



FMUC FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



New technologies and Autism Spectrum Disorder (ASD)

Bruno Direito, Carlos Amaral, Alexandre Sayal

*Institute for Biomedical Imaging and Life Sciences
University of Coimbra*



Outline

- Background
 - Neuroimaging
 - Autism Spectrum Disorder (ASD)
- BrainTrain Project
 - Clinical trials
 - NF-ASD and BCIAUT
 - Neurofeedback (NF)
 - Brain-Computer Interfaces (BCI)
 - Challenges of real-time implementation

Background

- Study of the brain before neuroimaging



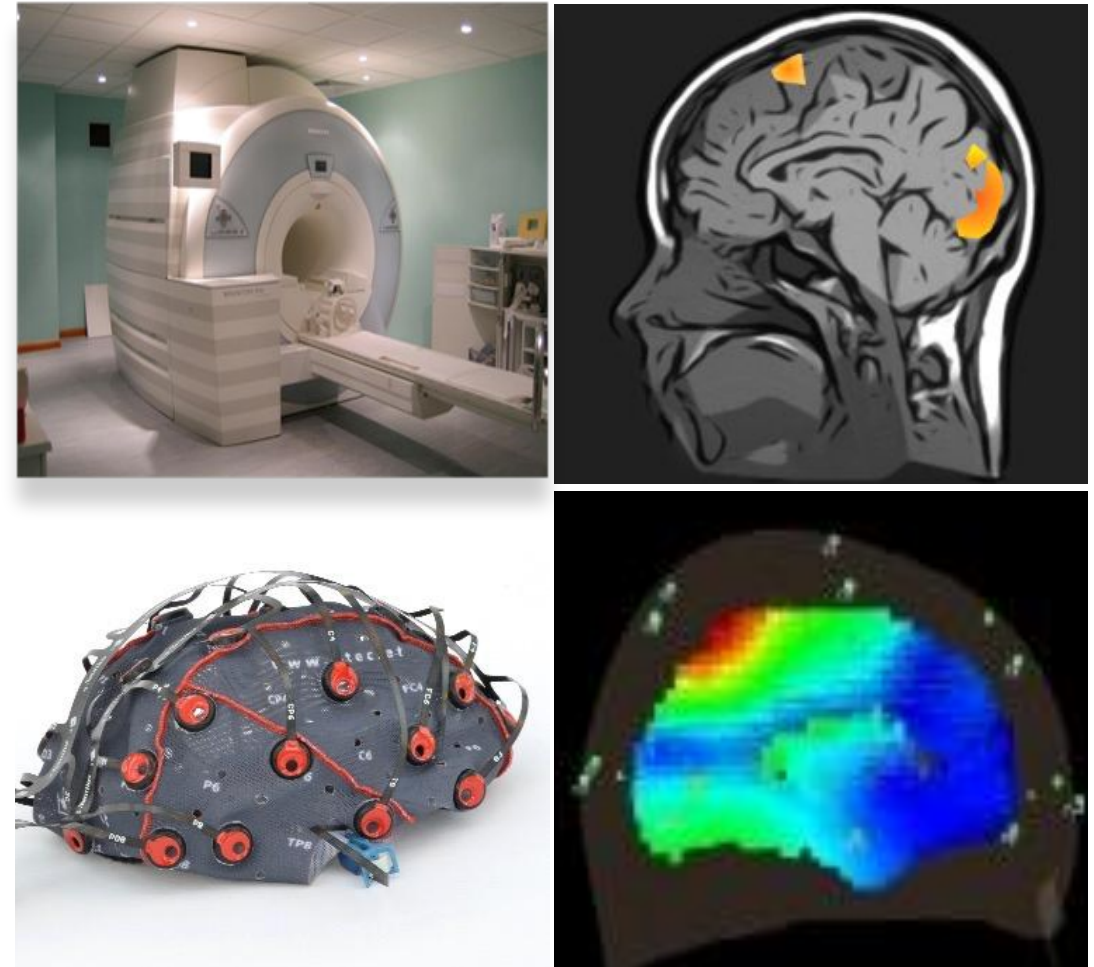
Phineas Gage



Injury reconstruction

Background

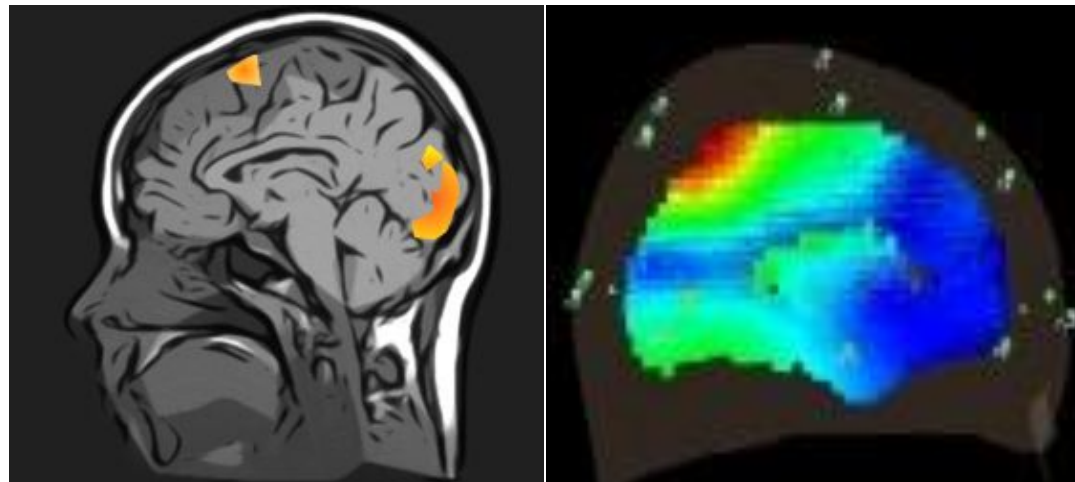
- Developments in neuroimaging
- Information about areas previously unavailable to other imaging techniques
- “Direct” access to brain function
- Identification of neural correlates/functional networks



