

## Оглядова стаття = Review article = Обзорная статья

DOI: <https://doi.org/10.25305/unj.115900>

### Профілактика інтракраніальних запальних ускладнень в нейрохірургії: огляд літератури

Ткачик І.П.

Бактеріологічна лабораторія,  
Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П.  
Ромоданова НАМН України, Київ,  
Україна

Надійшла до редакції 10.10.2017.  
Прийнята до публікації 24.11.17.

**Адреса для листування:**

Ткачик Ірина Петрівна,  
бактеріологічна лабораторія,  
Інститут нейрохірургії ім. акад.  
А.П. Ромоданова, вул. Платона  
Майбороди, 32, Київ, Україна,  
04050, e-mail: tirinabac@ukr.net.

Наведені аргументовані рекомендації щодо профілактики інтракраніальних запальних ускладнень (ІКЗУ) у пацієнтів при нейрохірургічних захворюваннях, основані на сучасних принципах доказової медицини.

Велику увагу приділено рекомендаціям щодо зниження ризику інфікування в ділянці оперативного втручання до, під час та після операції, вірогідним чинникам ризику виникнення ІКЗУ у хворих нейрохірургічного профілю. Наведені основні принципи періопераційної антибіотикопрофілактики з огляду на класифікацію операційних ран в нейрохірургії відповідно до рекомендацій високого рівня доказовості.

За відсутності національних рекомендацій з профілактики ІКЗУ в нейрохірургії публікація заслуговує на уважне вивчення та застосування її положень в нейрохірургічній практиці.

**Ключові слова:** інтракраніальні запальні ускладнення; профілактика.

Український нейрохірургічний журнал. 2017;(4):24-30.

### Prevention of intracranial inflammatory complications in neurosurgery: literature review

Irina P. Tkachik

Bacteriological Laboratory,  
Romodanov Neurosurgery Institute,  
Kyiv, Ukraine

Received, October 10, 2017.  
Accepted, November 24, 2017.

**Address for correspondence:**

Irina P. Tkachik, Bacteriological  
Laboratory, Romodanov  
Neurosurgery Institute, 32 Platona  
Mayborody St, Kyiv, Ukraine, 04050,  
e-mail: tirinabac@ukr.net

The article overviews the reasoned recommendations for the prevention of intracranial inflammatory complications in patients with neurosurgical pathology, based on modern principles of evidence-based medicine.

Much attention is paid to the recommendations for reducing the risk of infection in the surgical site of intervention in the preoperative, intraoperative and postoperative periods and risk factors for the development of intracranial inflammatory complications in neurosurgical patients. The article deals with the basic principles of perioperative antibiotic prophylaxis taking into account the classification of surgical wounds in neurosurgery in accordance with the recommendations of high level of evidence.

Due to the lack of national recommendations for the prevention of intracranial inflammatory complications in neurosurgery, the publication deserves careful study and implementation in neurosurgical practice.

**Keywords:** intracranial inflammatory complications; prevention.

Ukrainian Neurosurgical Journal. 2017;(4):24-30.

### Профилактика интракраниальных воспалительных осложнений в нейрохирургии: обзор литературы

Ткачик И.П.

Бактериологическая лаборатория,  
Институт нейрохирургии им. акад.  
А.П. Ромоданова НАМН Украины,  
Київ, Украина

Поступила в редакцию 10.10.2017.  
Принята к публикации 24.11.2017.

**Адрес для переписки:**

Ткачик Ирина Петровна,  
бактериологическая лаборатория,  
Институт нейрохирургии им. акад.  
А.П. Ромоданова, ул. Платона  
Майбороды, 32, Киев, Украина,  
04050, e-mail: tirinabac@ukr.net

Приведены аргументированные рекомендации по профилактике интракраниальных воспалительных осложнений у пациентов при нейрохирургических заболеваниях, основанные на современных принципах доказательной медицины.

Большое внимание уделено рекомендациям по снижению риска инфицирования в области оперативного вмешательства до, во время и после операции, факторам риска возникновения интракраниальных воспалительных осложнений у больных нейрохирургического профиля. Приведены основные принципы периоперационной антибиотикопрофилактики с учетом классификации операционных ран в нейрохирургии в соответствии с рекомендациями высокого уровня доказательности.

В связи с отсутствием национальных рекомендаций по профилактике интракраниальных воспалительных осложнений в нейрохирургии публикация заслуживает внимательного изучения и применения ее положений в нейрохирургической практике.

**Ключевые слова:** интракраниальные воспалительные осложнения; профилактика.

Украинский нейрохирургический журнал. 2017;(4):24-30.

**Актуальність.** Інтракраніальні запальні ускладнення (ІКЗУ), незважаючи на застосування інноваційних хірургічних технологій, удосконаленої нейровізуалізуючої діагностики, високоефективних антимікробних засобів, характеризуються вкрай тяжким перебігом, високим ризиком несприятливих наслідків лікування хворих нейрохірургічного профілю.

Центральна нервова система захищена гематоенцефалічним бар'єром від проникнення інфекційних збудників з кровообігу та анатомічним бар'єром – черепом і твердою оболонкою головного мозку (ТОГМ). ІКЗУ виникають внаслідок порушення захисних бар'єрів під час проведення інвазивних процедур – трепанації черепа, імплантації вентрикулярних, люмбальних дренажів, спінальної пункції/анестезії, інтратекального введення фармпрепаратів, відкритої черепно-мозкової травми (ЧМТ) або гематогенного поширення екстракраніальної інфекції, найчастіше – нозокоміального походження [1].

Тому ІКЗУ у пацієнтів нейрохірургічного профілю називають внутрішньолікарняними, або нозокоміальними (від лат. *nosocomium* – лікарня, грец. *nosokomeo* – лікарня, доглядати за хворим), останнім часом в англomовному експертному середовищі – *healthcare-associated*, тобто, пов'язаними з наданням медичної допомоги. Інфікуванню сприяють зниження імунорезистентності організму хворих, пов'язане з фізіологічним імунодефіцитним станом – віком до 1 року та старше 60 років; хронічні вогнища екстракраніальної інфекції, онкологічні та соматичні захворювання, променева та цитостатична терапія [2].

