

Centrul National Clinic de Recuperare N.P.M. Copiii "Robanescu - Padure"



Particularitati ale oxigenarii cerebrale in repaus si in activitate fizica evaluate cu modalitatea aparatuala moderna de explorare functionala : spectroscopie in infrarosu apropiat (Near-Infrared Spectroscopy -N.I.R.S/ Function Near-Infrared Spectroscopy - fN.I.R.S) ,-la adolescenti cu Hemiplegie in context de Paralizie Cerebrala

Raluca Petcu [1], Andrada Mirea[1,2], Ioana Ciobotia[5], Constantin Munteanu[3,4], Gelu Onose[2,3]

1.CENTRUL NATIONAL DE RECUPERARE NEUROPSIHOMOTORIE COPII "ROBANESCU-PADURE" BUCURESTI, ROMANIA

2. UNIVERSITATE DE MEDICINA SI FARMACIE "CAROL DAVILA, BUCURESTI , ROMANIA

3. SPITALUL CLINIC DE URGENTA BAGDASAR-ARSENI , DIVIZIA -NEUROMUSCULAR REHABILITATION CLINIC DIVISION –BUCURESTI, ROMANIA

4. UNIVERSITATEA DE MEDICINA ȘI FARMACIE "GRIGORE T.POPA" IAȘI, ROMANIA

5 UNIVERSITATEA TEHNOLOGICA DIN DELFT , OLANDA



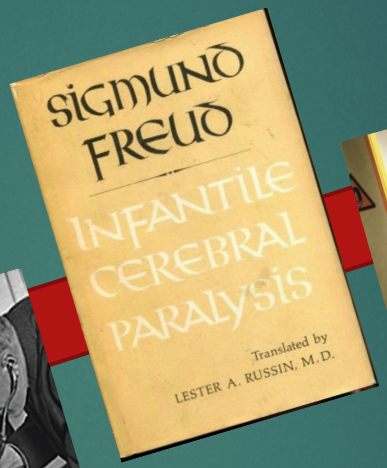
Evolutie istorica: Paralizia cerebrala

NEUROPLASTICITATE







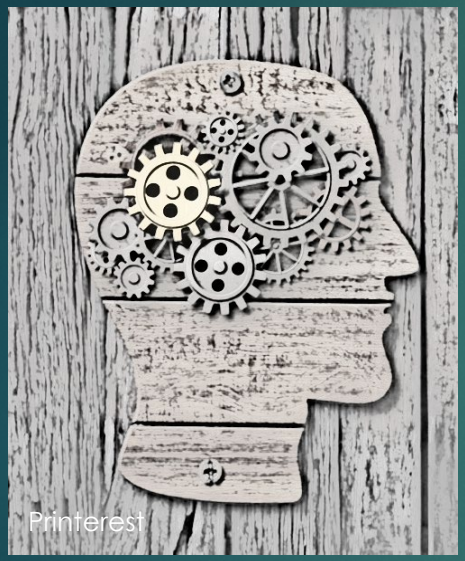






460 î.Hr — 1861 — 1889 — 1980 — 2007

DATE PRIVIND CIRCULAŢIA CEREBRALĂ ŞI MODIFICĂRILE ACESTEIA SECUNDARE LEZIUNILOR DIN P.C TIP HEMIPLEGIE –PARTICULARITĂŢI LA COPII SI ADOLESCENŢI



In paralizia cerebrală deși leziunile cerebrale nu pot fi vindecate, acestea nu se vor agrava în timp. Din fericire, neuroplasticitatea există si sunt două tipuri principale de neuroplasticitate :

- Plasticitatea funcțională este capacitatea creierului de a muta funcțiile dintr-o zonă deteriorată a creierului în alte zone neafectate.*

- Plasticitatea structurală este abilitatea creierului de a-și schimba efectiv structura fizică ca urmare a învățării.*

*Adaptive Neuroplasticity in Brain Injury Recovery: Strategies and Insights- Alexander Muacevic and John R Adler -2023

DATE PRIVIND MECANISME DE REGLAJ ADAPTATIV AL FLUXULUI CIRCULATOR CEREBRAL LA COPILUL CU P.C TIP HEMIPLEGIE SI RESPECTIV PACIENŢI DIN ACEEAŞI CATEGORIE DE VÂRSTA FARĂ SUFERINŢĂ NEUROLOGICĂ

Cu ajutorul investigaţiei rezonanţa magnetica nucleară(RMN) s-a constat că după o leziune cerebrală la începutul vieții, crește volumul de lichid cefalorahidian (LCR) și se reduc volumele materiei cenușii (M.C.) și ale materiei albe (M.A), aceasta din urmă fiind cea mai frecventă constatare imagistică la copiii cu hemiplegie *

Reorganizarea și plasticitatea creierului la copiii cu P.C în urma leziunilor timpurii și după diverse programe de intervenție au fost demonstrate folosind mai multe modalități (EEG, RMN, fRMN).

