

Occhio_Bionico

Presentazione Consiglio di Sezione Pavia

Pavia 10 luglio 2019

Paolo W. Cattaneo a nome del gruppo Occhio_Bionico

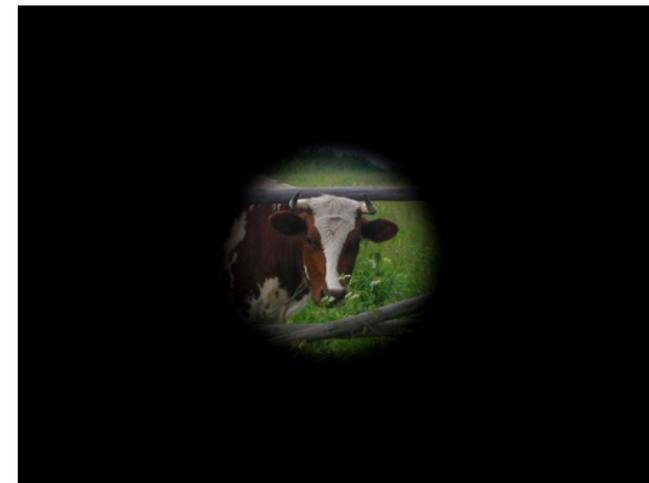
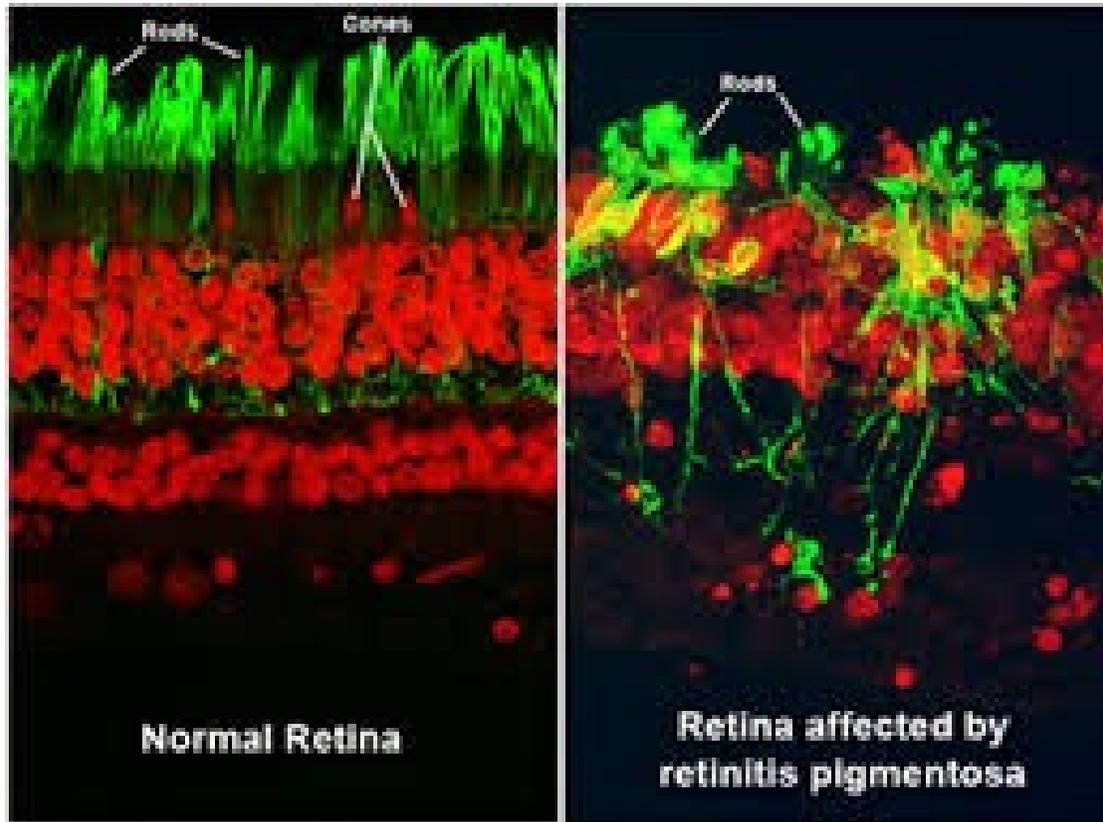
Proposta di esperimento in gruppo V

Retinite pigmentosa

La retinite pigmentosa è una malattia degenerativa della retina di natura genetica che porta gradualmente alla perdita graduale della vista, partendo dalla vista periferica, a causa della degenerazione di coni e bastoncelli fino alla cecità.