**Епідеміологія.** В нейрохірургічних стаціонарах ІКЗУ реєструють у 0,8-17% хворих. Частота ІКЗУ, що виникають після виконання краніотомії, за даними зарубіжних експертів, становить від 0,8 до 1,5% [3,4]; після операцій з імплантацією лікворошунтувальних систем частота – від 4 до 17% [5,6]. ІКЗУ після імплантації зовнішнього вентрикулярного дренажу спостерігають у 8% пацієнтів, зовнішнього люмбального дренажу – у 5% [7,8]. ІКЗУ, пов'язані з проведенням люмбальної пункції, виникають з частотою 1 на 50 000 (в США – приблизно у 80 хворих на рік) [9].

В нейротравматогії частота ІКЗУ після тяжкої або середньої тяжкості ЧМТ становить 1,4% [10], за відкритої ЧМТ – від 2 до 11% [11].

**Смертність** від ІКЗУ хворих нейрохірургічних стаціонарів становить від 9,3 до 16% [12,13], проте, може збільшуватись до 22-36%, найчастіше – за наявності грамнегативних антибіотикорезистентних збудників [14].

**Етіологія ІКЗУ.** При ІКЗУ, що виникають у пацієнтів нейрохірургічного профілю, джерелом (резервуаром) збудників інфекції є власна (резидентна) мікрофлора (аутофлора) шкіри та слизових оболонок, а чинником ризику – ендогенне забруднення ділянки хірургічного втручання під час операції.

При використанні черезшкірного хірургічного доступу ускладнення найчастіше пов'язані з аеробними грампозитивними збудниками аутомікрофлори шкіри – *Staphylococcus spp.*, насамперед, коагулазонегативними, *S.epidermidis* та золотистим стафілококом (*S.aureus*), зокрема, метицилінрезистентними штамми (MRSA) [2,6,8,15, 17-26]. Грамнегативні мікроорганізми спричиняють післяопераційні ІКЗУ у 5-8% пацієнтів нейрохірургічного профілю, значно рідше відзначають полімікробну етіологію [15,17-26]. *P. acnes* також

можуть спричиняти ІКЗУ, що пов'язані з лікворошунтувальним втручанням, краніотомією тощо [27,28].

При застосуванні транссфеноїдального хірургічного доступу ймовірними збудниками ІКЗУ є мікрофлора слизової оболонки носової порожнини, зокрема, *Staphylococcus spp.* (*S.aureus*, *S.epidermidis*) і *Streptococcus spp.*, найчастіше - аероби *S. pneumoniae*, а також анаероби - *Peptostreptococcus*. При використанні трансорального доступу спектр ймовірних збудників ІКЗУ значно збільшується, беручи до уваги резидентну мікрофлору ротової порожнини: аероби *Staphylococcus spp.*, *Enterobacteriaceae*, *Corynebacterium*; **анаероби** *Fusobacterium spp.*, *Veillonella, spp.*, *Peptostreptococcus*, а також аеробні та анаеробні *Streptococcus spp.* [2, 29-38].

### **Ефективність програм профілактики нозокоміальних інфекцій (Інфекційний контроль)**

Реалії сучасної нейрохірургічної практики свідчать про необхідність застосування ефективної системи профілактики запальних процесів у хворих нейрохірургічного профілю з позиції доказової медицини.

Впровадження аргументованих зарубіжних проти-епідемічних програм (англomовний термін – *Infection Control*), оснований на доказових даних, передбачає пріоритетність профілактики нозокоміальних інфекцій, що дозволяє зменшити частоту і тяжкість запальних ускладнень, тривалість лікування у стаціонарі та смертність пацієнтів, а також вартість хірургічної допомоги, оптимізувати антибактеріальну терапію, зменшити поширення стійких збудників. Як свідчать розрахунки експертів США, приблизно 50% інфекційних процесів в ділянці оперативного втручання (*хірургічних інфекцій*) можуть бути попереджені шляхом застосування ефективних стратегій профілактики високого рівня доказовості - інфекційного контролю, що ґрунтуються на даних епідеміологічного та мікробіологічного моніторингу, вірогідних результатах клінічних досліджень [39].

### **Принципи профілактики інтракраніальних запальних ускладнень в нейрохірургії**

В країнах Північної Америки та Європи авторитетним документом щодо профілактики нозокоміальних інфекцій в хірургії, розробленим провідними експертами Консультативного комітету (*Hospital Infection Control Practices Advisory Committee*) під егідою Центру контролю та профілактики хвороб США (CDC), з 1999 р. є «Рекомендації з профілактики інфекцій в ділянці хірургічного втручання» («*Guideline for Prevention of Surgical Site Infection*») [2], та оновлена у 2017 р. редакція «Рекомендацій Центру контролю та профілактики хвороб США щодо профілактики інфекцій в ділянці хірургічного втручання» («*Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection*») [40].

Обґрунтовані на сучасних принципах доказової медицини, «Рекомендації...» є стандартом, обов'язковим для виконання в США, вони передбачають дотримання аргументованого алгоритму дій щодо зниження ризику виникнення інфекцій при хірургічних втручаннях. Першочергову роль у питаннях профілактики нозокоміальних інфекцій відіграють: суворе дотримання правил асептики під час будь-якої інвазивної маніпуляції (стерильні операційний халат, шапочка, маска, бахіли,

операційні простирадла, покриття операційного поля, антисептика кистей і передпліч членів операційної бригади), якісна дезінфекція та стерилізація медичних інструментів, що контактують зі шкірою або слизовими оболонками пацієнта, дотримання адекватного проти-епідемічного режиму стаціонару, широке застосування одноразових інструментів, перев'язного, шовного матеріалу, адекватна хірургічна техніка, ефективна антимікробна профілактика [2, 40].

