

УДК 612.2; 577.353

Наталя МАНІЧЕВА, к.т.н., доцент,

Ілля БОНДАРЄВ, студент

Національний університет «Одеська Політехніка», м. Одеса, Україна, e-mail: vmanichev@ukr.net,
9480870@stud.op.edu.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РІДИННОГО ДИХАННЯ

Анотація. Це вже, напевно, кліше в науковій фантастиці: в костюм або капсулу дуже швидко надходить якась в'язка речовина, і головний герой раптово для себе виявляє, як швидко він втрачає залишки повітря зі своїх легень, а його начинки заповнюються незвичайною рідиною відтінку від лімфи до крові. Зрештою він навіть панікує, але робить кілька інстинктивних ковтків або, швидше, зітхання і з подивом виявляє – він може дихати цією екзотичною сумішшю так, ніби дихає звичайним повітрям. Чи такі ми далекі реалізації ідеї рідинного дихання? Чи можливо дихати рідкою сумішшю, і чи є в цьому реальна потреба.

Ключові слова: дихання, резервуар з рідиною, глибоке дихання, кесонна хвороба, Перфторан, неонатальна реанімнологія, Терек-1.

Весною 2016 року Фонд перспективних досліджень (ФПД) оголосив про запуск проекту з розробки технології рідинного дихання. Спочатку планувалося, що воно забезпечить порятунок екіпажів підводних човнів, які зазнали аварії на великих глибинах. При швидкому автономному впливі людей на поверхню виникає кесонна хвороба, що призводить до загибелі. У 2017 році фонд відкрив у Москві на базі Науково-дослідного інституту медицини праці ім. академіка Н.Ф. Измерова лабораторію з розробки технології. Було досягнуто певних успіхів, проведено випробування на пацюках та інших дрібних тваринах, а потім і на собаках [1, 2]. Пандемія коронавірусної інфекції у 2020 році акцентувала інший аспект застосування технології – лікування тяжких патологій бронхолегеневих захворювань. Фахівці, з якими поговорив ТАРС, зазначають, що інновація може успішно застосовуватися для порятунку недоношених дітей, дітей з тяжкими вродженими патологіями, а також людей з тяжкими ураженнями легень.

Дослідження технології рідинного дихання було, звісно, розпочато не 2016 року, а набагато раніше. Ще в СРСР проводилися великі роботи з розробки перфторану – субстанції-кровозамінника з функцією перенесення кисню (зараз застосовується як протиішемічний та протигіпоксичний лікарський засіб). Препарат було розроблено колективом радянських учених. Роботи розпочалися у 1979 році під керівництвом лікаря-анестезіолога Фелікса Білоярцева [3].

Однак розпад СРСР призвів до того, що основні потужності виробництва перфторану залишилися на території України. Згодом лабораторію там було ліквідовано, технології майже втрачені та клінічне застосування зведено до мінімуму [4].

Якщо брати зарубіжний досвід, то починаючи з 80-90-х років минулого століття проводилася низка досліджень з методик рідинного дихання. Сьогодні найбільші за масштабом відбуваються в університеті міста Шербрук (Канада). Там у 2000-х роках було розроблено кілька варіантів рідинного вентилятора та проведено велику кількість випробувань на тваринах. Також – останній вид апарату для штучного рідинного дихання – Inolivent6. Але з різних причин дослідження обмежені досі випробуваннями на тваринах та до клінічного застосування канадські фахівці не дійшли.

У 2019 році ФПД розпочав співпрацю з ФДБУ «Національний медичний дослідницький центр акушерства, гінекології та перинатології ім. академіка В.І. Кулакова» Міністерства охорони здоров'я РФ з розробки та впровадження рідинного дихання в неонатології

Як розповів ТАРС директор Центру ім. академіка В.І. Кулакова, академік РАН, професор, доктор медичних наук Геннадій Сухих, вивчивши наявні матеріали, вчена рада меди-

чного центру дійшла висновку, що технологія рідинної штучної вентиляції легень є перспективним напрямом сучасної неонатальної реаніматології.

«Часом у своїй роботі – порятунку, виходженні недоношених дітей та дітей з важкими вродженими вадами – ми стикаємося з ситуацією, коли вже нічого не можемо зробити, маючи на озброєнні лише старі методи. На мою думку, нова технологія забезпечення дихальних систем стане однією з ключових. точок подальшого зростання неонатології та дитячої хірургії. Такі фрази рідко зараз звучать, але у світі зараз немає аналогів російським розробкам рідинного дихання. Наше завдання зараз – не запізнитися, зробити все дуже консолідовано», – сказав академік РАН.

Протягом 2020 року провідні фахівці центру брали участь у проекті «Терек-1» – «Розробка технології порятунку підводників вільним спливанням з використанням методу рідинного дихання» [5]. Опрацьовувалася можливість диверсифікації результатів для громадянської медицини та неонатології, зокрема, у НДІ медицини праці ім. академіка Н.Ф. Измерова були проведені лабораторні експерименти на тваринах, у тому числі на свинях вагою 70...90 кг та мавпах. В рамках цих дослідів тварин підключали до експериментального зразка апарату рідинного дихання, її легені заповнювалися спеціальною субстанцією, внаслідок чого відбувалося насичення крові розчиненим киснем. Усі дослідження пройшли успішно. На завершення проекту було розроблено експериментальний зразок апарату штучної рідинної вентиляції легень та концепцію його застосування в медичній практиці.

Також технологію планують використовувати для ультрашвидкої гіпотермії (зниження температури тіла), що дозволить пом'якшити можливе ураження головного мозку чи окремих органів.