Colpisce circa 1/4000 persone. Non ci sono cure.

Visione a tunnel



Choroidermia e Degenerazione Maculare

Degrado della retina si ha anche con la Coroidermia (più rara) e con la degenerazione maculare connessa all'età (AMD) che colpisce fino al 12% della popolazione oltre gli 80 anni.



Retina artificiale (protesi visuale)

Una protesi visuale come unica soluzione per recuperare parzialmente la vista. Per protesi un array di fotodiodi di dimensioni comparabili ai coni e bastoncelli (pochi μm) con impianto subretinale che passino segnali elettrici al nervo ottico tramite le cellule gangliari.

Il segnale dei fotodiodi non amplificato è troppo basso per stimolare i neuroni. Una possibilità è amplificarlo (Alpha AMS, Retina Implant).

In alternativa SiPM (Silicon Photomultiplier)

arrays di alcuni mm^2 di SPAD (Single Photon Avalanche Diode)

In modalità Geiger con una amplificazione $\sim 10^{5-6}$.

La potenza richiesta è bassa: da studiare batteria come pacemaker.

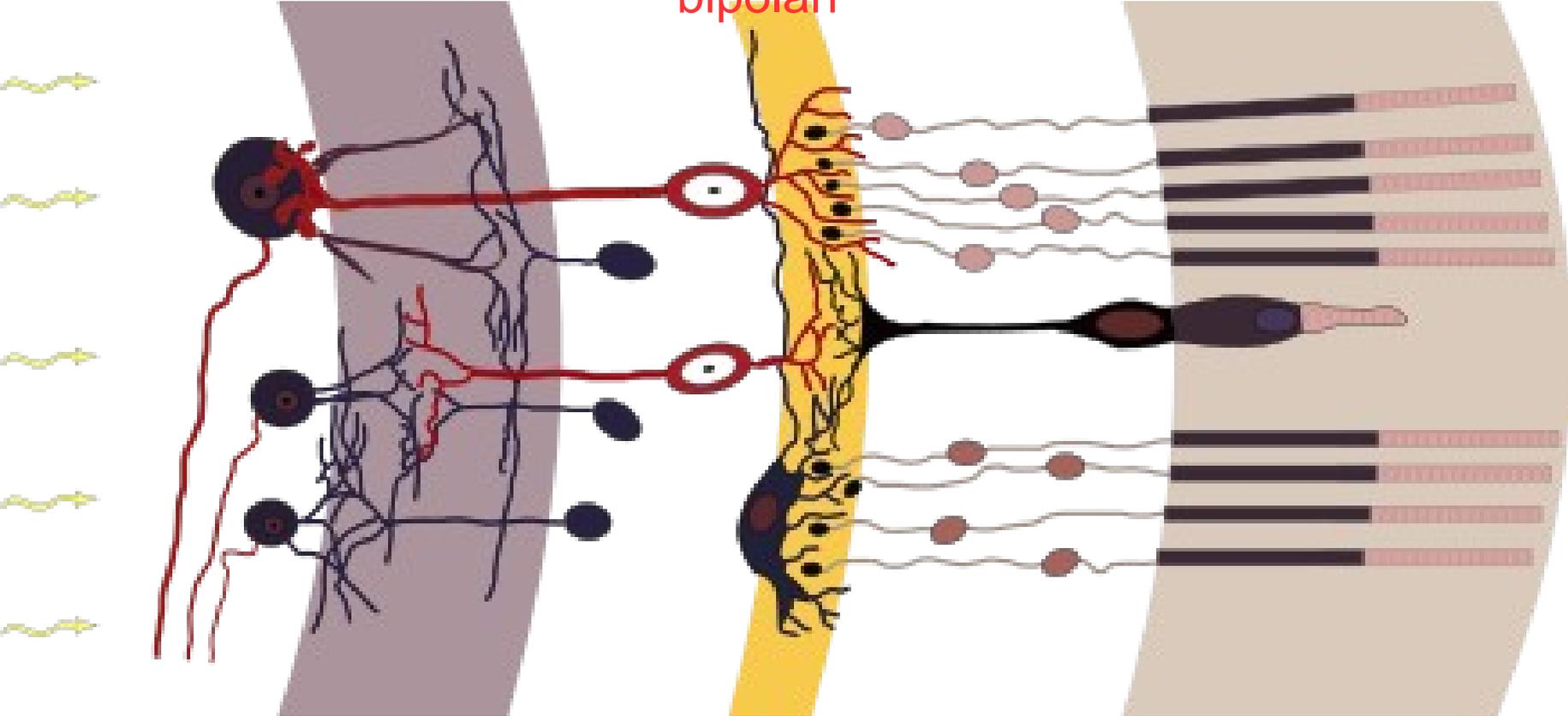
Retina

Luce

Cellule gangliari

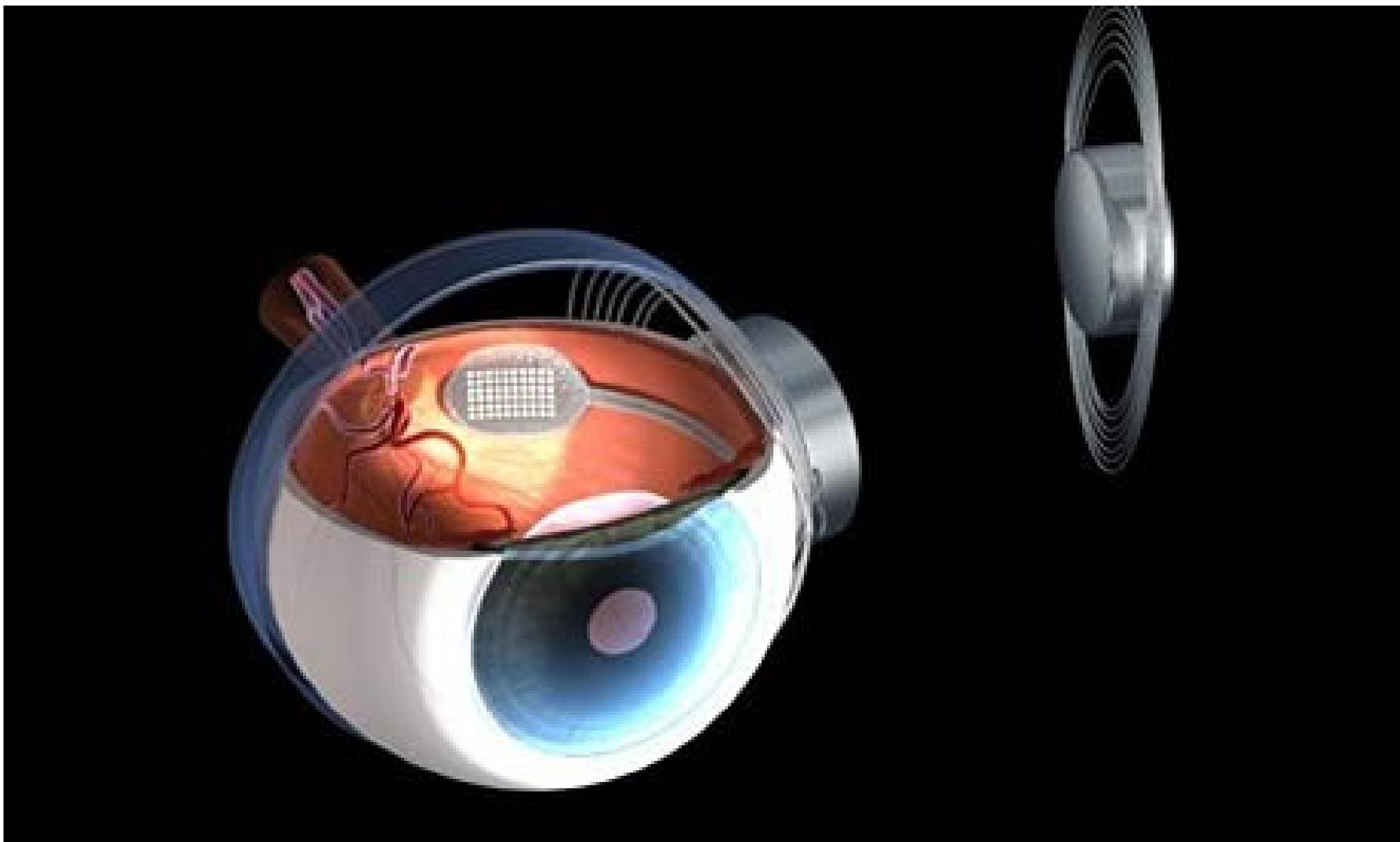
Cellule orizzontali/
bipolari

Coni e bastoncelli



Nervo ottico

Protesi visuale (Occhio bionico)