Dovezi de reorganizare cerebrala au fost identificate in ariile senzoriale, motorii și de limbaj atat ipsilateral, cat si contralateral, pe baza investigatiilor imagistice precum imagistica prin tensor de difuzie (DTI) și a RMN-ului funcțional(fMRI). De asemenea au fost descries fenomene de hipertrofie, la nivelul traiectelor cortico-spinale (CST) din emisfera neafectată.**

* Review of longitudinal studies of MRI brain volumetry in patients with traumatic brain injury- David Edward Ross-2011
**Human cerebral blood volume measurements using dynamic contrast enhancement in comparison to dynamic susceptibility contrast MRI- Moran Artzi & Dafna Ben Bashat-2015

DATE PRIVIND MECANISME DE REGLAJ ADAPTATIV AL FLUXULUI CIRCULATOR CEREBRAL LA COPILUL CU P.C –TIP HEMIPLEGIE SI RESPECTIV PACIENTI DIN ACEEAŞI CATEGORIE DE VÂRSTĂ FARĂ SUFERINŢĂ NEUROLOGICĂ

- După cum s-a raportat in mai multe studii, gradul de neuroplasticitate tisulară depinde de vârsta leziunii și de dimensiunea leziunii*. În plus, localizarea leziunii, legată de diferite zone funcționale, precum și lateralizarea emisferică pot afecta, de asemenea, reorganizarea creierului.**

- În ceea ce privește fluxul circulator cerebral , studiile anterioare care au investigat perfuzia cerebrală la copiii cu hemiplegie, inclusiv metodele fRMN și tomografia computerizată cu emisie de fotoni unici, au raportat rezultate contradictorii, care pot fi datorate variațiilor în etiologiile hemiplegiei în cadrul și între studii***. Insă o creştere a volumului materiei cenuşii (MC) prin neuroplasticitate structurală, putem presupune că determină o crestere a fluxului sanguin cerebral.

*Translational Research in Traumatic Brain Injury- chapter8 , YouRong Sophie Su, Anand Veeravagu, and Gerald Grant.-2016

** Brain Reorganization following Intervention in Children with Congenital Hemiplegia: A Systematic Review- E. Inguaggiato, G. Sgandurra, S. Perazza, A. Guzzetta, G. Cioni-2013

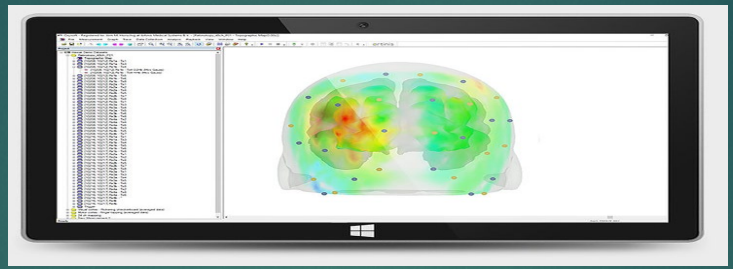
*** Cortical Reorganization following Injury Early in Life- M. Artzi , S. I. Shiran, M. Weistein, V. Myers, R. Tarrasch, M.

DATE PRIVIND MECANISME DE REGLAJ ADAPTATIV AL FLUXULUI CIRCULATOR CEREBRAL LA COPILUL CU P.C – TIP HEMIPLEGIE SI RESPECTIV PACIENŢI DIN ACEEAŞI CATEGORIE DE VÂRSTA FĂRĂ SUFERINŢĂ NEUROLOGICĂ

- Fluxul cerebral sanguin/circulator (F.C.S)/ regional mediu se ridică la 40 (mL/100 g pe minut) pentru primele 6 luni de viață, atinge un vârf de ~130 (mL/100 g pe minut) la ~2 până la 4 ani, iar în final se stabilizează la ~50 (mL/100 g pe minut) si cu ~20 % mai putin la cei cu hemipareza spastica la ~7 până la 8 ani, cu o mică creștere a valorilor F.C.S la ~12 ani.
- Valoarea F.C.S în materia cenușie este în medie de 3 ori mai mare decât cea din materia albă, cu excepția primelor 6 luni de viață. F.C.S-ul global reprezintă 10% până la 20% din debitul cardiac global pentru primele 6 luni de viață, atinge un vârf de ~55% la 2 până la 4 ani și, în final, se stabilizează la ~15% la 7-8 ani.
- Astfel au fost identificate modele specifice de evoluție în funcție de vârstă în diferite zone anatomice ale parenchimului cerebral, care ar putea fi legate de dezvoltarea structurilor neuroanatomice și de apariția funcțiilor cognitive corespunzătoare.
- Perfuzia cerebrală a fiecărei zone corticale evoluează după un curs temporal specific, în strânsă corelație cu dezvoltarea psihomotorie.*

