

# Современные методы имплантации сетчатки

Орлова  
Алина Александровна

# Как все начиналось

Первая попытка электрической стимуляции зрительной системы для лечения слепоты была сделана еще в XVIII веке в Париже французским врачом и ученым Шарлем Ле Руа. Его незрячий пациент утверждал, что испытал зрительные ощущения и «увидел» вспышки при прохождении электрического тока через намотанную вокруг головы проволоку. Впоследствии эти вспышки были названы фосфенами.

После врачи неоднократно отмечали появление вспышек перед глазами при стимуляции электродами коры головного мозга в затылочной области. Здесь сосредоточены нейроны, которые воспринимают и анализируют зрительную информацию.



# История

- + В 1978 году американский ученый Билл Добель показал принципиальную возможность восстановления утраченного зрения путем электрической стимуляции головного мозга. Для формирования изображения он использовал видеокамеру. Затем картинка трансформировалась в электрический сигнал и передавалась на зрительную кору. Во время работы этого устройства слепой пациент не только видел вспышки света, но и различал крупные буквы.
- + А вот группа американских исследователей под руководством Марка Хумаюна пошла другим путем. Для получения зрительного образа было решено стимулировать сохранные клетки сетчатки. Это привело к созданию первого зрительного импланта Argus.
- + Первая операция по его имплантации была проведена в 1999 году. А в 2013 году устройство Argus II получило разрешение FDA для коммерческого использования. На сегодняшний день его носят более 350 пациентов, двое из которых россияне.



Существует ряд заболеваний, связанных с изменением работы или повреждением сетчатки и приводящих к полной потере зрения. Среди них:

**Пигментный ретинит**, или **пигментная дистрофия сетчатки** – наследственное заболевание человека, характеризующееся разрушением палочек (в первую очередь) и колбочек в сетчатке с замещением их глиальной и фибриллярной тканью. Поражение глаз, как правило, двустороннее. Возможна полная потеря зрения. Некрозы рецепторных клеток происходят из-за нарушения в сосудистой оболочке глаза

**Макулярная дегенерация (MD)**, или **макулодистрофия** – дегенеративное поражение центральной области сетчатки, которое является причиной ухудшения центрального зрения. В начале заболевания отмечается постепенное снижение зрения, появляются выпадения поля зрения в виде мелких пятен (например, выпадают некоторые буквы при чтении); могут искривляться прямые линии. Позднее снижается зрение вдаль и вблизи, человек не может выполнять привычную зрительную работу.