### **Термінологія. Поняття "інфекції ділянки оперативного втручання"**

Термін "інфекції ділянки оперативного втручання" (англ. – "surgical site infection", синонім – *ранові, хірургічні інфекції*) класифікує ускладнення за локалізацією на: 1) поверхневі, що виникають тільки в ділянці розрізу шкіри, фасціального/м'язового шару апоневрозу, слизових оболонок або кісткової тканини черепа до твердої оболонки головного мозку (ТОГМ) залежно від типу нейрохірургічного доступу – черезшкірного, трансфеноїдального/трансорального, 2) глибокі, розташовані в краніоцеребральній порожнині в зоні нейрохірургічного втручання – менінгіт, венікуліт, менінгоенцефаліт, абсцес мозку, субдуральна емпієма [15,41]. Така термінологія показує ступінь тяжкості ураження за глибокої інфекції ділянки втручання, що пов'язане з збільшенням тривалості та вартості лікування порівняно з такими за поверхневих інфекцій [2,15]. Бар'єром, що розділяє інфекційні ускладнення на поверхневі та глибокі, є ТОГМ [15]. Як правило, більшість післяопераційних гнійних процесів безпосередньо пов'язані з нейрохірургічним втручанням – краніотомією, люмбальною/венікулярною пункцією, імплантацією пристрою – лікворощунтувальної або дренажувальної системи, резервуара Оттауа, трансплантату кісткового клаптя тощо [1,15,40,51].

### **Рівень доказовості рекомендацій для клінічної практики [42,43]:**

– Ia – докази, отримані шляхом мета-аналізу результатів рандомізованих контрольованих досліджень, визнані експертами ефективними в галузі нейрохірургії, інфекційних захворювань та інфекційного контролю і рекомендовані для клінічної практики – найвищий рівень обґрунтованості, сильна рекомендація;

– Ib – докази, отримані на основі результатів хоча б одного рандомізованого контрольованого дослідження – визнані певними експертами ефективними в галузі нейрохірургії, інфекційних захворювань та інфекційного контролю, рекомендовані для клінічної практики – вагомий рівень обґрунтованості, сильна рекомендація;

– IIa – докази, отримані на основі результатів хоча б одного належно спланованого контрольованого дослідження без рандомізації;

– IIb – докази, отримані на основі результатів хоча б одного належно спланованого експериментального дослідження іншого типу, припустимих даних клінічних або епідеміологічних досліджень, або мають теоретичне обґрунтування;

– IIa і IIb докази пропонують для застосування в практиці і можуть бути використані для вирішення специфічних проблем нозокоміальних інфекцій або для специфічної популяції хворих – слабкий рівень обґрунтованості.

### **Рекомендації щодо зниження ризику виникнення інфекцій в ділянці хірургічного втручання високого рівня доказовості [1,2,40,44-49]:**

#### **– до операції:**

– перед плановою операцією необхідно діагностувати і пролікувати інфекційні процеси екстракраніальної локалізації (Ia) [2];

– гігієнічний душ або ванна з використанням мила з антисептиком або без антисептика перед плановою операцією, що зменшує кількість бактерій на шкірі (Ib) [40];

– миття голови з розчином антисептика: хлоргексидину, водорозчинного йоду – бетадину (Ia) [44];

– нетравматичне видалення волосся безпосередньо перед операцією в зоні передбачуваного черезшкірного хірургічного доступу з використанням електричних машинок для стрижки, а не гоління лезами (Ia) [2,45];

– передопераційна обробка шкіри в місці хірургічного доступу спиртовими розчинами антисептиків, якщо немає протипоказань (Ia), антисептики слід наносити концентрованими колами значно ширше, ніж необхідно для хірургічного розрізу (II), при відкритій ЧМТ за потреби попередньо видалити забруднення і сторонні тіла на шкірі голови (Ib)[2,40];

– використання адгезивного драпірування ділянки операційного поля (II) [40];

– профілактичне призначення антибіотиків відповідно до аргументованих рекомендацій для досягнення адекватної концентрації в крові та тканинах організму в момент застосування хірургічного доступу (Ib) (40);

#### **під час операції [1,2,40]:**

– кращою профілактикою запальних ускладнень є ретельне виконання всіх етапів операції, починаючи з оброблення шкіри до накладення пов'язки, використання «обережної» хірургічної техніки, попередження надмірної електрокоагуляції, підтримка ефективного гемостазу в зоні оперативного втручання для попередження утворення післяопераційної гематоми (Ib) [1,2];

– забезпечення мінімальної крововтрати і мінімального травмування тканин(Ib)[1,2];

– забезпечення асептики в ділянці операційного доступу і операційного поля (Ia) [1,2];

– видалення всіх нежиттєздатних фрагментів тканин, кісткових уламків, сторонніх тіл в зоні оперативного втручання за відкритої ЧМТ (Ib) [1,2];

– промивання операційного поля підігрітим стерильним ізотонічним розчином натрію хлориду [1];

– обов'язкове використання двох пар хірургічних рукавичок під час операцій з введенням імплантів: хірургічна тактика має бути спрямована на мінімізацію мануального контакту з лімфощунтувальними системами (ЛШС) та іншими *devices* [46];

– ретельне зашивання ТОГМ з метою попередження післяопераційної ліквореї, особливо при використанні дренажувальної системи для відтоку спинномозкової рідини (СМР) [1];

– тривалість використання венікулярного дренажу не повинна перевищувати 5 діб (ризик ретроградного інфікування) (Ib)[40,47];

– використання «тунелізації» для попередження зміщення периферійного кінця вентрикулярного катетера [1];

– у недоношених дітей за наявності внутрішньошлуночкового крововиливу для щоденного виведення частини СМР застосовують підшкірний вентрикулярний резервуар, наприклад резервуар *Ommaya* або ЛШС будь-якого типу. Лікворошунтувальну операцію виконують після стабілізації стану дитини й зниження рівня білка у СМР [48];

