



Department of Physics

رابط های عصبی قابل کاشت در بدن بر پایه کربن های فایبری برای برانگیختگی و ثبت از سلول های عصبی و
به عنوان حس گر شیمیایی

Maryam Alsadat Hejazi

University of Melbourne
School of Physics
Parkville, Victoria, Australia

2020





1 in Australia

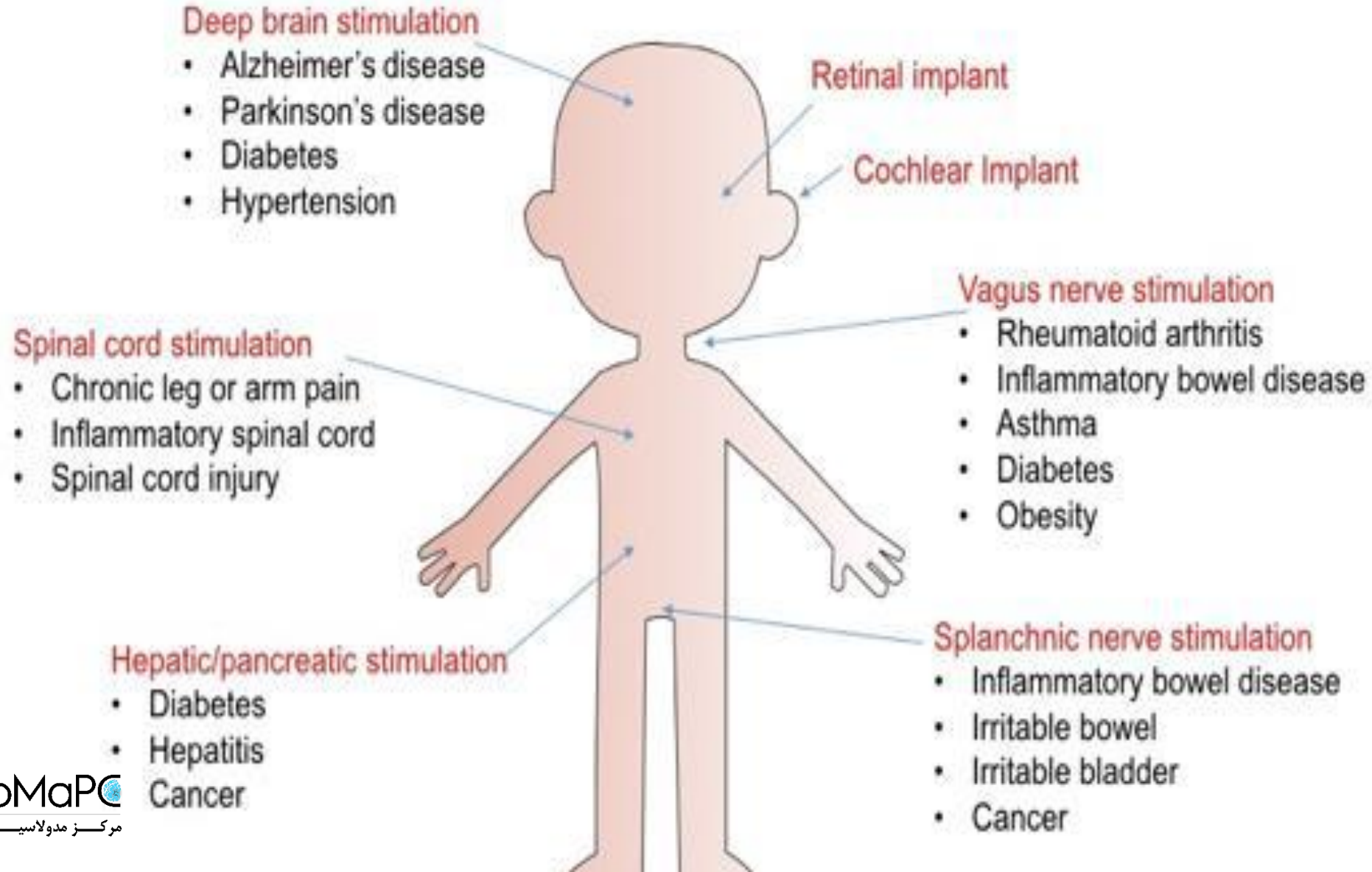
31 in the world

#7 in graduate employability worldwide

**Times Higher Education World
university Ranking 2021/ QS Graduate
Employability 2020**

Introduction

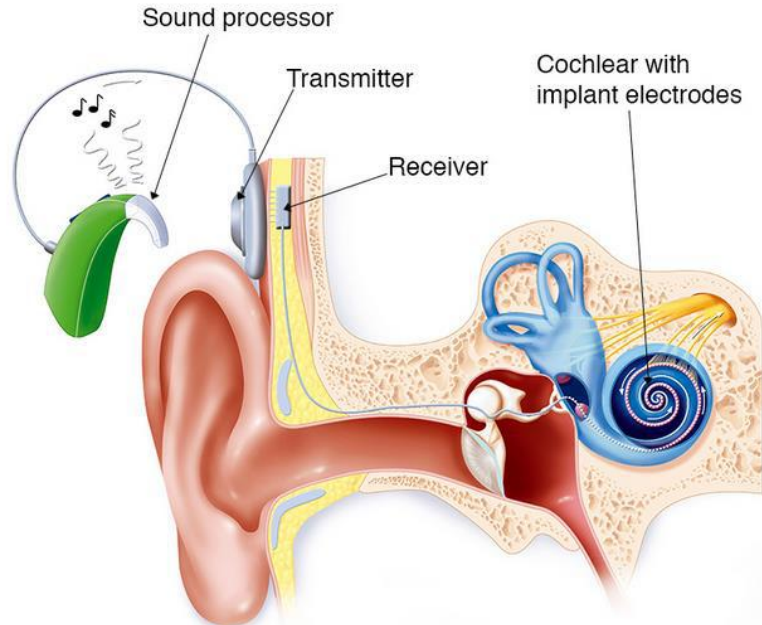
مقدمه



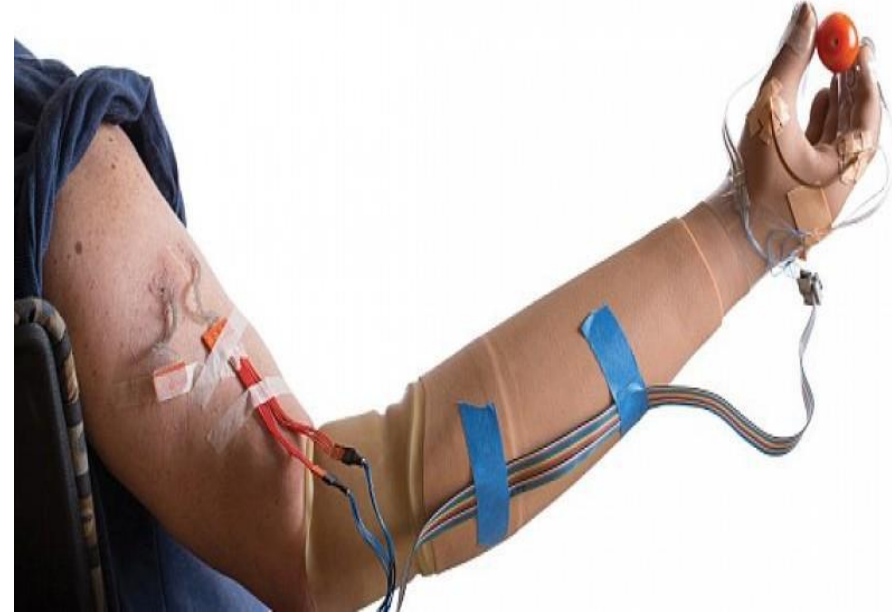
وسایل پزشکی قابل کاشت در بدن



Cochlear implants



<https://www.healthdirect.gov.au/cochlear-implant>



Limb prosthesis device

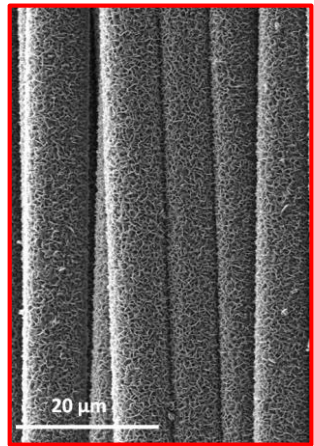
<http://www.yalescientific.org/2015/01/mind-controlled-prosthetics/>



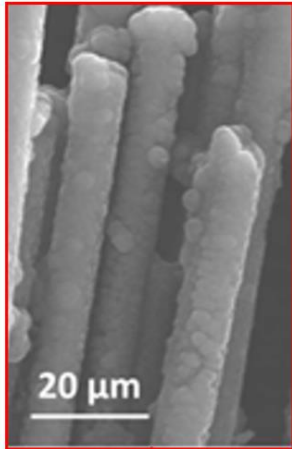
Retina implants

<https://www.gizmodo.com.au/2012/11/monster-machines-an-artificial-retina-that-reads-for-the-blind/>

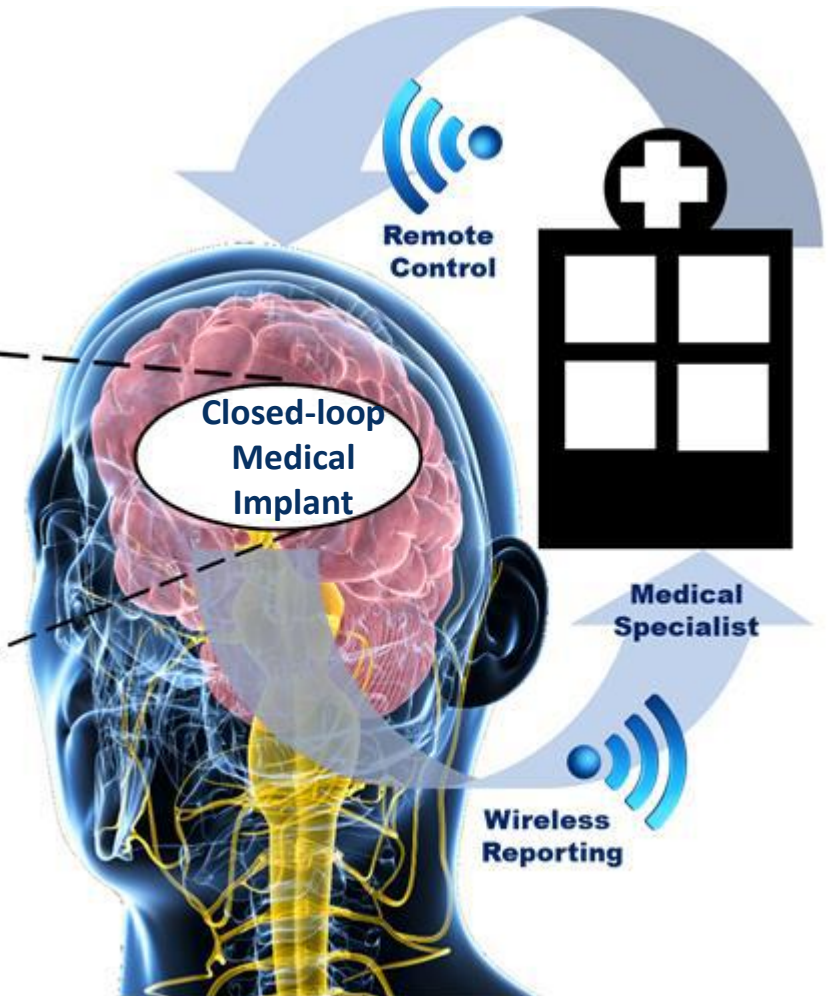
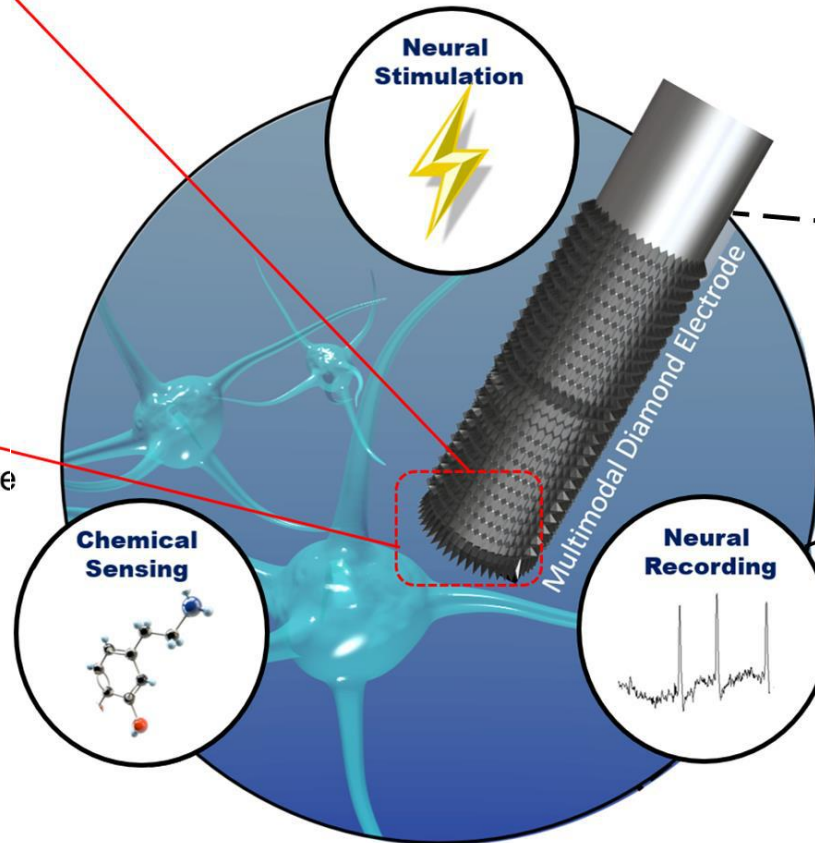
وسيله پزشکی الکترونیکی در سیستم Closed-loop