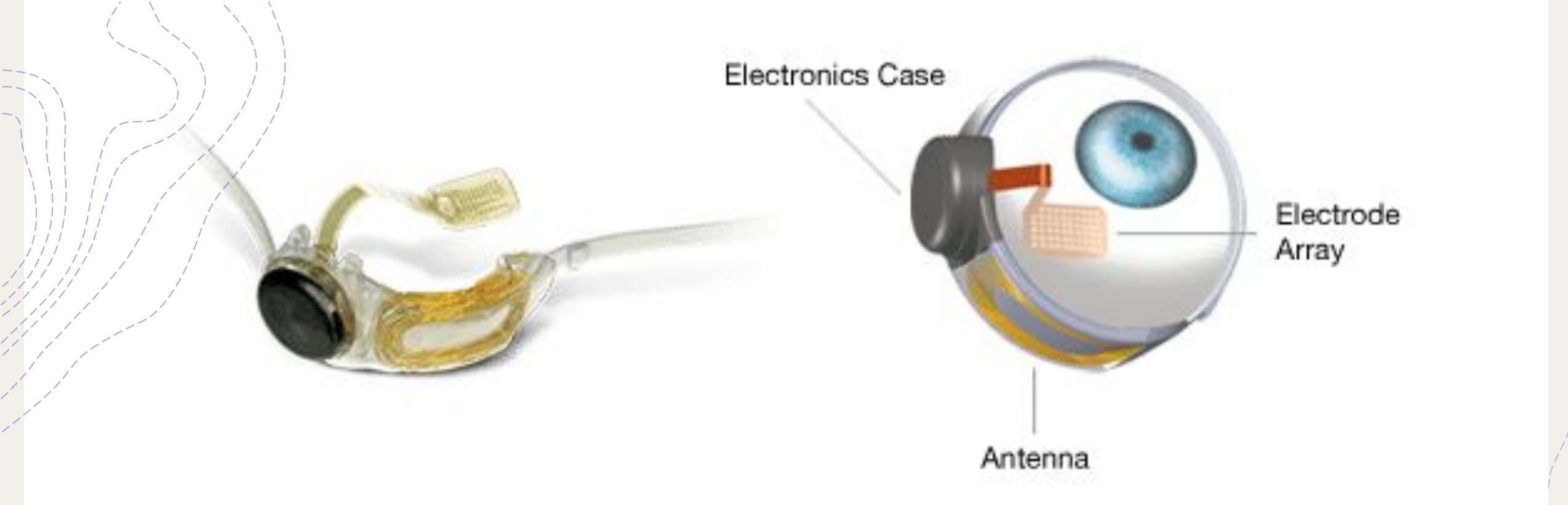
# Виды имплантации сетчатки

## Эпиретинальная

+ В эпиретинальной технологии электроды размещаются над сетчаткой и стимулируют ганглиозные клетки.

## Субретинальная

+ Субретинальная технология предполагает размещение электродов между пигментным слоем и рецепторами



# Эпиретинальные импланты

+ Система Argus, разработанная американской компанией Second Sight, является самым первым имплантируемым в глаз протезом, который стал применяться для частичного восстановления зрения у людей, страдающих тяжелой формой пигментного ретинита. Кроме того, этот имплантат тестировался для применения у людей с более часто встречающимся заболеванием - возрастной макулярной дистрофией. Argus - эпиретинальная система, т.е. имплантат помещается поверх сетчатки. Впервые это устройство было имплантировано человеку в 2006 году. Сегодня компания использует вторую версию этого протеза - Argus II, который уже имеет разрешение на использование от европейских (2011 г.) и американских (2013 г.) регуляторов отрасли здравоохранения



# Argus II

+ Это устройство использует камеру, интегрированную в очки, и имплантат, располагающийся частично вокруг глаза и частично на поверхности сетчатки. Argus II пока что позволяет человеку видеть только тени и очертания фигур. При этом все, что видит камера, преобразуется в электрические сигналы, которые беспроводным образом транслируются в имплантат. В свою очередь имплантированный чип стимулирует клетки сетчатки, заставляя их отправлять полученную информацию в оптический нерв и дальше для обработки в зрительную кору головного мозга.

+ Сама операция имплантации длится порядка пяти часов и через две недели пациент надевает очки, чтобы начать учиться использовать Argus II.



### + **Достоинства бионического глаза:**

- + Обеспечивает возможность ориентироваться в пространстве
- + Некоторые пользователи получают возможность читать большие буквы и самостоятельно передвигаться в городе.

### + **Недостатки устройства:**

- + В сущности, человек не получает нормального зрения и это связано с тем, что данная версия импланта имеет только 60 электродов, а для того, чтобы видеть хорошо, необходимы примерно 1 млн электродов
- + Не обеспечивает возможность различать цвета
- + Высокая стоимость
- + Относительно громоздкие очки



# *IRIS II (Pixium Vision, Франция)*

+ Система бионического зрения IRIS II, предназначенная для людей, потерявших зрение вследствие пигментного ретинита, использует камеру, встроенную в специальные очки, и состоящий из 150 электродов эпиретинальный имплант, устанавливаемый на сетчатке



