

## ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ВНУТРІШНЬОКОРОНАРНИХ СТЕНТІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ

Водяник Б.Р., студент,  
Воробйов О.М., ст. викладач,  
Голова О.О., к.т.н.  
Лазарчук-Воробйова Ю.В.

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»  
(Україна, м. Київ)*

***Анотація** - в статті розглядаються питання про використання внутрішньокоронарних стентів. Також наводяться переваги та недоліки можливих варіантів конструкції стенту, на основі яких розглядається перспектива удосконалення його будови.*

***Ключові слова** – стент, медицина, кардіологія, моделювання, інженерія.*

**Постановка проблеми.** Метою даної статті є оцінювання переваг і недоліків кардіологічних стентів, а також виявлення можливостей та напрямків їх розвитку, вдосконалення та застосування.

**Аналіз останніх досліджень.** В статті наведено аналіз останніх досліджень та публікацій в галузі стентування, в яких започатковано розв'язання проблем будови стенту та запропоновано нові варіанти його конструкції.

**Формулювання цілей.** Розглянути особливості різних видів коронарних стентів, перспективи їх використання для лікування атеросклерозу та можливі шляхи удосконалення конструкції.

### **Основна частина.**

Стент (назва дано на прізвище його творця, англійської стоматолога Ч. Стента) - пружна металева або пластикова конструкція, яка використовується для розширення просвіту звуженого ділянки судини або полого органу (стравоходу, сечоводу, жовчних проток і т.д.), що забезпечує його прохідність для біологічних рідин. Розкриття стента здійснюється за рахунок розширення інфляційного балона. Збереження діаметра стента після дефляції(розширення) балона відбувається за рахунок утворення осередків незворотною пластичної деформації в вершинах елементарних комірок.

Сьогодні використання внутрішньосудинних методів по відновленню кровотоку дозволило врятувати мільйони життів. Застосування стентування коронарних артерій зробило справжню

революцію в кардіології, подарувавши реальні шанси на одужання від серцевих захворювань, в тому числі атеросклерозу.

Розглянемо характеристики коронарних стентів, конструкції яких розроблені нещодавно. Незважаючи на те, що клінічні випробування ще тривають, ці стенти, в силу того, що на сьогодні вони мають найкращі характеристики, широко застосовують у багатьох клініках світу. Однак, беручи до уваги безперервне удосконалення конструкцій стентів, є підстави вважати, що в недалекому майбутньому з'являться ще більш досконалі зразки.

1) Стенти **ACS Multilink Tristar** (рис.1) складаються з безлічі ланок, які мають вигляд рифлених кілець.

Стенти ACS Multilink Tristar вирізують променем лазера з цільної сталеві трубки (нержавіюча сталь 316 L). Дизайн стента забезпечує йому максимальну гнучкість при проходженні звивистих сегментів коронарних артерій. Ці стенти мають високу поздовжню гнучкість, витримують силу радіального тиску на стиск до 35 psi.

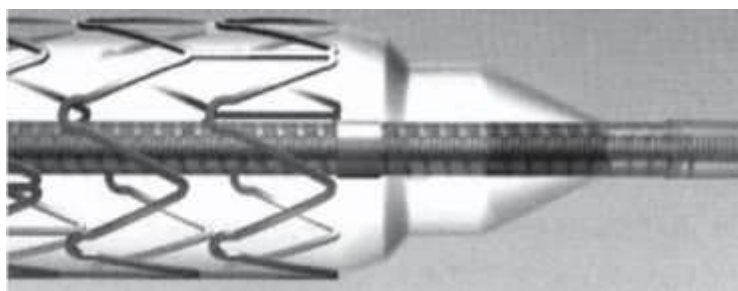


Рис. 1 Стент ACS Multilink Tristar

2) Особливістю стентів **BeStent Brava** (рис.2) є їх конструкція, що виконана у вигляді з'єднаних циркулярних і поздовжніх металевих смуг, що мають вид серпантину.

Під час розширення стента відбувається обертання в місцях з'єднання смуг, що призводить до їх випрямлення; таким чином, BeStent при розширенні абсолютно не коротшає, а ортогональна концентрація стретчингової сили стінки артерії, спрямованої радіально, не робить деформуючого дії. BeStent виготовляють з нержавіючої сталі (316 L). Основою стента є цілісний сталевий циліндр, з якого вирізають серпантинкову сітку.

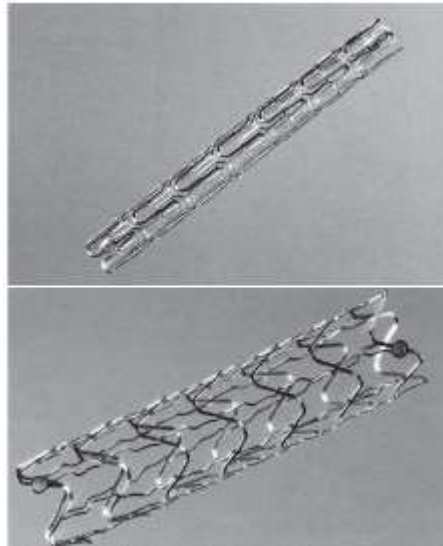


Рис. 2 Стент BeStent Brava

3) Стент **Coroflex** (рис.3) вирізають із сталеві трубки (нержавіюча сталь 316 L) лазерним променем з наступним електрополіруванням. Стент складається з великої кількості синусоїдальних кілець, з'єднаних містками в середніх точках; така конструкція надає стенту виняткову гнучкість, але через це знижується показник опору радіальному тиску.

