



Univerzita Palackého  
v Olomouci

# Využití nanoelektroniky v medicíně

---

NIKOLA MANNOVÁ

27. 4. 2017

# OSNOVA

---

- Elektronika v medicíně
- Motivace pro “nano”
- Důležité aspekty
- Aplikace nanoelektronických zařízení
- Nanodrátová zařízení
- Další aplikace
- Závěr
- Zdroje

# ELEKTRONIKA V MEDICÍNĚ

---

- diagnostická zařízení
- elektronické implantáty
- detekce a léčba srdečních arytmií – kardiostimulátor, defibrilátor
- léčba epilepsie – nitrolební elektrody
- potlačení motorických symptomů Parkinsonovy choroby, esenciálního třesu, dystonie – DBS = hloubková mozková stimulace - elektrody

# MOTIVACE PRO “NANO”

---

- přístup rovnou k buňkám
- tvorba nových tkání
- cílené doručování léčiv
- pokrok ve výzkumu in vitro – zkoumání nových terapeutických látek
- ultrasenzitivní senzory – velká plocha povrchu
  - detekce i jediného viru, nanodráťová zařízení skenující DNA
- obnovení pohybu končetin
- fotovoltaické prvky – obnova zraku u s pacientů s degenerativní poruchou sítnice

# DŮLEŽITÉ ASPEKTY

---

- biokompatibilita
- biodegradabilita
- biointegrace – úprava povrchů

**X** většina materiálů používaných v nanoelektronice - toxická

-

# APLIKACE NANOELEKTRONICKÝCH ZAŘÍZENÍ

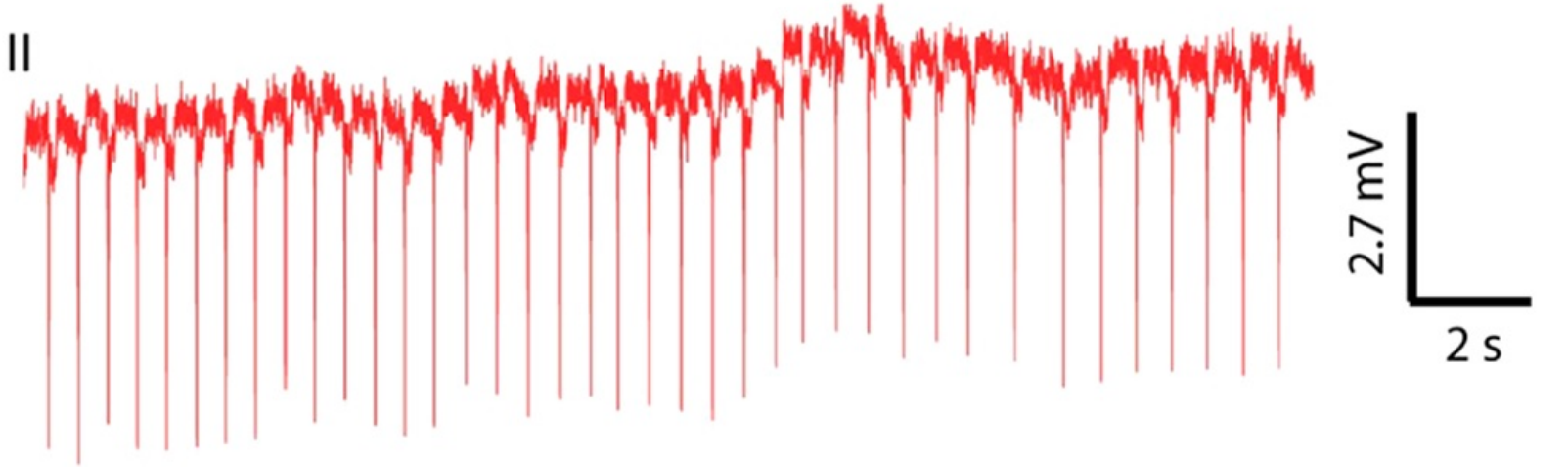
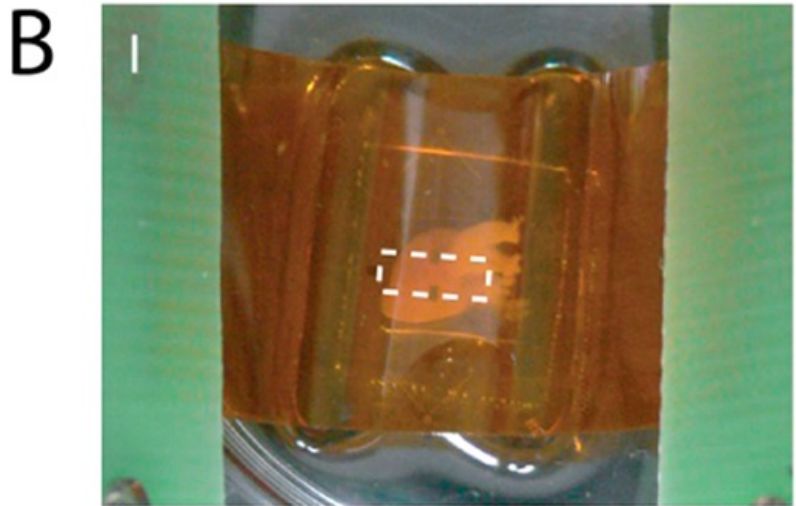
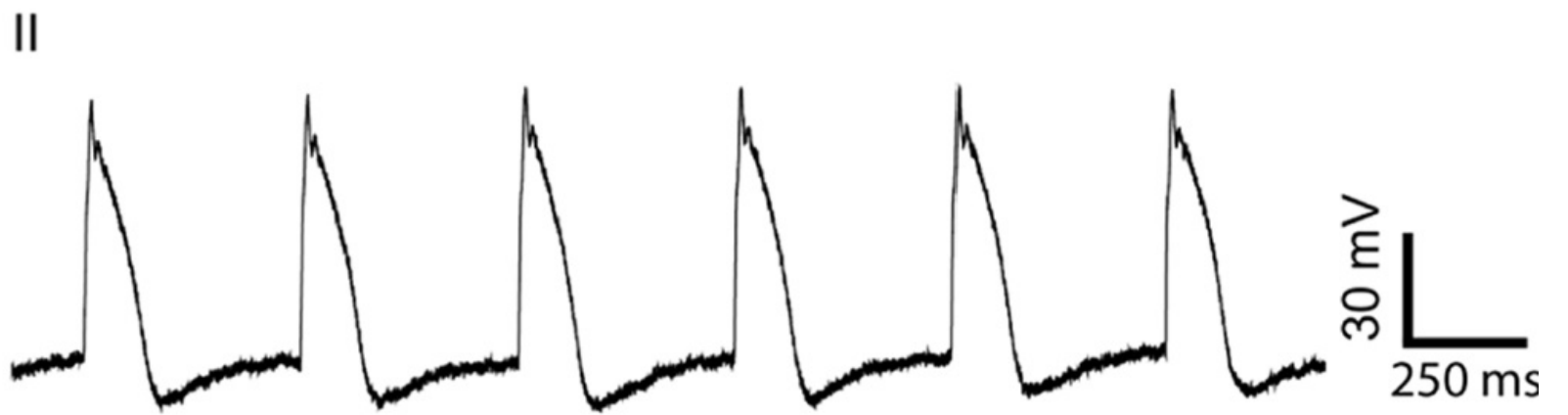
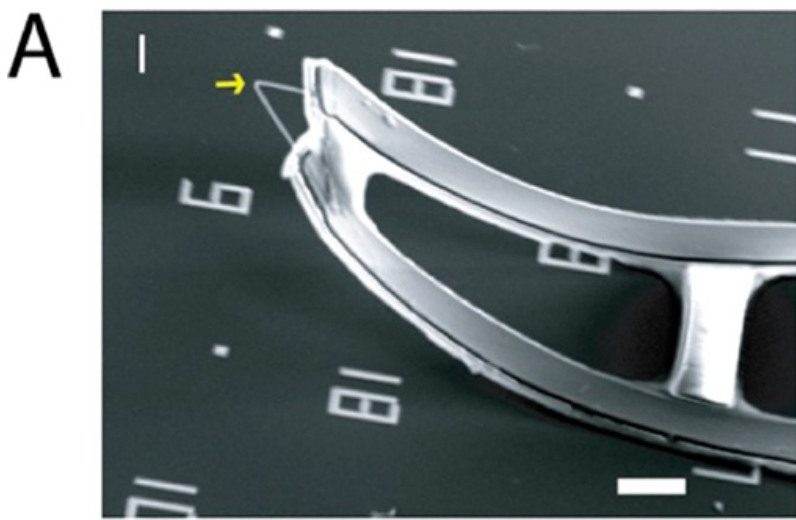
---

- in vitro platformy
- řízené uvolňování bioaktivních látek – elektrický výboj
- “umělý” reflexní oblouk – systémy zpětné vazby = vnímání + stimulace
- nanotopografie – ovlivnění buněk morfologií zařízení
  - vliv na buněčnou aktivitu – diferenciacizace, proliferace, přepis genů
- samostatné soběstačné zařízení – senzor, analyzátor a efektor
  - zakomponování fotovoltaických, piezoelektrických prvků

