

XVI Konferencja Naukowo-Techniczna

TKI2022

TECHNIKI KOMPUTEROWE W INŻYNIERII

18–21 października 2022

Badania realizowane z wykorzystaniem technologii fNIRS – wybrane aspekty

Natalia Daniel¹, Szymon Saternus², Kamil Sybilski², Jerzy Małachowski²

¹Instytut Techniki Rakietowej i Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego

²Instytut Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej, Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego

email: natalia.daniel@wat.edu.pl, szymon.saternus@wat.edu.pl, kamil.sybilski@wat.edu.pl, jerzy.malachowski@wat.edu.pl

STRESZCZENIE: Badania przedstawione w niniejszej pracy miały na celu przeanalizowanie wpływu zmiany koloru włosów na wartość ilości odbieranego światła przez odbiorniki fNIRS oraz długość włosów na jakość odbieranego sygnału. Pomiar realizowano jako część badań szerszej grupy badań, w ramach których m.in. porównywane są indywidualne charakterystyki sygnałów fNIRS badanej grupy osób. Do realizacji pomiarów wykorzystano urządzenie OctaMon+ (8 kanałów) – Artinis Medical Systems, Einsteinweg 17, 6662 PW Elst, The Netherlands do monitorowania utlenowania mózgu w czasie rzeczywistym. W ramach prac wykonano 2 serie badań. W 1 serii włosy badanego zostały najpierw rozjaśnione, po czym zafarbowano je na ciemniejszy, wpadający w odcień szarości kolor. Uzyskane wyniki pokazują wpływ rozjaśnienia włosów na ilość odbieranego światła emitowanego przez transmiery. W serii 2, badanemu zostały stopniowo skracane włosy z 80,0 mm do 9,0 mm długości. W serii 2, w której uczestnik miał włosy znacznie ciemniejsze, reakcję urządzenia zauważono dopiero przy długości włosów wynoszącej 15,0 mm, aktywowały się dwa odbiorniki. Dalsze skrócenie włosów aktywowało kolejny odbiornik.

SŁOWA KLUCZOWE: fNIRS, kolor włosów, długość włosów, utlenowanie

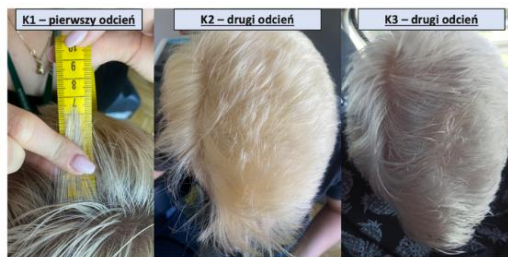
1. Wprowadzenie

Funkcjonalna spektroskopia bliskiej podczerwieni (fNIRS) jest metodą obrazowania aktywności mózgu wykorzystującą światło podczerwone, które przenika przez tkanki [1]. W trakcie pomiarów emitowane światło jest w różnym stopniu (zależnie od ilości tlenu) odbijane i pochłaniane przez hemoglobinę. Wszystko, co może zaburzać przenikanie światła, ma wpływ na uzyskiwane wyniki i dokładność. Są to m.in. kolor i długość włosów, przebarwienia skórne itp. Wiele prac dotyczących pomiarów z wykorzystaniem fNIRS porusza te kwestie [2-4]. Brakuje jednak dokładnych informacji, które można byłoby przenieść bezpośrednio do badań dotyczących wpływu zadanego ruchu na odpowiedź układu krwionośnego (i utlenowanie krwi) realizowanych w Wojskowej Akademii Technicznej. Z tego względu autorzy postanowili sprawdzić wpływ długości i koloru włosów na jakość sygnału oraz ilość odbieranego światła.

2. Materiały i metody

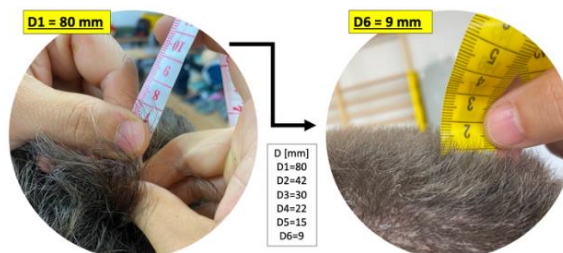
Przeprowadzenie pomiarów odbywało się przy wykorzystaniu urządzenia OctaMon+ (8 kanałów) – Artinis Medical Systems, Einsteinweg 17, 6662 PW Elst, The Netherlands. Urządzenie pozwala na monitorowanie utlenowania mózgu w czasie rzeczywistym w nieinwazyjny sposób. Optody w trakcie badania zamontowane były w specjalnym czepku, który zapewniał pewne i jednoznaczne ich położenie na głowie.

