УДК 519.711.3:616-089-059-003.61

[1]*В. В. Негодуйко,* [2]*О. П. Нечуйвитер,* [2]*Ю. И. Першина*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАЛЕНИЯ ИНОРОДНЫХ ТЕЛ МЯГКИХ ТКАНЕЙ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

[1]Военно–медицинский клинический Центр Северного региона МО Украины,
г. Харьков;
[2]Украинская Инженерно-педагогическая Академия МОН Украины,
г. Харьков

Summary. Negoduyko V. V., Nechuyviter O. P., Pershina Yu. I. **MATHEMATICAL MODELING OF FIRE-FIGHTING FOREIGN BODIES REMOVING FROM SOFT TISSUES**. – *Military-Medical Clinical Centre for Northern Region of Ukrainian Ministry of Defense; Ukrainian Engineer - Pedagogical Academy, Kharkov, Ukraine; e-mail: mihailusov1@ukr.net*. In the article presented the results of mathematical modeling of fire-fighting foreign body removal are analyzed. For the purpose the common tools were used. The coefficient of a foreign body removal is offered, it allows to predict the probability of a foreign body removal if a magnetic tool and visual control methods are used.

Key words: mathematical modeling, gunshot wounds, soft tissues, foreign bodies.

Реферат. Негодуйко В. В., Нечуйвитер О. П., Першина Ю. И. **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАЛЕНИЯ ИНОРОДНЫХ ТЕЛ МЯГКИХ ТКАНЕЙ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**. В статье проведен анализ результатов математического моделирования удаления инородных тел мягких тканей огнестрельного происхождения. Предложен коэффициент удаляемости инородного тела, позволяющий прогнозировать вероятность удаления при использовании магнитного инструмента и методик визуального контроля.

Ключевые слова: математическое моделирование, огнестрельное ранение, мягкие ткани, инородное тело.

Реферат. Негодуйко В. В., Нечуйвітер О. П., Першина Ю. І. **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИДАЛЕННЯ СТОРОННІХ ТІЛ М'ЯКИХ ТКАНИН ВОГНЕПАЛЬНОГО ПОХОДЖЕННЯ.** У статті проведено аналіз результатів математичного моделювання видалення сторонніх тіл вогнепальної походження з використанням найбільш часто використовуваного інструментарію для видалення сторонніх тіл. Запропоновано коефіцієнт удаляемості стороннього тіла з м'яких тканин, що дозволяє прогнозувати ймовірність видалення стороннього тіла при використанні магнітного інструменту і методик візуального контролю за видаленням сторонніх тіл

Ключові слова: математичне моделювання, вогнепальне поранення, м'які тканини, сторонні тіла.

Вступление. В современной науке и технике математические методы исследования, моделирование и проектирование играют все большую роль. Это связано с быстрым ростом применения вычислительной техники, благодаря чему значительно расширяются возможности успешного применения математических методов при решении конкретных задач [3, 4].

© Негодуйко В. В., Нечуйвитер О. П., Першина Ю. И.

Моделирование огнестрельной раны позволяет понять механизмы ее формирования, обосновать и спрогнозировать возможности различных методик лечения [1, 2, 7].

Сочетание существующих и предложенных новых методик лечения огнестрельной раны позволяет улучшить результаты диагностики и лечения огнестрельной раны [5, 6].

Цель работы – улучшить результаты прогнозирования удаления инородных тел мягких тканей огнестрельного происхождения путём внедрения математических методов моделирования.

Материалы и методы. В основу математического моделирования удаления инородных тел мягких тканей положено два математических метода: математического моделирования с помощью двумерной интерполяции функции двух переменных полиномами Лагранжа на основе системы компьютерной математики Mathcad (15 версия) и вероятностного математического моделирования.

Для решения проблемы удаления инородных тел мягких тканей были проанализированы возможности стандартного хирургического (зажимов кровоостанавливающего Бильрота и Микулича) и предложенного магнитного хирургического (инструмент магнитный многофункциональный для диагностики и удаления металлических ферромагнитных инородных тел) инструмента. Выбор в качестве анализируемого вышеперечисленного инструмента связан с наиболее частым их использованием при удалении инородных тел.