# NANODRÁTOVÁ ZAŘÍZENÍ

---

- detekce a záznam extracelulárních signálů
  - z neuronů, kardiomyocytů, srdcí kuřecích embryí
- volně umístěná nanosonda z nanodrátů (Si)
  - detekce extracelulární elektrické aktivity kardiomyocytů
- mnoho způsobů syntézy a prostorového uspořádání
  - internalizace buňkami
- systémy křemíkových nanodrátů na flexibilních polymerních substrátech
  - tvar podle příslušného orgánu – mapování elektrické aktivity celého orgánu



A – volně umístěná nanosonda z křemíkových nanodrátů (měřítko – 5  $\mu\text{m}$ ) a záznam akčního potenciálu [1]  
B – systém křemíkových nanodrátů na flexibilním substrátu se srdcem embrya (50  $\mu\text{m}$ ) a záznam elektrické aktivity



# DALŠÍ APLIKACE

---

# 3D mapování a regulace průběhu AP ve tkáních s implantovanými nanoelektrickými prvky

---

- optické mapování – barviva citlivá na změnu napětí
  - rozptyl světla v tkáni
- elektrické mapování – planární mikroelektrody, FET
  - pouze 2D (buněčné linie), povrch 3D tkání
- “mřížky” nanoelektrických zařízení ve vytvořené tkáni
  - 3D obraz – od jednotlivých buněk
- Polymerní síť (2D) + Si NWs → poskládána do mříže (3D) + kardiomyocyty krysy = srdeční tkáň s implantovanými křemíkovými nanodráty

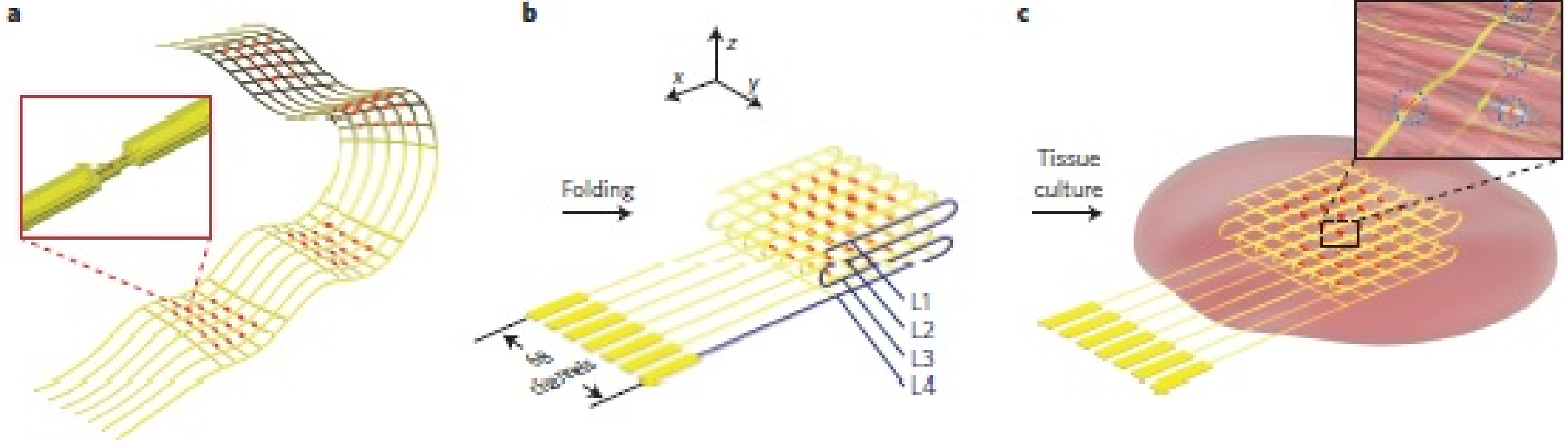
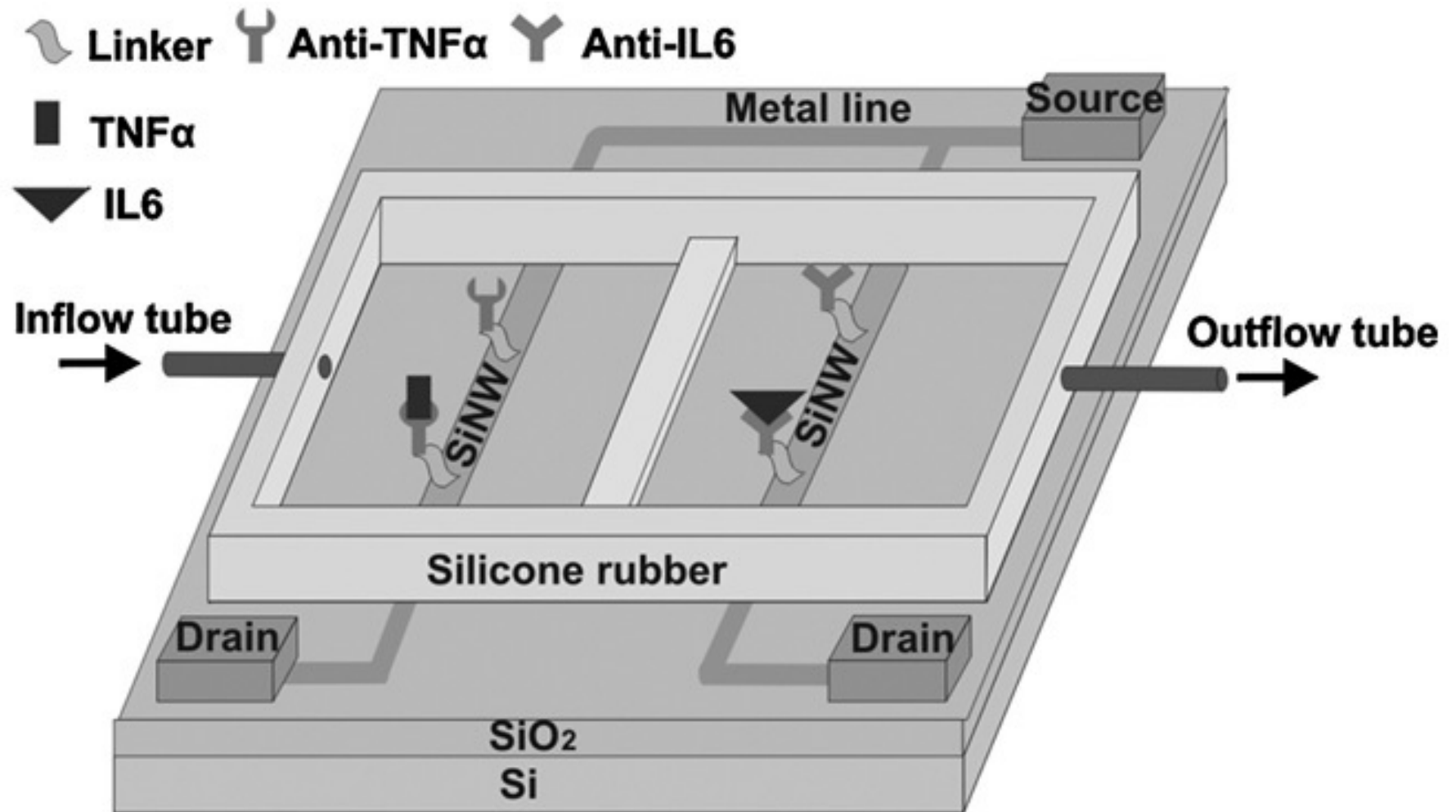