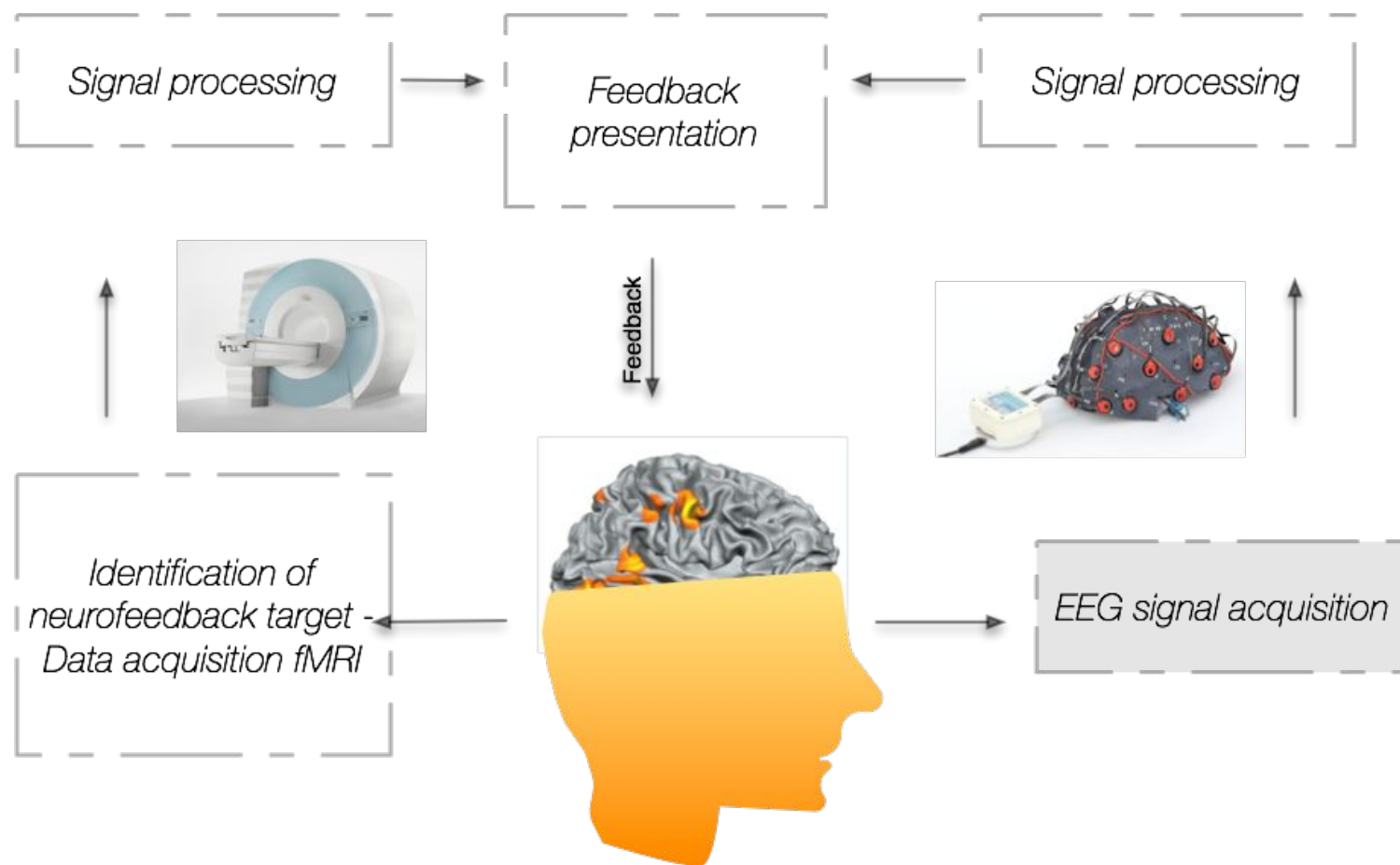
Magnetic Resonance Imaging (MRI) Scanner and
Electroencephalography (EEG)

Background

- Understanding the dysfunctions
- Comparison between control and clinical groups
 - Access to the mechanisms involved
 - Creation/development of interventional tools/applications
 - Direct/personalised intervention on the dysfunctional mechanisms



Neurofeedback and Brain-Computer Interfaces

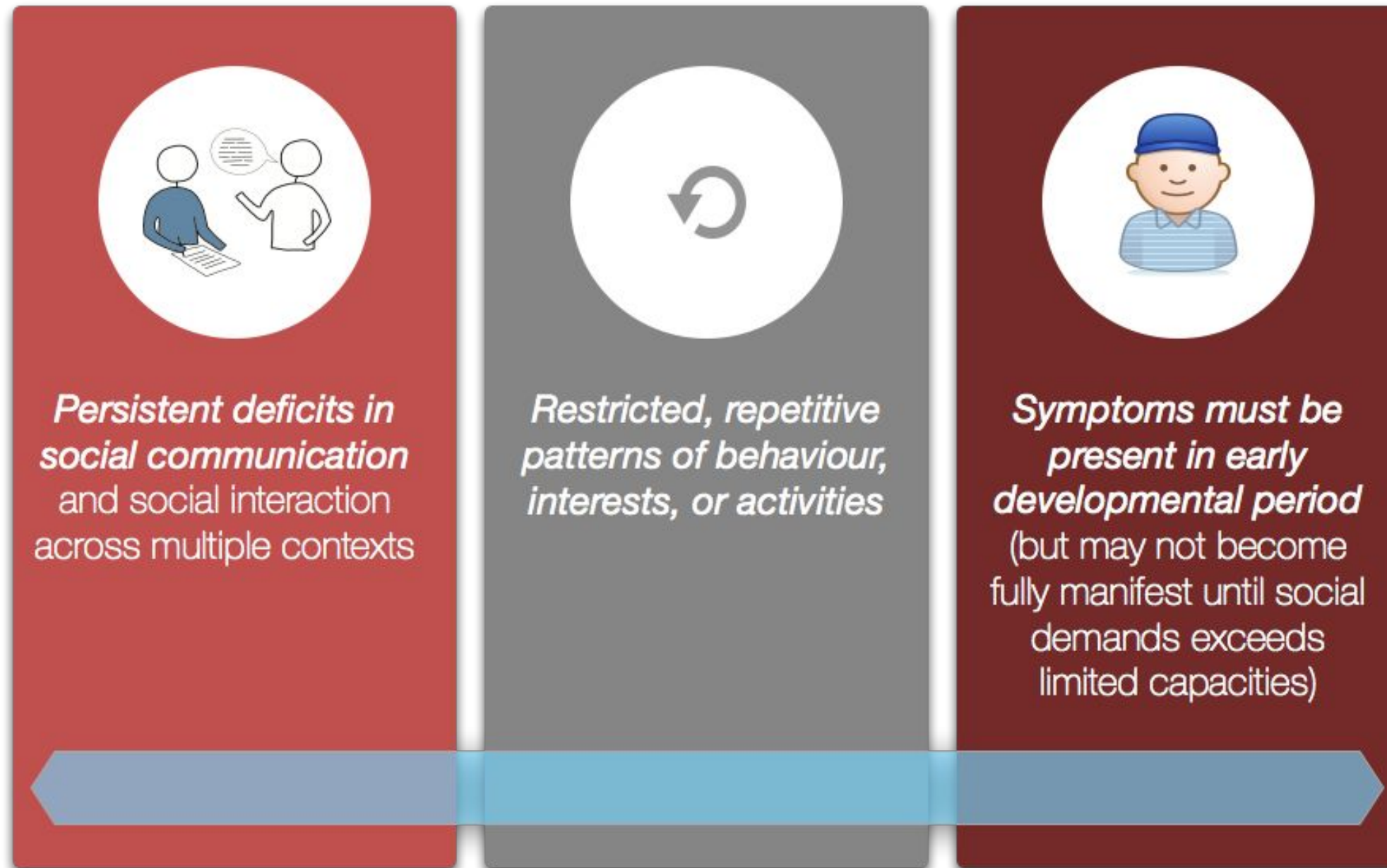


- Uses information from neuroimaging in (pseudo) real-time
- Allows to present this information to the participant
- The participant can regulate his own brain activity

