

**ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ БІОМЕДИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

УДК 613:532.528

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЧИСТОТИ ПОВЕРХНІ РАН СИСТЕМОЮ ВАКУУМНОЇ АБСОРБЦІЇ ТА САНАЦІЇ**<sup>1)</sup>Терещенко М. Ф., <sup>1)</sup>Руцька О. В., <sup>2)</sup>Чухраєв М. В.<sup>1)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна<sup>2)</sup>Науково-методичний центр «Медичні інноваційні технології», Київ, УкраїнаE-mail: [agfarkpi@i.ua](mailto:agfarkpi@i.ua)

У статті наведені результати дослідження впливу вакуумної абсорбції та ультразвукового розпилення рідини для очищення поверхні рани. В сучасному світі широко розвиваються нові методи лікування і очищення поверхні ран різної тяжкості і форми. Використання вакуумної абсорбції стає все більш поширеним та ефективним методом очищення і подальшого лікування поверхні ран. Тому на розробленій системі вакуумної абсорбції та санації ран (СВАСР) проведено дослідження параметрів очистки ран на різних групах людей – різної статі та віку. Виконано аналітичне порівняння різних методів з використанням різних препаратів, що найчастіше використовуються в медичній практиці.

В експериментах застосовувались такі лікарські засоби та речовини, як дистильована вода, хлоргексидин, перекис водню, антисептик для рук, настоянка календули. Очищення проводилось при використанні різних засобів: спонжа, зволоженого препаратами, апаратом вакуумної абсорбції, ультразвуковим розпилювачем та комбінованим методом. Досліди проводились з використанням тонального крему, який наносився на шкіру руки досліджуваного. Після використання різних методів очищення весь зібраний тональний крем лишився на спонжі, з яким проводились подальші дослідження, щодо визначення ступеня забруднення, що прямо пропорційний очищенню поверхні шкіри. Так, даний спонж поміщався у воду, яка при цьому забруднювалась, і за допомогою тестера для води визначалась кількість твердих частинок у ній.

Участь людей різного віку і різної статі в експериментах сприяла більш точним результатам використання даних методів і показала, що найбільш дієвим є комбінований метод, тобто метод з використанням системи вакуумної абсорбції та ультразвукового розпилювача в поєднанні з антисептиком – хлоргексидином.

Проведені дослідження дають можливість для подальшого розвитку даної технології і ефективного лікування пацієнтів, адже навіть сучасні медичні заклади не дають 100 % гарантію стерильності їхніх закладів, а що ж тоді можна говорити про польові умови, в яких життя може залежати від кількох годин, проведених з відкритою ранною у забрудненій середовищі. Впровадження цього методу може допомогти пацієнтам, як у стаціонарних медичних закладах, так і у польових умовах.

**Ключові слова:** ультразвук; санація ран; вакуумна абсорбція.

**Вступ**

У сучасному світі післяопераційне лікування ран перейшло на новий етап. Так для лікування вогнепальних ран, що є наразі актуальною проблемою, необхідна санаційно-відновлювальна дія, оскільки даний тип ран несе велику загрозу життю хворих. Саме в цей час можуть початись різні загострення, які виникають через недосвідченість і необережність персоналу, а також через відсутність ідеальної стерильності. Так, для вирішення даної проблеми був розроблений апарат вакуумної абсорбції [1].

Дія даного апарату має значну ефективність, адже протягом всього етапу лікування рана захищена від впливу зовнішніх забруднень та постійно за допомогою вакуумного розрідження відбувається збирання гнійно-запальних речовин.

Попереднє очищення поверхні рани та подальше лікування за умовно-стерильних умов є важливими процесами для пришвидшення одужання пацієнта. Так на першому етапі, при неповному очищенні поверхні рани у 100 % пацієнтів можливе виникнення гнійно-запальних процесів м'яких тканин та подальші інфекційні ускладнення. Про розповсюдження та важливість цієї патології може свідчити і той факт, що летальність при таких захворюваннях, як некротичний фасціт сягає майже 50 %. Також, суттєво важливим є післяопераційний етап лікування. У загальній структурі лікарняної інфекції майже 95 % випадків припадають на ускладнення після операцій. Частим ускладненням в після операційний період є нагноєння рани – 3-30 %. Отже, можна зробити висновок, що сучасні процеси очищення та пост операційного лікування

є не достатньо ефективні і використання розробленої системи вакуумної абсорбції дає набагато кращий результат, що можна побачити з проведених досліджень.