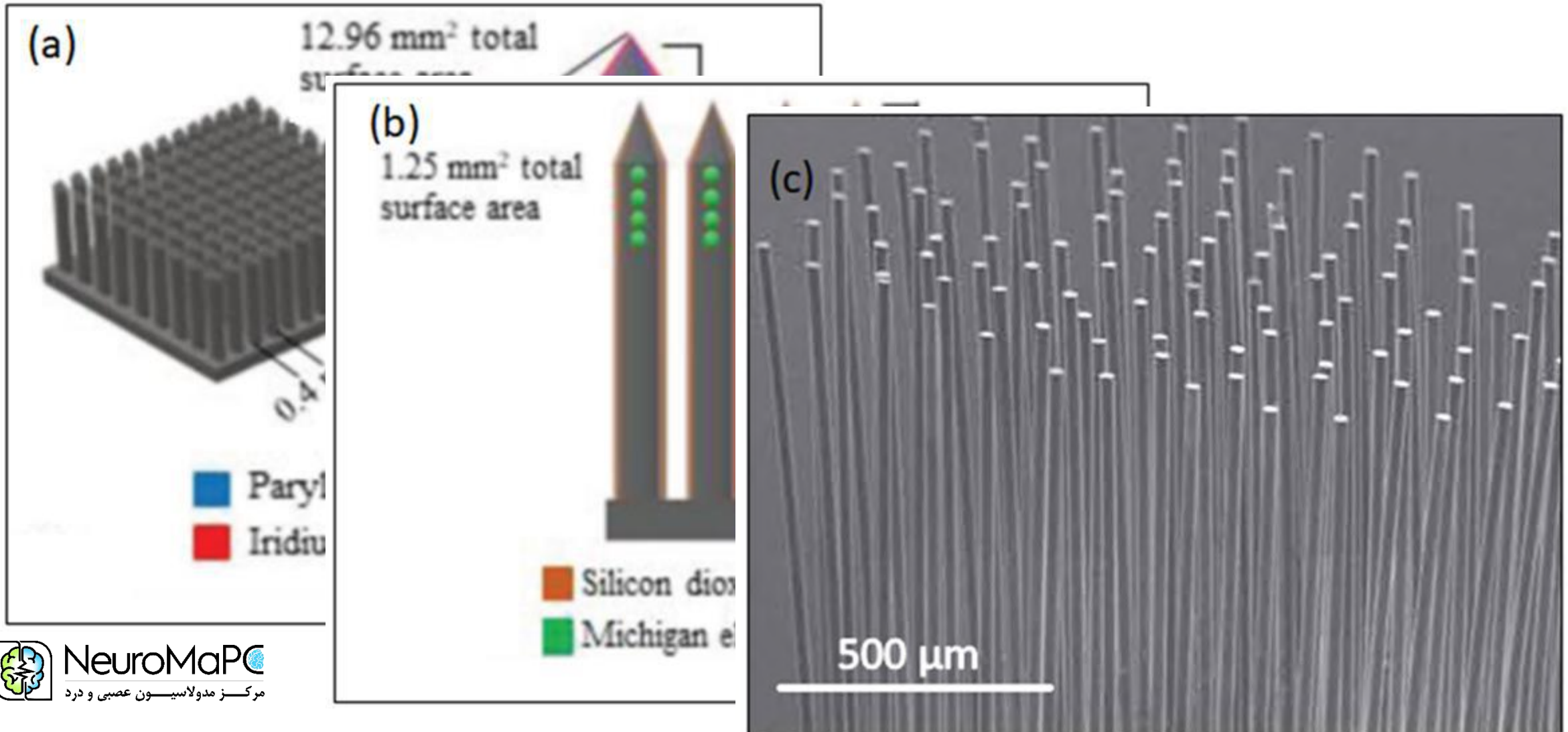
CNW coating



Conformal conductive
diamond coating



آرایه های میکروالکترونیک قابل کاشت در بدن



چالش های مربوط به میکروالکترودها

i. تشکیل فایبروس به علت وجود

جسم خارجی

ii. ناپایداری مواد

iii. ناپایداری مکانیکی

iv. دیگر عوامل

ناپایداری

i. نیاز به وضوح بالا برای

برانگیختگی سلول ها

ii. نیاز به حساسیت بالا

برای ثبت پاسخ

خواص

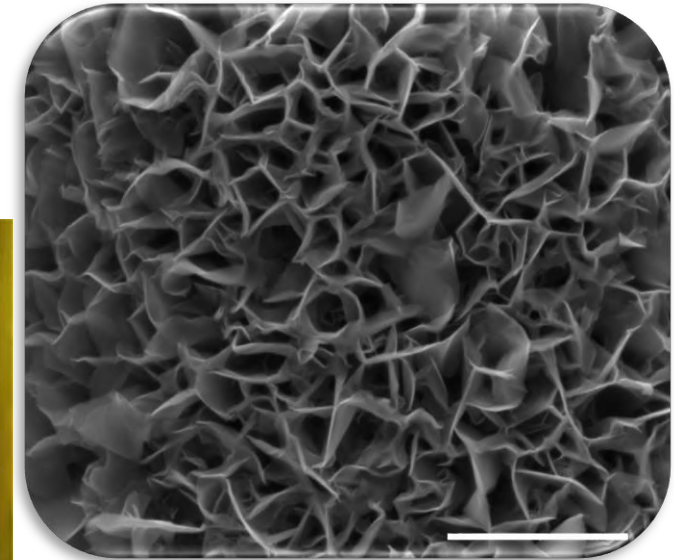
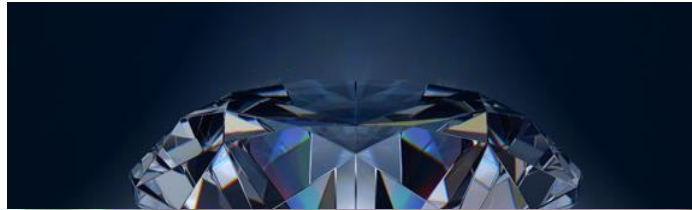
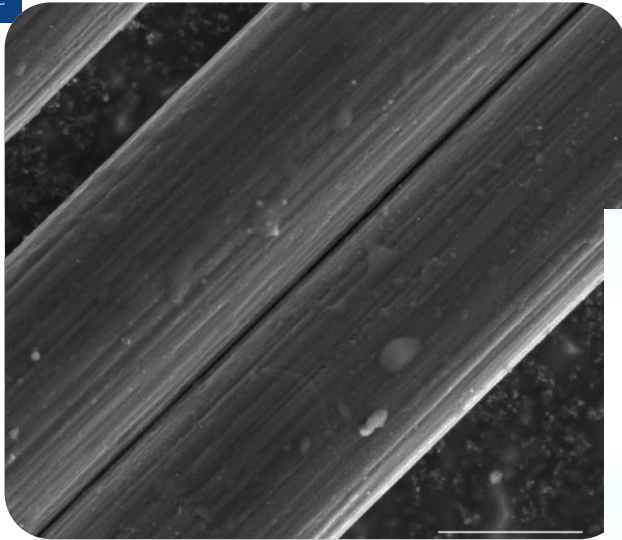
الکترودهای

شیمیایی

نامرغوب

- محدود بودن به انجام یک عملکرد

کربن فایبر و پوشش های الماسی و کربن نانووال



- اندازه کوچک
- آسیب کمتر به بافت
- الکتروود برای ثبت سلولی
- بیروسنسور با حساسیت و گزینندگی بالا

- رسوب شدن مواد بر روی سطح
- محدود بودن ظرفیت انتقال شارژ

○ زیست سازگار

- سخت
- آسیب به سلول ها

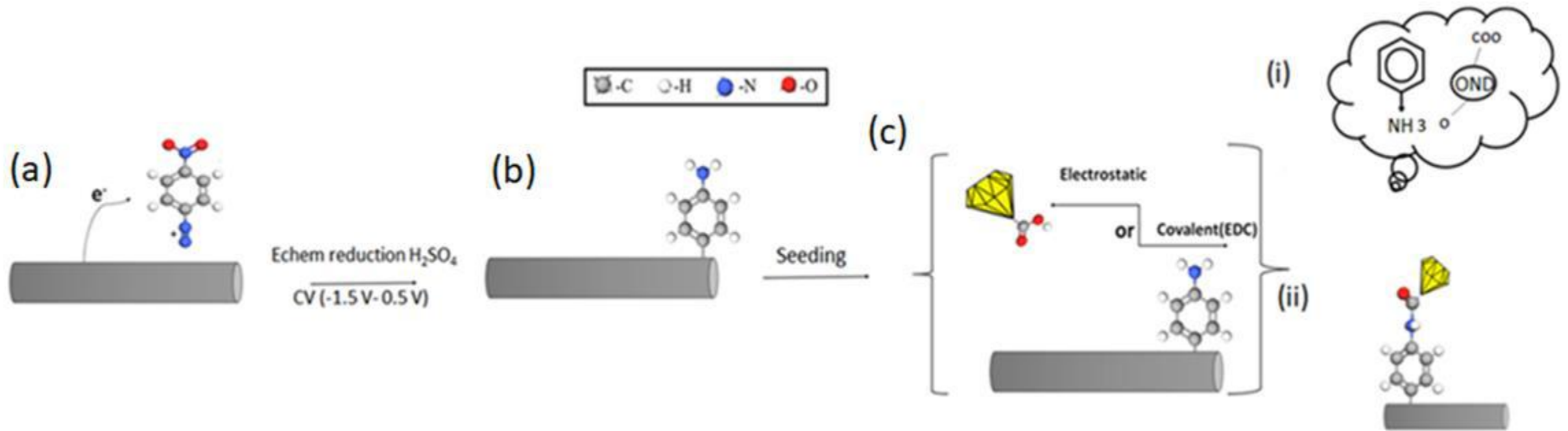
- پایداری
- خنثی بودن شیمیایی

- رسانایی
- ناحیه سطح به جرم نامحدود
- بورون دپ کربن نانووال برای
- مشاهده انتقال دهنده های عصبی