Training and self-regulation of brain activity

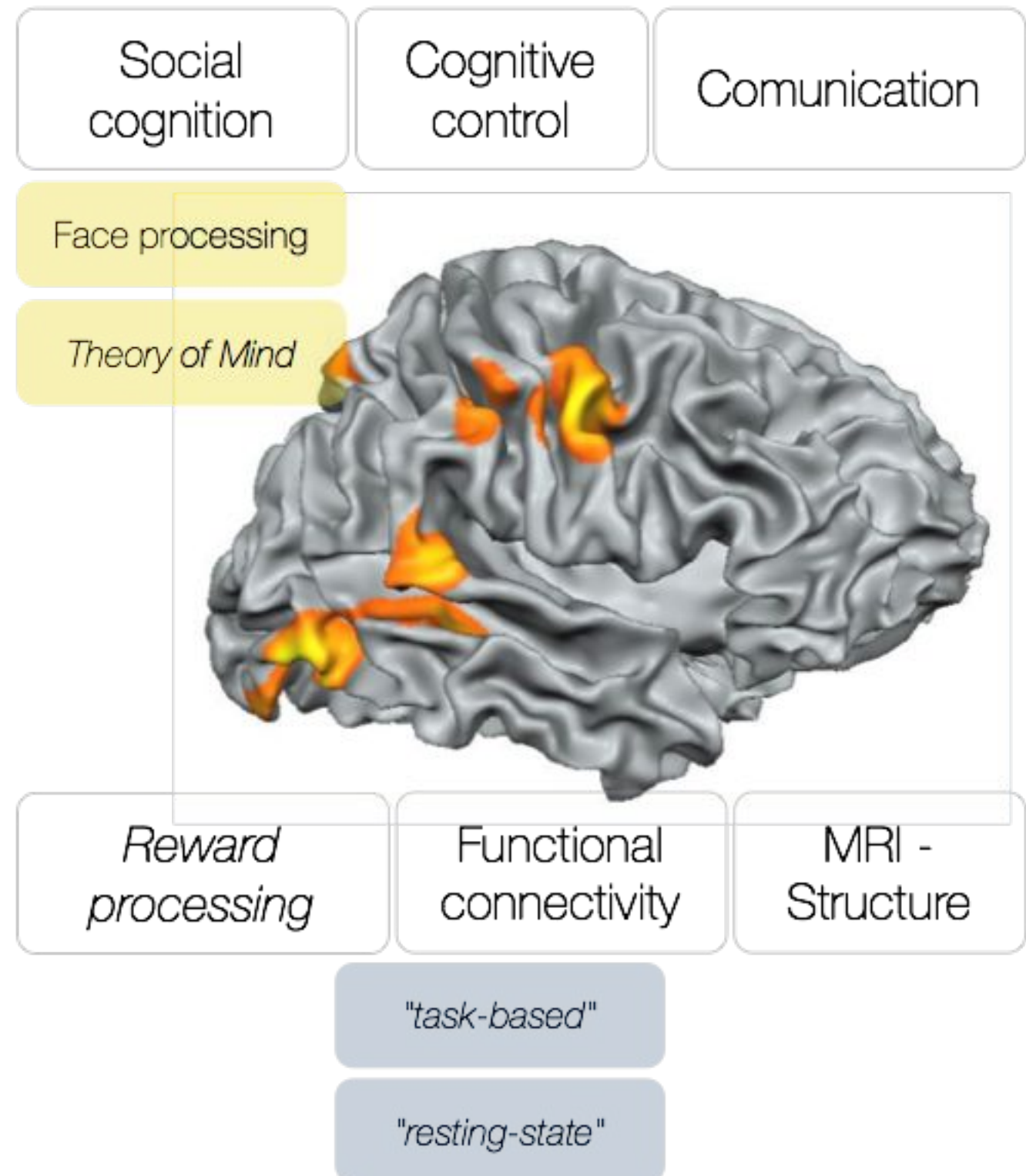
- Modulation of the activity of specific brain regions and/or neural networks
 - Restore function
 - Improve clinical symptoms
 - Induce changes on impaired underlying mechanisms
 - Optimisation / functional reorganisation
 - *Neuroplasticity*

Autism Spectrum Disorder (ASD)



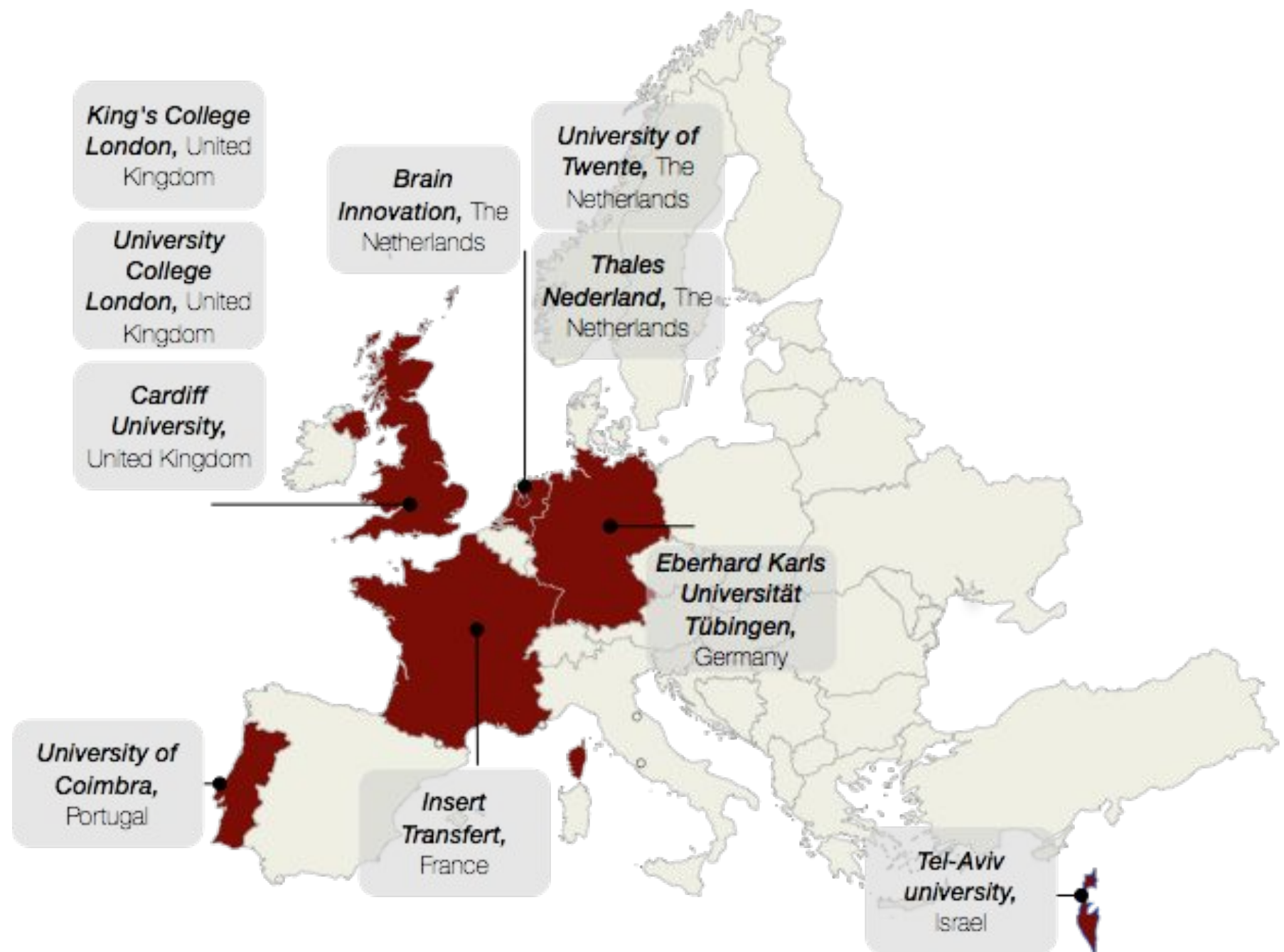
Autism Spectrum Disorder (ASD)