+ Принцип работы устройства основан на том, что изображение улавливается камерой, затем попадает в миниатюрный компьютер, подключенный к очкам проводом, где обрабатывается и по беспроводному каналу передается на имплантат. Имплантат с помощью электродов стимулирует зрительный нерв, позволяя пользователю различать черный и белый цвет, а также около десяти оттенков серого цвета. Камера в очках имеет независимые пиксели, которые непрерывно распознают изменения в окружающей среде. В сущности, система работает как матрица клеток-фоторецепторов, которые она заменяет, обеспечивая людей базовыми возможностями зрения, которого без этого устройства они не имели

### + Достоинства бионического глаза:

- + Более высокая разрешающая способность, чем у Argus II (в 2,5 раза)
- + Обеспечивает возможность человеку видеть свет и ориентироваться
- + После длительного использования позволяет различать лица и читать крупные буквы
- + Внешняя электроника также позволяет иметь полный контроль над обработкой изображений и даже адаптировать обработку для каждого пациента

### + Недостатки:

- + Относительная непродолжительность работы имплантата, что со временем требует его замены
- + Необходимость внешнего устройства, которое достаточно громоздкое
- + Проводная связь с управляющим блоком
- + Высокая стоимость операции и устройства
- + Не позволяет различать цвета
- + Сложная операция, связанная с риском для здоровья

# Субретинальные ИМПЛАНТЫ

- + *Alpha IMS (Retina Implant AG, Германия)*
- + Субретинальные импланты располагаются между слоем фоторецепторов и ретинальным пигментным эпителием. Данные устройства стимулируют в первую очередь клетки сетчатки, находящиеся со стороны фоторецепторов, что, как полагают разработчики, должно формировать более естественный поток импульсов в головной мозг.



### + Достоинства устройства:

- + Относительно высокая разрешающая способность
- + Для получения изображения устройство использует оптический аппарат глаза
- + Обеспечивается возможности узнавать лица людей, очертания фигур, распознавать различные объекты
- + Простота устройства по сравнению с эпиретинальными системами
- + Более простая фиксация имплантата из-за ограниченности субретинального пространства и давления на устройство, которое создает пигментный эпителий

### + Недостатки:

- + Необходимость внешнего питания, закрепляемого под кожей на голове.
- + Во время испытаний были зафиксированы отказы устройства, требующие повторной операции
- + Отсутствие цветового зрения
- + Ограничение по размеру вследствие небольшого объема субретинального пространства
- + Возможность повреждения сетчатки из-за выделения тепла имплантатом

## + **Супрахориоидальный имплантат**

### + *Bionic Vision (Bionic Vision, Австралия)*

Бионический глаз состоит из небольшой цифровой камеры, закрепленной на очках, внешнего процессора и имплантата (микрочип и стимулирующие электроды). Передача информации на имплантат осуществляется беспроводным способом. На сегодняшний день разработаны три версии устройства: прототип с 44 электродами, вариант с широким полем зрения и 98 электродами, и самый продвинутый с 256 электродами. Размер самого современного имплантата - 5 x 5 мм. В дальнейшем разработчики планируют испытать версию с 1024 электродами, которая представляет собой матрицу из четырех 256-электродных чипов. Это должно позволить пользователю различать лица и читать.

## Достоинства устройства:

- Обеспечивается лучший контроль стимуляции зрительного нерва по сравнению с фотодиодным вариантом за счет предварительной обработки зрительного сигнала
- Более безопасная операция имплантации, по сравнению с субретинальным или эпиретинальным методом
- Позволяет людям ориентироваться в окружающем пространстве

## + Недостатки:

- + Необходимость внешнего питания, закрепляемого под кожей на голове.
- + Во время испытаний были зафиксированы отказы устройства, требующие повторной операции
- + Отсутствие цветового зрения
- + Ограничение по размеру вследствие небольшого объема субретинального пространства
- + Возможность повреждения сетчатки из-за выделения тепла имплантатом



Спасибо за внимание

+