

Для коментарів чи іншого зворотного зв'язку заповніть форму:  
[форма зворотного зв'язку щодо цієї версії настанови](#)

Версія цього документу для друку: <http://guidelines.moz.gov.ua/documents/2918?id=ebm00906&format=pdf>

Настанови на засадах доказової медицини.  
Створені DUODECIM Medical Publications, Ltd.

# Настанова 00906. Медицина занурення у воду (пірнання)

Автори: Jari Suvilehto, Anne Räisänen-Sokolowski  
Редактори оригінального тексту: Nora Berghem, Jukka Pekka Jousimaa  
Дата останнього оновлення: 2017-06-28

## Вступ

- Дайвінг це популярний вид проведення дозвілля, тому лікарі повинні бути обізнані в патологіях, пов'язаних з дайвінгом, та станах, що піддаються лікуванню.
- Перед рекреаційним дайвінгом та регулярно після нього необхідно самостійно оцінювати свою придатність до занурення. Дайвери підтверджують, що усвідомлюють ризики, які пов'язані з переліченими факторами стану здоров'я, а також що отримали належний медичний висновок у разі виявлення якогось із цих факторів.
- Частота оглядів, які проводяться лікарем, залежить від стану здоров'я, віку пацієнта та характеру занурення.
- Медичне обстеження професійних дайверів може проводити лише лікар, який спеціалізується на зануреннях та гіпербаричній медицині.
- В цій статті під дайвінгом мається на увазі занурення під воду (а не, наприклад, входження в задимлену зону пожежниками)

## Вимоги щодо стану здоров'я для занять дайвінгом

- Підводне середовище, а саме тиск та температура води, а також вдихувана газова суміш створюють певні вимоги до стану здоров'я дайвера.
- Крім того, під водою змінюється сенсорна картина навколишнього середовища; дайвер плаває в "невагомості" з обмеженою видимістю і стає важко оцінювати відстань до об'єктів та їх розмір. Порушується відчуття напрямку, а також змінюється слухове сприйняття, що заважає орієнтуватися в навколишньому середовищі. Визначення висоти, глибини та напрямку руху зазвичай ґрунтується на показниках приладів, а не на власних тактильних чи сенсорних відчуттях дайвера.
- Необхідно, щоб рівень фізичної підготовки та стан систем органів дайвера могли відповідати підвищеним вимогам, тобто адаптуватися до оточуючого середовища.
- Під водою недостатність будь-якої системи органів у найгіршому випадку може призвести до утоплення.
- Занурення у воду викликає в організмі людини "пірнальний рефлекс". Цей рефлекс викликає брадикардію, призводить до змін в регулюванні автономної нервової системи та вентиляції, а також викликає перерозподіл об'єму крові. Ці зміни не завжди є корисними для звичайного дайвера.

## Протипоказання до дайвінгу

- До протипоказань входять всі стани, при яких дайвер може раптово втратити свідомість, або при яких він/вона не може ефективно дихати чи адаптуватися до підвищеного фізичного навантаження, тобто коли дайвер не в змозі виконати необхідні завдання.
- До неврологічних протипоказань відносять
  - епілепсію
  - раптове порушення свідомості з інших причин
- До психічних протипоказань відносять
  - панічні розлади (паніка - найпоширеніша причина серйозних нещасних випадків під час занурення)
  - клаустрофобію чи агорафобію
  - серйозні розлади психічного здоров'я (порушення відчуття реальності, суїцидальні тенденції / важку депресію, параною)