* Brain perfusion in children: evolution with age assessed by quantitative perfusion computed tomography- Max Wintermark&Francois Gudinchet-2004

Ce inseamna SPECTROSCOPIE IN INFRAROŞU APROPIAT (functional N.I.R.S-fN.I.R.S) ?

“  “

https://biomed.org.pl/wp-content/uploads/2020/12/OxySoft-OxyMon-1.png

- fNIRS se mai numește și Topografie Optică (OT) sau pur și simplu NIRS.
- Folosind spectroscopie în infraroșu apropiat, activitatea creierului este măsurată pentru a estima activitatea hemodinamică corticală care apare ca răspuns la activitatea neuronală.
- Spectroscopia funcțională în infraroșu apropiat (fNIRS) este o metodă neinvazivă, o tehnologie imagistică care monitorizează variațiile oxigenării sângelui la nivel cerebral.* Detectează modificări subtile ale oxigenării, în timp real prin măsurarea saturației capilar-venoase de oxigen în țesutul de la nivelul senzorului.- ASEMANATOR CU PULSOXIMETRU
- Semnalul este adesea comparat cu semnalul BOLD (Blood Oxygenation Level Dependent) măsurat prin fMRI și este capabil să măsoare modificările atât ale concentrației de oxihemoglobină (HbO) cât și ale deoxihemoglobinei (HbR).
- fNIRS reprezintă unul dintre sistemele I.C.C (Interfata Creier-Calculator) hibride si poate atinge rata de acurateţe si performanţa mai bune decât alte sisteme.**

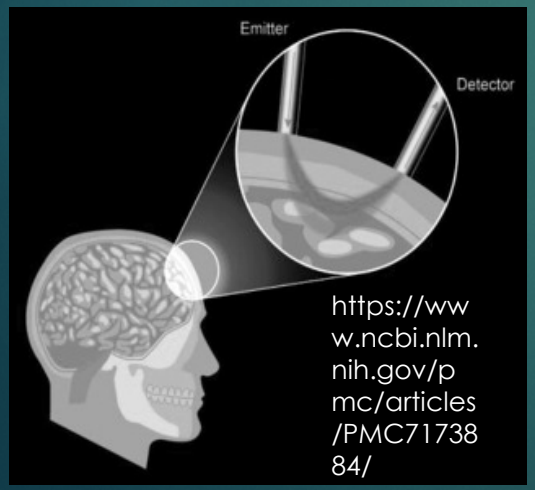
- 1 A Comprehensive Survey on the Detection, Classification, and Challenges of Neurological Disorders- Lima & Watanobe-2022

** 4 Brain-Computer Interfaces for Children With Complex Communication Needs and Limited Mobility: A Systematic Review- Silvia Orlandi & Tom Chau -2021

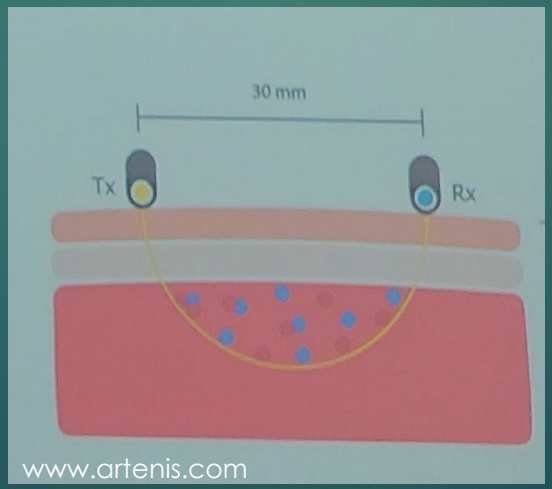
Ce inseamna SPECTROSCOPIE IN INFRAROŞU APROPIAT (funcţional N.I.R.S-fN.I.R.S) ?

- Măsurarea luminii NIRS transmisă difuz prin țesut permite cartografierea modificărilor hemoglobinei asociate cu activitățile creierului. Spectrul de infraroșu apropiat de la 700 la 900 nm poate pătrunde în craniu și țesut la o adâncime maximă de 15-17 mm. Astfel, NIRS din acest interval oferă măsurarea neinvazivă a modificării hemodinamice a creierului.

