

## CO NA TO VĚDA: Integrace PEMF do procesu buněčné detoxikace

Termín detoxikace pokrývá rozsah biochemických procesů v těle, které pomáhají udržet jeho zdraví tím, že přeměňují toxické látky na netoxické a vylučují je především játry, kůží, plícemi a střevní sliznicí. Játra jsou hlavním místem detoxikace v těle [1].

Buněčná detoxikace, jak ji definují vědecké i zdravotnické obory, zahrnuje odstranění nebo neutralizaci škodlivých látek z buněk. Jedná se o fascinující a vysoce organizovaný proces, kterým se buňka zbavuje metabolického odpadu, poškozených struktur a vnějších toxinů. Když jsou jedovaté sloučeniny detoxikovány, stávají se rozpustnějšími a méně škodlivými a jsou primárně odstraňovány močí a žlučí. Nejde o jednorázovou akci, ale o nepřetržitý cyklus udržování vnitřní rovnováhy (homeostázy).

Klíčové mechanismy buněčné detoxikace představují vysoce koordinovaný proces, v němž hraje ústřední roli autofágie, neboli vnitřní recyklační systém, který identifikuje poškozené struktury a v autofagozomech je za účasti lyzozomálních enzymů rozkládá na využitelné základní stavební kameny. Tato homeostáza je úzce spjata s aktivitou mitochondrií, jež plní funkci energetických senzorů. Pro zachování integrity informací a stabilitu DNA je nezbytná eliminace oxidačního stresu, přičemž optimální regeneraci podporuje harmonická buněčná komunikace probíhající skrze specifické elektromagnetické rezonance. Rozsáhlá biotransformace se odehrává zejména v hepatocytech, kde jsou xenobiotika v rámci oxidační fáze I a konjugační fáze II transformována na vodorozpustné formy připravené k vyloučení. Proces je završen aktivním efluxem, kdy specializované transportní proteiny fungují jako buněčné pumpy, které vytlačují zbylé toxické látky do mezibuněčného prostoru k následné eliminaci prostřednictvím lymfatického a krevního systému [2,3].

Biochemický proces detoxikace je třífázový mechanismus, který probíhá primárně v játrech a přeměňuje toxiny rozpustné v lipidech na ve vodě rozpustné, netoxické látky určené k vylučování. Zahrnuje funkcionalizaci (fáze I) prostřednictvím oxidace/redukce, konjugaci (fáze II) pro zvýšení rozpustnosti a eliminaci (fáze III) prostřednictvím transportních systémů [4-6].

**Fáze I (Aktivace/Funkcionalizace):** Enzymy cytochromu P450 (CYP450), které se nacházejí v játrech, zahajují proces přidáním funkčních skupin (hydroxylové, karboxylové, aminoskupiny) prostřednictvím oxidace, redukce nebo hydrolýzy. Tento proces může někdy vést k vytvoření reaktivnějších meziproductů [7,8].

**Fáze II (Konjugace):** Reaktivní meziproducty z fáze I jsou spojeny s většími polárními molekulami (glutathion, sulfát, glycin nebo kyselina glukuronová), čímž se stávají rozpustnými ve vodě a méně reaktivními. Mezi klíčové enzymy patří glutathion S-transferázy a UDP-glukuronosyltransferázy [9,10].

**Fáze III (Eliminace/Transport):** Transportéry (např. P-glykoprotein) fungují jako pumpy, které přesouvají ve vodě rozpustné konjugované toxiny z jaterních buněk do žluči, krve nebo ledvin, kde jsou nakonec vyloučeny z těla močí nebo stolicí [11].

Z hlediska pokročilé buněčné fyziologie a biofyziky lze proces buněčné detoxikace definovat jako vícesložkový systém směřující k zachování proteostázy a metabolické integrity. Klíčovým spouštěčem je autofagicko-lyzozomální dráha, která je regulována kinázou mTOR (mechanistic Target of Rapamycin). Při snížení přísunu živin nebo zvýšeném buněčném stresu dochází k inhibici mTOR, což iniciuje formování autofagozomů. Tyto double-membránové vezikuly sekvestrují poškozené makromolekuly a dysfunkční organely, které jsou následně enzymaticky degradovány v lyzozomech pomocí kyselých hydroláz. Tento proces není pouhou destrukcí, ale kritickou remobilizací intracelulárních substrátů nezbytných pro syntézu nových biomolekul [12].

Efektivita tohoto mechanismu je přímo závislá na termodynamickém stavu mitochondrií a integritě transmembránového elektrochemického potenciálu. Mitochondrie fungují jako centrální bioenergetické uzly, které skrze oxidativní fosforylaci generují ATP, nezbytné pro pohon ABC transportérů (ATP-binding cassette), jako je P-glykoprotein [14]. Tyto efluxní pumpy aktivně eliminují xenobiotika a konjugované metabolity proti koncentračnímu gradientu [13].