- прийом антипсихотичних препаратів (крім СІЗЗС при легкій депресії)
- зловживання алкоголем або незаконними наркотичними речовинами.
- До протипоказань з боку дихальної системи відносять
  - загострення астми або астма фізичного напруження (при легкому перебігу слід виконати спірометрію та проби з фізичним навантаженням; якщо навантаження не спровокує напад астми, занурення дозволені, але необхідні більш часті огляди), асмаичні напади від дії холоду.
  - інфекції верхніх дихальних шляхів
  - інші стани, які під впливом високого тиску призводять до розвитку пневмоторакса чи повітряної емболії
  - знижена функція зовнішнього дихання.
- До протипоказань з боку серцево-судинної системи відносяться
  - аритмії; у будь-якому випадку занурення підвищує частоту виникнення аритмій
  - серцева недостатність
  - хвороби коронарних артерій
  - недавній інфаркт міокарда
  - високий, неконтрольований артеріальний тиск.
- Стан опорно-рухового апарата
  - Саме спорядження для дайвінгу дуже важке (від 10 кг і може важити понад 30 кг), тому заважає нормально рухатись.
  - Погана фізична підготовка це відносно протипоказання. Якщо фізичні можливості дайвера є слабкими, зростає схильність до паніки.
  - Значне ожиріння (ІМТ > 30) збільшує ризик виникнення декомпресійної хвороби.
- Діабет
  - Інсулінозалежний діабет становить серйозний ризик при зануренні зі спорядженням. Абсолютно необхідний медичний висновок лікаря, який має багатий досвід у питаннях занурення у воду та гіпербаричної медицини.

- Діабет, що контролюється за допомогою дієти чи цукрознижуючих препаратів, не завжди є протипоказанням до дайвінгу, тому для оцінки потенційних діабет-асоційованих станів слід також отримати заключення фахівця з медицини дайвінгу.
- Гематологічні стани
  - Антикоагулянтна терапія - відносно протипоказання до дайвінгу (вона погіршує баротравму та підвищує ризик кровотеч після травм); слід отримати висновок від фахівця з медицини дайвінгу.
- Отологічні проблеми
  - Проблеми з вирівнюванням тиску в середньому вусі викликають біль, пошкодження барабанної перетинки чи внутрішнього вуха, ротаторне запаморочення та підвищують ризик утоплення.
  - Проблеми з приносними пазухами, що зазвичай спричинені інфекцією, можуть ускладнюватись, а також можуть перешкоджати зануренням в довгостроковій перспективі.
  - Проблеми з внутрішнім вухом зазвичай несумісні з дайвінгом.
- Якщо медичне обстеження дає підстави підозрювати появу ризиків, асоційованих з зануренням, рекомендовано проконсультуватись з фахівцем з медицини дайвінгу для попередження виникнення проблем в подальшому.

## Нещасні випадки під час підводного занурення

- Найпоширеніші причини нещасних випадків під час дайвінгу є немедичними.
- Також рідкістю є повна відмова обладнання.
- При підводному зануренні принаймні до 80% нещасних випадків призводять людські помилки: мимовільне або навмисне недотримання заходів безпеки.

## Баротравма

- Баротравма виникає, коли об'єм газу змінюється обернено пропорційно до тиску (закон Бойля) Якщо під час занурення не проводиться вирівнювання тиску, змінюється об'єм газу в повітряних порожнинах (легенях, середньому вусі, приносних

пазухах, кишківнику). Під час підводного занурення з аквалангом регулятор подає до легень дайвера дихальну суміш під тиском, що відповідає тиску навколишнього середовища. Таким чином немає необхідності вживати заходи для вирівнювання тиску у легенях. Якщо немає набряку слизових, в приносних пазухах тиск також вирівнюється самостійно. Однак дайвер має самостійно активно вирівнювати тиск у середньому вусі, застосовуючи різні методи вирівнювання тиску.