Результаты и их обсуждение. Зажим Бильрота изогнутый средний имеет длину 160 мм. Точка пересечения бранш зажима от рабочих концов находится на 45 мм. Длина рабочей части инструмента - 35 мм. Максимальное открытие рабочей части - 75 мм; на расстоянии 100 мм максимальное раскрытие - 100 мм, при возможной глубине использования 50 мм. Минимально необходимое открытие рабочей части составляет 10 мм для выделения и захвата инородного тела; на расстоянии 100 мм - максимальное раскрытие 25 мм, при возможной глубине использования 100 мм. Максимально выступающая рабочая часть инструмента при нахождении на плоскости - 10 мм.

Зажим Микулича имеет длину 200 мм. Точка пересечения бранш зажима от рабочих концов находиться на 65 мм. Длина рабочей части инструмента - 40 мм. Максимальное открытие рабочей части - 120 мм; на расстоянии 100 мм максимальное раскрытие - 120 мм, при возможной глубине использования 90 мм. Минимально необходимое открытие рабочей части составляет 10 мм для выделения и захвата инородного тела; на расстоянии 100 мм максимальное раскрытие - 18 мм, при возможной глубине использования 100 мм. Максимально выступающая рабочая часть инструмента при нахождении на плоскости - 17 мм.

У инструмента магнитного многофункционального для диагностики и удаления металлических ферромагнитных инородных тел 2 рабочих части, в зависимости от размеров раны используется необходимая рабочая часть. Максимальная глубина, на которой возможно использование этого инструмента, соответствует 160 мм. При размерах раны от 12 до 16 мм применяется рабочая часть 12 мм, при размерах раны более 16 мм – рабочая часть 16 мм.

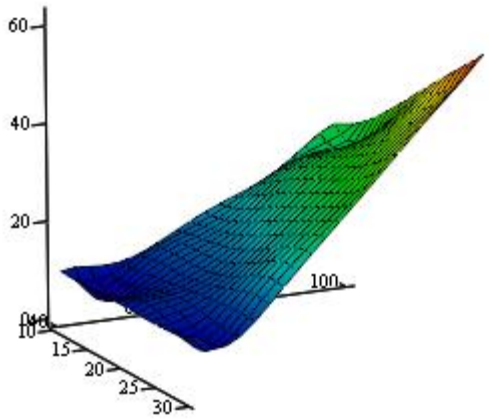
Формула двумерной интерполяции функций двух переменных полиномами Лагранжа для оценки возможностей зажима кровоостанавливающего Бильрот изогнутого среднего выглядит следующим образом:

$$LL1(x,y)=\sum_{i=0}^{m}\sum_{j=0}^{n}d2_{ij}\prod_{s=0,s\neq i}^{m}\frac{(x-d1_s)}{(d1_i-d1_s)}\prod_{r=0,r\neq j}^{n}\frac{(y-h_r)}{(h_j-h_r)}, \text{ где} \qquad (1)$$

d1 – раскрытие рабочей части инструмента;
d2 – наибольший размер раны;
h– глубина расположения инородного тела в мягких тканях.

$$d1 = \begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 20 \\ 25 \\ 30 \end{pmatrix} \qquad h = \begin{pmatrix} 40 \\ 50 \\ 60 \\ 70 \\ 80 \\ 90 \\ 100 \end{pmatrix} \qquad d2 = \begin{pmatrix} 10 & 10 & 13 & 18 & 22 & 28 & 32 \\ 10 & 10 & 15 & 20 & 28 & 32 & 38 \\ 10 & 12 & 16 & 24 & 32 & 38 & 46 \\ 10 & 12 & 20 & 28 & 36 & 44 & 54 \\ 12 & 12 & 22 & 32 & 42 & 52 & 62 \end{pmatrix}$$

На основании данных и формулы LL1 построен график зависимости наибольшего размера раны (d2) от глубины (h) и раскрытия рабочей части инструмента (d1), который показан ниже на рис. 1.



