

STRESZCZENIE POPULARNONAUKOWE

1. Cel prowadzonych badań/hipoteza badawcza

Projekt dotyczy efektów polaryzacji rdzenia kręgowego za pomocą przezrdzeniowej stymulacji prądem stałym (ang. trans-spinal Direct Current Stimulation tsDCS), naśladującej naturalne procesy polaryzacyjne w obrębie sieci neuronalnych rdzenia kręgowego. Przedmiotem badań będzie wpływ pól elektrycznych otaczających czynne neurony na poziom aktywacji neuronów sąsiednich, będących w obrębie działania pola elektrycznego neuronów aktywnych. Celem projektu badawczego na modelu zwierzęcym (szczur) jest wypełnienie istotnej luki w neurofizjologii i kinezyjologii: brak jest dostatecznego zrozumienia mechanizmów fizjologicznych kierujących procesami polaryzacji. Badania przewidziane w projekcie mają za zadanie odpowiedzieć na pytania, w jaki sposób tsDCS modyfikuje właściwości błony komórkowej i pobudliwość motoneuronów oraz w jaki sposób wpływa na charakterystykę wyładowań rytmicznych motoneuronów. Podstawowe przesłanki uzasadniające podjęcie tego problemu badawczego to brak danych dotyczących bezpośredniego wpływu polaryzacji przezrdzeniowej na cechy motoneuronów oraz wskazywane w literaturze liczne rozbieżności w próbach wyjaśnienia mechanizmów fizjologicznych kierujących procesami polaryzacji. Hipotezy badawcze zakładają, w oparciu o badania pilotażowe, że (1) zewnętrznie aplikowane pola elektryczne natychmiast modyfikują próg pobudliwości, zmieniają charakterystykę wyładowań czynnościowych motoneuronu i kierunek zmian zależy od charakteru polaryzacji (katodowa vs. anodowa); (2) zmiany właściwości motoneuronów w odpowiedzi na polaryzację rdzenia trwają o wiele dłużej niż sama stymulacja tsDCS; (3) długotrwała polaryzacja uruchomi mechanizmy adaptacyjne motoneuronów.

2. Zastosowana metoda badawcza/metodyka

Badania zostaną przeprowadzone na dorosłych szczurach szczepu Wistar, płci męskiej, w jednakowych warunkach eksperymentalnych, w grupach jednorodnych wiekowo, pochodzących z tej samej hodowli i o takim samym stopniu codziennej aktywności ruchowej. Planowane są eksperymenty na 130 zwierzętach. Określone zostaną zarówno natychmiastowe, krótkotrwałe jak i długotrwałe efekty polaryzacji rdzenia, dzięki czemu wyniki projektu stworzą kompleksowy obraz fizjologicznych mechanizmów leżących u podstaw efektów polaryzacji rdzenia kręgowego. W każdym etapie badań aplikowana będzie zarówno polaryzacja katodowa, jak i anodowa, aby stwierdzić, czy obserwowane efekty będą biegunowo-zależne. W projekcie przewidziano trzy zadania badawcze: (1) Natychmiastowe efekty przezrdzeniowej polaryzacji anodowej i katodowej w trakcie rejestracji z motoneuronu; (2) Przedłużony wpływ jednorazowej przezrdzeniowej polaryzacji na właściwości motoneuronów; (3) Wpływ długotrwałej, powtarzanej polaryzacji rdzenia kręgowego na właściwości motoneuronów. Eksperymenty w zadaniach 1-3 będą prowadzone in vivo, w znieczuleniu ogólnym, w kontrolowanych warunkach (sztuczne oddychanie, monitorowanie temperatury ciała, pracy serca, wydychanego CO₂). Rejestracje będą dokonywane z motoneuronów unerwiających mięśnie kończyny tylnej, położonych w segmentach L4-L5. W zadaniu 3 uwzględniona zostanie dodatkowa grupa kontrolna, którą stanowić będą szczury niepoddane polaryzacji, ale poddane wszystkim innym procedurom aplikowanym zwierzętom z grup badawczych.

3. Wpływ spodziewanych rezultatów na rozwój nauki, cywilizacji, społeczeństwa

Głównym efektem realizacji projektu będą publikacje w międzynarodowych indeksowanych czasopismach naukowych (Thomson Reuters Web of Science). Zmiany w poziomie aktywności sieci neuronalnych oraz pobudliwości wstępujących i zstępujących dróg nerwowych poddanych działaniu pól elektrycznych są obecnie obiektem intensywnych badań klinicystów i neurofizjologów w wielu ośrodkach badawczych na całym świecie. Polaryzacja neuronów wywołana sztucznie przez zewnętrznie aplikowaną stymulację prądem stałym jest nową metodą neuromodulacyjną, stosowaną ostatnio coraz częściej (pomimo wielu niewiadomych odnośnie mechanizmów i interakcji neuronalnych w rdzeniu kręgowym) w rehabilitacji pacjentów po urazach neurologicznych lub jako dodatek do treningu fizycznego. Wyniki planowanych badań będą nowatorskie: (1) po raz pierwszy odpowiedzą na pytanie, w jaki sposób zmiany pola elektrycznego wywołane przezrdzeniową stymulacją dodatnim lub ujemnym prądem stałym bezpośrednio modulują właściwości elektrofizjologiczne motoneuronów rdzenia kręgowego; (2) po raz pierwszy zbadane zostaną

długotrwałe efekty polaryzacji rdzenia kręgowego. Wyniki planowanych badań wprowadzą nowe elementy do podstawowej wiedzy z dziedziny elektrofizjologii motoneuronów i kinezylogii oraz przyczynią się do wyznaczenia standardów stosowania przezrdzeniowej polaryzacji dla potrzeb nauk medycznych, sportu i rehabilitacji.