

# Проблеми викладання

УДК 004.942; 616.71-001.5-089.227.84; 616.718,55/65

*В.І. Гуцуляк<sup>1</sup>, Р.Д. Бородайкевич<sup>2</sup>, А.І. Гуцуляк<sup>1</sup>*

## СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ 3-D МОДЕЛЮВАННЯ ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ЛІКАРІВ-ІНТЕРНІВ ОСНОВАМ ЧЕРЕЗКІСТКОВОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ

<sup>1</sup> ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет»,

<sup>2</sup> ДЗ ССС «Гірське повітря» МОЗ України, смт. Ворохта, м. Яремче, Івано-Франківська обл.

**Резюме.** У роботі представлені сучасні тенденції та особливості інноваційних технологій 3-D моделювання та інтерактивні методи навчання основ черезкісткового остеосинтезу лікарів-інтернів зі спеціальності «Ортопедія і травматологія». У програмі Autodesk Inventor 11 створено імітаційні комп'ютерні тривимірні моделі систем «гомілка – апарат зовнішньої фіксації». Особливістю розроблених моделей є можливість візуалізації м'якотканинних структур сегмента, що наближує умови навчання до реальних та забезпечує можливість проведення передопераційного планування остеосинтезу. Використання методу 3-D мо-

делювання під час навчального процесу забезпечує підвищення ефективності засвоєння умінь, навичок та фахових маніпуляцій в оволодінні методом черезкісткового остеосинтезу, зокрема сприяє розвитку клінічного мислення, допомагає в прийнятті правильного рішення щодо обрання найбільш раціонального, для кожного конкретного клінічного випадку, типу та компонування апарата зовнішньої фіксації.

**Ключові слова:** вивчення основ черезкісткового остеосинтезу, інтерактивні методи, 3-D моделювання, засвоєння практичних навичок.

**Вступ.** Зміни життя в сучасному світі вимагають і змін мети та призначення сучасної медичної освіти. Знижується функціональна значущість і привабливість традиційної організації навчання, передача «готових» знань від викладача до слухача перестає бути основним завданням навчального процесу [1, 8].

Одним із напрямів для покращення навчального процесу є використання інноваційних технологій і, в першу чергу, інтерактивних методів навчання [7, 8], які, на відміну від традиційних, базуються на активній взаємодії учасників навчального процесу [2]. Дані методи передбачають підвищення якості викладання як теоретичного курсу шляхом використання сучасних технологій: проблемних лекцій, лекцій майстер-класів, лекцій прес-конференцій [7], так і практичної підготовки, де поряд з традиційними підходами – робота з хворими, відшліфування майстерності визначення патогномонічних симптомів та ознак, широко застосовують технології ситуаційного навчання та засвоєння практичних навичок на манекенах [3, 9, 10]. Особливо важливим є правильна організація навчання, зокрема лікарів-інтернів ортопедо-травматологічного профілю, щодо адекватного планування та проведення оперативного втручання.

Черезкістковий остеосинтез (ЧО) є високотехнологічним процесом, що потребує ретельного передопераційного планування, яке передбачає: визначення завдань для використання апарата зовнішньої фіксації (АЗФ); визначення типів і розмірів опор та рівнів, оптимальних для їх розташування; визначення найбільш значимих для даної клінічної ситуації черезкісткових елементів (ЧЕ) та позицій для їх проведення. Це потребує, окрім досконалого знання топографічної анатомії кінцівки, врахування типу перелому, розташування фрагментів кісток та

пошкодження окремих ділянок м'якотканинних структур сегмента. Все це створює певні труднощі для проведення передопераційного планування ЧО. Для полегшення цього завдання використовуються спеціальні схеми компонування АЗФ, проте вони виконані у вигляді двовимірних рисунків та не в змозі забезпечити візуального сприйняття цілісного просторового схематичного зображення всієї кінцівки, що ускладнює вибір оптимальних позицій для розташування ЧЕ та компонування АЗФ загалом.