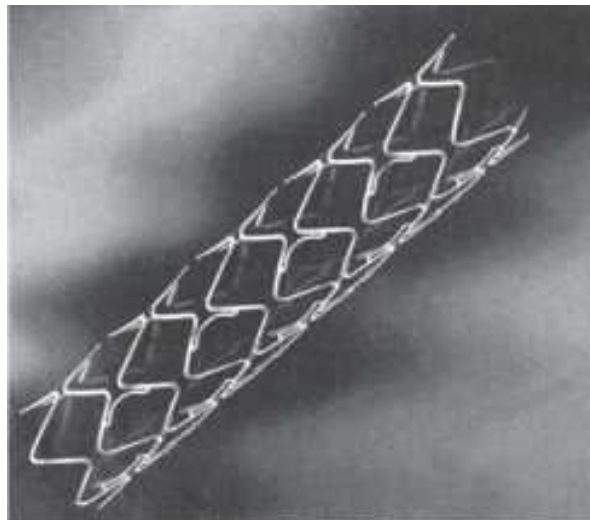


Рис. 3 Стент Coroflex

4) Стент **Nexus** (рис.4) виготовляється з високоякісної нержавіючої сталі. Стент має множинні осередки, що з'єднуються між собою за допомогою V-подібних ланок. Така будова призводить до певного вкорочення при розкритті. У стенті поєднуються гарна поздовжня гнучкість і виражена опірність радіальної силі.

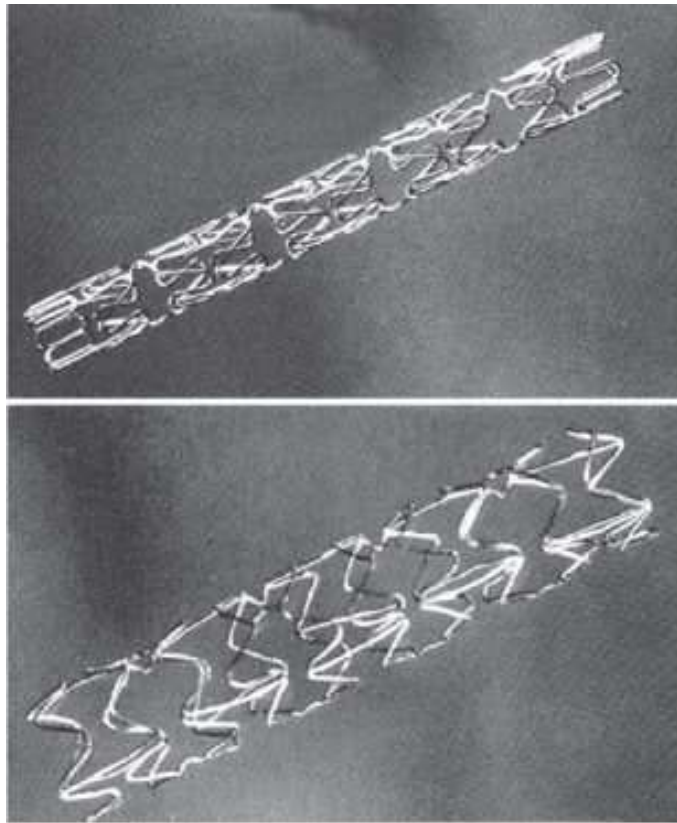


Рис. 4 Стент Nexus

5) Особливістю стента **Terumo** (рис.5) є його одноланкова конструкція у вигляді кристала алмазу з одиничним коннектором. Така конструкція забезпечує стент гарною поздовжньої гнучкістю і високим опором силі радіального здавлення стента, але призводить до вкорочення. Смужка металу в стент Terumo має дуже низький профіль (0,08 мм), що (разом з особливостями конфігурації балона) зводить до мінімуму ймовірність пошкодження судинної стінки в місці імплантації стента. Матеріал, з якого виготовляють стент Terumo, - нержавіюча сталь 316 L.



Рис. 5 Стент Terumo

В наступній частині роботи на основі аналізу переваг та недоліків конструкцій наведено удосконалену модель внутрішньокоронарного стента. За основу нової будови було взято структуру стенту ACS Multilink Tristar, оскільки він характеризується простотою виготовлення та має гарні загальні характеристики. Його конструкція забезпечує високу гнучкість та міцність, але під час розкриття стент стає коротшим. Крім цього, даний стент при проходженні звивистих сегментів коронарних артерій, що мають малий радіус кривизни, викривляється, що призводить до вигину назовні V-подібного елемента, через що може бути пошкоджена внутрішня тканина артерії.