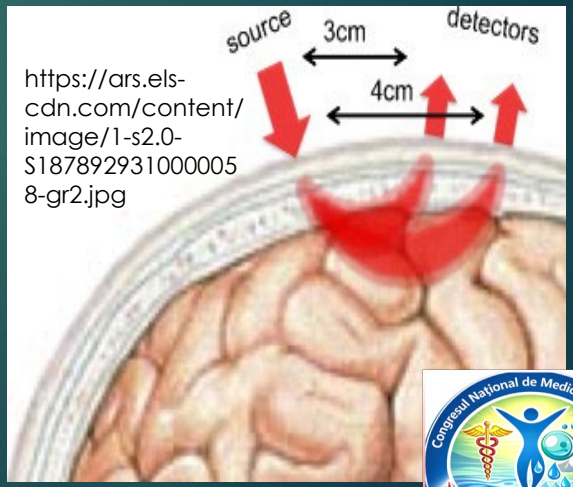
- Un studiu recent a arătat că saturația cerebrală regională, derivată din NIRS, este un amestec de saturație venoasă (~75%), capilară (~5%) și arterială (~20%),*



https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7173884/

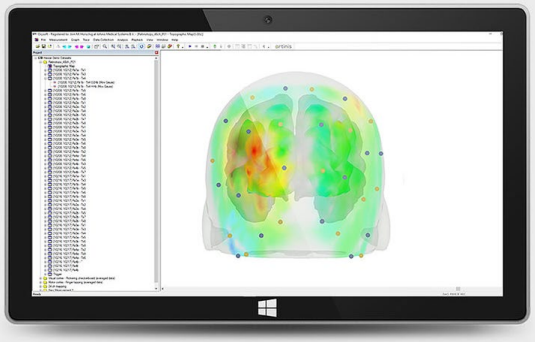


www.artenis.com

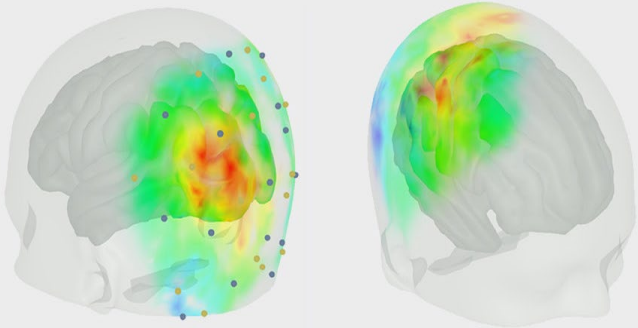


https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1878929310000058-gr2.jpg

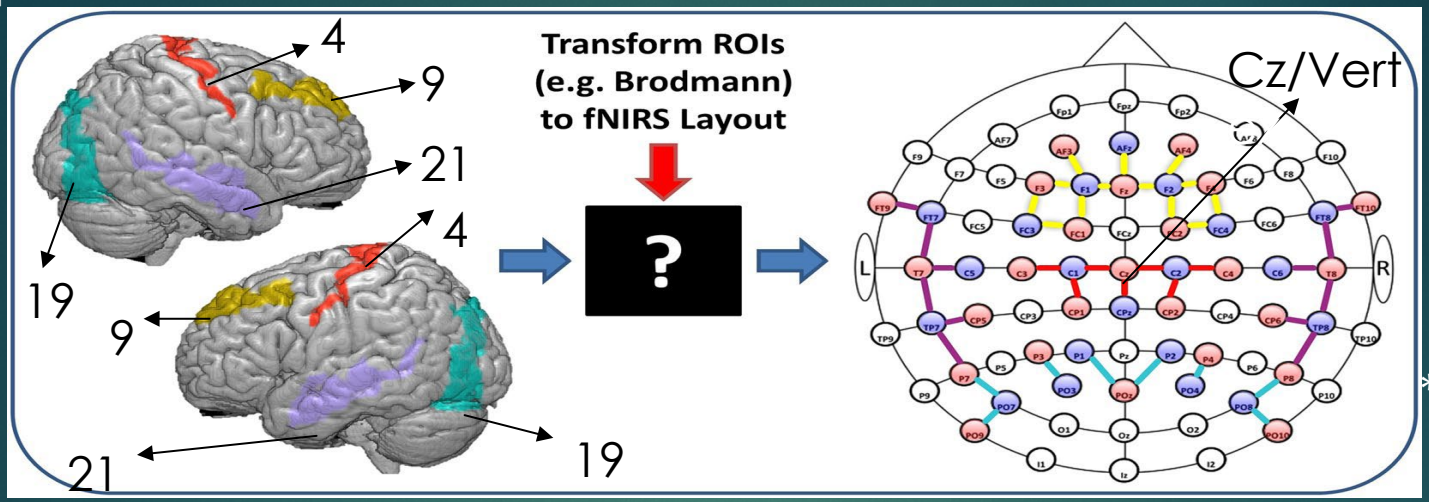
* Near infrared spectroscopy to study the brain –M. Wolf, G. Morren , D. Haensse, T, Karen, U. Wolf , Fauchere and H.U. Bucher - 2008