Methods

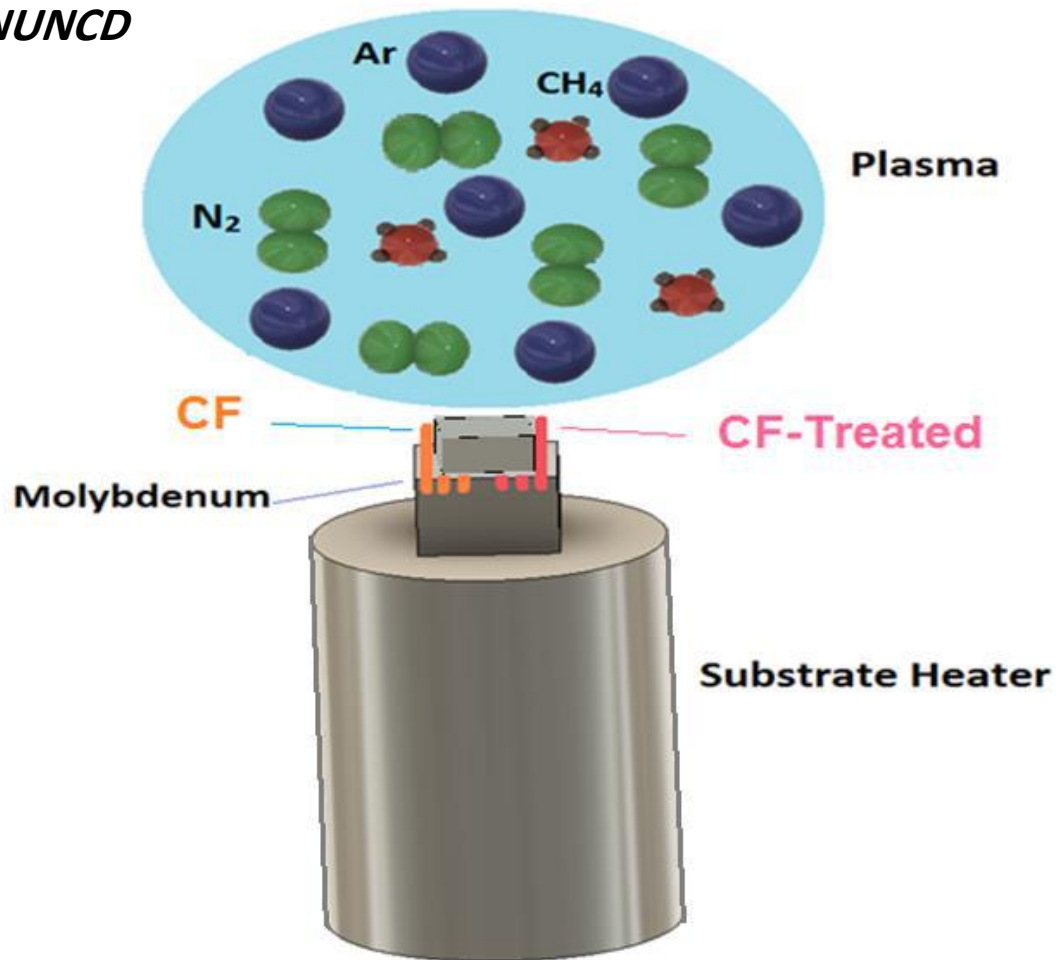
روش انجام آزمایش

روش بهبود سطح کربن فایبر و کشت نانوالماس بر روی آن



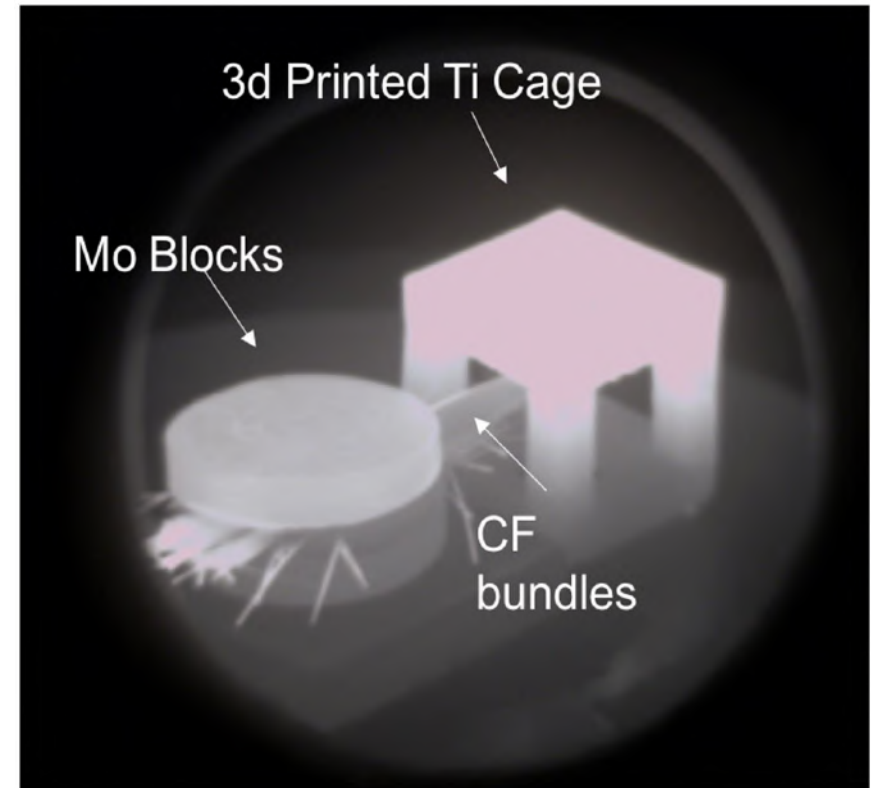
رشد NUNCD و CNW بر روی کربن فایبر

NUNCD



Growing NUNCD on CFs for 6, 9, 12 and 22 hours at 1000 °C.

B-CNW

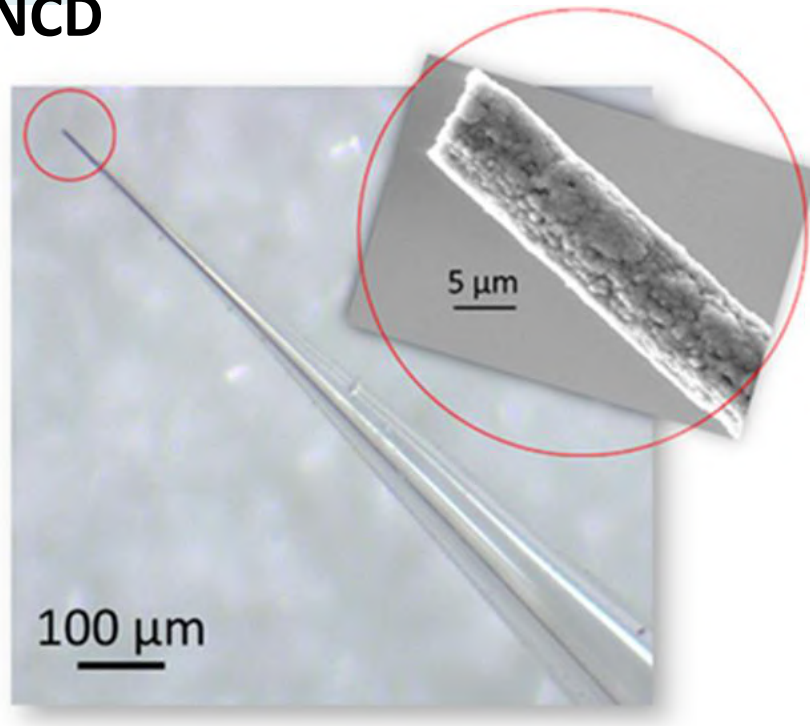


Growing B-CNW on CFs for 1, 2, 3 and 6 hours

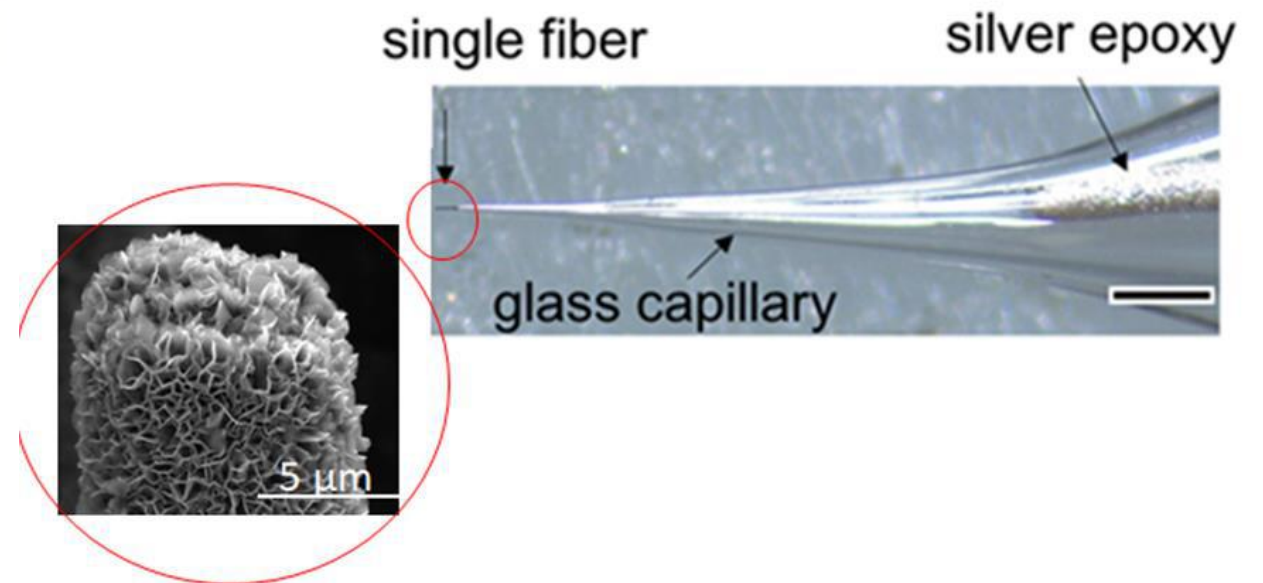
Results

نتایج

NUNCD

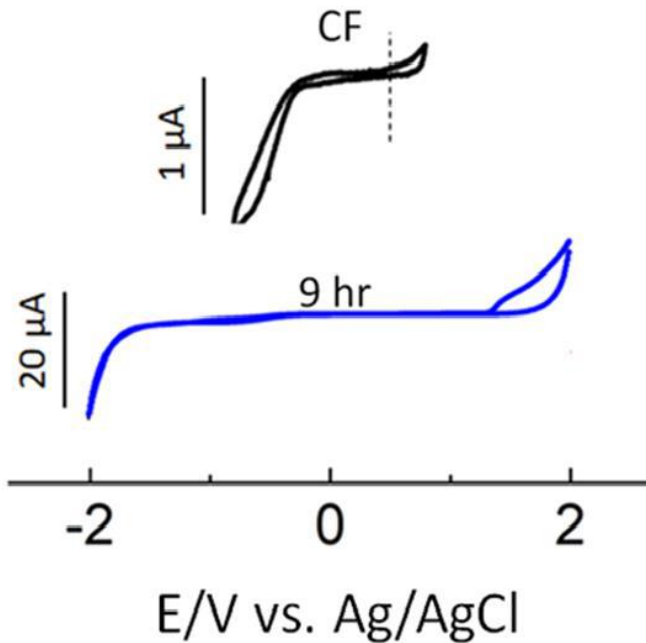


B-CNW



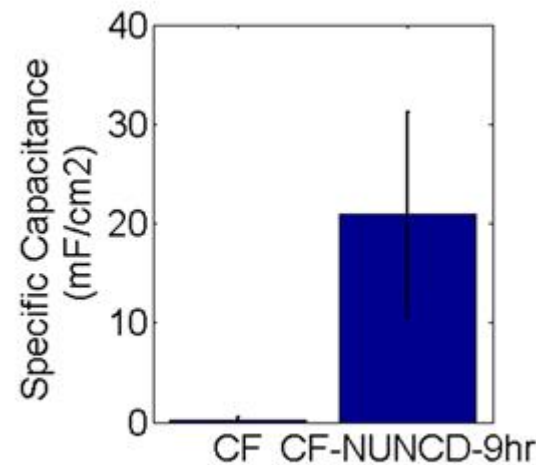
خواص الکتروشیمیایی NUNCD

Cyclic Voltammetry

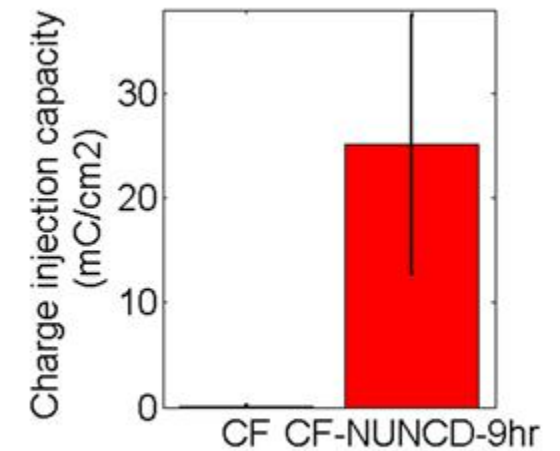


$$\text{Charge Injection capacity (CIC)} = \frac{C_{dl} \times V_m}{GSA}$$

Geometry of surface area



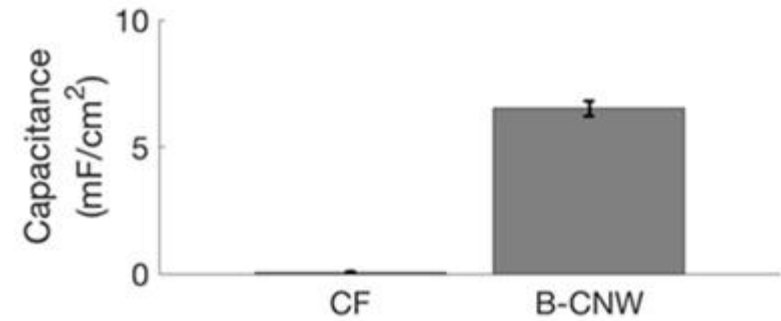
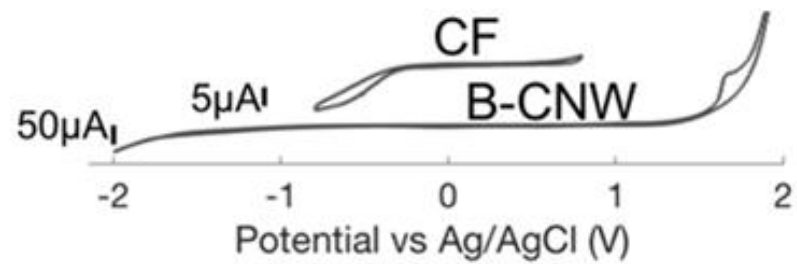
The specific capacitance was 80 fold compared to Carbon fiber