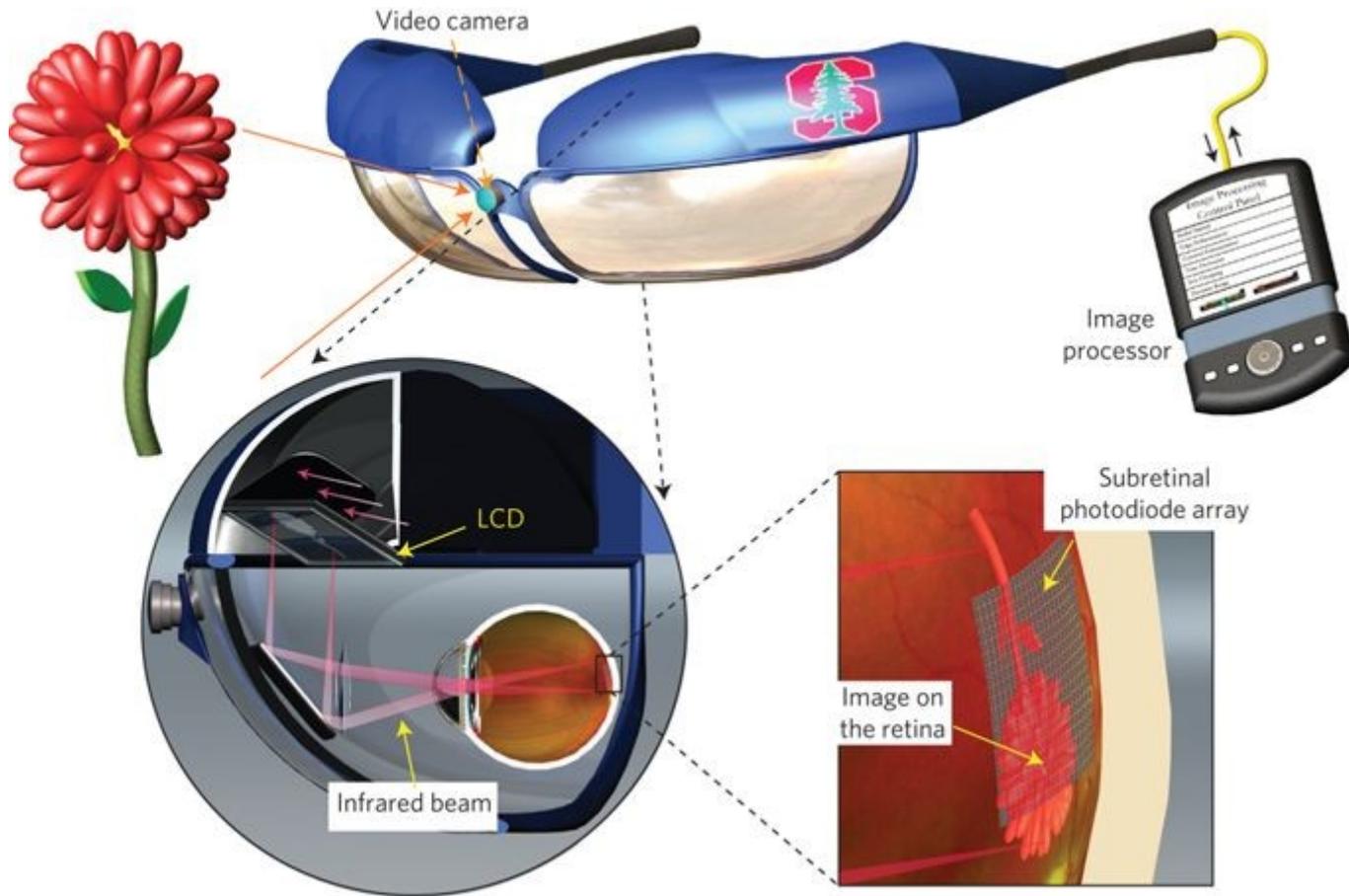


Letteratura su progetti alternativi

- 1) Nature Photonics Vol.6 (2012) 391
- 2) Proc. R. Soc. B (2011) 278, 1489
- 3) Vision Research 111 (2015) 149
- 4) J. Neural. Eng. 4 (2007) S72
- 5) Trends in Biotechnology, Oct. 2013, Vol. 31, 10, 562

