

Wpływ pola elektromagnetycznego na komórki nowotworowe

Wała M., Osuchowska P., Andrejuk K., Łapiński M.

Centrum Inżynierii Biomedycznej, Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna, ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, e-mail: marta.wala@wat.edu.pl

Wstęp

Choroby nowotworowe zajmują drugie miejsce wśród przyczyn zgonów w Polsce. Według Krajowego Rejestru Nowotworów w 2012 roku nowotwory stanowiły aż 26 % zgonów wśród mężczyzn oraz 23 % zgonów wśród kobiet. W związku z tak liczną zachorowalnością na nowotwory stale poszukuje się nowych terapii mających na celu zahamowanie ich rozwoju. Zastosowanie pola elektromagnetycznego wydaje się być potencjalnym rozwiązaniem w zwalczaniu chorób nowotworowych.

Na podstawie wielu badań naukowych wykazano, że pole elektromagnetyczne o niskich częstotliwościach wpływa na procesy biologiczne w komórkach. Autorzy podkreślają m. in., że pole elektromagnetyczne wpływa na wzrost i proliferację komórek, metabolizm oraz cykl komórkowy. Potwierdzono również indukcję apoptozy w komórkach nowotworowych po ekspozycji na pole elektromagnetyczne, co przyczynia się do zwiększenia wrażliwości komórek lekoopornych.

Wyniki badań naukowych na temat wpływu pola elektromagnetycznego na komórki nowotworowe dają często sprzeczne wyniki, choć większość z nich wskazuje na antynowotworowy mechanizm działania pola elektromagnetycznego. Badania *in vitro* wykazały wysoką specyficzność względem czasu ekspozycji, typu komórek nowotworowych oraz parametrów pola elektromagnetycznego takich jak natężenie, czy częstotliwość. Badania *in vivo* oraz epidemiologiczne skupiają się na wpływie pola elektromagnetycznego na płodność człowieka oraz na całym procesie kancerogenezy włączając w to metastazę oraz angiogenezę. Istnieje wiele niejednoznacznych hipotez dotyczących wpływu pola elektromagnetycznego na organizm człowieka, jednakże dokładny mechanizm jego działania nie został jeszcze poznany.

Materiały i metody

Linie komórkowe wykorzystane w doświadczeniach:

1. HeLa - nowotwór szyjki macicy
2. Ovc3 - gruczolakorak jajników
3. HT1080 - włókniakomięsak
4. HL60 - ludzka białaczka szpikowa
5. A2780 - nowotwór jajników

Test na przeżywalność komórek – MTT

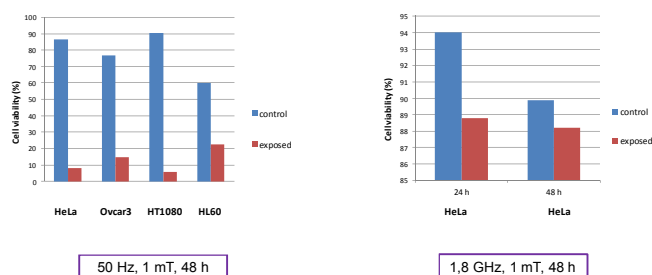
Komórki pasażowano na płytki 96-dółkowe w liczbie 4×10^3 na każdy dółek i inkubowano przez 24 godziny w temperaturze 37°C i 5 % stężeniu CO₂. Komórki poddano działaniu pola elektromagnetycznego o natężeniu, częstotliwości i czasie ekspozycji zależnym od eksperymentów. W przypadku badań zespołu Baharara komórki lekooporne traktowano dodatkowo cisplatyną do stężenia 15, 30, 60, 80, 100 µM. Inkubowano kolejne 24 godziny, a następnie do każdego dołka dodawano 25 µl soli tetrazolowej w PBS i inkubowano przez 3 godziny. Kolejno odsysano pożywkę, a osad rozpuszczano w 100 µl 100 % DMSO. Gęstość optyczną mierzono w czytniku mikroplitek przy długości fali 550 nm i długości referencyjnej 620 nm.