– застосування імпрегнованих антибіотиками ЛШС і дренажних систем при гідроцефалії [49];

– періопераційний глікемічний контроль – рівень глюкози в крові менше 200мг/дл у пацієнтів за наявності діабету і без такого (Ia) [40];

– періопераційне підтримання нормотермії (Ia) [40];

– обережне закриття шкіри, фіксація країв рани, що передбачає задовільну перфузію шкіри (Ib) [1];

#### **після операції [2]:**

– захист операційної рани, що загоюється первинним натягом, стерильною пов'язкою [2];

– попереднє ретельне миття рук з розчином антисептика, дотримання правил асептики та антисептики за будь-якого контакту з місцем нейрохірургічного втручання (огляд, зміна пов'язки) або під час проведення люмбальної пункції: обов'язкове використання стерильних хірургічних рукавичок, стерильних інструментів, антисептиків, стерильного перев'язувального матеріалу (Ia) [2];

– уникати тиску на рану [2];

– використання підшкірних дренажів для відбору ексудату після операції [2].

#### **Чинники ризику виникнення інтракраніальних запальних ускладнень**

Доведено, що виникненню після операції інфекційних процесів сприяють три групи чинників [46]:

– що визначають ступінь внутрішнього забруднення ділянки оперативного втручання (**табл. 1**);

– що впливають на тривалість операції;

– що визначають фізичний / імунний статус пацієнта.

Для хворих нейрохірургічного профілю визначені фактори ризику, що вірогідно підвищують ймовірність нозокоміального інфікування в ділянці оперативного втручання:

– хірургічний доступ через приносіві пазухи [17];

– трансфеноїдальний (трансоральний) хірургічний доступ [52, 53];

– повторне втручання [17, 19-21, 52];

– невідкладне втручання [20, 23];

– застосування імплантів (ЛШС тощо) [47, 50];

– тривалість операції понад 2-4 год [20-22];

– фізичний статус понад II за класифікацією Американського товариства анестезіологів (>ASA II) [17];

– конкурентна інфекція (екстракраніальне вогнище), поверхнева інфекція розрізу [18, 23];

– застосування стероїдів перед операцією [17];

– використання вентрикулярного дренажу понад 5 діб [49]; монітора для визначення внутрішньочерепного тиску [17, 18];

– лікворея з операційної рани [18, 19].

#### **Періопераційна антибіотикопрофілактика**

Профілактичне застосування антибіотиків – один з методів контролю нозокоміальних інфекцій, в основі якого лежить забезпечення ефективної бактерицидної концентрації антибіотика в зоні операції під час і після втручання для зменшення мікробного забруднення тканин до рівня, за якого власні механізми імунорезистентності хворого здатні попередити інфекційно-запальний процес [2, 16].

Сьогодні найбільш аргументованим документом високого рівня доказовості щодо антимікробної профілактики в хірургії, включаючи нейрохірургію, є рекомендації «*Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery*», розроблені експертами Американського товариства медичної фармакології (ASHP), товариства інфекціоністів США (IDSA), Товариства хірургічних інфекцій (SIS) і товариства госпітальної епідеміології США (SHEA) [16]. Рекомендації спрямовані на забезпечення практикуючих лікарів стандартизованим підходом до раціонального, безпечного й ефективного використання антимікробних препаратів для профілактики хірургічних інфекцій на основі даних доказової медицини.

Періопераційна антибіотикопрофілактика (хірургічна антимікробна профілактика) – застосування короткого курсу антибіотиків, що починається за 60 хв – безпосередньо перед операцією, та триває не більше 24 год [16]. За рекомендаціями Центру контролю та профілактики хвороб США (CDC) щодо профілактики інфекцій в ділянці хірургічного втручання (2017), антибіотикопрофілактику одразу припиняють після зашивання рани в операційній, навіть за наявності дренажу (Ia) [40].

Практично всі підтверджені в клінічних дослідженнях показання до проведення антибіотикопрофілактики відносяться до планових нейрохірургічних втручань – «чистих» (краніотомії), «чистих з імплантом», умовно «чистих» за класифікацією операційних ран в нейрохірургії, за яких виникнення інфекційного процесу супроводжується високим ризиком для пацієнта [15, 16, 40]:

1) ймовірність високого ризику інфікування після операції;

2) За низького ризику інфекції, проте, асоційованої з тяжкими наслідками.

Застосування періопераційної антибіотикопрофілактики в нейрохірургії ґрунтується на даних доказової медицини:

– для попередження поверхневої інфекції (Ia);

– при імплантації ЛШС або дренажу (Ib);

– при імплантації зовнішнього вентрикулярного дренажу (Ib) [50].

Найбільш доступний спосіб визначення показань до проведення антибіотикопрофілактики – використання класифікації хірургічних ран (операцій), що відображає клінічні характеристики, на підставі яких можна припустити ступінь інтраопераційного мікробного забруднення тканин [2, 16, 41].

Впровадження в нейрохірургію класифікації операційних ран, прийнятої в загальній хірургії, зумовило необхідність виділення додаткової категорії (класу) – «чисті з стороннім тілом (імплантом)», що передбачають імплантацію пристроїв, у насамперед, ЛШС,

і асоціюються з достовірним збільшенням - до 6% - частоти інфекційних ускладнень (порівняно з такою за «чистих» операційних ран [15] (**табл. 1**). Класифікація дозволяє прогнозувати ризик виникнення інфекційних ускладнень для кожної з 5 категорій операційних ран і планувати ефективні методи профілактики, включаючи застосування адекватних антибіотиків [15,16].

При використанні планових і невідкладних операцій, класифікованих як «забруднені» і «брудні», антибіотикопрофілактика не показана. За таких ситуацій до операції призначають курс антибактеріальної терапії з приводу первинної хірургічної інфекції з її наступним продовженням після операції [16,50].

