мм рт.ст.

Значення ППК менше для змінних середнього та максимального ВЧТ у порівнянні з змінними, що характеризують дозу ВЧГ (A1ICP\*). Відповідно, якість класифікації результатів лікування за змінними середнього та максимального ВЧТ нижча, ніж за дозою ВЧГ.

Побудовані ROC-криві окремо для двох пар результатів лікування (живий/помер). Значення ППК для тривалості ВЧГ становило 0,754, для дози ВЧГ — 0,762, для інтенсивності ВЧГ — 0,791. Для A3ICP15 отримане найбільше значення ППК (0,791) серед всіх змінних, для яких проводили аналіз. Таким чином, інтенсивність ВЧГ є найкращим класифікатором за критерієм ППК за граничного значення ВЧТ 15 мм рт.ст. (рис. 5.) Граничне значення відсічення для A3ICP15 дорівнює 7,38 мм рт.ст. При

цьому сума Se та Sp становить 1,541 (Se=0,652, Sp = 0,889). Таким чином, середнє значення перевищення ВЧТ граничного рівня 15 мм рт.ст., яке дорівнює 7,38 мм рт.ст., дозволяє найкращим чином розподіляти хворих за результатами лікування живий/помер.

Побудовані ROC-криві для сприятливих та несприятливих результатів лікування. Значення ППК для тривалості ВЧГ становить 0,713, для дози ВЧГ — 0,713, для інтенсивності ВЧГ — 0,721. Як і для пари результатів лікування живий/помер встановлено максимальне значення ППК (0,721) для граничного значення ВЧТ 15 мм рт.ст. (рис. 6.). Граничне значення відсічення

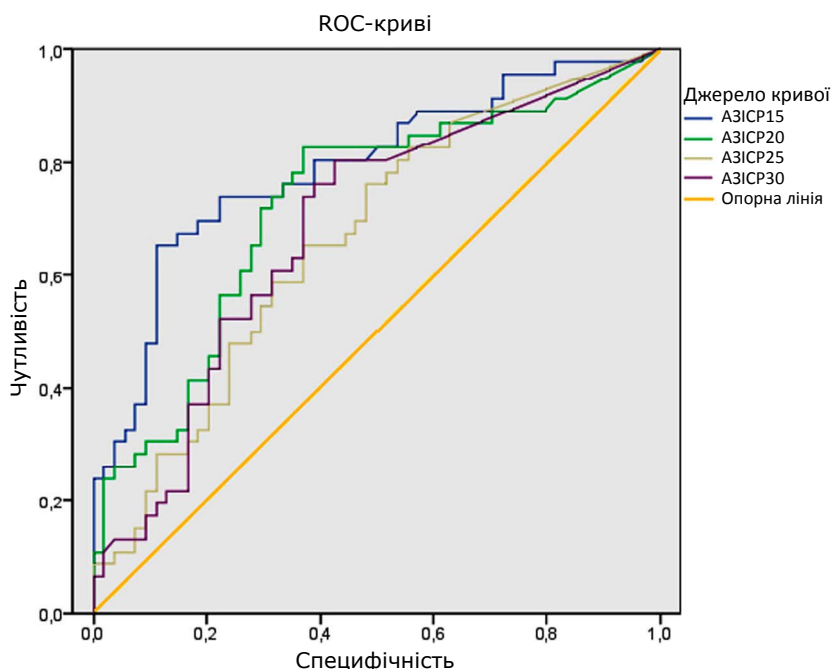


Рис. 5\*. ROC-криві інтенсивності ВЧГ для результатів лікування живий/помер для різних граничних значень ВЧТ.

