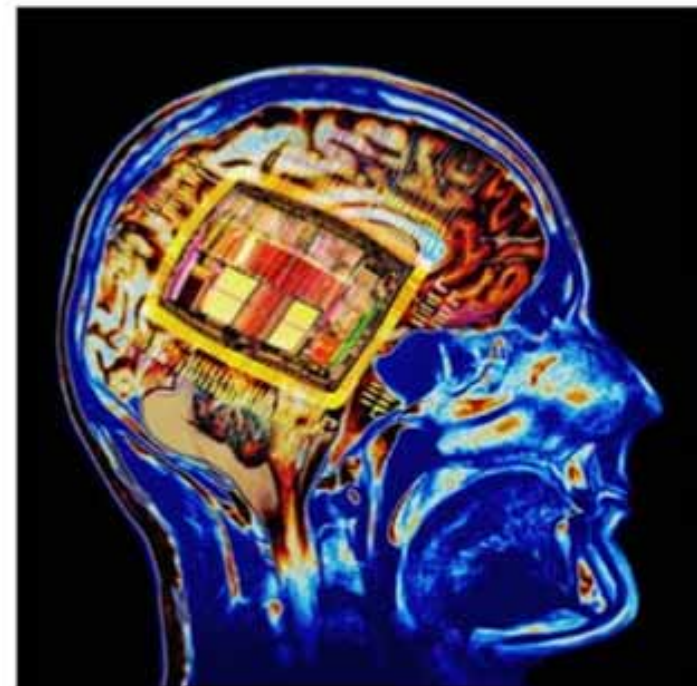




KIBERNETIKA U MEDICINI

NEURALNE PROTEZE

Dejan B. Popović





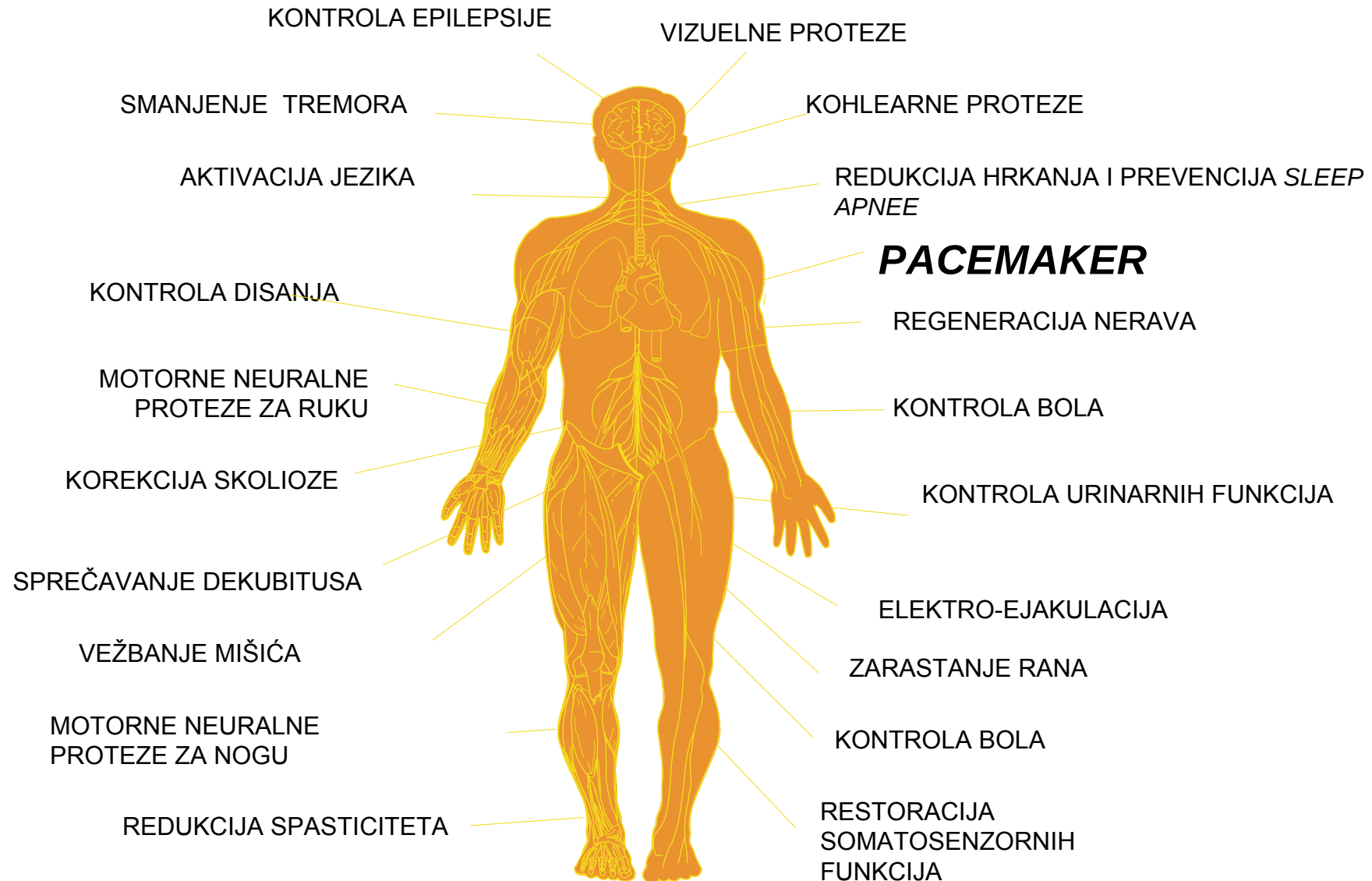
Beogradska šaka, 1963

Profesori Elektrotehničkog fakulteta: Rajko Tomović i Miodrag Rakić

3. April 2008, KNU, Beograd



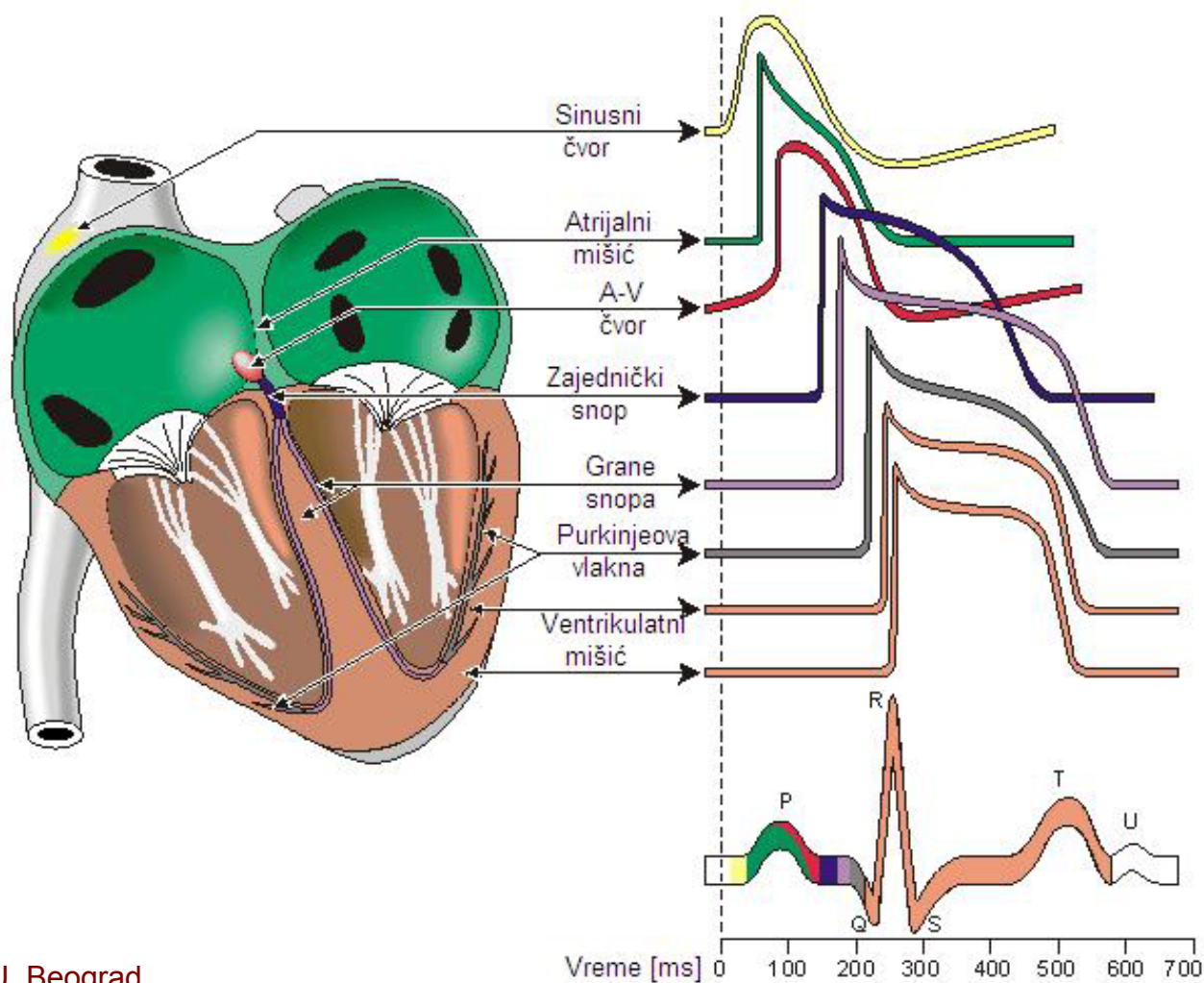
NEURALNE PROTEZE



3. April 2008, KNU, Beograd

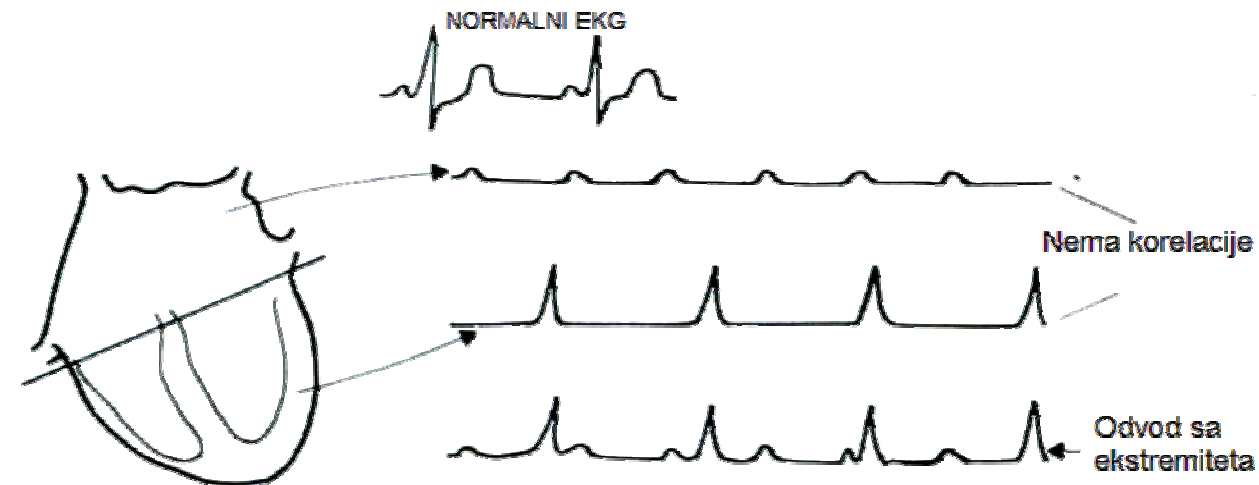