#### **Принципи ефективної антибіотикопрофілактики високого рівня доказовості в нейрохірургії [16,50]:**

Вибір антибіотика. Необхідно застосовувати максимально ефективні й безпечні антимікробні препарати, що характеризуються бактерицидною дією щодо більшості найбільш імовірних збудників для даної операції і конкретного хірургічного доступу (черезшкірний, трансфеноїдальний, трансоральний) [2,16]. Для періопераційної профілактики не слід використовувати антибіотики з більш широким антимікробним спектром - цефалоспорини III-IV покоління, карбапенеми.

Оскільки доказова база щодо ефективності антибіотикопрофілактики отримана при використанні переважно оригінальних препаратів, необхідно обережно призначати антибіотики-генеріки за відсутності інформації про їх документовану клінічну ефективність.

**При використанні черезшкірного хірургічного доступу** рекомендоване призначення цефазоліну, що характеризується оптимальним періодом напіввиведення та бактерицидною активністю щодо домінуючих збудників, віднесених до аутомікрофлори шкіри.

**При застосуванні трансфеноїдального, трансорального доступу** рекомендовано застосовувати препарати, активні щодо резидентної мікрофлори слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, в тому числі анаеробів, наприклад, ампіцилін/сульбактам, кліндаміцин, або комбінації – цефазолін+метронідазол, цефуроксим+метронідазол [16] (**табл. 2**).

**Початок антибіотикопрофілактики:** початкову дозу антибіотика вводять за 60 хв до операційного розрізу, що забезпечує досягнення бактерицидної концентрації препарату в сироватці крові та тканинах - одного з найважливіших заходів попередження інфекції.

Необґрунтованим є введення антибіотиків з профілактичною метою більш ніж за 1 год до операції.

**Внутрішньовенне введення** препаратів для антибіотикопрофілактики є оптимальним в сучасній нейрохірургічній практиці. Слід підтримувати терапевтичну концентрацію антибіотика в сироватці та тканинах під час всієї операції та після закриття рани в операційній, або за тривалості операції понад 3 годин, як і при виникненні масивної кровотечі [16].

**Повторну дозу препарату** вводять за тривалості операції, що удвічі перевищує період його напіввиведення.

**Тривалість антибіотикопрофілактики:** при планових операціях не повинна перевищувати 24 год після нейрохірургічного втручання. Необґрунтованим є збільшення тривалості профілактичного введення антибіотиків пізніше, ніж через 24 год після закриття рани.

**Рекомендоване застосування імпрегнованих антибіотиками ЛШС та дренажів** при гідроцефалії для запобігання ІКЗУ (Іb)[50].

**Не рекомендовано проводити антибіотикопрофілактику** хворим при переломі основи черепа

**Таблиця 1.** Класифікація операційних ран у нейрохірургії (Narotam P.K.et al., 1994) [15].

Клас рани	Визначення	Частота інфікування, %
I, інфіковані (брудні)	Рани, що вже були інфіковані до нейрохірургічного втручання мікроорганізмами, здатними спричинити ІКЗУ: старі травматичні рани з нежиттєздатними тканинами, рани в ділянці оперативного втручання, за наявності запального процесу – абсцесу мозку, субдуральна емпієма, вентрикуліт, менінгіт, остеомієліт або гнійна інфекція шкіри	9,1
II, контаміновані (забруднені)	Відкрита проникна ЧМТ з ушкодженням кісток черепа, ТОГМ, відкрита непроникна ЧМТ з ушкодженням кісток черепа, проте, за збереження ТОГМ. Оперативні втручання у пацієнтів за наявності цереброспінальної нориці (лікворея). Повторна операція з тим самим хірургічним доступом через 4 тиж після першої. Оперативне втручання, за якого в місці розрізу виявлені ознаки гострого негнійного запалення	9,7
III, «чисті» забруднені або «умовно чисті»	Рани, що перетинають слизові оболонки, з використанням контрольованого трансфеноїдального, трансорального доступу, хірургічний доступ через приносні пазухи або пазухи основи черепа. Нейрохірургічні втручання в ділянці основи черепа (тріщини основи черепа). Нейрохірургічні втручання з відхиленням від стандартних хірургічних методів, операції тривалістю понад 2 год	6,8
IV, «чисті» з стороннім тілом (імплантом)	Оперативні втручання з дотриманням всіх умов, характерних для «чистих» ран, з обов'язковою імплантацією пристроїв – ЛШС, вентрикулярного або лямбдального дренажу, монітора для вимірювання внутрішньочерепного тиску, металевих виробів, акрилових матеріалів для краніопластики	6
V «чисті»	Неінфіковані операційні рани, в ділянці розрізу яких відсутнє запалення, що утворилися при використанні і черезшкірного доступу, без ушкодження слизових оболонок, в плановому порядку. Такі рани загоюються первинним натягом за відсутності факторів ризику інтраопераційного інфікування, при необхідності здійснюють закриття дренажу строком не більше 24 год. Операційні розрізи з приводу непроникної (тупої) травми, якщо вони відповідають наведеним критеріям.	2,8

**Таблиця 2.** Режими антибіотикопрофілактики в нейрохірургії [16].

Операція (клас рани)	Антибіотик
Більшість «чистих» (краніотомія) і «умовно чистих» операцій, «чисті» з імплантом – лікворощунтувальні операції	Цефазолін 1 г внутрішньовенно, альтернативний препарат – ванкоміцин 1 г внутрішньовенно або кліндаміцин 600 мг внутрішньовенно
Контрольований трансфеноїдальний, трансоральний доступ, хірургічний доступ через приносні пазухи	Комбінація цефазолін 1 г + метронідазол 0,5 г або цефуоксим 1,5 г + метронідазол 0,5 г, або ампіцилін/сульбактам 1,5 г внутрішньовенно

і базальній ліквореї (Ia). За тривалості ліквореї понад 7 діб слід припинити її (Ib), ввести протипневмокову вакцину (Ib) [50].

