

вигином та охопленням руху ліктя і ручного крила, трьох обертальних рухів, результат плеча в адаптивній структурі, здатної до виробництва підйому, поштовху та спрямований контроль для усіх способів польоту.

### III. ВИСНОВКИ

У даному матеріалі проведений аналіз типів конструкцій крила для робота-орнітоптера. У результаті якого, виходячи з аналогічних рішень, з'ясовано які необхідно використовувати матеріали для того щоб побудувати крило майбутнього робота-орнітоптера.

Розглянута структура крила орнітоптера. Також був проведений аналіз руху крил під час польоту. Що надає змогу виконати розрахунки навантаження та аеродинамічності робота.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Willis, D.J., Persson, P., Israeli, E.R., Peraire, J., Swartz, S.M., and Breuer, K.S., "Multifidelity Approaches for the Computational Analysis and Design of Effective Flapping Wing Vehicles," AIAA Paper No. 2008-518, 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, NV January 7-10, 2008.
- [2] Smith R. and Shyy W., "A viscous flow based membrane wing model," AIAA Paper No. 93-2955, 24th AIAA Fluid Dynamics Conference, Orlando, FL July 6- 9, 1993.
- [3] Neef, M.F., and Hummel, D., "Euler Solutions for a Finite-Span Flapping Wing," Conference on fixed, flapping and rotary wing vehicles at very low Reynolds numbers, University of Notre Dame, IN, June 5-7, 2000.

## Огляд методів та засобів планування оперативних втручань на гемангіому

Богдан Компанієць, Дмитро Кухаренко, Кирил Вадурін

Кафедра електронних апаратів, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, УКРАЇНА, Кременчук, вул. Першотравнева, 20, email: [dkuch100@gmail.com](mailto:dkuch100@gmail.com)

**Анотація:** Якісно запланувати оперативне втручання, без тяжких наслідків, вкрай важка праця, оскільки існуючі методики проведення оперативних втручань базуються на параметрах так званої «середньо статистичної людини» без урахування індивідуальної анатомічної будови. Застосування комп'ютерних технологій планування може значно прискорити і спростити роботу лікаря. Для визначення розмірів гемангіоми пропонується використовувати комп'ютерну техніку та відповідне програмне забезпечення. Тривимірний модель гемангіоми та відповідні параметри, що регулюють метаболізм пацієнта, дадуть змогу передбачати динаміку збільшення гемангіоми у часі і просторі. Пропонується метод визначення площі гемангіоми за допомогою трикутних елементів.

**Ключові слова:** модель, планування, гемангіома.

### I. ВСТУП

Гемангіома новонароджених є найчастішою пухлиною цього періоду. За відомостями частини авторів, вона зустрічається в 1,1-2,6% випадків за іншими даними - в 4-10% [1]. У дівчаток гемангіоми зустрічаються в 2-3 рази частіше, ніж у хлопчиків. Зазвичай гемангіоми виявляються відразу ж після народження і значно рідше - протягом перших двох-трьох місяців життя. Якщо у дитини вже є одна гемангіома, то протягом перших шести місяців життя у 75% таких дітей можлива поява ще гемангіом, на інших ділянках тіла. Останнім часом зросла кількість дітей з

множинними гемангіомами. Існує багато методик лікування гемангіоми, нажаль не завжди вони допомагають, тому хірургічне втручання неминуче. Якісно запланувати оперативне втручання, без тяжких наслідків, вкрай важка праця, оскільки існуючі методики проведення оперативних втручань базуються на параметрах так званої «середньо статистичної людини» без урахування індивідуальної анатомічної будови. Застосування комп'ютерних технологій планування може значно прискорити і спростити роботу лікаря, допомогти йому уникнути власних помилок, підготувати лікаря до можливого виникнення тяжких, небажаних, непередбачених ситуацій, а також можливі шляхи їх уникнення. Головне завдання комп'ютерного планування – це вибір, з багатьох можливих варіантів, найменш травматичного шляху здійснення хірургічного втручання для людини з урахуванням її анатомічної особливості.

### II. МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ангіома є однією з поширених захворювань у дорослих. Вона являє собою доброякісне новоутворення, яке виникає через аномалії розвитку кровоносних і лімфатичних судин. Виглядає освіту як звичайна родимка і не доставляє неприємностей до певного моменту.

З'явитися подібна патологія може на шкірі, слизових оболонках, внутрішніх органах. Ангіома буває одиночної і множинною. Коли на поверхні шкіри і внутрішніх органах знаходять численні осередки, говорять про ангіоматоз. Консервативне лікування не позбавить від цієї недуги. Найчастіше показано видалення новоутворення різними методами.

