

TISKOVÁ ZPRÁVA

Liběchov 10. dubna 2025

Akademie věd ČR
Národní 1009/3, 110 00 Praha 1
www.avcr.cz

VDECHOVANÉ OLOVNATÉ NANOČÁSTICE OBCHÁZEJÍ OCHRANU MOZKU A POŠKOZUJÍ NERVOVÉ BUŇKY

Olovo v podobě nanočástic, které se vyskytuje ve znečištěném ovzduší, může čichem pronikat do mozku a vyvolávat změny spojené s neurodegenerativními onemocněními, jako je Alzheimerova choroba. K tomuto závěru dospěli vědci z Ústavu živočišné fyziologie a genetiky AV ČR ve spolupráci s Masarykovou univerzitou a Ústavem analytické chemie AV ČR. Studie zároveň upozorňuje na rizika spojená s olovnatými nanočásticemi v ovzduší a otevírá nové možnosti pro terapeutické zásahy.

Znečištění ovzduší je globálním problémem, zejména v městských a průmyslových oblastech. Olovnaté nanočástice (PbNP), které se do něj dostávají z průmyslové výroby a spalováním fosilních paliv, mohou představovat skryté nebezpečí.

Nanočástice olova obcházejí přirozenou ochranu mozku

Vědci zjistili, že tyto částice mohou vstoupit do mozkové tkáně přímo přes čichové buňky, aniž by musely překonávat hematoencefalickou bariéru, která odděluje vnitřní prostředí mozku od cévního systému v těle a brání tak, aby do něj vstupovaly škodlivé látky. „Potvrdili jsme, že olovnaté nanočástice se mohou dostat do mozku přes čichový nerv a hromadit se ve specifických oblastech mozku,“ vysvětluje Marcela Buchtová, vedoucí Laboratoře molekulární morfogeneze Ústavu živočišné fyziologie a genetiky (ÚŽFG AV ČR). „Tento objev je klíčový pro pochopení neurotoxicity nanočástic a ukazuje, že znečištění ovzduší může mít přímý dopad na náš nervový systém. Zároveň otevírá nové možnosti ochrany našeho zdraví.“

Hromadění nanočástic v mozku a neurodegenerativní změny

Studie prokázala, že zejména olovnaté nanočástice s nízkou rozpustností mají tendenci se v mozku hromadit a jejich odstranění je velmi obtížné. I po dlouhé době, kdy mozek nebyl částicím vystaven, totiž zůstávaly v mozkové tkáni vysoké hladiny olova, zejména v hipokampu – oblasti klíčové pro paměť a učení. To znamená, že dlouhodobá expozice může vést k vážným neurologickým důsledkům. „Nanočástice totiž narušují cytoskelet neuronů a způsobují hromadění shluků vláken F-aktinu

Kontakt pro média: **Eliška Zvolánková**
Divize vnějších vztahů AV ČR
press@avcr.cz
+420 739 535 007

Barbora Vošlajerová
Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR
voslajerova@iapg.cas.cz
+420 608 242 415

(tzv. Hirano tělísek), což je známka neurodegenerativních procesů," vysvětluje Jana Dumková z Masarykovy univerzity. Vědecký tým navíc zjistil poruchu fosforylace tau proteinu – procesu spojeného s Alzheimerovou chorobou a dalšími tauopatiemi. „Vidíme jasnou souvislost mezi expozicí olovnatým nanočásticím a vznikem změn typických pro neurodegenerativní onemocnění. Dochází i k poškození bariéry, která normálně reguluje transport látek mezi krví a mozkem, a tím dále zvyšuje riziko neurotoxických účinků těchto nanočástic," doplňuje Marcela Buchtová.