Finální fáze procesu probíhá na úrovni systémové biotransformace, kde jsou toxické látky v hepatocytech podrobeny enzymatické modifikaci v systému cytochromu P450 (Fáze I) [14] a následné konjugaci (Fáze II) s endogenními molekulami, jako je kyselina glukuronová nebo glutathion. Tyto modifikace zvyšují hydrofilitu látek, což je nezbytnou podmínkou pro jejich exkreci do extracelulárního matrixu. Odtud jsou metabolity odváděny prostřednictvím glymfatického a lymfatického systému, jejichž dynamika je podpořena vazodilatačním účinkem oxidu dusnatého (NO) a zlepšenou reologií krve. Celý tento komplexní řetězec tak zajišťuje ochranu genetického materiálu před genotoxickým stresem a udržuje funkční stabilitu buněčného genomu [14].

### **Biofyzikální mechanismy PEMF terapie a jejich vliv na buněčný metabolismus**

Terapie pulzním elektromagnetickým polem (PEMF) je fascinující přístup, který využívá elektromagnetická pole k řešení specifických zdravotních stavů [15]. Terapie PEMF je neinvazivní technika, která využívá nízkenergetická a neionizující elektromagnetická pole k modulaci biologických a fyziologických systémů [16,17].

Působení pulsních elektromagnetických polí (PEMF) zde intervenuje na úrovni biofyzikální modulace, indukci slabých elektrických proudů dochází k ovlivnění napěťově řízených iontových kanálů a stimulaci enzymu cytochrom c oxidázy, což urychluje produkci ATP a optimalizuje selektivní permeabilitu membrány pro efektivní eflux toxinů [18].

Terapie pulzním elektromagnetickým polem (PEMF) ovlivňuje buněčné funkce, včetně potenciálních účinků na metabolické orgány, jako jsou peroxisomy, modulaci buněčné signalizace, zvýšením produkce energie a regulací reaktivních forem kyslíku (ROS). Přestože přímé, exkluzivní studie PEMF a peroxisomů jsou omezené, výzkumy naznačují, že PEMF pozitivně ovlivňuje metabolickou aktivitu, antioxidační obranyschopnost související s peroxisomy (např. katalázu) a metabolismus mastných kyselin [17, 19, 20].

### **Obnova membránového potenciálu**

Pulsní elektromagnetické pole PEMF nepůsobí na detoxikaci přímo jako chemický čistič, ale spíše jako "startovací kabely", které obnovují elektrický potenciál buněk. Aby se buňka mohla efektivně zbavovat odpadu, musí mít její membrána správné napětí.

Každá zdravá buňka funguje jako malá baterie s napětím kolem **-70 až -90 mV**. Toxiny, záněty a stres toto napětí snižují (často až na -30 mV), což vede k tomu, že se buněčná membrána stává "vytahanou" a nepropustnou. Efekt PEMF indukuje slabé elektrické proudy, které dobíjejí buněčnou membránu. Jakmile se napětí vrátí k normálu, otevřou se iontové kanály. To umožní buňce efektivněji přijímat živiny a kyslík a aktivně vypuzovat metabolický odpad [19].

### **Stimulace produkce ATP (Buněčné palivo)**

Detoxikace je energeticky velmi náročný proces. Buněčné pumpy, které vytlačují toxiny proti koncentračnímu spádu, spotřebovávají obrovské množství ATP (adenosintrifosfátu). PEMF působí na mitochondrie a stimuluje enzymy zapojené do tvorby ATP. Více energie v buňce znamená rychlejší a důslednější průběh autofágie a efektivnější provoz "vyhazovačů" (transportních proteinů) [13, 19, 21].

### **Zlepšení mikrocirkulace a viskozity krve**

Toxiny uvolněné z buněk musí být transportovány k játrům a ledvinám. Pokud je krev hustá a krvinky jsou spleené (tzv. Rouleauxova formace), transport vážne. PEMF pomáhá oddělovat od sebe červené krvinky (zvětšuje jejich povrchový náboj), čímž zlepšuje průtok krve i těmi nejmenšími kapilárami. Lepší cirkulace znamená rychlejší odplavování uvolněných toxinů z mezibuněčného prostoru [22].

### **Podpora lymfatického systému**

Na rozdíl od krevního oběhu nemá lymfatický systém vlastní pumpu (srdce). Spoléhá na pohyb a změny tlaku. Jemné PEMF pulzy stimulují kontrakce lymfatických cév, což urychluje drenáž tekutin z tkání. Tento mechanismus zabraňuje hromadění odpadních látek v okolí buněk, snižuje otoky a podporuje odplavování toxinů z tkání směrem k vylučovacím orgánům [23].