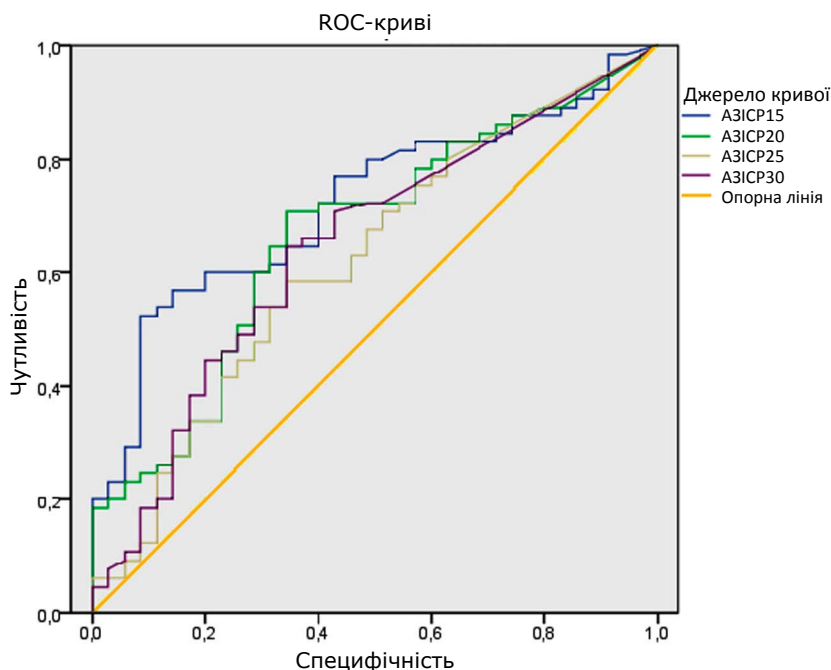


Рис. 6\*. ROC-криві інтенсивності ВЧГ для сприятливих та несприятливих результатів лікування.

для АЗІСР15 дорівнює 7,06. При цьому сума Se та Sp становить 1,437 (Se=0,523, Sp = 0,914). Таким чином, середнє значення перевищення ВЧТ граничного рівня 15 мм рт.ст., яке дорівнює 7,06 мм рт.ст., дозволяє найкращим чином розподіляти хворих за сприятливим та несприятливим результатом лікування.

Для визначення оптимального граничного рівня ВЧТ у потерпілих за тяжкої ЧМТ використаний аналіз кривих оперативної характеристики (ROC-аналіз). ROC-криві відображають ефекти кількох граничних показників, а не одного з них. Вони створюються при зміні граничного показника під час прийняття рішення у широкому діапазоні значень. Для кожного граничного рівня обчислюють чутливість і специфічність. Показники чутливості наносять навпроти показників специфічності, причому, обидві осі містять значення від 0 до 1. Діагональ на графіку представляє нульову гіпотезу, а крива вздовж цієї лінії вказує, що використаний тест не може забезпечити більш правильну відповідь у порівнянні з випадково обраним тестом. Лінія ідеального тесту наблизитиметься до ординати, а в точці специфічного значення — прямуватиме до вершини графіка, тобто, будуть чітко визначені точки, нижче яких тест буде дуже точним (низька частота хибно-позитивних результатів), тоді як нижче цих точок тест буде дуже чутливим (низька частота хибно-негативних результатів). Малоімовірно, що будь-яка природна система є ідеальною, тому значення тесту можна оцінити за тим, наскільки далеко від діагоналі розташована крива.

Діагностична точність тесту визначається площею під ROC-кривою, вона відповідає ймовірності того, що випадково обраний зразок за позитивного результату має більше значення, ніж такий самий зразок за негативного результату. Таким чином, ROC-крива є корисним методом для визначення того, яким чином зміна рівня прийняття рішення впливає на чутливість і специфічність тесту, оскільки крива може описувати цілий спектр пар чутливості й специфічності для певних граничних показників, її рівень змінюється протягом всього спектру можливих значень.

Ми будували ROC-криві для кількох граничних значень ВЧТ. За даними аналізу відзначені два рівня відсічення для кожної кривої: I з них пов'язаний з визначенням ВЧГ, II — з кожною індивідуальною змінною, як і в будь-якому ROC-аналізі. Для кожного спостереження обирали граничне значення відповідної змінної за умови максимальної суми чутливості та специфічності тесту. Як індикатор якості класифікації для кожного спостереження використовували площу під ROC-кривою, обирали значення граничного ВЧТ для кожної змінної, за якою ППК була більшою. Криві будували для двох категорій результату лікування: живий/помер і сприятливий/несприятливий.

Таким чином, побудовані ROC-криві для п'яти груп змінних (доза, тривалість та інтенсивність ВЧГ, середній та максимальний ВЧТ). Оцінку проводили за значенням ППК. Найкращі характеристики класифікатора (максимальна ППК) в інтенсивності ВЧГ за граничного значення ВЧТ 15 мм рт.ст. Цей рівень ВЧТ визначає поняття ВЧГ в даній ситуації. Групи хворих за двох різних результатів лікування (живий/помер та сприятливий/несприятливий результат) найбільш вірогідно різняться за показниками, що

характеризують інтенсивність ВЧГ, а саме, за середнім перевищенням граничного рівня ВЧТ 15 мм рт.ст. Середнє значення перевищення граничного рівня ВЧТ 15 мм рт.ст., що становить 7 мм рт.ст., є найбільш значущим прогностичним критерієм розподілу хворих з різними результатами лікування.

