УДК: 681.5
Р.О. Бондар, І.А. Гришко
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Перспективи механічного серця

Нестаток та неможливість довгого зберігання донорських органів став стимулом до розробки альтернативних методів лікування термінальної серцевої недостатності.

Проблемою залишається попередження та лікування судинної патології трансплантата. Залишаються проблемними з медичної та етичної точок зору питання відбору реципієнтів і складання листа очікування. Також залишається дороговартісною сама операція, післяопераційна терапія і спостереження пацієнтів. Також до основних проблем варто віднести складність пошуку донорів біологічного серця, факт старіння, зношення та болю пересадженого органу та варто пам’ятати, що далеко не кожне серце підійде пацієнтові, в результаті маємо високі шанси отримати захворювання на кшталт пневмонії, оскільки пересадка чужих тканин вимагає повного придушення власного імунітету. Вирішенням цих проблем є виготовлення та трансплантація штучного (механічного) серця [1].

Розглянемо декілька прикладів.

Механічне серце Berlin Heart (Німеччина) (рис.1) – це турбіна, у титановому корпусі. Прилад забезпечує циркуляцію крові в організмі пацієнта. Усередині корпусу в магнітному полі обертається гвинт, що не торкається стінок корпусу, щоб не травмувати клітини крові.

Швидкість обертання гвинта – до 10 тисяч об/хв, що дає можливість прогнати 5 літрів крові за хвилину. Загалом відповідає обсягу циркуляції крові у дорослої людини. Акумулятори і блок управління знаходяться в п’ятикілограмовій сумці, яку пацієнт повинен носити з собою. Механічне серце потрібно регулярно заряджати: в автономному режимі воно працює 10 годин. Якщо в крові утворюються дрібні тромби, які гальмують роботу механізму, запускається режим очищення турбіни. Також у пацієнта є можливість регулювати швидкість турбіни вручну, забезпечуючи необхідний кровотік в залежності від ваги, фізичного навантаження і енерговитрат. Насправді цей

© Р.О. Бондар, І.А. Гришко, 2021

прилад не замінює серце повністю – він лише асистує лівому шлуночку. Лівий шлуночок при цьому нікуди не прибирається.

У Німеччині (батьківщині Berlin Heart) штучне серце носять 1,5-2 роки. Саме стільки реципієнту потрібно для того, щоб підібрати донора. Механічне серце – це міст для трансплантації тим людям, які ще не дочекалися донорського серця, але вже не можуть жити зі своїм власним [3].

Рис.1. Механічне серце Berlin Heart (Німеччина)

Недоліки:

- висока вартість;
- тимчасове вирішення проблеми;
- потреба у постійній наявності акумуляторів;
- робота до 10 годин;
- висока вірогідність занесення інфекції через отвори заряду на шкірі.

Штучне серце Кармата (Франція) (рис.2). У конструкції Карма дві камери розділені мембраною, яка утримує гідравлічну рідину з одного боку. Моторизований насос переміщує гідравлічну рідину всередину і з камер, і ця рідина призводить до переміщення мембрани; кров тече через інший бік кожної мембрани. Сторона мембрани, звернена до крові, зроблена з тканини, отриманої з мішка, який оточує серце корови, щоб зробити пристрій більш біосумісним. Пристрій Carmat також використовує клапани, виготовлені з тканини серця корови, і має датчики для виявлення підвищеного тиску в пристрої. Ця інформація надсилається до системи внутрішнього контролю, яка може

© Р.О. Бондар, І.А. Гришко, 2021

регулювати швидкість потоку у відповідь на підвищений попит, наприклад, коли пацієнт здійснює фізичні вправи. Це відрізняє його від попередніх конструкцій, які підтримують постійну швидкість потоку.