### Помилки при проведенні антибіотикопрофілактики

Профілактичне призначення антибіотиків в нейрохірургії, як правило, неефективне, отже, непотрібне у ситуаціях, коли зберігається висока ймовірність повторної мікробної контамінації тканин після операції: за наявності у хворих відкритих ран, дренажних систем, судинних і сечових катетерів, трахеостоми, продовженої інтубації (не запобігає інфікуванню нижніх дихальних шляхів). Збільшення тривалості профілактичного призначення антибіотиків не тільки не виправдане, а є основним фактором, що спричиняє появу антибіотикорезистентних штамів мікроорганізмів [16].

Періопераційна антибіотикопрофілактика є доповненням, а не альтернативою принципам асептики та антисептики, яких слід суворо дотримувати. Антибіотикопрофілактика не є засобом, що маскує порушення правил асептики при «чистих» операціях [16].

### References

- van de Beek D, Drake JM, Tunkel AR. Nosocomial Bacterial Meningitis. *N Engl J Med.* 2010; 362:146-154. doi: 10.1056/NEJMra0804573. PubMed PMID: 20071704.
- Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for the prevention of surgical site infection, 1999 the Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Infect. Control Hosp Epidemiol.* 1999; 172:68-74. doi: 10.1086/501620. PubMed PMID: 10219875.
- Korinek AM, Baugnon T, Golmard JL. Risk factors for adult nosocomial meningitis after craniotomy: role of antibiotic prophylaxis. *Neurosurgery.* 2006; 59:126-133. doi: 10.1227/01.neu.0000243291.61566.21. PubMed PMID: 28180619.
- McClelland S III, Hall WA. Postoperative central nervous system infection: incidence and associated factors in 2111 neurosurgical procedures. *Clin Infect Dis.* 2007;45:55-59. doi:10.1086/518580. PubMed PMID: 17554701.
- Conen A, Walti LN, Merlo A, Fluckiger U, Battegay M, Trampuz A. Characteristics and treatment outcome of cerebrospinal fluid shunt-associated infections in adults: a retrospective analysis over an 11-year period. *Clin Infect Dis.* 2008;47:73-82. doi: 10.1086/518580. PubMed PMID: 17554701.
- Vinchon M, Dhellemmes P. Cerebrospinal fluid shunt infection: risk factors and long-term follow-up. *Childs Nerv Syst.* 2006;22:692-697. doi: 10.1007/s00381-005-0037-8. PubMed PMID: 16534646
- Lozier AP, Sciacca RR, Romagnoli MF, Connolly ES Jr. Ventriculostomy-related infections: a critical review of the literature. *Neurosurgery.* 2008 Feb;62 Suppl 2:688-700. doi: 10.1227/01.neu.0000316273.35833.7c. PubMed PMID: 18596436.
- Governale LS, Fein N, Logsdon J, Black PM. Techniques and complications of external lumbar drainage for normal pressure hydrocephalus. *Neurosurgery.* 2008;63:Suppl 2:379-384. doi:10.1227/01.NEU.0000327023.18220.88. PubMed PMID: 18981847.
- Baer ET. Post-dural puncture bacterial meningitis. *Anesthesiology.* 2006 Aug;105(2):381-93. doi: 10.1097/00000542-200608000-00022. Review. PubMed PMID: 16871073.
- Baltas I, Tsoulfa S, Sakellariou P, Vogas V, Fylaktakis M, Kondodimou A. Posttraumatic meningitis: bacteriology, hydrocephalus, and outcome. *Neurosurgery.* 1994;35:422-426. doi: 10.1097/00006123-199409000-00009. PubMed PMID: 7800133.
- Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, Servadei F, Walters BC, Wilberger J. Surgical Management of Traumatic Brain Injury Surgical management of depressed cranial fractures. *Neurosurgery.* 2006; 58: Suppl:S56-S60. doi:10.1227/01.NEU.0000210367.14043.0E PubMed PMID: 16540744.
- Srihawan C, Castelblanco RL, Salazar L, Wootton SH, Aguilera E, Ostrosky-Zeichner L, Sandberg DJ, Choi HA, Lee K, Kitigawa R, Tandon N, Hasbun R. Clinical Characteristics and Predictors of Adverse Outcome in Adult and Pediatric Patients With Healthcare-Associated Ventriculitis and Meningitis. *Open Forum Infect Dis.* 2016 Apr 13;3(2):ofw077. doi: 10.1093/ofid/ofw077. eCollection 2016 Apr. PubMed PMID: 27419154; PubMed Central PMCID: PMC4943569.
- Weisfelt M, van de Beek D, Spanjaard L, de Gans J. Nosocomial bacterial meningitis in adults: a prospective series of 50 cases. *J Hosp Infect.* 2007 May;66(1):71-8. Epub 2007Apr 11. doi:10.1016/j.jhin.2007.02.017. PubMed PMID: 17433493.
- Wang KW, Chang WN, Huang CR, Tsai NW, Tsui HW, Wang HC, Su TM, Rau CS. Post-neurosurgical nosocomial bacterial meningitis in adults: microbiology, clinical features, and outcomes. *J Clin Neurosci.* 2005 Aug;12(6):647-50. doi: 10.1016/j.jocn.2004.09.017. PubMed PMID: 16023857.
- Narotam PK, van Dellen JR, du Treuou MD, Gouws E. Operative sepsis in Neurosurgery: A method of classifying surgical cases. *Neurosurgery.* 1994;34(3):409-415. doi: 10.1097/00006123-199403000-00004. PubMed PMID: 7910668.
- Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM, Perl TM, Auwaerter PG, Bolon MK, Fish DN, Napolitano LM. Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. *Am J Health Syst Pharm.* 2013 Feb;70(3):195-283. doi: 10.2146/ajhp120568. PubMed PMID: 7910668.
- Kourbeti IS, Jacobs AV, Koslow M, Karabetsos D, Holzman RS. Risk factors associated with postcraniotomy meningitis. *Neurosurgery.* 2007 Feb;60(2):317-25. doi: 10.1227/01.NEU.0000249266.26322.25. PubMed PMID: 17290182.
- Rebuck JA, Murry KR, Rhoney DH, Michael DB, Coplin WM. Infection related to intracranial pressure monitors in adults: analysis of risk factor and antibiotic prophylaxis. [Internet]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2000; 69:381-4. [cited 2017 Jun 24]. <https://pdfs.semanticscholar.org/c31e/ad6f8ba5309979396e7a461b6af52cf3ec87.pdf>. PubMed PMID: 10945814. PMC1737112.
- Lietard C, Tébaud V, Besson G. Risk factors for neurosurgical site infections: an 18-month prospective survey. *J Neurosurg.* 2008; 109:729-34. doi:10.3171/JNS/2008/109/10/0729. PubMed PMID: 18826362.
- Korinek AM. Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: a prospective multicenter study of 2944 patients. The French Study Group of Neurosurgical Infections, the SEHP, and the C-CLIN Paris-Nord. *Service Epidémiologie Hygiène et Prévention. Neurosurgery.* 1997 Nov;41(5):1073-9; doi: 10.1097/00006123-199711000-00010. PubMed PMID: 9361061.
- Korinek AM, Golmard JL, Elcheick A. Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: a critical reappraisal of antibiotic prophylaxis on 4578 patients. *Br J Neurosurg.* 2005; 19:155-62. doi: 10.1080/02688690500145639. PubMed PMID: 16120519.
- Valentini LG, Casali C, Chatenoud L, Chiaffarino F, Uberti-