Як розповів академік, вже сьогодні під час терапії новонароджених існує технологія гіпотермії. Вона застосовується у складних акушерських ситуаціях, наприклад, коли під час пологів виникла асфіксія. На сьогоднішній день вона успішно використовується для того, щоб пом'якшити наслідки та неврологічну симптоматику, яка потенційно може розвинутися у дитини.

«Ми дуже обережно на 2...3 градуси Цельсія (до 34 градусів) знижуємо температуру тіла дитини. Навіть цього вистачає, щоб уповільнити процеси відмирання клітин», – пояснив він. У такому стані дитина зазвичай знаходиться близько трьох діб, протягом яких лікарі проводять необхідну терапію. Потім його зігрівають.

Якщо система рідинного дихання буде доведена до кінця, то, вводячи цю рідину, можна буде створити систему швидкого охолодження організму до потрібних параметрів – потенційно можна опустити температуру до 23...28 градусів. Але поки ми будемо працювати в зоні 32...30 градусів. думаємо, що це буде дуже суттєвий внесок у збільшення вікна життя клітин мозку. Питання підбору оптимальної температури охолодження вирішуватиметься експериментально» – зазначив Сухих.

Крім того, за його словами, разом із рідиною, яка заповнює легені, можна буде доставляти необхідні ліки, антибіотики. Такий спосіб введення дозволить посилити дію препаратів.

Коли рідинне дихання випробують люди?

Сьогоднішній графік проекту з розробки рідинного дихання розписано до 2024 року. До цього часу, як розповів Сухих, має бути представлена фінальна частина технології, приладів, відпрацьована методика, апарат для рідинного дихання (зокрема для неонатології) та сама рідина.

«Проробка доклінічних та подальших клінічних досліджень вимагає мінімум тричотири роки для отримання безпечної та потрібної медичної технології. Цього року будуть йти досліди з тваринами, причому планується низка досліджень з новонародженими ягнятами та поросятами як моделями, максимально наближеними до новонародженої дитини. Наступного році сподіваємося перейти до досліджень на людині», – сказав він.

Дослідницькі роботи відбудуватимуться на базі ФДБНУ НДІ медицини праці ім. академіка Н.Ф. Измерова. Поетапно відпрацюють та проведуть доклінічні випробування технологій

рідинного дихання від простих до складних – просте введення рідини, застосування дихальної рідини в рамках стандартної штучної вентиляції легень та, нарешті, повна рідинна вентиляція легень із застосуванням гіпотермії.

Також, як розповів академік РАН, будуть проводитись роботи з реєстрації дихальної рідини як фармсубстанції, так і готової лікарської форми. Паралельно разом із конструкторським бюро УОМЗ ім. Е.С. Яламова розроблятиметься дослідний зразок принципово нового апарату штучної рідинної вентиляції. Він також уточнив, що перед фахівцями стоїть серйозне питання щодо вивчення впливу рідинного дихання на гемодинаміку та роботу серця у пацієнтів. У клінічних дослідженнях, отриманих на даний момент, потрібно розібратися в позитивному та негативному впливі рідинного дихання на роботу серця та навчитися керувати цими процесами. Однак наявні сьогодні дані дозволяють припустити, що впровадження рідинного дихання знизить смертність серед дітей, що народилися раніше терміну або з тяжкими патологіями. «Ми вважаємо, що з десяти новонароджених, яких ми втрачаємо сьогодні, застосовуючи всі сучасні технології, може, мінімум два-три життя буде збережено, а може, й більше» – сказав Геннадій Сухих.

Висновок. Якщо підсумувати все вище написане то можна сказати що технологія рідинного дихання є дуже перспективною і здатна врятувати багато життів.

Використання її позитивних рис для дихання в авіації та космонавтиці може назавжди залишитися мрією – рідина в легенях для костюма захисту від перевантажень повинна мати щільність води, а перфлуброн вдвічі її важчий.

Так, наші легені технічно здатні «дихати» певною багатою киснем сумішшю, але, на жаль, поки що ми можемо це робити лише протягом декількох хвилин, оскільки наші легені не настільки сильні, щоб забезпечувати циркуляцію дихальної суміші тривалі періоди часу. Ситуація може змінитися у майбутньому, залишається лише звернути наші сподівання дослідників у цій галузі. Будемо сподіватися що скоро завершать усю паперову волокиту і світ нарешті побачить першу людину яка використає технологію рідинного дихання і зануриться під воду чи полетить у космос вона з використанням технології зовсім не важливо, адже ця людина допоможе зробити величезний стрибок у розвитку всього людства.

Література

1. «РГ»: жидкостное дыхание под водой возможно. // Военное обозрение // [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://topwar.ru/98425-rg-zhidkostnoe-dyhanie-pod-vodoy-vozmozhno.html>
2. Комаров Н.Е. Жидкостное дыхание. // Н.Е. Комаров. Век Российского подплава. От «Дельфина» до «Юрия Долгорукова»: СПб. – «Морская газета», 2006 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusdarpa.ru/?p=14722>
3. Жидкостное дыхание // Дети океана // [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://deti-okeana.ru/news/liquid-ventilation/>
4. Перфторан // [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%84%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD>
5. ТАСС: Перспективы жидкостного дыхания в спасении больных и новорожденных // Медицина и биотехнологии // [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://fpi.gov.ru/press/media/tass-perspektivy-zhidkostnogo-dykhaniya-v-spasenii-bolnykh-i-novorozhdennykh/>