Для середнього значення ВЧТ отримані нові граничні значення, які відрізняються від загальноприйнятого показника 20 мм рт.ст. Середній ВЧТ для прогнозування результату живий/помер за даними проведеного ROC-аналізу становить 16,9 мм рт.ст., для визначення сприятливого/несприятливого результату лікування — 16,48 мм рт.ст. Оскільки досягнення сприятливого результату лікування більш важливе, ніж лише уникнення летальних наслідків, як нову кінцеву мету терапії обраний середній рівень ВЧТ 16,5 мм рт.ст.

#### **Перспективи подальших досліджень.**

Отримані дані потребують перевірки під час клінічних досліджень з залученням більшої кількості потерпілих з тяжкою ЧМТ. Остаточні висновки можна буде зробити лише після порівняння результатів лікування потерпілих з тяжкою ЧМТ, у яких ВЧТ буде підтримуватися на рівні 16,5 мм рт.ст. і нижче порівняно з хворими, у яких верхня межа ВЧТ встановлена на більш високому рівні (20 або 25 мм рт.ст.).

Вивченню впливу граничних значень ВЧТ та ЦПТ на прогноз лікування та особливостям корекції їх відхилень присвячена велика кількість наукових праць вітчизняних та зарубіжних авторів [39–46]. Крім контролю ВЧТ, в проведеному нами дослідженні здійснювали постійний моніторинг та корекцію ЦПТ. ЦПТ намагалися підтримувати на рівні 50–70 мм рт.ст. Під час оперативного втручання застосовували дещо вищі граничні рівні ЦПТ (60–80 мм рт.ст.). Основним завданням проведеного дослідження було визначення рівня ВЧТ та його граничних значень, які вірогідно впливають на результати лікування. В подальших дослідженнях буде проаналізована можливість застосування розрахунку дози для ЦПТ та визначення порогових значень ЦПТ з використанням кривих оперативної характеристики (ROC-аналізу).

Останнім часом розроблені методи безперервного моніторингу показників адекватної церебральної перфузії. Загалом, ці системи моніторингу спрямовані як на вимірювання адекватної доставки кисню (моніторинг насичення гемоглобіну киснем в яремній вені чи моніторинг кисневого потенціалу безпосередньо в тканині головного мозку), так і на оцінку метаболічного стану головного мозку (церебральний мікродіаліз). Показники оксигенації та метаболізму головного мозку стають основними кінцевими цілями терапії, а лікувальний вплив на артеріальний тиск, ЦПТ, ВЧТ, параметри вентиляції — лише методами для їх досягнення. У теперішній час насичення гемоглобіну киснем у яремній вені (менше 50%) [47, 48] чи тиск кисню в речовині головного мозку (менше 15 мм рт.ст.) [49, 50] дослідники визначають як основні цілі лікування хворих за тяжкої ЧМТ. Триває дослідження з моніторингу вмісту кисню у тканині головного мозку за його травматичного ушкодження — Brain Tissue Oxygen Monitoring in Traumatic Brain Injury (BOOST 2) Trial (ClinicalTrials.gov number, NCT00974259), яке

дозволить уточнити роль моніторингу церебральної оксиметрії в покращенні результатів лікування хворих.

**Висновки.** 1. ВЧГ (ВЧТ понад 20 мм рт.ст.) спостерігають у 79% потерпілих за тяжкої ЧМТ під час госпіталізації.

2. Найбільше значення для прогнозування наслідку лікування має показник інтенсивності ВЧГ протягом періоду лікування (середнє перевищення граничного рівня ВЧТ 15 мм рт.ст.).

3. Середнє значення перевищення граничного рівня ВЧТ 15 мм рт.ст., що становить 7 мм рт.ст., є найбільш значущим прогностичним критерієм розподілу хворих з різними результатами лікування.

4. Значення середнього ВЧТ протягом періоду лікування для прогнозування результату живий/помер становить 16,9 мм рт.ст., сприятливого/несприятливого результату лікування — 16,48 мм рт.ст.