## Modulace oxidu dusnatého (NO)

PEMF stimuluje uvolňování oxidu dusnatého, což je molekula, která rozšiřuje cévy (vazodilatace). Rozšířené cévy umožňují masivní přísun čerstvé, okysličené krve do tkání, což je klíčové pro finální fázi detoxikace, oxidaci škodlivin v játrech [24, 25].

### „Detoxikační fáze“ a podpora

PEMF zvyšuje buněčnou aktivitu, může tak způsobit dočasnou „detoxikační fázi“, kdy tělo uvolňuje uložené toxiny. Což může vést k dočasným příznakům, jako je únava, mírná nevolnost nebo bolesti hlavy. Na podporu tohoto procesu se doporučuje dodat tělu dostatek tekutin na podporu hydratace pro podporu vyloučení uvolněných toxinů. Je také doporučováno začínat s expozicí s nižší intenzitou a kratšími 10–15minutovými sezeními.

### Závěr:

PEMF (pulzní elektromagnetické pole) terapie podporuje detoxikaci tím, že posiluje buněčný metabolismus, zlepšuje propustnost membrán pro uvolňování toxinů a posiluje lymfatickou drenáž. Zvyšuje produkci energie (ATP), pomáhá buňkám odstraňovat těžké kovy, plísně a metabolický odpad, snižuje únavu a urychluje celkovou regeneraci.

Z logistického hlediska je proces detoxikace závislý na plynulém přechodu látek mezi vnitřním a vnějším prostředím buňky. Zatímco jaterní biotransformace chemicky upravuje xenobiotika na bezpečné formy, elektromagnetická stimulace a správná hydratace zajišťují, že tyto látky nezůstanou v tkáních. Zlepšením mikrocirkulace a průchodnosti lymfatického systému se uvolněný odpad rychleji transportuje k vylučovacím orgánům, čímž se předchází reintrotoxikaci a zároveň se chrání stabilita DNA. Tento uzavřený cyklus energie, transformace a transportu tak společně zajišťuje návrat buňky k jejímu původnímu a funkčnímu stavu.

PEMF v podstatě vrací buňkám jejich přirozenou frekvenci a energii. Když buňka vibruje/rezonuje ve správném napětí, procesy čištění a opravy DNA probíhají automaticky a bez odporu. Je to technický restart, který umožňuje systému vrátit se k jeho původnímu, čistému kódu. Při používání PEMF pro detoxikaci je klíčové dbát na zvýšený příjem čisté vody, aby uvolněné látky mohly tělo hladce opustit.

### Zdroje:

1. Tekade, M. et al. Chapter 18 - Clinical detoxification of the body from chemical toxicants, In *Advances in Pharmaceutical Product Development and Research, Essentials of Pharmatotoxicology in Drug Research*, Academic Press, Volume 1, 2023, Pages 469-505, ISBN 9780443158407. Zdroj: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780443158407000129>
2. Li, X., Jiang, O. & Wang, S. Molecular mechanisms of cellular metabolic homeostasis in stem cells. *Int J Oral Sci* **15**, 52 (2023). Zdroj: <https://www.nature.com/articles/s41368-023-00262-z>
3. Emambokus N, Granger A. Cell Metabolism Clinical and Translational Reports. *Cell Metabolism*, 22, p.2-3. 2015. Zdroj: [https://www.cell.com/cell-metabolism/fulltext/S1550-4131\(15\)00286-7](https://www.cell.com/cell-metabolism/fulltext/S1550-4131(15)00286-7)
4. Phase I and Phase II Detoxification Pathways Explained. Genetic Lifehacks. 2026 Zdroj: <https://www.geneticlifehacks.com/liver-detox-genes/>
5. Panda, C.; Komarnytsky, S.; Fleming, M.N.; Marsh, C.; Barron, K.; Le Brun-Blashka, S.; Metzger, B. Guided Metabolic Detoxification Program Supports Phase II Detoxification Enzymes and Antioxidant Balance in Healthy Participants. *Nutrients* **2023**, *15*, 2209. Zdroj: <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/9/2209>
6. Aronica L, Ordovas JM, Volkov A, Lamb JJ, Stone PM, Minich D, Leary M, Class M, Metti D, Larson IA, Contractor N, Eck B, Bland JS. Genetic Biomarkers of Metabolic Detoxification for Personalized Lifestyle Medicine. *Nutrients*. 2022 Feb 11;14(4):768. doi: 10.3390/nu14040768. PMID: 35215417; PMCID: PMC8876337. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8876337/>

