



»Financira Evropska unija. Za izražena stališča in mnenja odgovarja samo avtor (ali avtorji) in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Evropske izvajalske agencije za raziskave. Niti Evropska unija niti Evropska izvajalska agencija za raziskave ne moreta biti odgovorna zanje.«

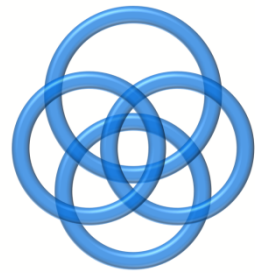
Vmesniki možgani-stroj: most med naravno in umetno inteligenco

Aleš Holobar, UM FERi

PRAVNO OBVESTILO:

Na vseh dogodkih projekta 000Znanost! poteka snemanje in fotografiranje za namen promocije in poročanja o dogodkih. Če vstopite na lokacijo (spletnega) dogodka, boste lahko posneti in fotografirani. Z vstopom na to lokacijo, dajete dovoljenje organizatorjem in Evropski komisiji, da vas lahko snemajo, fotografirajo, zvočno snemajo in uporabijo vaše posnetke po lastni presoji. Obiskovalci zato ne boste uveljavljali nobene odgovornosti proti organizatorjem in Evropski komisiji v zvezi z zgoraj navedenim.

V kolikor se z zgoraj navedenim ne strinjate, vljudno prosimo, da s tem seznanite organizatorje na: ern@um.si. E-sporočilu obvezno priložite visokokakovostni sken fotografije z osebnega dokumenta, da vas lahko organizator izloči iz vseh posnetkov in fotografij skupaj z navedbo, na kateri lokaciji in katerega dne bi lahko bili posneti s strani organizatorjev. Pooblaščen oseba za varstvo podatkov Univerze v Mariboru je izr. prof. dr. Miha Dvojmoč (dpo@um.si).



Vmesniki možgani-stroj: most med naravno in umetno inteligenco

Aleš Holobar

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Univerze v Mariboru (UM FERi)



Financira
Evropska unija



UK Research
and Innovation



University of Maribor



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Imperial College
London

Jaz in stroj

2024 – 2025
Znanost!
EVROPSKA NOČ RAZISKOVALCEV

 HYBRID
NEURO

Učil sem se iz slikanic,
stripov, knjig, interakcije
in komunikacije z
ljudmi...



Učil sem se iz
digitalnih zapisov, knjig,
interakcije in
komunikacije z ljudmi...



Jaz in stroj

2024 – 2025
Znanost!
EVROPSKA NOČ RAZISKOVALCEV

**HYBRID
NEURO**

Učil sem se tudi s
pomočjo čutil...



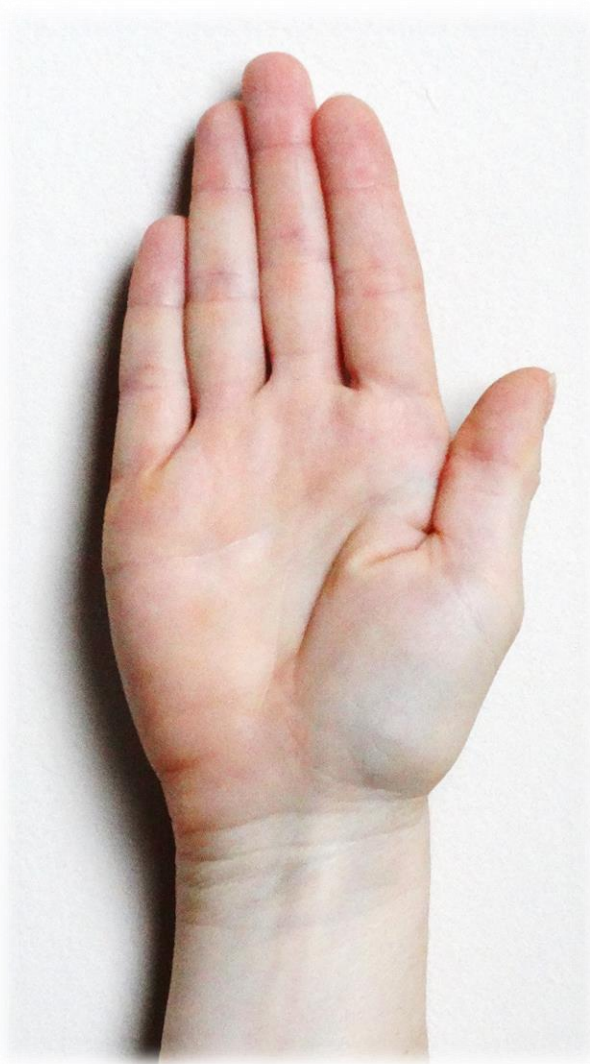
Lastnih čutil pa
(še) nimam...



Človek je digitalen

2024 – 2025
Znanost!
EVROPSKA NOČ RAZISKOVALCEV

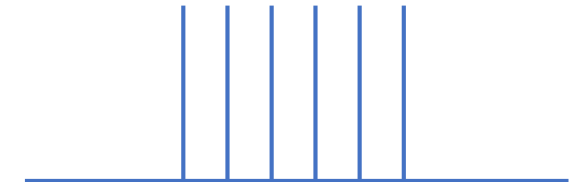
HYBRID
NEURO



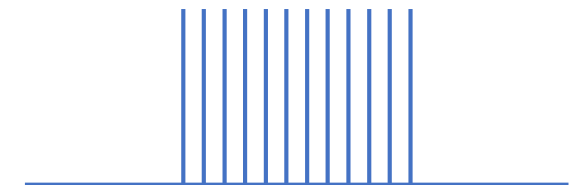
šibek
dražljaj



srednji
dražljaj



močan
dražljaj



"Coding and use of tactile signals from the fingertips in object manipulation tasks"
(PDF). *Nature Reviews. Neuroscience*. **10** (5): 345–59. [doi:10.1038/nrn2621](https://doi.org/10.1038/nrn2621).