OXYMON

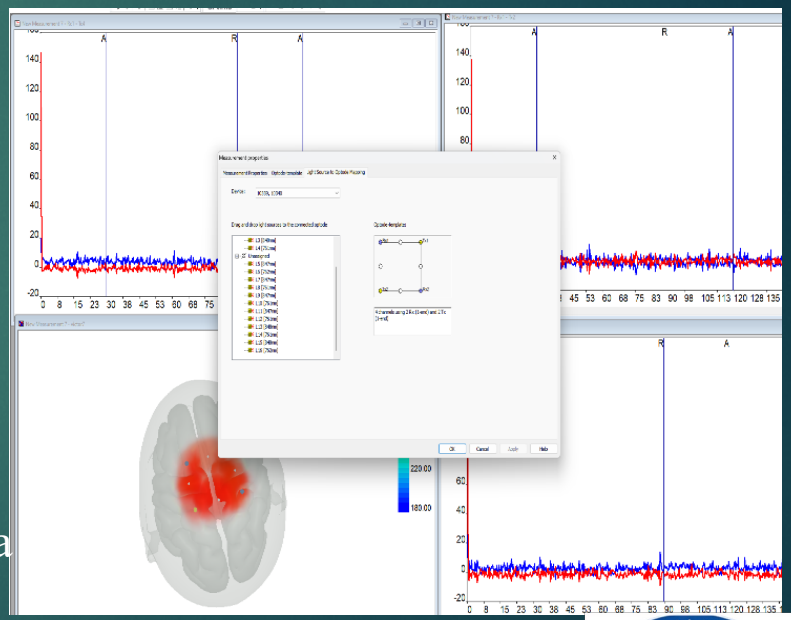




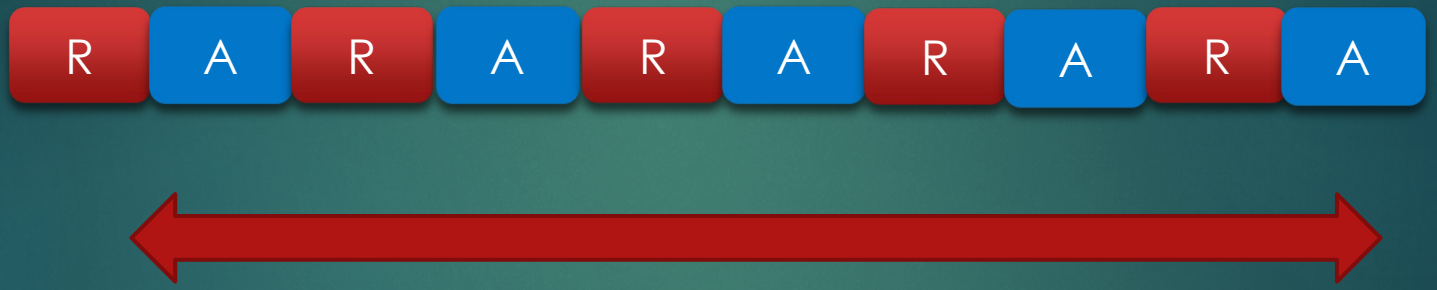


* fNIRS Optodes' Location Decider (fOLD): a toolbox for probe arrangement guided by brain regions-of-interest- G.A.Z. Morais, J.B.Balardin , J.R.Sato-2018

Atunci când se efectuează o măsurare fNIRS pentru a evalua o anume regiune de interes (ROI) provocarea constă în traducerea acelui set într-o configurație de optodomenii fNIRS. Aceasta implică alegerea pozițiilor adecvate ale sursei și detectorului pentru a maximiza specificitatea anatomică pentru regiunile de interes. Mai sus sunt prezentate zonele Brodmann 4, 9, 19 și 21, precum și aspectul optodensității fNIRS cu canalele corespunzătoare codificate prin culori. Suntem interesați de zona motorie primară/Brodmann 4. Brodmann 4, zona motorie primară, este zona de interes la nivelul membrului inferior. Astfel, am stabilit patru canale: două receptoare și două emițătoare.