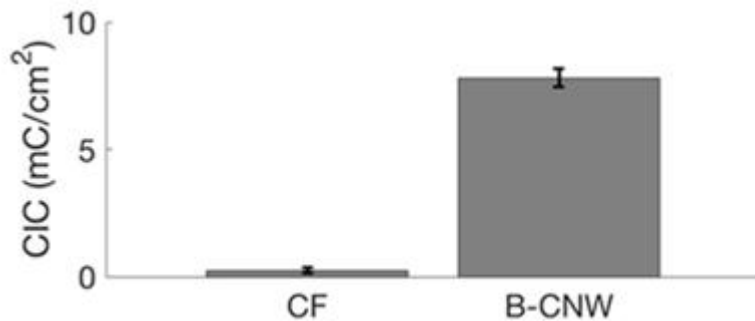
The Charge Injection Capacity was 238 fold compared to Carbon Fiber

خواص الکتروشیمیایی B-CNW

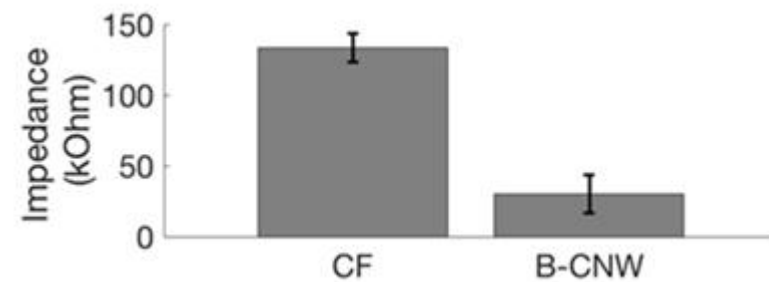
Cyclic Voltammetry



108 times bigger than CF

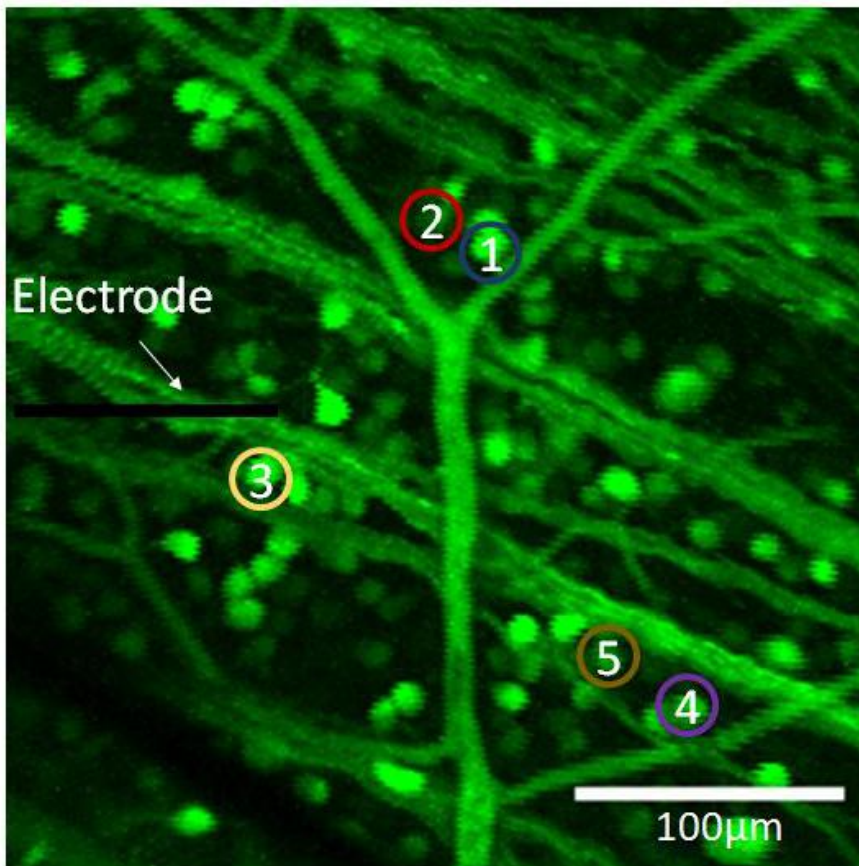


330 times larger than CF

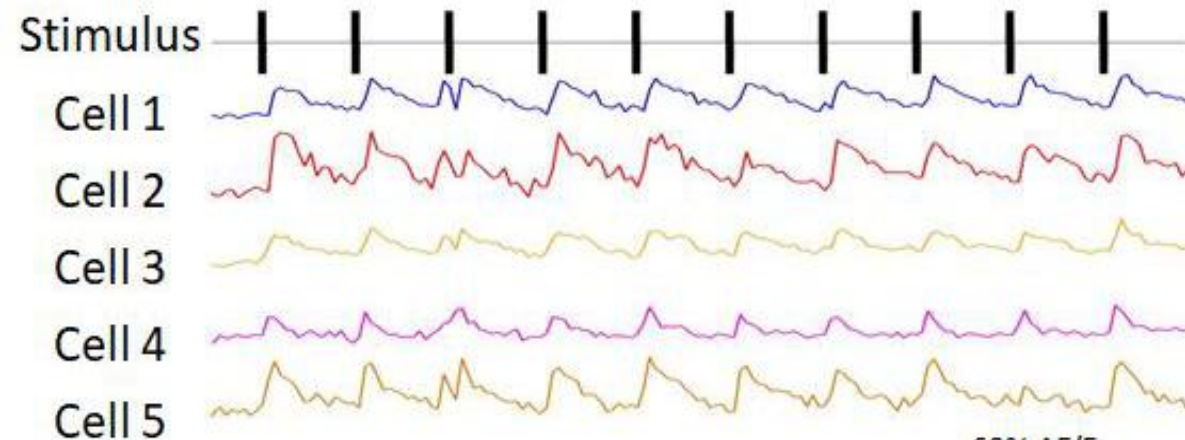


A drop of impedance from
130 KΩ to 30 KΩ

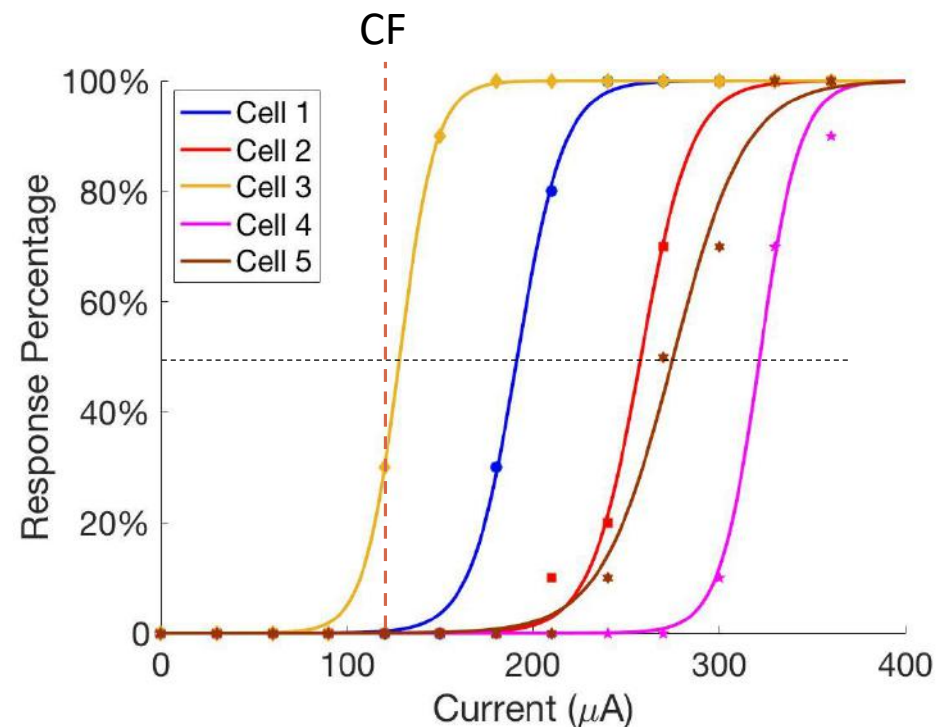
برانگیختگی سلولی با استفاده از NUNCD



Fluorescence images were collected in real time during electrical stimulation

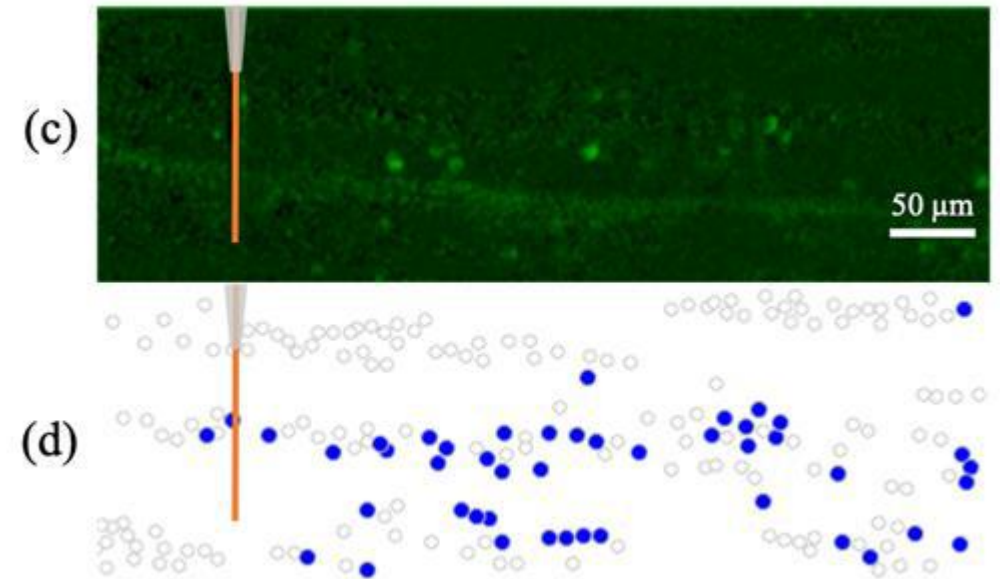
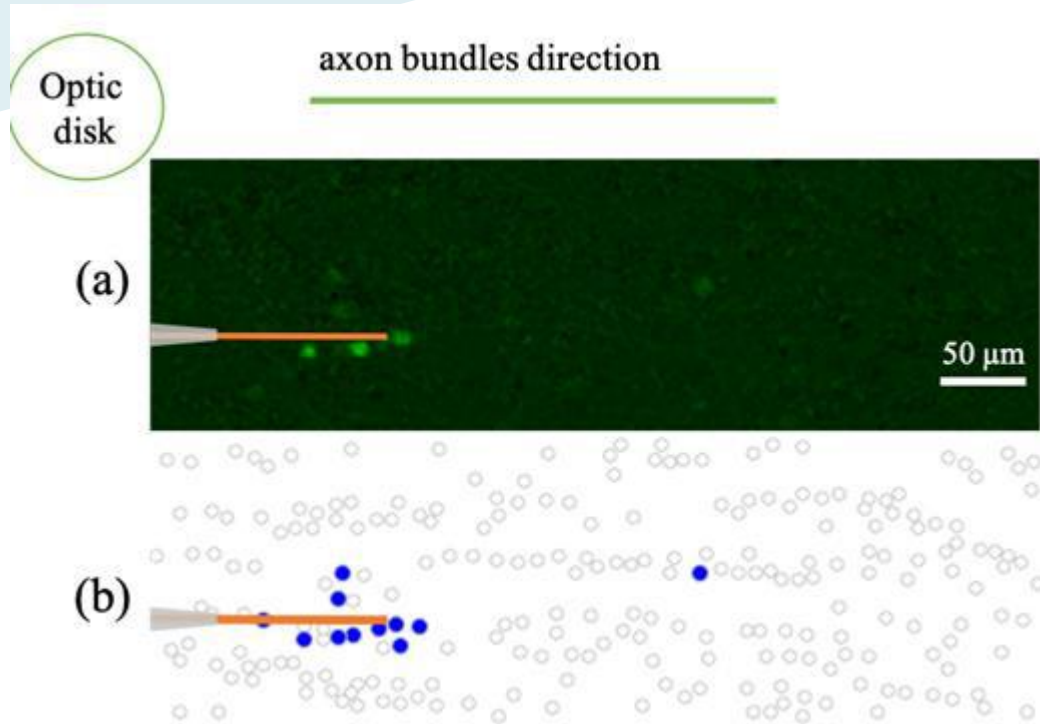