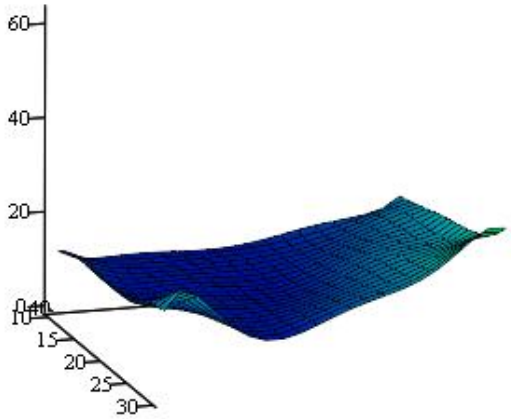
LL1

Рис. 1. График зависимости наибольшего размера раны (d2)от глубины (h)и раскрытия рабочей части инструмента (d1) на примере возможностей зажима кровоостанавливающего Бильрот среднего изогнутого.

Для оценки возможностей зажима Микулича используем формулу (1) для построения математической модели $LL2(x, y)$:

$$d1 = \begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 20 \\ 25 \\ 30 \end{pmatrix} \qquad h = \begin{pmatrix} 40 \\ 50 \\ 60 \\ 70 \\ 80 \\ 90 \\ 100 \end{pmatrix} \qquad d2 = \begin{pmatrix} 12 & 10 & 10 & 10 & 12 & 14 & 18 \\ 14 & 10 & 10 & 10 & 12 & 16 & 20 \\ 14 & 10 & 10 & 10 & 14 & 18 & 22 \\ 16 & 12 & 10 & 12 & 16 & 20 & 24 \\ 18 & 16 & 10 & 14 & 18 & 24 & 30 \end{pmatrix}$$

На основании данных и формулы LL2 построен график зависимости наибольшего размера раны (d2) от глубины (h) и раскрытия рабочей части инструмента (d1), который показан ниже на рис. 2.



LL2

Рис. 2. График зависимости наибольшего размера раны (d2)от глубины (h)и раскрытия рабочей части инструмента (d1) на примере возможностей зажима Микулича.

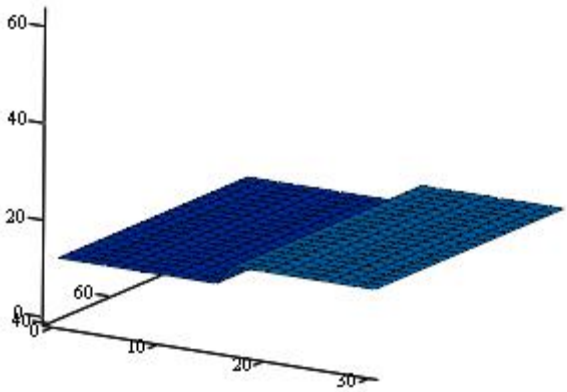
Наличие локальных экстремумом на рис. 1. и рис. 2. свидетельствует о том, что при определенных значениях глубины и раскрытия рабочей части инструмента при разных размерах раны используемый инструмент может быть неэффективным.

Для построения математической модели инструмента магнитного многофункционального для диагностики и удаления металлических ферромагнитных инородных тел $LL3(x, y)$ используем формулу:

$$LL3(x, y) = \begin{cases} 12, & 12 \le x < 16 \\ 16, & x \ge 16 \end{cases}$$

$$d1 = \begin{pmatrix} 12 \\ 16 \end{pmatrix} \qquad h = \begin{pmatrix} 40 \\ 50 \\ 60 \\ 70 \\ 80 \\ 90 \\ 100 \end{pmatrix} \qquad \mathrm{d2} = \begin{pmatrix} 12 & 12 & 12 & 12 & 12 & 12 & 12 \\ 16 & 16 & 16 & 16 & 16 & 16 & 16 \end{pmatrix}$$

На основании данных и формулы LL3 построен график зависимости наибольшего размера раны (d2) от глубины (h) и размеров рабочих частей инструмента, который показан ниже на рис. 3.



LL3

Рис. 3. График зависимости наибольшего размера раны (d2) от глубины (h) и размеров рабочих частей инструмента магнитного многофункционального для диагностики и удаления металлических ферромагнитных инородных тел.

