

МОДЕЛЬ РАДІОЧАСТОТНОГО ТЕРМІЧНОГО ВПЛИВУ НА РІЗНІ ШАРИ ШКІРИ З ЛІКУВАЛЬНОЮ МЕТОЮ

Мінасян Маргарита Олександрівна- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», студентка кафедри біомедичної інженерії факультету біомедичної інженерії, м. Київ.

Сичик Марина Михайлівна - Державна установа "Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова Національної академії медичних наук України", провідний інженер лабораторії електрофізіологічних досліджень, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», асистент кафедри біомедичної інженерії, м. Київ.

На сьогодні більшість естетичних хірургів приходять до висновку, що найчастіше виконання оперативних втручань щодо усунення вікового птозу тканин обличчя і шиї без впливу на їх структуру і якість є недостатнім для досягнення оптимальних результатів. Тож, метою даного дослідження стало питання проаналізувати як радіочастотний струм впливає на різні шари шкіри.

Актуальним залишається пошук методів впливу на шкіру з максимальним збереженням цілісності епідермоцитів, особливо меланоцитів. Одним з таких методів є радіохвильовий (RF) вплив на м'які тканини обличчя і шиї з метою ліфтингу [1].

Було виконане математичне моделювання в середовищі програми Comsol Multiphysics ділянки шкіри з різними шарами: епідерміс, дерма, жирові клітини, сполучно-тканинні волокна, м'язова тканина, що описувалися диференціальними рівняннями з заданими термодинамічними властивостями, відповідними кожному шару. Досліджено три варіанти інструментального проведення радіочастотного впливу: монополярна, біполярна та багатополярна системи електроду, від якого подається радіочастотний струм.

Радіочастотна енергія є одним з видів електромагнітної енергії. При опроміненні шкіри швидко коливаються електромагнітні поля, що викликають рух поляризованих частинок усередині тканин, в результаті генерується тепло, пропорційне електричному опору тканини. Це джерело тепла впливає на шкіру, зумовлюючи температурні зміни, які викликають структурні зміни в самій тканині за рахунок механізму денатурації колагену [2].

Однак, питання про підбір оптимальних параметрів впливу, морфологічних змін в тканинах після RF-впливу на різних термінах досі залишаються відкритими.

Радіохвилі різної частоти впливають на біологічні тканини по-різному. У тканинах під впливом струмів високої частоти відбуваються різні процеси, починаючи від стимуляції проліферації клітин і закінчуючи коагуляційним некрозом, в залежності від частоти, напруги та форми радіохвилі [1].

Апаратів для проведення RF-ліфтингу багато, виробники реалізують в них різні варіанти RF-технології: можуть використовуватися різні частоти, сила струму, реалізовуватися програми автоматичної зміни параметрів під час процедури, різні методи зменшення хворобливих відчуттів, що виникають при нагріванні.

Але реальний ефект від RF-ліфтингу досягається тільки за рахунок підвищення температури в тканинах, причому ця процедура передбачає нанесення контрольованого температурного пошкодження тканин, що запускає репаративні процеси в них. Тому ефективною буде та процедура, яка забезпечить достатнє підвищення температури на потрібній глибині на потрібний час.

При нагріванні шкіри менш, ніж до 42°C процедура буде абсолютно безпечна, але і результат буде порівнянний з ефектом прикладання грілки.

При впливі температурою $43-44^{\circ}\text{C}$ в білках починають відбуватися денатураційні зміни, що забезпечують досягнення результату. Безпечний час, протягом якого можна підтримувати таку температуру в тканинах без ризику отримання опіків, вимірюється хвилинами.

Прогрівання до $45-50^{\circ}\text{C}$ забезпечує виражений ефект, але час впливу такими температурами вже має вимірюватися секундами. Так, наприклад, прогрівання ділянки тканини до 50°C не повинно тривати довше 20 секунд протягом однієї процедури.

Максимальний ефект досягається, коли температура в тканинах перевищує 50°C . Такі температури вимагають ще більш короткочасного впливу. Вплив з такими параметрами реалізовано в технології термаж. Нагрівання тканин вище 60°C при RF-ліфтингу не застосовується, оскільки призводить до тяжких температурних пошкоджень.

Таким чином, ефективність процедури залежить і від кваліфікації лікаря, який повинен враховуючи індивідуальні особливості пацієнта дотримати тонку грань між ефективністю і безпекою, і від використаної апаратури, яка повинна дозволяти йому точно дозувати вплив.

В результаті, ми отримали модель, яка дозволить оцінювати безпечні та ефективні параметри РЧА для впливу на різні шари шкіри з лікувальною метою.

Список використаної літератури

1. Lopez Molina J.A., Rivera M.J., Trujillo M., Berjano E.J. (2009), "Thermal modeling for pulsed radiofrequency ablation: analytical study based on hyperbolic heat conduction", *Med Phys*, vol. 36, pp.1112–1119.
2. Rivera M.J., Lopez Molina J.A., Trujillo M., Romero-Garcia V., Berjano E.J. (2010), "Analytical validation of COMSOL Multiphysics for theoretical models of Radiofrequency ablation including the Hyperbolic Bioheat transfer equation", *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.*, pp. 3214–3217.