Olovo jako „nežádoucí náhražka“ vápníku

V důsledku chemické podobnosti může olovo v nervové soustavě napodobovat vápník, který je klíčový pro správné fungování mnoha buněčných procesů, jako je buněčná signalizace nebo stabilita cytoskeletu. Studie odhalila, že expozice PbNP způsobuje nerovnováhu prvků v mozkové tkáni, což může dále negativně ovlivnit nervovou soustavu. „Naše experimenty ukázaly, že pokud je snížena hladina vápníku v prostředí, negativní účinky olovnatých nanočástic se ještě zesilují," říká Daniela Kristeková z Ústavu živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, která studovala vliv nanočástic na chování modelového organismu – ryby zebřičky (*Danio rerio*). U exponovaných jedinců byly pozorovány výrazné změny v pohybu a koordinaci.

Možnosti ochrany nervového systému

Vědci zkoumali i možnosti, jak negativní účinky olovnatých nanočástic na nervovou tkáň zmírnit. „Zajímavým zjištěním je, že použití inhibitoru GSK-3, který blokuje fosforylaci tau proteinu, dokázalo negativní účinky PbNP na nervové buňky částečně zmírnit," popisuje výsledky své práce Adriena Jedličková, která na projektu začala pracovat během středoškolské odborné činnosti a za svůj výzkum [získala čtená ocenění](#). Tento poznatek otevírá cestu k dalšímu výzkumu terapeutických strategií zaměřených na ochranu mozku před toxickými účinky těžkých kovů.

Výzkum probíhal v Laboratoři molekulární morfogeneze ÚŽFG AV ČR ve spolupráci s týmy z Masarykovy univerzity (patologické změny nervové tkáně – tým doc. Aleše Hampla; analýza prvků v tkáních – tým doc. Tomáše Vaculoviče) a Ústavu analytické chemie AV ČR (inhalační expozice – tým dr. Pavla Mikušky). Výsledky navazují na předchozí studie, které se zabývaly účinky nanočástic kovů na plíce, játra a ledviny.

Více informací: **Marcela Buchtová**
Laboratoř molekulární morfogeneze
Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR
buchtova@iach.cz
+420 776 461 222

Daniela Kristeková
Laboratoř molekulární morfogeneze
Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR
daniela.kristekova@gmail.com
+420 777 348 807

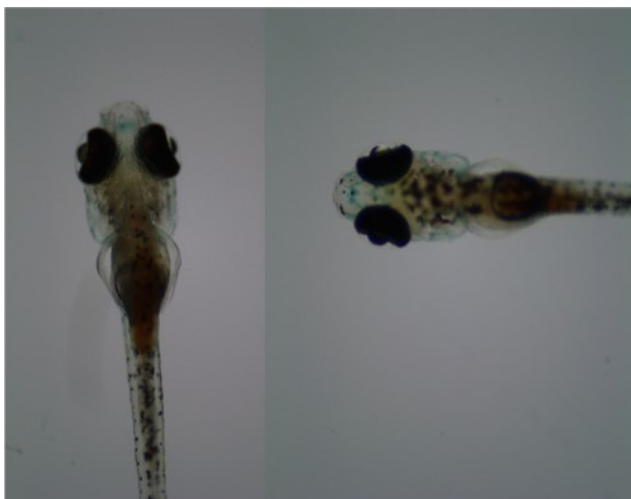
Adriena Jedličková
Laboratoř molekulární morfogeneze
Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR
adri.jedlickova@gmail.com
+420 777 626 256

Publikace: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.4c14571>

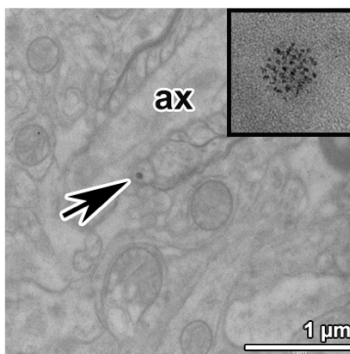
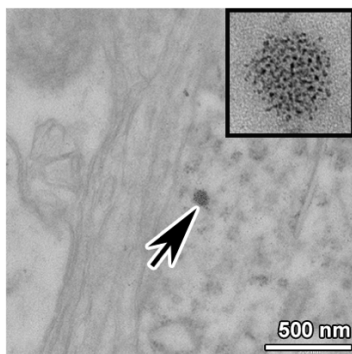
Fotogalerie:



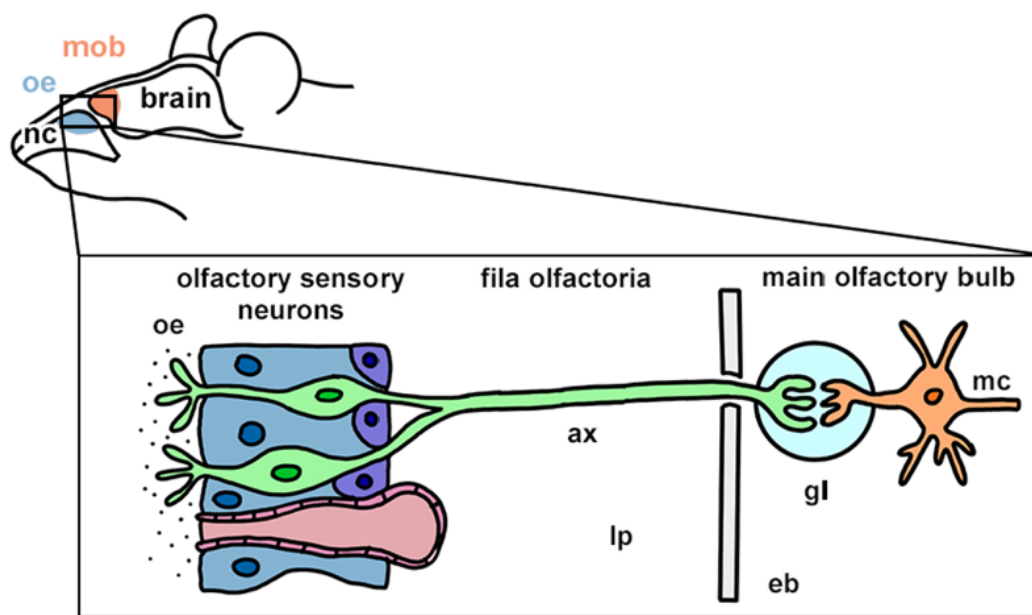
Většina experimentů probíhala na myších modelech, které sice mají odlišnou anatomii nosní dutiny než lidé, ale základní molekulární mechanismy spojené s expozicí olovnatým nanočásticím jsou do značné míry přenositelné i na lidský organismus.
FOTO: ÚŽFG AV ČR



Experimenty se zebříčkami Danio rerio, které jsou běžným modelovým druhem pro výzkum neurotoxicity, prokázaly, že nanočástice olova nejen poškozují nervové buňky, ale přímo negativně ovlivňují chování celého organismu. Rybky vystavené nanočásticím vykazovaly poruchy pohybu a koordinace.
FOTO: M. Buchtová