Одним із сучасних та найбільш достовірних методів експериментальних розрахунків властивостей різних конструкцій для використання в медицині, так і в інших сферах діяльності людини, є метод комп'ютерного тривимірного моделювання, основу якого складає метод кінцевих елементів [4]. Застосування спеціального програмного забезпечення дозволяє без значних фінансових витрат, пов'язаних з виготовленням експериментальних взірців та спеціального обладнання для стендових досліджень, виконати комп'ютерне моделювання різних новітніх металоконструкцій, зокрема систем для ЧО.

Не менш важливим є наближення експериментальних моделей АЗФ до клінічних умов. Це потребує урахування топографо-анатомічних особливостей сегмента при проведенні ЧЕ, яке важко здійснити за відсутності власне м'якотканинних структур.

Тому, застосування тривимірних комп'ютерних імітаційних моделей систем «кістка – АЗФ» з візуалізацією м'якотканинних структур сегментів кінцівок, є актуальним для навчання лікарів-інтернів передопераційному плануванню ЧО та компонуванню АЗФ.

**Мета роботи.** Навчити лікарів-інтернів ортопедо-травматологічного профілю основам пе-

редопераційного планування черезкісткового остеосинтезу при переломах кісток гомілки шляхом застосування тривимірних комп'ютерних імітаційних моделей систем «гомілка – АЗФ».

**Матеріал і методи.** У середовищі програми Autodesk Inventor 11 шляхом математичного комп'ютерного моделювання створено тривимірні моделі апарата Г.А. Ілізарова та розробленого Універсального апарата для черезкісткового остеосинтезу [6].

Деталі апаратів створювали в режимі «Model» з використанням різних способів моделювання [5]. Зокрема, застосовано спосіб шаблонів, який полягає у створенні нових деталей шляхом внесення необхідних змін у параметри готових деталей, що зберігаються в браузері програми. При моделюванні деталей даним способом одразу враховували можливі зміни в побудові двовимірних ескізів та функції «Extrude» та дотримувались строго визначеної послідовності дій, що забезпечує корекцію власне лише визначених параметрів моделі. Даним способом створювали однотипні деталі, зокрема різьбові штанги, кронштейни, черезкісткові елементи, півкільця різного типорозміру тощо. Застосування способу шаблонів дозволяло проводити корекцію геометричних параметрів деталей та можливість їх заміни при складанні моделі, що значно спрощувало процес компонування АЗФ.

Компонування АЗФ виконали в режимі «Assembly», де проводили складання моделей із попередньо створених деталей апарата. Особливостями цього режиму моделювання є те, що одна деталь відносно іншої має необмежене число ступенів свободи. Тому для з'єднання деталей встановлювали залежності, що виключають «зайві» ступені свободи.

При моделюванні необхідно виключити ймовірність виникнення помилок при встановленні розмірів деталей. Для цього використовували декілька способів:

- аналіз пересічення контактів;
- аналіз контакту поверхонь;
- аналіз свободи рухів.

Моделі кісток створювали на основі поперечних сканів (з кроком 1 мм), інтактною гомілки, отриманих за допомогою спірального комп'ютерного томографа Siemens Somatom emotion.

Для побудови систем «гомілка – АЗФ» на основі поперечних сканів (з кроком 1-2 мм), отриманих за допомогою спірального комп'ютерного томографа Siemens Somatom emotion, у середовищі Autodesk Inventor 2011 створено тривимірну комп'ютерну модель нижньої кінцівки.

Зазначені системи створили за допомогою максимально точного наближення геометричних розмірів сполучених елементів імітаційних моделей до реального біологічного об'єкта та технологічних конструкцій АЗФ. Отримані за допомогою комп'ютерної томографії геометричні параметри кісток гомілки дозволили окреслити медулярний канал та визначити в програмному забезпеченні Mimics меж розподілу між кортикальним та губ-

частим шарами, яким надавались різні властивості матеріалу. Ці структури моделювали окремими частинами, які з'єднували між собою.