- Neuroimage and ASD
- *What have we found thus far?*

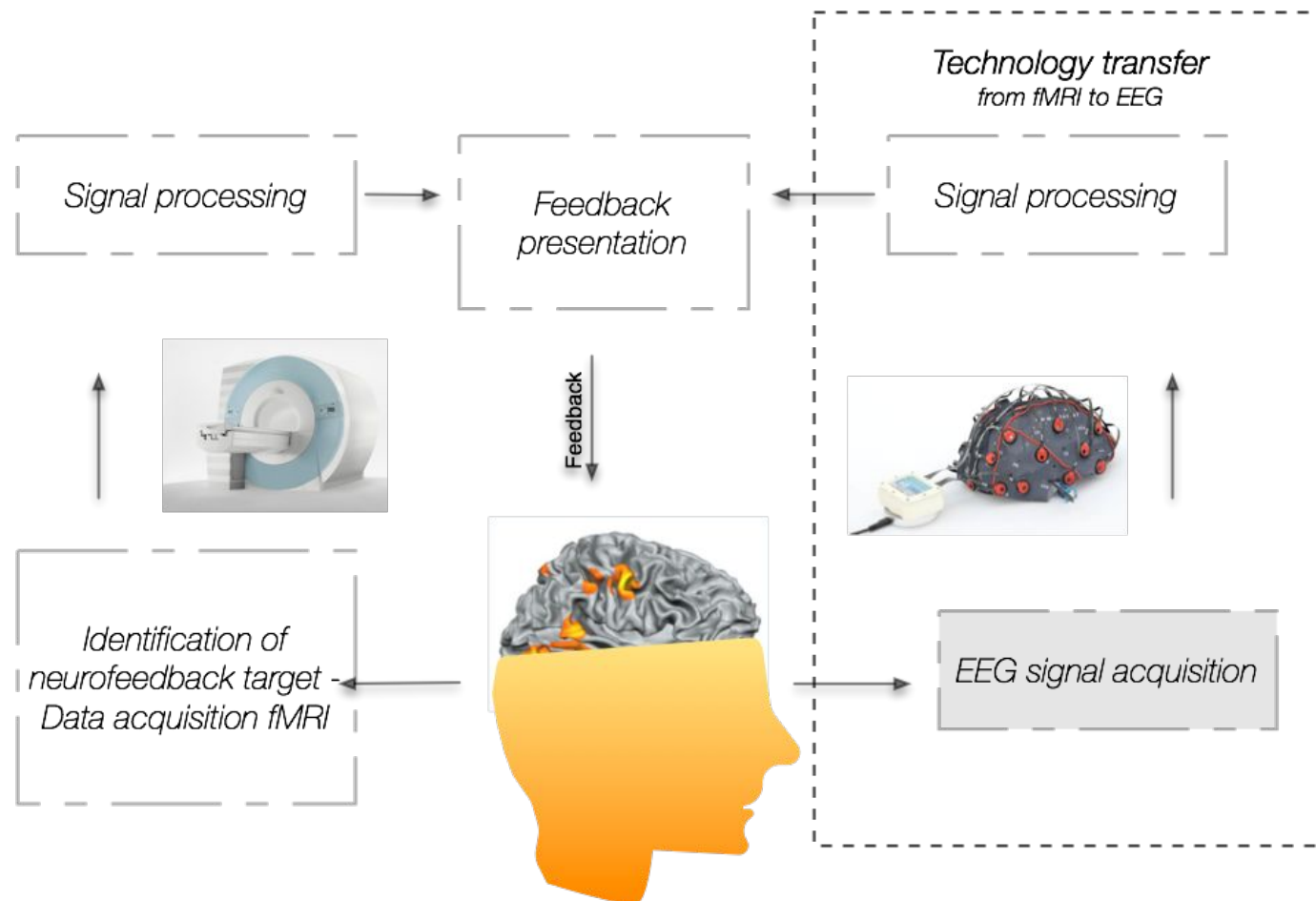


BrainTrain

Taking imaging into the therapeutic domain: Self-regulation of brain systems for mental disorders



Research Objectives



From Basic Science to Applied Science

Development of new therapeutic/interventional techniques for the improvement of ASD clinical symptoms

Clinical trials

- Rehabilitation software for social skills impairment
- Neurofeedback (NF-ASD)
 - Improved knowledge of the mechanisms involved in the recognition of *facial expressions and emotions*
- Brain-Computer Interface (BCIAUT)
 - Improve social skills in ASD patients, specifically in *joint-attention*

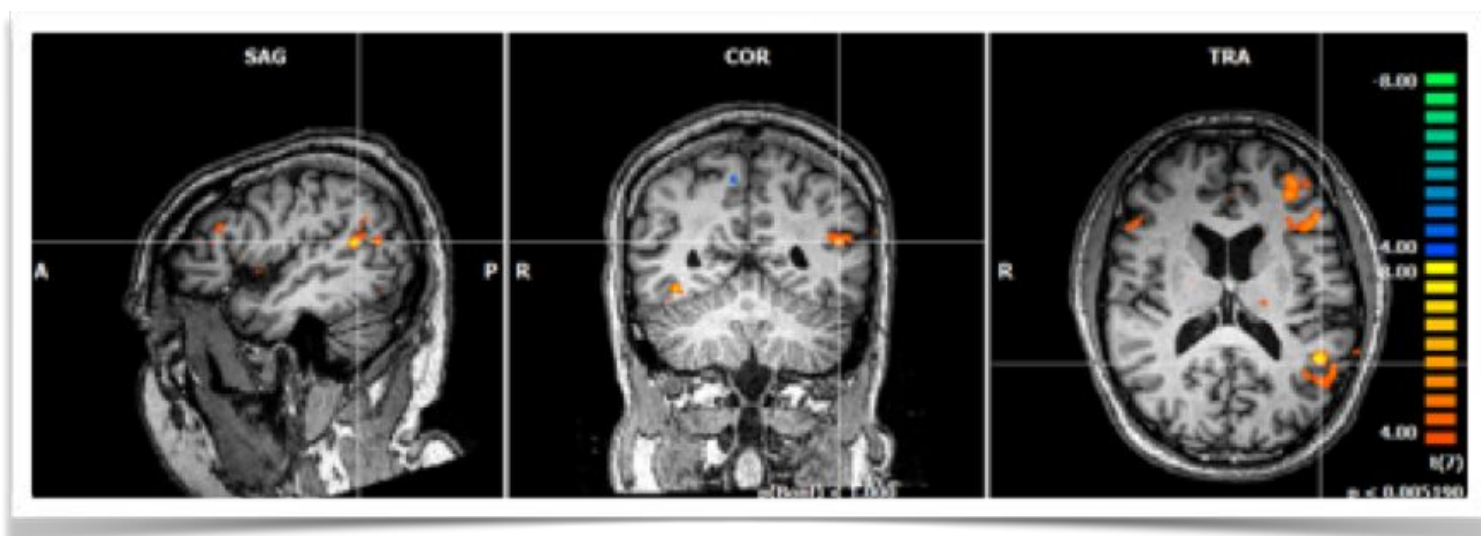
NF-ASD

A neurofeedback strategy
for the improvement of
facial expression
recognition/perception in
ASD



NF-ASD A *neurofeedback* strategy for the improvement of facial expression recognition/perception in ASD

- *Identification, perception and mental imagery* of facial expressions
- Brain activity in areas related to social cognition and facial expression interpretation
- posterior portion of the superior temporal sulcus (pSTS)