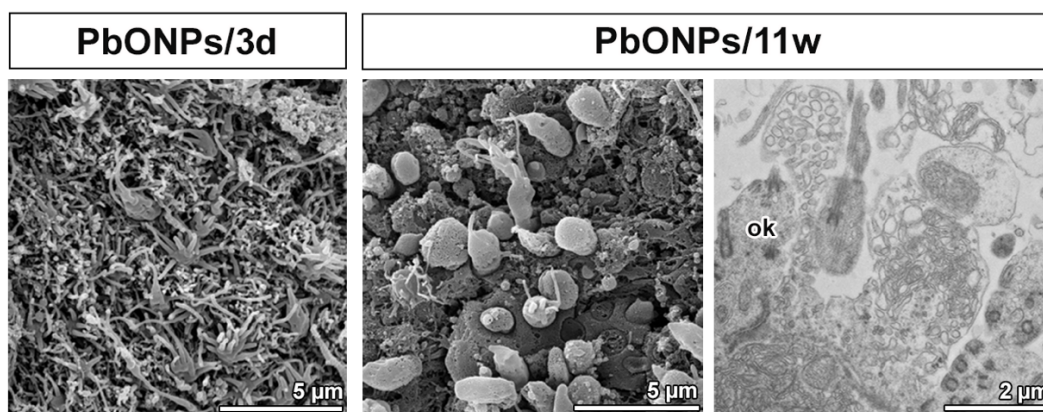


Mozek má jen omezenou schopnost odstraňovat olovnaté nanočástice. Zejména nanočástice s nízkou rozpustností (na obrázku označené šipkami) byly detekovány v mozkové tkáni myši i po 11 týdnech po expozici.
FOTO: J. Dumková



Nanočástice vstupují do mozku přes čichový nerv. Schéma přenosu informací z čichového epitelu (OE) do čichového laloku (MOB) v mozku přes čichové neurony.

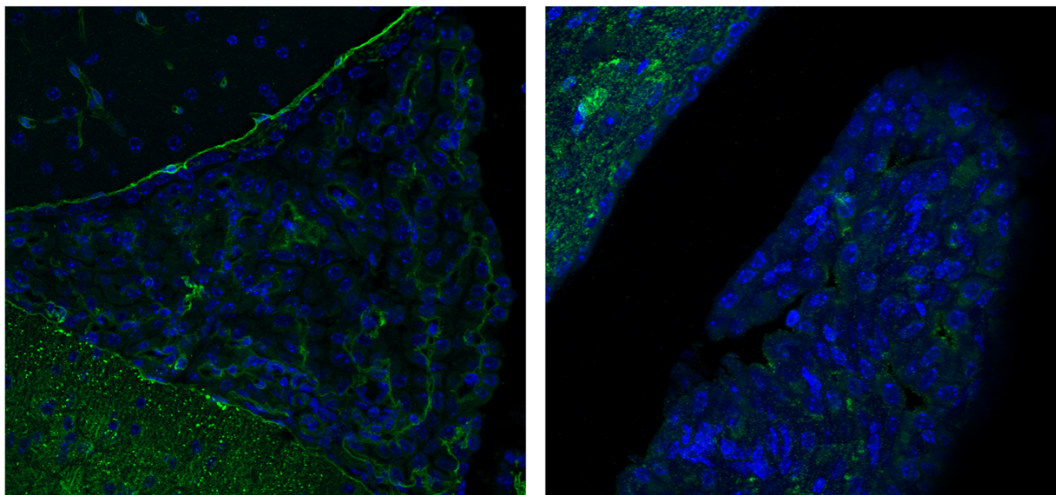
Autorka: A. Jedličková



Expozice nanočásticím olova vede k poškození čichového epitelu. Po delší expozici nanočásticím mizí řasinky na nervových buňkách v čichovém epitelu, které jsou zodpovědné za příjem pachového vjemu.

Myši po 11 týdnech tedy nejsou schopny přijímat pachové signály z okolí.

FOTO: J. Dumková



Nanočástice olova narušují celistvost hematoencefalické bariéry, která je zodpovědná za regulaci přenosu látek z krve do mozku. Expres proteinu NID1 (označen zeleně), jenž je základní stavební jednotkou této bariéry po expozici nanočásticemi olova mizí (vlevo kontrolní tkáň, vpravo exponovaná PbNP s úbytkem exprimovaného proteinu).

FOTO: D. Kristeková



Adriena Jedličková za svou středoškolskou odbornou práci o vlivu inhalace nanočástic olova na mozkovou tkáň získala četná ocenění, mimo jiné 1. cenu v národním kole středoškolské soutěže nebo Cenu Učené společnosti České republiky.

FOTO: A. Jedličková