Переломи кісток моделювали з використанням команди «Split», за допомогою якої від інтактною кістки почергового видаляли «зайві» частини, створюючи відповідно проксимальний та дистальний відламки, які зберігали в окремих файлах. У файлі зборки відламки розміщували на відстані 1 мм із збереженням їх попередньої просторової орієнтації.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для побудови комп'ютерних тривимірних геометричних моделей «гомілка – АЗФ» розроблено такий покроковий алгоритм дій:

1) створення моделей кісток та моделювання перелому;

2) створення моделей м'якотканинних структур сегмента з наданням властивості напівпрозорості для можливості візуалізації кісткових фрагментів;

3) визначення та розташування поздовжньої осі великогомілкової кістки;

4) визначення найширшої частини сегмента та встановлення поздовжньої осі даної частини сегмента;

5) створення деталей та монтування рами АЗФ із використанням опор, діаметр яких перевищує ширину найширшої частини сегмента на 4-5 см;

6) встановлення поздовжньої осі рами АЗФ, що проходить через центри кільцевих опор;

7) зіставлення поздовжніх осей рами АЗФ та великогомілкової кістки чи сегмента;

8) проведення черезкісткових елементів з урахуванням топографо-анатомічних особливостей вибраного рівня сегмента.

На основі створених моделей систем «гомілка – АЗФ» проведено навчання лікарів-інтернів компонуванню апарата Ілізарова та універсального апарата для черезкісткового остеосинтезу за різних типів переломів кісток гомілки. Зокрема, моделювались такі компонування АЗФ:

- при косих та поперечних переломах;
- при подвійних переломах;
- при багатовідламкових переломах.

Особливу увагу приділяли вибору типу конструкції АЗФ та необхідних для фіксації кожного з фрагментів кісток черезкісткових елементів.

Використання методу 3-D моделювання забезпечує підвищення ефективності навчання базовим принципам черезкісткового остеосинтезу, що сприяє розвитку клінічного мислення, допомагає в прийнятті правильного рішення щодо обрання типу АЗФ та його компонування. Це дозволяє навчити майбутнього спеціаліста ортопеда-травматолога обирати найбільш раціональне, для кожного конкретного клінічного випадку, компонування АЗФ.

#### Висновки

1. Побудову тривимірних моделей систем для черезкісткового остеосинтезу необхідно здій-

снювати із застосуванням розробленого алгоритму дій, який забезпечує можливість компонування апарата зовнішньої фіксації із візуалізацією м'якотканинних структур сегмента.

2. Для навчання лікарів-інтернів ортопедо-травматологічного профілю основам черезкісткового остеосинтезу та оволодіння навичками компонування апарата зовнішньої фіксації при переломах довгих кісток слід застосовувати тривимірні комп'ютерні імітаційні моделі систем «сегмент – апарат зовнішньої фіксації», що дозволяє наблизити умови навчання до реальних та забезпечує можливість проведення передопераційного моделювання остеосинтезу.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у розробці та застосуванні для навчання лікарів - інтернів динамічних імітаційних моделей «кістка – апарат зовнішньої фіксації».