### Список літератури

- Steiner L.A. Monitoring the injured brain: ICP and CBF / L.A. Steiner, P.J. Andrews // *Br. J. Anaesth.* — 2006. — V. 97, N 1. — P. 26–38.
- Citerio G. Intracranial pressure. Part two: clinical applications and technology / G. Citerio, P.J. Andrews // *Intens. Care Med.* — 2004. — V. 30. — P. 1882–1885.
- Lunberg N. Continuous recording and control of ventricular fluid pressure in neurosurgical practice / N. Lunberg // *Acta Psychiatr. Neurol. Scand.* — 1960. — V. 149. — P.1–193.
- Effect of hyperventilation, mannitol, and ventriculostomy drainage on cerebral blood flow after head injury / G.B. Fortune, P.J. Feustel, L. Graca [et al.] // *J.Trauma.* — 1995. — V. 39, N6. — P. 1091–1097.
- Моніторинг внутрішньочерепного тиску у потерпілих з тяжкою черепно-мозковою травмою (огляд літератури та аналіз власних спостережень) / Л.А. Дзяк, М.О. Зорін, А.Г. Сірко [та ін.] // *Укр. нейрохірург. журн.* — 2008. — №1. — С.17–22.
- Clinical comparison of tympanic membrane displacement with invasive intracranial pressure measurements / S. Shimbles, C. Dodd, K. Banister [et al.] // *Physiol. Meas.* — 2005. — V. 26, N6. — P. 1085–1092.
- Venous ophthalmodynamometry: a noninvasive method for assessment of intracranial pressure / R. Firsching, M. Schutze, M. Motschmann [et al.] // *J.Neurosurg.* — 2000. — V. 93, N1. — P. 33–36.
- Michaeli D. Tissue resonance analysis: a novel method for noninvasive monitoring of intracranial pressure. Technical note / D. Michaeli, Z.H. Rappaport // *J. Neurosurg.* — 2002. — V. 96, N6. — P. 1132–1137.
- Cranial diameter pulsations measured by noninvasive ultrasound decrease with tilt / T. Ueno, R.E. Ballard, B.R. Macias [et al.] // *Aviat. Space Environ. Med.* — 2003. — V. 74, N8. — P.882–885.
- Zhao Y.L. Clinical experience with the noninvasive ICP monitoring system / Y.L. Zhao, J.Y. Zhou, G.H. Zhu // *Acta Neurochir.* — 2005. — V. 95, suppl. — P. 351–355.
- Intracranial pressure: more than a number / M. Czosnyka, P. Smielewski, I. Timofeev [et al.] // *Neurosurg. Focus.* — 2007. — V. 22, N5. — P.1–7.
- Влияние начального уровня внутричерепного давления на ближайший прогноз течения тяжелой черепно-мозговой травмы / Л.А. Дзяк, А.Г. Сірко, В.М. Сук, А.Ф. Скрипник // *Укр. вісн. психоневрології.* — 2011. — Т.19, №3(68). — С.12–16.
- Сірко А.Г. Вплив початкового рівня внутрішньочерепного та церебрального перфузійного тиску на найближчі результати хірургічного лікування хворих з тяжкою черепно-мозковою травмою / А.Г. Сірко // *Біль, знеболювання і інтенсив. терапія.* — 2011. — №4. — С.17–22.
- Prevention of secondary ischemic insults after severe head injury / C.S. Robertson, A.B. Valadka, H.J. Hannay [et al.] // *Crit. Care Med.* — 1999. — V. 27. — P. 2086–2095.
- Correlation of cerebral perfusion pressure and Glasgow Coma Scale to outcome / D.G. Changaris, C.P. McGraw, J.D. Richardson [et al.] // *J. Trauma.* — 1987. — V. 27. — P. 1007–1013.
- McGraw C.P. A cerebral perfusion pressure greater than 80 mm Hg is more beneficial / C.P. McGraw. — Berlin: Springer-Verlag, 1989. — ICP VII. — P. 839–841.
- Rosner M.J. Cerebral perfusion pressure management in head injury / M.J. Rosner, S. Daughton // *J. Trauma.* — 1990. — V. 30. — P. 933–940.
- Intracranial hypertension and cerebral perfusion pressure: influence on neurological deterioration and outcome in severe head injury. The Executive Committee of the International Selfotel Trial / N. Juul, G.F. Morris, S.B. Marshall [et al.] // *J. Neurosurg.* — 2000. — V. 92. — P. 1–6.