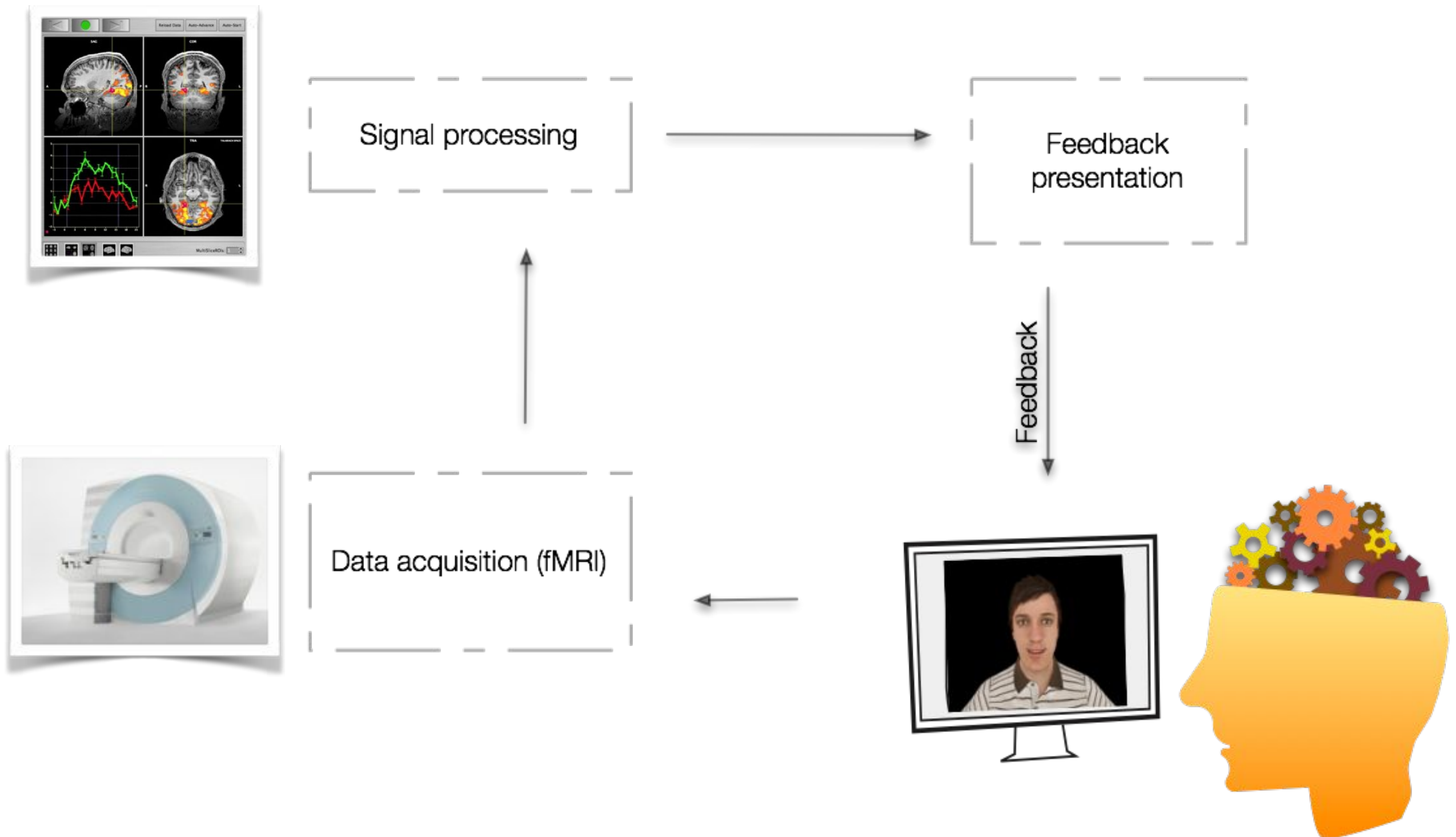


NF-ASD A *neurofeedback* strategy for the improvement of facial expression recognition/perception in ASD

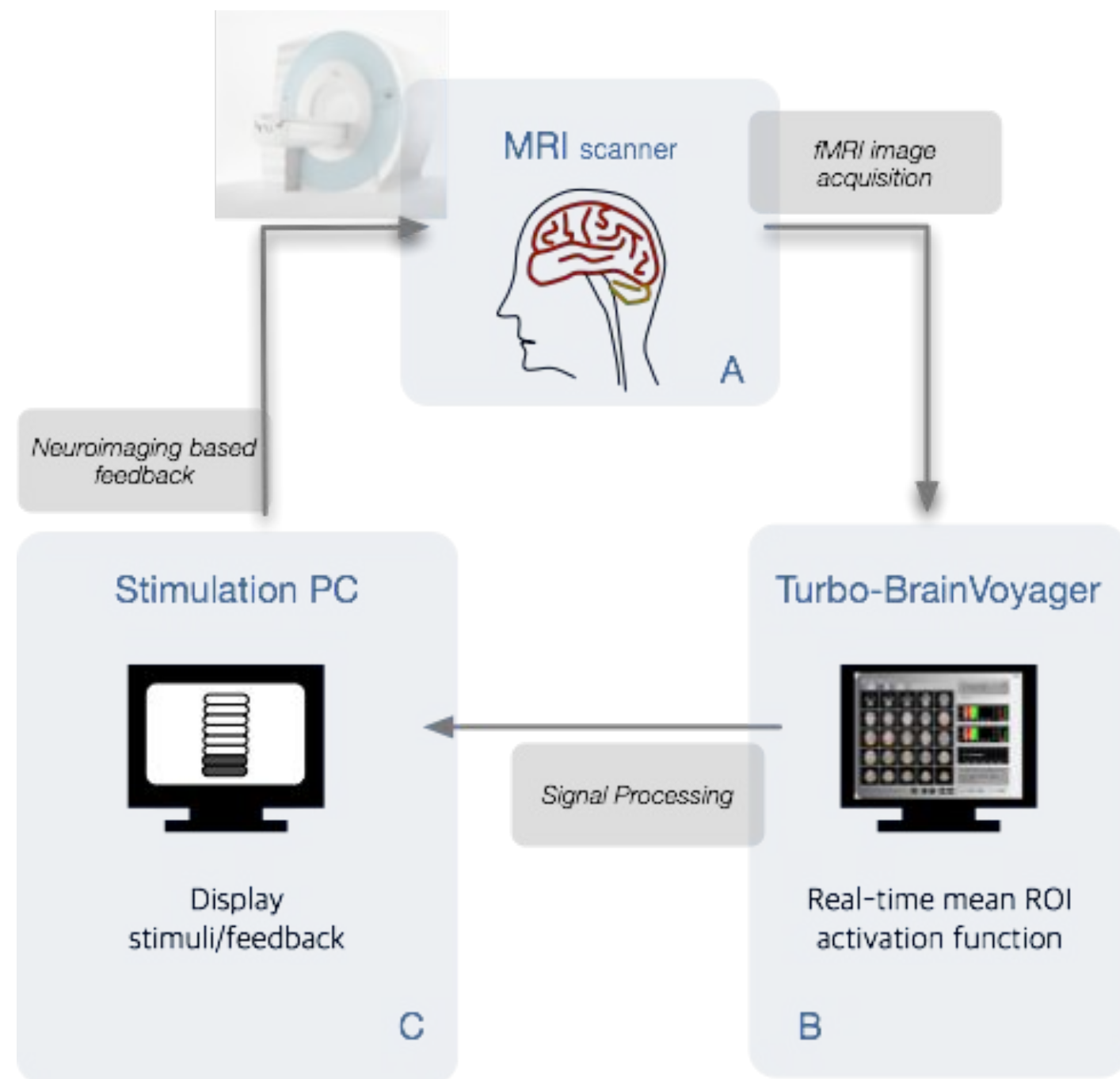
- Involves **5 neurofeedback sessions** and **1 follow-up visit** (6 months after the last neurofeedback session)
- 4 consecutive weeks and the 5th session one month later



Neurofeedback Setup



- Acquisition equipment (**A**)
 - MRI scanner (3T Siemens Magnetom TimTrio) t
 - Collecting and saving data in a network shared folder
- Accessed by Turbo Brain-Voyager 3.2 software (**B**)
 - Data preprocessing (3D motion correction) and real-time statistical analysis (online GLM - General Linear Model)
- Subsystem (**C**) is responsible for the computation of neuroimaging-based feedback
 - Stimulation PC
 - Display stimuli/feedback



Challenges

- Physiological
 - Hemodynamic delay (pseudo real-time)
 - Rest conditions
- Turbo BrainVoyager Software
 - Region of interest (ROI) selection and movement compensation
 - Real-time GLM performance
- Network communication
- Feedback calculation
 - Direct BOLD? BOLD Signal Variation? Based on what baseline values?
- Feedback presentation
 - Facial expressions realism