#### Література

1. Дичківська І.М. Інноваційні педагогічні технології / І.М. Дичківська. – К.: Академвидав, 2004. – 352 с.
2. Еримбетова С. Использование интерактивных технологий обучения в процессе творческого развития учащегося / С. Еримбетова, А. Г. Маджуга, Б. Ахметжан // Вестн. выс. шк. «Альма-Матер». – 2003. – № 11. – С. 48-52.
3. Ковальчук Л.Я. Новітні шляхи вдосконалення підготовки фахівців у Тернопільському державному медичному університеті імені І.Я. Горбачевського / Л.Я. Ковальчук // Мед. освіта. – 2010. – № 2. – С. 27-30.
4. Концевич В.Г. Твердотельное моделирование в Autodesk Inventor / В.Г. Концевич. – Киев, Москва : ДиаСофтЮП, ДМК Пресс, 2008. – 672 с.
5. Красноперов С.В. Самоучитель Autodesk Inventor / С.В. Красноперов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 576 с.
6. Пат. 99872 Україна, МПК А61В 17/58. Універсальний апарат для черезкісткового остеосинтезу / Гуцуляк В.І.; заяв. 18.02.2011; опубл. 10.10.2012, Бюл. № 19.
7. Пометун О.І. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: науково-методичний посібник / О.І. Пометун, А.В. Пироженко; ред. О.І. Пометун. – К.: А.С.К., 2004. – С. 8-24.
8. Шевчук П. Інтерактивні методи навчання : навч. посібник / П. Шевчук, П. Фенрих. – Щецін: WSAР, 2005. – С. 7-23.
9. Dent J.R. A practical guide for medical teachers / I.R. Dent, R.M. Harden. – Churchill Livingstone Elsevier: Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St. Louis, Sydney, Toronto, 2009. – 435 p.
10. Solomon P. Student perspectives on patient educators as facilitators of interprofessional education / P. Solomon // Med. Teacher. – 2011. – Vol. 33, № 10 – P. 851-853.

### СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 3-D МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ВРАЧЕЙ - ИНТЕРНОВ ОСНОВАМ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА

*В.И. Гуцуляк<sup>1</sup>, Р.Д. Бородайкевич<sup>2</sup>, А.И. Гуцуляк<sup>1</sup>*

**Резюме.** В работе представлены современные тенденции и особенности инновационных технологий 3-D моделирования и интерактивные методы обучения основ чрескостного остеосинтеза врачей -интернов по специальности «Травматология и ортопедия». В программе Autodesk Inventor 11 созданы имитационные компьютерные трехмерные модели систем «голень – аппарат внешней фиксации». Особенностью разработанных моделей является возможность визуализации мягкотканых структур сегмента, что приближает условия обучения к реальным и обеспечивает возможность проведения предоперационного планирования остеосинтеза. Использование метода 3-D моделирования во время учебного процесса обеспечивает повышение эффективности усвоения умений, навыков и профессиональных манипуляций в овладении методом чрескостного остеосинтеза, в частности способствует развитию клинического мышления, помогает в принятии правильного решения относительно выбора наиболее рационального для каждого конкретного клинического случая, типа и компоновки аппарата внешней фиксации.

**Ключевые слова:** изучение основ чрескостного остеосинтеза, интерактивные методы, 3-D моделирование, усвоение практических навыков.

### MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGY OF 3-D MODELING AND WAYS TO OPTIMIZE LEARNING THE FUNDAMENTALS OF TRANSOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS FOR DOCTORS INTERNS

*V.I. Hutsuliak<sup>1</sup>, R.D. Borodaikevych<sup>2</sup>, A.I. Hutsuliak<sup>1</sup>*

**Abstract.** The article presents modern tendencies and features of innovative technologies 3-D modelling and interactive teaching methods of transosseous osteosynthesis for doctors interns in the specialty "Orthopedics and traumatology". In "Autodesk Inventor 11" program a three-dimensional dynamic simulation models of the system "Shin – external fixation device" were created. The developed models allow visualizing soft tissue structures of the segment which approximates the learning environment to the real one and enables preoperative planning for osteosynthesis. Using the method of 3-D modeling during the learning process enhances the efficiency of assimilation of abilities, skills and professional handling in the mastery of the method of transosseous osteosynthesis, in particular, promotes development of clinical thinking, helps to make a right decision and to choose the most efficient, for each clinical case, type and layout of the external fixation device.

**Key words:** study of transosseous osteosynthesis, interactive methods, 3-D modeling, mastering practical skills.

<sup>1</sup>SHEI «Ivano-Frankivsk National Medical University» (Ivano-Frankivsk)

<sup>2</sup> SI SSS "Hirske povitrya» Ministry of Health Service of Ukraine, Vorokhta, Yaremche, Ivano-Frankivsk region