

## АНАЛІЗ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАГНІТОКЕРОВАНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ КРІОТЕРАПІЇ

Ведерникова І.О., Коваль А.О., Шпичак О.С., Семенов А.М.  
*Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна*  
*кафедра неорганічної хімії, кафедра аптечної технології,*  
*кафедра клінічної фармакології та клінічної фармації*  
*neorganic@niph.edu.ua*

Кріотерапія – лікування за допомогою низьких і наднизьких температур. Проводять її методом аплікацій, обдувань та зрошень речовинами, що мають низькі та наднизькі температури, або контактної кріодеструкції, гіпотермії з допомогою приладів. У залежності від способу дії, кріогенні методи лікування здатні викликати різноманітні ефекти – від імуностимуляції, стимулювання регенеративних процесів, до повної деструкції тканини (кріодеструкція). Кріотерапія відноситься до перспективних та універсальних методів лікування. Кріодія не впливає негативно на гомеостаз і стан імунореактивності організму хворих, суттєво підвищує показники клітинного і гуморального імунітету.

Існує проблема створення щільного механічного та теплового контакту аплікатору з поверхнею тканини, на яку напрямлена кріодія. У кріогенній терапії використовують фізіологічний розчин, який наносять на патологічну зону для покращання адгезії з кріоаплікатором. Але надмірна рухливість розчину не дозволяє зафіксувати його на поверхні тканини (особливо якщо це внутрішній бік крила носа, стінка глотки та ін.). Фізіологічний розчин не здатний проникати глибоко у патологічну тканину, що робить неможливим теплопередачу від аплікатора до всього об'єму патологічного осередку. Це уповільнює процес лікування та призводить до багаторазового здійснення кріоаплікації, особливо для видалення ороговілих, сухих і бугристих утворень, а також для осередків з великою глибиною проростання.

Використання часток магнетиту в складі засобу з м'якою консистенцією дозволить одержати магнітокероване теплопровідне середовище. Такий препарат володіє високою теплопровідністю, здатний легко наноситися та фіксуватися на будь-якій поверхні. Під дією зовнішнього магнітного поля (МП) він може глибоко проникати в патологічну тканину, за рахунок заповнення дрібних тріщин, пустот, каналів та різних порожнин. Це дозволить зменшити час кріогенної дії, збільшити глибину дії, величину кріодеструкції та підвищити ефективність кріотерапії щільних, ороговілих тканин.

Була встановлена властивість нанодисперсних часток магнітної фази легко орієнтуватися по силових лініях МП та утворювати ланцюжкові агрегати. Це спричинить створення щільних теплопровідних каналів, сприятиме проходженню холоду в глибину тканини.

З метою визначення оптимального складу магнітокерованої рідини (МР), були досліджені варіанти композицій магнетиту з різними компонентами основи: суміш поліетиленоксидів (ПЕО-400 та ПЕО-1500) у співвідношенні 9:1

(варіанти I-V), 8:2 (варіанти VI-VII), розчин Люголя з гліцерином (варіант VIII) та суміш обліпихової олії з олеїною кислотою (варіант IX).

При оцінюванні магнітокерованості зразків МР за допомогою постійного магніту було визначено, що варіанти композицій II – IV мають задовільну здатність до магнітної фіксації у вертикальному положенні, легко керуються магнітом. Збільшення вмісту магнетиту, за варіантом V, негативно впливає на реологічні властивості композиції, при цьому втрачаються і здатність зразка проникати в ділянки поверхні. Зменшення вмісту магнетиту, згідно варіанту I, покращує реологічні характеристики але призводить до втрати магнітної фіксації, зменшує стабільність композиції. Варіанти зразків МР VI та VII за консистенцією (ПЕО 400:1500 = 8:2) зберігають магнітну рухливість слабо. Збільшення вмісту ПЕО 1500 веде до загушення композицій.

Варіант VIII, з використанням розчину Люголя у гліцерині, дозволяє одержати зразок МР з високими магнітокерованими властивостями, композиція дуже рухлива, але при цьому дуже важко фіксується, та незручна в використанні. Такі ж недоліки має зразок МР за варіантом IX.

Для встановлення ефективності використання магнітокерованої лікарської форми як теплопровідної речовини для криогенного лікування та деструкції патологічних осередків, визначали коефіцієнт теплопровідності зразків МР. Величина цього параметру в значній степені залежить від природи феромагнітного наповнювача та його концентрації, оскільки коефіцієнт теплопровідності феромагнетиту в середньому більш ніж на порядок перевищує теплопровідність будь-якої рідкої основи.

Обґрунтовано склад магнітокерованої форми для криогенного лікування та деструкції патологічних осередків при загальному співвідношенні компонентів (мас. %):

магнетит	30,0 – 50,0
поліетиленоксид-400	63,0 – 45,0
поліетиленоксид-1500	7,0 – 5,0

Визначено, що дія МП впливає на процес теплопередачі в досліджених зразках. Зі збільшенням концентрації магнетиту в зразках МР дія МП на теплопровідність посилюється. У разі достатніх великих полів  $\lambda$  зростає удвічі. Це може бути пов'язане зі зміною характеру конвективного руху рідини під впливом МП, направленим уздовж горизонтального шару досліджуваної магнітної рідини. Особливості поведінки МР у МП, пов'язані з можливістю структуроутворення. Під впливом МП у зразку МР виникає взаємодія магнітних частинок, що призводить до посилення теплообміну за наявності температурного градієнта. Частки дрібнодисперсного магнетиту орієнтуються вздовж силових ліній наведеного поля та утворюють ланцюжки контакту одна з одною, тому теплопровідність засобу збільшується у декілька разів аж до значень теплопровідності магнетиту.