W ramach badań przeprowadzono dwie serie pomiarów. Pierwsza dotyczyła zmiany koloru włosów (rys. 1): trzy stopnie jasności włosów (jasne z odrostem – K1, utlenione rozjaśniaczem – K2, jasna farba – K3).



Rys. 1. Stopnie rozjaśnienia włosów

Druga seria dotyczyła zmiany długości włosów (rys. 2): 6 pomiarów (D1 = 80,0 mm, D2 = 42,0 mm, D3 = 30,0 mm, D4 = 20,0 mm, D5 = 15,0 mm, D6 = 9,0 mm). W przypadku pierwszego testu kluczowymi danymi były wartości opisujące ilość odbieranego światła przez odbiorniki fNIRS. Wartości te były odczytywane dla dwóch długości fali: 884 oraz 759 nm dla każdego z 8 transmiery w 10 kolejnych szczytowych wartościach utlenowania. W przypadku drugiego testu postanowiono analizować sygnał pod kątem jego kształtu ze względu na zbyt dużą absorpcję światła wynikającą z koloru oraz grubości włosów osoby badanej.

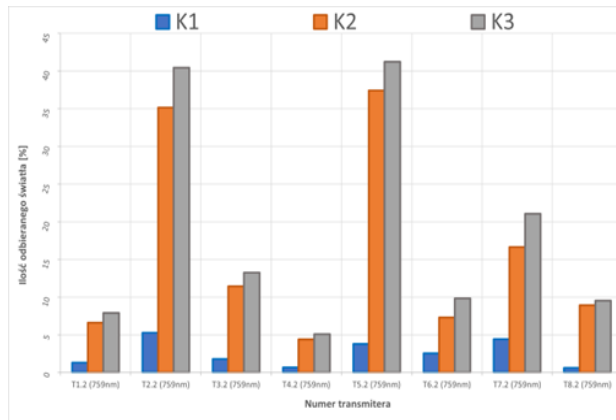


Rys. 2. Zmiana długości włosów

3. Wyniki

Seria 1

Dla każdego z odcieni włosów przeprowadzono trzykrotny pomiar. Na rysunku 3 zestawiono wartości ilości odbieranego światła w zależności od punktu pomiaru dla każdego transmitera.

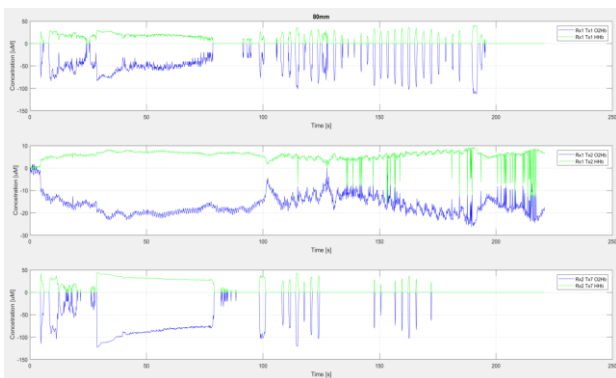


Rys. 3. Wykres ilości odbieranego światła o długości 759 nm emitowanego przez poszczególne transmisery dla wszystkich prób

Seria 2

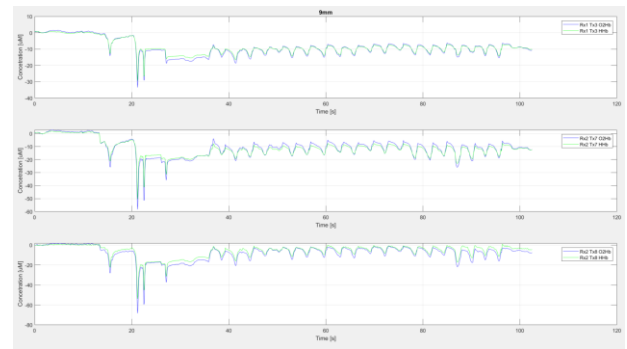
Dla każdej długości włosów przeprowadzono trzykrotny pomiar. Urządzenie nie wykazywało reakcji dla długości włosów od 80,0 mm do 15,0 mm. Dlatego dla tych pomiarów przeanalizowano sygnał pod kątem jego jakości. Rejestr przebiegów sygnału przykładowych transmiterów dla długości włosów 80,0 mm zaprezentowano na rysunku 4. Przy długości włosów 15 mm zauważono reakcję dwóch transmiterów: T2 oraz T6, natomiast przy długości włosów 9 mm zauważono reakcję trzech transmiterów: T3, T7 oraz T8. Sygnał zarejestrowany dla transmiterów T3, T7, T8, które pomimo reakcji urządzenia nie wykazywały wysokiej absorpcji zaprezentowano na rys. 5.