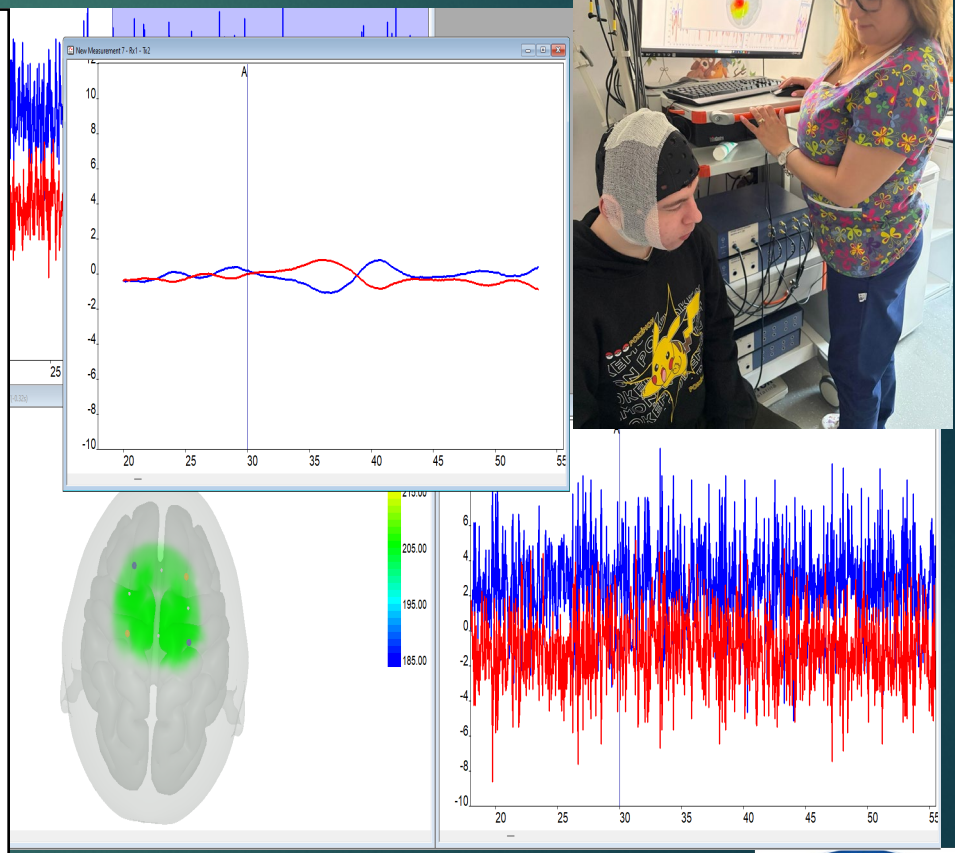
Protocol de tip BLOC



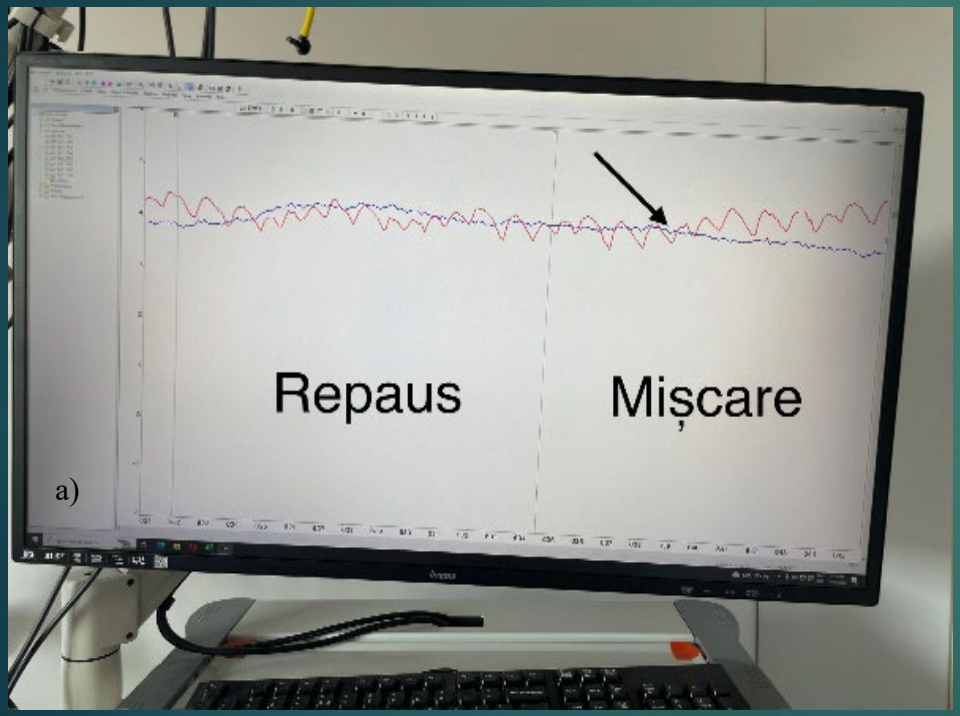
R — 30 s Repaus

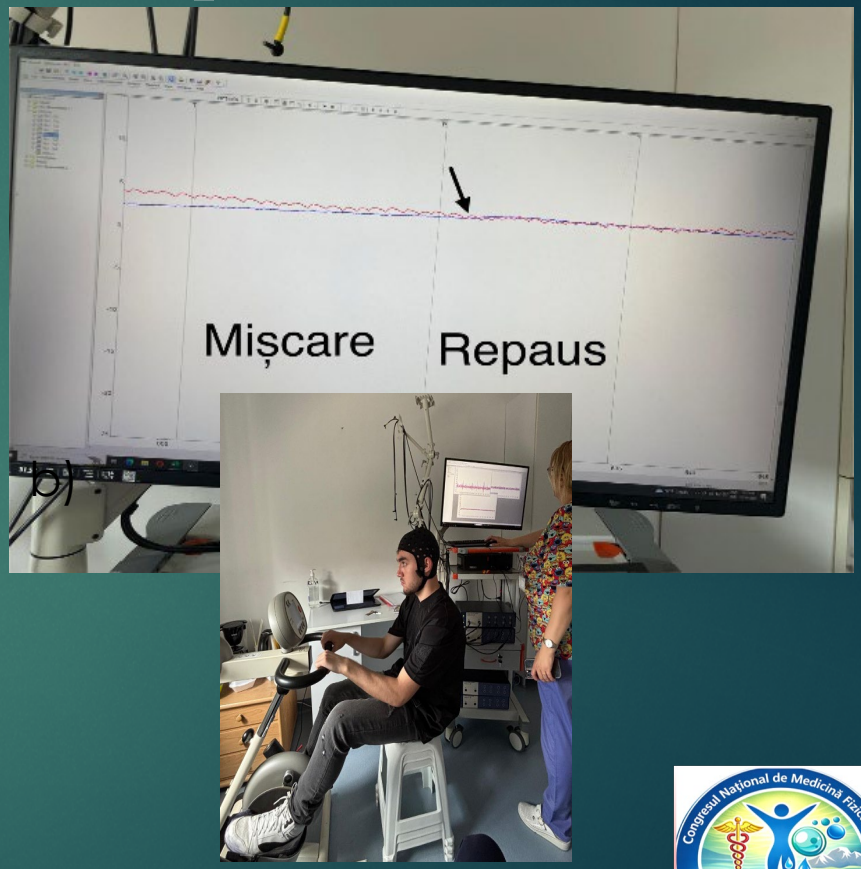
A — 30 s Activ-pedalat Motomed

Exemplu de semnal fNIRS înregistrat în timpul unei sarcini motorii urmate de o perioadă de repaus.