ELEKTRIČNA AKTIVNOST POJEDINIH DELOVA SRCA

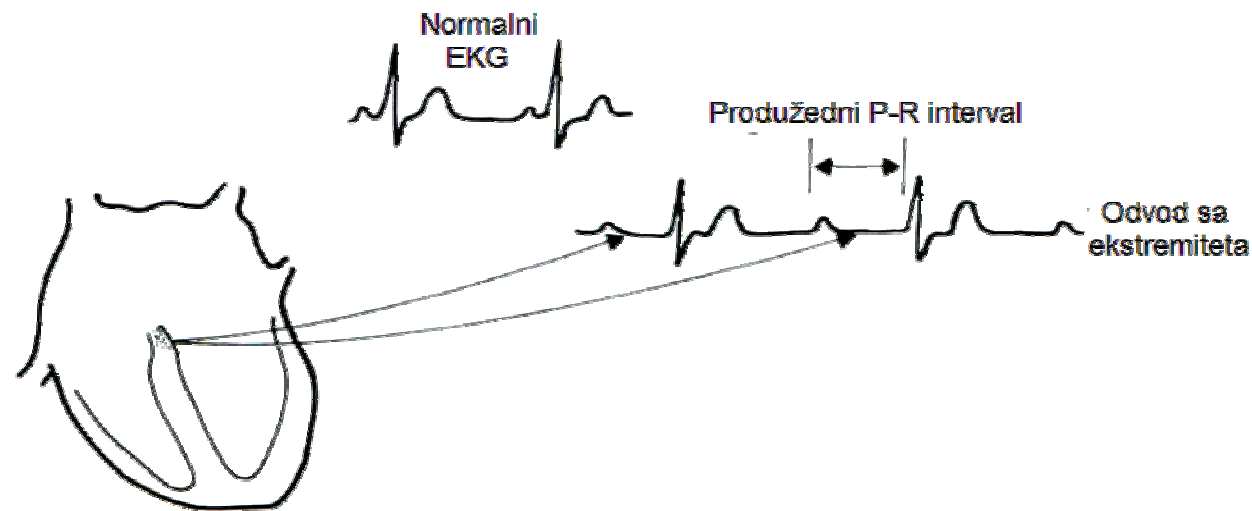




PATOLOŠKI EKG → *PACEMAKER*



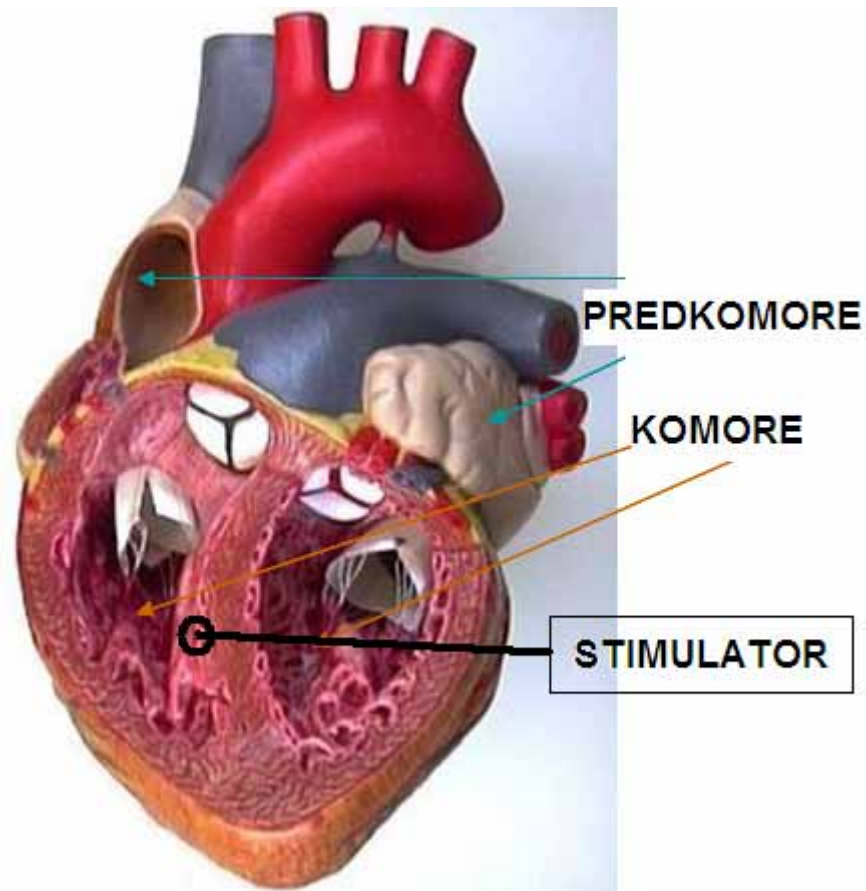
(a) Potpuni blok srca



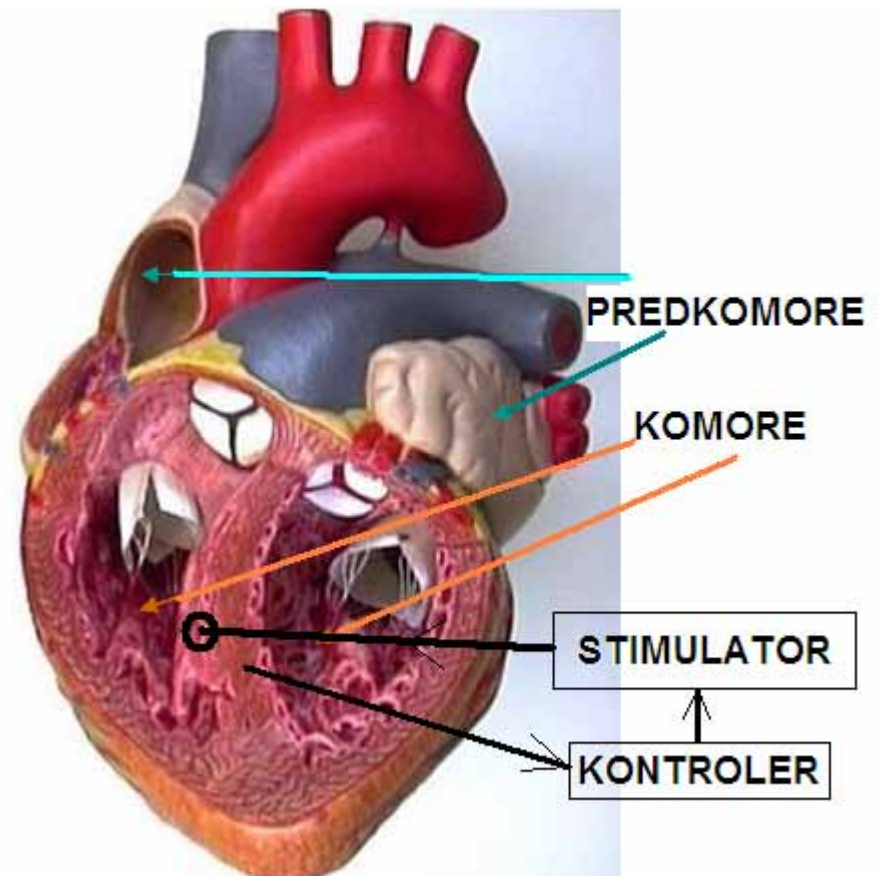
(b) AV blok



ASINHRONI *PACEMAKER*



SINHRONI *PACEMAKER*



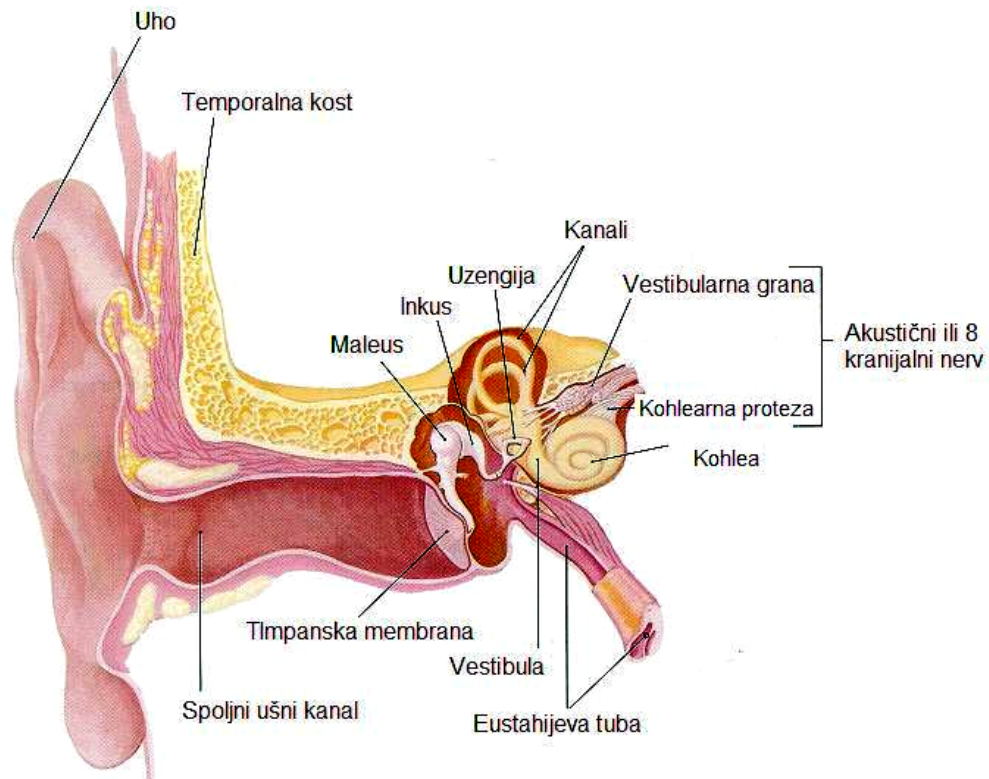


IMPLANTIBILNI DEFIBRILATOR (levo) i PACEMAER (desno)

