

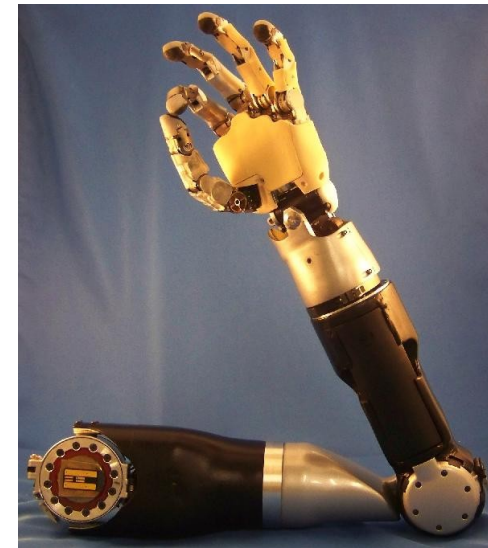
Arpikudos aivoelektrodeissa

Mikko Tuohimaa

- Pysyvästi implantoidut aivoelektrodit
- Elektrodityypit
- Implantointi ja immuunivaste
- Arpikudoksen ehkäisykeinoja
 - Implantin mekaniikka
 - Bioaktiiviset pinnoitteet

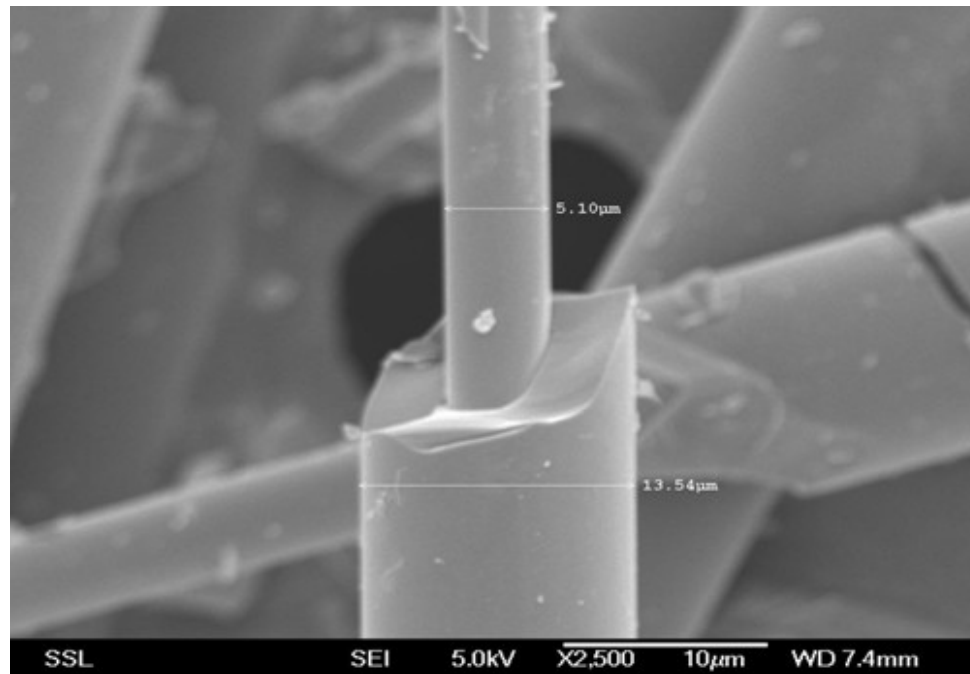
Pitkäaikaiset aivoelektrodit

- Pysyvä implantointi
- Aivot-tietokone -käyttöliittymä
 - Mekanisoidut proteesit
 - Kohtausten tunnistus ja esto