Залежно від того, з якої судини утворена ангіома, вони бувають двох видів: гемангіома – з кровоносних судин і лімфангіома (з лімфатичних судин). Більше 90% всіх випадків ангіом фахівці відводять простим або капілярним ангіомам. Утворюється вона з капілярів і локалізується на поверхні шкіри. Колір її багрянний. Якщо таку пухлину трохи придавити, вона блідне.

Запалі гемангіоми формуються з губчастих порожнин, наповнених кров'ю. Зовні така пухлина виглядає, як горбистий вузол. Найчастіше утворюється під шкірою. Досить поширене місце розвитку патології - головний мозок.

Гіллясте новоутворення, як правило, розташовується на голові, обличчі або кінцівках.

Найбільш великими є артеріальні і венозні пухлини. Рідко зустрічаються, мають червоно-синюшний колір і займають великі площі.

Внутрішньокісткові патології локалізуються переважно на кістках черепа. Небезпеку становлять через підвищений ризик кровотечі.

Пухлини, які поєднують в собі ознаки простих і кавернозних пухлидів, називаються комбінованими.

Ангіоми лікуванню консервативним шляхом не піддаються. Сучасна медицина пропонує різні способи безболісно позбутися від недуги.

Популярним методом вважається лазерне лікування. Втрати крові під час процедури мінімальні, а ймовірність побічних реакцій дуже мала.

Для лікування важкодоступних пухлин застосовують променевою терапію. «Кібер ніж» (англ. CyberKnife) - хірургічна система виробництва компанії Ассигау, призначена для лікування доброякісних і злоякісних пухлин та інших захворювань. Розроблено в 1992 році професором нейрохірургії та радіаційної онкології Стенфордського університету (США) Джоном Адлером та Шонбергами Пітером і Расселом з Schonberg Research Corporation.

Метод впливу системи заснований на променевої терапії з метою більш точного впливу, ніж при звичайній променевої терапії [2]. Два основні елементи системи: невеликий лінійний прискорювач, який створює випромінювання, і роботехнічних пристрій, що дозволяє спрямовувати енергію на будь-яку частину тіла з будь-якого напрямку. Основні частини системи CyberKnife, показані на роботі Fanuc.

За заявою виробника, в даний час в світі встановлено близько 250 установок «кіберножа», понад 100 000 пацієнтів отримали лікування. Більшість з цих установок знаходиться в клініках

США, на другому місці - Японія. У меншій мірі - в країнах Європи і Азії.

Безболісний метод для видалення простих видів патології – кріотерапія. Електрокоагуляція – припікання пухлини високим розрядом струму. Метод хворобливий, тому його не використовують для великих утворень.

Дрібні і важкодоступні ангіоми усувають склерозуючою терапією. Метод полягає у введенні в пухлину етилового спирту.

При неефективності вищеписаних методів, проводять оперативне хірургічне втручання.

Існує кілька варіантів ангіом, які найбільш поширені:

Вишнева гемангіома найчастіше вражає людей похилого віку. Поширюється на область грудної клітини і являє собою множинні дрібні пустули червоного кольору. Така форма захворювання носить доброякісний характер. Однак, при великих ураженнях рекомендується звернутися до онколога.

Найбільш безпечними вважаються точкові ангіоми. Фахівці не рекомендують їх видаляти, так як вони не становлять загрози, а видалення може спровокувати процеси розростання новоутворень.

Ангіоми на шкірі обличчя та інших поверхнях тіла не є небезпечними. Видаляти їх слід в тому випадку, коли вони заважають або знаходяться в місцях, де постійно піддаються травмуванню.

Новоутворення в матці часто зустрічаються у жінок середнього віку. Це доброякісні пухлини, які не завдають дискомфорту і не є небезпечними. При перших ознаках переродження утворення в злоякісне, призначається оперативне втручання. Показано воно і при стрімкому зростанні патології [3, 4].

У способі визначення показань до лікування гемангіом у дітей [5] вважають, що гемангіома має округлу форму, але це не завжди так рис. 1.



Рис. 1. Гемангіоми, що мають неправильну форму та об'єм

Взагалі завжди гемангіома має неправильну форму. Базуючись на результатах приведених в роботі [6, 7], було апроксимовано частково гемангіому (увігнута частина, точки 1-5 рис. 2, б і опуклої частини, точки 9-16) поліномами третього і п'ятого ступеня відповідно (1),(2).

$$Z=(896,436x^3 -64,994 x^2 + 1,206x+0,023)+G; \quad (1)$$

$$Z=(9617,999 x^5 -847,094 x^4 -104,9966x^3 +15,369 x^2 - 0,661x+0,011)+G, \quad (2)$$

де G – додатковий коефіцієнт корекції.