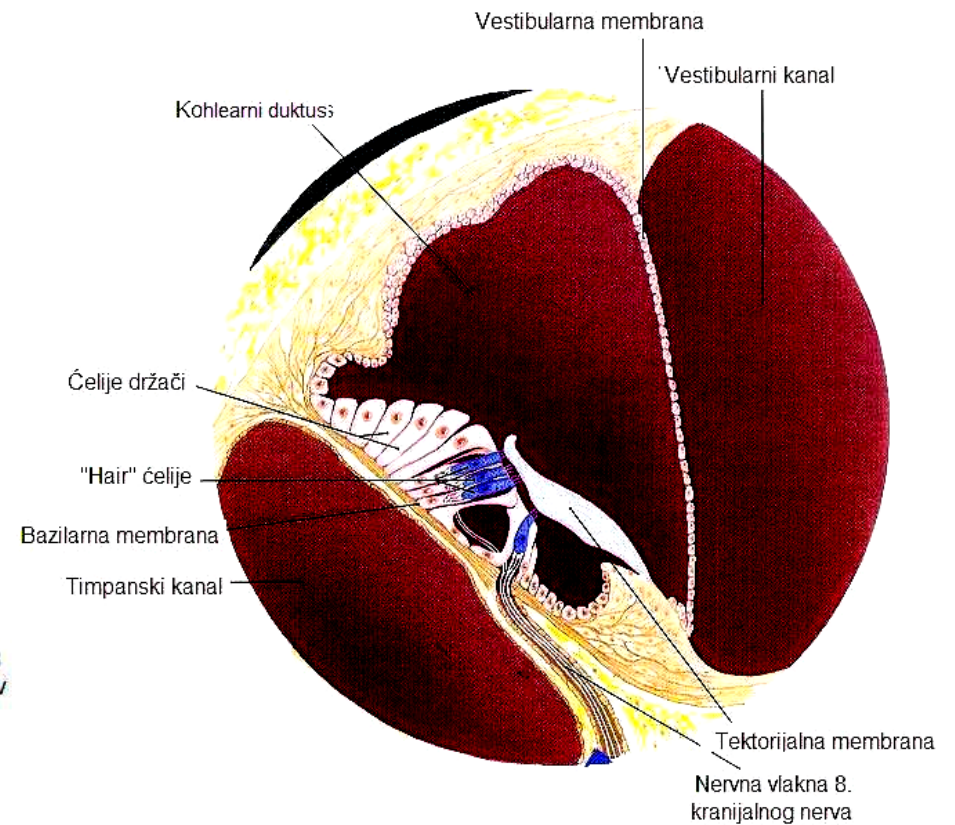




Čulo sluha



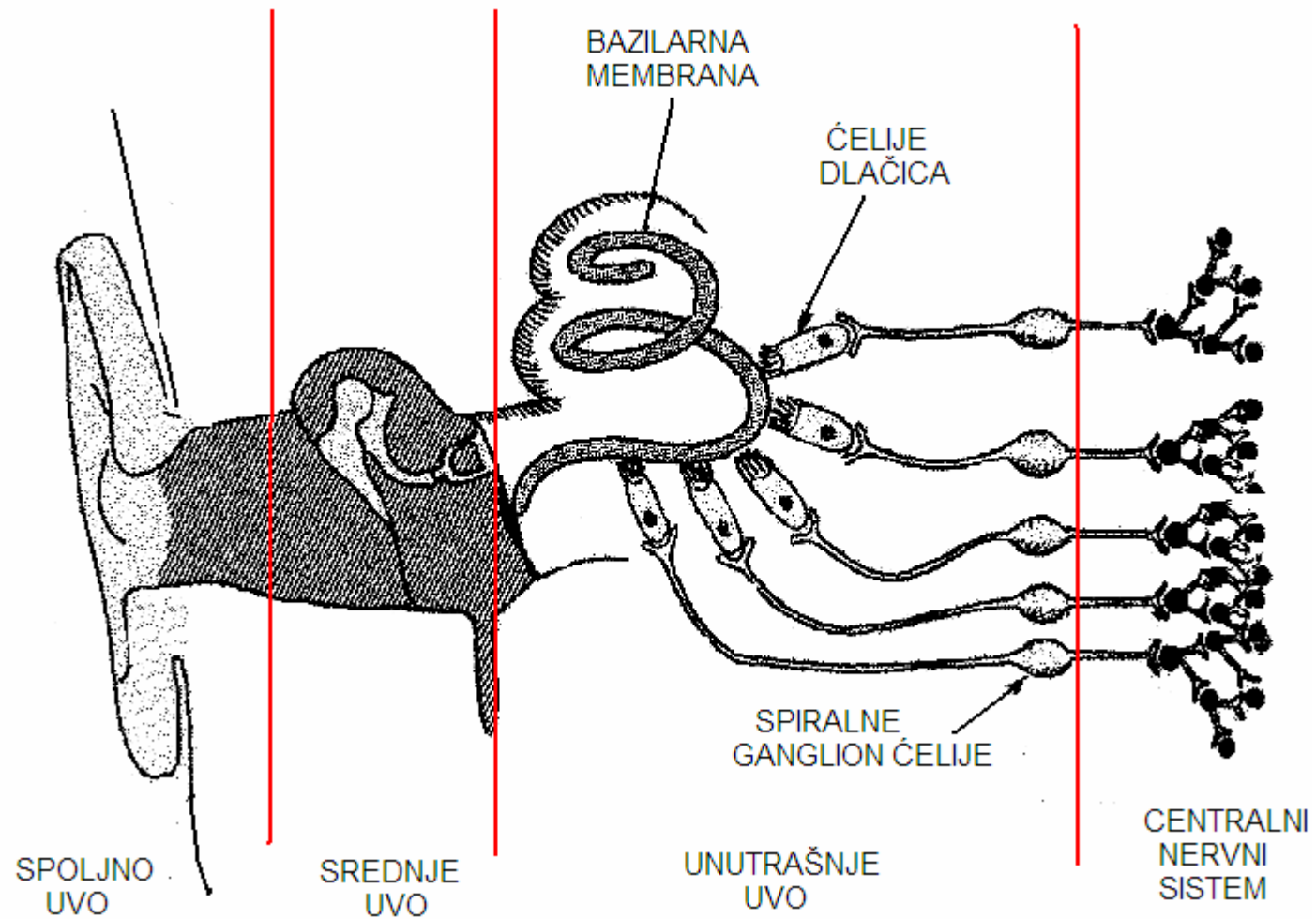
3. April 2008, KNU, Beograd



Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu



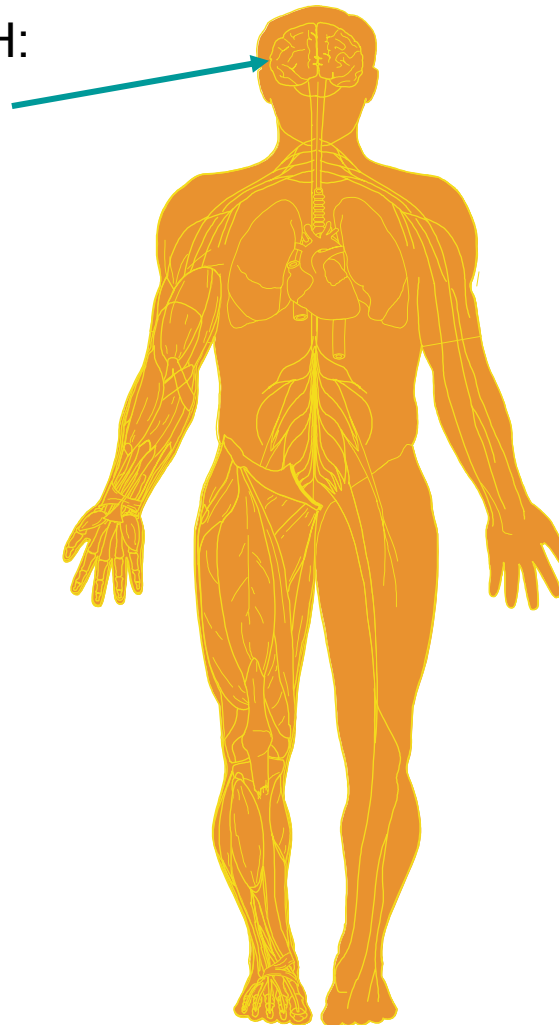
Biološki “sluh”

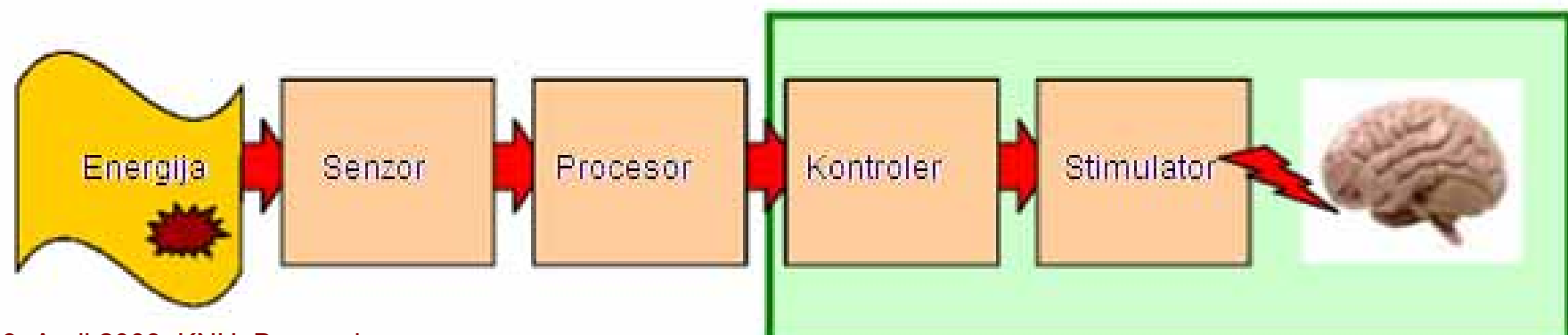
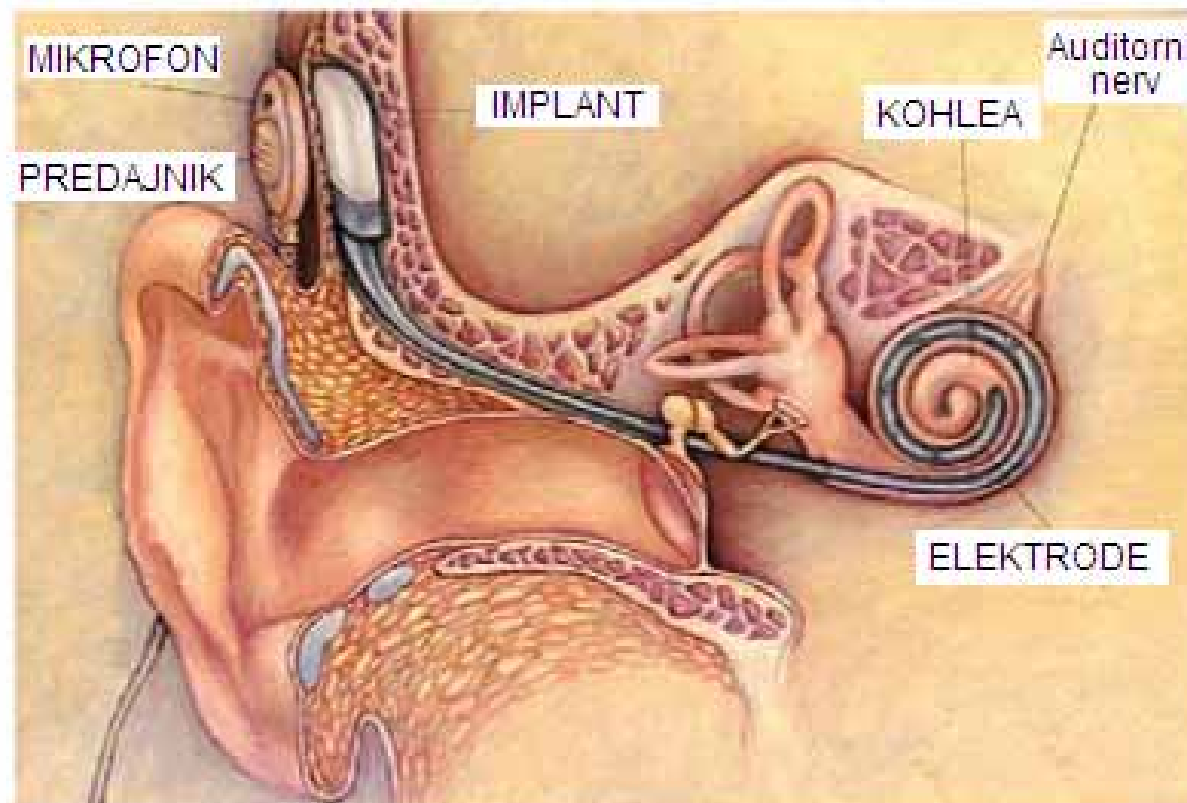




NEURALNE PROTEZE

VEŠTAČKI SLUH:
KOHLEARNA
PROTEZA



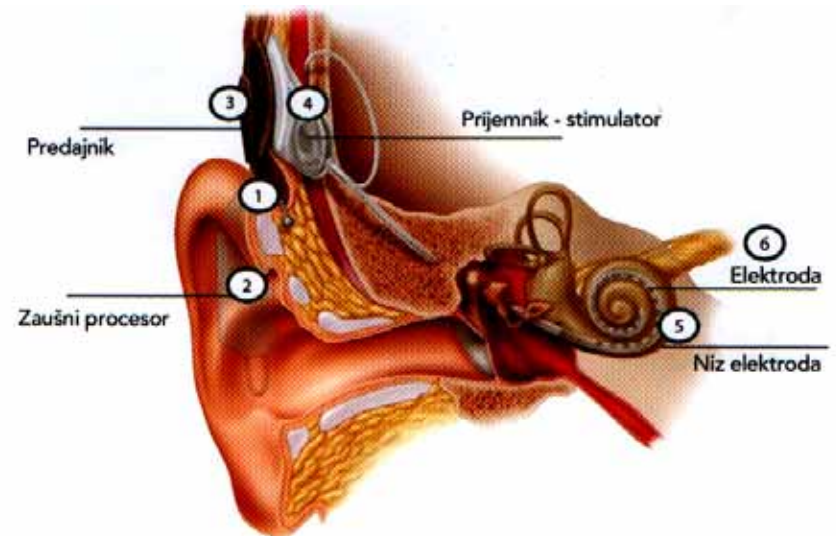


3. April 2008, KNU, Beograd



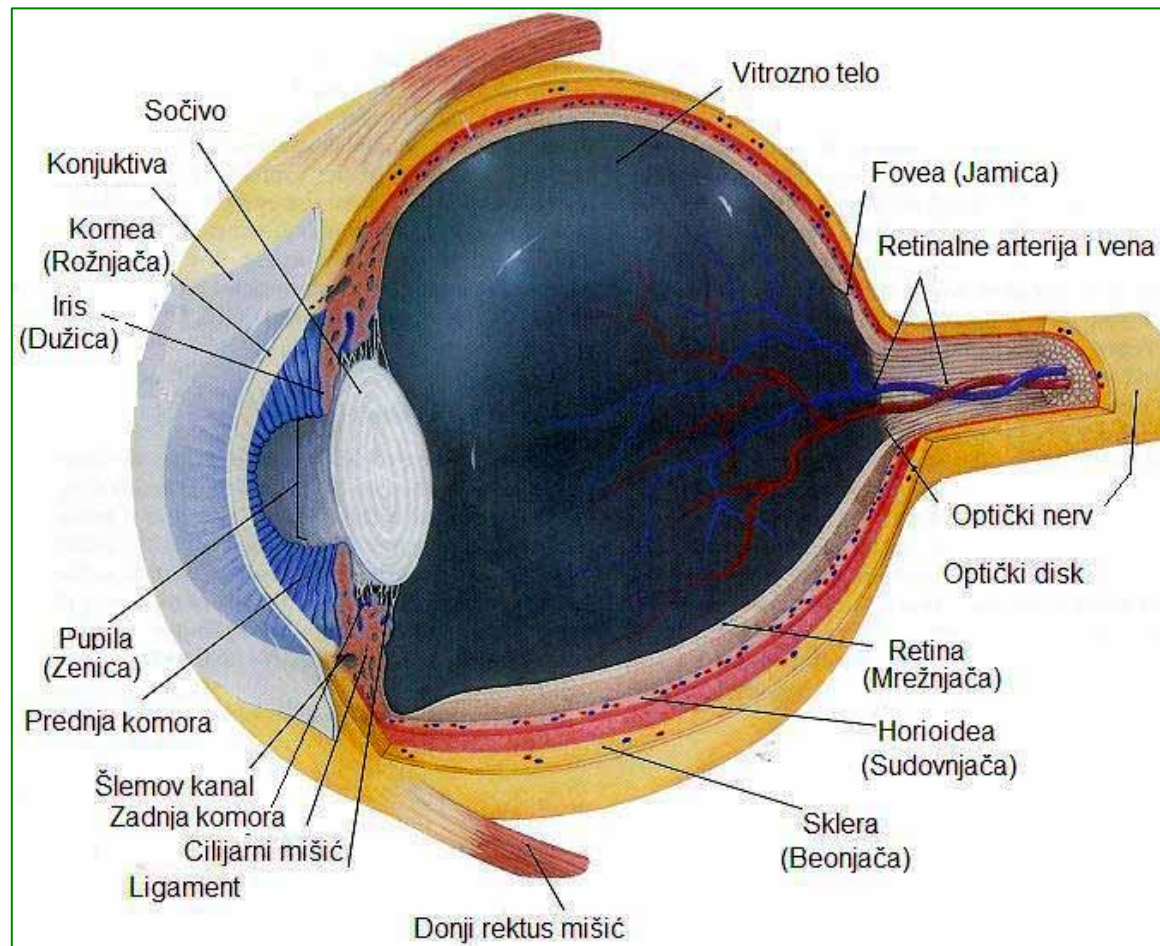
Princip rada kohlearne proteze

1. Mikrofon prima zvuk;
2. Zvuk se obrađuje/kodira;
3. Signali dolaze u predajnik;
4. Predajnik šalje signale do implanta (prijemnika/stimulatora) gde se isti pretvaraju u električne signale;
5. Signali se šalju do elektroda koje stimulišu nervna vlakna u kohlei;
6. Signali se dalje prenose putem slušnog nerva do CNS-a koji korisnik “nauči” da čuje i razlikuje (do 90% od normalnog sluha u optimalnom slučaju).