#### Постановка задачі

На даний час є декілька основних методів очищення поверхні шкіри та ран [2]. Задачею даних досліджень є збирання інформації про вплив різних методів очищення поверхні рани і порівняння їх з методикою, в якій застосовується поєднаний вплив вакуумної абсорбції та глибокої санації ран. Так, розглядаємо використання методів,

при яких очищення відбувається за допомогою лікарських препаратів, з використанням аспілятора вакуумного в системі вакуумної абсорбції та санації ран (СВАСР) з подальшим їх порівнянням. Розглянемо основні особливості системи вакуумної абсорбції та санації ран [3].

Для цього розділимо процес очищення на два етапи.

Перший етап включає стадії очищення поверхні рани, а на другому етапі використовується ультразвукове розпилення діючого фармацевтичного препарату в глибинні шари рани [4]. На рис. 1 наглядно показаний процес очищення та його етапи.

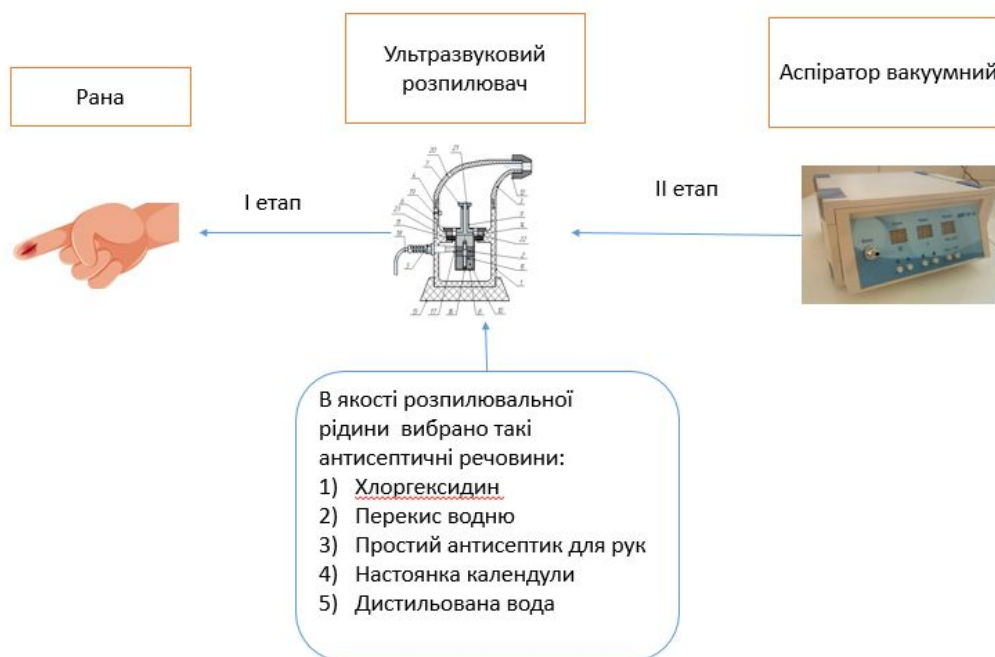


Рис. 1. Структурна схема очищення

Очищення поверхні рани та подальше підтримання у стерильному стані є дуже важливим етапом у лікуванні будь-якого типу ран і пошкоджень поверхні шкіри [5].

Основними є два етапи очищення рани:

- 1) Використання ультразвукового розпилювача, для нанесення на поверхню рани лікарських антисептичних речовин у вигляді високодисперсних частинок, які мають більше проникну здатність і сприяють зменшенню ушкодження ранової поверхні шкіри;
- 2) Використання аспілятора вакуумного для очищення поверхні рани за допомогою вакуумного розрідження, яке створюється на поверхні рани та в подальшому переміщенні відмерлих та твердих чужорідних частинок зони рани.

Розглянемо дію найбільш використовуваних в медичній практиці лікарських антисептичних препаратів, які були досліджені в наших експериментах:

хлоргексидин; перекис водню; антисептик для рук; настоянка календули; дистильована вода [6].

Функціональна схема системи вакуумної абсорбції та санації приведена на рис. 2.

Система СВАСР працює наступним чином, після включення апарату в мережу, блок живлення через плату блока живлення забезпечує включення всіх інших блоків. З панелі керування задаються всі відповідні параметри, які поступають на плату вихідного пристрою, а звідти відповідно на всі керуючі блоки. Так з табло «Час», «Режим» та «Вакуум» задаються параметри для керування редуктором та компресором, які через очищуючу піну «Локус» та відсмоктувач, відкачують рідину з рани до контейнера збору [7]. З табло «Час» та «Зрошення» задають параметри для зрошення поверхні рани. Також на табло «Зрошення» контролюється температура в середині ультразвукового розпилювача.

