



Antibakteriální působení nanočástic, kladné a záporné efekty

Vojtěch Růžek, 2020



Bakterie a nanočástice

- Bakterie – Jednobuněčné prokaryotické organismy bez pravého jádra. Obvykle o velikosti několika mikrometrů.
- Nanočástice – Umělé nebo přírodní částice s rozměry v řádu nanometrů. Vysoký měrný povrch.



Antibakteriální působení

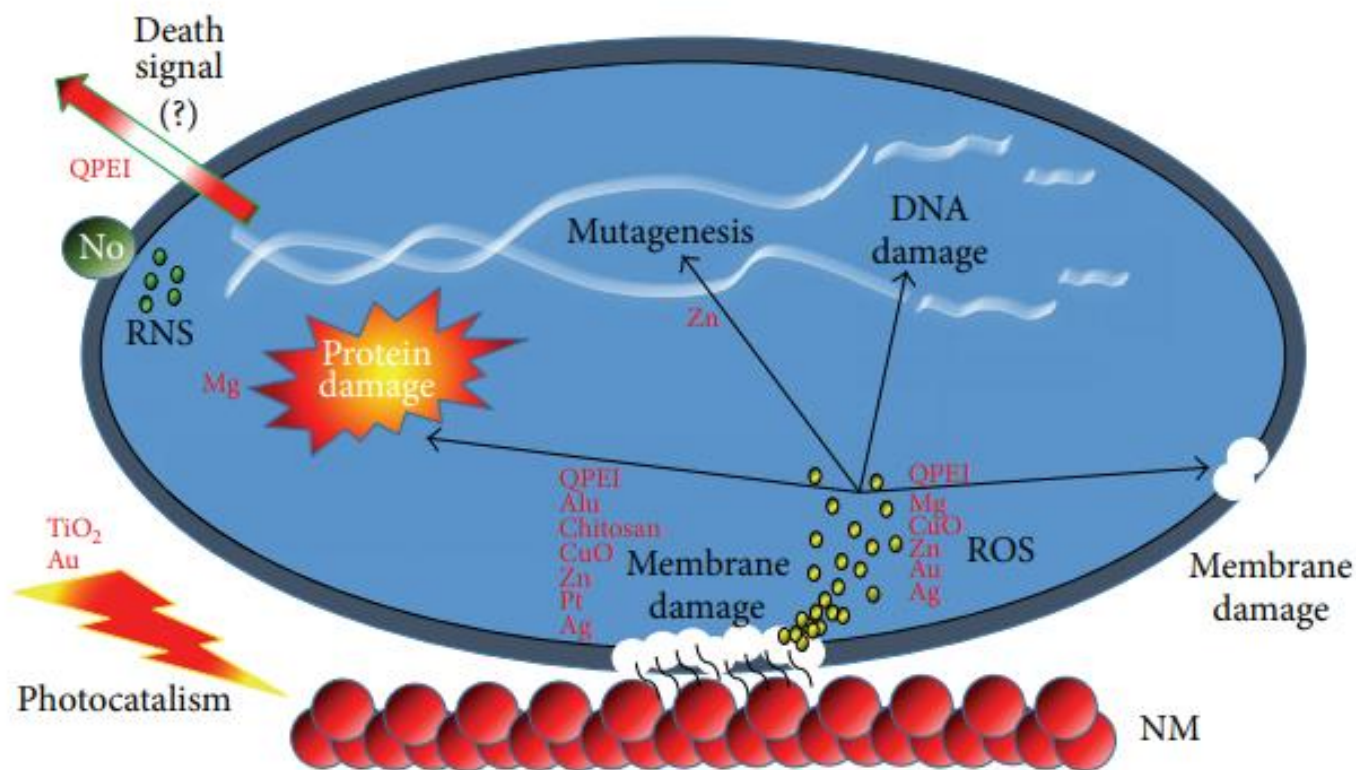
- Bakteriostatické – Zabraňuje bakteriím se množit a růst.
- Baktericidní – Přímou bakterie likviduje.
- Využití – V medicíně, potravinářství apod.
- Platí jak pro materiály, tak například antibiotika.

Baktericidní mechanismus nanomateriálů

[2]

- Narušení elektrostatického potenciálu buněčné membrány a její integrity.
- Tvorba reaktivních forem kyslíku (ROS – radikály, peroxid vodíku apod.) s nanočásticí fungující jako katalyzátorem.
- ROS poškozují DNA a proteiny a mohou se podílet na vyvolávání mutací.

Baktericidní mechanismus schéma [2]





Alternativa k antibiotikům?[2]

- Vznikají kmeny bakterií odolné vůči známým antibiotikům.
- Antibiotika jsou neefektivní proti bakteriálním biofilmům.
- Využití nanočástic pro podporu činnosti antibiotik či proti biofilmům.



Obvazové materiály [1]

- Zabránění vzniku sepse či zánětu, urychlení léčby ran.
- Možné využití nanočástic jako aditiv či nanovláken jako obvazového materiálu.
- Možnost funkcionalizace obvazu antibiotiky či jinými látkami.
- Příklady: Křemičité nanovlákenné obvazy s imobilizovaným tetracyklinem [3] či obvazy dopované kovovými nanočásticemi (především stříbrem)[1].