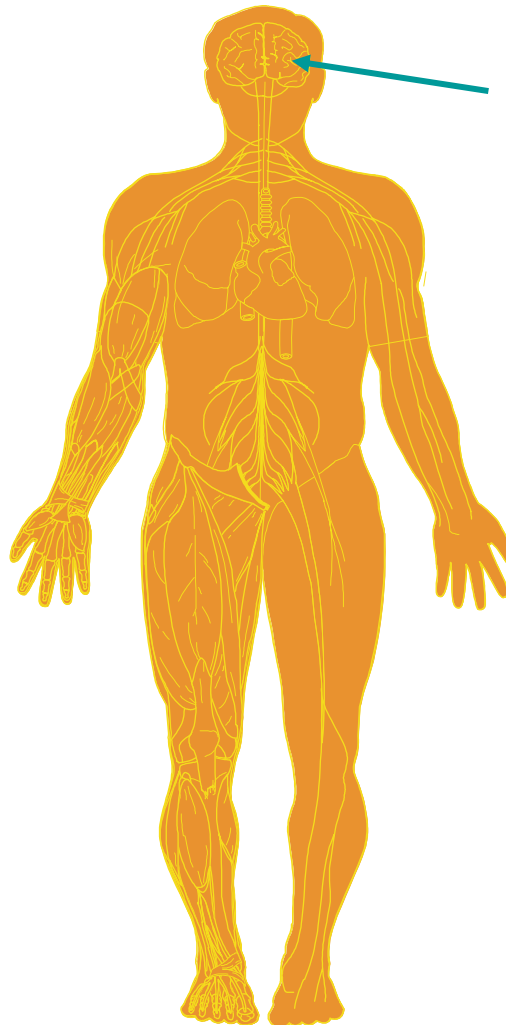
Čulo vida





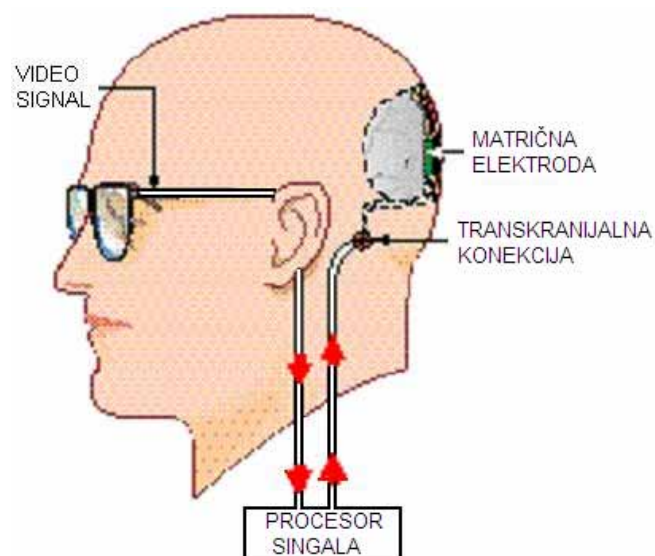
NEURALNE PROTEZE

VEŠTAČKI VID:
KORTIKALNA I
RETINALNA
PROTEZA



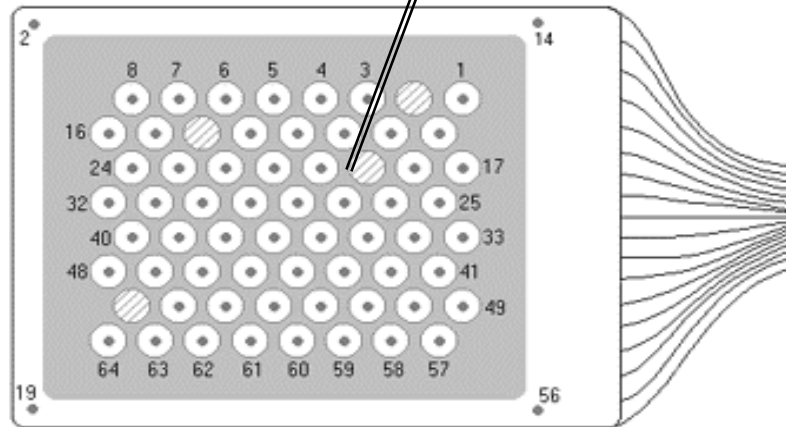
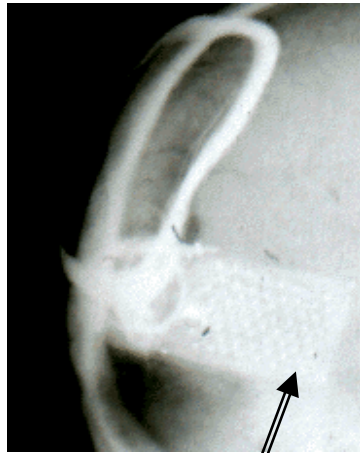


Veštački vid primenom kortikalnog implanta



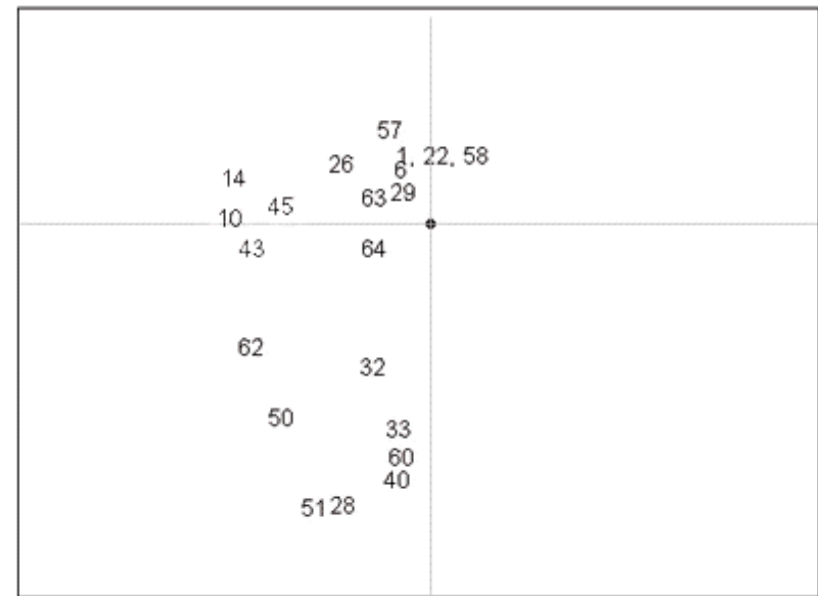
Osoba koja ne vidi sa kamerom u desnoj polovini rama naočara i laserskim pokazivačem na levoj polovini rama naočara.

Iz W.H. Dobelle "Artificial Vision for the Blind by Connecting a Television Camera to the Visual Cortex". *American Society of Artificial Internal Organs*. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD, 2000.



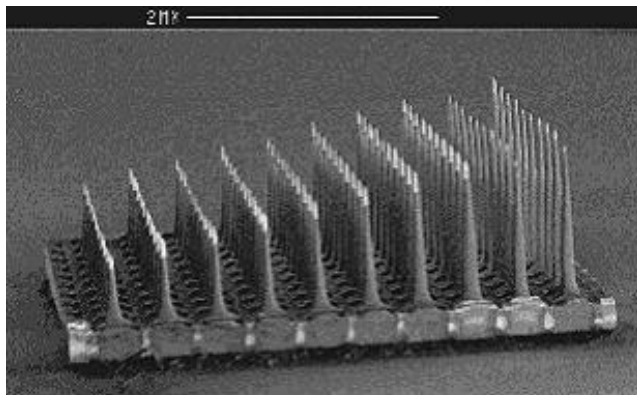
Raspored elektroda gledajući kroz elektrodu. Strelica povezuje elektrodu 19 na skici i na implantu (xerogram)

Mapa fosfina u vidnom polju. Polje elektroda na desnoj polovini occipitalne regije korteksa stvara sliku od 20 x 8 cm u levoj polovini divnog polja na rastojanju od dužine ruke. Fosfini stvoreni elektrodama #22 and #58 se pojavljuju levo od vertikalnog meridijana, a najviši fosfini su proizvod elektrode #1.





KORTIKALNA VIZUELNA NEURALNA PROTEZA (Richard Normann, Utah)

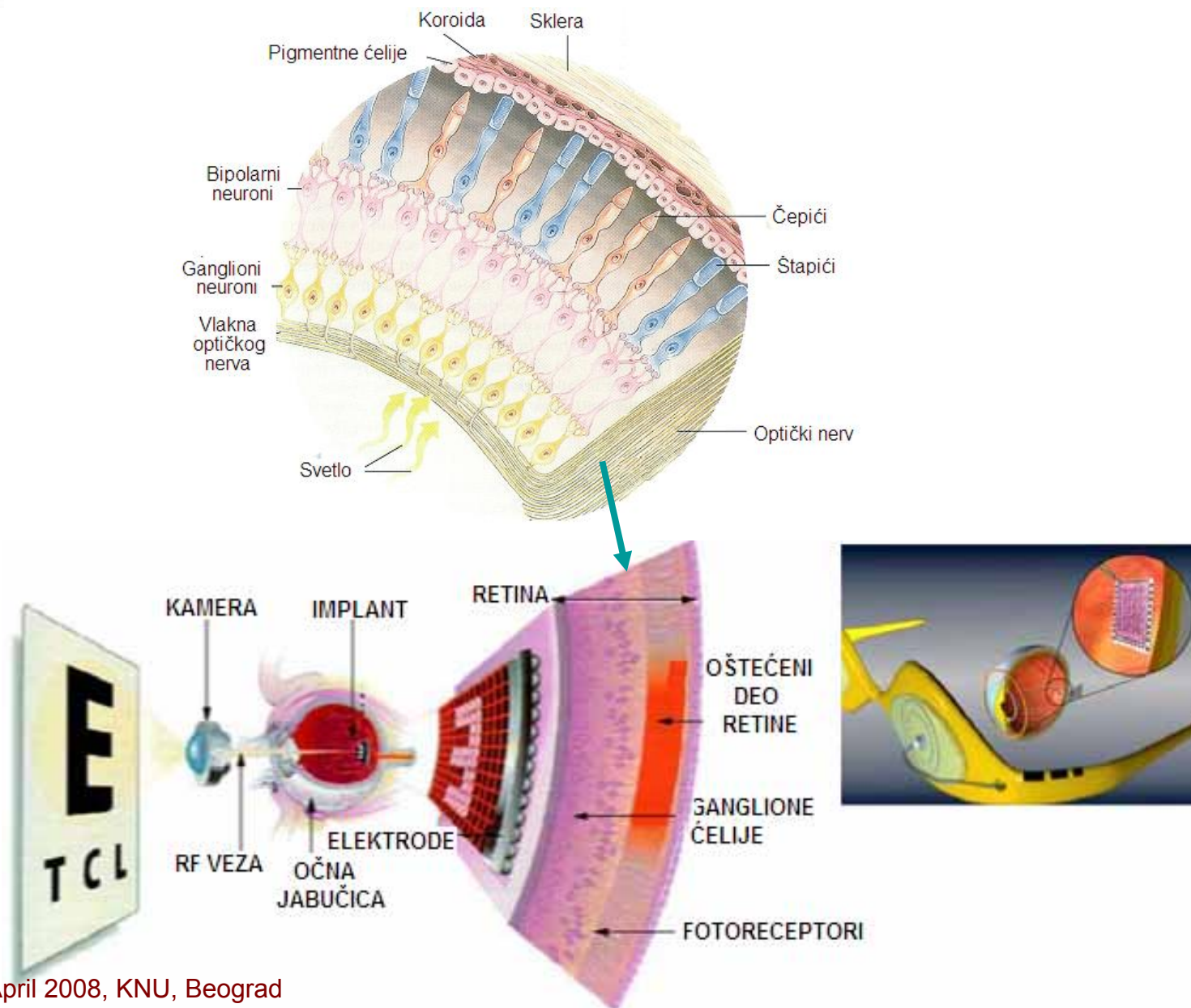


Sistem uključuje:

- Kameru smeštenu u naočari i procesor koji pretvara sliku u prostorno-vremensku sekvencu električnih impulsa;
- Totalni implant koji prima signale RF vezom i aktivira (elektrodom koja penetrira u okcipitalnu regiju korteksa) veći broj ćelija.
- Za navigaciju je potrebno približno 625 mikroelektroda