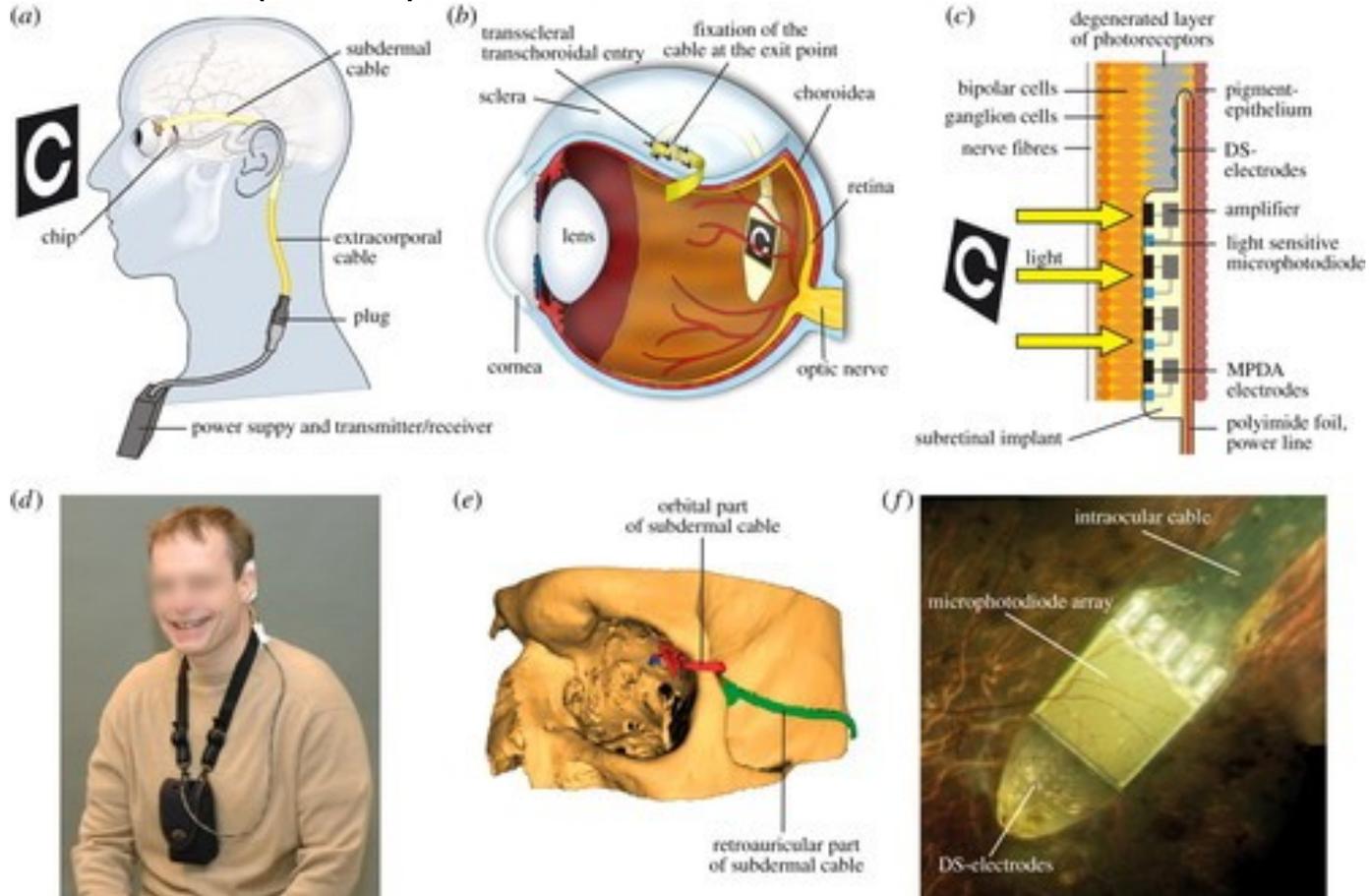
Letteratura su progetti alternativi

Nature Photonics Vol.6 (2012) 391



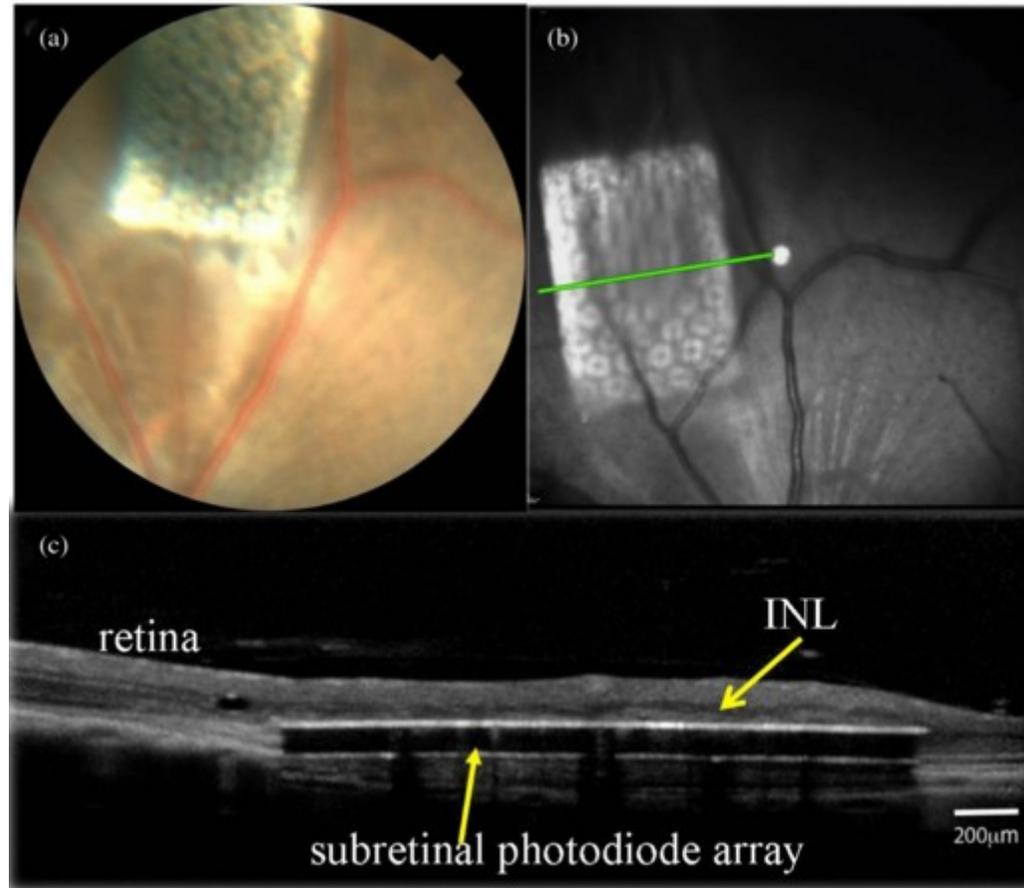