Financira
Evropska unija

GA No. 101079392



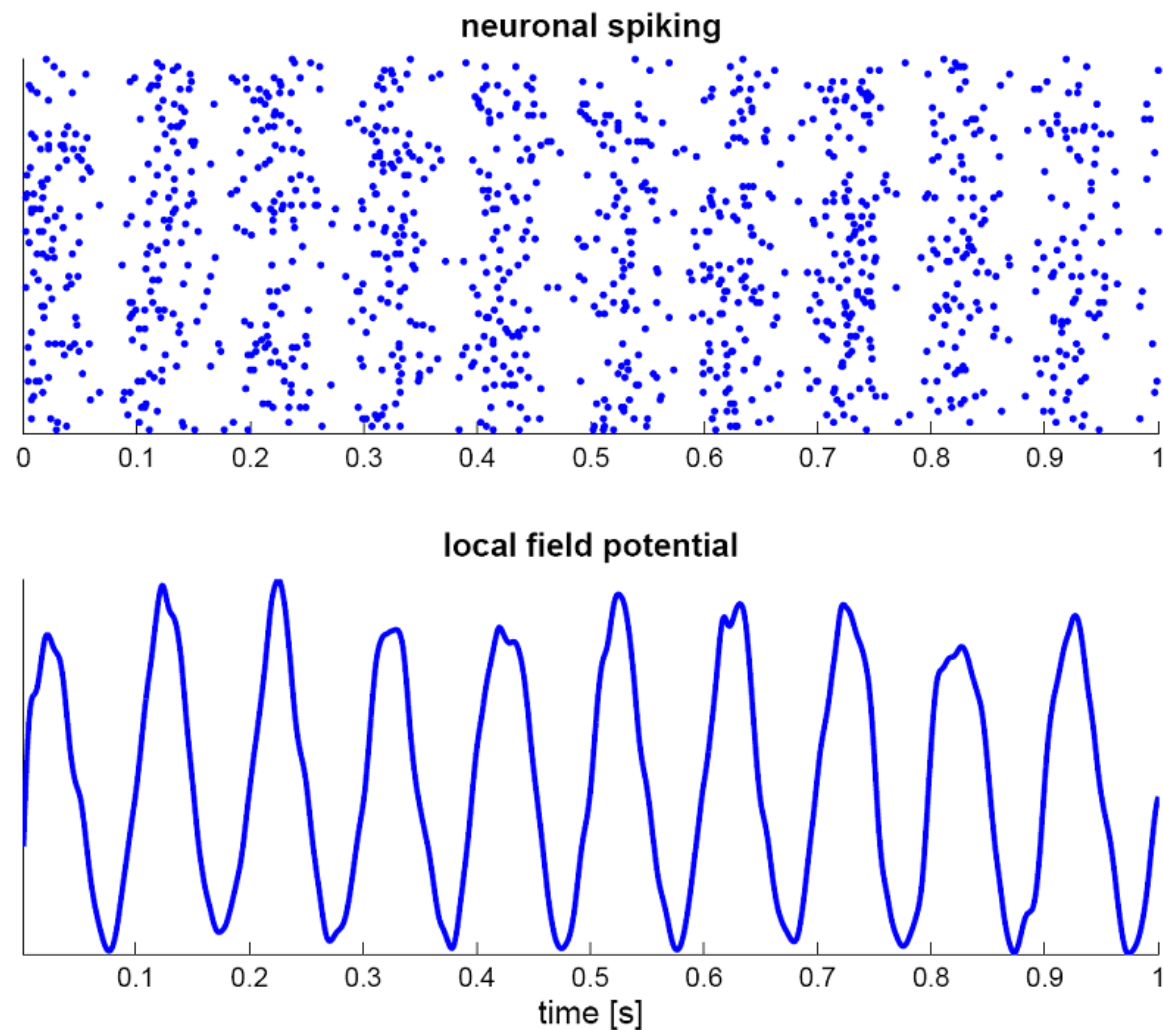
UK Research
and Innovation

GA No. 10052152

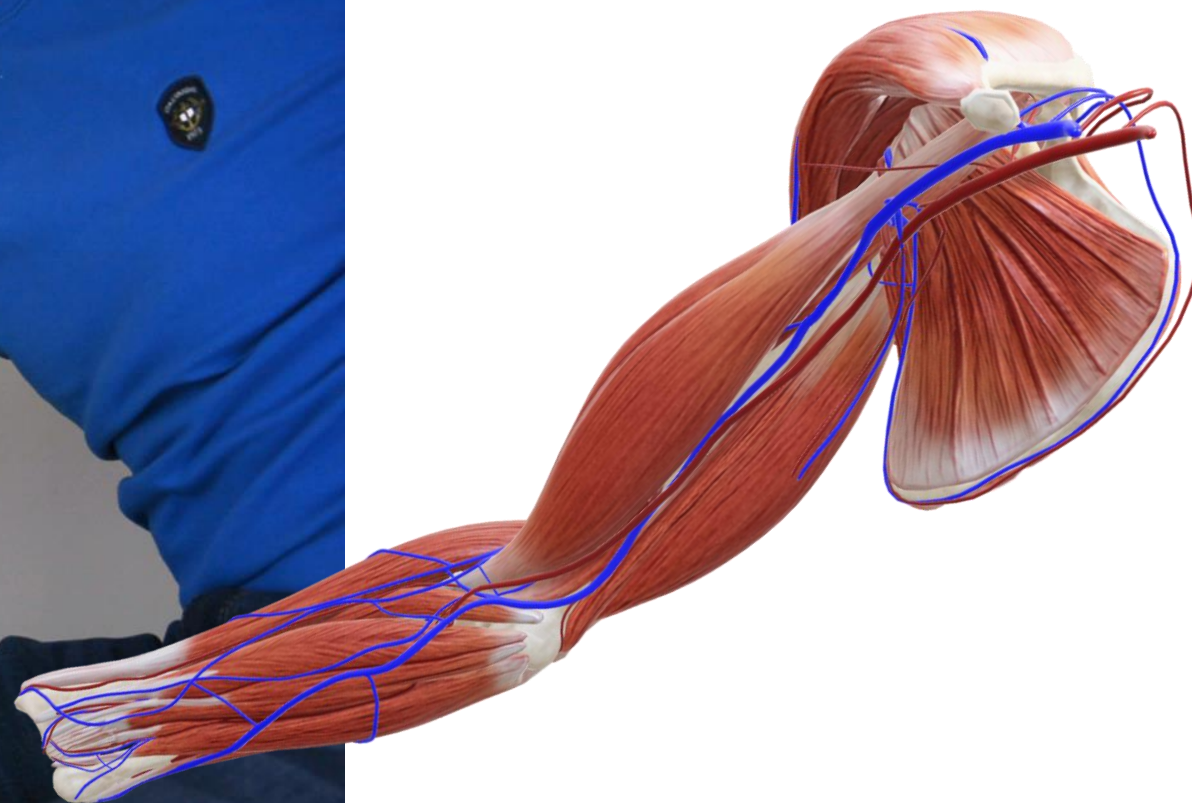
Elektroencefalografija

2024 – 2025
Znanost!
EVROPSKA NOČ RAZISKOVALCEV

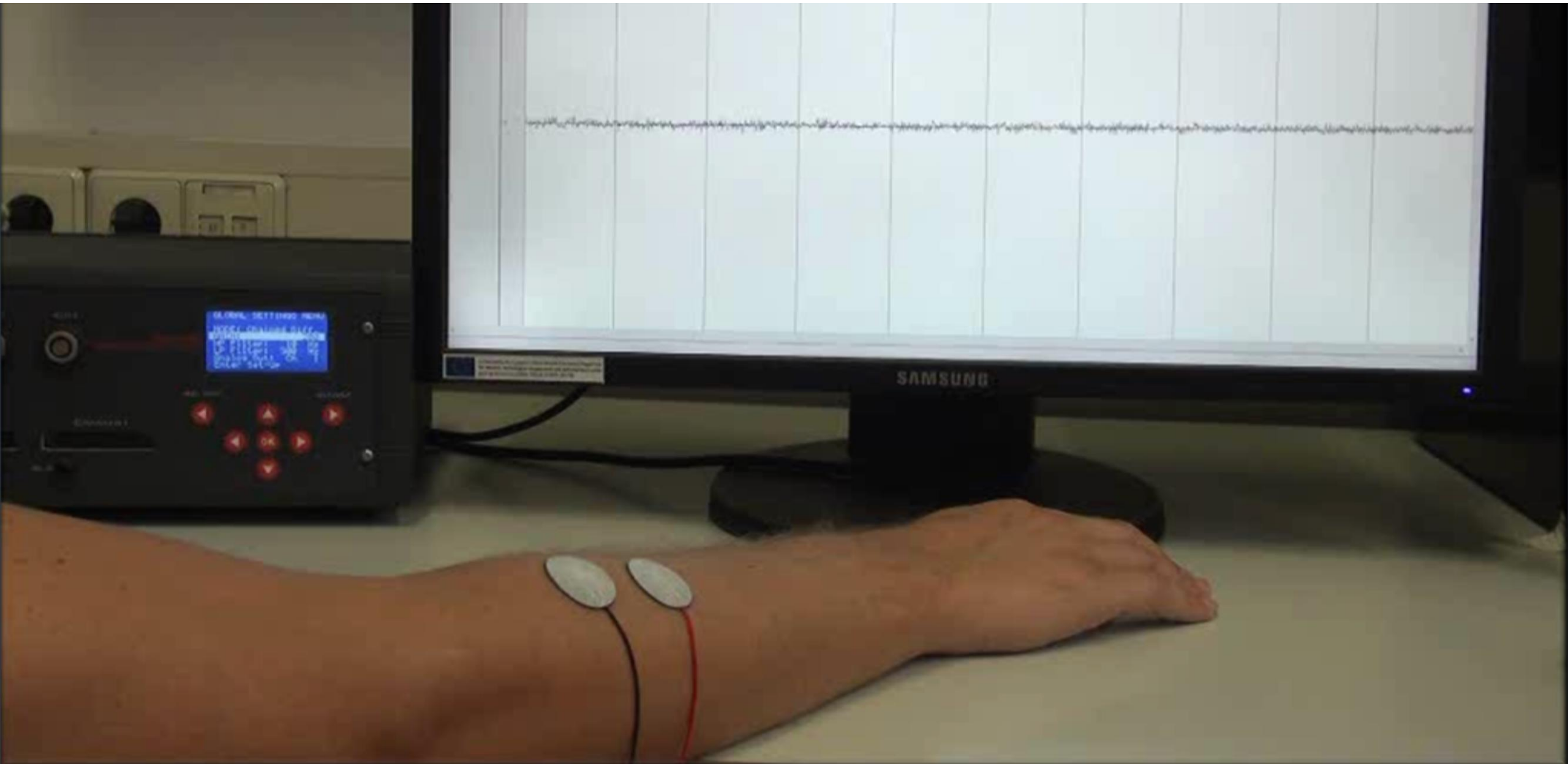
HYBRID
NEURO



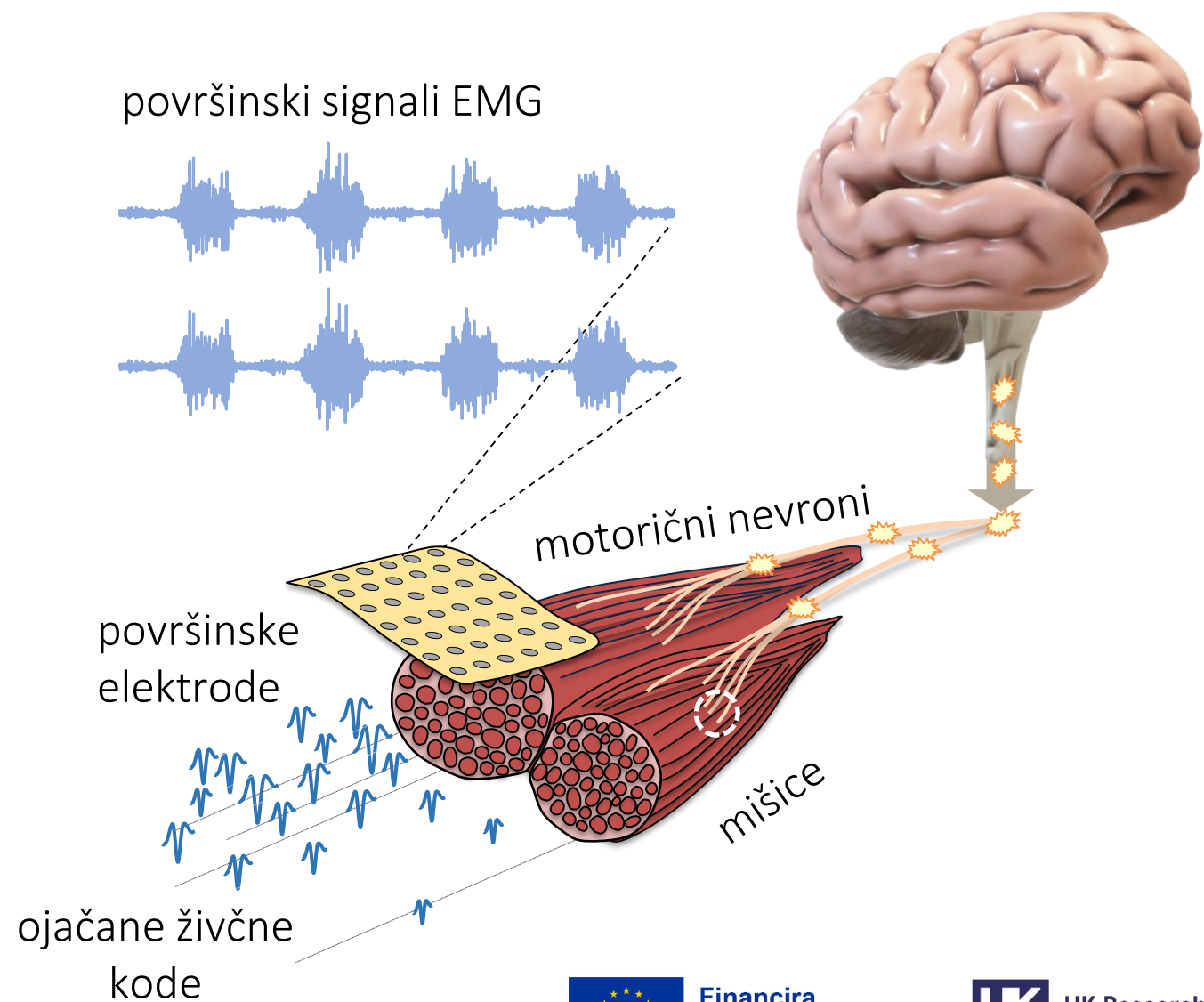
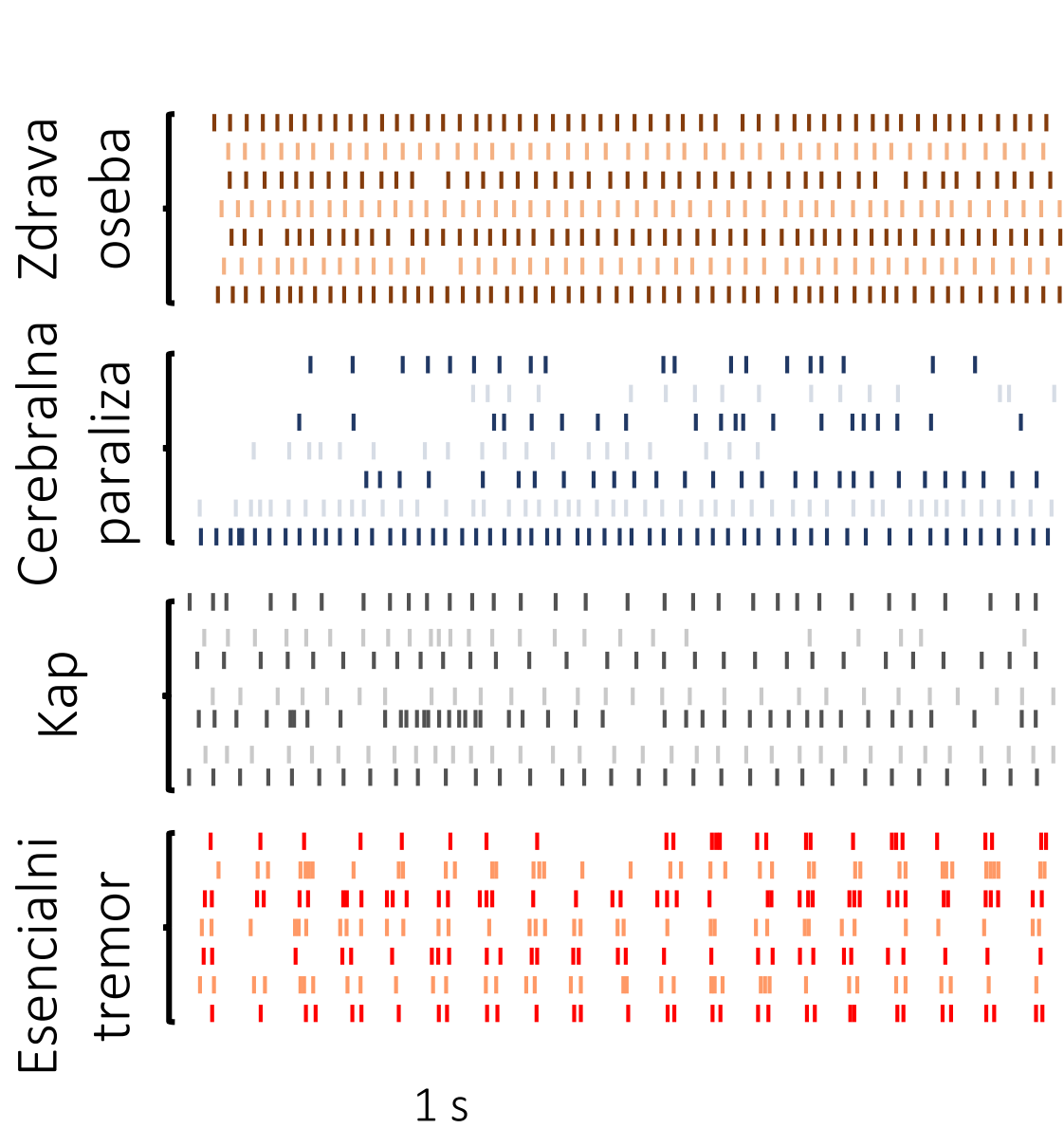
Ljudje mišice upravljamo z električnimi kodi



Električno aktivnost mišic merimo na površini kože



Dekodiranje živčnih kod: algoritmi razviti na UM FERI



Financira
Evropska unija

GA No. 101079392



UK Research
and Innovation

GA No. 10052152

Meritve aktivnosti mišic in živčnih kod

1950

2000

2030

1

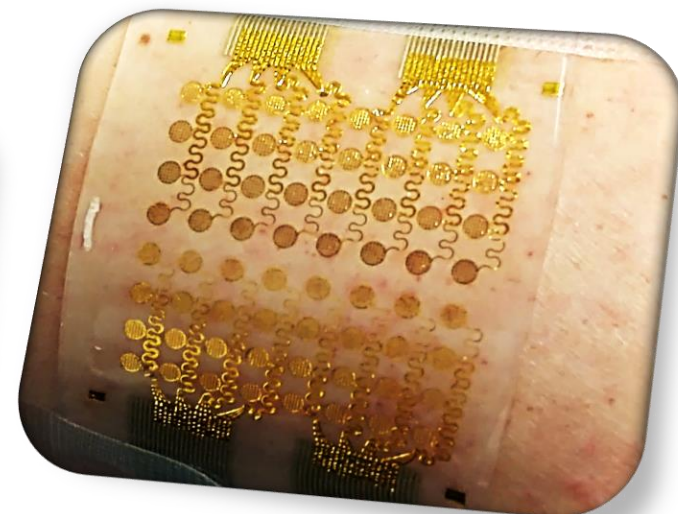
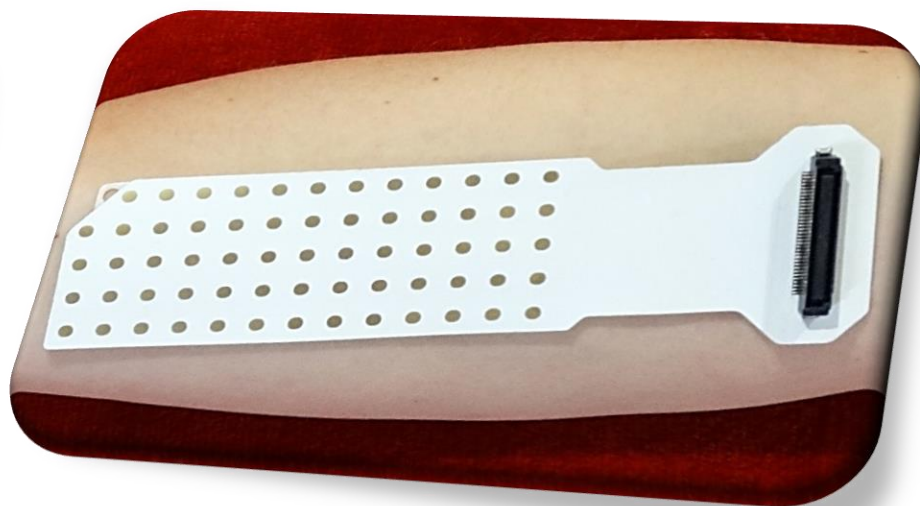
Invazivne igelne
preiskave