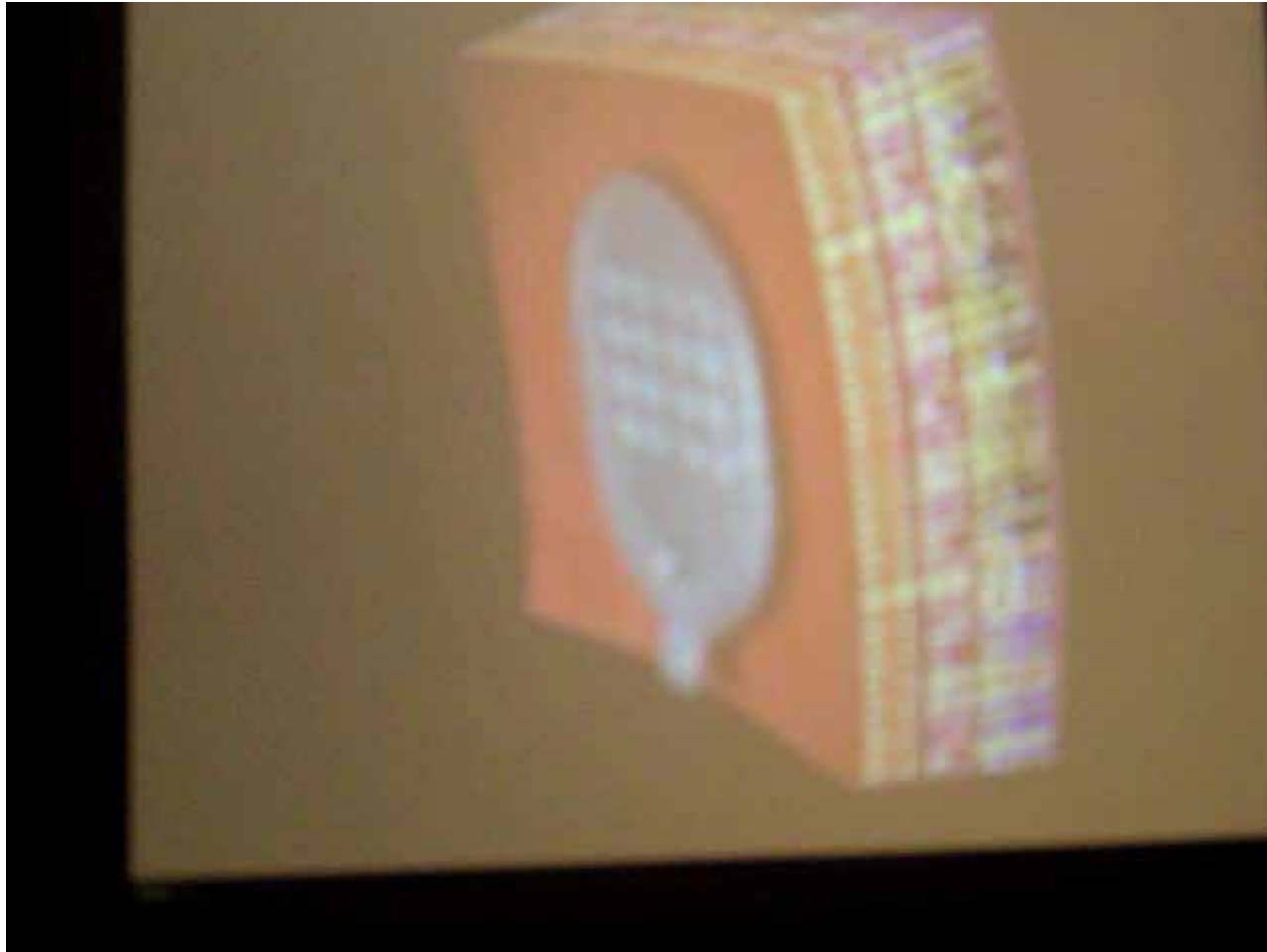
EPIRETINALNI IMPLANT ZA RESTORACIJU VIDA



3. April 2008, KNU, Beograd



EPIRETINALNA PROTEZA

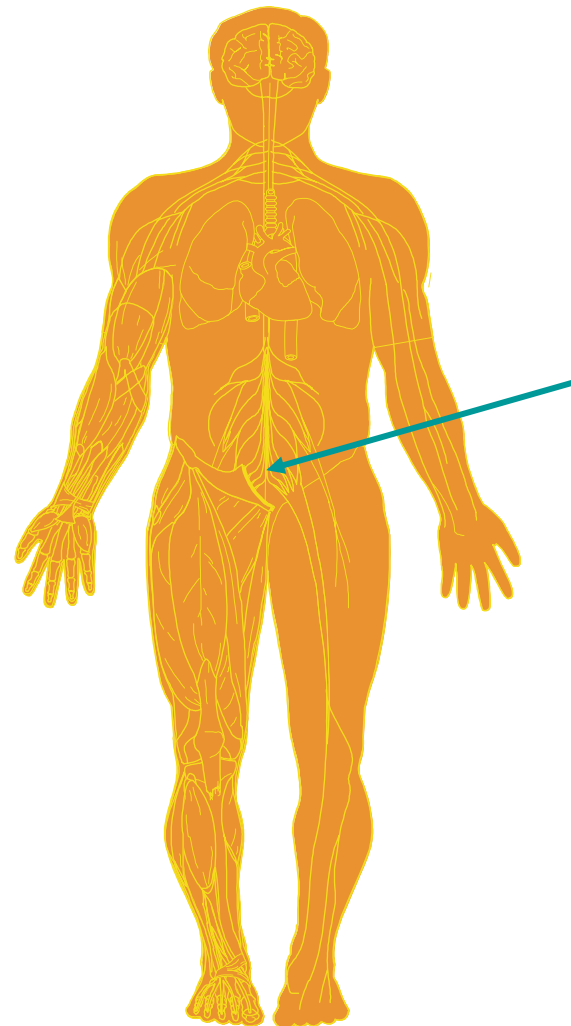


Princip rada i pilot eksperimenti grupe "Second Sight", U.S.A, Jul 2006.

3. April 2008, KNU, Beograd



NEURALNE PROTEZE

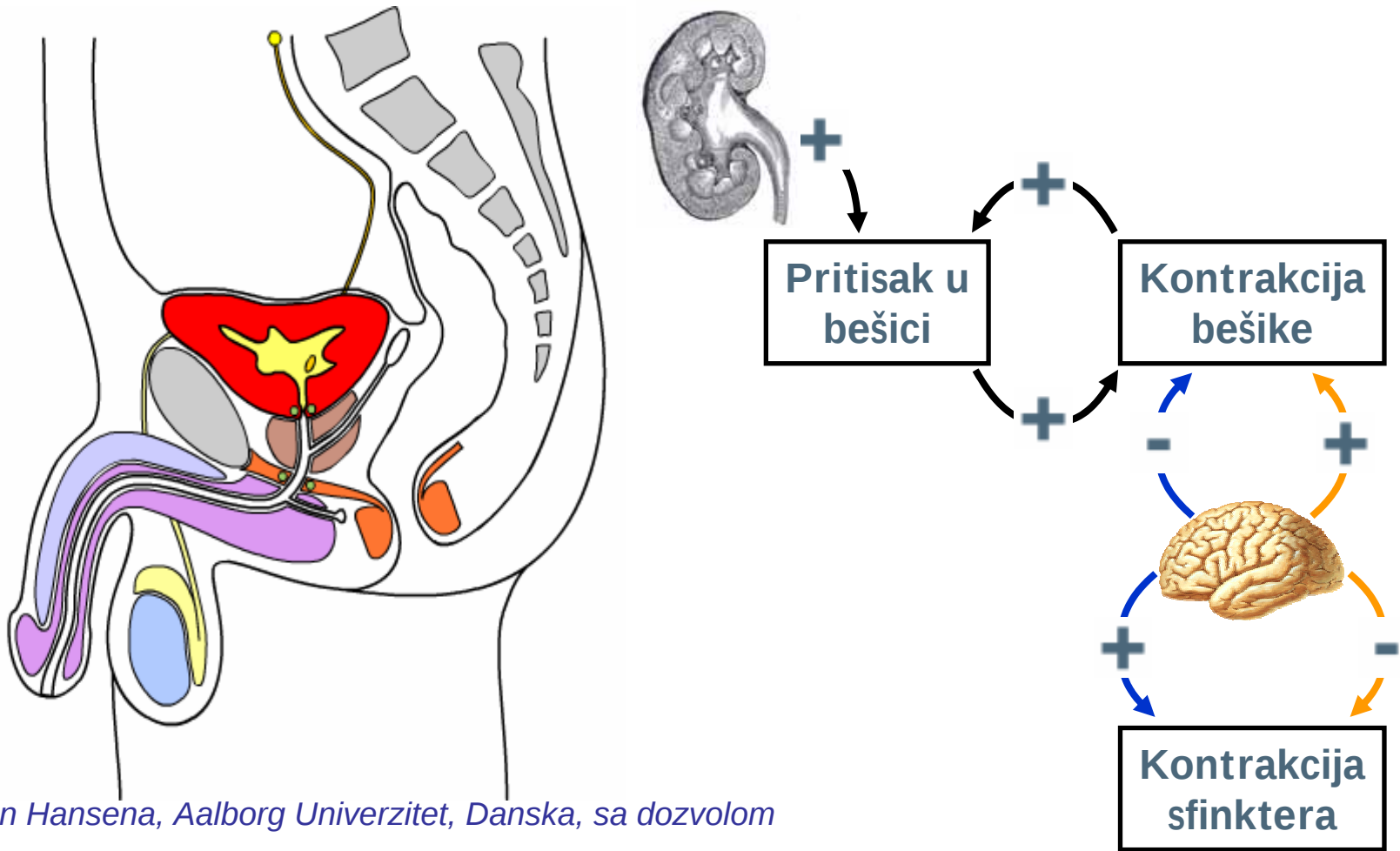


**KONTROLA URINARNIH
FUNKCIJA**



Normalna funkcija bešike:

Proizvodnja urina, skladištenje, i oslobađanje



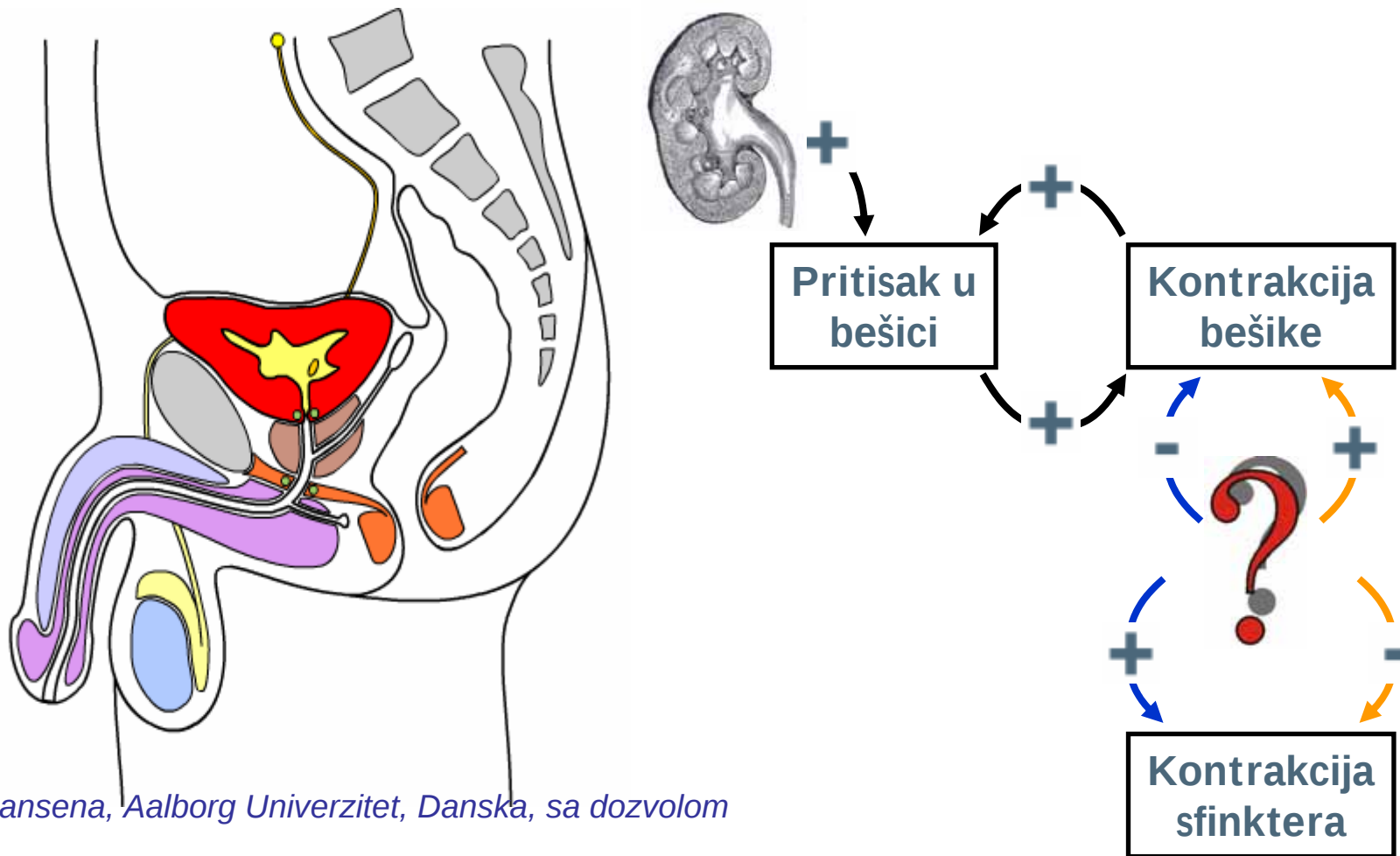
od Dr. John Hansena, Aalborg Univerzitet, Danska, sa dozvolom

3. April 2008, KNU, Beograd



Preaktivna bešika:

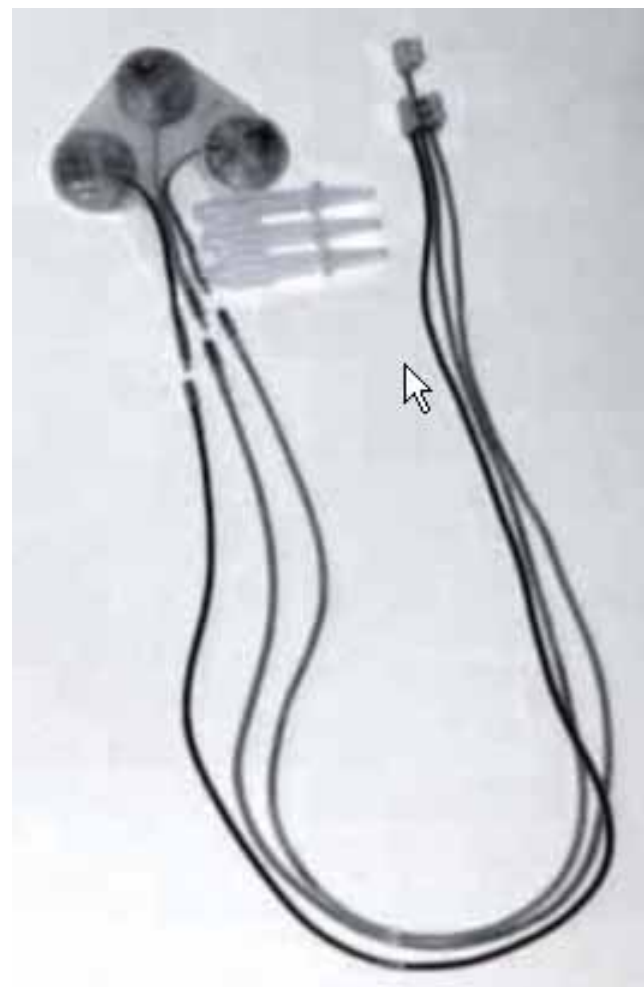
Proizvodnja urina, skladištenje, i oslobađanje



od John Hansena, Aalborg Univerzitet, Danska, sa dozvolom



FineTech-Brindley stimulator (VOCARE)

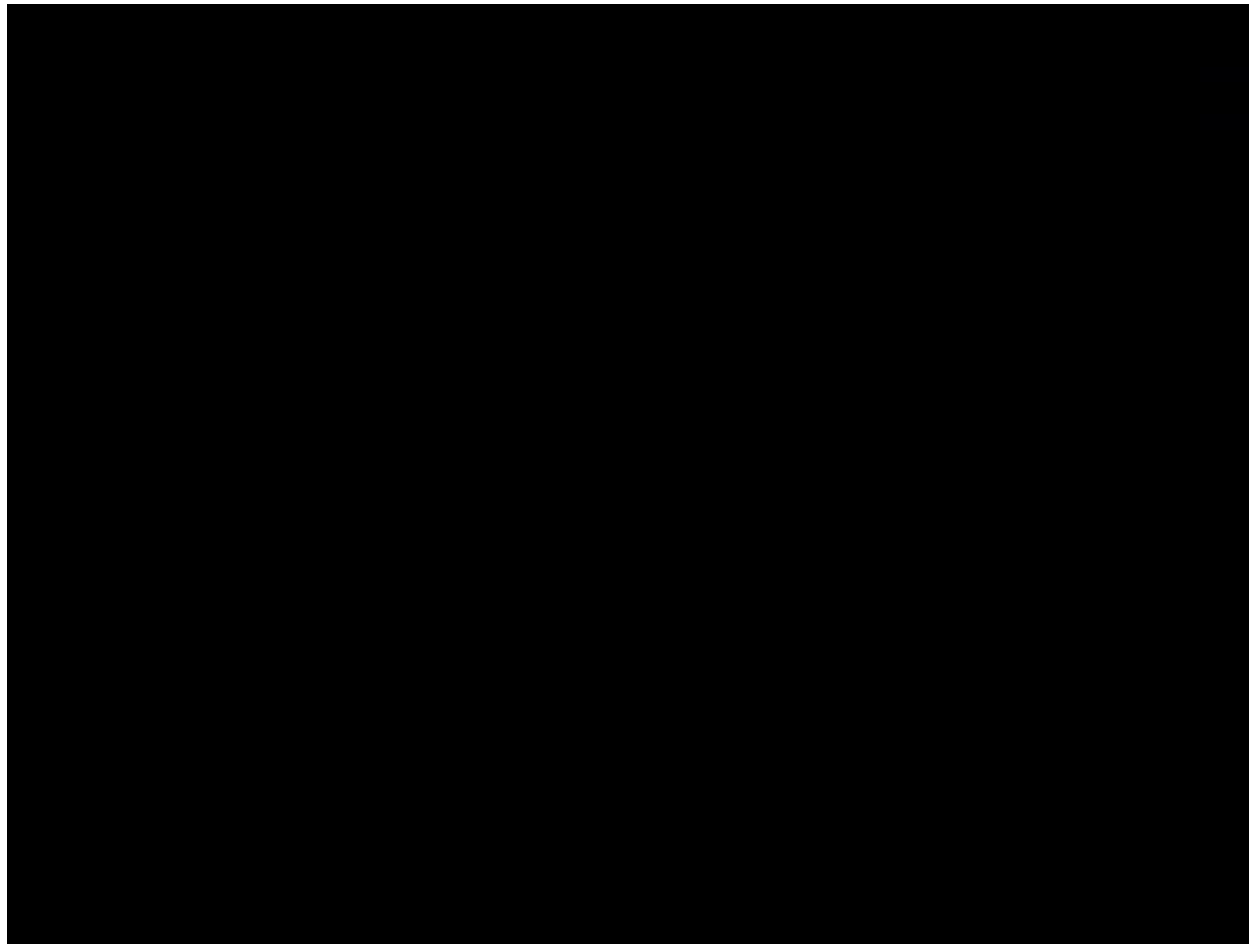


od John Hansena, Aalborg Univerzitet, Danska, sa dozvolom

3. April 2008, KNU, Beograd



FineTech-Brindley stimulator (VOCARE) (*kontrola inkontinencije*)



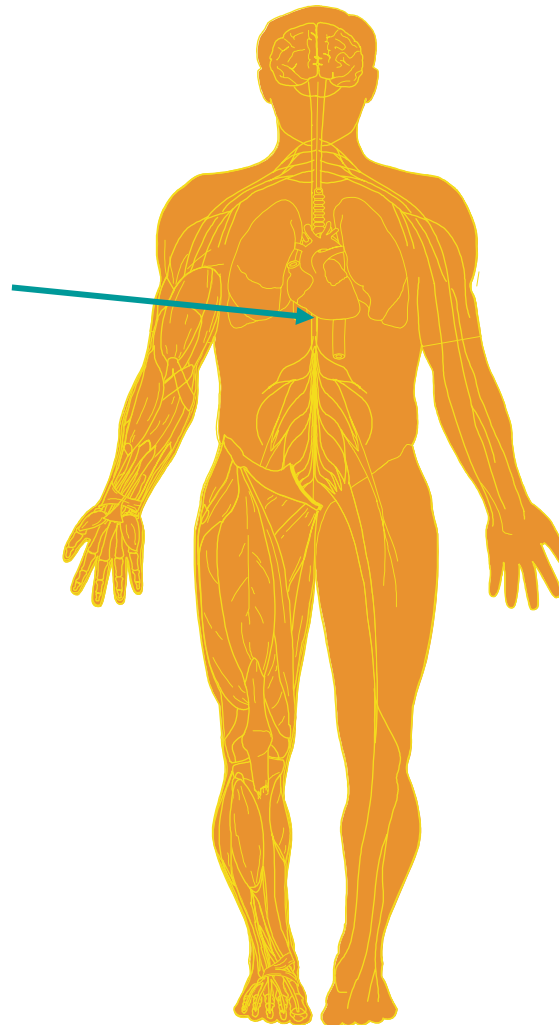
od John Hansena, Aalborg Univerzitet, Danska, sa dozvolom

3. April 2008, KNU, Beograd



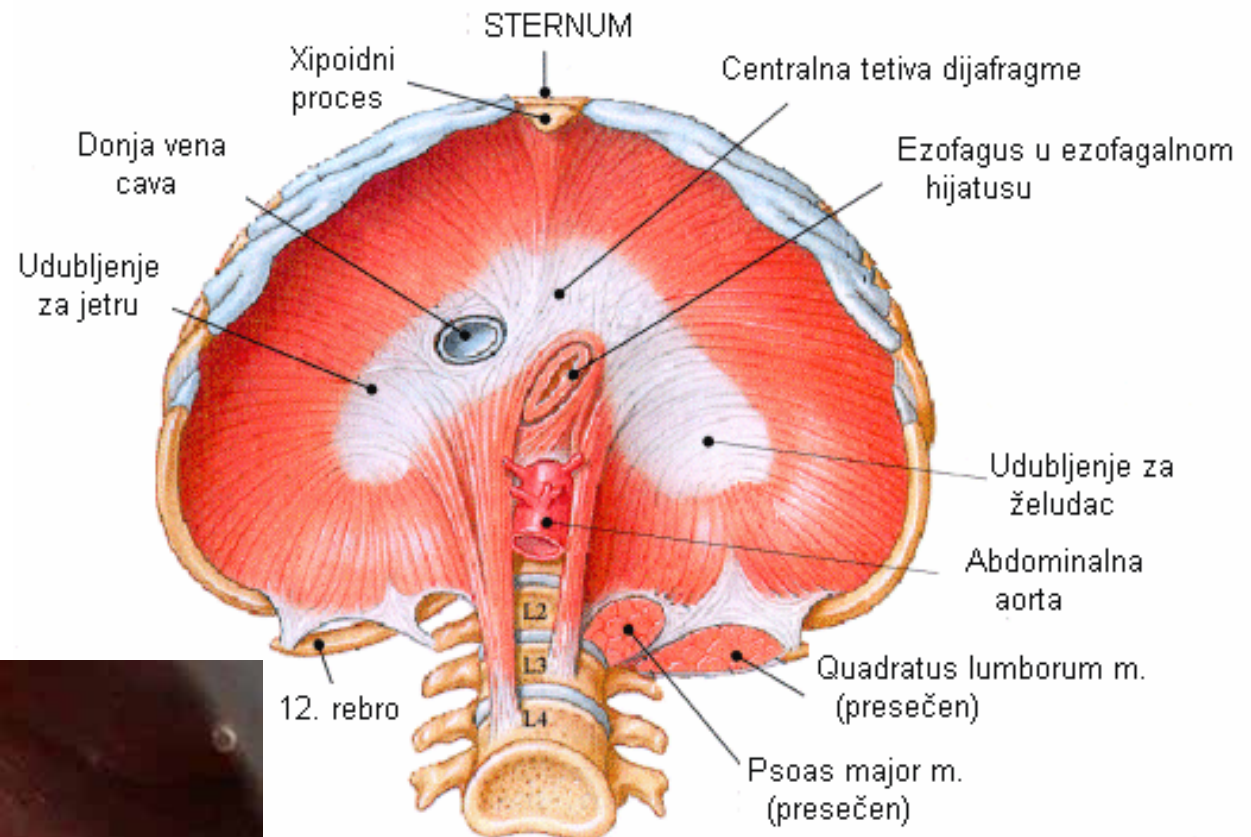
NEURALNE PROTEZE

**ASISTENCIJA
DISANJU**





Dijafragma





MARK IV eksterni stimulator



Spoljna antena



Implantirani prijemnik, kabl i elektroda



Torakalni pristup zahteva rez od 5 do 7 cm između rebara sa ciljem izdvajanja nerva duž srčanog mišića.

- Elektroda se fiksira prišivanjem za vezivno tkivo.
- Kroz isti rez se postavlja i stimulator neposredno ispod kože.



- Pored ovog pristupa danas se primenjuje i torakoskopska minimalno invazivna implantacija (endoskopska hirurgija).
- U ovom pristupu se koristeći tri reza (< 1 cm) postavlja kamera, i specijalni instrumenti ili specijalni robotski sistem.



