



PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA Univerzita Karlova

Magnetické nanočástice v mozku: možná souvislost s Alzheimerovou chorobou

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

Tisková zpráva, Praha 13. 1. 2021

Stává se málokdy, aby geolog zasahoval svým zkoumáním do oblasti tradičně vyhrazeným vědám o živé přírodě. Díky specializaci na zkoumání nejrůznějších projevů magnetismu se geologovi a geofyzikovi Güntherovi Kletetschkovi z PřF UK podařil objev, který může mít řadu využití v dalších výzkumech Alzheimerovy choroby.

Asi před 20 lety publikoval Joe Kirschvink z Kalifornie objev, že mozek obsahuje nanočástice magnetitu. Ve svých výzkumech se však zabýval hlavně otázkou, zda není účel těchto partikulí v navigaci, proto hledal tyto partikule zejména v systému vnitřního ucha. Postupně několik málo dalších studií naznačovalo, že se magnetitové krystalky mohou vyskytovat v různých dalších částech mozku. Na tuto linii objevů navázal tým z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, vedený nečekaně geologem a geofyzikem doc. Güntherem Kletetschkou. *“Stalo se to díky tomu, že ke mě nastoupil na doktorát kolega Robert Bazala, který měl již vystudovanou medicínu. Díky jeho přesahu do oblasti soudního lékařství jsme získali přístup k jedinečnému materiálu, lidským mozkům, které bylo možné studovat. Konkrétně šlo o mozky, některé s patologickými změnami způsobenými Alzheimerovou chorobou,”* vzpomíná doc. Kletetschka.

Prvním parametrem, který tým zkoumal, bylo, zdali lidské mozky umožňují existenci tzv. magnetické remanence. Co si pod tím představit? Význam tohoto pojmu pochopíme z rozdílu mezi kouskem železa, např. kancelářskou svorkou a magnetem, který máme, dejme tomu, na ledničce. Zatímco svorka má schopnost být magnetem přitažena, jí samotné magnetická aura chybí. Stejná věc se ale nedá říci o magnetu z ledničky, ten má magnetickou auru trvale. Při teplotě lidského těla tuto vlastnost však mohou získat pouze částice velikosti přesahující 15 nanometrů.

Časem získali vědci celkově čtyři mozky, dva z nich pocházely od osob s Alzheimerovou chorobou, další dva nikoliv. Srovnání mozků bez historie neurodegenerativního poškození s mozky, kde různou měrou poškození neurodegenerativní chorobou bylo prokázáno, ukázala, že magnetická remanence byla podstatně vyšší u mozků poškozených. To znamená, že byla detekována magnetická zrna přesahující velikost 15 nm v poškozené tkáni. U těchto mozků se ale zároveň ukázala menší míra takzvané magnetické susceptibilitě, což v podstatě odráží skutečnost, že koncentrace železa byla v poškozených mozcích menší. Taková situace je vlastně paradoxní, poškozené mozky měli železa méně, ale toto zbylé železo bylo "zmagnetované". Jak tento paradox interpretovat?

Nositel železa ve vnitřním prostředí mozkových buněk je bílkovinná molekula ferritin (objevená v roce 1934 českým vědcem Vilémem Laufbergem). Železo je ve ferritinu skladováno, jeho obsah v něm se může měnit a to podle toho, jak je vyžadováno dalšími biochemickými procesy v živých buňkách. Zdá se, že právě železo může začít v mozkové tkáni spontánně biomineralizovat, tedy vytvářet magnetická zrna o stále se zvětšující velikosti. Orientace jejich magnetických vektorů se rychle otáčí (až miliardkrát za vteřinu, když jsou hodně malá a je to zapříčiněno teplotou lidského těla). Když zrno dosáhne velikosti (při teplotě lidského těla to je okolo 15 nm), tak se fluktuující orientace magnetického pole částice zpomalí, až zastaví. Je tomu tak proto, že zvětšující se magnetická "aura" začne reagovat na všudypřítomné geomagnetické pole.

Důležité je i to, že řada železných částic v mozku je menší než potřebných 15 nm. "Střelka kompasu" takových částic se ve fyziologickém prostředí lidského těla otáčí prakticky neustále. Může za to teplota lidského těla, která způsobuje vibrace a otáčení magnetického vektoru. To má však také jeden pozoruhodný a velmi významný důsledek. Rotuje-li magnetická částice v elektricky vodivém prostředí mozku, dochází ve vodiči, v tomto případě v nervové tkáni, ke generování elektrického proudu.

A nyní vyvstává otázka - mohl by mít elektrický proud, vygenerovaný tímto procesem, nějaké fyziologické důsledky? Důležité je uvědomit si, že k přenosu informace mezi nervovými buňkami dochází prostřednictvím elektrochemické signalizace. Velikost synaptických štěrbin, které jsou pro přenos signálu mezi buňkami klíčové, se pohybuje okolo 20 - 30 nm. *"Při svém růstu v mozku lidí postižených Alzheimerovou chorobou procházejí magnetizované krystaly fází, kdy emitují elektromagnetické pole frekvenci okolo 10 Hz. Podle nás by tedy mohlo jejich pole interferovat s elektromagnetickými ději na buněčných membránách a přispívat tak k úpadku kognitivních schopností pacientů"*, shrnuje inovativní hypotézu svého týmu Kletetschka.

Vědcům pod vedením Gunthera Kletetschky se podařilo objevit nový, neznámý mechanismus, který může stát v pozadí projevů neurodegenerativních onemocnění mozku. Od něj by se v budoucnu mohla odvíjet i široká škála potenciálních aplikací. Jedna z oblastí by mohla být terapeutická: mozky pacientů je možné ovlivnit vnějším střídavým elektromagnetickým polem, které by ovlivnilo oscilace magnetických nanočástic v mozku a tím pádem zamezilo generování elektrického šumu, který negativně ovlivňuje funkčnost nervových synapsí. Možné by ovšem bylo využívat tento princip i diagnosticky. Působením vnějšího elektromagnetického pole by také bylo možné dostávat magnetické nanočástice v mozku do rezonance, což by mělo za následek generování tepla. Tepelnou tomografií by pak bylo možné místa hromadění těchto částic v mozku detekovat.

Odkaz na studii v časopise Scientific report:

[Kletetschka, G., Bazala, R., Takáč, M. et al. Magnetic domains oscillation in the brain with neurodegenerative disease. Sci Rep 11, 714 \(2021\). https://doi.org/10.1038/s41598-020-80212-5](https://doi.org/10.1038/s41598-020-80212-5)