DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2021-25(1)-18

УДК: 617-089:53.06

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ВИГОТОВЛЕННЯ МАРЛЕВИХ ТУПФЕРІВ ЗАЛЕЖНО ВІД МЕТИ ВИКОРИСТАННЯ

Лопушанський О. М., Сандер С. В., Рубан М. М., Феджага О. П., Крошка В. М.

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова (вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, Україна, 21018)

Відповідальний за листування:
e-mail: sanderserg@gmail.com

Статтю отримано 19 листопада 2020 р.; прийнято до друку 23 грудня 2020 р.

Анотація. Марля залишається основним перев'язувальним матеріалом. З неї виготовляють тупфери для висушування ран та препарування тканин. Мета роботи - встановлення оптимальної щільності тупфера для осушування рани та препарування тканин. Досліджували тупфери, що виготовляли з фрагментів марлі 10х12 см. При виготовленні тупферів марлю згортали з різною щільністю: вільна намотка (пухкі тупфери), намотка середньої щільності, щільна намотка. Фрагменти марлі зважували до і після занурювання у воду і розраховували абсорбційну здатність на одиницю сухої маси. Препарувальні властивості тупферів досліджували на пластилінових блоках, на поверхню яких тиснули із силою 12 Н. Заглиблення, що утворювались заливали гіпсом. Визначали об'єм і масу зліпків. Для визначення достовірності відмінності двох середніх величин застосовували критерій достовірності t (критерій Ст'юдента). Виявлено, що пухкі тупфери абсорбували $913,5 \pm 43,9\%$ води, середньої щільності - $766,3 \pm 55,2\%$, щільні - $682,9 \pm 70,1$ ($p < 0,05$). Це обумовлено тим, що пухкі тупфери мають найбільші за радіусом та довжиною капіляри. При вивченні заглиблень, утворених тисненням тупфером на поверхню блоку, виявлено, що при використанні пухких тупферів утворювалось глибоке конусовидне заглиблення, що свідчило про небезпеку травматизації. При тисненні сухими тупферами середньої щільності отримували зліпки масою $0,034 \pm 0,0000011$ г, зволоженими - $0,033 \pm 0,0000011$ г ($p > 0,05$). При використанні щільних тупферів - $0,037 \pm 0,0000011$ г та $0,034 \pm 0,0000011$ г відповідно ($p < 0,05$). Щільні тупфери демонстрували найкращі препарувальні властивості. При змочуванні вони незначно, але достовірно зменшуються. Тупфери середньої щільності мають дещо гірші препарувальні властивості. При змочуванні вони достовірно не змінювались. Зменшення препарувальних властивостей ми пов'язуємо із витисненням води з марлі при натисканні. Таким чином, найкраще поглинають рідину пухкі тупфери ($\Delta M = 913,5\% \pm 43,9\%$), що обумовлює їх переважне використання для осушення рани. Щільні тупфери характеризуються найменшою абсорбційною здатністю ($682,9 \pm 70,1\%$), найкращими препарувальними властивостями.

Ключові слова: марля, абсорбція води, тупфер, капілярність.

Вступ

На сьогоднішній день основним перев'язувальним матеріалом залишається марля. З марлі виготовляють бинти, тупфери, кульки серветки, тампони та ін. Кульки виготовляють з фрагментів марлі, згорнутих у три шари. Застосовують їх для осушення ран, обробки шкіри, препаровки тканин, видалення гною тощо. Тупфер - стерильний зонд-тампон, який складається з марлі або іншого пористого матеріалу, фіксованого затиском або корнцангом. Широко застосовується в хірургії з метою осушування операційної рани, порожнин, тупого роз'єднання тканин. Причому емпірично визначено, що для осушування слід використовувати рихлі тупфери, а для препаровки тканин - щільні [1, 4, 5, 6, 8].

Марля являє собою мережу множинних капілярів, які утворюються між волокнами тканини при їх переплетенні та самою тканиною в межах шару. Однак, при додатковому згортанні марлі під час формування тупфера (стерильний зонд-тампон, що використовують для осушування операційної рани або тупого розшарування тканин) між окремими її шарами та волокнами також утворюються додаткові капіляри, що сприяє кращому вибранню рідини.

Вода, кров та інші біологічні рідини організму являють собою змочувальні рідини, які, при контакті з мар-

лею, демонструють явище капілярності, тобто мають здатність підійматись у капілярах - дуже вузьких каналах довільної форми та довжини. Явище капілярності обумовлюється поверхневим натягом рідини, яке виникає на межі двох середовищ, що не змішуються (наприклад: рідина-тверде тіло). Закономірно, що ступінь підйому рідини по капіляру знаходиться в оберненій залежності від його діаметру та в прямій залежності від його довжини, що і моделюється різним ступенем згортання марлі [2].