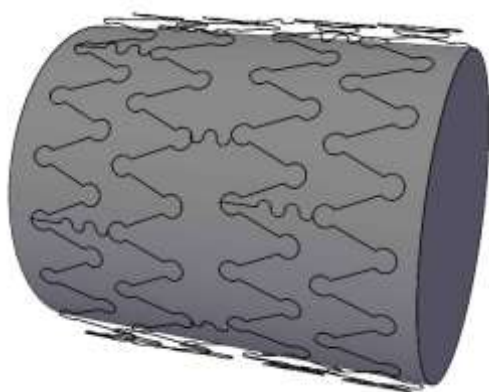


Рис. 6 Запропонована модель стенту

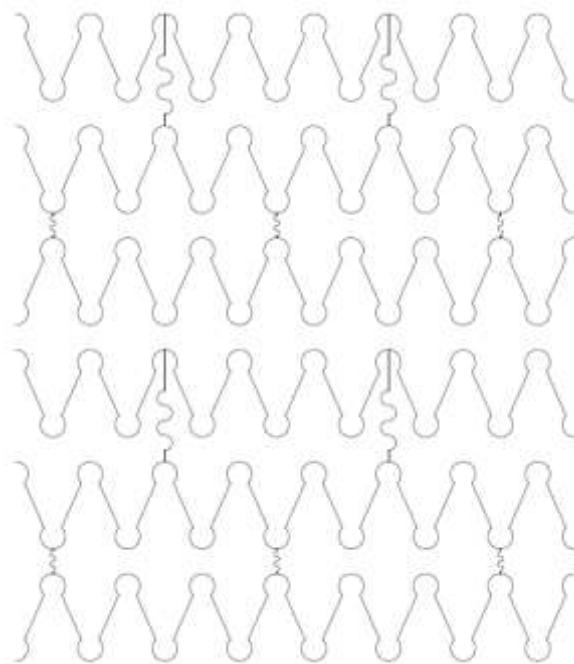


Рис. 7 Розгортка стенту

Новий варіант конструкції (рис.6, 7) відрізняється тим, що за рахунок зсуву зигзагоподібної смуги на пів елемента (рис.8) при розкритті стент вкорочується менше, а також під час проходження звивистої ділянки знижується можливість травмування судини через менший вигин V-подібного елемента. З'єднання синусоїдальної форми (рис.9 1,2) забезпечують більшу гнучкість і надають стенту повздовжню пружність, що зменшує вкорочення при розкритті. Кільця у вершинах кутових елементів допомагають збільшити значення механічної напруги необоротної пластичної деформації у розкритому стані.

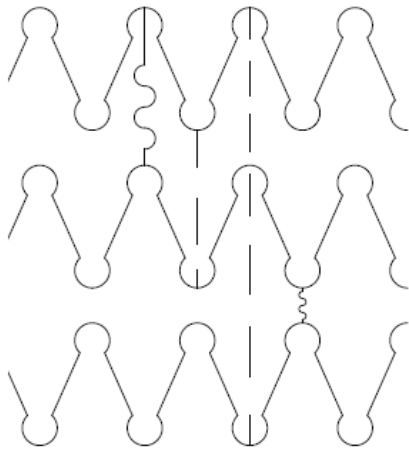


Рис. 8 Зсув V-подібного ряду

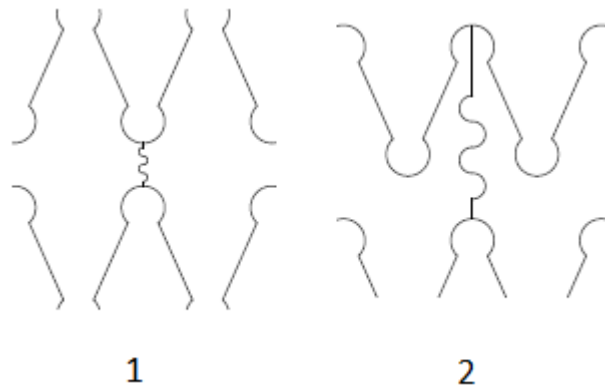


Рис. 9 Синусоїдальні з'єднання

Отже, даний варіант конструкції зберігає переваги моделі, взятої за основу, та має певні удосконалення, що усувають головні недоліки базового варіанту. Головною перевагою запропонованого стента є його простота виробництва при досить високих характеристиках, що дасть змогу зробити процедуру стентування більш доступною для пацієнтів.

**Висновки.** Удосконалення стенту спрямовані в першу чергу на усунення таких недоліків, як низькі гнучкість і жорсткість стентів, що їх широкому клінічному застосуванню дозволяє істотно зменшити кількість гострих тромбозів, значних кардіальних ускладнень, а також атеросклерозів. Довівши практичну користь створення штучного каркаса стінки артерії в місці її атеросклеротичного ураження, дослідники продовжують удосконалювати конструкції стентів.

### ***Бібліографічний список***

1. Коваленко В.Н. Руководство по кардиологии. Часть 2, 2008. – с.724-742, 755-767.
2. Папиров И.И., Шкуропатенко В.А., Шокуров В.С., Пикапов А.И. Материалы медицинских стентов: Обзор - Харьков: ННЦ ХФТИ, 2010. – с.5-15.