



УКРАЇНА

(19) UA (11) 3406 (13) U

(51) 7 G09B23/28, G09B23/30,  
G09B23/32, G09B23/34МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту(54) СПОСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ СУДИННИХ АНАСТОМОЗІВ МІЖ СИНТЕТИЧНИМ ПРОТЕЗОМ І АРТЕРІЄЮ  
ПО ТИПУ "КІНЕЦЬ У БІК"

1

(21) 2004021148

(22) 17.02.2004

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004 р.

(72) Бойко Валерій Володимирович, Криворучко  
Ігор Андрійович, Прасол Віталій Олександрович,  
Богдан Володимир Миколайович, Малюскін Олек-  
сандр Володимирович, Артамонов Роман Вален-  
тинович(73) ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ(57) Спосіб оптимізації судинних анастомозів між  
синтетичним протезом і артерією по типу "кінець у  
бік", що включає моделювання ситуації, який

2

відрізняється тим, що попередньо вимірюють  
діаметр непошкодженої патологічним процесом  
артерії та ступінь стенозу, після чого розраховують  
кут ушивання за формулою:

$$\theta_{\text{оптим}} = \arccos(R_b^4 / R_a^4),$$

радіус протеза за формулою:

$$R_b = R_a \sqrt{\beta - \left(\frac{R_s}{R_a}\right)^2}$$

та довжину артеріотомної рани за формулою:

$$L_{\text{арм}} = \frac{2R_b}{\sin\theta}.$$

Корисна модель відноситься до медицини, а саме до судинної хірургії і може бути використана при накладанні дистальних анастомозів синтетичного судинної о протезу із артерією по типу "кінець у бік".

Судинні протези широко використовуються для шунтування при лікуванні артеріальних стенозів, для відновлення магістрального кровообігу. На жаль 30-50 % шунтів стенозуються за рахунок формування гіперплазії неоінтими особливо часто в дистальних анастомозах, що безсумнівно впливає на гемодинаміку в імплантованому шунті і може призводити до уповільнення струму крові в цій зоні і, як наслідок, тромбозу оперованого сегмента. [Затевахин И.И., Говорунов Г.В., Сухарев И.И. Реконструктивная хирургия поздней реокклюзии аорты и периферических артерий. - М., 1993.- 197с].

У своїй практичній діяльності при створенні анастомозів судинні хірурги користуються ангіографічним та ультразвуковим дослідженнями. За допомогою ангіографії є можливість розрахувати діаметр стенозованої та незміненої патологічним процесом артерії, що має значення при виборі діаметру бранши синтетичного протезу, а за допомогою ультразвукового дослідження можна, отримати інформацію про ступень стенозу, яку

хірург використовує під час оперативного втручання для визначення кута накладання анастомозу.

У відомому способі покладання анастомозу по типу "кінець у бік", в якому діаметр анастомозу розраховують за даними ангіографії, кут рекомендують вибирати постійним, що не перевищує 45°, а довжина артеріотомної рани не повинна перевищувати півтора діаметра артерії. [И.Н. Гришин, А.И. Савченко Мине, "Высшая школа" 1980. "Клиническая ангиология и ангиохирургия" 1 том стр. 136]. У цьому практичному посібнику не з'ясовано, на підставі яких розрахунків автори приводять 11, ці дані.

Останнім часом була зроблена спроба удосконалити параметри анастомозу "кінець у бік" за допомогою моделювання ситуації [Stephanie M. Kute and David A. Vorp., Department of Bioengineering and Surgery University of Pittsburgh, PA-2003.].

Модель складалася зі стаціонарно встановлених 5-ти міліметрових циліндрів, що повторюють шунт ушитий у змінену стенозом стегову артерію під кутом 30°. За умовами експерименту в проксимальний відділ анастомозу проводилося накачування ньютонівської рідини зі швидкістю 20 мл/хв (антеградний кровообіг), або 0 мл/хв (відсутність струму крові), або - 20 мл/хв (ретроградний кровообіг). У дистальному відділі за умовами моделі створювався тиск 90 мм.рт.ст. У шунт накачувала-

(13) U

(11) 3406

(19) UA

ся стаціонарна рідина з об'ємною витратою 100 мл/хв. Далі шляхом програмного забезпечення вироблялося визначення розподілу турбулентних струмів в анастомозі і зон можливого формування гіперплазії неointими в мережі, у якій приведені чисельні результати дослідження плинів крові в стенозованій артерії з обхідним шунтом. Модель була заснована на рішенні рівнянь Нав'є-Стокса для стаціонарної течії ньютонівської рідини.

Встановлено профілі швидкості, залежні від розподілу напруг зсуву на стінках протеза й артерії. Виявлено значну залежність розподілів напруг зсуву від стану припливу і, як наслідок, виникаючих турбулентних потоків, що приводять у відповідних зонах анастомозу до гіперплазії неointими. Одержані результати, як вказують автори, можуть мати клінічне застосування для вибору місця ушивання дистальної анастомозу.

Даний спосіб оптимізації судинних анастомозів між синтетичним протезом та артерією по типу "кінець у бік" є найбільш близький до того що заявляється, по технічній суті та результату, який може бути досягнутий ним, тому його обрано в якості прототипу. Основним недоліком даного способу є недостатність критеріїв гемодинамічної оптиміальності шунта.