2

Neinvazivne površinske
elektrode

3

Pametna oblačila in epidermalna
elektronika



Financira
Evropska unija

GA No. 101079392



UK Research
and Innovation

GA No. 10052152

Mišice in zvok

Zdrava
mišica



Esencialni
tremor



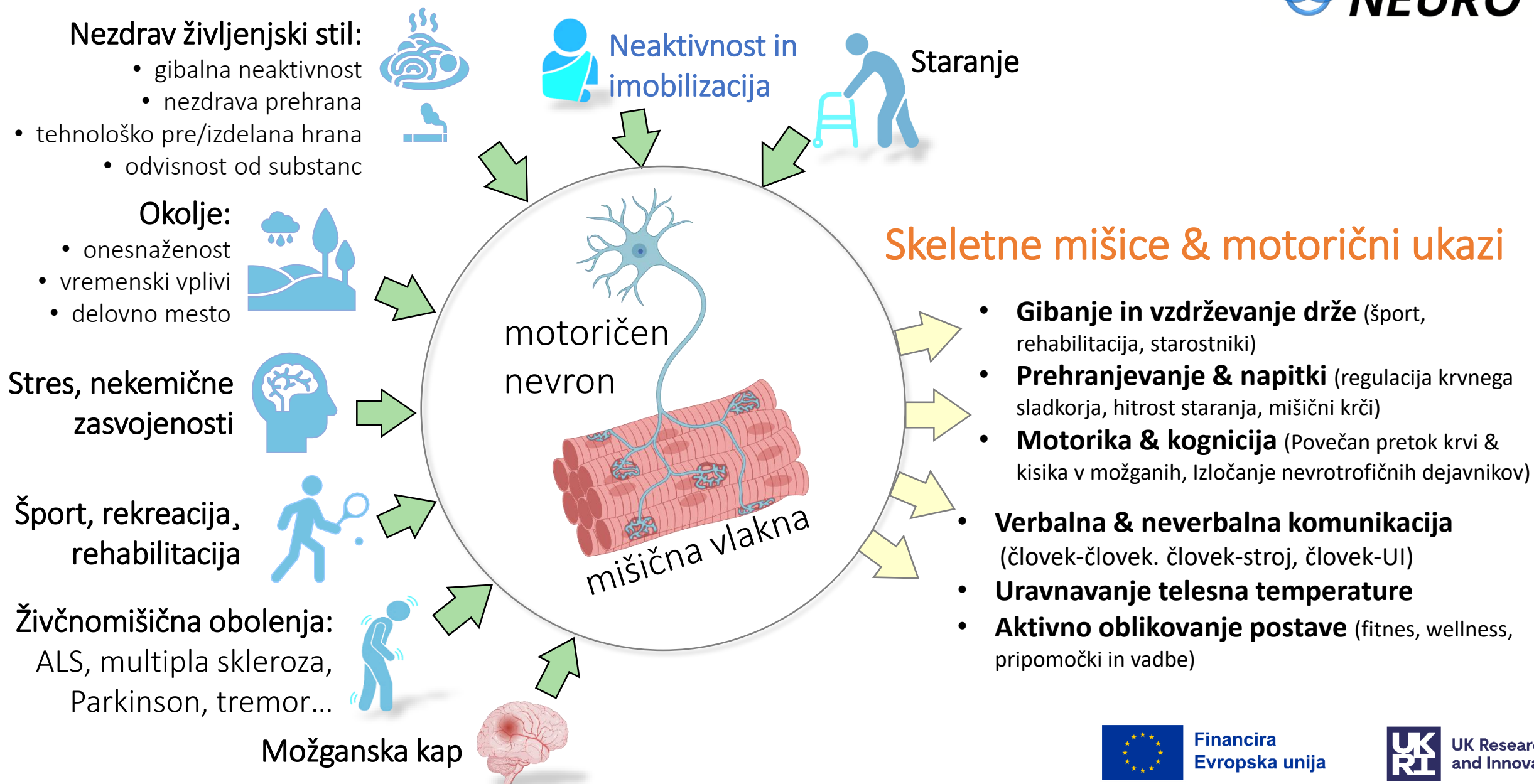
Možganska
kap



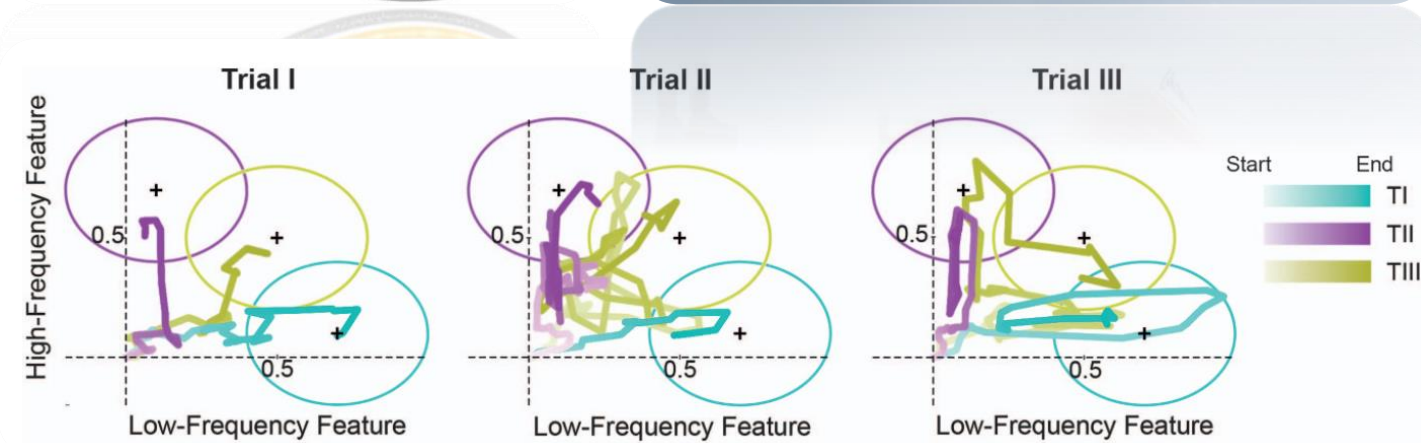
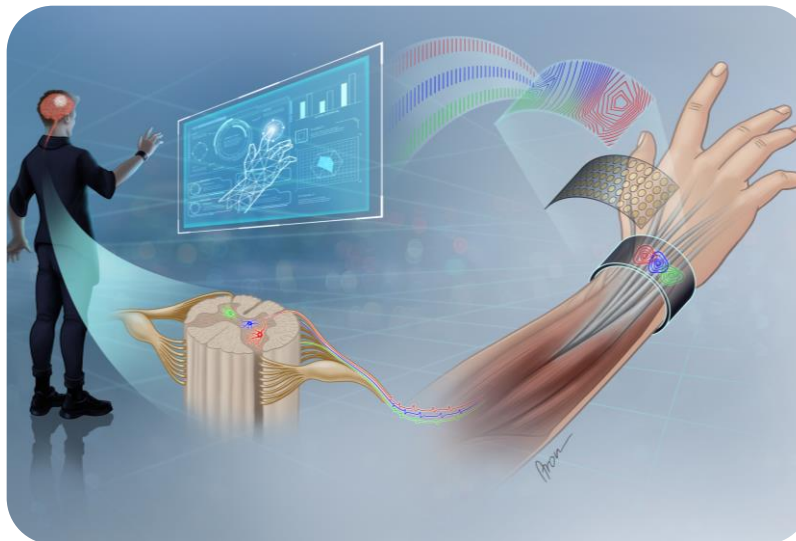
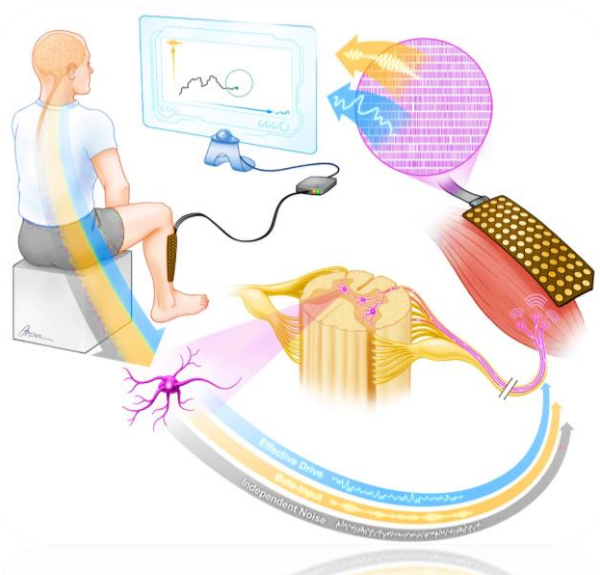
Cerebralna
paraliza



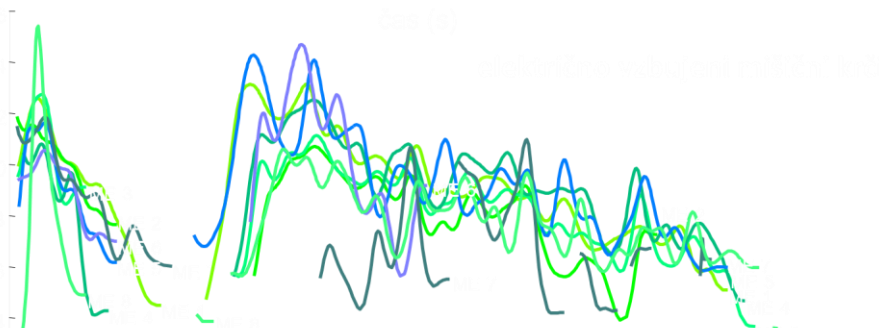
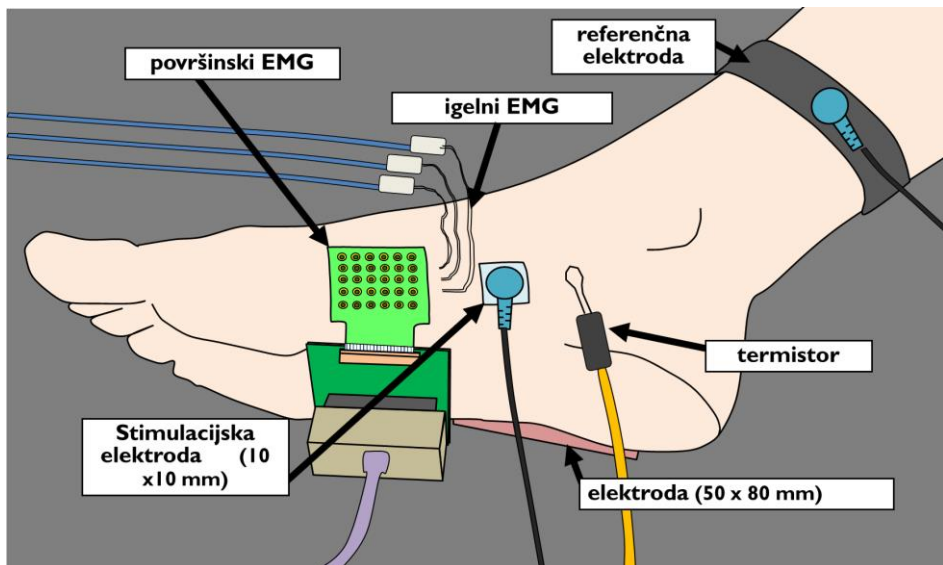
Skeletne mišice: neizkoriščen vir informacij



Obogatitev človeških gibov: tretja roka



Raziskave mišičnih krčev: krči izvirajo iz živcev



Minetto MA, Holobar A, Botter A, Farina D: **Origin and development of muscle cramps**, *Exerc. Sport. Sci. Rev.* 2013; 41(1):3-10.

FLEXPharma

NOVEL TREATMENTS FOR NEUROMUSCULAR DISORDERS

SEEING IS BELIEVING



- Dr. Bruce Bean, Harvard Medical School
- Dr. Roderick MacKinnon, Rockefeller, HHMI, Nobelov nagrajenec za kemijo 2003

Patološki tremor je med najbolj pogostimi gibalnimi motnjami in v porastu v starajoči družbi

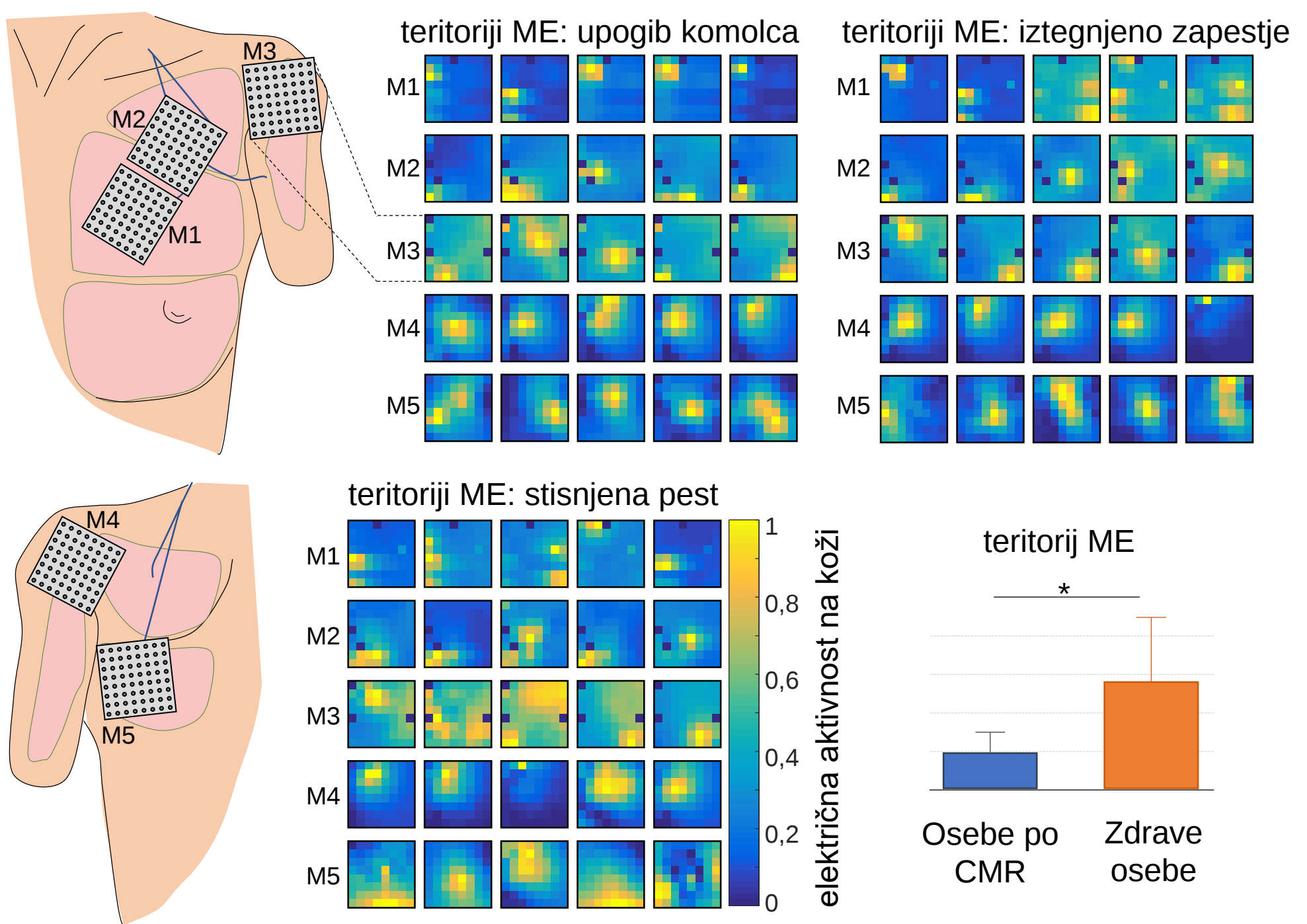
Razvili smo metode za realnočasovno sledenje tremorju v mišicah in korteksu.

