

Dopady geomagnetických pulzací na nervový a kardiovaskulární systém člověka

J. Kutscherauer ¹, E. A. Semrádová ²

¹ G. J. S. Machara, *jakub.kutsch@email.cz*

² G. České Budějovice, Jírovcova 8, *evelyna7@seznam.cz*

V. Zablotskii; Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 1999/2

Abstrakt

Práce se zabývá popisem mechanismů vlivu geomagnetických pulzací na lidský organismus. Jejím cílem je se na základě dostupných statistických dat popsat biologické mechanismy těchto vlivů a následně navrhnout metodiku experimentu, které by mohli tyto hypotézy ověřit.

1 Úvod

Podle řady průzkumů má geomagnetické pole značný vliv na různé aspekty lidského zdraví, kdy ovlivňuje zejména nervový a kardiovaskulární systém. V období změn geomagnetické aktivity je například zaznamenáván výrazný nárůst výskytu srdeční arytmie, infarktu myokardu, změn krevního oběhu či epileptických záchvatů.

Přesné biologické mechanismy těchto jevů však stále nejsou dostatečně popsány. Jejich pochopení je přitom klíčové pro rozvoj prevence před těmito negativními vlivy. Zároveň by jejich výzkum mohl vést k hlubšímu pochopení lidského těla a jeho patologie.

2 Teoretický úvod

2.1 Vlastnosti magnetického pole

Magnetické pole je jedna ze dvou vzájemně provázaných složek elektromagnetického pole. Jeho zdrojem je obecně pohybující se náboj, tedy například kmitající nabitá částice nebo elektrický proud. Toto pole následně působí přitažlivou interakcí (tzv. Lorentzovou silou) na látky, které splňují určité vlastnosti. Níže se práce zabývá zejména feromagnetiky a paramagnetiky, které přitažlivě interagují s magnetickým polem a zesilují ho.

Základními veličinami, pomocí kterých je možné popsat magnetické pole, jsou elektromagnetická indukce \vec{B} (jednotka Tesla, T) a intenzita magnetického pole \vec{H} (jednotka A/m). Elektromagnetická indukce určuje, jakou silou je látka v magnetickém poli přitahována. Intenzita magnetického pole pak popisuje mocnost magnetického pole v závislosti na permeabilitě a magnetizaci prostředí, ve kterém se vyskytuje.

2.2 Magnetické pole Země a Slunce

Vedle přirozeně magnetických materiálů (tzv. permanentních magnetů) a elektromagnetů může magnetické pole vznikat v jádru planet a hvězd. Země má například dipólové magnetické pole (tzv. geomagnetické pole) o síle 30 až 60 μT . Způsob jeho vzniku stále není přesně znám, nicméně předpokládá se, že je důsledkem vzájemné rotace vnějšího a vnitřního jádra.

Své magnetické pole má taktéž Slunce. Jeho síla je oproti geomagnetickému poli nižší (kolem 10 μT), ovšem jeho rozsah a složitost ho značně přesahuje. Vlivem magnetického pole vznikají na Slunci tzv. magnetické bouře, které vyvrhují hmotu slunečního povrchu a vzniká tzv. sluneční vítr, tvořený zejména protony a elektrony, jež zasahuje další tělesa Sluneční soustavy. Díky geomagnetickému poli jsou tyto částice odstíněny a neohrožují tak život na Zemi. Jejich projev však můžeme pozorovat například ve formě polární záře.

2.3 Schumannova rezonance

Při srážkách slunečního větru s atmosférou Země dochází mimo jiné k interakci mezi částicemi ze Slunce a zemskou ionosférou. Během jejich interakce vzniká elektromagnetické vlnění o ultra nízkých frekvencích (ULF), které se šíří magnetickým polem a dostává se až na povrch Země. Tento jev se souhrnně nazývá Schumannova rezonance.

Výsledné záření je možné detekovat na Zemi jako zvýšený podíl nízkofrekvenčního elektromagnetického záření o určitých frekvencích. Schumannova rezonance probíhá zejména v pásmech kolem 7,83 Hz, 14,3 Hz, 20,8 Hz, 27,3 Hz a 33,8 Hz.

3 Výsledky

3.1 Rezonance v oboru alfa vln

Alfa vlny jsou jedním typem elektromagnetických vln, které běžně vznikají při mozkové aktivitě. Předpokládá se, že vznikají v thalamu v zadní části mezimozku, který je zodpovědný za relaxaci a odpočinek těla.