BCIAUT

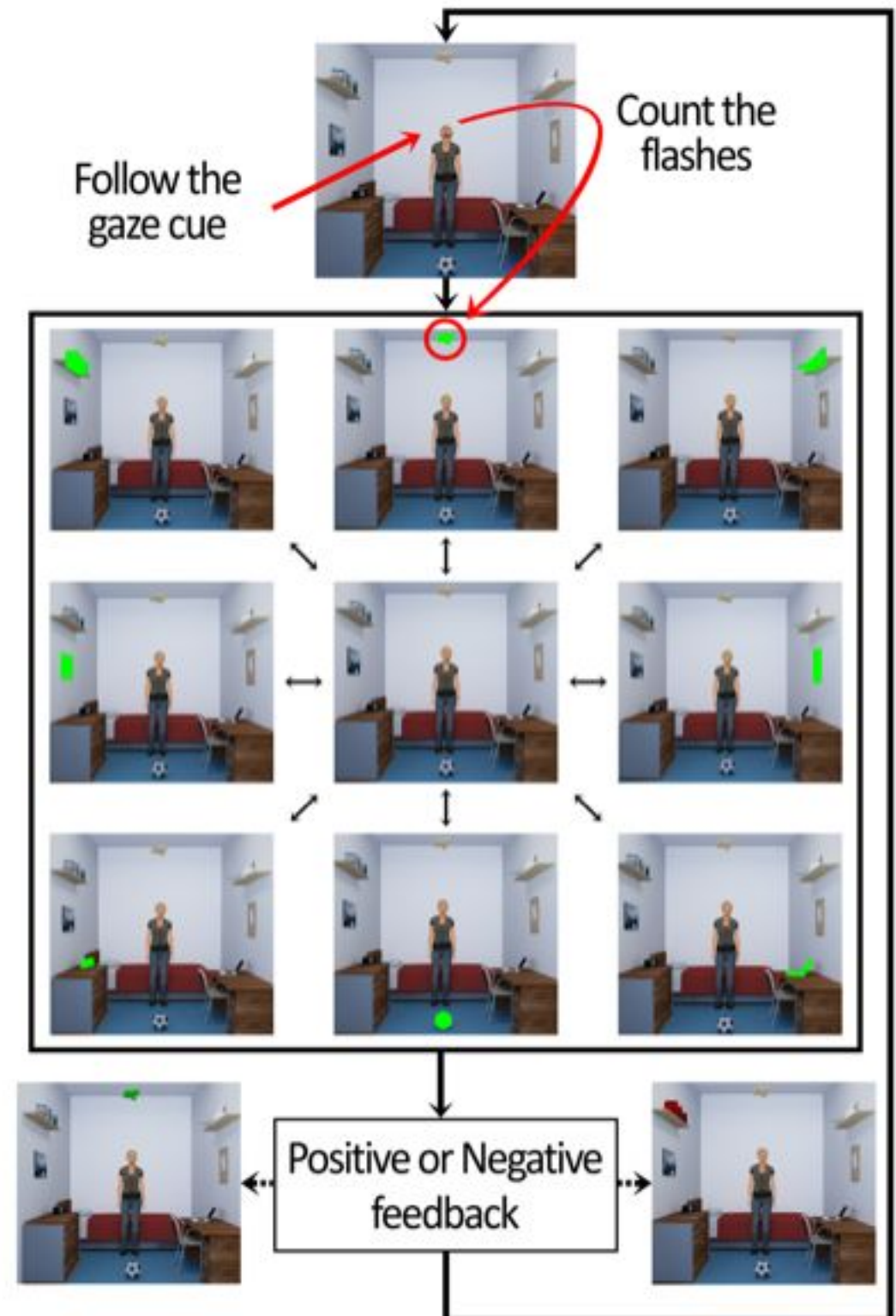
An Interventional Study to Improve Social Attention in Autistic Spectrum Disorder (ASD): A **Brain Computer Interface** (BCI) Approach



BCIAUT

An Interventional Study to Improve Social Attention in Autistic Spectrum Disorder (ASD): A Brain Computer Interface (BCI) Approach

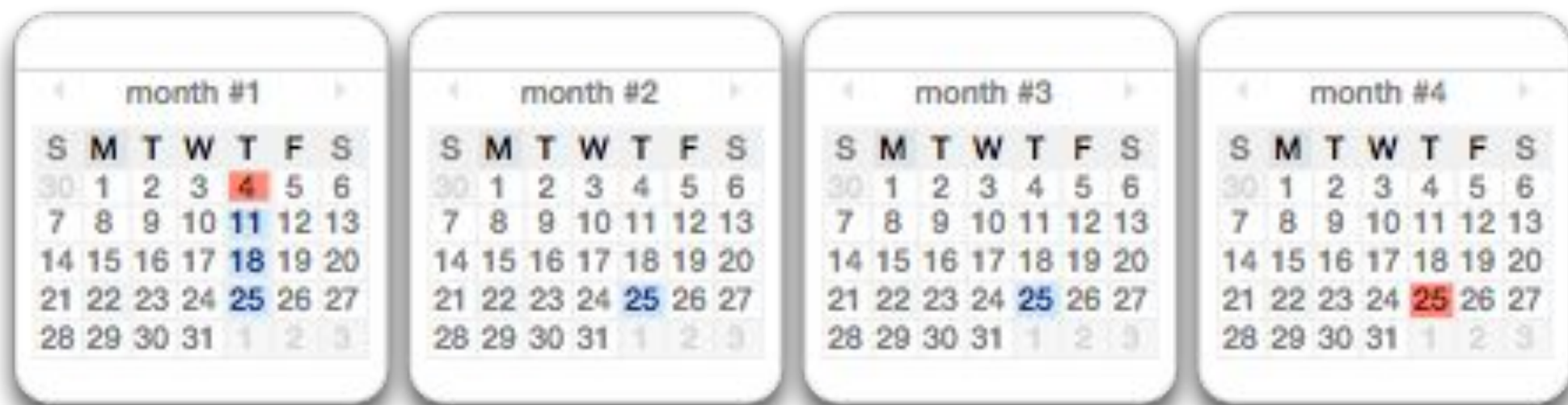
- Identification of social clues
(joint-attention)
- Based on brain signal related with attention