- Баротравма середнього вуха - найбільш часта загроза для здоров'я при дайвінгу чи лікуванні в гіпербаричній камері.
- Занурення вглиб під час дайвінгу, як і підвищення тиску в барокамері, спричиняє випинання барабанної перетинки всередину. Дайвер мусить активно коригувати ці зміни, вирівнюючи тиск в середньому вусі через глотку та євстахієві труби.
  - Якщо вирівняти тиск не вдається, барабанна перетинка розтягується і зрештою перфорується. Це призведе до болю та відчуття закладення у вусі. Перфорація барабанної перетинки може спричинити холодове головокружіння, а також ністагм, нудоту та дезорієнтацію. У важких випадках є навіть ризик утоплення, якщо дайвер залишається під водою.
  - Легкі порушення проходять самі по собі, як тільки тиск вирівнюється.
  - Це найпоширеніша травма серед дайверів, лікування полягає у відмові від занурень до загоєння барабанної перетинки.
  - Перед повторним впливом тиску на вуха, яке зазнало ушкодження, рекомендований медичний огляд.
- Та сама проблема може виникнути на зворотному шляху, під час підйому, коли тиск падає. Однак цей феномен більш часто виникає у приносних пазухах. Основна причина часто та ж сама, тобто невилікувана інфекція верхніх дихальних шляхів або алергія.
  - Терапію проводять за звичайними протоколами, а пірнання на час лікування забороняють.
- Якщо вирівнювання тиску порушується, баротравма може виникнути і в інших порожнинах тіла, що містять повітря, наприклад, під тимчасовою пломбою в порожнині зуба або у ШКТ. Лицева маска та гідрокостюм сухого типу також можуть спричинити баротравму шкіри та очей.

## Баротравма легень

- Баротравма легень - найважча форма баротравми. Виникає, якщо людина затримує подих під час швидкого підйому з-під води, коли навколишній тиск знижується. Розширюючись, газ може порушити цілісність альвеол, тим самим викликаючи розрив легені. Також може розвинути на глибині, часто виникає в плавальних басейнах чи під час порятунку з затонулих автомобілів.
- Клінічна картина залежить від того, куди потрапило повітря. Потрапивши в плевральну порожнину, газ спричиняє пневмоторакс настанова 00133 [Пневмоторакс], а в середостіння - медіастинальну емфізему. Однак найбільш небезпечним є потрапляння газу в кровотік (артеріальна газова емболія, АГЕ), яке майже завжди призводить до смерті, якщо розвивається під час занурення.
  - Першим симптомом, як правило, є втрата свідомості, що виникає майже одразу після виринання на поверхню. На цій стадії кількість газу в церебральних артеріях та серці вже завелика, будь-які реанімаційні заходи чи лікування в гіпербаричній камері будуть неефективними.
  - Оскільки клінічно діагноз не одразу є очевидним, слід спробувати поліпшити підтримку життя. Дайвер може мати "лише" пневмоторакс або емфізему середостіння або будь-яку комбінацію з вищеперерахованих станів та важку декомпресійну хворобу.
  - Пневмоторакс лікують торакоцентезом настанова 00133 [Пневмоторакс], який краще виконати перед проведенням гіпербаричної оксигенації. Емфізема середостіння розрішується спонтанно або протягом гіпербаричного лікування. Однак нелікований напружений пневмоторакс може виявитися фатальним.
  - Пацієнти, які вижили, мали наступні симптоми:
    - дихальна недостатність
    - ціаноз та/або кровохаркання і
    - гострі неврологічні симптоми різних ступенів тяжкості.
  - Єдиний ефективний метод лікування баротравми легень це запобігання її виникненню; здорові легені, а також видихання та уникнення затримки дихання під час підйому або зниження тиску. Деякі легеневі хвороби можуть сприяти розриву легень, такі як астма, фіброз чи запальні захворювання легень, емфізема або хірургічні рубці.