- Foppa C, Broggi G. Surgical site infections after elective neurosurgery: a survey of 1747 patients. *Neurosurgery*. 2008 Jan;62(1):88-95. doi: 10.1227/01.NEU.0000311065.95496.C5. PubMed PMID: 18300895.
23. Zabramski JM, Whiting D, Darouiche RO, Horner TG, Olson J, Robertson C, Hamilton AJ. Efficacy of antimicrobial-impregnated external ventricular drain catheters: a prospective, randomized, controlled trial. *J Neurosurg*. 2003 Apr; 98(4):725-30. doi: 10.3171/jns.2003.98.4.0725. PubMed PMID: 12691395.
  24. Ragal BT, Browd SR, Schmidt RH. Surgical shunt infection: significant reduction when using intraventricular and systemic antibiotic agents. *J Neurosurg*. 2006; 105:242-7. doi: 10.3171/jns.2006.105.2.242. PubMed PMID: 17219829.
  25. Sarguna P, Lakshmi V. Ventriculoperitoneal shunt infections. *Indian J Med Microbiol*. 2006; 24:52-4. doi: 10.4103/0255-0857.19896. PubMed PMID: 16505557.
  26. Langley JM, Gravel D, Moore D, Matlow A, Embree J, MacKinnon-Cameron D, Conly J. Canadian Nosocomial Infection Surveillance Program. Study of cerebrospinal fluid shunt-associated infections in the first year following placement, by the Canadian Nosocomial Infection Surveillance Program. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2009 Mar;30(3):285-8. doi: 10.1086/593969. PubMed PMID: 19215195.
  27. Nisbet M, Briggs S, Ellis-Pegler R, Thomas M, Holland D. Propionibacterium acnes: an under-appreciated cause of post-neurosurgical infection. *J Antimicrob Chemother*. 2007 Nov;60(5):1097-103. Epub 2007 Sep 17. doi: 10.1093/jac/dkm351. PubMed PMID: 17875606.
  28. Conen A, Walti LN, Merlo A, Fluckiger U, Battagay M, Trampuz A. Characteristics and treatment outcome of cerebrospinal fluid shunt-associated infections in adults: a retrospective analysis over an 11-year period. *Clin Infect Dis*. 2008 Jul 1;47(1):73-82. doi: 10.1086/588298. PubMed PMID: 18484878.
  29. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Antibiotic prophylaxis in surgery. [www.sign.ac.uk/pdf/sign104.pdf](http://www.sign.ac.uk/pdf/sign104.pdf) (accessed 2009 Jul 30 updated April 2014).
  30. Callender DL. Antibiotic prophylaxis in head and neck oncologic surgery: the role of gram-negative coverage. *Int J Antimicrob Agents*. 1999; 12(suppl 1):s21-7. doi: http://dx.doi.org/10.1016/S0924-8579(99)00088-6. PubMed PMID: 10526870.
  31. Lotfi CJ, Cavalcanti Rde C, Costa e Silva AM, Latorre Mdo R, Ribeiro Kde C, Carvalho AL, Kowalski LP. Risk factors for surgical-site infections in head and neck cancer surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;138(1):74-80. doi: 10.1016/j.otohns.2007.09.018. PubMed PMID: 18164997.
  32. Coskun H, Erisen L, Basut O. Factors affecting wound infection rates in head and neck surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2000; 123:328-33. doi:10.1067/mhn.2000.105253. PubMed PMID: 10964316.
  33. Tabet JC, Johnson JT. Wound infection in head and neck surgery: prophylaxis, etiology and management. *J Otolaryngol*. 1990 Jun;19(3):197-200. Review. PubMed PMID: 2192077.
  34. Girod DA, McCulloch TM, Tsue TT, Weymuller EA Jr. Risk factors for complications in clean-contaminated head and neck surgical procedures. *Head Neck*. 1995 Jan-Feb;17(1):7-13. doi: 10.1002/hed.2880170103. PubMed PMID: 7883554.
  35. Johnson JT, Kacham K, Wagner RL, Myers EN. Comparison of ampicillin/sulbactam versus clindamycin in the prevention of infection in patients undergoing head and neck surgery. *Head Neck*. 1997 Aug; 19(5):367-71. doi: 10.1002/(sici)1097-0347(199708)19:5<367::aid-hed1>3.0.co;2-y. PubMed PMID: 9243262.
  36. Johnson JT, Yu VL. Role of aerobic gram-negative rods, anaerobes, and fungi in wound infection after head and neck surgery: Implications for antibiotic prophylaxis. *Head Neck*. 1989; 11(1):27-9. doi: 10.1002/hed.2880110106. PubMed PMID: 2921109.
  37. Brown BM, Johnson JT, Wagner RL. Etiologic factors in head and neck wound infections. *Laryngoscope*. 1987;97(5):587-90. doi:10.1288/00005537-198705000-00009. PubMed PMID: 3573905.