- Fluid thresholds and outcome from severe brain injury / G.L. Clifton, E.R. Miller, S.C. Choi [et al.] // *Crit. Care Med.* — 2002. — V. 30. — P. 739–745.
- Adult respiratory distress syndrome: a complication of induced hypertension after severe head injury / C.F. Contant, A.B. Valadka, S.P. Gopinath [et al.] // *J. Neurosurg.* — 2001. — V. 95. — P. 560–568.
- Brain Trauma Foundation, American Association of Neurosurgical Surgeons, Congress of Neurosurgical Surgeons AANS/CNS, Joint Section on Neurotrauma and Critical Care: Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. IX. Cerebral pressure thresholds // *J. Neurotrauma.* — 2007. — V. 24, suppl. — P.59–64.
- Continuous monitoring of cerebrovascular pressure reactivity allows determination of optimal cerebral perfusion pressure in patients with traumatic brain injury / L.A. Steiner, M. Czosnyka, S.K. Piechnik [et al.] // *Crit. Care Med.* — 2002. — V. 30. — P. 733–738.
- Pressure reactivity as a guide in the treatment of cerebral perfusion pressure in patients with brain trauma / T. Howells, K. Elf, P.A. Jones [et al.] // *J. Neurosurg.* — 2005. — V. 102. — P. 311–317.
- Impact of ICP instability and hypotension on outcome in patients with severe head trauma / A. Marmarou, R.L. Anderson, J.D. Ward [et al.] // *J. Neurosurg.* — 1991. — V. 75. — P. 159–166.
- Marshall L. The outcome with aggressive treatment in severe head injuries. Part I. The significance of intracranial pressure monitoring / L. Marshall, R. Smith, H. Shapiro // *J. Neurosurg.* — 1979. — V. 50. — P.20–25.
- Intracranial pressure: to monitor or not to monitor? A review of our experience with head injury / R. Narayan, P. Kishore, D. Becker [et al.] // *J. Neurosurg.* — 1982. — V. 56. — P. 650–659.
- Saul T.G. Effects of intracranial pressure monitoring and aggressive treatment on mortality in severe head injury / T.G. Saul, T.B. Ducker // *J. Neurosurg.* — 1982. — V. 56. — P.498–503.
- Determination of mortality in patients with severe blunt head injury / M.A. Schreiber, N. Aoki, B Scott [et al.] // *Arch. Surg.* — 2002. — V. 137. — P. 285–290.
- High-dose barbiturate control of elevated intracranial pressure in patients with severe head injury / H. Eisenberg, R. Frankowski, C. Contant [et al.] // *J. Neurosurg.* — 1988. — Vol. 69. — P. 15–23.
- ICP threshold in CPP management of severe head injury patients / S.N. Ratanalert, N. Phuenpathom, S. Saeheng [et al.] // *Surg. Neurol.* — 1982. — V. 56. — P. 429–435.
- The effect of intracerebral hematoma location on the risk of brain-stem compression and on clinical outcome / B.T. Andrews, B.W. Chiles, W.L. Olsen [et al.] // *J. Neurosurg.* — 1988. — V. 69. — P.518–522.
- The oval pupil: clinical significance and relationship to intracranial hypertension / L.F. Marshall, D. Barba, B.M. Toole [et al.] // *J. Neurosurg.* — 1983. — V. 58. — P.566–568.
- Chambers I.R. Determination of threshold levels of cerebral perfusion pressure and intracranial pressure in severe head injury by using receiver-operating characteristic curves: an observational study in 291 patients / I.R. Chambers, L. Treadwell, A.D. Mendelow // *J. Neurosurg.* — 2001. — V. 94. — P.412–416.
- Сірко А.Г. Прогностическое значение среднего внутричерепного давления у пострадавших с тяжелой черепно-