Elektrodityypit

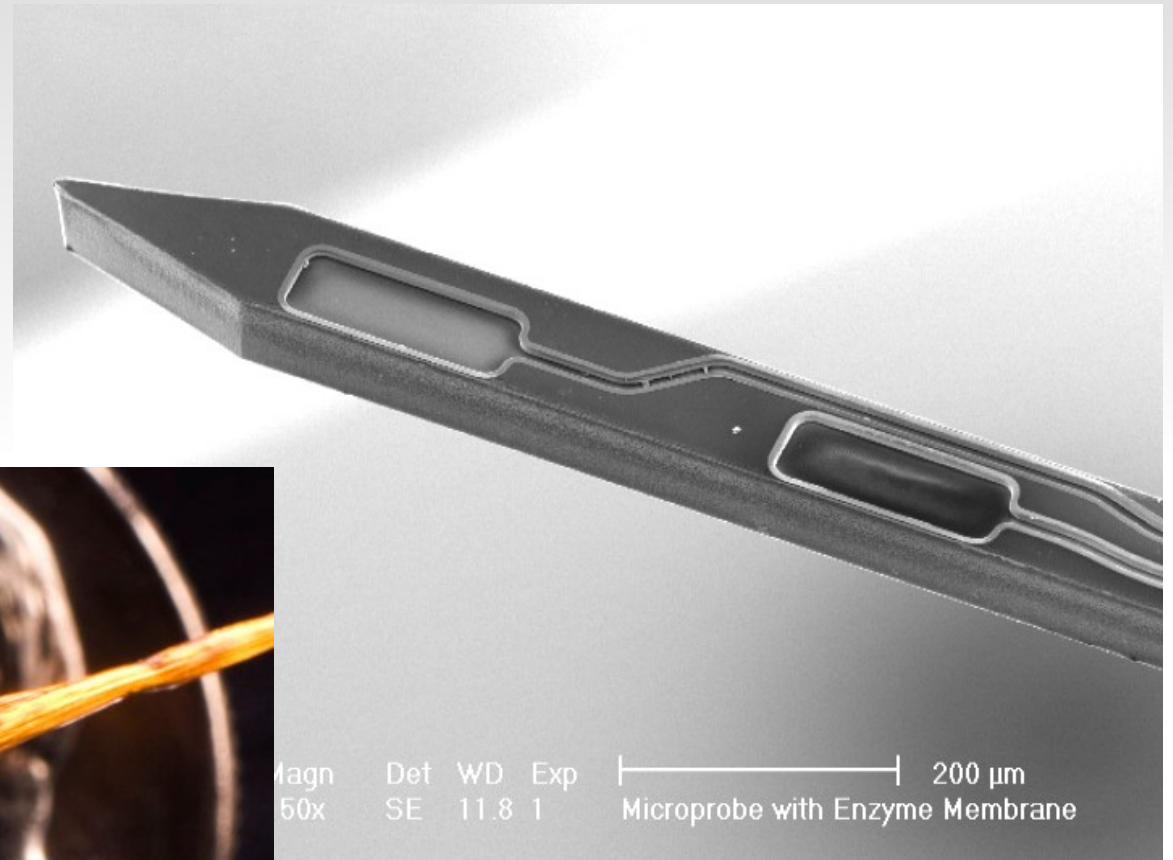
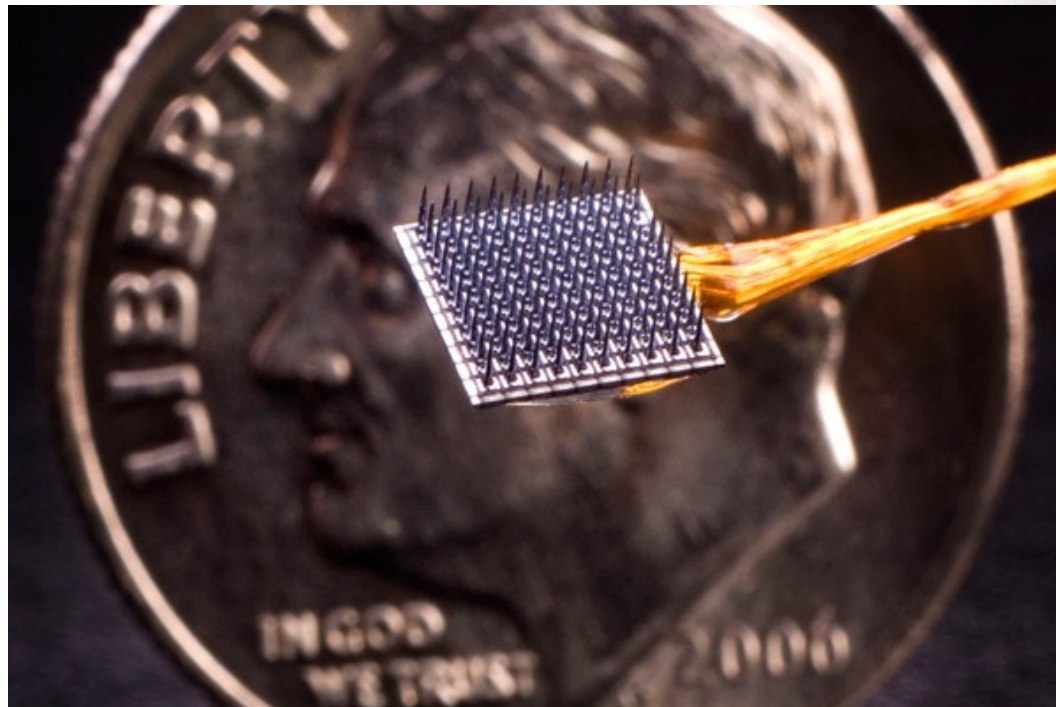
- Mikrolankaelektrodit
 - Voidaan implantoida syvälle
 - Hyvä SNR, mutta vaikea implantoida tarkasti