Pozoruhodné je, že jejich frekvenční rozsah (8 Hz až 12 Hz) se překrývá s frekvencí Schumannovy rezonance (přibližně 8 Hz). Je tedy možné, že při zvýšeném podílu těchto vln v atmosféře vlivem magnetické aktivity může vést k rezonanci s tkání thalamu, a tedy jeho zvýšené aktivitě. Ta by poté vedla zejména k únavě dané osoby. U osob s epilepsií by pak takto iniciované zvýšení mozkové aktivity mohlo vysvětlovat zvýšení četnosti a závažnosti epileptických záchvatů v průběhu vyšší magnetické aktivity.

3.2 Magnetické kovy přítomné v tkáních

Paramagnetické a feromagnetické kovy se poměrně hojně vyskytují v lidské tkáni jakožto kofaktory řady reakcí uvnitř buněk. Magnetický charakter těchto kovů pak může zapříčinit jejich odlišné reakční vlastnosti v přítomnosti proměnlivého magnetického pole, čímž bude ovlivněno i fungování celé části těla.

Příkladem může být například neurotransmise, při níž dochází k přesunu iontů sodíku a draslíku mezi axony. Oba tyto alkalické kovy se řadí mezi paramagnetika, a tedy je možné, že jejich vlastnosti při dané reakci se budou měnit v závislosti na vlastnostech

magnetického pole. To by pak mohlo zapříčinit dysfunkci přenosu informace uvnitř nervové tkáně.

3.3 Feromagnetické nanočástice

Člověk si také zanáší kovové materiály do těla vlastní činností, například ve formě tzv. feromagnetických nanočástic. Ty se využívají v medicíně jako kontrastní látka při měření magnetické rezonance rakovinného bujení. Pro správnou lokalizaci se tyto částice vstříkávají do krevního oběhu pacienta. Většina z nich se poté odbourávají a vylučují z těla pryč, ovšem malá část v těle zůstává a kumuluje se zde. Nejčastěji se tyto částice zachytávají v tenkých cévách a vlásečnicích.

Při výrazné magnetické aktivitě pak může docházet k vlnění těchto nanočástic, čímž vznikne mechanický stres na povrchu buněk. Ten může zapříčinit zablokování iontových pump, čímž dojde k přerušení přenosu iontů mezi buňkou a vnějším prostředím. Dlouhodobé přerušení příjmu iontů pak může znovu vést k dysfunkci celé buňky, a tedy i celé dané tkáně.

4 Shrnutí

V práci se podařilo identifikovat několik možných způsobů, jak by geomagnetické pulsy mohly ovlivňovat fungování neurologického a kardiovaskulárního systému člověka. Fungování lidského těla je z velké části založeno právě na magnetických materiálech, čímž je potenciálně ohrožen změnami geomagnetického pole.

Bližší experimentální poznání bude nepochybně vyžadovat úzkou spolupráci mezi vědeckými a lékařskými pracovníky, jelikož měření vlivů *in vitro* je velmi komplikované na modelování, naopak měření *in vivo* je technicky a eticky komplikované.

Poděkování

Tímto děkujeme všem organizátorům Týdne vědy na Jaderce, díky nimž jsme měli možnost dozvědět se více o tomto tématu. Dále děkujeme našemu garantovi, panu Zablotskému, který nám poskytl veškeré informace a pomohl nám s vytvářením projektu.

Reference

- [1] M. Brammerloh et al. *In Situ Magnetometry of Iron in Human Dopaminergic Neurons Using Superresolution MRI and Ion-Beam Microscopy*
<https://journals.aps.org/prx/abstract/10.1103/PhysRevX.14.021041>
- [2] J. Jiříčková. *NanoBio zkoumá nanomateriály - úžasné i nebezpečné*
<https://www.ukforum.cz/rubriky/veda/8694-nanomaterialy-uzasne-i-nebezpecne>.
- [3] D. Sulzer et al. *Neuromelanin detection by magnetic resonance imaging (MRI) and its promise as a biomarker for Parkinson's disease*
<https://www.nature.com/articles/s41531-018-0047-3>
- [4] R. L. McPherron *Magnetic Pulsations: Their Sources and Relation To Solar Wind and Geomagnetic Acitivity*