



**СОВРЕМЕННОЕ СТЕНТИРОВАНИЕ В КАРДИОХИРУРГИИ И
ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СТЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА
SANOCARDIO**

Сохибжонов Сардор Дониёр угли

*Студент 3 курса Ташкентский Государственный Медицинского
Университета Рашидов Улугбек Абдусамад угли*

Проект: Sanocardio

Ключевые слова:

Кардиохирургия – Cardiac surgery

Коронарное стентирование – Coronary stenting / Percutaneous coronary intervention (PCI)

Ишемическая болезнь сердца – Ischemic heart disease (IHD)

Коронарная артерия – Coronary artery

Стеноз – Stenosis

Эндоваскулярное вмешательство – Endovascular intervention

Sanocardio – Sanocardio

Мониторинг сердечной функции – Cardiac monitoring

ЭКГ / Электрокардиография – Electrocardiography (ECG)

Пульс и давление – Heart rate and blood pressure

Телемедицина – Telemedicine

Медицинские технологии / Медтех – Medical technology / MedTech

Профилактика осложнений – Complication prevention

Реабилитация после стентирования – Post-stenting rehabilitation

Мобильное приложение для здоровья сердца – Mobile cardiac health app

Введение

Кардиохирургия и интервенционная кардиология в последние десятилетия демонстрируют стремительное развитие, что связано с высокой распространённостью ишемической болезни сердца (ИБС) и её осложнений. Одним из ключевых методов лечения стенозирующих поражений коронарных артерий является коронарное стентирование.

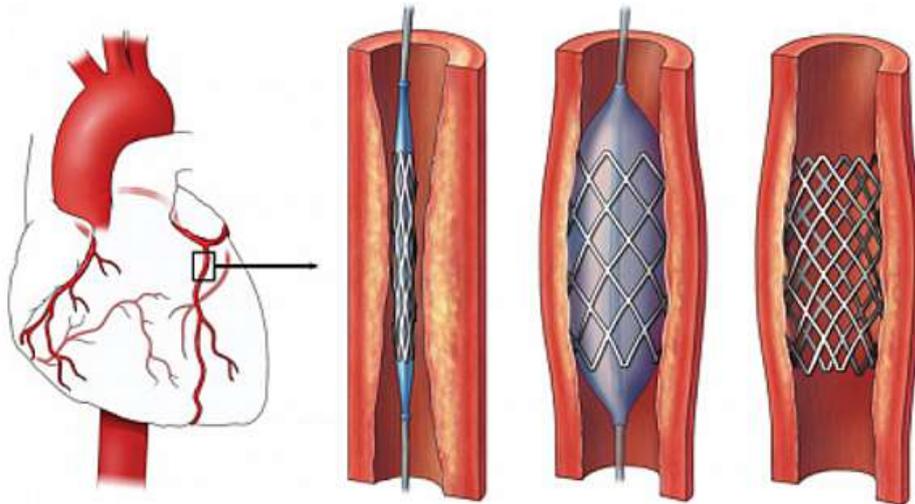
Несмотря на высокую клиническую эффективность стандартных стентов, сохраняются проблемы позднего тромбоза, рестеноза и невозможности непрерывного мониторинга состояния сосуда после имплантации. В связи с этим особый интерес представляют интеллектуальные (sensor-based) стенты, объединяющие механическую поддержку сосуда и функции биомониторинга.

Одним из перспективных направлений в данной области является разрабатываемая концепция стент-датчика Sanocardio.

Коронарное стентирование как основной метод реваскуляризации миокарда



Коронарное стентирование — это малоинвазивная эндоваскулярная процедура, направленная на восстановление проходимости коронарной артерии при её стенозе или окклюзии.



Суть метода заключается во введении баллон-катетера со стентом в зону поражения и последующем расширении баллона, что приводит к раскрытию металлического каркаса и фиксации его в просвете сосуда.

Основные цели стентирования:

- восстановление коронарного кровотока;
- уменьшение ишемии миокарда;
- профилактика инфаркта миокарда;
- улучшение качества жизни пациента.

Современные виды стентов

В клинической практике применяются:

1. Металлические стенты (Bare-metal stents, BMS).

Характеризуются относительно высокой частотой неоинтимальной гиперплазии.

2. Стенты с лекарственным покрытием (Drug-eluting stents, DES).

Содержат антипроферативные препараты (сиролимус, эверолимус и др.), снижающие риск рестеноза.

3. Биорезорбируемые каркасы.

Находятся на стадии активных клинических исследований и внедрения.

Основные проблемы стандартных стентов

Несмотря на совершенствование конструкции и покрытия, после имплантации стента остаются нерешённые клинические задачи:

невозможность объективно оценить локальные изменения давления и кровотока;

отсутствие информации о раннем тромбозе стента;

отсутствие мониторинга воспалительных и механических факторов в зоне имплантации;



зависимость врача только от клинических симптомов и контрольной коронарографии.