Elektrodityypit

- Piipohjaiset elektrodit
 - Elektroniikasta ja MEMS-laitteista tuttu valmistustekniikka
 - Materiaalina myös esim. polymeerit (LIGA-menetelmä)
 - Tarkkoja, pieniä, jäykkiä rakenteita
 - Elektrodimatriisit

Elektrodiagnostik

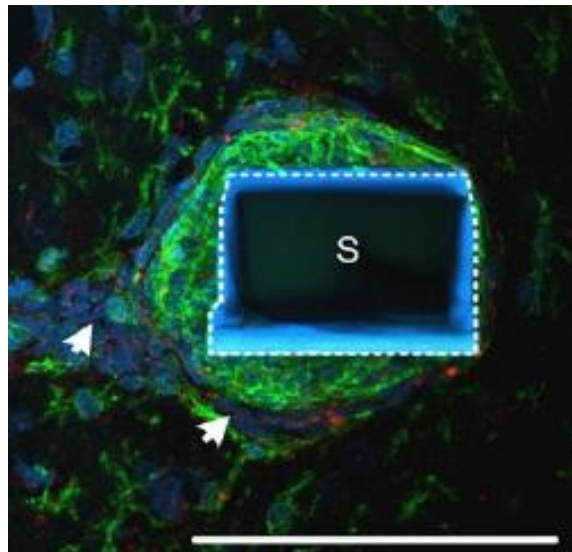


Implantointi ja välitön immuunivaste

- Implantoinnissa elektrodi(t) työnnetään aivojen pinnan läpi aivokudokseen
 - Implantin mekaaniset ominaisuudet
 - Etäisyys lähimpään neuroniiin $< 50 \text{ um}$
 - Kudoksen vaurio
- Immuunivaste
 - Mikroglia-solut
 - Astrosyytit