Мета роботи - обґрунтування ступеня щільності тупфера для осушування операційного поля та препарування тканин.

Матеріали та методи

Досліджували тупфери, що були виготовлені з фрагментів нестерильної марлі розміром 10х12 см. Зазначений фрагмент марлі декілька разів складали (рис. 1), щоб зробити кульку. Потім отриману кульку компактно згортали навколо однієї з її осей і затискали у прямий затискач Більрота (рис. 2), щоб отримати тупфер.

При виготовленні тупферів кульки згортали з різним ступенем щільності: вільна намотка ("пухкі" тупфери), намотка середньої щільності, щільна намотка (рис. 3).

Рис. 1. Виготовлена кулька.

Рис. 2. Виготовлений тупфер.

Рис. 3. Тупфери трьох типів щільності: а - щільні б - середньої щільності; в - "пухкі".

Було виготовлено по 45 зразків кожного типу. Тупфери було розділено на 9 груп (по 5 в кожній). Отже, в кожній групі було по 5 пухких, середньої щільності та щільних кульок). Кульки зважували. Після цього кульки занурювали у дистильовану воду температурою 20°C.

Після занурення кожну з кульок струшували до моменту видалення води, яка знаходиться на поверхні марля, але не адсорбувалась. Далі кульки зважували за допо-

Рис. 4. Застосування динамометра для визначення сили тиснення на поверхню блока.

Рис. 5. Залиті гіпсом заглиблення.

могою шалькових терезів (інструментальна похибка - 0,1 г). Зважування проводили при температурі повітря 20°C. Розрахунок здійснювали на одиницю сухої маси.

Результати зважування кульок до занурення у воду (M_c) та після занурення у воду (M_v) визначали в кожній групі. Вимірювання проводили 9 разів для кожного типу кульок.

Препарувальні властивості тупферів проводили на пластилинових блоках. Це було обумовлено тим, що пластилін за твердістю був подібний до клітковини людини.

У ході дослідження на поверхню пластилинового блоку під прямим кутом (90°) впродовж 20 сек. здійснювали тиск зі сталою силою ($P=12$ Н). Силу тиснення вимірювали динамометром, який приєднували до тупфера (рис. 4). Використовували сухі та зволожені тупфери.

У ході тиснення тупфером на поверхні пластилинового блоку утворювалось заглиблення. Ці заглиблення заливали гіпсом і отримували зліпки (рис. 5). Визначали їх об'єм і масу.

Для визначення достовірності відмінності двох середніх величин застосовували критерій достовірності t (критерій Ст'юдента) [3, 9].

Результати. Обговорення

Як бачимо з рисунку 3 щільні тупфери мали найменший об'єм. Завдяки цьому вони в найменшій мірі закривають поле огляду, не перешкоджають візуальному контролю дій хірурга і стану ділянки маніпулювання, зокрема препарування тканин.

Залежно від щільності тупфери абсорбували різну кількість води. Порівняння абсорбційних здібностей тупферів різної щільності подано у таблиці 1.

Як бачимо з таблиць 1-2 найбільшу абсорбційну здатність мають пухкі тупфери. Вони за інші рівних умов спроможні вбирати на третину більше, ніж щільні.

З точки зору молекулярної фізики дане явище описує формула [7, 10]:

$$h = 2\sigma / R\rho g.$$

Де:

h - висота (надалі довжина) капіляра

R - радіус капіляра

σ - поверхневий натяг рідини

ρ - густина рідини

g - прискорення вільного падіння

Опираючись на цю формулу, можемо виразити об'єм

Таблиця 1. Порівняльна характеристика поглинальної здатності тупферів різної щільності.

Показники	Тип щільності тупферу		
	Щільні	Середні	Пухкі
Маса сухого тупферу (M_c),	1,8±0,2	1,9±0,2	2,1±0,1
Маса зволоженого тупферу (M_v), г	14,2±1,4	16,9±1,4	21,3±0,9*
Приріст маси (ΔM), %	682,9±70,1	766,3±55,2	913,5±43,9*

Примітка. * - відмінності статистично достовірні ($p<0,01$).

Рис. 6. Утворені заглиблення. I - використано щільний тупфер, II - використано тупфер середньої щільності, III - використано пухкий тупфер.

Таблиця 2. Маса зліпків при тисненні тупферами різних типів щільності та зволоження.

Тип тупферу	Зволоженість	M (середня), г	σ відхилення (г)	Похибка (p)
Щільні	сухі	0,037	0,0000011	0,05
Щільні	вологі	0,034*	0,0000011	
Середні	сухі	0,034*	0,0000011	
Середні	вологі	0,033	0,0000011	

Примітка. * - відмінності статистично достовірні порівняно із щільними зволоженими ($p<0,05$).