  38. Brook I. Microbiology and principles of antimicrobial therapy for head and neck infections. *Infect Dis Clin N Am*. 2007; 21:355-91. doi:10.1016/j.idc.2007.03.014. PubMed PMID: 17561074.
  39. Umscheid CA, Mitchell MD, Doshi JA, Agarwal R, Williams K, Brennan PJ. Estimating the proportion of healthcare-associated infections that are reasonably preventable and the related mortality and costs. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2011; 32(2):101-114. doi: 10.1086/657912. PubMed PMID: 21460463.
  40. Berríos-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, Leas B, Stone EC, Kelz RR, Reinke CE, Morgan S, Solomkin JS, Mazuski JE, Dellinger EP, Itani KMF, Barbari EF, Segreti J, Parvizi J, Blanchard J, Allen G, Kluytmans JAJW, Donlan R, Schecter WP. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2017. *JAMA Surg*. 2017 Aug 1;152(8):784-791. doi:10.1001/jamasurg.2017.0904. PubMed PMID: 28467526.
  41. Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1992 Oct;13(10):606-8. doi: 10.1017/S0195941700015241 PubMed PMID: 1334988.
  42. Guyatt GH, Oxman AD, Kunz R, Falck-Ytter Y, Vist GE, Liberati A, Schünemann HJ; GRADE Working Group. Going from evidence to recommendations. *BMJ*. 2008 May 10;336(7652):1049-51. doi: 10.1136/bmj.39493.646875.AE. Erratum in: *BMJ*. 2008 Jun 21;336(7658): doi:10.1136/bmj.a402. PubMed PMID: 18467413; PubMed Central PMCID: PMC2376019.
  43. Schünemann HJ, Oxman AD, Brozek J, Glasziou P, Jaeschke R, Vist GE, Williams JW Jr, Kunz R, Craig J, Montori VM, Bossuyt P, Guyatt GH. GRADE Working Group. Grading quality of evidence and strength of recommendations for diagnostic tests and strategies. *BMJ*. 2008; 336(7653):1106-1110. doi: doi: 10.1136/bmj.39500.677199.AE. PubMed PMID: 18483053. PMCID: PMC2386626.
  44. Leclair JM, Winston KR, Sullivan BF. Effect of preoperative shampoos with chlorhexidine or iodophor on emergence of resident scalp flora in neurosurgery. *Infect Control*. 1988 Jan; 9(1):8-12. doi: 10.1086/645726. PubMed PMID: 19722931.
  45. Winston KR. Hair and Neurosurgery. *Neurosurgery*. 1992;31(2):320-29. doi: 10.1227/00006123-199208000-00018. PubMed PMID: 1513437.
  46. Consensus paper on the surveillance of surgical wound infections. The Society for Hospital Epidemiology of America; The Association for Practitioners in Infection Control; The Centers for Disease Control; The Surgical Infection Society. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1992 Oct; 13(10): 599-605. doi: 10.1086/646435. PubMed PMID: 1334987.
  47. Kulkarni AV, Drake JM, Lamberti-Pasculli M. Cerebrospinal fluid shunt infection: a prospective study of risk factors. *J Neurosurgery*. 2001;94:195-201. doi: 10.3171/jns.2001.94.2.0195. PubMed PMID: 11213954.
  48. Gaskil SJ, Marlin AE. *Handbook of Pediatric Neurology and Neurosurgery*. Little, Brown and Company, 1993.
  49. Lo CH, Spelman D, Bailey M, Cooper DJ, Rosenfeld JV, Brecknell JE. External ventricular drain infections are independent of drain duration: an argument against elective revision. *J Neurosurg*. 2007 Mar;106(3):378-83. doi: 10.3171/jns.2007.106.3.378. PubMed PMID: 17367058.
  50. Tunkel AR, Hasbun R, Bhimraj A, Byers K, Kaplan SL, Michael Scheld W, van de Beek D, Bleck TP, Garton HJ, Zunt JR. 2017 Infectious Diseases Society of America's Clinical Practice Guidelines for Healthcare-Associated Ventriculitis and Meningitis *Clin Infect Dis*. 2017;64(6):e34-e65. doi:10.1093/cid/ciw861. PubMed PMID: 28203777.
  51. Renier D, Lacombe J, Pierre-Kahn A, Sainte-Rose C, Hirsch JF. Factors causing acute shunt infection. *J Neurosurg*. 1984;61:1072-1078. doi: 10.3171/jns.1984.61.6.1072. PubMed PMID: 6502235.
  52. Tenney JH, Vlahov D, Sachman M, Ducker TB. Wide variation in risk of wound infection found in clean neurosurgery. Implication for perioperative antibiotic prophylaxis. *J Neurosurg*. 1985;62:243-247. doi: 10.3171/jns.1985.62.2.0243. PubMed PMID: 3968563.
  53. van Aken MO, de Marie S, van der Lely AJ, Singh R, van den Berge JH, Poulton RM, Fokkens WJ, Lamberts SW, de Herder WW. Risk factors for meningitis after transsphenoidal surgery. *Clin Infect Dis*. 1997 Oct;25(4):852-6. doi: 10.1093/cid/cir531. PubMed PMID: 9356801.