## Декомпресійна хвороба (ДКХ)

- Згідно законів фізики тиск води зростає на 1 бар (1 атмосферу) кожні 10 метрів. Декомпресійна хвороба (ДКХ) розвивається, коли інертний газ, тобто газ, який не метаболізується (азот чи гелій), під час зростання тиску розчиняється в тканинах. З кровообігом цей газ транспортується з легень до тканин. Що глибше людина занурюється, то швидше відбувається розчинення, і тим більша кількість газу здатна розчинитись. Газ прагне наситити тканини, тобто парціальний тиск газу у вдихуваній суміші намагається зрівняти з тиском у тканинах в умовах тиску навколишнього середовища (тобто тиску на глибині занурення). Під час підйому з глибини тиск знижується і інертний газ починає формувати бульбашки, якщо не виводиться шляхом видихування в достатній кількості та з достатньою швидкістю.
- Найнижчий тиск, після впливу якого було зафіксовано розвиток ДКХ, складає приблизно 60–80 кПа = 0,6–0,8 бар абс., що дорівнює тиску води на глибині приблизно 6–8 м.
  - На практиці ж, щоб з'явився реальний ризик розвитку ДКХ, глибина занурення повинна перевищувати 10 м. Це пояснюється тим, що під час неглибоких занурень недостатньо часу для того, щоб інертний газ (азот) розчинився в тканинах у кількості, достатній для утворення бульбашок.
- Найпоширеніший дихальний газ - стиснене повітря, що містить 78% азоту та 21% кисню. Щоб подовжити час занурення, збільшити глибину пірнання та уникнути азотного наркозу, дайвери також можуть використовувати стиснене повітря, збагачене киснем (нітрокс) або гелієм (геліокс і тримікс), які додають в дихальну газову суміш. Останні використовуються в технічному дайвінгу.
- Якщо тиск знижується швидше, ніж відбувається елімінація газу, в кровотоці та тканинах формуються бульбашки. Оскільки азот особливо добре розчиняється в ліпідах, тканини, що містять ліпіди, становлять основну проблему під час тривалого та глибокого занурення. Якщо кількість вивільненого газу (азоту, гелію чи якогось іншого) стає надмірною, у дайвера розвивається ДКХ.
- Самі по собі бульбашки спричиняють фізичні та біохімічні порушення. Буде наявна механічна обструкція перфузії периферичних тканин і, більше того, на поверхні бульбашок може утворюватись білкова плівка, яка викликає агрегацію тромбоцитів. Гемокоагуляція буде активована у всьому організмі, а не лише

локально. Пошкодження ендотелію активує медіатори запалення, які зі свого боку посилюють механічне ушкодження, спричинене бульбашками. Легені є найважливішим фільтром крові, перш ніж вона перейде з венозного русла в артеріальне, і далі в системний кровообіг.

- ДКХ розвивається за однаковим механізмом незалежно від вдихуваної суміші газів, і сучасні комп'ютери, прикріплені до зап'ястя або до пірнального спорядження, доволі непогано запобігають розвитку ДКХ шляхом підрахунку рівня сатурації газів у тканинах, а також безпечний час декомпресії при спливанні на поверхню.

## Класифікація і симптоми ДКХ

- Старий поділ ДКХ на I та II типи не має ніякого відношення до патофізіології цього стану і тому не повинен більше використовуватись. Нова класифікація допомагає зрозуміти ургентність та патофізіологію захворювання. Але все ж основне лікування завжди складається з рекомпресії та лікувальної гіпербаричної оксигенації в барокамері.
- Легка ДКХ
  - Біль в м'язах та кістках, особливо у великих суглобах
  - Сенсорні порушення (поколювання, оніміння), які не відповідають дерматомам та часто можуть змінювати локалізацію
  - Загальні симптоми, такі як втома, які не відповідають ступеню занурення, а також загальне відчуття нездужання.
  - Свербіж чи еритематозний висип (примітка!: немає справжньої мармуровості)
- Важка ДКХ
  - Серцево-легеневий тип ДКХ
    - Кашель, задишка, загрудинний біль
    - Іноді швидко розвивається порушення свідомості і різке зниження артеріального тиску
  - Шкірний тип ДКХ
    - Мармуровість шкіри (livedo reticularis): синювато-червоні плями, блідість та чутливість шкіри
    - Часто це продромальний симптом важкої ДКХ, наприклад ДКХ спинномозкового типу