Для неправильних фігур розмір та площу гемангіоми визначають приблизно [5], із застосуванням прозорої плівки, розкресленої на квадрати, шляхом накладання плівки на гемангіому і оцінки площі гемангіоми за сумою квадратів і половин квадратів, що покривають гемангіому.

Для визначення розмірів гемангіоми пропонується використовувати комп'ютерну техніку та відповідне програмне забезпечення. Маючи сфотографоване зображення гемангіоми можна виділити її межі за допомогою програмного забезпечення обробки зображень і за допомогою трикутних елементів, що знаходяться в виділених межах гемангіоми, розрахувати не тільки її площу, але і об'єм та побудувати модель у тривимірному просторі. Тривимірна модель та відповідні параметри, що підвищують метаболізм пацієнта, дадуть змогу передбачати динаміку збільшення гемангіоми у часі і просторі. Пропонується метод визначення площі гемангіоми за допомогою трикутних елементів. Пацієнт М. має гемангіому рис.2, а. Вона складається з 41 127 розрахункових трикутних елементів (лінійних розмір елементів  $4 \cdot 10^{-4}$  м).

Для побудови уточнюючої моделі гемангіоми скористаємося наступними формулами, наприклад, визначення об'єму гемангіоми (3, 7) її маси (4, 8) через декартові та циліндричні координати і густини (5), а також координати її центру (6):

$$V = \iiint_G dx dy dz; \tag{3}$$

$$m = \iiint_G \mu(x, y, z) dx dy dz; \tag{4}$$

$$\mu_{\text{сеп}}(x, y, z) = \frac{m}{V} = \frac{\iiint_G \mu(x, y, z) dx dy dz}{\iiint_G dx dy dz}; \tag{5}$$

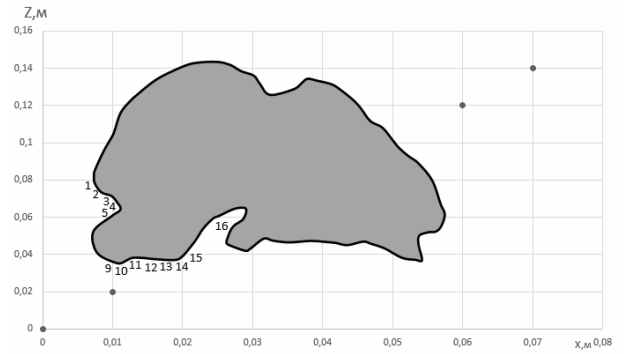
$$x_{\text{сеп}} = \frac{1}{m} \iiint_G x \mu dx dy dz, \quad y_{\text{сеп}} = \frac{1}{m} \iiint_G y \mu dx dy dz, \quad z_{\text{сеп}} = \frac{1}{m} \iiint_G z \mu dx dy dz;$$

$$V = \iiint_G dx dy dz = \iiint_G r dr d\varphi dz; \tag{6}$$

$$m = \iiint_G \mu(x, y, z) dx dy dz = \iiint_G \mu'(r \cos \varphi, r \sin \varphi, z) r dr d\varphi dz.$$



a)



б)

Рис. 2. Моделювання гемангіоми: а) побудова двомірної моделі гемангіоми за наданими знімками; б) проєкція моделі гемангіоми на площину ZOX

При визначенні площі гемангіоми слід враховувати коефіцієнт еластичності шкіри, який залежить від віку пацієнта:

$$S = k \cdot dS, \tag{7}$$

де  $k$  – коефіцієнт еластичності шкіри.

Спосіб визначення координат на поверхні моделі гемангіоми, коли точка  $M$  переходить у точку  $M_0$  (рис.3).

Зображення гемангіоми у просторі приведено на рисунку 4.

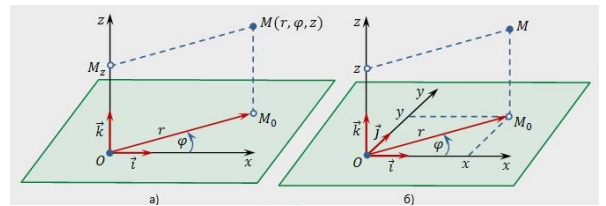


Рис. 3. Спосіб визначення координат на поверхні моделі гемангіоми

$$\left\{ \begin{array}{l} x = r \cos \varphi; \\ y = r \sin \varphi; \\ z = z. \end{array} \right. \tag{8}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} r = \sqrt{x^2 + y^2}; \\ \cos \varphi = \frac{x}{r}, \quad \varphi (-\pi \leq \varphi \leq \pi); \\ \sin \varphi = \frac{y}{r}; \\ z = z. \end{array} \right. \tag{9}$$