Calcium transients of the example ganglion cells

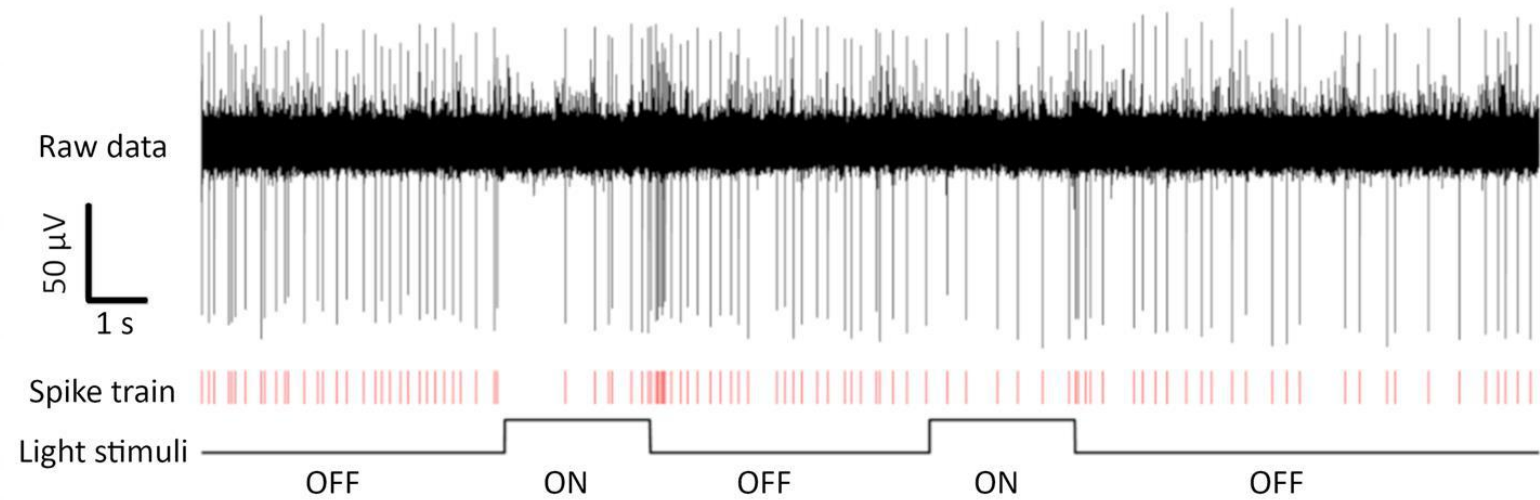
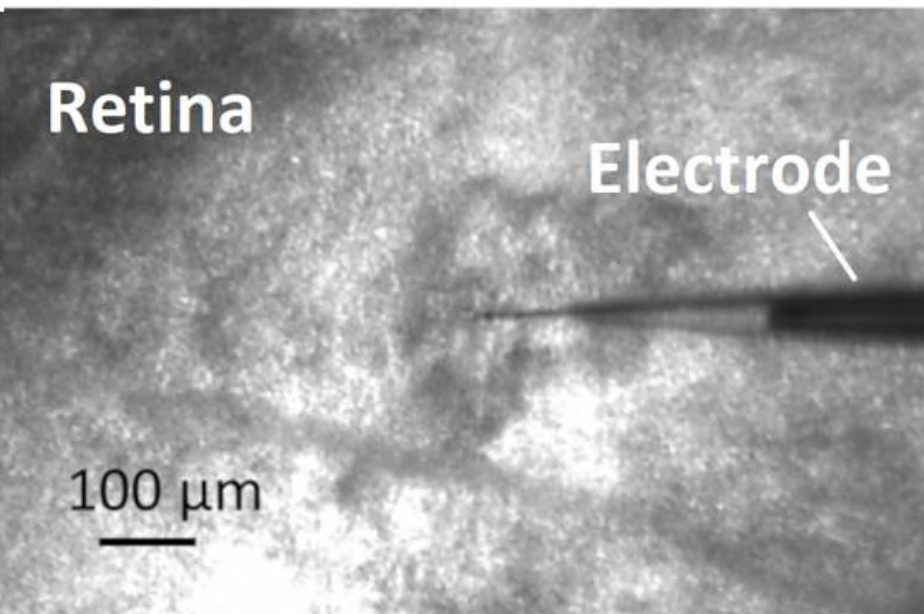


Responsive curve and current

برانگیختگی سلولی با استفاده از B-CNW

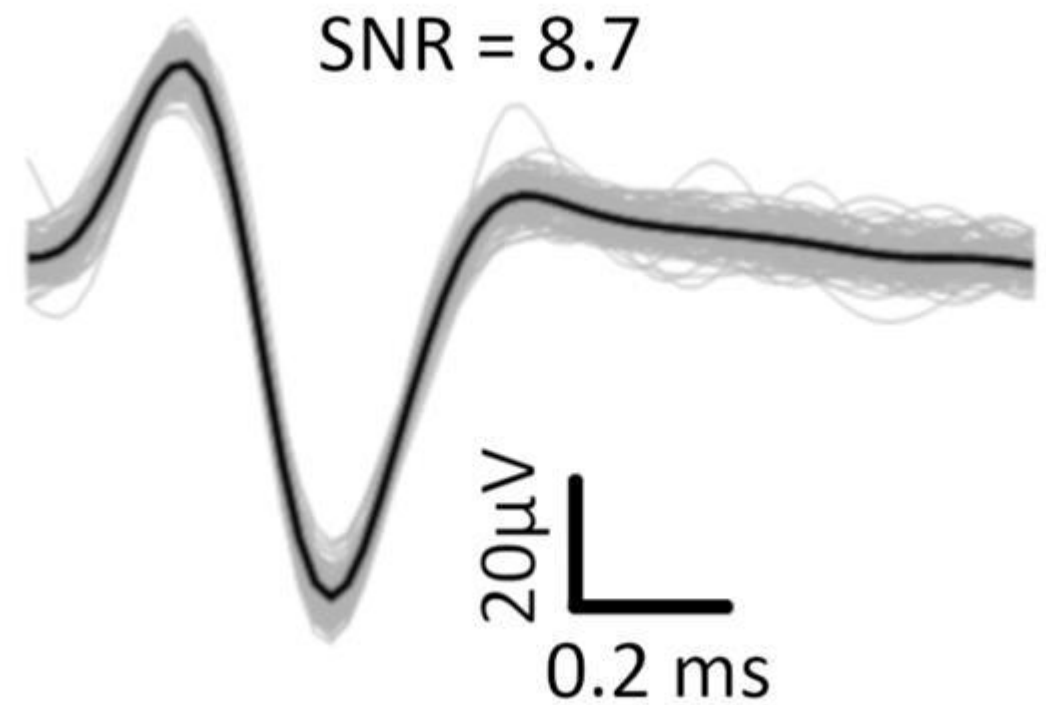
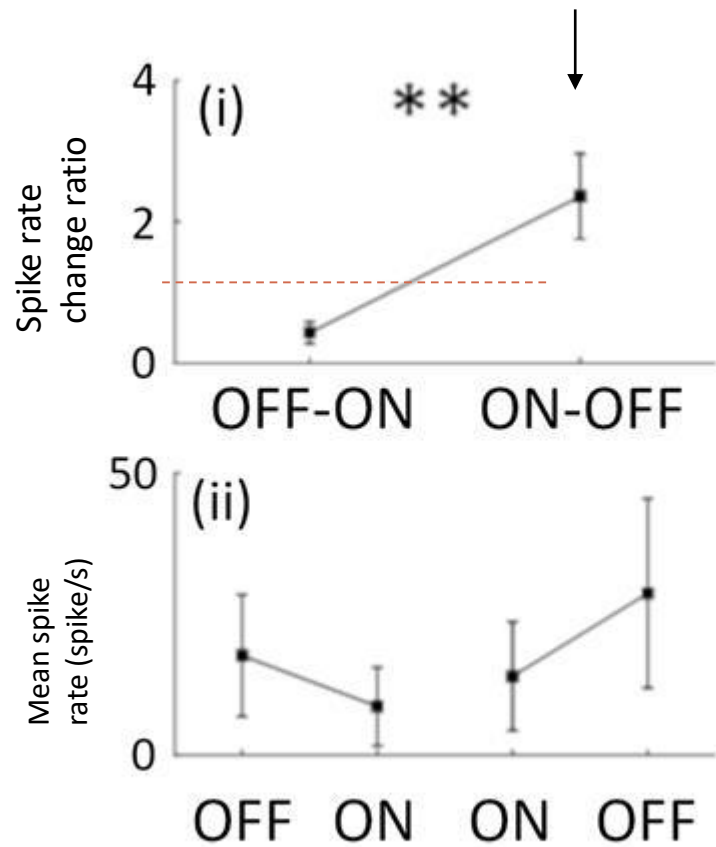


ثبت سلولی *in vitro* با استفاده از NUNCD



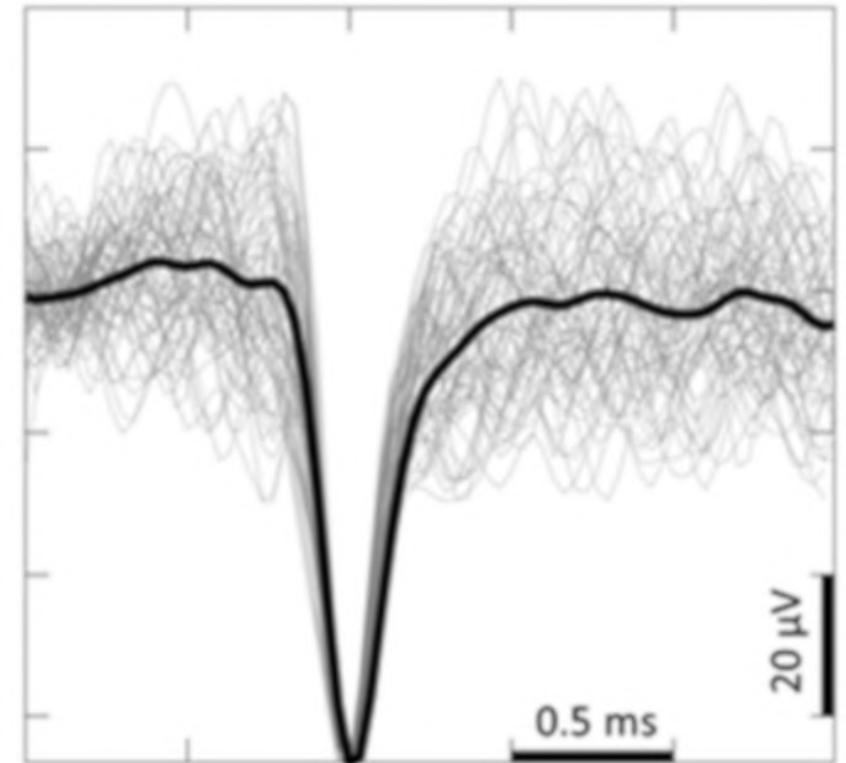
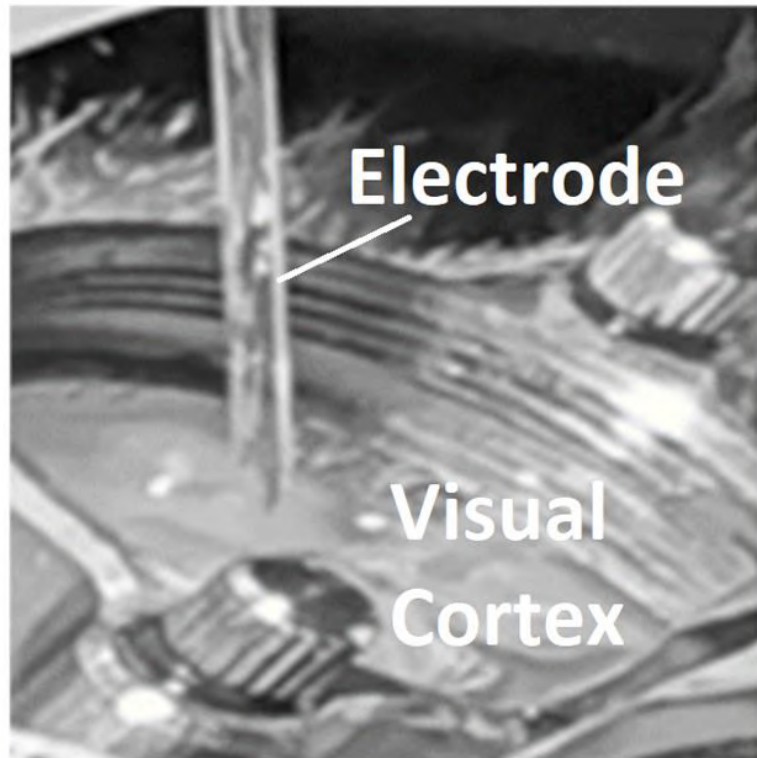
A representative trial showing the neural response to light stimulation