- Спинномозковий тип ДКХ
  - Білатеральні неврологічні симптоми або біль у спині
  - Атонія сечового міхура чи ануса
  - Пара- або тетраплегія
  - Швидка рекомпресія: якщо не лікувати або відстрочити лікування, можливий розвиток стійких ушкоджень
- ДКХ внутрішнього вуха
  - Вестибулярні симптоми: вертиго, нудота, блювання, атаксія
  - Кохлеарні симптоми: дзвін у вухах, глухота
  - Зустрічається зокрема при зануренні з використанням газових сумішей (гелію) та під час зміни дихальних газів при підйомі з глибини.
  - Важливо провести диференційну діагностику з баротравмою внутрішнього вуха, при якій рекомпресія не потрібна.
- Церебральний тип ДКХ
  - Пізніми симптомами (через дні та тижні) є труднощі з концентрацією уваги, проблеми з пам'яттю, зміни настрою та особистості
- Лімфатичний тип ДКХ
  - Підшкірний набряк, особливо верхньої частини грудної клітки
  - Повністю зникає з часом та після лікування

## Лікування Доказ 05633 B

- Метою лікування є видалення надлишкового інертного газу з організму, відновлення периферичної оксигенації та корекція можливих ішемічних уражень.
- Першою допомогою при нещасних випадках під час занурення завжди є чистий кисень. Метою є подача настільки високої концентрації кисню, наскільки це можливо, часто 100% O<sub>2</sub> подають за допомогою лицевої маски з подачею зволоженого кисню чи маски з резервуаром. Дайвери часто приносять з собою такі пристрої для надання першої допомоги на місці занурення і багато з них вміють їх використовувати. Якщо назальні канюлі це єдиний доступний пристрій для подачі кисню, все одно краще

використовувати їх, ніж взагалі не проводити оксигенотерапію. Висока концентрація кисню у дихальній суміші заміщає максимальну кількість інертних газів у вдихуваному повітрі і тим самим прискорює видалення з тканин азоту чи гелію.

- Якщо гіпербаричну терапію розпочато достатньо рано, бульбашки нітрогену знову розчиняються в крові. В таких випадках, навіть при розвитку важких неврологічних симптомів прогноз хороший.
- Якщо лікувальну гіпербаричну оксигенацію розпочали з затримкою на години чи навіть дні, лікування спрямоване на поліпшення периферичних гіпоксичних ушкоджень. Переважна більшість клітин на периферії кровообігу не гине від кисневого голодування одразу. Натомість, коли гіпоксія і ацидоз скориговані, може відновитися нормальне функціонування клітин.
- Транспортування до барокамери виконують найбільш придатним та швидким засобом, беручи до уваги стан та симптоми пацієнта. Якщо використовується вертоліт, політ слід виконувати на так званих гранично малих висотах, на висоті не більше 300 м.
- На практиці лікувальну ГБО виконують, розміщуючи пацієнта сидячи або лежачи в лікувальній камері, де тиск підвищується до рівня тиску на глибині 18 м (2,8 бар абс. або 280 кПа). Пацієнт дихає 100% киснем через маску або кисневу палатку. Це забезпечить максимально можливий градієнт концентрації кисню в крові та міжклітинній рідині, що дозволяє кисню максимально дифузувати в клітини. Водночас підвищується швидкість виведення азоту чи іншого інертного газу. Гіпербарична оксигенація також починає відновлювати можливі ішемічні пошкодження.
  - Перша стандартна сесія як правило триває близько 2,5 чи 4,5 годин (згідно таблиці 5 або 6 Військово-морських сил США). Симптоми, як правило, починають регресувати вже протягом перших 20 хвилин. Сеанси лікувальної ГБО з тиском 2,4-2,5 бар абс тривалістю 90 хвилин проводять щодня, доки не зникнуть всі симптоми або після двох послідовних сеансів не відбувається покращення.
  - Нещасні випадки внаслідок занурення лікують однаково, незалежно від того, дайвер використовував для дихання суміш газів чи стиснене повітря. Існують схеми лікування з використанням тиску вищого, ніж той, що відповідає глибині 18 м, у такому випадку для лікування використовують суміш гелію і кисню. Ці схеми доступні не у всіх країнах.
- Дізнайтеся про місцеві інструкції та правила щодо розташування лікувальних закладів для різних ситуацій.