Schéma vytváření srdeční tkáně s implantovanými křemíkovými nanodráty [2]

# Detekce cytokinů pomocí Si-NWs

---

- cytokin = signální protein účastnící se imunitní odpovědi
- rychlá odezva
- porozumění komplikovaných imunitních drah
  - objev nových léčiv, pokrok v diagnostice
- in vitro (makrofág), in vivo (krysa)
- kompatibilní s CMOS



Ilustrace čipu tvořeného Si-NWs s antigeny pro příslušné cytokiny [3]

# ZÁVĚR

---

- důležitá role v diagnostice a léčbě srdečních a nervových onemocnění
- problém – toxicita
- velká role – nanodráty (Si)
- do budoucna – povrchové úpravy, CNTs

# ZDROJE

---

[1]COHEN-KARNI, T, R LANGER a DS KOHANE. The Smartest Materials: The Future of Nanoelectronics in Medicine. ACS NANO [online]. 2012, 6(8), 6541-6545 [cit. 2017-04-26]. ISSN 19360851.

[2]DAI, Xiaochuan, Wei ZHOU, Teng GAO, Jia LIU a Charles M. LIEBER. Three-dimensional mapping and regulation of action potential propagation in nanoelectronics-innervated tissues. Nature Nanotechnology [online]. 2016, 11(9), 776-782 [cit. 2017-04-26]. ISSN 17483387.

[3]PUI, Tze-Sian, Ajay AGARWAL, Feng YE, Yinxu HUANG a Peng CHEN. Nanoelectronic detection of triggered secretion of pro-inflammatory cytokines using CMOS compatible silicon nanowires. Biosensors and Bioelectronics [online]. 2011, 26(5), 2746-2750 [cit. 2017-04-27]. DOI: 10.1016/j.bios.2010.09.059. ISSN 09565663. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956566310006858>

Děkuji za pozornost!

---