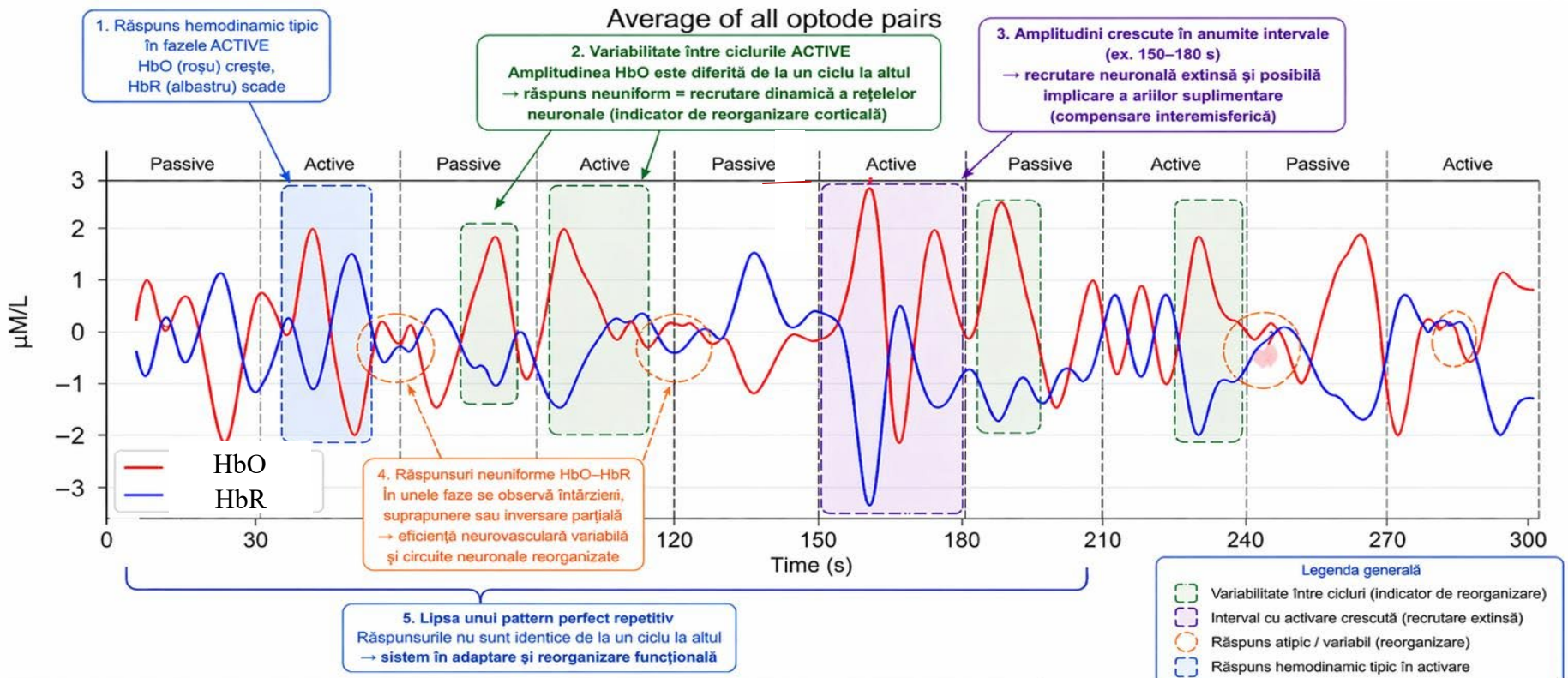
Exemplu de semnal fNIRS înregistrat în timpul unei sarcini motorii urmate de o perioadă de repaus.





Imagini fNIRS care surprinde o tranziție între mișcare și repaus:

PRELUCRARE PYTON



Interpretare în contextul hemiparezei şi al exerciţiului (MOTOmed)

- ✓ Variabilitatea amplitudinii şi a latenţei răspunsului indică existenţa mecanismelor de REORGANIZARE CORTICALĂ. → activarea corticală este prezentă şi dependentă de sarcină.
- ✓ Creierul recrutează reţelea alternative şi arii suplimentare pentru a compensa deficitul motor. → sistemul este în adaptare; eficienţa reţelelor neuronale creşte în timp.
- ✓ Exerciţiul repetitiv stimulează neuroplasticitatea şi întăreşte conexiunile funcţionale. → tiparul observat este compatibil cu procesele de recuperare neuromotorie în hemipareză.

Concluzie

Tiparul hemodinamic observat (creşterea HbO şi scăderea HbR în activare, variabilitatea răspunsului între cicluri, amplitudini crescute în anumite intervale şi absenţa unui pattern repetitiv) susţine existenţa mecanismelor de REORGANIZARE CORTICALĂ induse de exerciţiul motor la pacientul cu hemipareză.

INTERVENȚII FIZIOKINETOTERAPEUTICE





- **Kinetoterapie** :
  - Reeducare posturală în ortostatism şi mers. Asuplizarea musculaturii spastice.
  - Tonifiere musculatură stabilizatoare a şoldului si genunchiului. Păstrarea amplitudinilor articulare .
  - Ameliorarea controlului motor distal.
- **Fizioterapie** :
  - SWT la nivelul muschilor ischiogambieri de partea afectată , triceps sural de partea afectată
- **Terapie Robotizată** : dispozitive robotice de asistență pentru recuperarea funcției motorie la nivelul hemicorpului afectat (mers, postura, hemicorp afectat)









Concluzii:

- Kinetoterapia/Motomed schimbă perfuzia cerebrală locală în aria motorie primara BRODMANN 4 la pacientii cu hemipareza
- Datele sugereaza mecanisme de neuroplasticiate si recrutare compensatorie ce apar in contextul hemiparezei
- Prin urmare aceasta ultima imagine nu evidentieaza doar activarea corticala ci ofera si dovezi indirecte ale mecanismelor de reorganizare functionala care stau la baza recuperarii neuromotorii.
- fNIRS poate fi adăugat în viitor la protocolul de imagistică avansată pentru a studia neuroplasticitatea la acești copii.







Va multumesc pentru atentie!

Contact: e-mail : petcu.raluca@recuperarecopii.ro