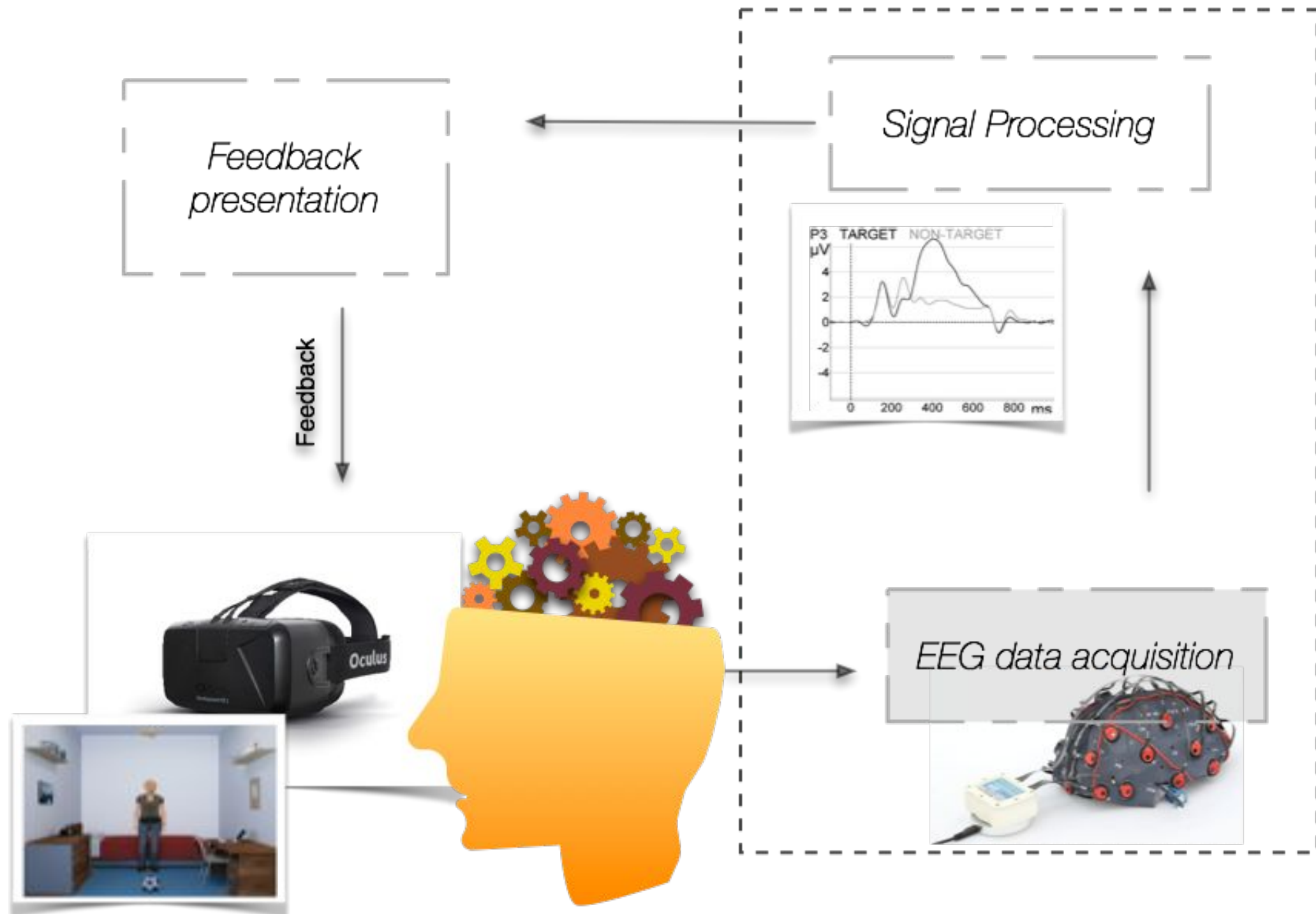
BCIAUT

An Interventional Study to Improve Social Attention in Autistic Spectrum Disorder (ASD): A Brain Computer Interface (BCI) Approach

- Involves 7 **neurofeedback sessions** and 1 **follow-up visit** (6 months after the last neurofeedback session)
- 4 consecutive weeks and the 5, 6 and 7th sessions monthly