ثبت سلولی *in vitro* با استفاده از NUNCD

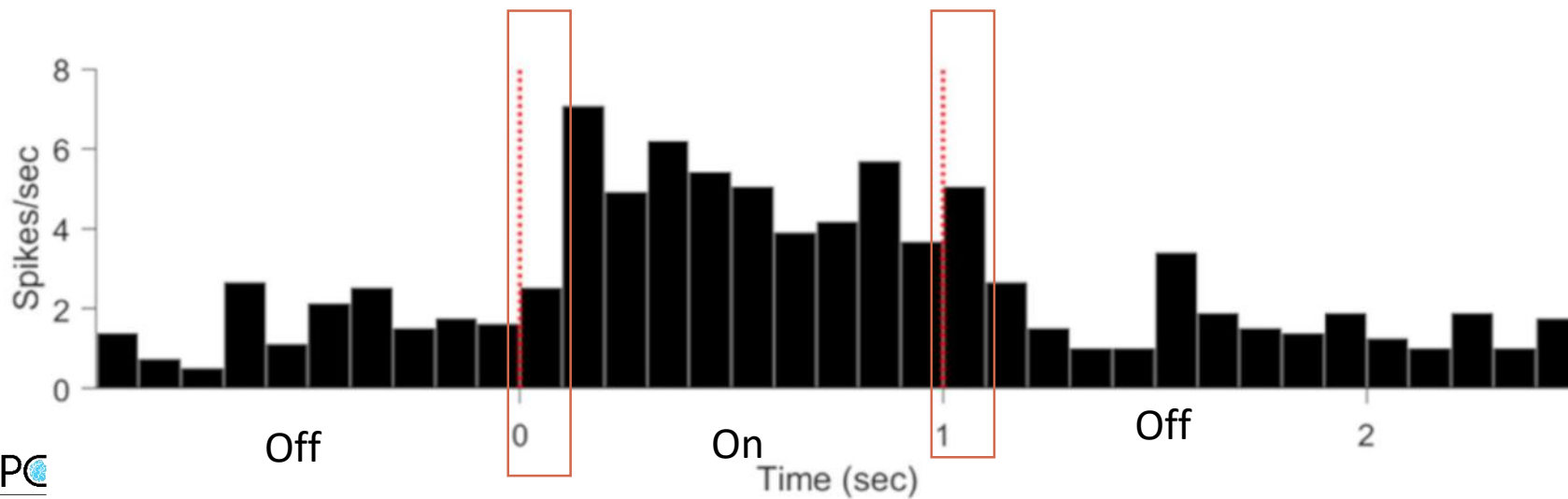
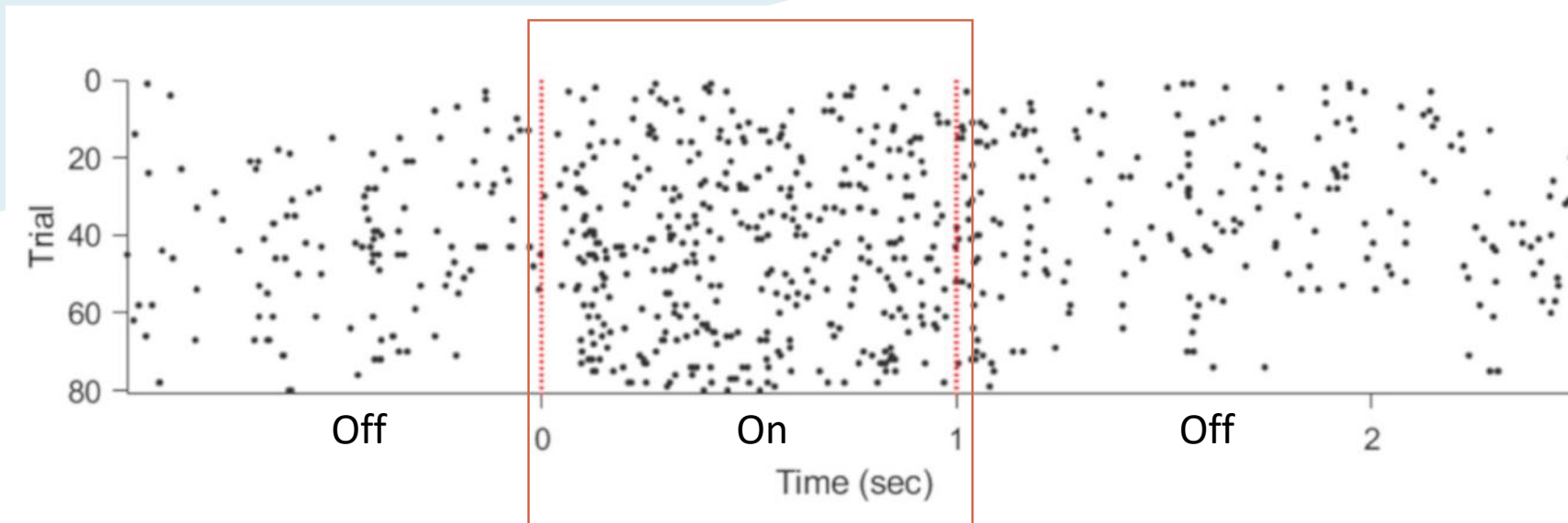


The change in firing rate during transition

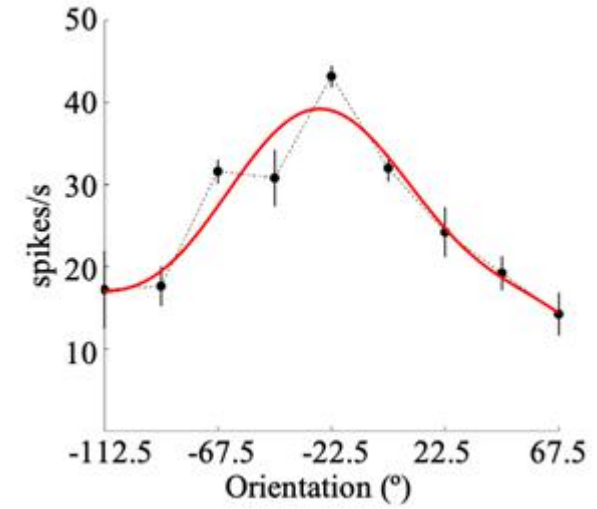
ثبت سلولی *in vivo* با استفاده از NUNCD



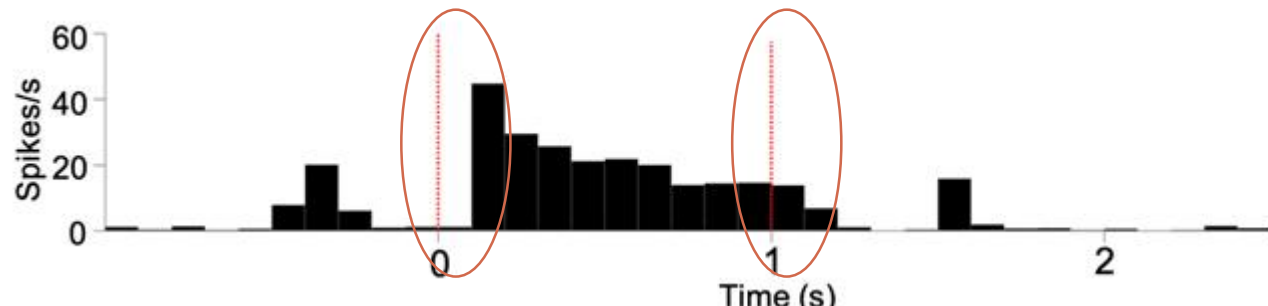
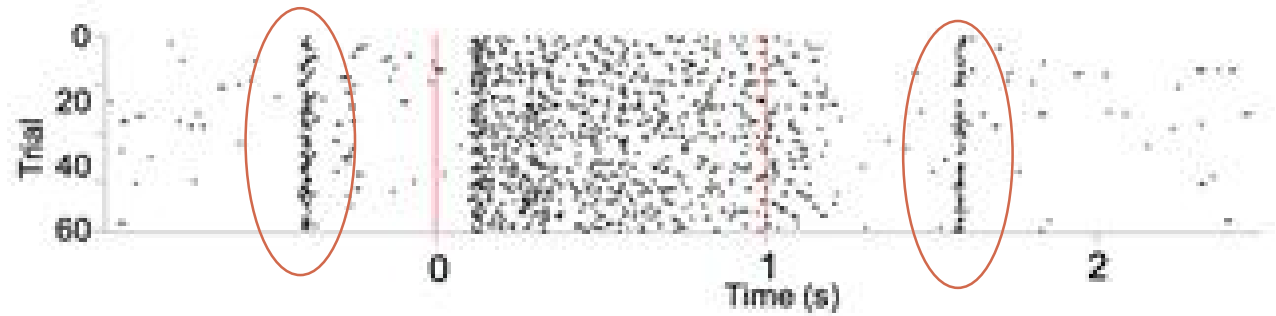
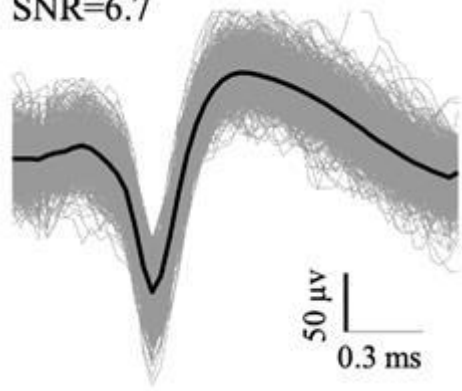
ثبت سلولی *in vivo* با استفاده از NUNCD



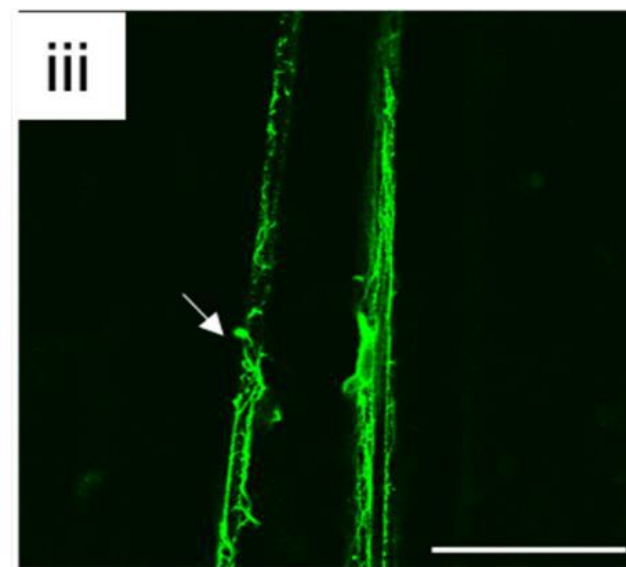
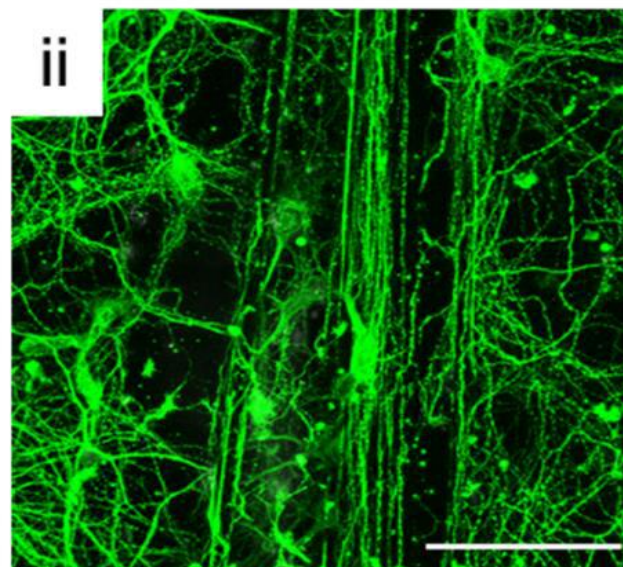
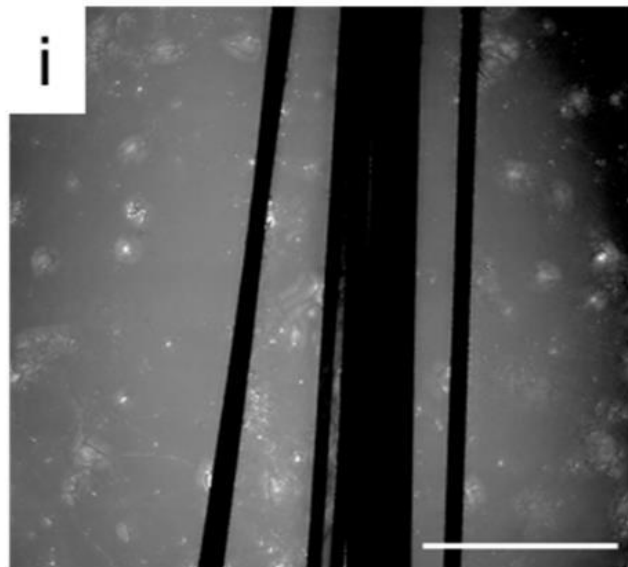
ثبت سلولی *in vivo* با استفاده از B-CNW