Dodatkowo mapa mózgu prezentująca obszary wysycenia tlenem dla wartości dolnej i górnej wzbudzenia dla długości włosów 9 mm pokazana jest na rys. 6.

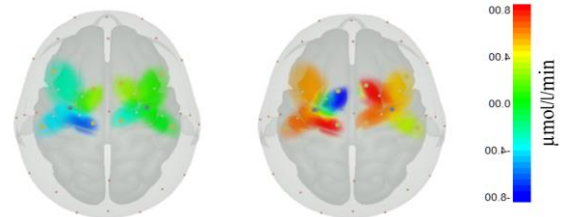


Rys. 4. „Sygnały dla długości włosów 80 mm”

Na rysunku 5. można zauważyć wyraźną stabilizację w trakcie wykonywanego przez uczestnika zadanego ruchu kończyn dolnych. Niemniej odczyty z mapy mogą wprowadzać w błąd pod kątem zbyt małej ilości transmiterów aktywnych.



Rys. 5. „Sygnały T3, T7 i T8 dla długości włosów 9 mm”



Rys. 6. Mapa obszarów wysycenia tlenem dla długości 9,0 mm „low” (po lewej) i 9,0 mm „high” (po prawej)

4. Podsumowanie

Uzyskane wyniki pokazują znaczny wpływ rozjaśnienia włosów na ilość odbieranego światła emitowanego przez transmisery. Pomimo dość długich włosów uczestnika serii 1 uzyskano satysfakcjonujące wyniki. Z kolei w serii 2, w której uczestnik miał włosy o ciemnym odcieniu, reakcję urządzenia zauważono dopiero przy długości włosów równej 15 mm i polepszała się ona przy długości 9,0 mm.

Opisane wyniki pomiarów nie wyczerpują tematu i nie mogą być traktowane jako jednoznaczne kryterium do kwalifikacji uczestników badań z wykorzystaniem funkcjonalnej spektroskopii bliskiej podczerwieni (fNIRS). Niemniej na podstawie przeprowadzonych pomiarów można zauważyć, że odpowiednie przygotowanie do rekrutacji uczestników badań eksperymentalnych (w przypadku pracy – sportowców) może skrócić czas badań oraz zwiększyć świadomość pod kątem problematyki ich przeprowadzania.

Praca powstała przy wsparciu uczelnianego grantu badawczego realizowanego w Wojskowej Akademii Technicznej (nr UGB 22-765/2022).

Literatura

- [1] Wilcox T., Biondi M., *fNIRS in the developmental sciences*, Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, vol. 6, no. 3, Wiley-Blackwell, pp. 263-283, May 01, 2015. doi: 10.1002/wcs.1343.
- [2] Peci S., Peci F., *Hemoglobin (Hb) - Oxyhemoglobin (HbO) Variation in Rehabilitation Processes Involving Prefrontal Cortex*, Prefrontal Cortex, London, United Kingdom: IntechOpen, 2018. doi: 10.5772/intechopen.79163.
- [3] Orihuela-Espina F., Leff D. R., James D. R. C., Darzi A. W., Yang G. Z., *Quality control and assurance in functional near infrared spectroscopy (fNIRS) experimentation*, Phys Med Biol, vol. 55, no. 13, pp. 3701-3724, 2010. doi: 10.1088/0031-9155/55/13/009.
- [4] Khan B., Wildey C., Francis R., Tian F., Delgado MR., Liu H., Macfarlane D., Alexandrakis G., *Improving optical contact for functional near infrared brain spectroscopy and imaging with brush optodes*, Biomed Opt Express, 2012 May 1; 3(5):878-98. doi: 10.1364/BOE.3.000878.