Z njihovo pomočjo lahko blažimo simptome tremorja.

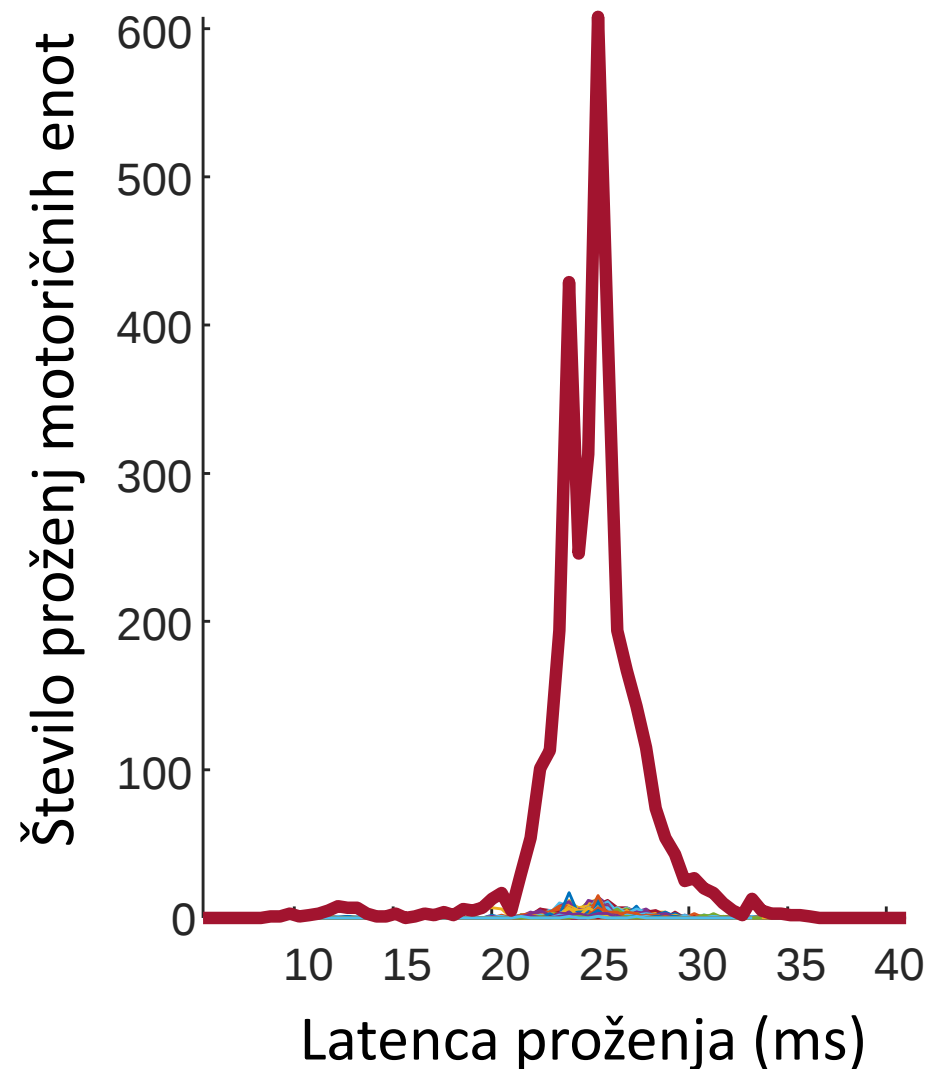
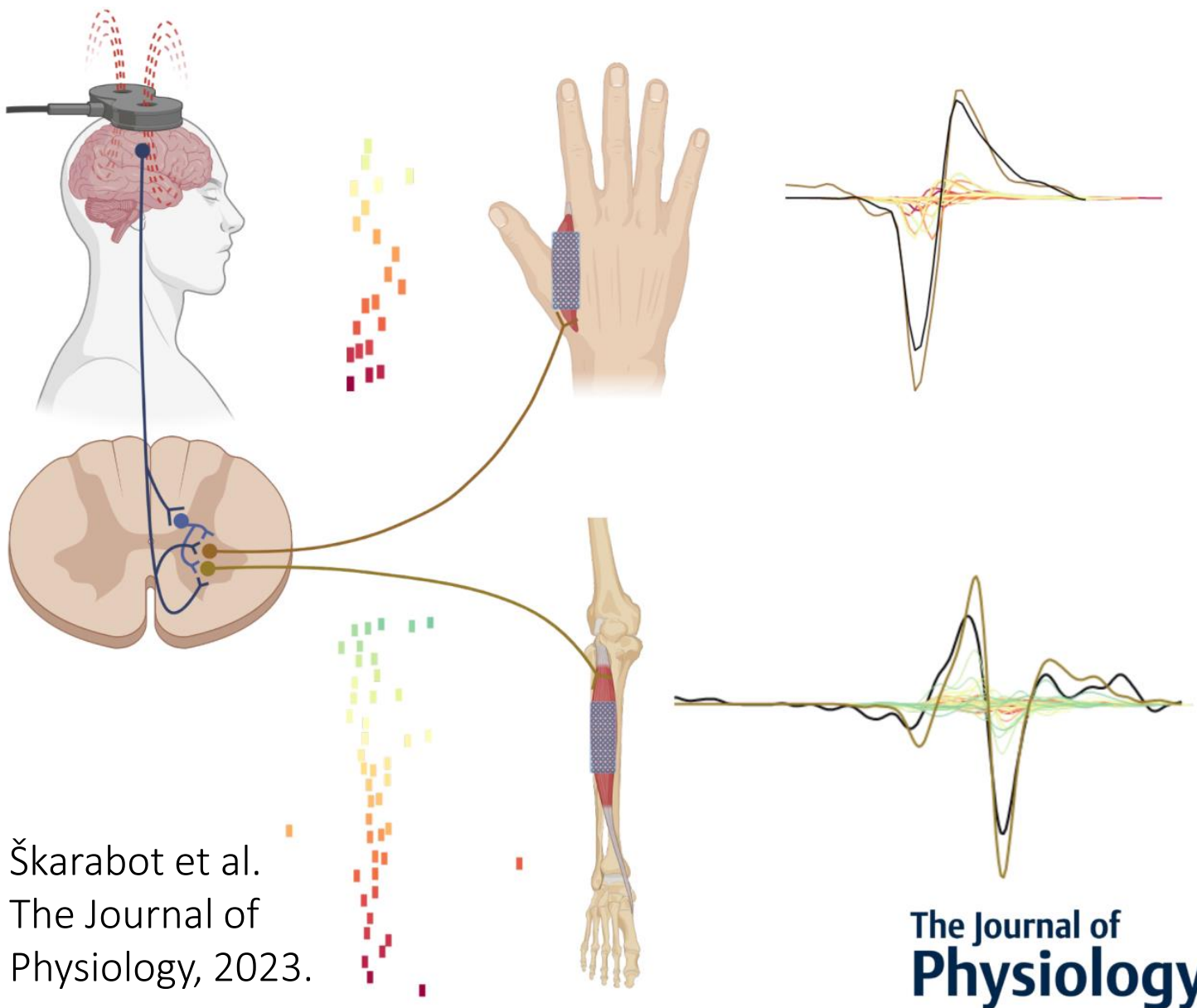


Ciljana mišična reinnervacija

Kapelner, Tamás, et al. "Motor unit characteristics after targeted muscle reinnervation." *PLoS One* 11.2 (2016): e0149772.

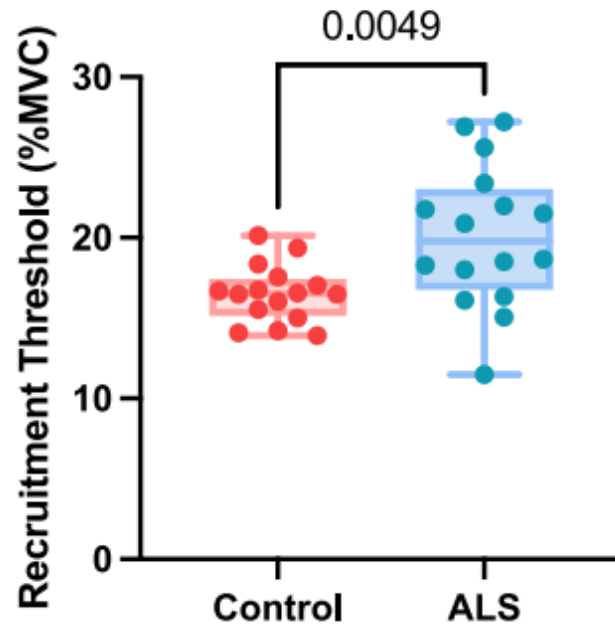


Vzbujene mišične kontrakcije: TMS

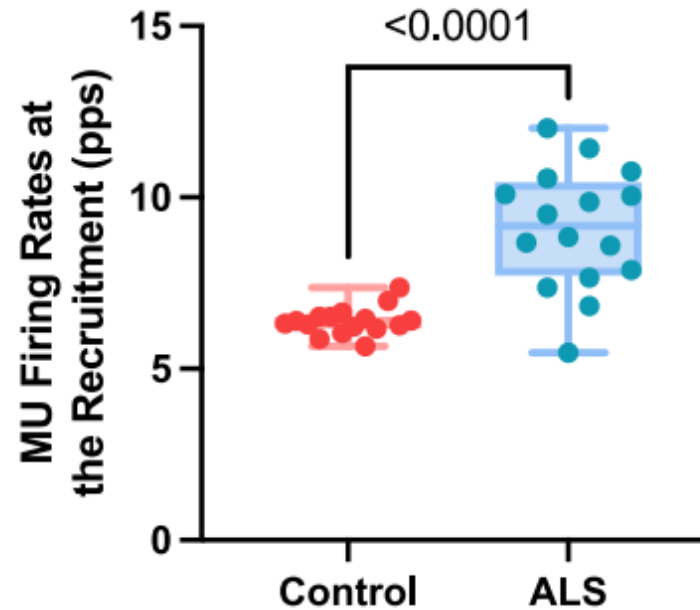


Amiotrofična Lateralna Skleroza (ALS)