У зв'язку з вищесказаним в основу корисної моделі покладено задачу оптимізації гемодинаміки анастомозу.

Задача, яку покладено в основу корисної моделі вирішується тим, що у відомому способі оптимізації судинних анастомозів по типу "кінець у бік", що включає моделювання ситуації, попередньо вимірюють діаметр непошкодженої патологічним процесом ділянки артерії, та ступінь стенозу, а після цього розраховують кут ушивання за формулою:

$$\theta_{\text{оптим}} = \arccos(R_b^4 / R_a^4),$$

радіус протеза ( $R/b$ ) за формулою:

$$R_b = R_a \sqrt{\beta - \left(\frac{R_s}{R_a}\right)^2},$$

та довжину артеріотомної рани за формулою:

$$L_{\text{арм}} = \frac{2R_b}{\sin\theta}.$$

Оптимізацію гемодинаміки анастомозу досягають за рахунок розширення арсеналу критеріїв шунтування.

Одержані виміри та розраховані значення є індивідуальними для кожного пацієнта, у зв'язку з чим, судинний анастомоз являється оптимальним.

Спосіб виконують таким чином:

Починають з ультразвукового дослідження. Хворого укладають на спину з вирівняними ногами та починають методом сканування визначати рівень стенозу проксимального сегмента.

Далі виконують ангіографічне дослідження. Для цього шляхом пункції артерії та вводу контрастної речовини знаходять ділянку судинного русла, де планується накласти анастомоз. Шляхом порівняння п з розмірами відомого рентгенконтрастного предмета (наприклад монети) визначають діаметр непошкодженої патологічним процесом артерії.

Після чого, користуючись вищевказаними формулами, виконують підрахунок оптимального анастомозу. Параметр (3) обчислюють додатково чисельно.

Для прикладу клінічного застосування корисної моделі приводимо 2 клінічних випадки спостереження за хворими. Один хворий був прооперований за стандартними правилами, а другий - з використанням корисної моделі.

Хворий С. (52 р.), поступив у клініку в 1998 р., пред'являв скарги на біль у правій нижній кінцівці, переважно у ступні, навіть при незначному навантаженні.

При ультразвуковому дослідженні у хворого було встановлено атеросклеротичний стеноз підключової артерії 60%. За даними ангіографії прохідною була загальна стегнова артерія у зоні її біфуркації. 15.05.98. хворому була виконана операція аорто-стегнового лінійного шунтування синтетичним протезом за умовами, рекомендованими І.М. Гришиним та А.І. Савченко (1980). Післяопераційний період проходив без суттєвих особливостей. На 15-у добу хворий був виписаний додому під спостереження у хірурга за місцем проживання. На протязі двох років оперований проходив планове контрольне ультразвукове обстеження. На протязі першого року спостереження стан хворого та прооперованої кінцівки був задовільний, але в 2000 р. хворий почав жалітися на біль у прооперованій кінцівці, при навантаженні (ходьбі по прямій поверхні  $\approx 300$  м). Хворому було виконано ультразвукове дослідження яке показало стеноз прооперованого сегменту 40 %.

Хворий К. (56 р.), який звернувся в 2001 р. пред'являв скарги на кульгавість що переважає, біль та парестезії у лівій нижній гомілкці, похолодання останньої.

За рахунок проведеного хворому обстеження, яке включало ангіографію та УЗД було з'ясовано, що а даному випадку має місце атеросклеротичний стеноз підключової артерії до 70 %, а ділянка "здорової" загальної стегнової артерії, в яку припустово планувалось ушивати дистальну браншу синтетичного протеза, має діаметр 5 мм.

Функція відношення радіуса бранші синтетичного протеза до артерії, куди планується вшивати дистальний анастомоз, мала вигляд:  $R_b/R_a - 0,85$ . Таким чином,  $R_b = 0,85 \times 2,5 \approx 2,2$  мм. Враховуючи отримані результати цьому хворому була підібрана 5 мм бранша стандартного синтетичного судинного протеза "Север" (м. Санкт-Петербург Росія).

Кут ушивання анастомозу вибирався за такою формулою:

$$\theta_{\text{оптим}} = \arccos(R_b^4 / R_a^4).$$

$$\text{Таким чином, } \theta_{\text{оптим}} = \arccos(2,5/2,2) = 20^\circ$$

Користуючись формулою підрахунку довжини артеріотомної рани отримуємо таке співвідношення:  $L_{\text{арм}} = \frac{2R_b}{\sin\theta}$ .

$$\text{Отже, } 2 \times 2,2 / \sin 20^\circ \approx 14 \text{ мм}$$

Хворий був прооперований (14.09.2001.). Під час операції, користуючись попередніми розрахун-

ками, було виконано лінійне підключово-стегневе шунтування синтетичним протезом зліва. Після-операційний період проходив без ускладнень. В задовільному стані хворий був виписаний додому під спостереження хірургом за місцем проживання. Через три роки після операції хворому було проведено контрольне ультразвукове обстеження та ангіографія, які підтвердили абсолютну функціональну спроможність реконструйованого сегмента.

Таким чином, шляхом математичних розрахунків ми даємо можливість розраховувати майбутню гемодинамічно вигідну конфігурацію дистального анастомозу у випадках, коли планується ушивання дистальної бранши синтетичною протеза по типу "кінець у бік", з найменшою можливістю створення у цій зоні гіперплазії неоінтими.