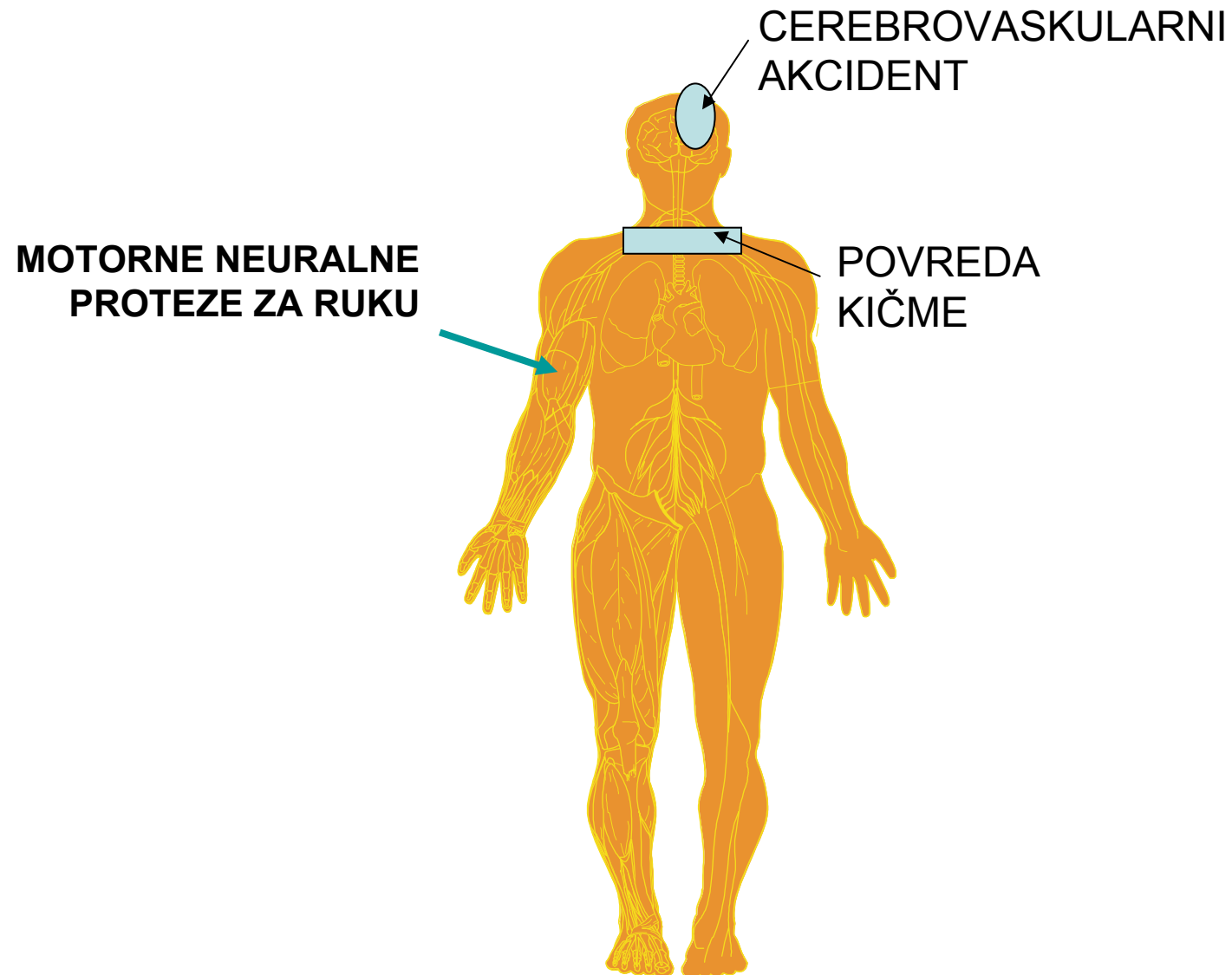
Sistem za regulaciju disanja – Stimulacija freničnog nerva



Mark IV Breathing Pacemaker System Thoracoscopic Surgical Approach



NEURALNE PROTEZE





Neuralna proteza za hvatanje: Beogradski sistem za hvatanje i manipulaciju



Sistem za neurorehabilitaciju osoba posle moždanog udara. Električna stimulacija koja aktivira paralizovane mišiće koristeći model hvatanja karaktersitičan sa zdrave ljude (Popović et al., 2001)



Freehand® sistem sa senzorskim sistemom za kontrolu sile hvatanja na bazi detekcije klizanja predmeta pri hvatu

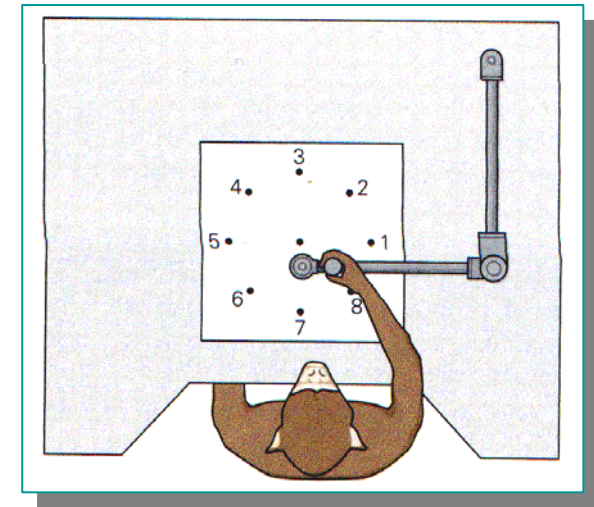
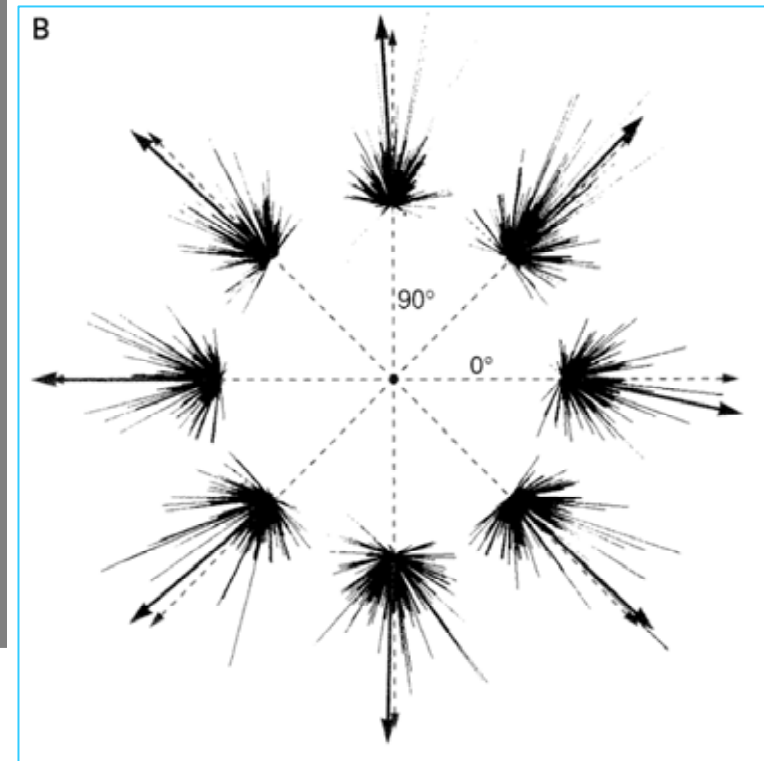
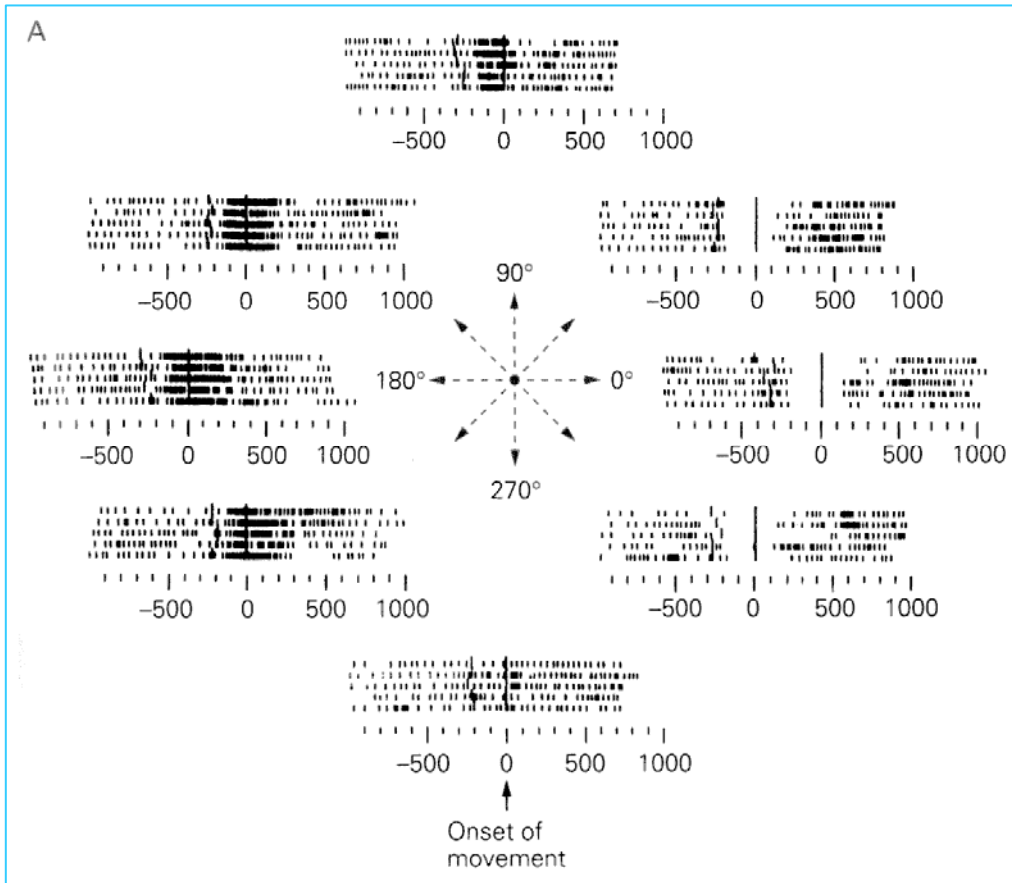