Alpha IMS

Proc. R. Soc. B (2011) 278, 1489,
Vision Research 111 (2015) 149

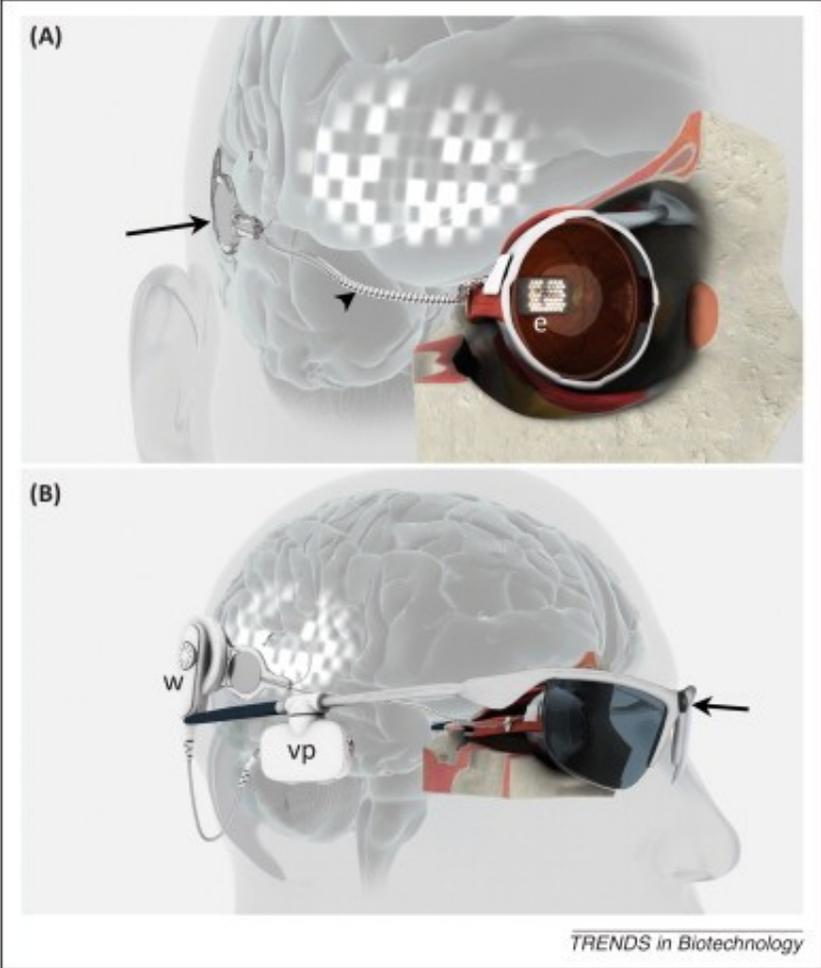


Già in test clinico da qualche anno.