**Аналіз сучасних технічних рішень**

Використання апаратів вакуумної абсорбції для лікування ран – один з сучасних та ефективних методів [8]. Проведено аналіз апаратів різних виробників і апаратом, розробленим фірмою «Медінтех», який використовувався в даних дослідженнях [10] (табл.1). В таблиці наведено характеристики, які впливають на ефективність використання

і постачання при різних умовах. Так, можна побачити, що даний апарат, який використовувався, має не тільки більш розширені можливості при використанні в різних умовах, але й також має додаткове укомплектування, яке, як можна побачити з досліджень, має найбільшу ефективність при використанні.

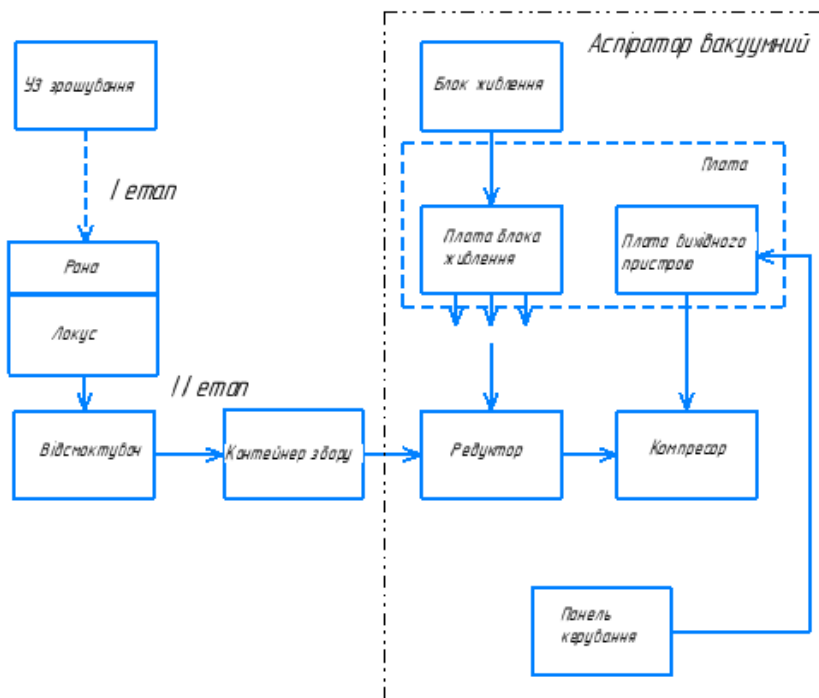


Рис. 2. Функціональна схема системи вакуумної абсорбції та санації ран

Таблиця 1. Порівняння апаратів і систем вакуумної абсорбції

Назва	Умови використання	Додаткове укомплектування	Ціна, тис. грн
Система вакуумної абсорбції та санації ран (Україна) [3]	Стаціонарне Домашнє Польове	Ультразвуковий розпилювач	18,8
Апарат PICO (Росія) [13]	Домашнє	_____	18,2
Насос вакуумний для терапії ран NP32 [14] (Китай)	Стаціонарне	_____	67,4
Апарат вакуумний S 042 NPWT VivanoTec[15] (Німеччина)	Стаціонарне	_____	188,7

**Методика дослідження**

В даній роботі досліджується ефективність впливу на очищення поверхні шкіри за допомогою 3 методів [8]:

- 1) Стандартне очищення шкіри з допомогою спонжа та антисептичних речовин;
- 2) Очищення з використанням аспілятора вакуумного;
- 3) Очищення з використанням системи вакуумної абсорбції та санації ран.

В апаратному комплексі використовувався компресорний розпилювач, в якості ультразвукового розпилювача. В експериментах використовувався тональний крем, який імітував забруднюючі частинки. Даний крем наносився на поверхню шкіри в кількості 2 г і рівномірним шаром розподілявся по поверхні шкіри (рис. 3).

Далі проводились очищення шкіри з використанням таких антисептичних препаратів:

- 1) Хлоргексидину (0,05 % розчин);
- 2) Перекисю водню;

- 3) Антисептика для рук;
- 4) Настоянки календули;
- 5) Дистильованої вода.



Рис. 3 Тональний крем на поверхні шкіри

Методи та етапи очищення:

- 1) Стандартне очищення проводилось з використанням спонжа, на який рівномірно розподілявся антисептичний препарат, з допомогою якого відбувалось очищення поверхні шкіри з тональним кремом.
- 2) Очищення за допомогою аспілятора вакуумного проводилась з використанням спонжа з рівномірно розподіленим антисептичним препаратом, який прикладався до поверхні забрудненої шкіри. Наступним кроком поверх спонжа розміщувалась присоска вакуумного аспілятора, який створював вакуумне розрідження на поверхні шкіри для відділення частинок та подальшого очищення.
- 3) Очищення за допомогою системи вакуумної абсорбції та санації ран проводилось у 3 етапи:
  - Розпилення антисептичних препаратів на поверхню шкіри за допомогою компресорного розпилювача;
  - Розміщення спонжа на шкірі;
  - Фіксування за допомогою вакуумної присоски та подальшого використання вакуумного аспілятора.