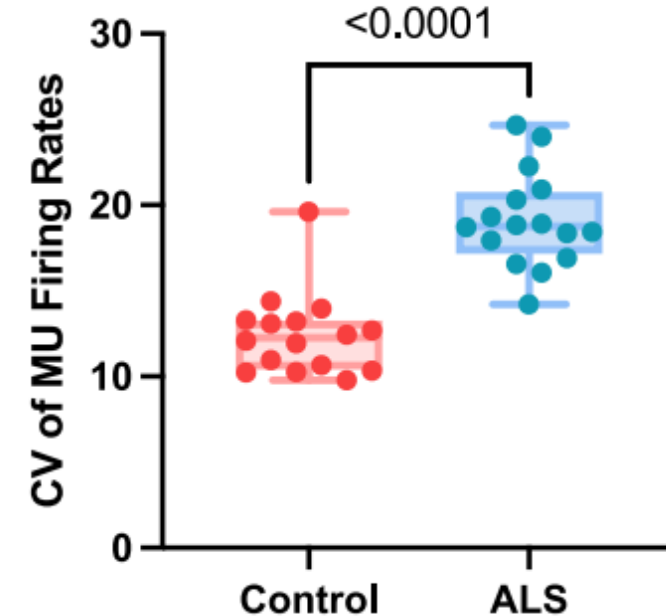
A



B

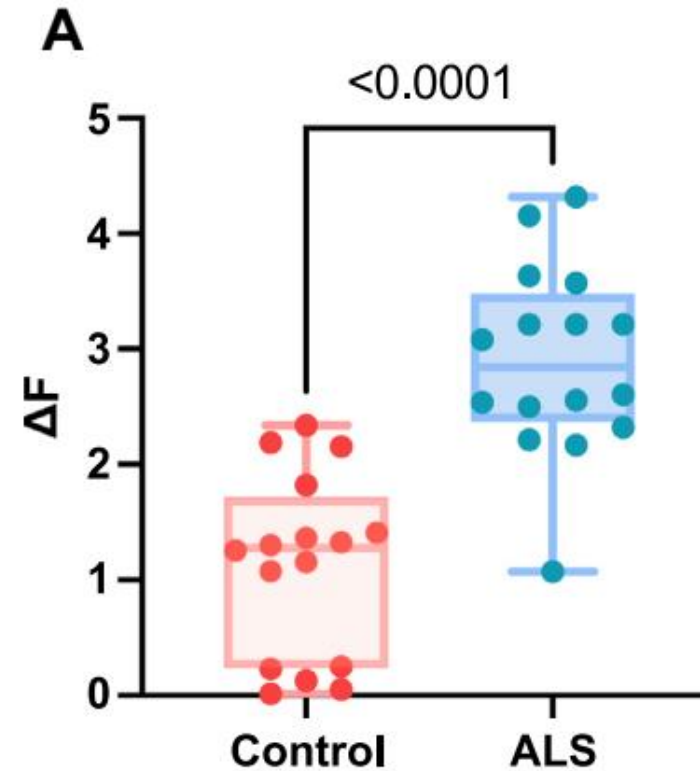
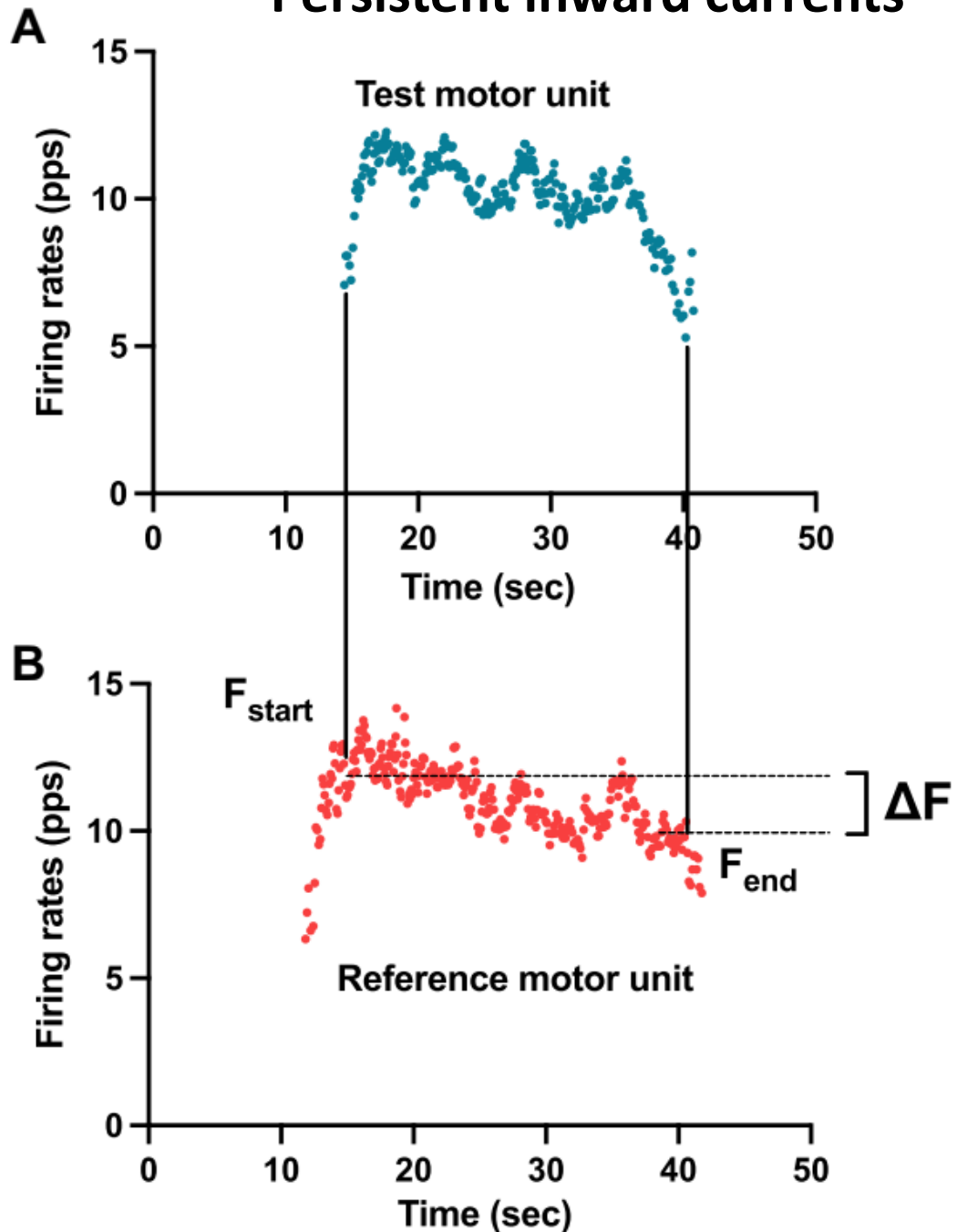


C



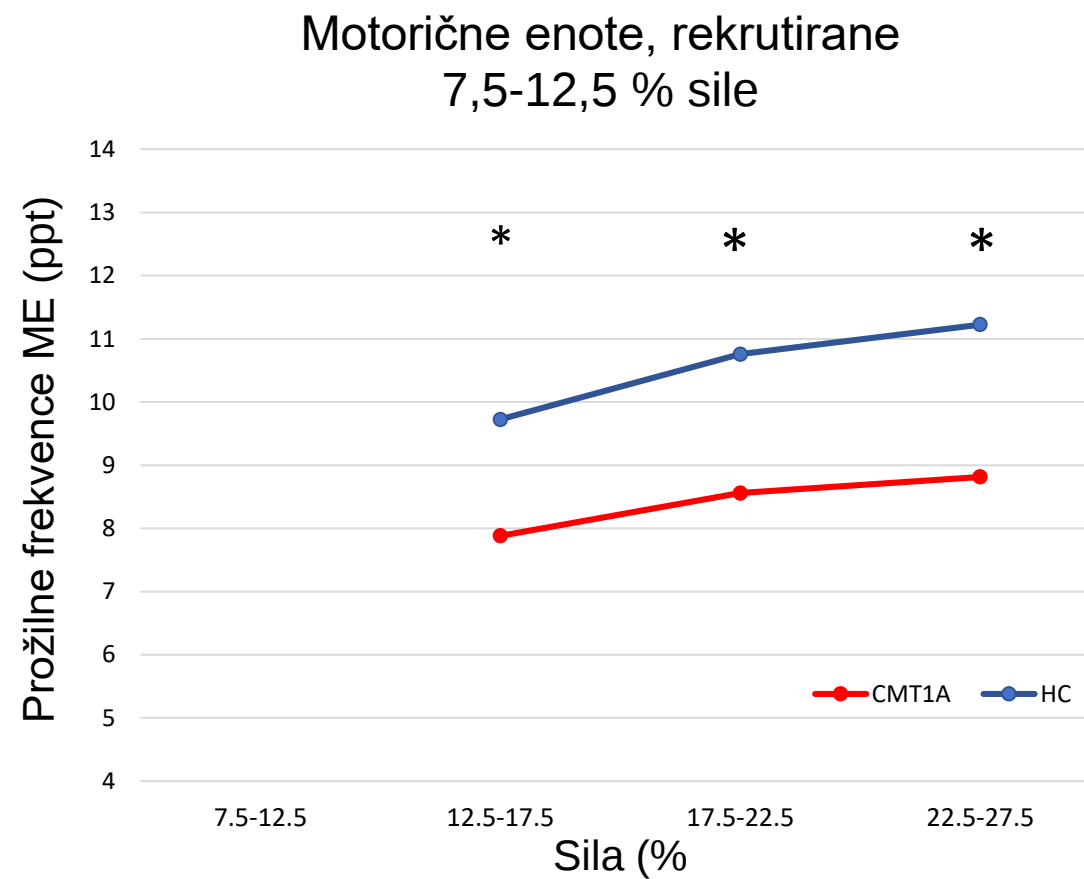
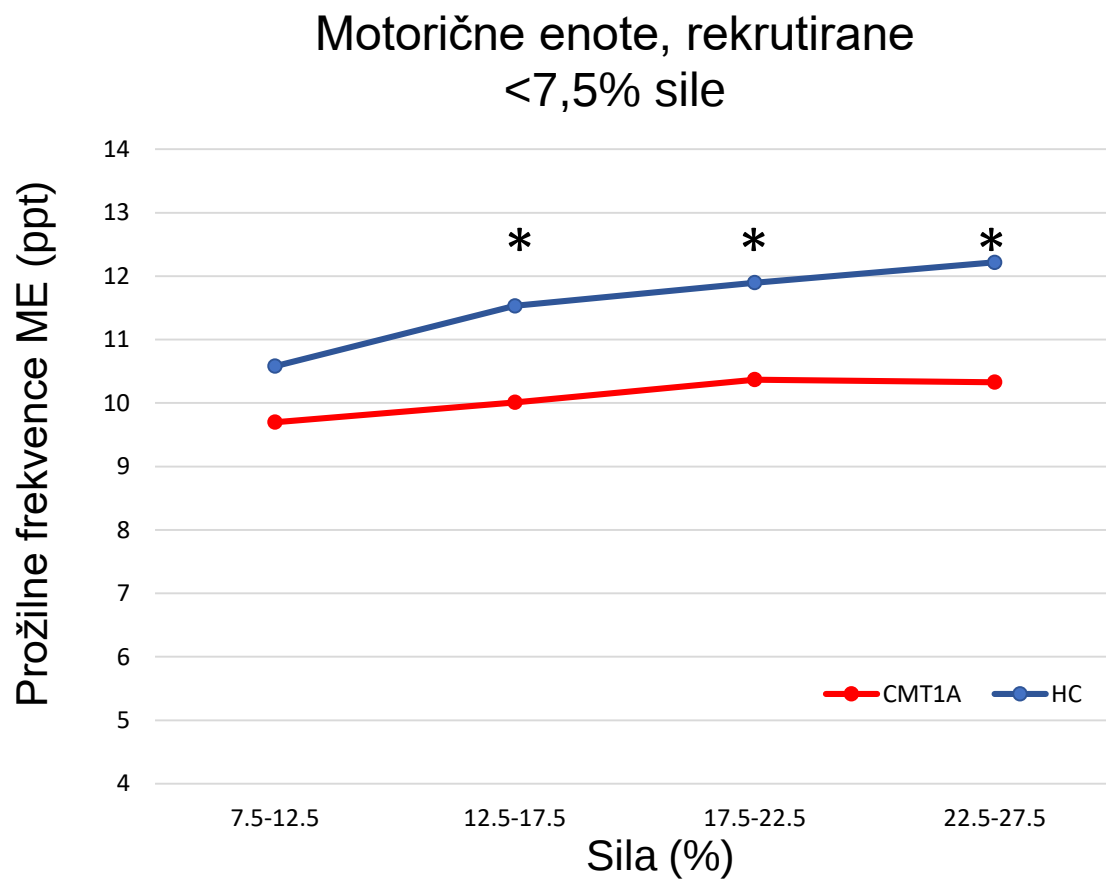
Nishikawa et al. Detecting motor unit abnormalities in amyotrophic lateral sclerosis using high-density surface EMG. Clinical Neurophysiology, 2022

Persistent inward currents



Nishikawa et al. Detecting motor unit abnormalities in amyotrophic lateral sclerosis using high-density surface EMG. Clinical Neurophysiology, 2022

Dedna motorično-senzorična nevropatija tip 1A (Charcot-Marie-Tooth)

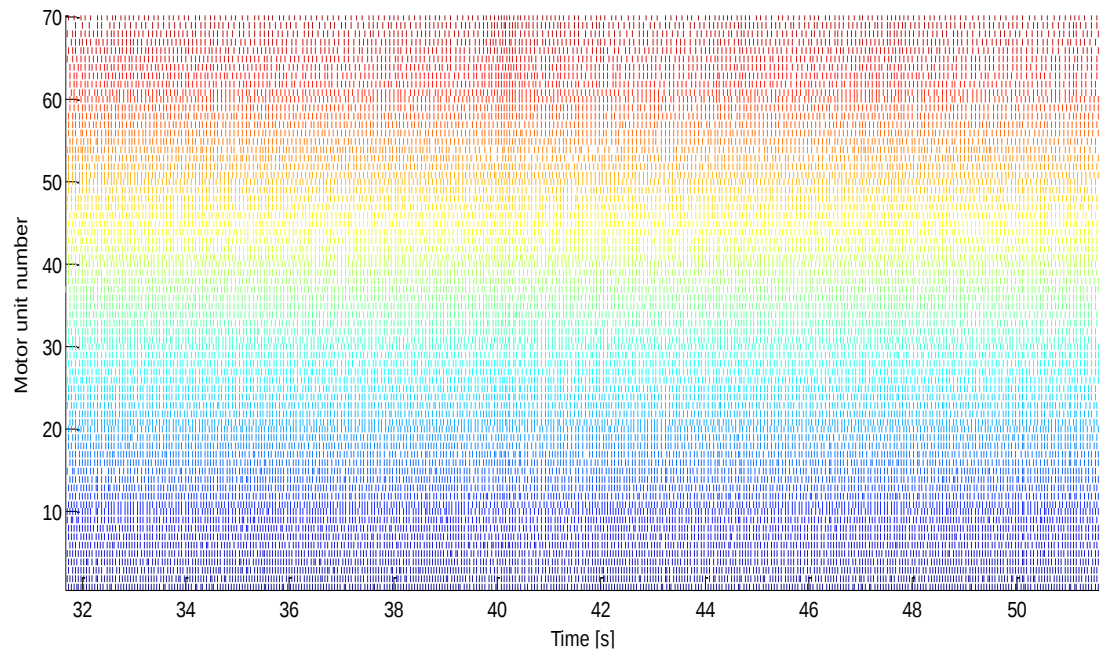


Noto et al. High-density surface electromyography to assess motor unit firing rate in Charcot-Marie-Tooth disease type 1A patients. Clinical Neurophysiology, 2021

