

3D-ДРУК І ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ГІДРОДИНАМІКА – НОВА ЕРА ТЕРАПІЇ СИНУСИТУ

Сокольцов А. О., Аврунін О. Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Застосування обчислювальної гідродинаміки (CFD), інноваційної аерозольної терапії та 3D-друку для створення пацієнт-специфічних моделей носової порожнини на основі комп'ютерної томографії [1] дозволяє візуалізувати та індивідуально налаштовувати параметри зрошення: кут введення, положення голови та швидкість потоку. Це сприяє підвищенню ефективності лікування та покращенню комплаєнсу пацієнтів, особливо у післяопераційний період. Одночасно моделювання дозволяє неінвазивно оцінити динаміку повітряного потоку та транспорту аерозольних частинок у носовій порожнині. Чутливість результатів CFD-аналізу до варіацій порогу сегментації КТ-зображень, що істотно впливає на розрахунок опору, об'ємів та розподіл потоку залежить від стандартизації параметрів сегментації для забезпечення достовірності та відтворюваності результатів [2]. Альтернативою рідинним методам зрошення є можливість використання електронного інгалятора для ефективного аерозольного транспорту діючих речовин до порожнин пазух. На прозорих анатомічних моделях, виготовлених з урахуванням індивідуальної анатомії, показано успішне проникнення мікрокрапель суміші пропіленгліколю та гліцерину в навколосові пазухи оптимально при низьких швидкостях потоку (2 л/хв) і зниження зі збільшенням швидкості потоку, при швидкості 11 л/хв і вище вхід був відсутній. Після проведення хірургічної корекції анатомічних структур (унцінектомії) спостерігалось покращення проникнення аерозолі, що підкреслює важливість анатомічного фактора. У порівнянні з традиційними методами доставки (спреї, небулайзери), е-вейп-аерозолі забезпечують кращу інфільтрацію в цільові області [3]. Представлений комплексний підхід відкриває нові можливості для персоналізованої терапії хвороб носа і пазух, поєднуючи візуалізаційні технології, комп'ютерне моделювання та інженерні рішення для досягнення максимальної ефективності лікування.

Література:

1. Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y., Saed et al. (2019). Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology, 2018, 1–8. doi:10.1201/9780429057618-1.
2. Zhao K, Kim K, Craig JR, Palmer JN. Using 3D printed sinonasal models to visualize and optimize personalized sinonasal sinus irrigation strategies. *Rhinology*. 2020 Jun 1;58(3):266-272. doi: 10.4193/Rhin19.314.
3. Seifelnasr A, Zare F, Si X, Xi J. Exploring E-Vape Aerosol Penetration into Paranasal Sinuses: Insights from Patient-Specific Models. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2025 Jan 22;18(2):142. doi: 10.3390/ph18020142.