- Пацієнтів, які мають порушення вітальних функцій, слід якнайшвидше доправити до найближчого лікувального закладу (наприклад, каретою швидкої допомоги або гелікоптером на гранично малій висоті [Доказ 06252 |D]).

## Прогноз

- Якщо лікування розпочали відразу після спливання на поверхню, прогноз дуже хороший, навіть у важких випадках.
- Випадки ДКХ, коли легкий біль в суглобах виникає через деякий час або якщо лікування з якихось причин було відстрочене (на години/дні), в більшості своїй лікуються гіпербаричною оксигенацією без виникнення значних пізніх ускладнень, але можуть потребувати декількох лікувальних сеансів.
- Пізніми ускладненнями нелікованої ДКХ або ДКХ, яку почали лікувати в недостатньому об'ємі або занадто пізно, є симптоми ураження ЦНС та асептичний некроз кісток, проте останній трапляється досить рідко. До типових місць розвитку некрозу відносяться ділянки довгих кісток (стегнової, плечової), що розташовані біля суглобових поверхонь. Не існує специфічного лікування цього некрозу.

## Пов'язані ресурси

- Кокранівські огляди [Пов'язані 00399 |Diving medicine – Relate...]
- Література [Пов'язані 00399 |Diving medicine – Relate...]

## Джерела інформації

R1. Vann RD, Butler FK, Mitchell SJ et al. Decompression illness. Lancet 2011;377(9760):153-64.

[PubMedID|21215883]

R2. Edmonds C, Bennett M, Lippmann J, Mitchell SJ. Diving and subaquatic medicine. Fifth edition 2016. CRC Press, Boca Raton, FL, USA

## Настанови

- [Настанова 00133](#). Пневмоторакс.

## Доказові огляди Duodecim

- [Доказовий огляд 05633](#). Recompression and adjunctive therapy for decompression illness (DCI).  
Дата оновлення: 2012-11-01  
Рівень доказовості: B  
Резюме: Addition of tenoxicam (an NSAID) to recompression therapy for decompression illness appears to reduce the number of recompression sessions required, but there is no evidence for an improvement in the rate of complete recovery.
- [Доказовий огляд 06252](#). Transport of patients with decompression illness.  
Дата оновлення: 2008-11-14  
Рівень доказовості: D  
Резюме: Evidence is insufficient for conclusions about air transportation of people with suspected decompression illness. Experts recommend that the altitude of air transport should not exceed 500 feet (152 metres) above the departure level.

Авторські права на оригінальні тексти належать Duodecim Medical Publications, Ltd.  
Авторські права на додані коментарі експертів належать МОЗ України.  
Published by arrangement with Duodecim Medical Publications Ltd., an imprint of Duodecim Medical Publications Ltd., Kaivokatu 10A, 00100 Helsinki, Finland.

---

Ідентифікатор: ebm00906    Ключ сортування: 019.004    Тип: EBM Guidelines

---

Дата оновлення англomовного оригіналу: 2017-06-28

---

Автор(и): Jari SuvilehtoAnne Räisänen-Sokolowski    Автор(и) попередніх версій статті: Seppo SipinenErik Eklund  
Редактор(и): Nora BerghemJukka Pekka Jousimaa    Видавець: Duodecim Medical Publications Ltd  
Власник авторських прав: Duodecim Medical Publications Ltd

---

Навігаційні категорії  
EBM Guidelines    Sports medicine

---

Ключові слова індексу  
speciality: Diving medicine    speciality: Sports medicine    speciality: Hyperbaric medicine    mesh: Diving  
Dive Medical Examination    Diver    Diver's Medical Examination    Divers    Diving accident    Fitness to dive  
mesh: Decompression Sickness    DCS    Hyperbaric Oxygen    mesh: Hyperbaric Oxygenation    HBOT    icpc-2: A97  
icpc-2: A88    AGE    Barotrauma    Burst lung    Gas embolism    Gas mixture    Lung rupture    mesh: Nitrogen  
mesh: Oxygen    mesh: Pneumothorax    mesh: Pulmonary Gas Exchange    Respiratory gas