

**СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ 3D ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В ГЕРНІОЛОГІЇ****¹Р. Б. Лисенко, ²М. Г. Кришук****¹Полтавський державний медичний університет (м. Полтава, Україна)****²Національний технічний університет України****“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” (м. Київ, Україна)**

Вступ. У сучасному світі, що стрімко розвивається, все частіше використовуються інформаційні технології, вони все більше захоплюють наше життя. Цей прогрес зумовив появу нового напрямку комп'ютерного моделювання в біомеханіці, що якісно змінило методологію досліджень міцності та оцінки надійності біомеханічних систем (БС) людини. Сучасні 3D інформаційні технології дозволяють створювати моделі БС надзвичайної складності з високим ступенем деталізації та забезпечити високу точність розрахунків для розробки стратегій лікування.

Перспективним напрямком сучасних досліджень у біоінженерії є імітаційне комп'ютерне моделювання (ІКМ) напружено-деформованого стану (НДС) БС. На сьогоднішній день створення баз даних ІКМ НДС БС передньої черевної стінки (ПЧС) людини є новим напрямком біомеханічних досліджень у герніології. У даний час прогрес комп'ютерних технологій і удосконалення методів цифрової обробки томографічних зображень розкривають нові можливості в створенні й аналізі тривимірних моделей ПЧС. Основне призначення ІКМ в герніології – є максимально точне наближення моделі поведінки БС “ПЧС-імплантат” людини до реального біологічного об'єкту, оцінка їх механічних напружень, міцності та несучої спроможності та пошук можливостей покращення її функціонування при ліквідації ушкоджень методом алопластики [1, 2, 3, 4, 5].

Можна сміливо заявити, що застосування ІКМ в герніології це нове поняття і ми поки що часто стикаємося з незрозумінням необхідності проведення таких досліджень у пацієнтів із дефектами черевної стінки (ДЧС). Тому є певна потреба в популяризації можливостей використання сучасних систем 3D інформаційних технологій в герніології.

Мета дослідження полягає в визначенні сучасних можливостей використання 3D інформаційних технологій в герніології.

Основна частина. На даний час, із позиції біомеханіки, у залежності від виду дефекту ПЧС, його розмірів, локалізації, способу пластики та типу сітчастого імплантату, за допомогою сучасних 3D інформаційних технологій, можна дослідити закономірності НДС БС ПЧС, провести оцінку жорсткості та міцності тканин її структурних елементів [2]. Для створення 3D моделей БС ПЧС можна застосувати результати дослідження біомеханіки різного типу 3D моделей БС та закономірностей зміни напружень і в'язко-пружних деформацій біологічних тканин при функціональних навантаженнях, оцінку несучої здатності БС до та після хірургічного втручання при використанні різновидів алопластики ПЧС [1].

Методологія цих інформаційних систем базується на наукових положеннях механіки деформованого твердого тіла, біомеханіки, даних комп'ютерної томографії, застосуванні технологій розв'язання задач біомеханіки чисельними методами дискретної математики, що реалізовані в сучасних інформаційних системах рентгенівської денситометрії, геометричного моделювання, інженерного аналізу, обробки графічних та числових даних. Сучасні стандарти високоточного моделювання НДС складних БС ПЧС передбачають застосування 3D інформаційних технологій та CAD/CAM/CAE/PLM систем комп'ютерної математики, інженерного аналізу та певного програмного забезпечення. Загальна стратегія математичного моделювання нелінійних механічних процесів для БС алопластики ПЧС заснована на поєднанні використання проєкційно-сіткових методів і кроково-ітераційних алгоритмів. Застосування методу граничних станів дозволяє врахувати специфіку роботи БС при алопластиці ПЧС, тобто дає можливість вимірювання параметрів їх функціональності для оцінки міцності, надійності сполучених елементів БС. Інформація про вид пошкодження при ДЧС слугує основою для необхідності подальшого відтворення їх функціональності у вигляді БС після алопластики.

Створення ІКМ ПЧС й обчислення напружень та деформацій з урахуванням геометрично та фізично нелінійних характеристик неоднорідного середовища БС може бути застосоване для вирішення задач пошуку оптимальних параметрів виду, розміру, способу розташування імплантату та його фіксації при алопластиці ДЧС, що зазнає значних навантажень у процесі функціональних змін у післяопераційному періоді. Математичні моделі можна застосовувати для визначення основних закономірностей механічної поведінки БС «ПЧС-імплантат» та вирішення прикладних клінічних задач, зокрема пошуку оптимального виду способу алопластики в тому чи іншому клінічному випадку. Вказані алгоритми створення ІКМ, враховуючи сучасні можливості телекомунікаційних систем, є підґрунтям для ефективної взаємодії лікаря і медичного інженера в процесі планування хірургічних втручань у складних випадках, зокрема при необхідності виготовлення індивідуальних імплантатів. Запропонований напрямок досліджень біомеханіки ПЧС дає змогу науково-обґрунтованого вибору видів імплантатів для встановлення їх ефективності до використання їх у пацієнтів із ДЧС.