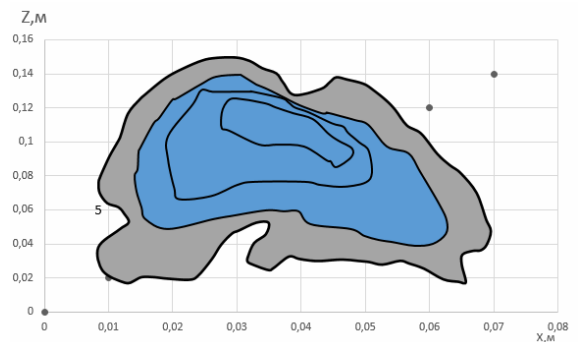


Рис. 4. Об'ємне зображення гемангіоми

### III. ВИСНОВКИ

Якісно запланувати оперативне втручання, без тяжких наслідків, вкрай важка праця, оскільки існуючі методики проведення оперативних втручань базуються на параметрах так званої «середньо статистичної людини» без урахування індивідуальної анатомічної будови. Застосування комп'ютерних технологій планування може значно прискорити і спростити роботу лікаря, допомогти йому уникнути власних помилок, підготувати лікаря до можливого виникнення тяжких, небажаних, непередбачених ситуацій, а також можливі шляхи їх уникнення. Головне завдання комп'ютерного планування – це вибір, з багатьох можливих варіантів, найменш травматичного шляху здійснення хірургічного втручання для людини з урахуванням її анатомічної особливості. Для визначення розмірів гемангіоми пропонується використовувати комп'ютерну техніку та відповідне програмне забезпечення. Маючи сфотографоване зображення гемангіоми можна виділити її межі за допомогою програмного забезпечення обробки зображень і за допомогою трикутних елементів, що знаходяться в виділених межах гемангіоми, розрахувати не тільки її площу, але і об'єм та побудувати модель у тривимірному просторі. Тривимірна модель та відповідні параметри, що підвищують метаболізм пацієнта, дадуть змогу передбачати динаміку збільшення гемангіоми у часі і просторі. Пропонується метод визначення площі гемангіоми за допомогою трикутних елементів. Наприклад пацієнт М. має гемангіому, яка складається з 41 127 розрахункових трикутних елементів (лінійних розмір елементів  $4 \cdot 10^{-4}$  м).

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Шейко Е.А. Гемангиомы у детей раннего возраста (обзор литературы: по источникам: www.clinicalkey.com) // Международный

журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4-2. – С. 222-228 <https://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=6621> (дата обращения: 14.05.2019).

- [2] Wilson, H. P., Price, P. M., Ashkan, K., Edwards, A., Green, M. M., Cross, T., ... & Plowman, N. P. (2018). CyberKnife Radiosurgery of Skull-base Tumors: A UK Center Experience.
- [3] ГЕМАНГИОМА 4-я городская детская клиническая поликлиника – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://4gdkp.by/otdeleniya/50-stati-dlya-tdeleniya-khirurgicheskij-kabinet/527-gemangioma>
- [4] Ангиома: причины появления, лечение у детей и взрослых – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://chebo.pro/zdorove/angioma-prichiny-poyavleniya-lechenie-u-detej-i-vzroslyh.html>
- [5] Способ определения показаний к лечению гемангиом у детей. А61В5/00 публикация патента:10.05.2014, подача заявки: 2013.03.25.
- [6] Мирошниченко В.С. Модель шлунково - кишкового тракту людини з визначенням координат злоякісних утворювань / В.С. Мирошниченко, Д. В. Кухаренко // Кременчук: Науковий вісник КУЕІТУ. Нові технології № 3-4 (41-46) - 2014. – С. 97-101.
- [7] Мирошниченко В.С. Комп'ютерна система передопераційного планування онкології шлунково - кишкового тракту людини / В.С. Мирошниченко, Д.В. Кухаренко // Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів». Серія: Біологічні та медичні прилади і системи, 07–09 листопада 2014 р., Кременчук. – Кременчук: КрНУ, 2014. – С. 152–153.

## Автоматизація систем підтримання зазору плазмового різача при термічному різанні металу

Олег Кулаєнко, Андрій Рябушко

Кафедра автоматизації виробничих процесів, Харківський національний університет будівництва та архітектури, УКРАЇНА, Харків, вул. Сумська, 40, email: kulaienko@ukr.net

**Анотація:** У доповіді міститься огляд автоматичних систем для підтримання зазору між плазмовим різачом та оброблюваними деталями при механізованому термічному різанні листового металу. Розглянуті іноземні прототипи та запропоновані схеми для виготовлення подібних систем на вітчизняній виробничій базі.

**Ключові слова:** плазмове різання, контроль висоти різача.

#### I. ВСТУП

Машини термічного різання металу добре зарекомендували себе при виконанні первинної