Для рис. 3 зависимость кусочно-постоянная (размер наибольшего размера раны не зависит от глубины раны при использовании инструмента без захватывающего механизма).

Вывод значений наибольшего размера раны при раскрытии рабочей части инструмента на $d1 = 16\ см$.

$$LL1(16, y) = \begin{pmatrix} 10 \\ 10.5 \\ 15 \\ 20.7 \\ 28.9 \\ 33.2 \\ 39.5 \end{pmatrix} \qquad LL2(16, y) = \begin{pmatrix} 13.9 \\ 9.9 \\ 10 \\ 9.9 \\ 12.3 \\ 16.4 \\ 20.5 \end{pmatrix} \qquad LL3(16, y) = \begin{pmatrix} 16 \\ 16 \\ 16 \\ 16 \\ 16 \\ 16 \\ 16 \end{pmatrix}$$

Вывод значений наибольшего размера раны при раскрытии рабочей части инструмента на $d1 = 12\ см$.

$$LL1(12, y) = \begin{pmatrix} 9.9 \\ 9.3 \\ 14.6 \\ 18.3 \\ 24.8 \\ 29.1 \\ 33.9 \end{pmatrix} \qquad LL2(12, y) = \begin{pmatrix} 13.5 \\ 10.2 \\ 10 \\ 10.3 \\ 11.5 \\ 14.7 \\ 18.6 \end{pmatrix} \qquad LL3(12, y) = \begin{pmatrix} 12 \\ 12 \\ 12 \\ 12 \\ 12 \\ 12 \\ 12 \end{pmatrix} \qquad (2)$$

С помощью построенной математической модели можно выводить значения наибольшего размера раны для значений раскрытия рабочей части инструмента и глубины

раны, которые не заданы.

На основании вероятностного математического метода был рассчитан коэффициент удаляемости инородного тела из мягких тканей, который необходим для расчета вероятности удаления инородного тела из мягких тканей с учетом трех составляющих: размера раны, размера инородного тела и глубины расположения инородного тела.

Коэффициент удаляемости инородного тела из мягких тканей вычисляется по формуле:

$$K=d1xd2/h+(d1xd2)$$

; где

К – коэффициент удаляемости инородного тела;
d1 – наибольший диаметр раны;
d2 – наибольший диаметр инородного тела;
h – глубина раны,
Удовлетворяют следующим требованиям: d1 >d2,
lim K=0
d1d2 →0;
lim K=1
d1d2 →∞;
lim K=0
h→∞;
lim K=1
h →0.

Схематическое строение раны с инородным телом показано на рис. 4.

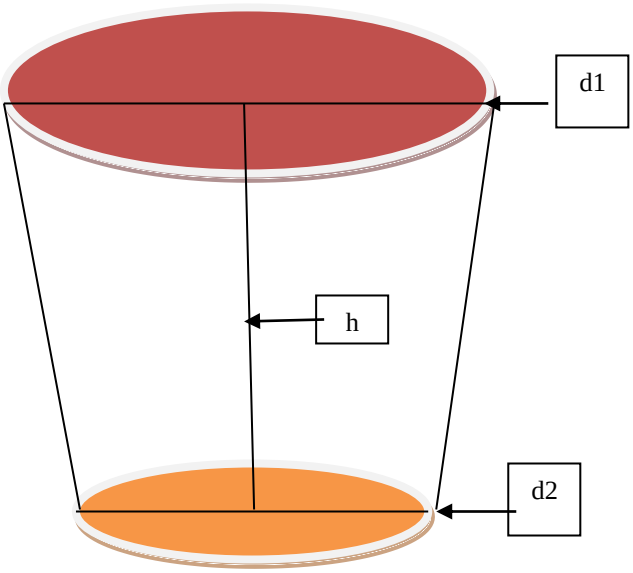


Рис. 4. Схематическое строение раны с инородным телом: d1– наибольший диаметр раны; d2 – наибольший диаметр инородного тела; h– глубина раны.