На вибір способу алопластики ЧС впливають її біомеханічні властивості. Необхідно розглядати сучасні СІ як складні системи, які виконують задану функцію й знаходяться в постійній біомеханічній взаємодії з тканинним оточенням. Отримані дані [1, 4,

5] свідчать, що зменшення жорсткості ПЧС у сагітальному напрямку при максимальних функціональних навантаженнях створює несприятливі біомеханічні умови для функціонування БС "ПЧС-імплантат" при алопластиці з застосуванням сіток із анізотропними властивостями. Тому недостатні знання хірурга щодо механічної неоднорідності тканин ПЧС та нехтування анізотропією її пружних властивостей у різних напрямках при функціональних навантаженнях при виконанні алопластики ПЧС для закриття дефектів може призводити до виникнення помилок у виборі виду СІ та особливостей його розташування, що може слугувати причиною порушення тканинної інтеграції й сприяти розвитку ускладнень, рецидивів.

Прагнучи підвищити міцність ПЧС за допомогою додаткових аломатеріалів, варто задуматися, а чи не зменшиться вона насправді. Допустимі за оцінками міцності та функціональної надійності напруження тканин ПЧС у зоні імплантації не повинні призводити до їх руйнування. Механічною причиною руйнування БС "ПЧС-імплантат" служать пікові напруження в зонах фіксації імплантату, що виникають при передачі імплантатом навантаження по краю. Тому рівень напружень по поверхнях контакту між СІ і тканинами ПЧС повинен бути, за можливістю його коректної інсталяції, однорідним. Тобто фізико-механічні показники тканин ПЧС у точках фіксації імплантатів мають відповідати за фізичними властивостями (модуль Юнга, міцність на розрив) характеристикам СІ [3, 4, 5].

Отже, створення й обчислення комп'ютерних моделей БС може бути застосоване при плануванні хірургічних втручань з метою закриття дефектів ПЧС сітчастим імплантатом та для вирішення задач пошуку оптимальних параметрів виду, розміру, способу розташування імплантату та його фіксації при алопластиці ПЧС, що зазнає значних навантажень у післяопераційному періоді. Широке впровадження та популяризація новітніх світових технологій у хірургічному лікуванні гриж живота сприяє науково-практичному розв'язанню сучасних проблем герніології, підвищує кваліфікацію хірургів щодо застосування сучасних методів лікування гриж живота.

Висновки. Застосування інформаційних технологій в біомеханіці, побудова баз даних та дослідження імітаційних моделей БС дає змогу досліджувати вид НДС та несучу спроможність ПЧС із різними типами їх ушкоджень для планування стратегії лікування по відновленню їх функціональності при використанні різних видів алопластики ПЧС.

Створення й обчислення комп'ютерних моделей БС може бути застосоване для вирішення задач пошуку оптимальних параметрів виду, розміру, способу розташування імплантату та його фіксації при алопластиці ПЧС із приводу її дефектів, що зазнає значних навантажень у процесі функціональних у післяопераційному періоді.

Побудова та дослідження імітаційних моделей ПЧС дає змогу у майбутньому досліджувати НДС ПЧС із новими типами імплантатів для встановлення їх ефективності до використання їх на пацієнтах.

Література

1. Kryshchuk M. Biomechanika perednoi cherevnoi stinky liudyny z implantatamy pry funktsionalnykh navantazheniakh. Visnyk NTUU KPI. 2014;3(72):201-207. [in Ukrainian].
2. Lysenko R. Zastosuvannya elementiv konstruiuvannya pry aloplastytsi defektiv cherevnoi stinky. Aktualni problemy suchasnoi medytyny: Visnyk UMSA. 2013;13(41):21-24. [in Ukrainian].
3. Maliuchenko YeO, Lysenko RB, Kryshchuk MH. Imitatsiine modeliuvannya deformovanoho stanu hiperpruzhnykh materialiv perednoi cherevnoi stinky liudyny. Tezy dopovidei zahalnouniversytet. nauk.-tekh. konf. molodykh vchenykh ta studentiv, prysviachenoi dnu Nauky; 2015; Kyiv. Kyiv: NTUU KPI; 2015. s. 37-38. [in Ukrainian].
4. Pidhornyi VO. Vyprobuvannya imitatsiinoho modeliuvannya biomekhaniky perednoi cherevnoi stinky pry aloplastytsi. Materialy XV mizhnarodnoi naukovy-tekhnichnoi konferentsii Prohresyyna tekhnika, tekhnolohiia ta inzhenerna osvita; 2014; Kyiv; 2014. s. 48-50. [in Ukrainian].
5. Shramko R. Prohnozuvannya nesuchoi spromozhnosti ushkodzhenoї perednoi cherevnoi stinky liudyny pry vidnovlenni funktsionalnosti sitchastymy implantatamy. Materialy Vseukrainskoi naukovy-tekhnichnoi konferentsii molodykh vchenykh ta studentiv Innovatsii molodi - mashynobuduvanniu; 2016; Kyiv. Kyiv: NTUU KPI; 2016. s. 8-11. [in Ukrainian].