Krooninen vierasesinevaste

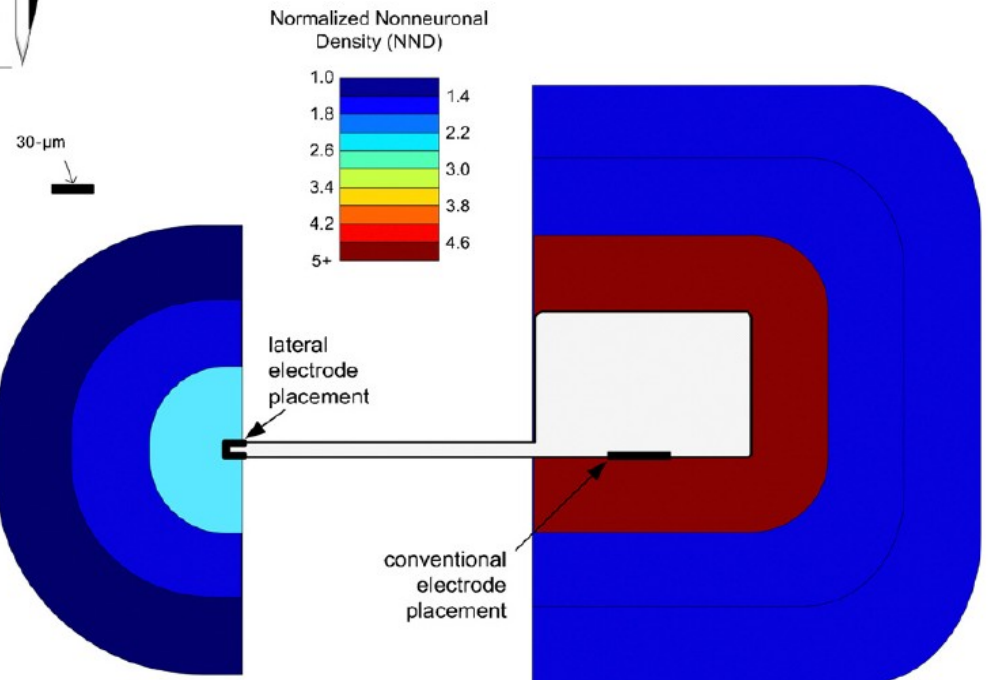
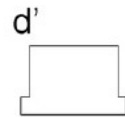
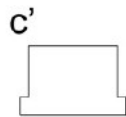
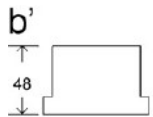
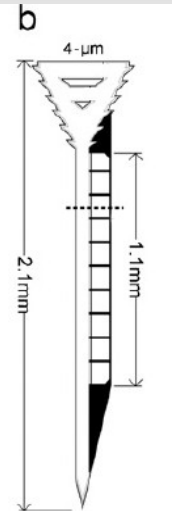
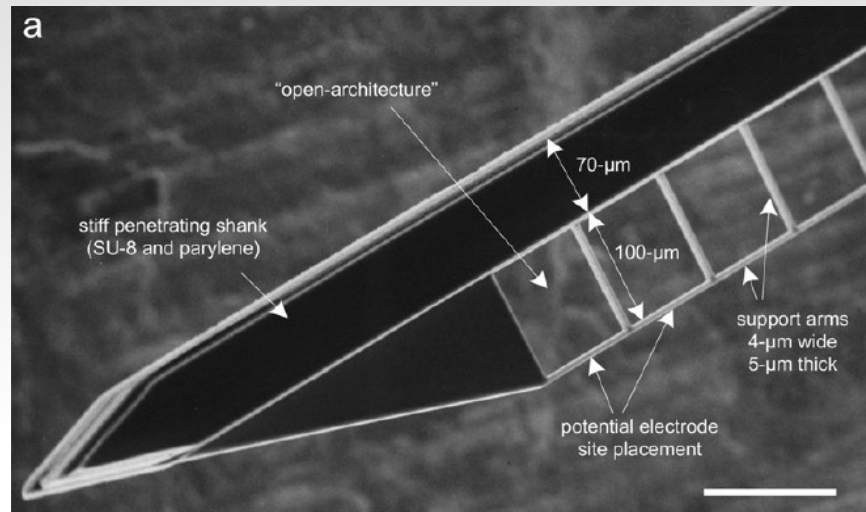
- Mikrogliasolut eivät saa tuhottua elektrodia → jatkuva tulehdustila
 - Solut tuhoavat myös ympäröivää hermokudosta
 - Tulehdus aktivoi astrosyyttejä → arpikudoskotelo
 - Tulee esiin muutaman viikon sisällä implantoinnista



Implantin mekaniikan vaikutus

- Materiaalin jäykkyys \leftrightarrow Mikroliike
- Implantin johdotus
- Implantin dimensiot
 - Mekaaniset ominaisuudet asettavat alarajan
 - Seymourin ja Kipken ristikkorakenne

Implantin mekaniikan vaikutus



Bioaktiiviset pinnoitteet

- Tulehduslääkkeet
 - Deksametasoni
- Kiinnittymistä estävät pinnat
 - Dekstraani
 - Hydrogeelit
 - Teflon ja muut polymeerit
- Bioyhteensopivuutta lisäävät pinnat
 - Hyaluronihappo ym.

Bioaktiiviset pinnoitteet

- Pinnoitteiden vaikutus häviää liian nopeasti
→ aktiivisten aineiden annostelu
 - Nanopartikkelit
 - Mikrofluidistiikka

Johtopäätökset

- Arpikudoksen syntyminen lyhentää merkittävästi kroonisesti implantoitujen aivoelektrodien käyttöikää
- Useita eri tavoilla reaktiota hillitseviä implanttiratkaisuja tutkittu
- Uusissa ratkaisuissa tulee ottaa huomioon niin implantin muoto, materiaali, pinnoite kuin uusien teknologioiden kuten mikrofluidistiikan tuomat mahdollisuudetkin