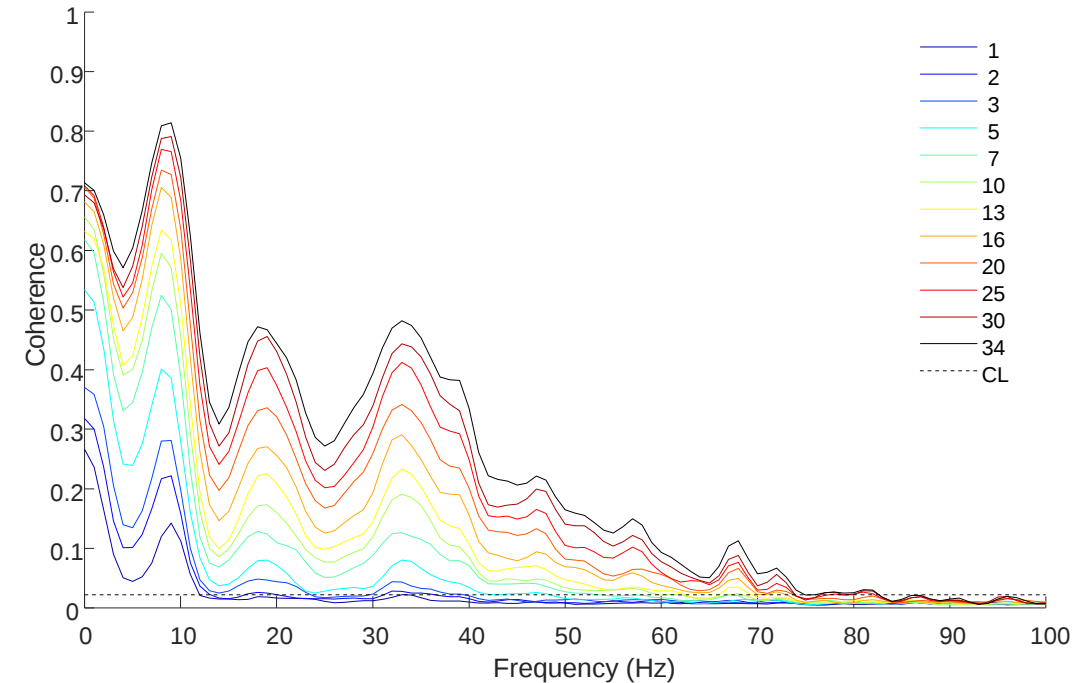
Večkanalni znotrajmišični EMG

Večje število identificiranih motoričnih enot omogoča preučevanje interakcij med motoričnimi živci pri razmeroma visokih frekvencah (frekvenčni pas gama).

A

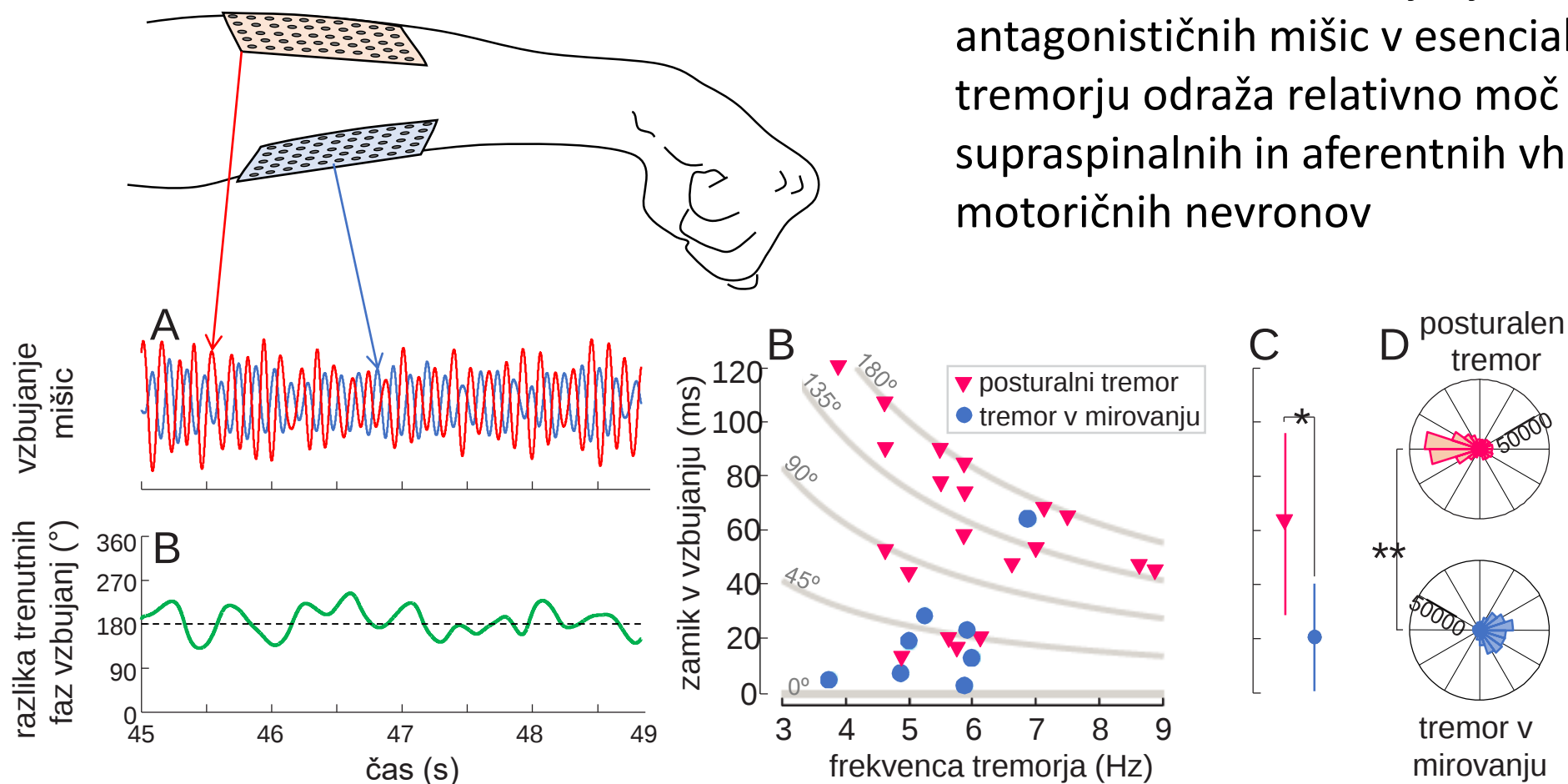


B



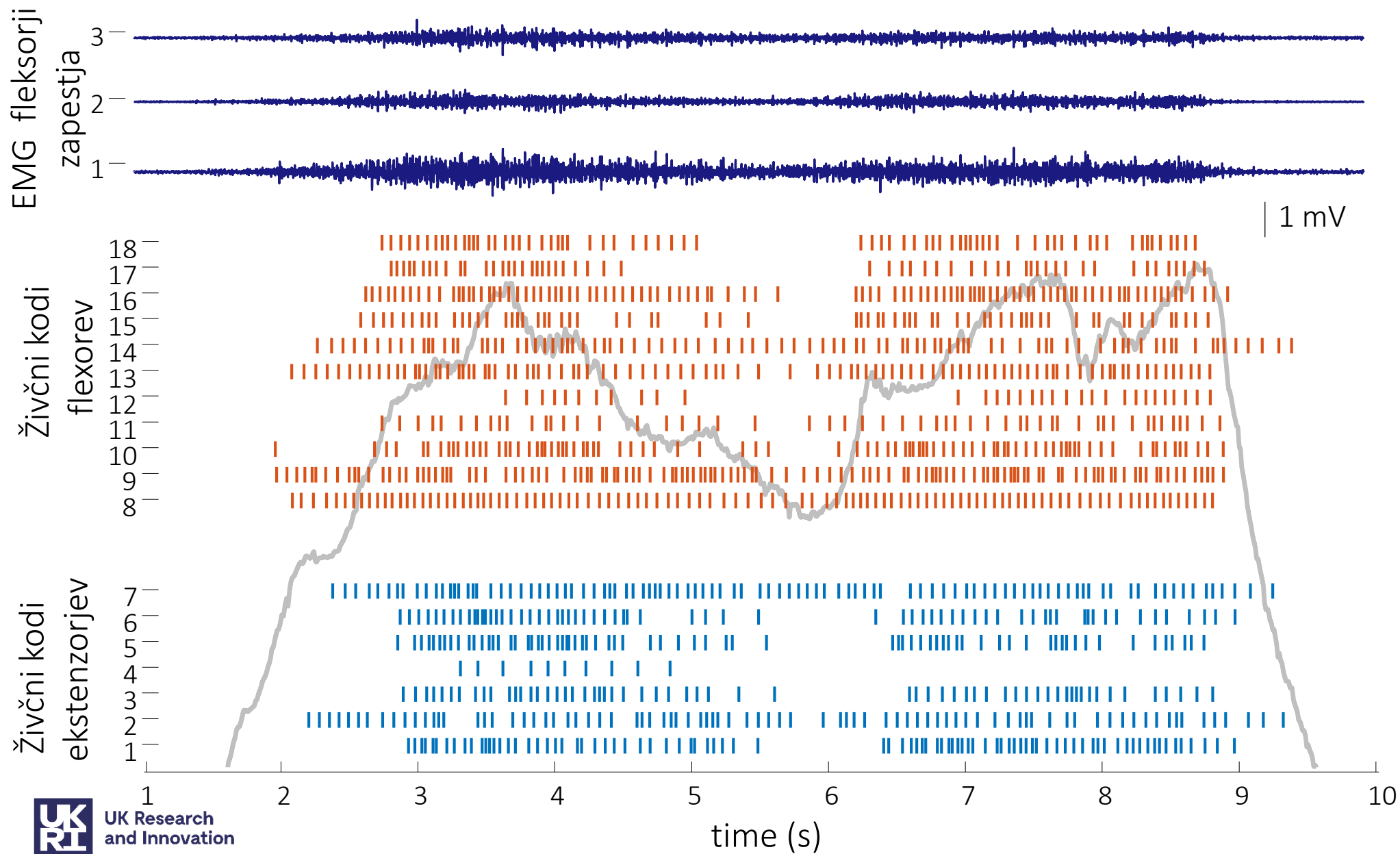
Tremor: supraspinalno vzbujanje ali ne?

- Fazna razlika med vzbujanji antagonističnih mišic v esencialnem tremorju odraža relativno moč supraspinalnih in aferentnih vhodov motoričnih nevronov



J.A. Gallego et al.: The Phase Difference Between Neural Drives to Antagonist Muscles in Essential Tremor Is Associated with the Relative Strength of Supraspinal and Afferent Input, *J. Neuroscience*, 2015, 35: 8925–37

Patološka koaktivacija mišic po možganski kapi:



Izmerimo lahko fiziološko staranje



Nezdrav življenjski stil:

- gibalna neaktivnost
- nezdrava prehrana
- tehnološko pre/izdelana hrana
- odvisnost od substanc



Stres, nekemične zasvojenosti



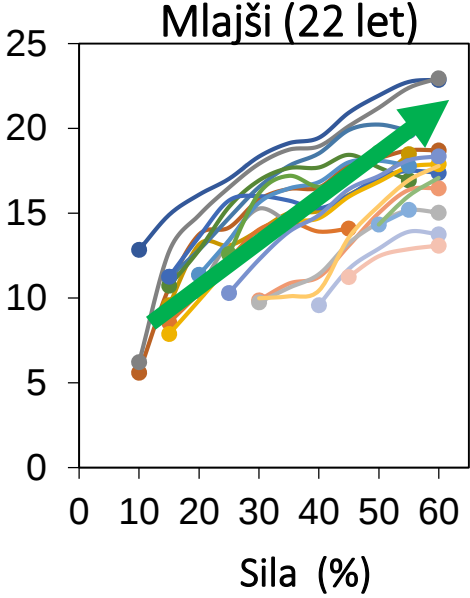
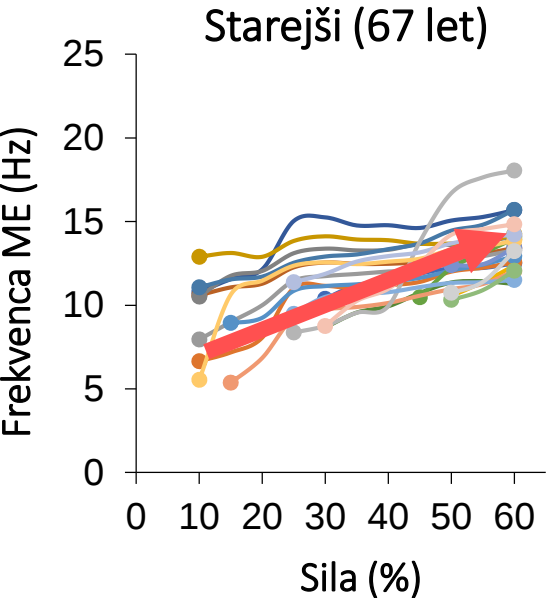
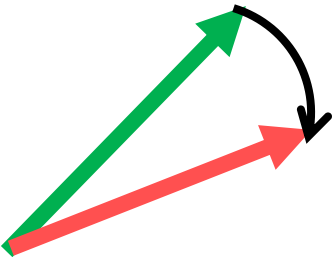
Šport, rekreacija, rehabilitacija



Okolje:

- onesnaženost
- vremenski vplivi
- delovno mesto

Hitrost staranja



TOP SIRLOIN
(3 oz serving)



CHICKEN BREAST
(3 oz serving)



PORK TENDERLOIN
(3 oz serving)



RAW UNSALTED ALMONDS
(1/4 cup)



PLANT-BASED BURGER PATTY
(1 patty)

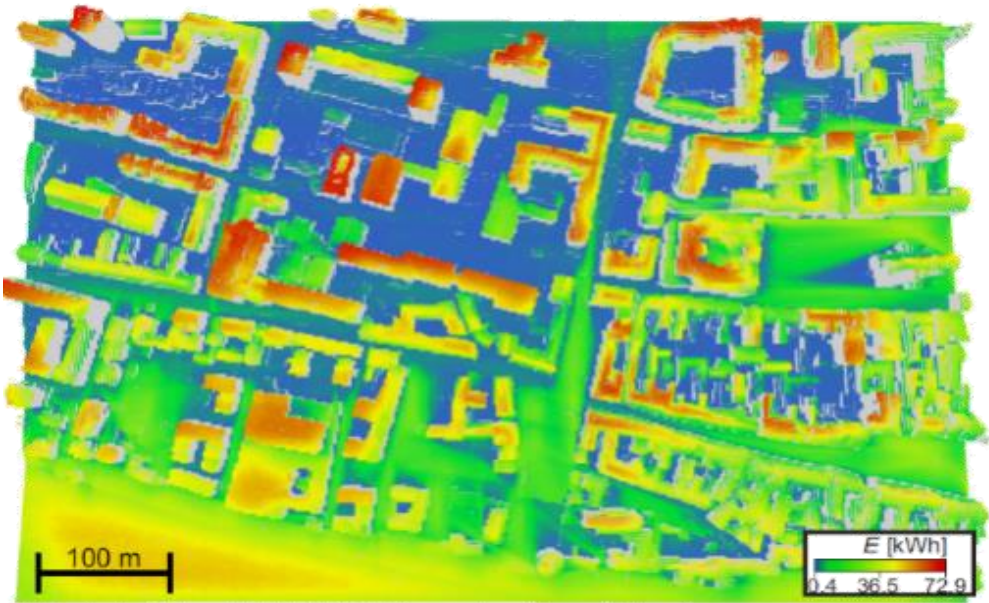


WILD ALASKA POLLOCK FILET
(3 oz serving)

Based on one standard serving per protein type.