Stříbro [1]

- Využíváno v různých formách pro léčbu popálenin, zanícených ran apod.
- Interakce s fosforem a sírou v DNA a proteinech a produkce ROS.
- Nanočástice stříbra narušují buněčné dýchání a dělení, přičemž nakonec vyvolají buněčnou smrt.
- Riziko toxicity a agryrie [4] (modrání kůže)



Agryrie [8]



Další kovy [1]

- Zlato – Unikátní optické vlastnosti, rozptyl světla na základě velikosti a tvaru. V kombinaci s kyselinou lipoovou či epigalokatechin galátem urychluje léčení ran. Antioxidační vlastnosti. Netoxické.
- Měď – Silná antimikrobiální aktivita. Problém s aglomerací a oxidací (řešeno pomocí chitosanu). Využívá se i ve formě oxidu měďnatého.

Oxid titaničitý [5]

- Antibakteriální vlastnosti závisí na tvaru, velikosti a krystalické struktuře.
- Nanočástice zvyšují antibakteriální vlastnosti některých látek, například glykopeptidů či tetracyklinu.
- Snižují rezistenci bakterií (MRSA) proti antibiotikům.
- Fotokatalytické vlastnosti – produkce ROS pod UV zářením, což zvyšuje antibakteriální vlastnosti.

Oxid zinečnatý [5]

- Biokompatibilní s kůží, vhodný jako aditivum do textilů.
- Účinné i proti sporám bakterií, normálně odolným i vůči vysokým teplotám a tlaku.
- Mechanismus účinku není jasný, předpokládá se tvorba peroxidu vodíku, elektrostatická aktivita a tvorba ROS.
- Antibakteriální účinek lze ovlivnit koncentrací (např. stříbro vykazuje výrazné antibakteriální účinky i při minimální koncentraci).

Toxicita [6]

- Efekty tvorby ROS, narušování membrán apod. u zdravých buněk.
- Destruktivní vliv na červené krvinky.
- Málo toxické jsou nanočástice zlata a oxidu titaničitého.

Toxicita stříbrných NP – studie [9]

- Inkubace embryí Danio Pruhované v roztocích s různou koncentrací stříbrných nanočástic.
- Využití nanočástic stabilizovaných bramborovým škrobem či hovězím sérovým albuminem s průměrnou velikostí 5-20 nm.
- LC50 závisela na stáří embrya, starší embrya byla odolnější. Průměrně se pohybovala mezi 25-50 $\mu\text{g/ml}$.
- Koncentrace vyšší než 50 $\mu\text{g/ml}$ vyvolávala destruktivní fenotypové změny.

Ekotoxicitá [7]

- Vliv nanočástic uvolněných do životního prostředí.
- Špatná biodegradabilita, s výjimkou rozpustných látek (například ZnO).
- Snadný průnik do všech složek ŽP, včetně živých organismů.
- Je studován vliv na mikroorganismy a bioakumulace či biomagnifikace v potravním řetězci.

Zdroje

- [1] Oyarzun-Ampuero, Felipe & Vidal, Alejandra & Miguel, Concha & Morales, Javier & Orellana, Sandra & Moreno-Villoslada, Ignacio. (2015). Nanoparticles for the Treatment of Wounds. *Current pharmaceutical design*. 21. 10.2174/1381612821666150901104601.
- [2] Beyth, Nurit & Haddad, Y. & Domb, Abraham & Khan, Wahid & Hazan, Ronen. (2015). Alternative Antimicrobial Approach: Nano-Antimicrobial Materials. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2015. 1-16. 10.1155/2015/246012.
- [3] Holý, Petr & Exnar, Petr. (2016). Silica Nanofibers with Immobilized Tetracycline for Wound Dressing. *Journal of Nanomaterials*. 2016. 1-6. 10.1155/2016/2485173.
- [4] <https://www.webmd.com/skin-problems-and-treatments/argyria-overview#1>
- [5] Maleki Dizaj, Solmaz & Lotfipour, Farzaneh & Zarrintan, Mohammad & Adibkia, Khosro. (2014). Antimicrobial activity of the metals and metal oxide nanoparticles. *Materials Science and Engineering: C*. 44. 278–284. 10.1016/j.msec.2014.08.031.
- [6] Vimbela, Gina V et al. "Antibacterial properties and toxicity from metallic nanomaterials." *International journal of nanomedicine* vol. 12 3941-3965. 24 May. 2017, doi:10.2147/IJN.S134526
- [7] Rana, Sachindri & Kalaichelvan, Puthupalayam. (2013). Ecotoxicity of Nanoparticles. *ISRN toxicology*. 2013. 574648. 10.1155/2013/574648.
- [8] <https://www.webmd.com/skin-problems-and-treatments/argyria-overview#1>
- [9] Nair, Asharani & Wu, Yi & Gong, Zhiyuan & Valiyaveetil, Suresh. (2008). Toxicity of silver nanoparticles in Zebrafish models. *Nanotechnology*. 19. 255102. 10.1088/0957-4484/19/25/255102.