Poster został wykonany w oparciu o badania naukowe zamieszczone w wymienionych poniżej publikacjach:

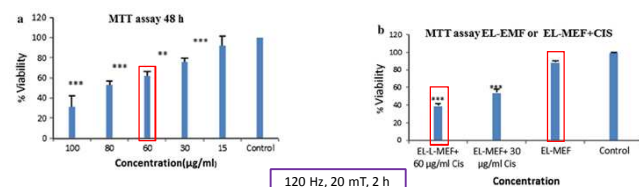
1. Krajowy Rejestr nowotworów online <http://onkologia.org.pl/>
2. Sudhakar A., History of Cancer, Ancient and Modern Treatment Methods, „J Cancer Sci Ther”, vol. 1 no. 2, 2009, pp. 1–4.
3. Baharara J., Hosseini N., Ramezani F. T., Extremely low frequency electromagnetic field sensitizes cisplatin-resistant human ovarian adenocarcinoma cells via P53 activation, „Cytotechnology”, 2015.
4. Lai H. C., Singh N. P., Medical applications of electromagnetic fields, „IOP Conference Series: Earth and Environmental Science”, vol. 10, no. 1, 2014.
5. Chen X., Wang S., Leung P.S. W., Electromagnetic Field Exposure May Influence the Apoptosis Rate of Human Cell Cultures, „Wireless Symposium (IWS)”, IEEE International, 2014, pp. 1–4.
6. Mattsson M. O., Simkó M., Grouping of Experimental Conditions as an Approach to Evaluate Effects of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields on Oxidative Response in *in vitro* Studies, „Front Public Health”, vol. 2, 2014, pp. 132.

Wyniki

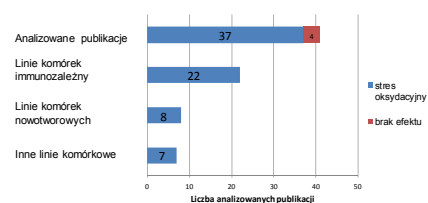
Wpływ pola elektromagnetycznego na żywotność komórek nowotworowych



Wpływ pola elektromagnetycznego na komórki lekooporne



Pole elektromagnetyczne, a stres oksydacyjny



Mattsson i Simko zebrali 41 publikacji, które poruszają tematykę pola elektromagnetycznego i stresu oksydacyjnego. Następnie pogrupowali je na różnego rodzaju linie komórkowe. W większości, bo aż w 36 artykułach naukowych wykazano efekt stresu oksydacyjnego po ekspozycji komórek na pole magnetyczne.

Typ komórek:	Warunki ekspozycji	Stres oksydacyjny
Jednojądrowe komórki krwi obwodowej	20–5000 Hz 5µT 30 min	NIE
Jednojądrowe komórki krwi obwodowej	50 or 60 Hz 2, 20, 100, 500 µT 6 h	NIE
Komórki nabłonkowe sutka: MCF - 10A	60 Hz 1 mT 4 h	NIE
Mysie fibroblasty: L929	50 Hz 100, 300µT 1, 24 h	NIE
Szczurze neurony korowe	60 Hz 0.1, 1.0 mT 7 dni	NIE
Królicze krwinki czerwone	50 Hz 0.2, 0.5 mT 45, 90 min	NIE

Wnioski

- Efektywność pola elektromagnetycznego jest zależna od:
 - typu nowotworu
 - czasu ekspozycji
 - parametrów fizycznych m.in. natężenia, częstotliwości
- Pole elektromagnetyczne:
 - obniża żywotność czterech różnych linii komórek nowotworowych (HeLa, Ovc3, HT1080, HL60)
 - jest selektywne względem komórek nowotworowych nie wywołując negatywnych efektów w tkance prawidłowej
 - przywraca wrażliwość komórek opornych na cisplatynę
 - indukuje w komórkach nowotworowych stres oksydacyjny prowadząc do śmierci komórki