- мозгової травмою / А.Г. Сирко // Вестн. неотложн. и восстановит. медицины. — 2011. — Т.12, №4. — С.465–468.
35. Sirko A. Prognostic value of mean intracranial pressure in patients with severe traumatic brain injury / A. Sirko // Collection of scientific papers International neurosurgical forum in Siberia, (June 18–21). — Novosibirsk, 2012. — P.186.
36. Experimental evaluation of the Spiegelberg intracranial pressure and intracranial compliance monitor. Technical note / Y.H. Yau, I. Piper, R.E. Clutton [et al.] // J. Neurosurg. — 2000. — V. 93. — P. 1072–1077.
37. Relationship of dose of intracranial hypertension to outcome in severe traumatic brain injury / A. Vik, T. Nag, O.A. Fredrikli [et al.] // J. Neurosurg. — 2008. — V. 109. — P. 678–684.
38. Time course of intracranial hypertension after traumatic brain injury / N. Stocchetti, A. Colombo, F. Ortolano [et al.] // J. Neurotrauma. — 2007. — V. 24. — P. 1339–1346.
39. Внутрочерепное давление, церебральная перфузия и метаболизм в остром периоде внутрочерепного кровоизлияния / С.С. Петриков, Ю.В. Титова, Х.Т. Гусейнова [и др.] / Вопр. нейрохирургии. — 2009. — № 2. — С. 11–17.
40. Досвід використання моніторингу внутрішньочерепного тиску в клініці невідкладної нейрохірургії / А.О. Короткоручко, М.Є. Поліщук, А.О. Камінський [та ін.] // Перший нац. конгр. "Інсульт та судинно-мозкові захворювання" (14–15 вер. 2006 р., м. Київ): матеріали конгресу. — К., 2006. — С.96–97.
41. Загрійчук І.В. Ефективність одночасного моніторингу внутрішньочерепного тиску та перфузійного тиску мозку у потерпілих за тяжкої черепно-мозкової травми/ І.В. Загрійчук // Укр. нейрохірург. журн. — 2011. — №2. — С. 23–30.
42. Клумбис Л.А. Нейрофизиология острой черепно-мозговой травмы / Л.А. Клумбис. — Вильнюс: Мокслас, 1976. — 263 с.
43. Литвиненко А.Л. Ефективність хірургічного лікування хворих із травматичними внутрішньочерепними гематомами на фоні моніторингу внутрішньочерепного тиску / А.Л. Литвиненко // Укр. мед. часопис. — 2008. — № 6 (68). — С. 111–115.
44. Литвиненко А.Л. Прогнозування хірургічного лікування травматичних внутрішньочерепних гематом у гострий період черепно-мозкової травми / А.Л. Литвиненко // Укр. мед. часопис. — 2009. — № 1 (69). — С. 93–97.
45. Царенко С.В. Нейрореаниматология. Интенсивная терапия черепно-мозговой травмы / С.В. Царенко. — М.: ОАО Изд-во Медицина, 2005. — 352 с.
46. Черепно-мозкова травма: сучасні принципи невідкладної допомоги: навч. метод. посібник/ Є.Г. Педаченко, І.П. Шлапак, А.П. Гук, М.М. Пилипенко. — К.: ВАРТА, 2007. — 311с.
47. SjvO<sub>2</sub> monitoring in head-injured patients / C.S. Robertson, S.P. Gopinath, J.C. Goodman [et al.] // J. Neurotrauma. — 1995. — V. 12. — P. 891–896.
48. Reduced mortality rate in patients with severe traumatic brain injury treated with brain tissue oxygen monitoring / M.F. Stiefel, A. Spiotta, V.H. Gracias [et al.] // J. Neurosurg. — 2005. — V. 103. — P. 805–811.
49. Relationship of brain tissue PO<sub>2</sub> to outcome after severe head injury / A.B. Valadka, S.P. Gopinath, C.F. Contant [et al.] // Crit. Care Med. — 1998. — V. 26. — P. 1576–1581.
50. Brain oxygen tension in severe head injury / W.A. Van den Brink, H. Van Santbrink, E.W. Steyerberg [et al.] // Neurosurgery. — 2000. — V. 46. — P. 868–878.