Коэффициент рассчитан для традиционного удаления инородных тел, его показатели меняются в большую сторону при использовании магнитного инструмента и методик визуального (рентгенологического, ультразвукового и лазерного) контроля за удалением инородных тел.

При показателях коэффициента удаляемости инородного тела из мягких тканей, при наличии показаний к удалению, близком к 0, вероятность удаления очень низкая, при показателе более 0,5 вероятность удаления инородного тела повышается, при показателе

близком к 1, вероятность удаления инородного тела высокая.

Выводы

1. Математическое моделирование с помощью двумерной интерполяции функций двух переменных палиномами Лагранжа позволяет прогнозировать возможность удаления инородного тела заданным инструментом и прогнозировать пути совершенствования инструмента на будущее для улучшения удаления инородных тел.
2. Связь коэффициента удаляемости с глубиной расположения инородного тела обратно пропорциональна, а с размерами раны прямо пропорциональна.
3. Чем глубже рана, меньше размеры раны и инородного тела, тем хуже доступность инородного тела и меньше коэффициент удаляемости.
4. Применение магнитного инструмента и методик контроля приводит к росту вероятности удаления инородного тела и увеличению коэффициента удаляемости инородного тела на 0,3-0,4 в зависимости от применяемой методики.

Литература:

1. Вказівки з воєнно-польової хірургії / За редакцією Я.Л. Заруцького, А.А. Шудрака. – Київ.: СПД Чалчинська Н.В., 2014. – 396 с.
2. Военно–полевая хирургия: учебник. – 2–е изд., перераб. и доп. / Под редакцией Е.К. Гуманенко. – М.: ГЭОТАР. – Медиа, 2016. – 768 с
3. Литвин О.М., Лобанова Л.С. Математичне моделювання та обчислювальні методи на ПЕОМ: навч.-метод. посібник для аспірантів, магістрів, студ. інж., інж-пед. та матем. спец.// О.М. Литвин, Л.С. Лобанова; Укр. інж.-пед. акад. – Харків: [б,в], 2012. – 154с.
4. Теоретичні, фізичні та інформаційні основи галузевого знання: навч.-метод.посіб для магістрів денної та заочної форми навч. інж та інж-пед. спец. / О.М. Литвин, Ю.І. Першина, Ю.П. Нечуйвітер; Укр. інж.-пед. акад. – Харків: [б,в], 2016. – 72с.
5. Патент України на корисну модель №101226. Інструмент магнітний багатофункціональний для діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл. Винахідники: Михайлусов Р.М.,Негодуйко В.В., Біленький В.А. МПК А61В 17/50 (2006.01). Номер заявки u 2015 03529. Дата подання заявки: 15.04.2015 року. Публікація відомостей 25.08.2015 року. Бюл. №16.– 4 с.
6. Патент України на корисну модель № 112652. Спосіб застосування магнітних інструментів для видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл мяких тканин. Винахідники: Михайлусов Р.М., Негодуйко В.В., Великодний О.М., Ковтун К.В. МПК 61В 17 /50 (2006.01). Номер заявки u201606402. Дата подання заявки 13.06.2016 року. Публікація відомостей 26.12.2016 року. Бюл. №24.– 4 с.
7. Emergency War Surgery (Borden Institute). Fourth united states revision / Office of the Surgeon General, United States Army edition. – Falls Church, Virginia, USA, 2013. – 384 p.

References:

1. Instructions military surgery / edited by J.L. Zarudsky, A.A. Shudrak. - Kyiv.: SAP ChalchynskaN.V., 2014 – 396 p. (Ukr.)
2. Military surgery: a textbook/ - 2 nded., Revisedand ext./ Edited by E.K. Gumanenko. – Moscow: GEOTAR – Media, 2016 – 768 p. (Rus.)
3. Litvin A., Lobanov L.S. Mathematical modeling and computational methods on the PC: Teachmethod. guide for graduate students, mastersstudents. Ing., Ing-ped. andMath. special // A.M. Lytvyn, L.S. Lobanov.- Eng. inzh.-ped. Acad. - Kharkiv [b, c], 2012. – 154 p.
4. Theoretical, physical and information on in dustry knowledge: navch.-method. Masters guidance for full-time and correspondent students of engineer spec. / O. M. Litvin, Pershyna Y. I., Nechuyviter J. P.; Ukr. Eng. Acad. - Kharkiv [b, c], 2016.– 72 p.
5. Ukraine patent for utility model №101226. Magnetic multifunctional tool for the diagnosis and removal of ferromagnetic metallic foreign bodies. Inventors: Myhaylusov R.M., Nehoduyko V.V., Belenky V.A. IPC A61V 17/50 (2006.01). U 2015 Application Number 03529. Filing Date: 15.04.2015 year. Publication: 08/25/2015. - Bull. №16. - 4 p. (Ukr.)
6. Ukraine patent utility model № 112652. How to use magnetic tools for removing metallic ferromagnetic soft tissue foreign bodies. Inventors: Myhaylusov R.M., Nehoduyko V.V.,

Easter O.M.,. Kovtun K.V IPC 61V 17/50 (2006.01). Application Number 06402. u 2016 Filing Date 06.13.2016 year. Publication:s 12.26.2016.- Bull. №24. - 4 p. (Ukr.)

7. Emergency War Surgery (Borden Institute). Fourth united states revision / Office of the Surgeon General, United States Army edition. – Falls Church, Virginia, USA, 2013. – 384 p.

Работа поступила в редакцию 23.02.2017 года.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования

УДК 615.32:549.456.1.03:616.33-002.2

[1]Н. О. Шевченко, [1]О. І. Панюта, [2]Г. І. Кульчицька

ВНУТРІШНЄ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІЄВМІСНОГО ПОЛІМІНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ У ХВОРИХ НА ХРОНІЧНИЙ НЕАТРОФІЧНИЙ ГАСТРИТ

[1]Одеський національний медичний університет;
[2]Жіноча консультація № 1 КУ «Пологовий будинок № 5», м. Одеса

Summary. Shevchenko N., Panuta A., Kulchytska G. **INTERNAL USE OF MAGNIFEROUS POLYMINERAL COMPLEX IN THE TREATMENT OF CHRONIC NONATROPHIC GASTRITIS PATIENTS. –** *Odessa National Medical University, Ukraine; e-mail: profpat@ukr.net.* On the basis of comprehensive clinical, laboratory and instrumental examination of 46 patients with chronic nonatrophic gastritis proved that the internal use of the aqueous solution "Poltava bishofit" significantly reduces subjective and objective manifestations of the disease, promotes alleviation of endoscopic and morphological inflammation and healing of erosions in the lining of the esophagus and stomach to reduce background contamination gastric mucosa of Helicobacter pylori infection in patients with chronic nonatrophic gastritis. Analysis of the immediate and remote results of rehabilitation of patients with chronic hepatitis showed the best performance oral administration of an aqueous solution "Poltava bishofit" in comparison with mineral water, due to its pathogenetic action aimed at eliminating inflammation in the gastric mucosa, the thus contributing to the achievement of quality of life and prevention of complication of chronic gastritis.

Key words: gastric mucosa, inflammation, chronic nonatrophic gastritis, aqueous "Poltava bishofit".

Реферат. Шевченко Н. А., Панюта А. И., Кульчицкая Г. И. **ВНУТРЕННЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИЕВОСОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИМИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ НЕАТРОФИЧЕСКИМ ГАСТРИТОМ.** На основании результатов комплексного клинического, лабораторного и инструментального обследования 46 больных хроническим неатрофическим гастритом доказано, что внутреннее применение водного раствора «Полтавский бишофит» способствует достоверному уменьшению субьективных и обьективных признаков заболевания, существенно уменьшает эндоскопические и морфологические признаки воспалительного процесса и заживления эрозий в слизистой оболочке пищевода и желудка на фоне уменьшения контаминации слизистой инфекцией Helicobacter pylori.

Ключевые слова: слизистая оболочка желудка, воспаление, хронический неатрофический гастрит, водный раствор «Полтавский бишофит».

© Шевченко Н. О., Панюта О. І., Кульчицька Г. І.