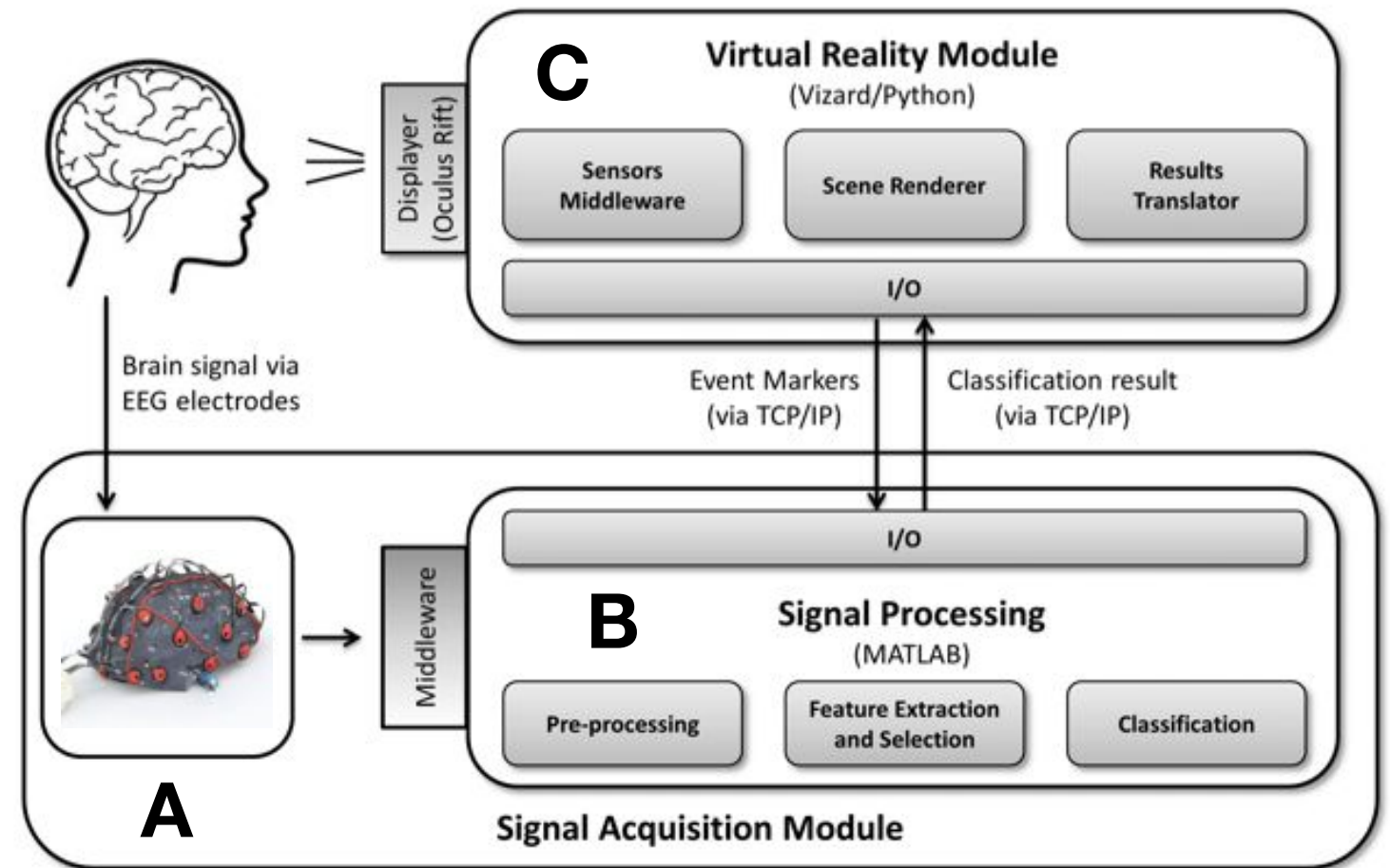


BCI Setup



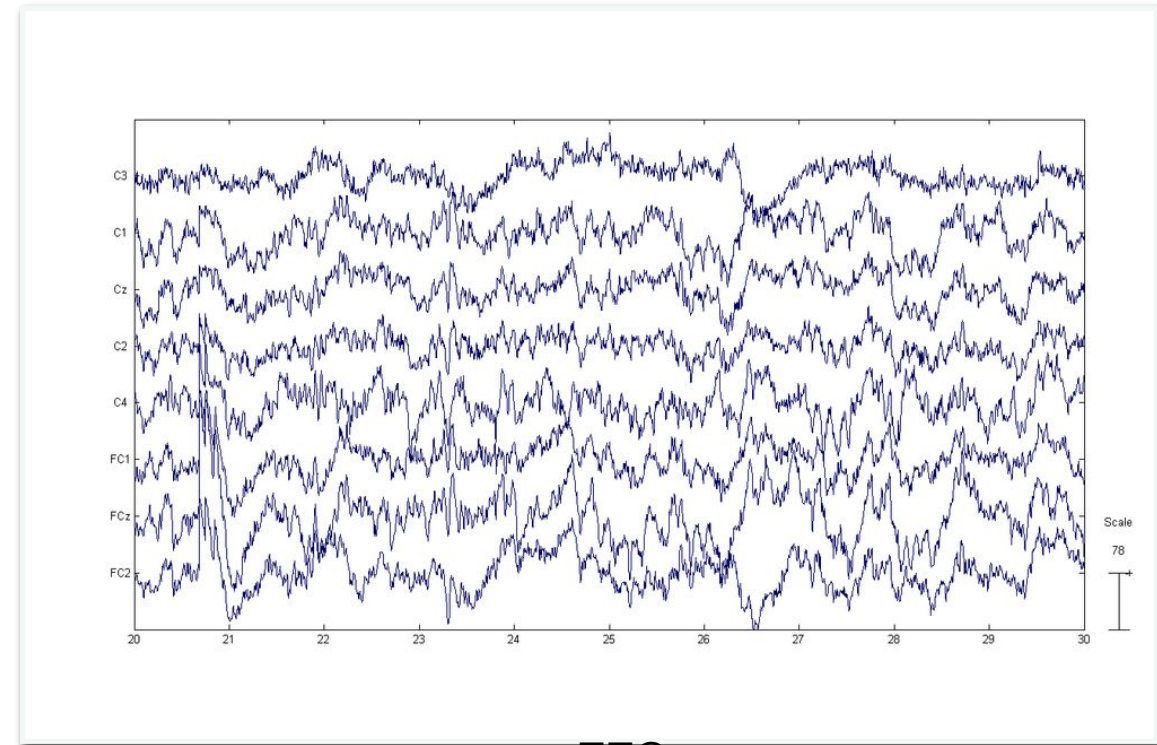
BCI Setup

- Acquisition equipment (**A**)
 - g.Nautilus 16 Research Headset
 - Collecting data at 250Hz, 8 active electrodes
- Signal processing (**B**)
 - Computation of neuroimaging-based feedback
 - Spatial filtering and automatic classification
- Feedback presentation (**C**)
 - Vizard and Oculus Rift

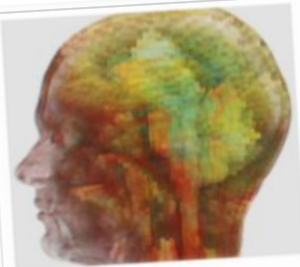


Challenges

- Feedback calculation
 - Low Signal to Noise Ratio
- Communication between acquisition and VR software
 - Synchrony is essential
 - Millisecond order precision
- Feedback presentation
 - Scenario Realism



EEG
signal



Estudo da atividade cerebral e neurofeedback

Objetivos

Pretende-se estudar os efeitos de uma intervenção de neurofeedback na capacidade de reconhecimento de expressões faciais em participantes com perturbação do espectro do autismo (PEA) de alto funcionamento.

O estudo poderá permitir um melhor conhecimento dos mecanismos que podem estar associados aos défices e particularidades no reconhecimento de expressões faciais e emoções.

Elegibilidade

Serão incluídos 15 participantes com perturbação do espectro do autismo de alto funcionamento, com idades superiores a 16 anos.

Quem somos

Este estudo está a ser conduzido pelo IBILI. Para o esclarecimento de qualquer questão ou se considera participar no estudo, contacte-nos.

Acerca

O IBILI é um instituto da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (FMUC) que realiza investigação em diversas áreas da saúde. A nossa equipa é composta por Médicos, Biólogos, Psicólogos, Engenheiros e Fisioterapeutas, trabalhando em várias fases da vida em populações clínicas e não-clínicas.

Contacte-nos

Telefone: 239480261

E-mail: direccao@ibili.ucp.pt

Web: <http://www.ucp.pt/ibili>



Avenida de Santa Comba
Coimbra - 3000-548 Coimbra

Apoios:



Equipamento de realidade virtual e touca de EEG utilizadas na intervenção

Interface Cérebro-Computador

Eletroencefalografia

A aquisição dos sinais fisiológicos cerebrais será feita usando eletroencefalografia (EEG), e o cenário virtual será apresentado usando óculos de realidade virtual. Estes equipamentos são **não-invasivos e não apresentam riscos para o participante**. Para uma melhor qualidade dos dados, será usada uma pequena quantidade de gel condutor, pelo que poderá ser necessário lavar a cabeça após a intervenção. Os investigadores envolvidos tomarão todas as medidas para salvaguardar o conforto e bem-estar do participante.

Estudo

Este estudo, a decorrer nas instalações do IBILI/ICNAS, vai procurar estudar com detalhe a perturbação do espectro do autismo de alto funcionamento.

"Ajude-nos a estudar a perturbação do espectro do autismo e permitir um melhor conhecimento dos seus mecanismos"

Esta intervenção de **Interface Cérebro-Computador (ICC)** consiste na identificação de pistas sociais com base no sinal cerebral relacionado com a atenção.

A informação que será recolhida irá contribuir para uma melhor informação dos investigadores, dos médicos e outras técnicas de saúde relativamente à PEA e desta forma melhorar os cuidados clínicos e de reabilitação ou intervenção educacional e comportamental a prestar aos indivíduos com PEA.



Cenário de realidade virtual apresentado nas intervenções

Participação

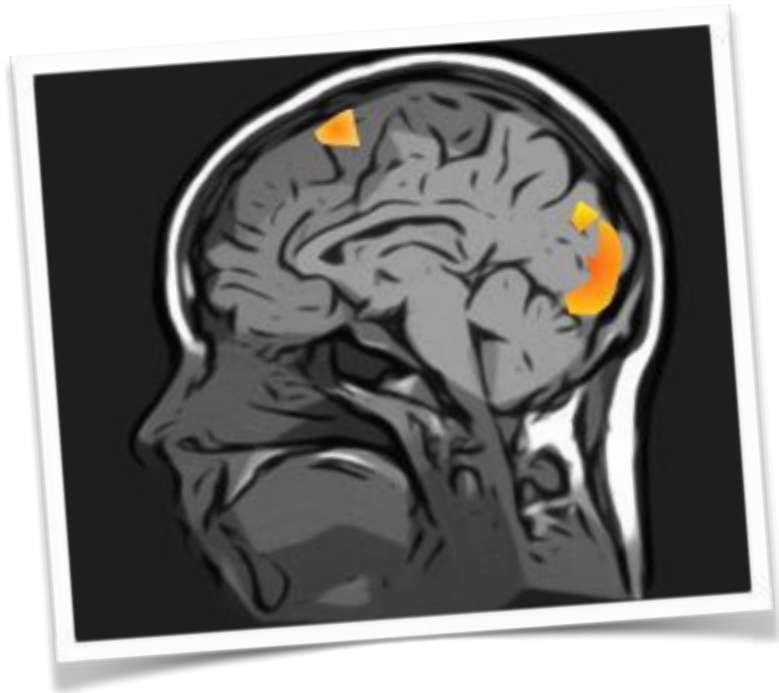
Este estudo é constituído por **7 sessões** de intervenção e por **1 visita** de acompanhamento, seis meses após o término das sessões.

A primeira e última sessões de intervenção incluem uma **avaliação neuropsicológica** para além da **sessão de ICC**, e terão a duração aproximada de 4 horas. As restantes visitas terão a duração aproximada de uma hora e trinta minutos, correspondentes às **sessões de ICC**.

As primeiras quatro visitas serão semanais, e as três seguintes terão lugar mensalmente.

Os participantes e respectivos acompanhantes serão resarcidos das despesas efectuadas no âmbito da participação no estudo, nomeadamente despesas de transporte, alimentação e, se necessário, de alojamento, eventualmente pagas na modalidade de ajudas de custo, quando aplicável.

Team



Leaders

Prof. Dr. Miguel Castelo-Branco (IBILI, ICNAS, FMUC)

Prof. Dr. Guiomar Oliveira (UNDA, IBILI, FMUC)

Susana Mouga (IBILI, UNDA)

Marco Simões (DEI, IBILI)

Carlos Amaral (IBILI)

João Andrade (IBILI)

Bruno Direito (IBILI)

Hugo Quental (IBILI)

Alexandre Sayal (IBILI)

Raquel Monteiro (IBILI)



Questions?

Supplementary material

Challenges fMRI

- Hemodynamic Response Function (HRF) in relation to the neural activities
- The onset of neural activity leads to a systematic series of physiological changes in the local network of blood vessels that include
 - changes in the cerebral blood volume per unit of brain tissues
 - changes in the rate of cerebral blood flow,
 - changes in the concentration of oxyhemoglobin and deoxyhemoglobin.

Challenges fMRI

- General Linear Model (GLM)