Пристрій Кармат, на відміну від попередніх конструкцій, призначений для використання у випадках термінальної серцевої недостатності, замість того, щоб використовуватись як мостовий пристрій, поки пацієнт чекає трансплантації. У вазі 900 грамів він важить майже втричі більше, ніж типове серце, і орієнтований переважно на повних чоловіків. Це також вимагає від пацієнта додаткового носіння - Лі-Іон акумулятор. Прогнозований термін служби штучного серця становить близько 5 років (230 мільйонів ударів). [2]

Рис. 2. Штучне серце Кармата (Франція)

Недоліки:

- висока вага;
- тимчасове вирішення проблеми;
- потреба у постійній наявності акумуляторів;
- термін служби до 5 років;
- висока вірогідність занесення інфекції через отвори заряду на шкірі.

З 1991 р. Фонд розвитку серцевої хірургії (ФРК) у Забже, Польща працює над розробкою штучного серця 9рис.3). На сьогодні польська система підтримки серця POLCAS складається зі штучного шлуночка POLVAD-MEV та трьох

© Р.О. Бондар, І.А. Гришко, 2021

контролерів POLPDU-401, POLPDU-402 та POLPDU-501. Представлені пристрої призначені для обробки лише одного пацієнта. Блоки керування серій 401 та 402 можуть використовуватися лише в лікарні через великі розміри, спосіб управління та тип джерела живлення.

Рис.3. Механічне серце ПОЛВАД (Польща)

Недоліки:

- висока вага;
- тимчасове вирішення проблеми;
- потреба у постійній наявності електромережі;
- складний спосіб керування;
- унеможливлення використання поза лікарнею.

На даний момент на території України немає жодних розробок механічних сердець, про те з 2016 року активно проводяться операції з їх використанням.

Наші спеціалісти проводять одну за одною вдалі операції та не зупиняються на цьому. [4] Варто наголосити, на даний момент потреба у донорстві зменшується завдяки наявності таких розробок, хоч механічне серце розроблене з метою тимчасової заміти (1,5 – 2 роки) до моменту знаходження донора, проте відомо чимало фактів, як люди живуть з ними більше восьми років та абсолютно не скаржаться на власне здоров’я.

Загальні переваги механічного серця над заміною на біологічні:

- відсутність потреби зберігання у спеціальному середовищі;

© Р.О. Бондар, І.А. Гришко, 2021

- відсутність потреби у пошуку донора;
- відсутність старіння, відчуття болю та неприйняття серця;
- гарантія прийняття механічного серця людським організмом.

На даному етапі механічне серце є тимчасовим вирішенням проблеми, проте поступово з'являються нові розробки, які здатні забезпечувати довготривале життя людей, кожного дня дана розробка рятує тисячі життів та дає час на пошук або ж взагалі виключає потребу у донорі. Від використання механічного серця лише у лікарнях людство вийшло на новий етап, коли людина може безпечно та з комфортом продовжувати своє життя поза її межами. Створюються різноманітні системи допоміжного кровообігу (штучні шлуночки серця), проводиться ресинхронізаційна терапія.

Висновки:

В даній роботі ми провели дослідження на тему донорства та виявили більш ефективний спосіб заміни біологічного серця на механічне. Розглянули декілька варіантів вже створених механічних сердець, виявили їх недоліки. Основною проблемою є висока маса та необхідність у наявності автоматизованої, громіздкої системи, що забезпечує власне роботу механічного серця, яка унеможливлює комфортне пересування та життя людини. З метою вирішення даної проблеми пропоную розробити автоматизовану систему, що розташовується у самому механічному серці та легкий, компактний акумулятор, що дозволить без перешкод продовжувати життя людини у майбутньому.

Список використаних джерел

1.https://www.bsmu.edu.ua/blog/3481-peresadka-sertsya/ [Електронний ресурс]
2.https://uk.regionkosice.com/ Artificial_heart [Електронний ресурс]
3.https://ukrhealth.net/yak-pracyuye-mexanichne-serce/ [Електронний ресурс]
4.https://www.radiosvoboda.org/a/27854728.html [Електронний ресурс]

© Р.О. Бондар, І.А. Гришко, 2021