Это формирует предпосылки для внедрения интеллектуальных систем мониторинга внутри сосудистых имплантов.

Концепция интеллектуального стент-датчика Sanocardio

Проект Sanocardio представляет собой концепцию коронарного стента нового поколения, объединяющего механическую функцию поддержания просвета сосуда и встроенную систему сенсорного мониторинга.

Ключевая идея проекта

Sanocardio — это стент с интегрированным датчиком, способный регистрировать физиологические параметры и передавать их по беспроводному каналу.

Основная цель разработки — раннее выявление осложнений после имплантации и повышение безопасности пациентов с ишемической болезнью сердца.

Предполагаемые функции системы Sanocardio

В рамках концепции проекта предусматривается:

- измерение локального внутрисосудистого давления;
- регистрация изменений кровотока в зоне стентирования;
- оценка деформации и механической нагрузки на каркас стента;
- беспроводная передача данных на внешний приёмник (смартфон, медицинскую станцию мониторинга).

Потенциальные клинические преимущества

Внедрение интеллектуального стент-датчика может позволить:

- выявлять ранние признаки рестеноза;
- обнаруживать тромбоз стента на доклинической стадии;
- объективно контролировать состояние коронарного сегмента в динамике;
- персонализировать антиагрегантную и антиишемическую терапию.

Особую ценность такие системы могут иметь у пациентов высокого риска: после инфаркта миокарда, при сахарном диабете, мультифокальном атеросклерозе и повторных вмешательствах.

Технические и клинические вызовы

Разработка стента с сенсорной системой требует решения ряда сложных задач:

- биосовместимость электронных компонентов;
- миниатюризация сенсора и передатчика;
- энергообеспечение имплантируемой системы;
- устойчивость электроники к деформации при раскрытии стента;
- безопасность беспроводной передачи данных.



Для практической реализации проекта Sanocardio необходимы этапы экспериментальных исследований, *in vitro*-тестирования, а затем доклинические и клинические испытания.

Значение проекта Sanocardio для будущего кардиохирургии

Интеграция цифровых технологий и имплантируемых медицинских устройств формирует новое направление — цифровая интервенционная кардиология.

Проект Sanocardio отражает современную тенденцию перехода от пассивных имплантов к активным интеллектуальным медицинским системам.

Для будущего кардиохирурга подобные разработки открывают новые возможности:

более точного контроля результатов вмешательства;

повышения безопасности реваскуляризации;

формирования персонализированной стратегии лечения пациента.

Заключение

Коронарное стентирование остаётся одним из наиболее эффективных и широко применяемых методов лечения ишемической болезни сердца. Однако отсутствие прямого мониторинга состояния сосуда после имплантации ограничивает возможности ранней диагностики осложнений.

Разработка интеллектуального стент-датчика Sanocardio является перспективным направлением, способным объединить достижения кардиохирургии, биоинженерии и цифровых технологий и вывести эндоваскулярные вмешательства на новый уровень клинической безопасности и эффективности

ЛИТЕРАТУРА:

Serruys P.W., Kutryk M.J., Ong A.T. "Drug-eluting stents." *New England Journal of Medicine*. 2006; 347(21): 1770–1781.

Moses J.W., Leon M.B., Popma J.J. et al. "Sirolimus-eluting stents versus standard stents in patients with stenosis in a native coronary artery." *New England Journal of Medicine*. 2003; 349(14): 1315–1323.

Windecker S., Kolh P., Alfonso F. Et al. "2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization." *European Heart Journal*. 2014; 35(37): 2541–2619.

Статьи по осложнениям и рестенозу

Farb A., Sangiorgi G., Carter A.J. et al. "Pathology of acute and chronic coronary stenting in humans." *Circulation*. 1999; 99(1): 44–52.

Hoffmann R.M., Mintz G.S., Dussaillant G. Et al. "Patterns and mechanisms of in-stent restenosis." *Circulation*. 1996; 94(9): 1247–1254.

Интеллектуальные и сенсорные стенты (тренд-обзоры)



Chua Y.L., Madhavan M., Rapoza R. Et al. "A novel sensor-assisted stent system: proof-of-concept and preclinical evaluation." *Journal of Interventional Cardiology*. 2019; 32(6): 771–782.

Banerjee A., Ambrose J.A. "Smart stents and digital health: new frontiers in percutaneous coronary intervention." *Trends in Cardiovascular Medicine*. 2022; 32: 130–137.

Технологии мониторинга и телемедицина

Topol E.J. "The patient will see you now: the future of medicine is in your hands." Basic Books; 2015.

Krittanawong C., Zhang H., Wang Z. Et al. "Artificial intelligence-enabled electrocardiogram for disease detection: beyond rhythm analysis." *Nature Reviews Cardiology*. 2020; 17(7): 457–470.

Руководства и клинические стандарты

Levine G.N., Bates E.R., Blankenship J.C. et al. "2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention." *Journal of the American College of Cardiology*. 2011; 58(24): e44–e122.