абсорбованої рідини:

$$V_{\text{абсорбований}} = hR$$

У ході проведеного дослідження при порівнянні тупферів різної щільності властивості марлі та рідини (води) не змінювались. Отже, на об'єм абсорбованої рідини впливає тільки радіус утвореного капіляра (R) та його довжина (h). Закономірно, що ці показники будуть тим менші, чим щільнішою є тупфер. Отже, об'єм поглиненої та утриманої рідини буде меншим. Найбільш пухкі тупфери мають найбільші за радіусом та довжиною капіляри. Цим пояснюється їх висока абсорбційна здатність.

У ході тиснення тупфером на поверхню пластилинового блоку утворювалось заглиблення (рис. 6). Вибір субстрату базувався на тому, що пластилін, на відміну від мила, парафіну та ін. володіє не надто високою твердістю, що близька до тканин людини, зокрема до підшкірної жирової клітковини. У ході дослідження виявилось, що в разі використання пухких тупферів тиск здійснювали тільки браншами затискача, що є надто травматичним для тканин людини та, в цілому, недопустимим. Наше спостереження підтверджується формою отриманого зліпку (рис. 6), який, на відміну від інших, має виражену конусоподібну форму, що спричинено надмірним тиском елементів самого затискача і потенційно значною травматизацією тканин. З огляду на це, пухкі кульки не можуть бути застосовані для препарування тканин, а, отже, і розрахунки для цієї групи в подальшому не проводили. При використанні щільних тупферів (рис. 6) утворювалось заглиблення, що мало менший діаметр і дещо більшу глибину, ніж заглиблення при використанні тупферів середньої щільності.

При зважуванні зліпків отримані наступні результати (табл. 2). Як бачимо з таблиці 2, при застосування щільних тупферів утворювалось найбільше за об'ємом заглиблення. Про це свідчить його маса ($M=0,037\pm0,0000011$ г). При змочування щільних тупферів заглиблення було незначно, але достовірно меншим. При використанні сухих тупферів середньої щільності розміри заглиблення були достовірно меншими порівняно із щільними сухими тупферами. При зволоженні тупферів цього типу розмір заглиблення практично не змінювався.

Отже, щільні тупфери демонструють найкращі препарувальні властивості (заглиблення меншого діаметру та більшого об'єму). На нашу думку, це обумовлено тим, що при використанні тупферів цього типу тиск прикладений до тупфера в найбільшій мірі передається субстрату (пластиліновому блоку). Натомість, кульки середньої щільності, за рахунок меншої структурності, спричиняють "розсіювання" енергії на більшій площі і, як результат, утворення меншого за об'ємом дефекту.

Змочування щільного тупфера призводить до незначного, але достовірного зниження препарувальних властивостей. Зменшення препарувальних властивостей ми пов'язуємо із частковим витисненням води з марлі при натисканні на субстрат. Препарувальні властивості тупферів середньої щільності були достовірно гіршими, ніж у щільних. Показник сухих тупферів середньої щільності був на рівні звожених щільних тупферів. У той же час, змочування тупферів середньої щільності суттєвого не змінювало їх препарувальні властивості. Це може бути

обумовлено різницею вихідних розмірів проміжків між волокнами марлі. Щільні кульки мають найменші проміжки, а волокна та шари марлі знаходяться в найбільш тісному контакті. Отже, поглинання рідини спричинить найбільш суттєві втрати структурності та препарувальних властивостей. У той же час, кульки середньої щільності з самого початку володіють менш компактним розташуванням шарів, а, значить, розширення проміжків між ними менш критично впливало на препарувальні властивості [2].

Висновки та перспективи подальших розробок

1. Найкращу поглинальну здатність демонструють найбільш пухкі тупфери ($\Delta M=913,5\%\pm43,9\%$, $p=0,05$), що обумовлює їх переважне використання для осушення рани та абсорбції рідини в цілому.

2. Щільні тупфери характеризуються найменшою абсорбційною здатністю ($682,9\pm70,1\%$), найкращими препарувальними властивостями.

3. Впровадження такого підходу дозволить не тільки раціоналізувати витрати перев'язувального матеріалу, а й оптимізувати роботу персоналу, скоротить час, необхідний на осушування операційного поля або препарування тканин.

Перспективи дослідження полягають у дослідженні фізичних властивостей різних перев'язувальних матеріалів з метою обґрунтування оптимального їх застосування в різних ситуаціях хірургічної операції.