J. Neural. Eng. 4 (2007) S72



Trends in Biotechnology, Oct. 2013, Vol. 31, 10, 562



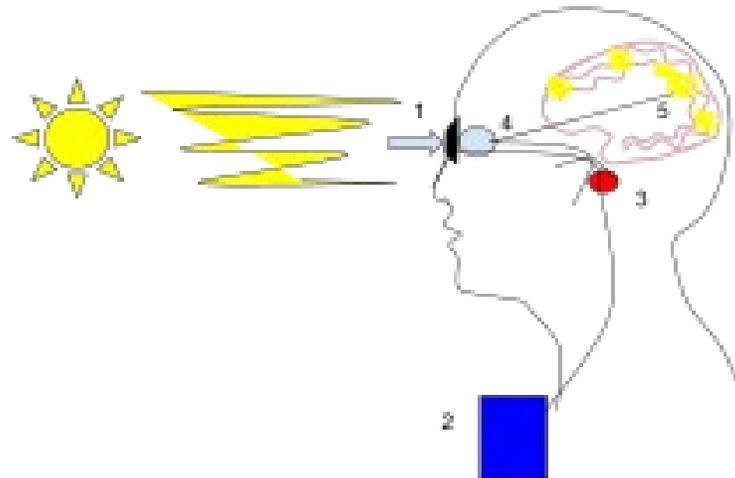
ARGUS

Argus è commercializzato dalla società SecondSight.

E' autorizzato negli USA e in trail clinico in UE.

L'immagine è catturata da una telecamera esterna che processa il segnale e lo invia wirelessly in un circuito con un impianto epiretinale.

Sono già stati ottenuti risultati di recupero molto parziale della vista.



Progetti alternativi

Ci sono due soluzioni sul mercato (o vicini):

- ARGUS II (Second sight Medical <http://www.secondsight.com/>)
- Alpha IMS (Retina Implant AG; <http://www.retina-implant.de/en/>)

La tecnologia di riferimento per questa proposta è la Alpha IMS (tedesca).

La tecnologia proposta migliora Alpha IMS nei seguenti punti:

- Niente preamplificatori grazie all'alto guadagno degli SiPM
- La miniaturizzazione degli elettrodi non richiede potenza addizionale
- Guadagno esterno programmabile
- Alimentazione tramite pila (come pacemakers)

Obiettivi intermedi

- 1) Stabilire contatti con produttori di SiPM (SPAD) array e.g. FBK, produttori di batterie miniaturizzate, oftalmologi.
- 2) Progetto di un SiPM (SPAD) array adatto all'uso come protesi visuale
- 3) Progetto del sistema di alimentazione: wireless e/o batteria
- 4) Progetto e implementazione parziale di una facilità di test