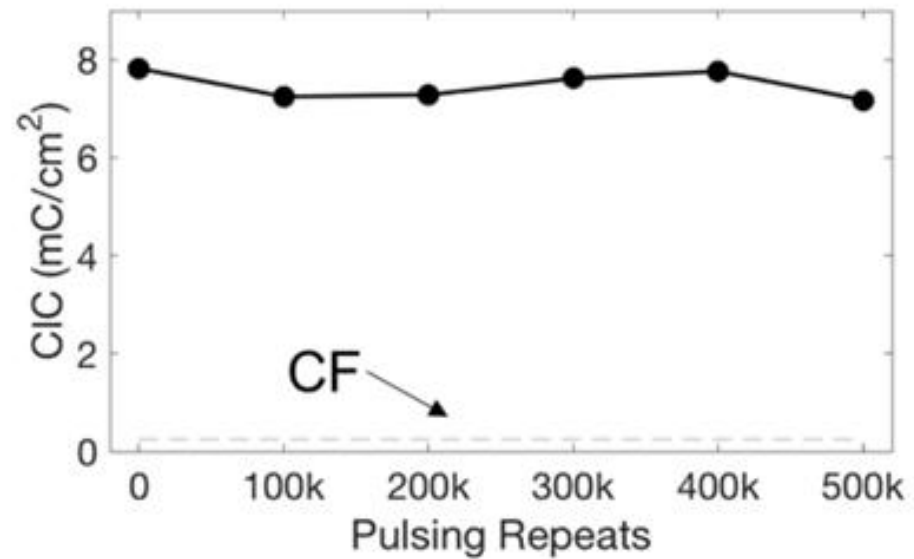
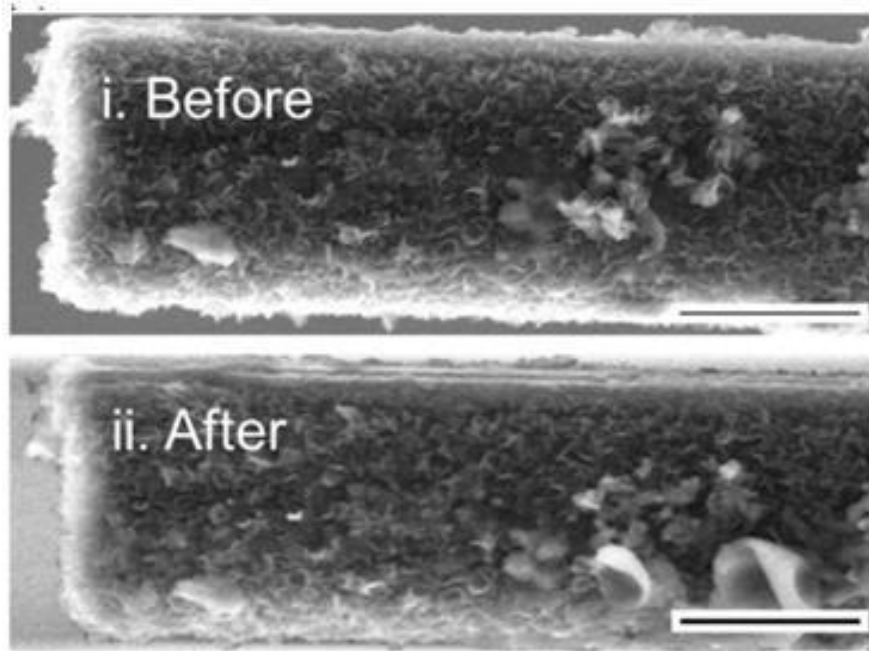
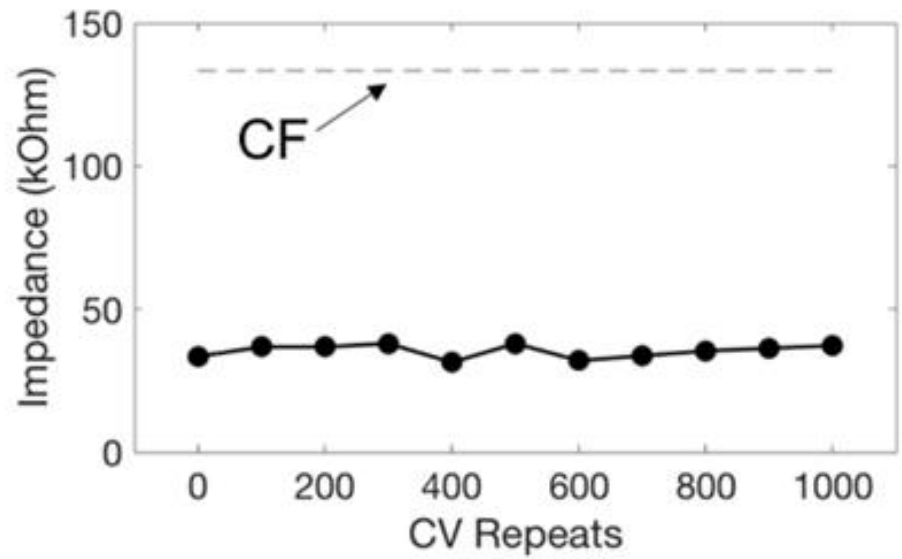
SNR=6.7



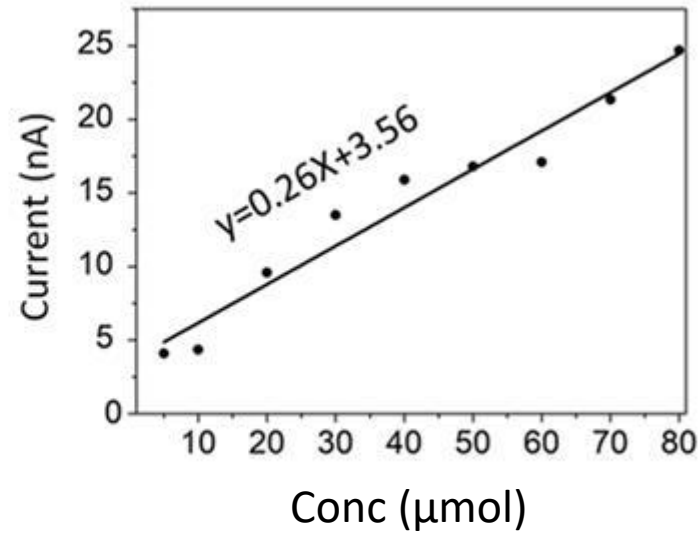
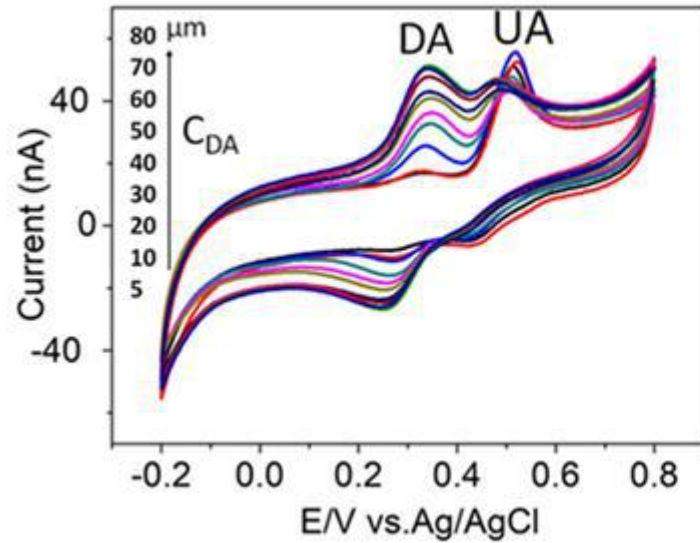
زیست سازگاری B-CNW



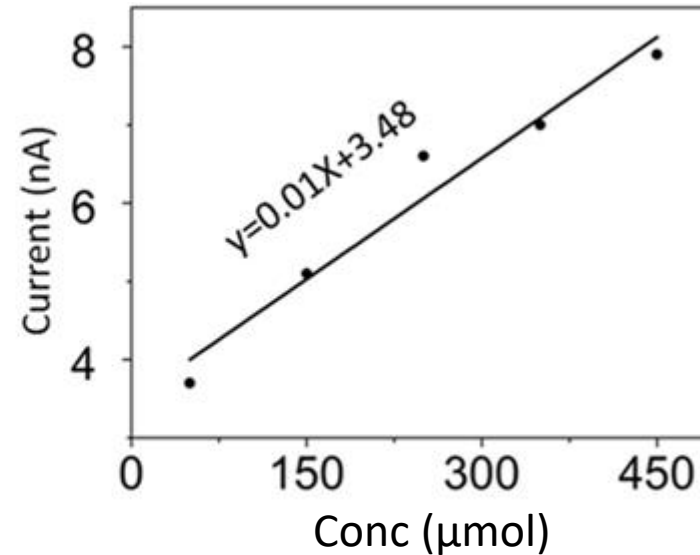
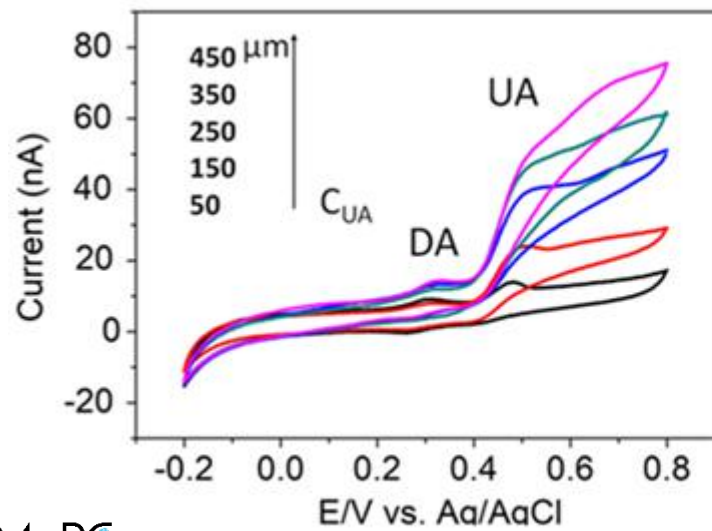
پایداری B-CNW



مانیتور کردن همزمان دوپامین و اوریک اسید با استفاده از NUNCD



Dopamine in the presence of uric acid



Uric acid in the presence of dopamine

Conclusion

نتیجہ گیری



- کربن فایبر پوشش داده شده با الماس میتواند در سیستم closed-loop استفاده شود. ظرفیت انتقال شارژ 238 برابر کربن فایبر هست.
- ظرفیت ویژه تا حدود 80 برابر بزرگتر از کربن فایبر هست.
- و برانگیختگی سلولی موفق از سلول های گنگلین شبکه چشم rat
- و ثبت تک سلولی با کیفیت بالا در *in vivo* و *in vitro*
- و مانیتور کردن همزمان دوپامین و اوریک اسید با حساسیت بالا

- کربن فایبر پوشش داده شده با B-CNW الکتروود دیگری برای استفاده در سیستم closed-loop می باشد.
- ظرفیت انتقال شارژ 330 برابر نسبت به کربن فایبر افزایش یافت.
- ظرفیت ویژه 108 برابر بزرگتر از کربن فایبر هست.
- و برانگیختگی سلولی موفق از سلول های گنگلین شبکه چشم و جلوگیری از برانگیختگی axon
- و کیفیت ثبت بالا از تک سلول in vivo با نسبت سیگنال به نویز برابر با 6.7.

- پایداری طولانی مدت *in vivo* و برانگیختگی سلولی *in vivo* و مشاهده دوپامین *in vivo*.
- قابلیت الکترودها برای ثبت و برانگیختگی سلولی; ثبت و مانیتور کردن دوپامین; برانگیختگی سلولی و مانیتور کردن دوپامین; ثبت و برانگیختگی و مانیتور کردن دوپامین; به طور همزمان در یک *setup* در *in vitro* یا *in vivo*.
- آن ها میتوانند با تراکم بالا و تعداد بالا به صورت ارابه ساخته شوند تا به ما اجازه دهند که اطلاعات را از جمعیت وسیع تری از سلول ها به دست آوریم.
- آنها در برانگیختگی اپتیکی به کار گرفته شوند. فایبرهای اپتیکی که دو طرفه نور را بین محل های جداگانه انتقال دهند. و میتوانند برای تصویر برداری اپتیکی یا دستکاری فعالیت های عصبی مربوط به مکانیزم های رفتاری استفاده شوند.