Розглянемо візуальні результати очищення при кожному з методів, де відповідно цифрами позначено (рис. 4): 1 – використання стандартного методу очищення; 2 – використання аспілятора вакуумного; 3 – використання системи вакуумної абсорбції та санації ран.

Для кращого візуального сприйняття, всі результати для кожного методу було розміщено в такому порядку: з ліва на право розміщені відповідно препарати по якості очищення від тих, що мають найбільшу площу на спонжі після очищення, до найменшого значення: хлоргексидин, перекис водню, антисептик для рук, настоянка календули, дистильована вода.

Отже, як можна побачити при візуальній оцінці, найкращі результати, де найбільше було видалено забруднення – при використанні хлоргексидину, наступний перекис водню, а далі антисептик для рук, настоянка календули та дистильована вода (рис. 5).

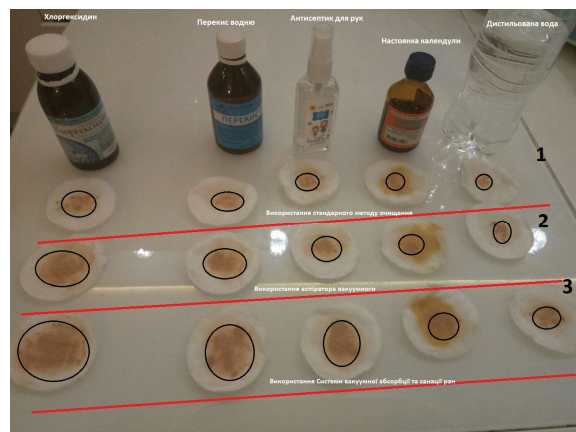


Рис. 4. Візуальне порівняння при різних методах очищення з обведеними зонами забруднення

Для кількісної оцінки якості очистки було використано Тестер очистки води Xiaomi Mi TDS Pen [3] (рис. 6).

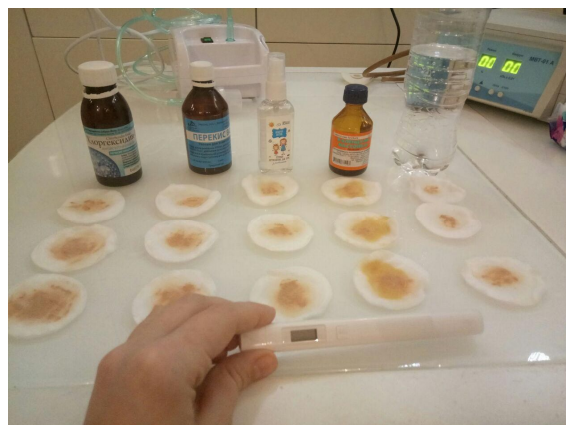


Рис. 5. Тестер очистки води Xiaomi Mi TDS Pen



Рис. 6. Визначення забруднення води за допомогою Тестера води Xiaomi Mi TDS Pen

За допомогою цього тестера було визначено показники забруднення води після розміщення в ній відповідних спонжів, а саме кількість твердих частинок на 1 мл води (табл. 2,3. )

### Результати дослідження та обговорення

Мета дослідження – визначити кількісний показник очищення шкіри, прямо пропорційний забрудненню спонжа, який контактував зі шкірою, а в подальшому був відмитий у воді.

Проведено 20 дослідів для пацієнтів різної вікової категорії та статі, при використанні зазначених антисептичних препаратів при застосуванні таких методів очищення: стандартного, з допомогою аспіратора вакуумного та системи вакуумної абсорбції та санації ран.

При цьому вміст твердих частинок у використаній воді становить 46 твердих частинок/мл рідини. Проаналізуємо значення, отримані в досліді.

Так з даних досліджень видно, що найкращі результати має випадок коли використовується препарат хлоргексидин з використанням системи вакуумної абсорбції та санації ран.

Порівнюємо середнє значення при використанні різних методів з різними препаратами окремо для чоловіків та жінок різних вікових груп, а саме: людей віком від 19 до 30 років, від 30 до 45 років та від 45 до 80 років.