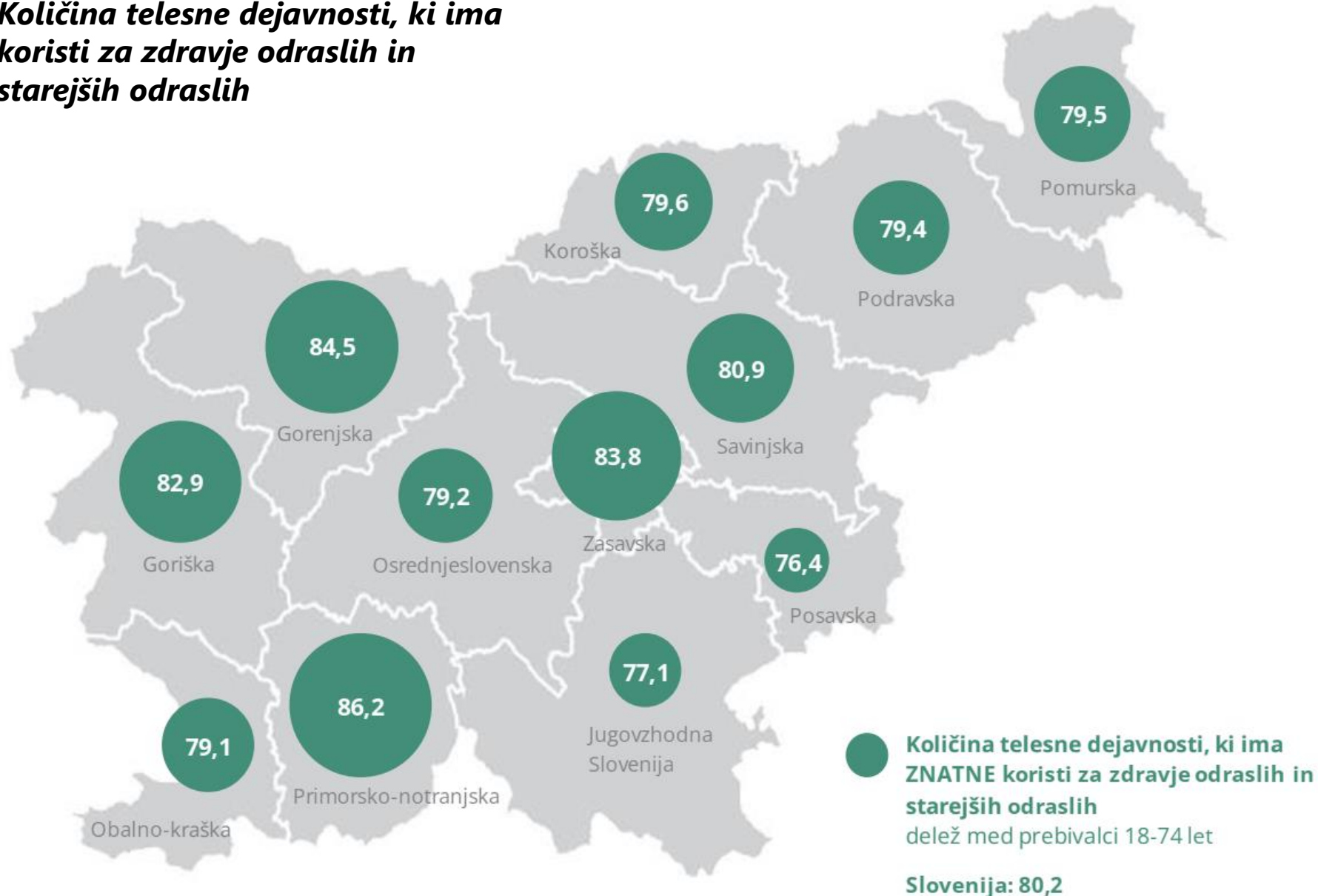
	TOP SIRLOIN (3 oz serving)	CHICKEN BREAST (3 oz serving)	PORK TENDERLOIN (3 oz serving)	RAW UNSALTED ALMONDS (1/4 cup)	PLANT-BASED BURGER PATTY (1 patty)	WILD ALASKA POLLOCK FILET (3 oz serving)
Calories	150 kcal	90 kcal	125 kcal	160 kcal	124 kcal	87 kcal
Protein	24 g	17 g	22 g	6 g	11 g	20 g
Total Fat	6 g	2 g	3.5 g	14 g	4 g	1 g
Saturated Fat	3 g	< 0.5 g	1 g	1 g	1 g	0 g
Cholesterol	60 mg	49 mg	62 mg	0 mg	4 mg	74 mg
Sodium	66 mg	218 mg	48 mg	0 g	398 mg	166 mg
Iron	3 mg	< 0.5 mg	1 mg	1 mg	2 mg	0.29 mg

Source: USDA National Nutrient Database for Standard Reference

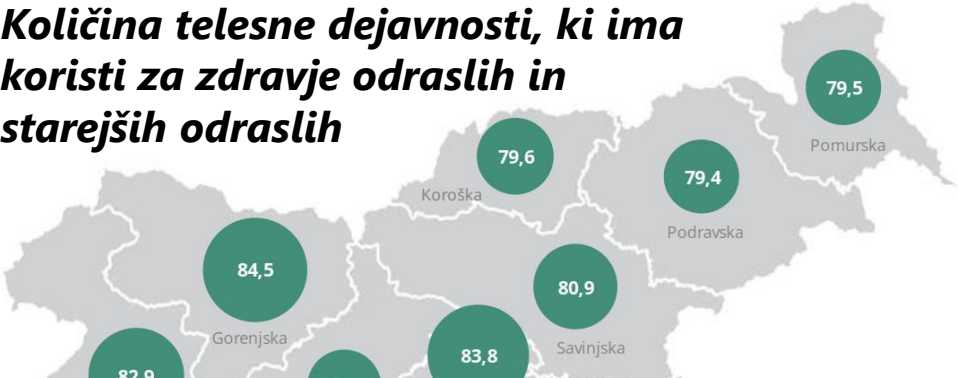


Statistika v Sloveniji

Količina telesne dejavnosti, ki ima koristi za zdravje odraslih in starejših odraslih



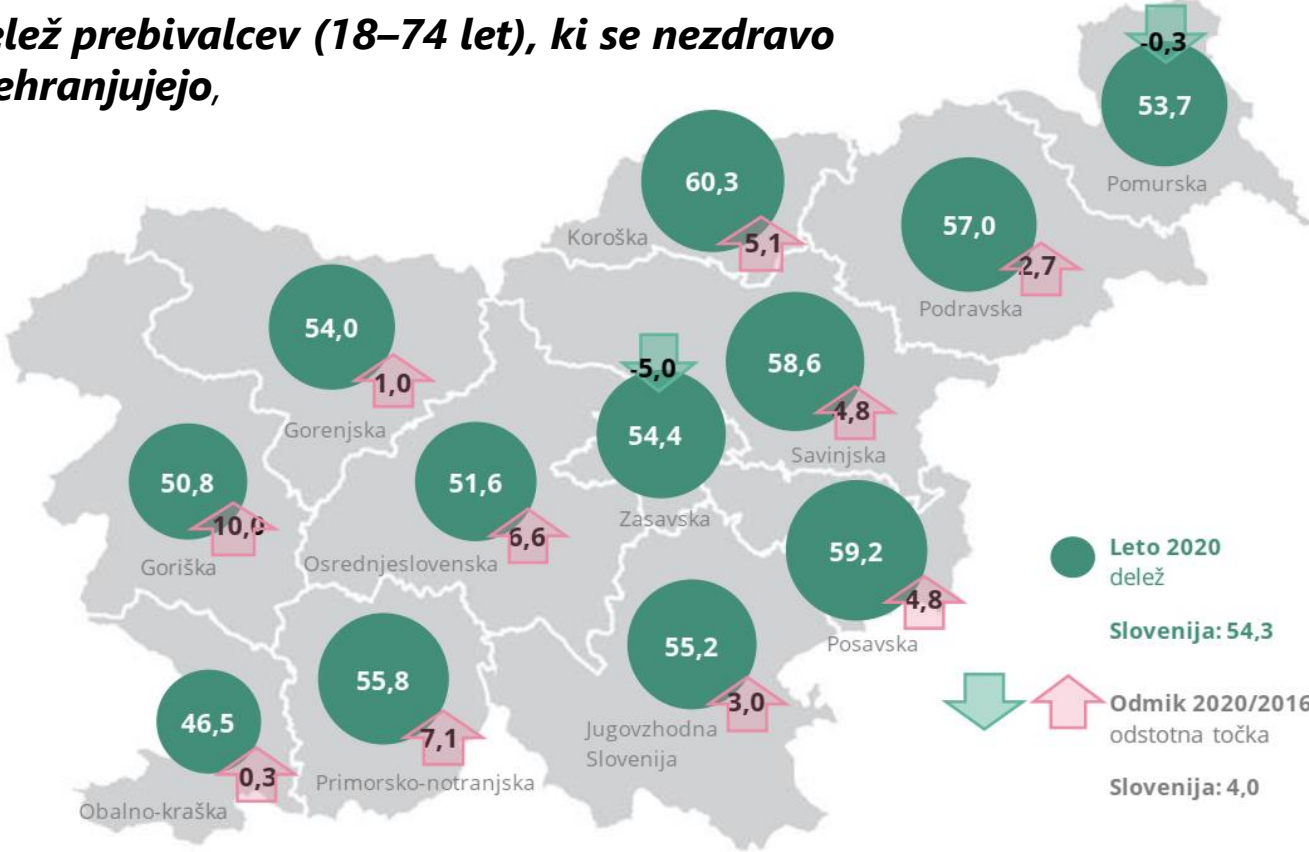
Količina telesne dejavnosti, ki ima koristi za zdravje odraslih in starejših odraslih



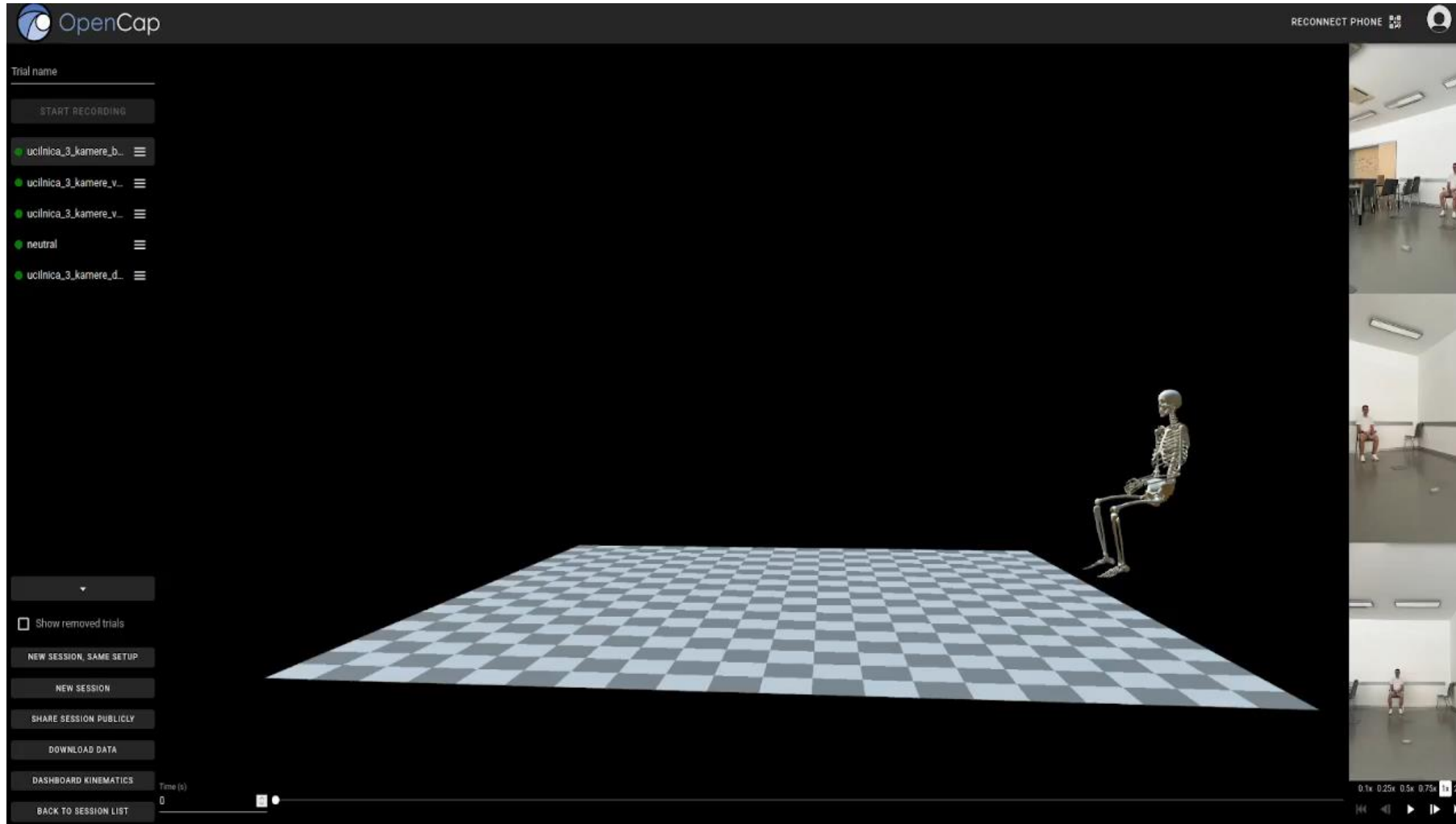
18-74 let
Količina telesne dejavnosti, ki ima koristi za zdravje odraslih in starejših odraslih