Aalborg, Danska, 1998

3. April 2008, KNU, Beograd

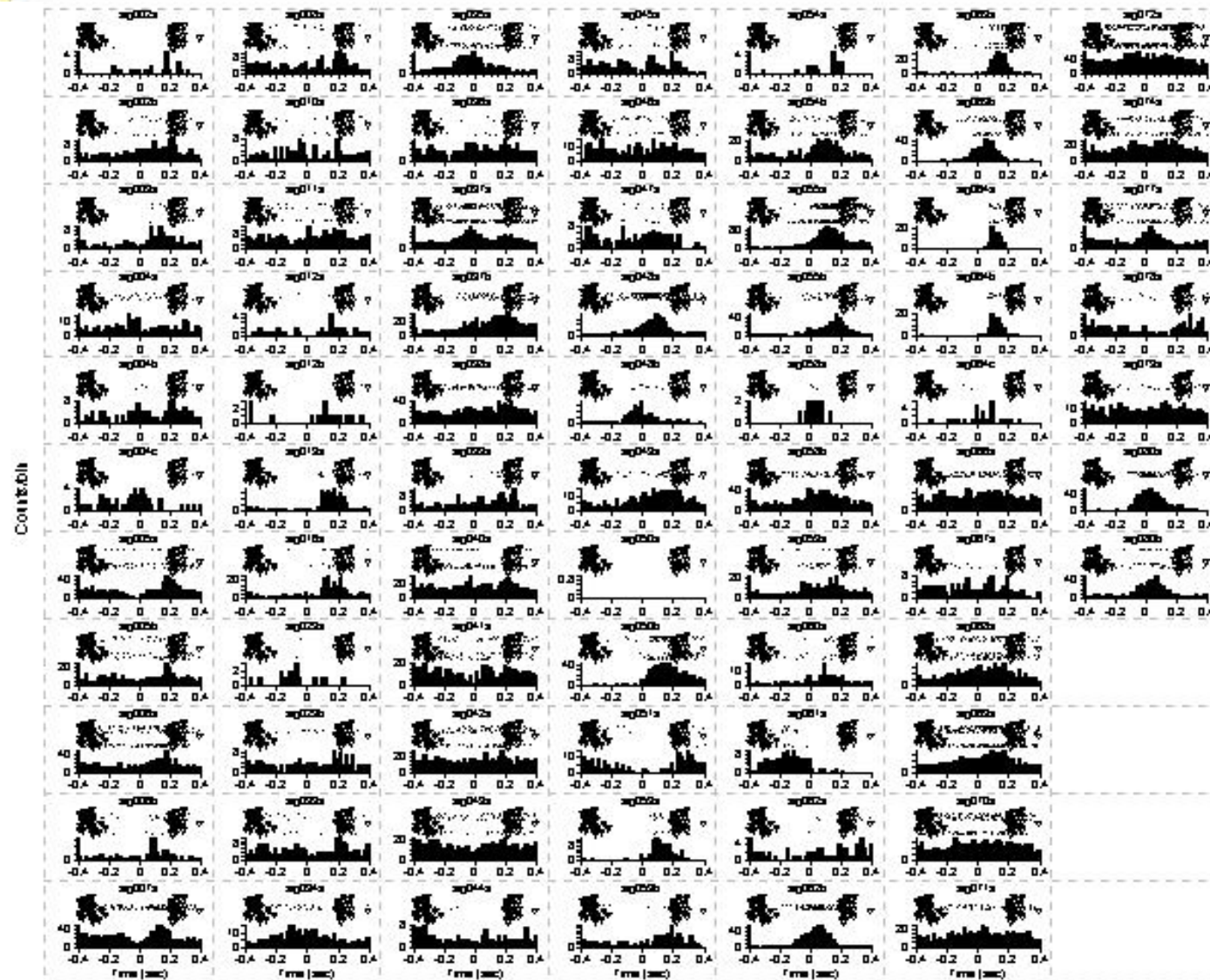


Izmerena aktivnost kortikalnih ćelija primenom iglenih elektroda



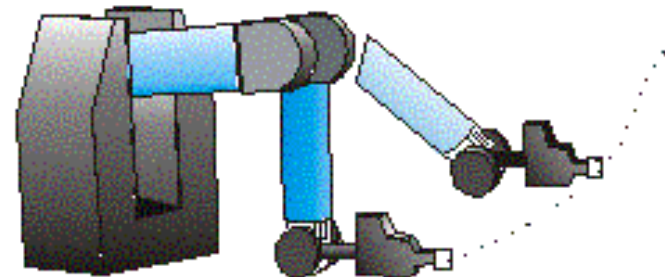
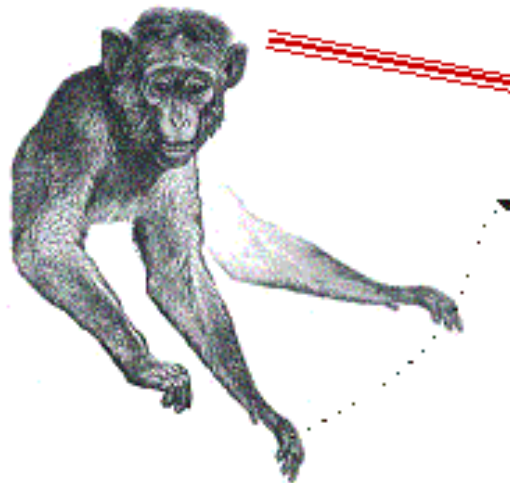
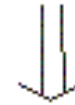
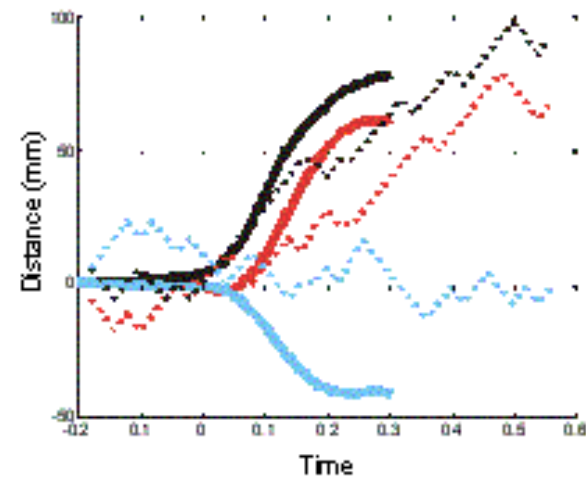
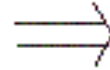
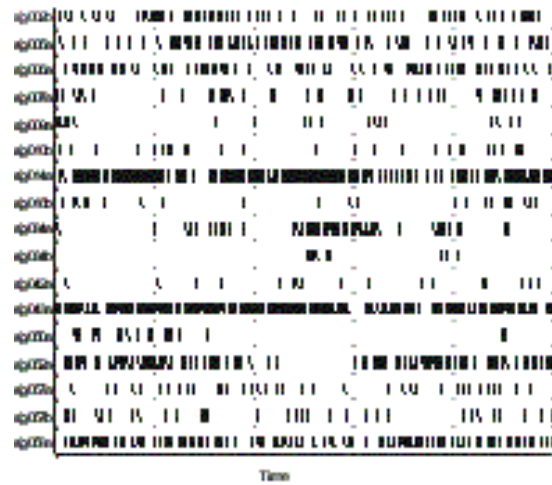


Perievent Rasters, reference = CR_T1, bin = 20 ms



73 ćelije snimljene sa 5 Michigan elektroda

3. April 2008, KNU, Beograd





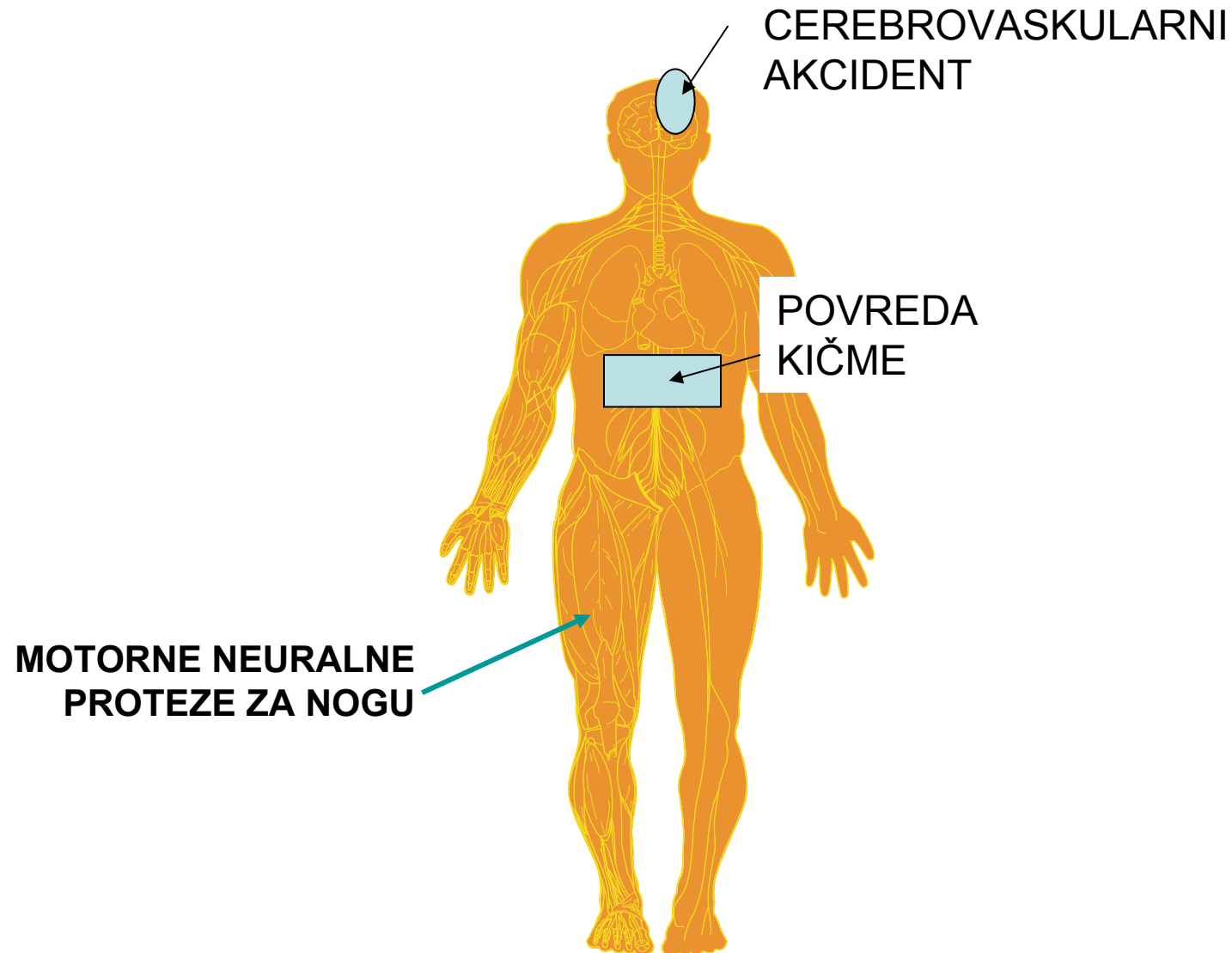
Korelacija stvarne aktivnosti i položaja u prostoru predviđenog na osnovu kortikalnih signala (električne aktivnosti kore velikog mozga).

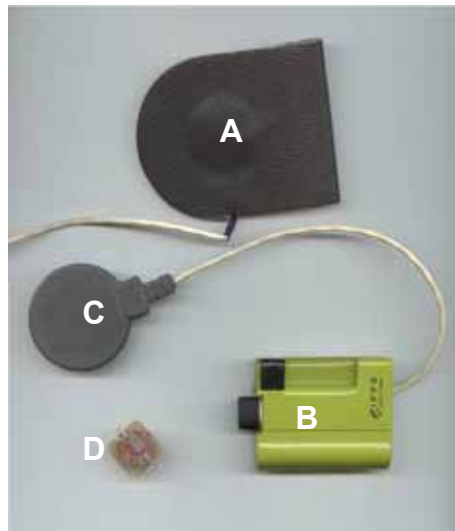
Materijal je od Prof. A Schwarz (Pitsburg, SAD) (sa dozvolom)





NEURALNE PROTEZE





Hodanje sa ugrađenim jednokanalnim stimulatorom
(Ljubljana, 1983) u saradnji sa Dr. Franjom Gračanin

3. April 2008, KNU, Beograd



Actigait®, Neurodan, DK: Implantibilni dvokanalni stimulator u primeni za korekciju padajućeg stopala

ACTIGAIT



FES za stajanje i hodanje paraplegičnih pacijenata



T-10 paraplegija, Beograd 1981.



FES za hodaње paraplegičnih pacijenata

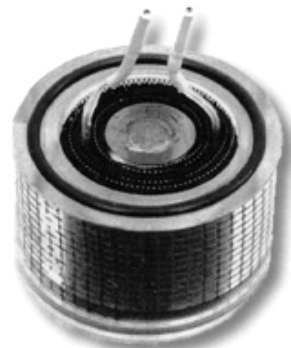


Automatsko upravljanje primenjeno za hodaње sa 6-kanalnim implantibilnim stimulatorom. [Popovic et al., 1997, Beograd](#)



PROTEZE: MORFOLOŠKA I FUNKCIONALNA ZAMENA DELOVA TELA

Veštačko srce, veštački bubreg, veštački pankreas,



3. April 2008, KNU, Beograd

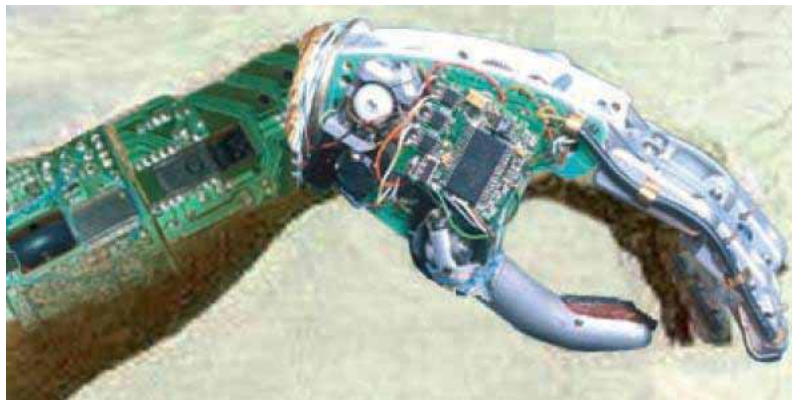


Houston, Texas, 1973: Ispitivanja veštačkog srca

3. April 2008, KNU, Beograd



VEŠTAČKI EKSTREMITETI





Utah-MIT ruka, 1984, Salt Lake City, Utah

3. April 2008, KNU, Beograd

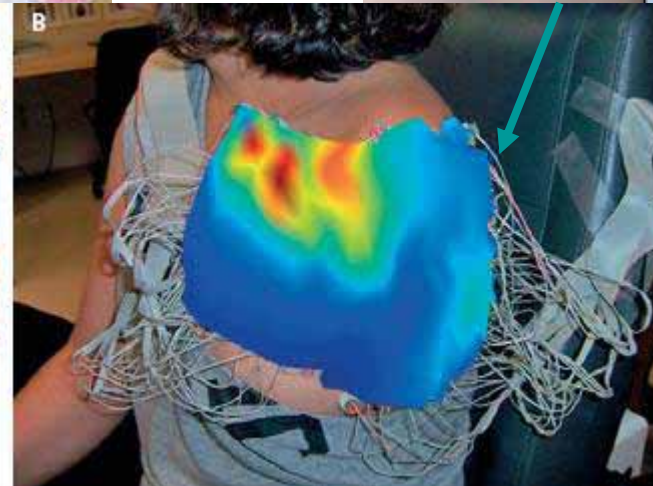
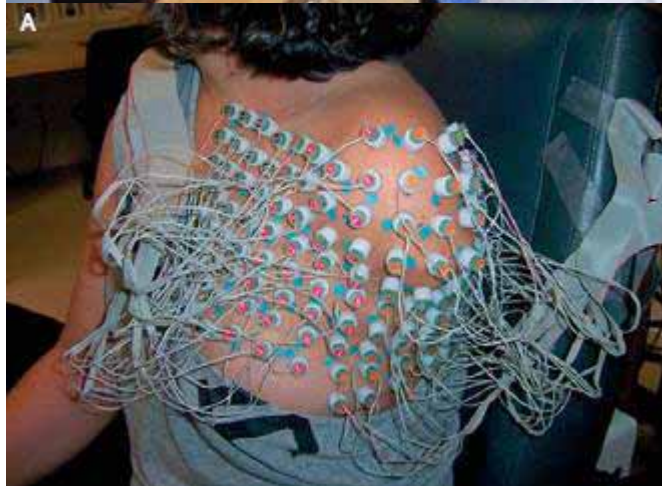
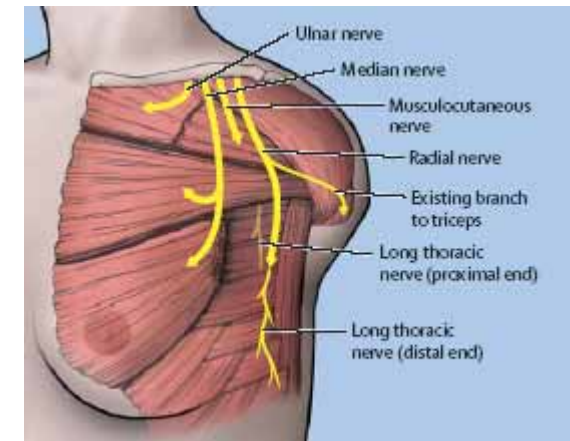


Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu

Targeted reinnervation

Todd A Kuiken, et al.,

Lancet, Vol 369 February 3, 2007





Beogradska transfemoralna proteza, 1980



C-leg, Otto Bock, Nemačka, 1995



BIONIČKI ČOVEK (?)



Da li je
moguće, a da li
je i potrebno
“stvoriti”
Bioničkog
čoveka ?????