**Чоловіки.** При використанні *стандартного методу* (надалі СМ) з різними препаратами маємо таке середнє значення **віком від 19 до 30:**

$$CM = (73+74+70+71+74+64+62+60+69+70+69+71+74+66+65+66+66+67+64+68+65+68+69+67+67) / 25 = 1699/25 = 67.96 \text{ част./мл};$$

**віком від 30 до 45:**

$$CM = (76+76+73+75+65+69+69+71+71+75) / 10 = 720/10 = 72 \text{ част./мл};$$

**віком від 45 до 80:**

$$CM = (82+88+90+77+85+86+79+82+86+72+79+84+76+80+85) / 15 = 1231/15 = 82.0667 \text{ част./мл}.$$

При використанні *аспіратора вакуумного* (надалі АВ)

**віком від 19 до 30:**

$$AB = (97+95+90+99+101+90+87+90+92+96+85+84+84+87+89+82+83+80+84+81+82+83+85+84+85) / 25 = 2195/25 = 87.8 \text{ част./мл};$$

**віком від 30 до 45:**

$$AB = (103+102+95+97+91+92+88+90+86+90) / 10 = 934/10 = 93.5 \text{ част./мл};$$

**віком від 45 до 80:**

$$AB = (99+108+120+96+102+105+93+101+108+92+99+102+93+97+101) / 15 = 1516/15 = 101.0667 \text{ част./мл}.$$

При використанні *система вакуумної абсорбції та санації ран* (надалі СВАСР) :

**віком від 19 до 30:**

$$CBASP = (125+126+124+126+130+103+100+104+110+105+96+91+92+94+100+92+91+89+94+96+91+89+89+93+95) / 25 = 2545/25 = 101.8 \text{ част./мл};$$

**віком від 30 до 45:**

$$CBASP = (134+133+118+117+102+102+99+100+100+100) / 10 = 1105/10 = 110.5 \text{ част./мл};$$

**віком від 45 до 80:**

$$CBASP = (135+145+152+123+132+135+108+118+122+102+108+110+99+106+112) / 15 = 1807/15 = 120.4667 \text{ част./мл}.$$

З проведених дослідів можемо зробити висновок, що найбільше очищення (характеризується найбільшим вмістом частинок у воді після очищення) спостерігалось при використанні системи вакуумної абсорбції та санації ран:

**віком від 19 до 30:**

$$CM = 67.96 \text{ част./мл}; AB = 87.8 \text{ част./мл}; \\ CBASP = 101.8 \text{ част./мл}.$$

Значення кількості твердих частинок у воді, в якій проводились досліді, становить 46 част./мл. При використанні різних методів кількість частинок відповідно збільшилась в:

$$CM = 0.2196 \% ; AB = 0.418 \% ; CBASP = 0.558 \% ;$$

**віком від 30 до 45:**

$$CM = 72 \text{ част./мл}; AB = 93.5 \text{ част./мл}; \\ CBASP = 110.5 \text{ част./мл}.$$

При використанні різних методів кількість частинок відповідно збільшилась в:

$$CM = 0.26 \% ; AB = 0.475 \% ; \\ CBASP = 0.645 \% ;$$

**віком від 45 до 80:**

$$CM = 82.0667 \text{ част./мл}; AB = 101.0667 \text{ част./мл}; \\ CBASP = 120.4667 \text{ част./мл}.$$

При використанні різних методів кількість частинок відповідно збільшилась в:

$$CM = 0.361 \% ; AB = 0.551 \% ; CBASP = 0.745 \% .$$



Наведені значення показників свідчать про те, що найбільший вміст частинок у воді після очищення шкіри спостерігається при використанні системи вакуумної абсорбції та санації ран, що доводить її ефективність використання для кожної вікової групи чоловіків.

**Жінки.** Середні значення при використанні стандартного методу з різними препаратами:

**віком від 19 до 30:**

$$CM = (60+64+62+58+61+60+57+58+56+51+54+52+51+53+54)/15 = 851/15 = 56.73 \text{ част./мл};$$

**віком від 30 до 45:**

$$CM = (67+70+70+75+65+66+66+69+62+64+67+72+52+58+59+61+70+90+92+93+95)/20 = 1483/20 = 74.15 \text{ част./мл};$$

**віком від 45 до 80:**

$$CM = (78+82+91+72+78+84+68+73+80+69+70+78+69+71+75)/15 = 1138/15 = 75.867 \text{ част./мл}.$$

При використанні аспіратора вакуумного:

**віком від 19 до 30:**

$$AB = (84+86+89+76+82+87+75+79+80+70+73+72+68+73+74)/15 = 1168/15 = 77.867 \text{ част./мл};$$

**віком від 30 до 45:**

$$AB = (90+88+90+95+86+90+89+90+81+81+82+88+76+76+75+78+77+80+79+85)/20 = 1676/20 = 83.8 \text{ част./мл};$$

**віком від 45 до 80:**

$$AB = (97+98+104+93+96+100+92+94+97+79+85+89+87+92+95)/15 = 1398/15 = 93.2 \text{ част./мл}.$$

При використанні система вакуумної абсорбції та санації ран:

**віком від 19 до 30:**

$$CBACP = (104+108+102+90+94+99+84+90+92+79+84+84+78+82+81)/15 = 1351/15 = 90.0667 \text{ част./мл};$$

**віком від 30 до 45:**

$$CBACP = (108+106+108+114+103+104+103+108+96+98+100+102+90+92+93+95+89+89+91+96)/20 = 1985/20 = 99.25 \text{ част./мл};$$

**віком від 45 до 80:**

$$CBACP = (117+135+142+107+115+121+102+$$

$$+108+115+97+104+111+98+104+110)/15 = 1686/15 = 112.4 \text{ част./мл}.$$

У випадку досліджень із жінками також підтверджено, що найбільше очищення спостерігається при використанні системи вакуумної абсорбції та санації ран:

**віком від 19 до 30:**

$$CM = 56.73 \text{ част./мл}; AB = 77.867 \text{ част./мл};$$

$$CBACP = 90.0667 \text{ част./мл}.$$

При використанні різних методів кількість частинок відповідно збільшилась у:

$$CM = 0.1073 \%; AB = 0.31867 \%;$$

$$CBACP = 0.4407 \%;$$

**віком від 30 до 45:**

$$CM = 74.15 \text{ част./мл}; AB = 83.8 \text{ част./мл};$$

$$CBACP = 99.25 \text{ част./мл}.$$

При використанні різних методів кількість частинок відповідно збільшилась у:

$$CM = 0.2815 \%; AB = 0.378 \%; CBACP = 0.533 \%;$$

**віком від 45 до 80:**

$$CM = 75.867 \text{ част./мл}; AB = 93.2 \text{ част./мл};$$

$$CBACP = 112.4 \text{ част./мл}.$$

При використанні різних методів кількість частинок відповідно збільшилась у:

$$CM = 0.299 \%; AB = 0.472 \%; CBACP = 0.667 \%.$$

Отримані результати, так само, як і у випадку чоловіків, свідчать про ефективність використання для кожної вікової групи жінок системи вакуумної абсорбції та санації ран.

Оскільки шкіра чоловіків грубіша і сухіша ніж жіноча, то результати очистки вищі.

Для наочності аналізу отриманих результатів побудовано графіки за даними табл. 2 і табл. 3, де показано вплив антисептичних препаратів і методів дослідження на поверхню шкіри.

### Висновки

Виходячи з результатів експериментів, можна зробити висновок, що використання системи вакуумної абсорбції та санації ран – це найбільш ефективний метод очищення поверхні шкіри при даних умовах.

Використання такого методу очищення сприяє швидшому одужанню при різних пошкодженнях шкіри.

Дана система може використовуватись за різних умов, таких як стаціонарні, домашні та польові, а також за різних глибин і типів пошкодження поверхні шкіри людини

Проведені дослідження дають можливість поглибити знання у лікуванні ран різного ступеню тяжкості в різних умовах.

Таблиця 2. Результати дослідження чоловіків (кількість частинок в 1 мл води)

№	Вік	Стать	Хлоргексидин			Перекис водню			Антисептик (спиртовмісний)			Настойка календули			Вода		
			Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3
Пацієнт №1	19	Чоловік	73	97	125	64	90	103	69	85	96	66	82	92	65	82	91
Пацієнт №2	20	Чоловік	74	95	126	62	87	100	71	84	91	66	83	91	68	83	89
Пацієнт №3	20	Чоловік	70	90	124	60	90	104	74	84	92	67	80	89	69	85	89
Пацієнт №4	22	Чоловік	71	99	126	69	92	110	66	87	94	64	84	94	67	84	93
Пацієнт №5	27	Чоловік	74	101	130	70	96	105	65	89	100	68	81	96	67	85	95
Пацієнт №6	35	Чоловік	76	103	134	73	95	118	65	91	102	69	88	99	71	86	100
Пацієнт №7	36	Чоловік	76	102	133	75	97	117	69	92	102	71	90	100	75	90	100
Пацієнт №8	45	Чоловік	82	99	135	77	96	123	79	93	108	72	92	102	76	93	99
Пацієнт №9	60	Чоловік	88	108	145	85	102	132	82	101	118	79	99	108	80	97	106
Пацієнт №10	68	Чоловік	90	120	152	86	105	135	86	108	122	84	102	110	85	101	112

Таблиця 3. Результати дослідження жінок (кількість частинок в 1 мл води)