	ZNATNE	DODATNE
		aerobno
Pomurska	79,5	55,8
Podravska	79,4	58,2
Koroška	79,6	61,1
Savinjska	80,9	60,2
Zasavska	83,8	61,3
Posavska	76,4	56,8
Jugovzhodna Slovenija	77,1	58,4
Osrednjeslovenska	79,2	58,2
Gorenjska	84,5	65,3
Primorsko-notranjska	86,2	61,5
Goriška	82,9	61,6
Obalno-kraška	79,1	55,5
SLOVENIJA	80,2	59,3

Delež prebivalcev (18–74 let), ki se nezdravo prehranjujejo,



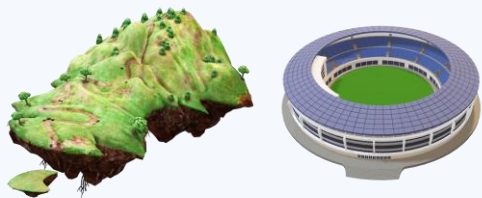
Razcvet UI: Popolnoma nemoteče spremljanje človeškega gibanja, razpoznavanje vzorcev



Merilna mesta



Bolnišnice, tovarne, javni in zasebni prevoz



Narava in prireditveni prostori

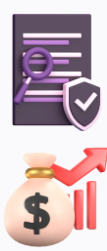


Dom, šole, delovni prostori



Športni centri, zdravilišča, hoteli, turizem

Poklici sedanjosti in bodočnosti



Politika & upravljanje družbe



Komunikacija človek-stroj



Upravljanje življenjskega sloga



Izobraževanje & urjenje



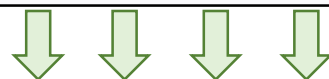
Kineziologinja in športna znanost



Upravljanje človeških virov



Zdravstveni sektor



Končni uporabniki

Bolniki, starejši, otroci, zaposleni, športniki, občani



zdravje, gibanje, vedenje in življenjski slog

Ponudniki tehnologije (SW in HW)

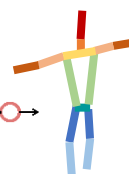
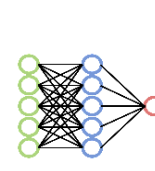
Kinetični vmesniki in nosljive naprave



Robno in oblako računanje, HPC



Slikovni zajemi (lahko le v učni fazi)



Kinematične Lastnosti:

- Intenzivnost
- Hitrost
- Trajanje
- Razpon
- Ponovitve
- Stabilnost...



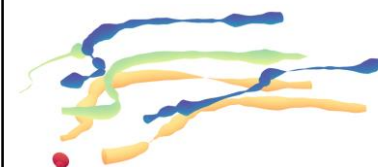
Nevralne značilnosti:

- Srčni utrip
- Dihanje
- Mišična koaktivacija
- Utrujenost
- Bolečina
- Mišičnoskeletna obolenja

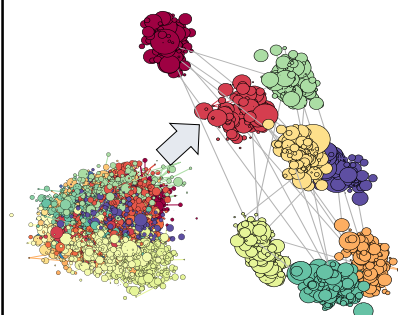
Referenčni posnetki z nevronskimi vmesniki

Podatkovna znanost & masovni podatki

Osebna zgodovina in modeli



Napovedovanje & modeliranje



Odprta znanost: javni in etično pridobljeni nabori podatkov in tehnologij

**Povratne informacije na področju
treninga in rehabilitacije**

**Nadzor protez in
bionskih rok**



**Trg rehabilitacijske
opreme**

do leta 2025 naj bi dosegel
13,9 milijard €.

**Kineziologija & športne
vede**

**Nevrofiziološke
preiskave**



**Globalni trg športne
medicine**

predvidoma 7,8 milijarde
€ v letu 2026

**Patofiziološke &
klinične preiskave**

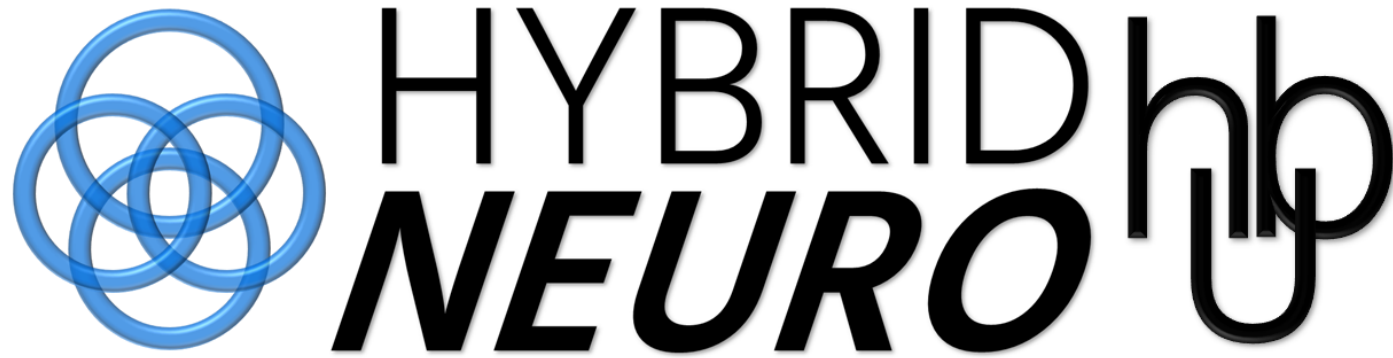
Ergonomija

Staranje



Nevrodiagnostika

7,1 milijard € v letu 2024



<https://hnh.feri.um.si/>

**Evropska pobuda za partnerstvo med kliniko,
industrijo in raziskovalnimi centri
v nevroznanosti, rehabilitaciji in obogatitvi gibanja.**



Funded by
the European Union



UK Research
and Innovation



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Imperial College
London

This project has received funding from the European Union's Horizon Europe Research and Innovation Programme under grant agreement no. 101079392 and from the UK Research and Innovation (UKRI) government's Horizon Europe funding guarantee scheme under grant agreement no. 10052152.

HybridNeuro Hub



univerzitetni klinični center ljubljana
University Medical Centre Ljubljana



UKC | Univerzitetni
MARIBOR klinični center
Maribor



University Rehabilitation Institute
Republic of Slovenia



NE
neuroelectronics®



ZRS Bistra
P T U J



TEHNOPARK
CELJE



TIMIAN
SVETOVANJE



INBRAIN
NEUROELECTRONICS

KATAPULT



SJD Sant Joan de Déu
Barcelona · Hospital



SEMANTIKA



Humanodoro



mjn·neuro



REHABILITATION GROUP
NEURAL RESEARCH
SPANISH RESEARCH COUNCIL

XTS XARTEC
SALUT



Rec
BIOENGINEERING
LABORATORIES



SCIENCE FOR
BODY EVOLUTION.

HybridNeuro Hub



[Home](#) [Explore](#) [Marketplace](#) [Members](#) [News & Events](#) [Join Us](#) [Log in](#)



University of Maribor

Faculty of Electrical Engineering
and Computer Science



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



TECHNOLOGY CENTER
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Imperial College
London**

Welcome to the



The European-wide community of Researchers, Innovators, Industry
leaders, and End-users committed to advancing understanding and
driving innovation in the field of the Human Motor System & Human
Behaviour.



GA No. 101079392



UK Research
and Innovation

GA No. 10052152

<https://hnh.feri.um.si/>

https://www.youtube.com/@hybridneuro/



HybridNeuro

@hybridneuro · 108 naročnikov · 47 videoposnetkov

Več o tem kanalu ...in več

Išči

Domača stran Videoposnetki Seznami predvajanja

Najnovejše Priključeno Najstarejše

HYBRID
NEURO

February 24th 2025
10:00 - 14:00 CEST
10:00 - 14:00 CEST

WEBINAR:
"INTELLECTUAL PROPERTY:
PROTECTING INNOVATIONS FOR THE FUTURE"

- What is intellectual property?
- Definition and types of IP
- The importance of protecting IP
- The risk of disclosure without protection
- How to protect your IP: patents, confidentiality agreements, trademarks, know-how, trade secrets, etc.
- IP and the future: Funds, partnerships and start-ups

Free Registration!

35:00

Webinar 5: Intellectual Property - Protecting innovations for the future
40 ogledov · pred 3 meseci

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 4

Brain function and connectivity extracted from EEG recordings

Miguel Angel Mañanas

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

1:36:51

Brain function and connectivity extracted from EEG - Miguel Angel Mañanas - HNI24...
34 ogledov · pred 6 meseci

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 8

Neural interfaces for the management of movement disorders

Alejandro Pascual Valdunciel

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

1:44:20

Neural interfaces for the management of movement disorders - A. P. Valdunciel - ...
48 ogledov · pred 6 meseci

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 11

Ultrasound as a Neural Interface

Bruno Grandi Sgambato

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

1:20:18

Ultrasound as a Neural Interface - Bruno Grandi Sgambato - HNI24 Presentation 11
52 ogledov · pred 7 meseci

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 6

From muscles to the brain: MU-based EEG filters

Nina Murks

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

28:33

From muscles to the brain: MU-based EEG filters - Nina Murks - HNI24 Presentation 6
46 ogledov · pred 7 meseci

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 9

OpenCap - computer vision for kinematic recording

Martin Šavc, Miloš Kalc

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

48:19

OpenCap - computer vision for kinematic recording - Martin Šavc, Miloš Kalc - HNI24...
138 ogledov · pred 7 meseci

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 3

How to improve the EMG acquisition: quality control for MU identification

Matej Kramberger

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

45:57

How to improve the EMG acquisition - Matej Kramberger - HNI24 Presentation 3
70 ogledov · pred 7 meseci

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 5

Motor-cognitive interventions in gait & balance studies

Uroš Marušič

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

1:05:36

Motor-cognitive interventions in gait & balance studies - Uroš Marušič - HNI24...
25 ogledov · pred 7 meseci

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 7

MU filters and hdEMG processing pipelines

Aleš Holobar

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

1:34:13

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 2

Motor augmentation

Dario Farina

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

1:26:42

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 1

Motor unit behaviour in voluntary and evoked contractions

Jakob Škarabot

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

1:30:24

HYBRID
NEURO

HNI24 - Presentation 10

OpenCap - computer vision for kinematic recording

Martin Šavc, Miloš Kalc

July 8th - 12th 2024, Maribor, Slo

48:19



GA No. 101079392



GA No. 10052152

- Razmeroma veliko število motoričnih enot razpoznanih v prostovoljnih (izometričnih, dinamičnih) in v izzvanih kontrakcijah.
- Analiza **populacijskega kodiranja** odpira novo okno, z dokazano veliko uporabo v nevrofizioloških študijah, a njen **potencial za klinično prakso je še slabo raziskan.**
- **Potreben je prehod na vrednotenje modelov obolenj/bolezni na večjih populacijah merjenk in merjencev.**

ZAHVALA

Predstavljene študije so podprli:



- Projekt **HybridNeuro** je prejel sredstva iz programa za raziskave in inovacije Obzorje Evropa (GA 101079392)



- Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (Projekta J2-1731, L7-9421 in programska skupina P2-0041)

»Financira Evropska unija. Za izražena stališča in mnenja odgovarja samo avtor (ali avtorji) in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Evropske izvajalske agencije za raziskave. Niti Evropska unija niti Evropska izvajalska agencija za raziskave ne moreta biti odgovorna zanje.«



Hibridna nevroznanost z uporabo cerebralnih in mišičnih informacij za motorično rehabilitacijo in ocenjevanje živčno-mišičnih motenj

Sledite nam na povezavah:

<https://www.hybridneuro.feri.um.si>

<https://www.linkedin.com/company/hybridneuro/>

<https://x.com/hybridneuro>



Financira
Evropska unija



UK Research
and Innovation



Univerza v Mariboru



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Imperial College
London

Raziskave sta sofinancirala Evropska Unija iz okvirnega programa EU za raziskave in inovacije, Obzorje Evropa (št. pogodbe 101079392) in Jamstvena shema vlade Združenega kraljestva za raziskave in inovacije (UKRI) za financiranje Obzorje Evropa (št. pogodbe 10052152)