Publication

ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS

Full Paper

High Fidelity Bidirectional Neural Interfacing with Carbon Fiber Microelectrodes Coated with Boron-Doped Carbon Nanowalls: An Acute Study



Biomaterials
Volume 230, February 2020, 119648



Hybrid diamond/ carbon fiber
microelectrodes enable multimodal
electrical/chemical neural interfacing



Acknowledgments



Melbourne Centre for **Nanofabrication**

- **Dr. Wei Tong**
- Dr. Alastair Stacey
- Prof. Michael R. Ibbotson
- Dr. Molis Yunzab
- Dr. Ali Almasi
- Young Jun Jung
- Shi Sun
- Dr. Hamish Meffin
- Dr. Jian Fang
- Dr. Kate Fox
- Dr. Athavan Nadarajah
- Khatereh edalati
- Samira falahatdoost
- Aqil rifae
- **Prof. Steven Prawer**
- **Dr. David J. Garrett**



NATIONAL VISION
RESEARCH INSTITUTE
OF AUSTRALIA

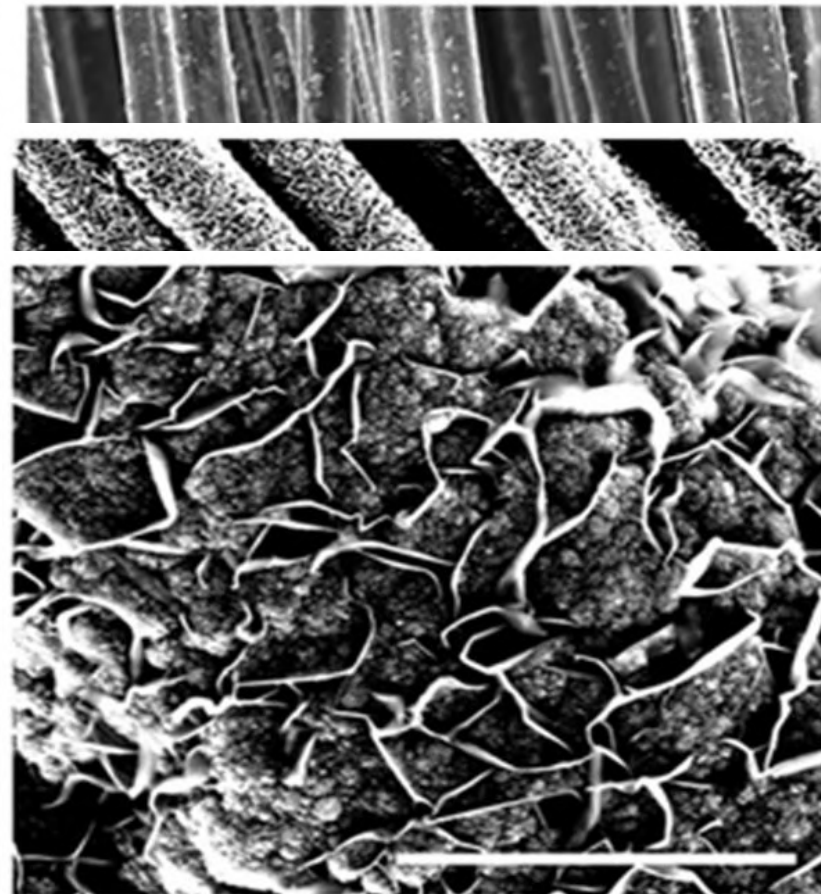
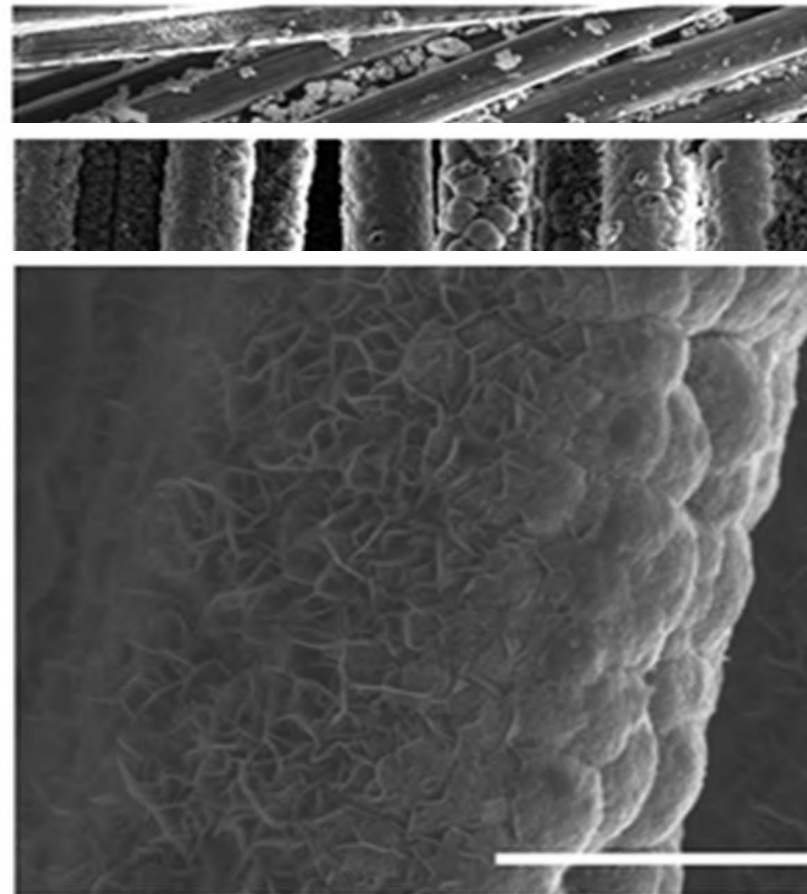
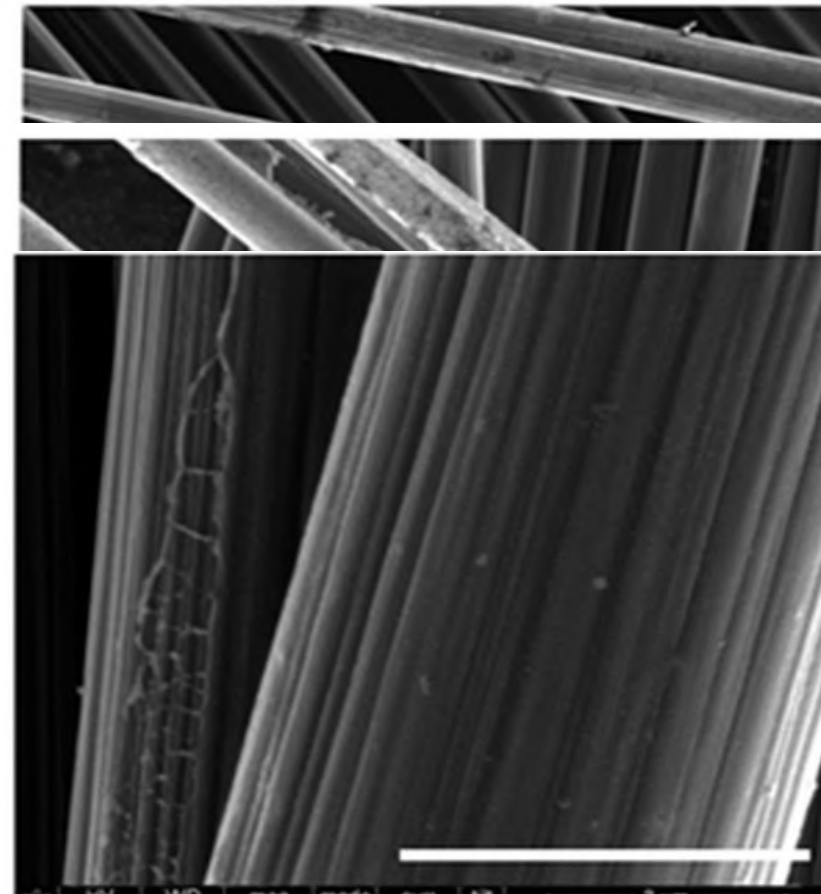


SEM images of seeded fibers and NUNCD growth after 6 h

Untreated CF

Electrostatic

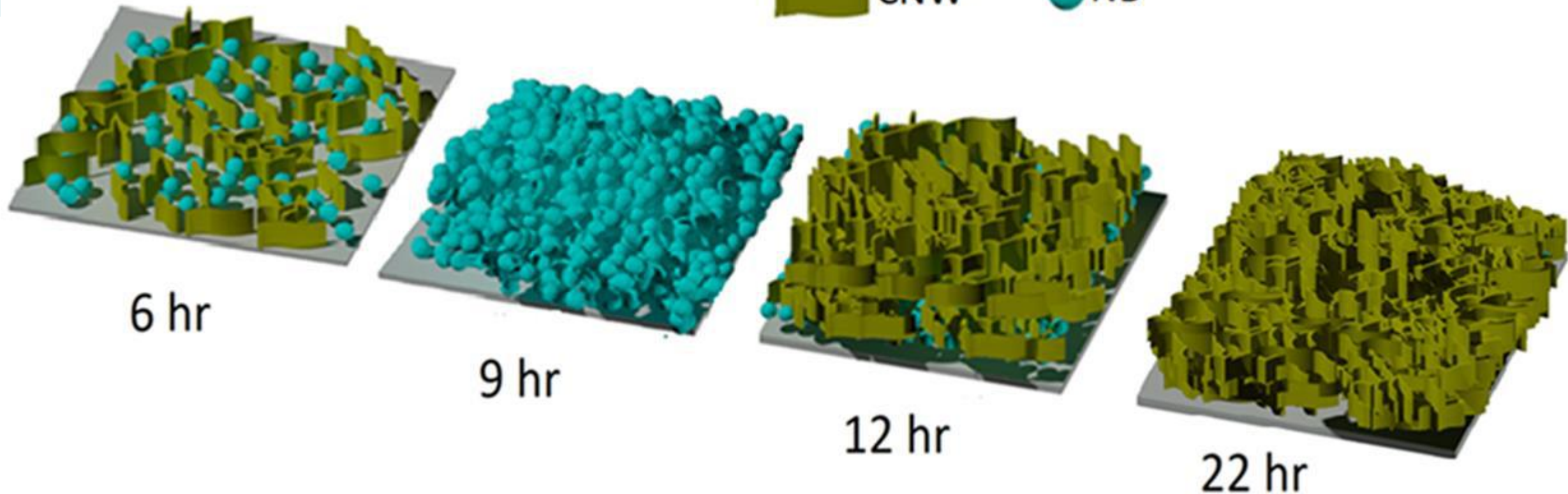
Covalent



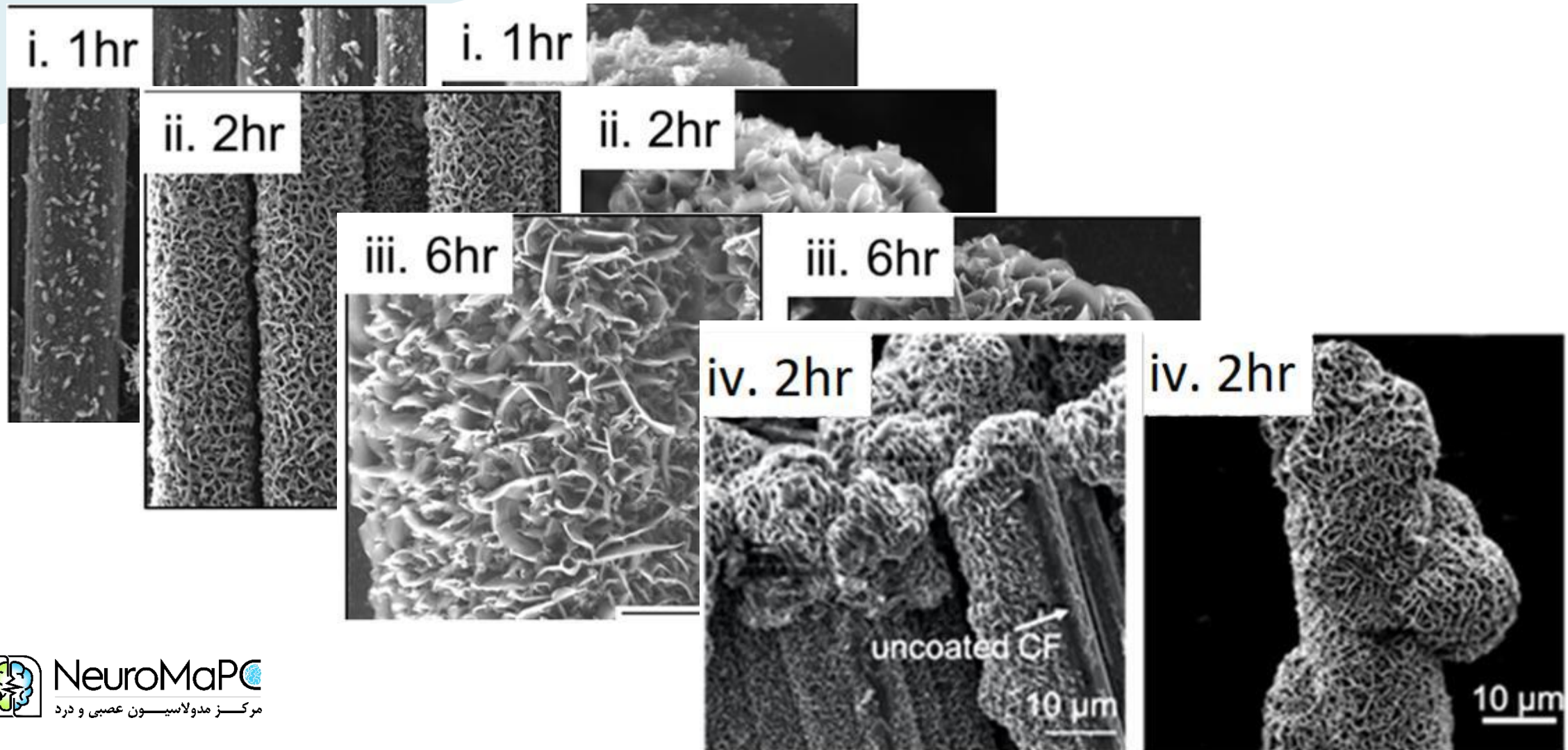
NUNCD growth with different time



CNW ND



B-CNW growth with different time



Flexibility

NUNCD