№	Вік	Стать	Хлоргексидин			Перекис водню			Антисептик (спиртовмісний)			Настойка календули			Вода		
			Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3
Пацієнт №2	22	Жінка	64	86	108	61	82	94	58	79	90	54	73	84	53	73	82
Пацієнт №3	26	Жінка	62	89	102	60	87	99	56	80	92	52	72	84	54	74	81
Пацієнт №4	32	Жінка	67	90	108	65	86	103	62	81	96	58	76	90	58	77	89
Пацієнт №5	37	Жінка	70	88	106	66	90	104	64	81	98	59	76	92	60	80	89
Пацієнт №6	38	Жінка	70	90	108	66	89	103	67	82	100	61	75	93	61	79	91
Пацієнт №7	44	Жінка	75	95	114	69	90	108	72	88	102	70	78	95	68	85	96
Пацієнт №8	51	Жінка	78	97	117	72	93	107	68	92	102	69	79	97	69	87	98
Пацієнт №9	72	Жінка	82	98	135	78	96	115	73	94	108	70	85	104	71	92	104
Пацієнт №10	80	Жінка	91	104	142	84	100	121	80	97	115	78	89	111	75	95	110

Ефективність, яка була виявлена у дослідженнях, дає можливість використовувати дану методику в медичній практиці та наукових дослідженнях. В подальшому будуть проводитись додаткові дослідження з використанням різних моделей апаратів та систем вакуумної абсорбції з різними режимами потужності. Також можливе використання і інших видів розпилувачів з використанням іншим препаратів.

Перспективною є можливість використання даної системи у дерматології під час очищення шкіри перед наступними етапами маніпуляцій. Дана система СВАСР має багато перспектив, які можуть мати важливе практичне значення в житті людини.

#### Література

- М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, І. О. Яковенко, *Біофізика: підручник*. Київ, Україна: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27589>
- М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, С. Б. Паньков, М. В. Чухраєв, “Визначення глибини проникнення фармакологічних препаратів у біологічний об’єкт при ультрафонофорезі”, *Вісник КПІ. Серія: Приладобудування*, №56(2), с. 97-103, 2018.
- О. В. Руцька, М. Ф. Терещенко, “Параметри глибини та якості очистки поверхні ран системою вакуумної абсорбції та санації ран” на XII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», Київ, 2019, с. 329-332.
- І. В. Шкварковський, Т. В. Антоноук, Ю. О. Пелепець, “Спосіб лікування гнійних ран методом вакуумної санації”, Пат. України № 73017, МПК (2012.01), А6М 27/00. Опубл. 10.09.2012.
- І. В. Шкварковський, Т. В. Антоноук, Ю. О. Пелепець, “Спосіб лікування гнійних ран кавітаційно-вакуумним методом”, Пат. України № 73129, МПК (2006.01), А61В 17/3209, опубл. 10.09.2012.
- А. Енштайн, У. Фінк, П. Круаза, “Пристрій для вакуумного лікування ран”, Пат. РФ № 2536262, МПК (2006.01), А61М 1/00. опубл. 13.01.2011.
- Ф. Данеї, Г. Вагнер, К. Рорер, “Пристрій для обробки ран і відсмоктувач для обробки ран”,

- Пат. РФ № 2511230, МПК (2006.01), А61М 27/00. опубл. 10.04.2014.
8. М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, М. В. Чухраєв, А. Ю. Кравченко, *Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія*. Київ, Україна: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Політехніка, 2018.  
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25501>
  9. Вакуум-терапия в лечении ран и раневой инфекции. [Электронный ресурс]. Доступно: [https://www.rmj.ru/articles/khirurgiya/Vakuumterapiya\\_v\\_lechenii\\_ran\\_i\\_ranевой\\_infekcii/](https://www.rmj.ru/articles/khirurgiya/Vakuumterapiya_v_lechenii_ran_i_ranевой_infekcii/)
  10. N. V. Chukhraiev and al., *Combined application of ultrasonic waves, magnetic fields and optical flow in the rehabilitation of patients and disabled people*. Kiev Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education Pontifical Catholic University of Peru Radomsko High School SCM «Medical Innovative Technologies». 2016.
  11. G. Tymchik, S. Vysloukh, N. Tereshchenko, S. Matvienko, "Investigation thermal conductivity of biological materials by direct heating hermistor method" in *IEEE 38th International Conference on ELECTRONICS AND NANOTECHNOLOGY (ELNANO)*, Kyiv, 2018, pp. 429-434.
  12. Гюнтер Кампф, *Гигиена рук в здравоохранении: монографія*. Здоровье, 2005.
  13. Апарат PICO. [Электронный ресурс]. Доступно: [http://www.test-poloska.ru/catalog/smithandnephew/smith\\_and\\_nephew/pico/pico\\_25x25.html](http://www.test-poloska.ru/catalog/smithandnephew/smith_and_nephew/pico/pico_25x25.html)
  14. Апарат вакуумний S042 NPWT VivanoTec NP32. [Электронный ресурс]. Доступно: <http://www.medmpo.ru/catalog/paul-hartmann/uhod-za-ranami/apparat-dlya-vakuumnoy-terapii-ran/1074.html>