**Сирко А.Г.<sup>1,2</sup>, Скрипник А.Ф.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Кафедра нервних болезней и нейрохирургии, Днепропетровская государственная медицинская академия, Днепропетровск, Украина

<sup>2</sup> Отделение церебральной нейрохирургии №2, Днепропетровская областная клиническая больница им. И.И. Мечникова, Днепропетровск, Украина

**Внутричерепная гипертензия при тяжелой черепно-мозговой травме: диагностика и прогнозирование результатов (обзор литературы и анализ собственных наблюдений)**

**Вступление.** Внутричерепная гипертензия (ВЧГ) – основная причина смерти и инвалидизации пострадавших при черепно-мозговой травме (ЧМТ).

**Цель исследования:** определить параметры внутричерепного давления (ВЧД), которые достоверно влияют на конечный результат лечения пострадавших с тяжелой ЧМТ.

**Материалы и методы.** Проанализированы результаты проспективного исследования, проведенного у 100 пострадавших в динамике острого периода тяжелой ЧМТ в 2006 – 2011 гг. ВЧД определяли с помощью паренхиматозных датчиков на мониторе Brain Pressure Monitor REF HDM 26.1/FV500 производства Spiegelberg (Германия). В целом проанализированы 11 657 ч наблюдения ВЧД.

В целях выбора наиболее информативного параметра ВЧГ использовали ROC-анализ. Изучена зависимость результата лечения в двух группах больных (жив/умер и благоприятный/неблагоприятный результат) от 5 основных параметров ВЧД (доза, продолжительность и выраженность ВЧД, средний и максимальный уровень ВЧД).

**Результаты.** Группы больных с различными результатами лечения наиболее достоверно различаются по показателям, которые характеризуют выраженность ВЧГ.

Среднее ВЧД для прогнозирования результата жив/умер по данным проведенного ROC-анализа составляет 16,9 мм рт.ст., для определения благоприятного/неблагоприятного результата лечения – 16,48 мм рт.ст.

**Выводы.** Таким образом, в качестве новой конечной точки лечения следует принять среднее ВЧД на уровне 16,5 мм рт.ст. Полученные данные требуют проверки во время последующих клинических исследований с участием большего числа пострадавших с тяжелой ЧМТ.

**Ключевые слова:** тяжелая черепно-мозговая травма, внутричерепное давление, внутричерепная гипертензия, диагностика, прогнозирование.

Укр. нейрохирург. журн. — 2013. — №2. — С.4–12.

Поступила в редакцию 22.01.13. Принята к публикации 03.04.13.

**Адрес для переписки:** Сирко Андрей Григорьевич, Отделение церебральной нейрохирургии №2, Днепропетровская областная клиническая больница им. И.И. Мечникова, Октябрьская пл., 14, Днепропетровск, Украина, 49005, e-mail: neurosirko@mail.ru

**Sirko A.G.<sup>1,2</sup>, Skrypnyk A.F.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Nervous Diseases and Neurosurgery, Dnepropetrovsk State Medical Academy, Dnepropetrovsk, Ukraine

<sup>2</sup> 2<sup>nd</sup> Department of Cerebral Neurosurgery, Dnepropetrovsk Regional Clinical Hospital named after I.I. Mechnikov, Dnepropetrovsk, Ukraine

**Intracranial hypertension at severe traumatic brain injury: diagnostics and prognosis results**

**Introduction.** Intracranial hypertension (ICH) is a main reason of death and disability in traumatic brain injury (TBI) patients.

**Study objective** is to determine intracranial pressure (ICP) parameters that presumably influence final treatment outcome.

**Materials and methods.** The results of a prospective study of 100 injured persons in the acute phase of heavy TBI in 2006–2011 have been analyzed. ICP measuring was carried out using parenchymal sensors on Spielberg's (Germany) Brain Pressure Monitor REF HDM 26.1/FV500. The total of 11,657 hours of ICP monitoring were recorded.

ROC-analysis was used for selecting the most informative ICH parameter. The dependence of treatment outcome on five basic ICP parameters (ICH dosage, duration, and manifesting, mean and maximum ICP) in two patient groups (survived/died and favorable/unfavorable outcome) has been studied.

**Results.** Patient groups with two different treatment outcomes differ most definitely by parameters that characterize ICH manifesting.

Mean ICP for predicting the "survived/died" outcome on the basis of ROC-analysis data was 16.9 mm Hg, and for determining favorable/unfavorable treatment outcome, 16.48 mm Hg.

**Conclusions.** Thus, mean ICP of 16.5 mm Hg shall be assumed as a new therapeutic endpoint.

**Key words:** severe traumatic brain injury, intracranial pressure, intracranial hypertension, diagnostics, prognosis.

Ukr Neyrokhir Zh. 2013; 2: 4–12.

Received, January 22, 2013. Accepted, April 03, 2013.

**Address for correspondence:** Andriy Sirko, Department of Cerebral Neurosurgery N2, Dnepropetrovsk Regional Clinical Hospital named after I.I. Mechnikov, 14 Oktyabrskaya Square, Dnepropetrovsk, Ukraine, 49005, e-mail: neurosirko@mail.ru