Список посилань - References

- [1] Burykh, M. P. (1998). *Основы технологии хирургических операций [Fundamentals of the technology of surgical operations]*. Харьков: РА и ООО "Знание" - Kharkiv: RA and LLC "Knowledge".
- [2] Frolov, Yu. G. (1988). *Курс коллоидной химии. Учебник для вузов. (2-е изд., перераб. и доп.) [Colloidal chemistry course. Textbook for universities. (2nd ed., Revised and enlarged)]*. Москва: Химия - Moscow: Chemistry.
- [3] Gruzeva, T. S. (Ed.). (2020). *Біостатистика [Biostatistics]*. Вінниця: Нова Книга - Vinnytsia: New Book. ISBN 978-966-382-857-2
- [4] Kanikovskiy, O. E., Sander, S. V., & Fomin, O. O. (2019). *Загальна хірургія: підручник [General surgery: a textbook]*. Вінниця, ФОП Рогольська І. О. - Vinnytsia, FOP Rogalska I. O.
- [5] Khimich, S. D., & Zheliba, M. D. (Ed.). (2018). *Загальна хірургія. (3-є вид., переробл. і допов.) [General surgery. (3rd ed., Revised and supplemented)]*. Київ: Медицина - Kyiv: Medicine. ISBN: 978-617-505-668-4
- [6] Komarov, B. D. (1985). *Справочник операционной и перевязочной сестры [Operating room and dressing nurse's guide]*. Москва: Медицина - Moscow: Medicine.
- [7] Landsberg, G. S. (Ed.). (1984). *Элементарный учебник физики. Механика. Теплота. Молекулярная физика (Т. 1) [Elementary physics textbook. Mechanics. Heat. Molecular Physics (Vol. 1)]*. Москва: Наука - Moscow: Science.
- [8] Petrov, S. V. (2010). *Общая хирургия: учебник для мед. вузов. (3-е изд., перераб. и доп.) [General surgery: a textbook for med. universities. (3rd ed., revised and enlarged)]*. Москва: ГЭОТАР-Медиа - Moscow: GEOTAR-Media. ISBN 978-5-9704-1572-6
- [9] Serenko, A. F., & Ermakov, V. V. (Ed.). (1984). *Социальная гигиена и организация здравоохранения (Учебная литература для студентов мед. вузов). (Второе изд., переработ. и доп.) [Social hygiene and organization of health care (Educational literature for students of medical universities). (Second ed., Revised and supplemented)]*. Москва: Медицина - Moscow: Medicine.
- [10] Yavorsky, B. M., & Seleznev, Yu. A. (1984). *Справочное руководство по физике для поступающих в вузы и самообразования [A reference guide to physics for university applicants and self-education]*. Москва: "Наука. Главная редакция физико-математической литературы" - Moscow: "Science. The main editorial office of physical and mathematical literature".

SUBSTANTIATION OF THE METHOD OF MANUFACTURING GAUZE SWABS DEPENDING ON THE PURPOSE OF USE

Lopushansky O. M., Sander S. V., Ruban M. M., Fejaga O. P., Kroshka V. M.

Annotation. Gauze remains the main dressing. It is used to make swabs for drying wounds and dissecting tissues. The purpose of the work is to establish the optimal density of the swab for drainage of the wound and preparation of tissues. Swabs made of 10x12 cm gauze fragments were investigated. The gauze fragments were weighed before and after immersion in water and the absorption

capacity per unit dry weight was calculated. The dissecting properties of the swabs were investigated on plasticine blocks, the surface of which was pressed with a force of 12 N. The formed depressions were filled with gypsum. The volume and weight of the casts were determined. To determine the reliability of the difference between the two mean values used the reliability criterion *t* (Student's test). It was found that loose swabs absorbed $913.5 \pm 43.9\%$ of water, medium density - $766.3 \pm 55.2\%$, dense - 682.9 ± 70.1 ($p < 0.05$). This is due to the fact that loose swabs have the largest in radius and length of the capillaries. When studying the recesses formed by embossing the swab on the surface of the block, it was found that when using loose swabs formed a deep conical recess, which indicated the risk of injury. When embossed with dry swabs of medium density received molds weighing 0.034 ± 0.0000011 g, wet - 0.033 ± 0.0000011 g ($p > 0.05$). When using dense swabs - 0.037 ± 0.0000011 g and 0.034 ± 0.0000011 g, respectively ($p < 0.05$). Dense swabs showed the best dissecting properties. When wet, they are slightly but significantly reduced. Medium density swabs have slightly worse dissecting properties. When wet, they did not change significantly. We attribute the decrease in dissecting properties to the displacement of water from the gauze when pressed. Thus, loose swabs ($\Delta M = 913.5\% \pm 43.9\%$) absorb fluid best, which determines their predominant use for wound drying. Dense swabs are characterized by the lowest absorption capacity ($682.9 \pm 70.1\%$), the best dissecting properties.

Keywords: gauze, water absorption, swab, capillarity.