УДК 613:532.528

<sup>1</sup>М. Ф. Терещенко, <sup>1</sup>О. В. Рущкая, <sup>2</sup>Н. В. Чухраєв<sup>1</sup>Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина<sup>2</sup>Научно-методический центр «Медицинские инновационные технологии», Киев, Украина

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ РАН СИСТЕМОЙ ВАКУУМНОЙ АБСОРБЦИИ И САНАЦИИ

В статье приведены результаты исследования влияния вакуумной абсорбции и ультразвукового распыления жидкости для очистки раны. В современном мире широко развиваются новые методики лечения и очистки поверхности ран различной тяжести и формы. Использование вакуумной абсорбции становится все более распространенным и эффективным методом очистки и дальнейшего лечения поверхности ран. Поэтому на разработанной системе вакуумной абсорбции и санации ран (СВАСР) были проведены исследования параметров очистки ран на различных группах людей – разного пола и возраста. Выполнено аналитическое сравнение различных методов с использованием различных препаратов, чаще всего используемых в медицинской практике.

В экспериментах применялись лекарственные средства и вещества: дистиллированная вода, хлоргексидин, перекись водорода, антисептик для рук, настойка календулы. Проведена очистка с помощью различных методов, таких как: спонжем, увлажненными препаратами, аппаратом вакуумной абсорбции, ультразвуковым распылителем и комбинированным методом. Опыты проводились с использованием тонального крема, который наносился на кожу руки испытуемого. Далее использовались различные методики очистки при использовании различных препаратов, указанных выше.

После использования различных методов очистки весь собранный тональный крем оставался на спонже, с которым дальше проводились опыты по определению глубины загрязнения, прямопропорциональной очистке поверхности кожи. Тогда спонж помещался в воду, при этом загрязнялась вода, и с помощью тестера для воды определялось количество твердых частиц в ней.

Участие людей разного возраста и разных полов в экспериментах дало более точные результаты использования данных методов и определило, что наиболее действенным является комбинированный метод, то есть метод с использованием аппарата вакуумной абсорбции и ультразвукового распылителя в сочетании с антисептиком - хлоргексидин.

Данные исследования дают возможность для дальнейшего развития рассмотренной технологии и эффективного лечения пациентов. Внедрение этого метод может помочь пациентам, как в стационарных медицинских учреждениях, так и в полевых условиях.

**Ключевые слова:** ультразвук; санация ран; вакуумная абсорбция.<sup>1</sup> M. F. Tereshchenko, <sup>1</sup> O. V. Rutska, <sup>2</sup> N. V. Chuhrayev<sup>1</sup>National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine<sup>2</sup>Scientific center "Medical innovative technologies", Kyiv, Ukraine



## METHODS FOR STUDYING THE SURFACE CLEANING PARAMETERS OF THE RAS SYSTEM WITH VACUUM ABSORPTION AND SANITATION SYSTEM

The results of the study of the effect of vacuum absorption and ultrasonic spraying of liquid for cleaning the wound surface are presented in the article. In the modern world, new methods of treatment and treatment of the surface of wounds of different severity and shape are widely developed. The use of vacuum absorption has become an increasingly common and effective method of cleaning and further treating wound surfaces. Therefore, the developed system of vacuum absorption and repair of wounds (SVASR) were investigated the parameters of the treatment of wounds in different groups of people - different age and age. Analytical comparison of different methods with the use of different drugs most commonly used in medical practice is made.

In the experiments such drugs and substances as distilled water, chlorhexidine, hydrogen peroxide, hand antiseptic, marigold tincture were used. Purification was performed using different cleaning agents. Thus, purification was carried out using various methods, such as: sponge moistened with drugs, vacuum absorption apparatus, ultrasonic sprayer and combined method. The experiments were performed using a tonal cream, which was applied to the skin of the subject's hands. Next, different purification techniques were used when using the different preparations mentioned above.

After using different methods of cleaning, all the collected tonal cream remained on the sponge, with which further experiments were conducted to determine the depth of contamination, which is directly proportional to the cleaning of the skin surface. Thus, this sponge was placed in water, which was thus contaminated and with the help of a water tester, the amount of solids in it was determined.

The participation of people of different ages and different articles in the experiments gave more accurate results of the use of these methods and determined that the most effective is the combined method, ie the method using a vacuum absorber apparatus and an ultrasonic nebulizer in combination with an antiseptic - chlorhexidine. These results were calculated.

These studies provide an opportunity for the further development of this technology and the effective treatment of patients. The implementation of this method can help patients in both inpatient and field settings.

**Key words:** ultrasound; wound healing; vacuum absorption.

*Надійшла до редакції  
09 серпня 2019 року*

*Рецензовано  
20 вересня 2019 року*