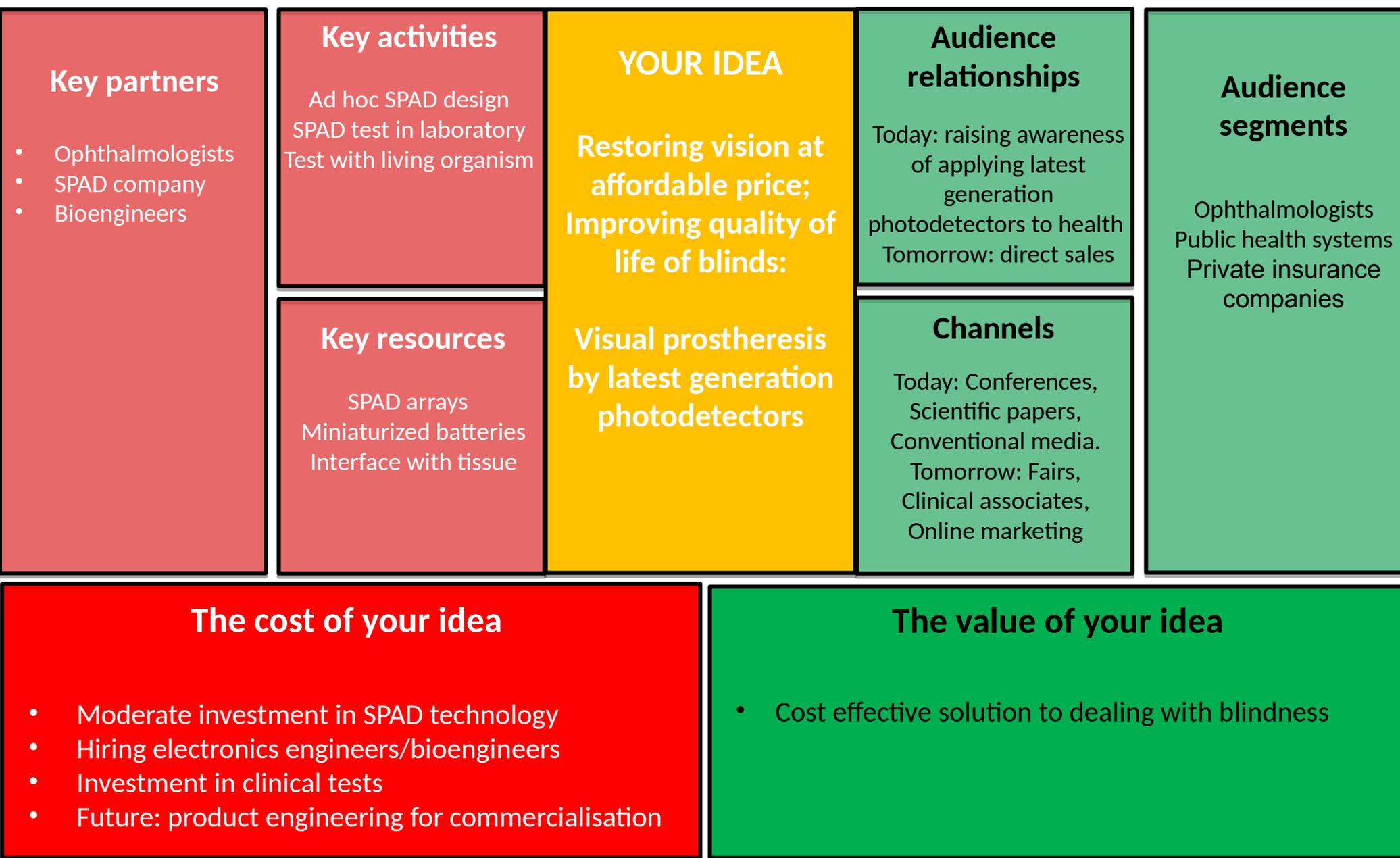
Vertis Proof of Concept (POC)

SPAD arrays as visual prosthesis for Retinitis Pigmentosa and AMD

POC al bando Vertis per un finanziamento da Venture Capitalist.
Uno dei 4 progetti INFN ammesso alla discussione orale.
Ritenuto molto interessante ma da sviluppare in una fase di R&D.

Business Model: a preliminary idea for this one year proposal.

This is a first attempt to reason in business model language, but most of the points are related to the possible declinations in the POC project, coherently with the advancement of our idea.



SWOT and Conclusions

Strengths	Opportunities
<p>High quality of life for patients affected by retinitis pigmentosa or AMD; Cost effective and simpler solution; Minimal training for patients required; Interdisciplinary work between physicists, engineers and ophthalmologists.</p>	<p>Market opportunity due to limited number of competitors present and in the foreseeable future; Based on technologies (SPAD, miniaturize batteries) rapidly evolving driven by a much larger market (photodetectors, peacemaker);</p>
Weaknesses	Threats
<p>Long time span before reaching customers; Complex clinical test on humans.</p>	<p>Missing authorization from Health Minister; Additional competitors on the market.</p>

Occhio Bionico Attività 2019

- Progetto retina artificiale
- Ottimizzazione dei parametri: tensione di alimentazione, dimensione celle, potenza
- Progettazione test di interfaccia con tessuto biologico in laboratorio
- Progetto alimentazione: batteria o esterna?
- Ampliamento gruppo con medici oftalmologi e chirurghi

Occhio_Bionico Anagrafica 2020

Paolo W. Cattaneo (res.)	Pri. Ric. INFN	20%
Andrea Rappoldi	Pri. Tec. INFN	20%
Ilaria Cristiani	Prof. Ass.	30%
Stefano Ramat	Prof. Ass.	30%
Paolo Minzioni	Ric. Uni.	20%
Lab. Elettronica		2 mu
Lab. Meccanica		1 mu
Totale FTE		1.1

Il gruppo sta lavorando per allargare la collaborazione verso

- medici oftalmologi
- progettisti di batterie miniaturizzate
- progettisti di nanostrutture (pin)
- Società che producono SiPM (SPAD)

Occhio_Bionico Anagrafica 2020

MI per contatti gruppi di ricerca
Conferenza

4.0ke

Consumo

SiPM 50

3.0ke

Metabolismo/meccanica

2.0ke

Totale

9.0ke