7. Raunio H, Kuusisto M, Juvonen RO, Pentikäinen OT. Modeling of interactions between xenobiotics and cytochrome P450 (CYP) enzymes. *Front Pharmacol*. 2015 Jun 12;6:123. doi: 10.3389/fphar.2015.00123. PMID: 26124721; PMCID: PMC4464169. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4464169/>
8. Yang, Y.M.; Noh, K.; Han, C.Y.; Kim, S.G. Transactivation of Genes Encoding for Phase II Enzymes and Phase III Transporters by Phytochemical Antioxidants. *Molecules* **2010**, *15*, 6332-6348. Zdroj: <https://pdfs.semanticscholar.org/739a/01d774ed834b808375514e806fdc873ff2d5.pdf>
9. Zhang M, An C, Gao Y, Leak RK, Chen J, Zhang F. Emerging roles of Nrf2 and phase II antioxidant enzymes in neuroprotection. *Prog Neurobiol*. 2013 Jan;100:30-47. doi: 10.1016/j.pneurobio.2012.09.003. Epub 2012 Sep 29. PMID: 23025925; PMCID: PMC3623606. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3623606/>
10. Pizzorno J. Glutathione! *Integr Med (Encinitas)*. 2014 Feb;13(1):8-12. PMID: 26770075; PMCID: PMC4684116. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4684116/>
11. Hodges RE, Minich DM. Modulation of Metabolic Detoxification Pathways Using Foods and Food-Derived Components: A Scientific Review with Clinical Application. *J Nutr Metab*. 2015;2015:760689. doi: 10.1155/2015/760689. Epub 2015 Jun 16. PMID: 26167297; PMCID: PMC4488002. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4488002/>
12. Kennedy BK, Lamming DW. The Mechanistic Target of Rapamycin: The Grand Conductor of Metabolism and Aging. *Cell Metab*. 2016 Jun 14;23(6):990-1003. doi: 10.1016/j.cmet.2016.05.009. PMID: 27304501; PMCID: PMC4910876. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4910876/>
13. Dean M, Hamon Y, Chimini G. The human ATP-binding cassette (ABC) transporter superfamily. *J Lipid Res*. 2001 Jul;42(7):1007-17. PMID: 11441126. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11441126/>
14. Fleming I. The cytochrome P450 pathway in angiogenesis and endothelial cell biology. *Cancer Metastasis Rev*. 2011 Dec;30(3-4):541-55. doi: 10.1007/s10555-011-9302-3. PMID: 22009065. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22009065/>
15. Hug K, Rösli M. Therapeutic effects of whole-body devices applying pulsed electromagnetic fields (PEMF): a systematic literature review. *Bioelectromagnetics*. 2012 Feb;33(2):95-105. doi: 10.1002/bem.20703. Epub 2011 Sep 21. PMID: 21938735. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21938735/>
16. Gualdi, G.; Costantini, E.; Reale, M.; Amerio, P. Wound Repair and Extremely Low Frequency-Electromagnetic Field: Insight from In Vitro Study and Potential Clinical Application. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, *22*, 5037. Zdroj: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/9/5037>
17. Funk RH. Coupling of pulsed electromagnetic fields (PEMF) therapy to molecular grounds of the cell. *Am J Transl Res*. 2018 May 15;10(5):1260-1272. PMID: 29887943; PMCID: PMC5992548. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29887943/>
18. Brett Wade, B. A Review of Pulsed Electromagnetic Field (PEMF) Mechanisms at a Cellular Level: A Rationale for Clinical Use. *American Journal of Health Research*, 1(3), 51-55.2013. Zdroj: <https://www.sciencepublishinggroup.com/article/10.11648/j.ajhr.20130103.13>
19. Yang, C., Xu, L., Liao, F. *et al.* Pulsed electromagnetic fields regulate metabolic reprogramming and mitochondrial fission in endothelial cells for angiogenesis. *Sci Rep* **14**, 19027 (2024). Zdroj: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-69862-x>
20. Flatscher J, Pavez Loriè E, Mittermayr R, Meznik P, Slezak P, Redl H, Slezak C. Pulsed Electromagnetic Fields (PEMF)-Physiological Response and Its Potential in Trauma Treatment. *Int J Mol Sci*. 2023 Jul 8;24(14):11239. doi: 10.3390/ijms241411239. PMID: 37510998; PMCID: PMC10379303. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10379303/>
21. Zavadskis, S., Gasser, A.S., Karas, M. *et al.* Interaction of pulsed low frequency electromagnetic field (PEMF) with mitochondria. *Sci Rep* **16**, 6681 (2026). Zdroj: <https://www.nature.com/articles/s41598-026-37527-6>

22. Stewart GM, Wheatley-Guy CM, Johnson BD, Shen WK, Kim CH. Impact of pulsed electromagnetic field therapy on vascular function and blood pressure in hypertensive individuals. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2020 Jun;22(6):1083-1089. doi: 10.1111/jch.13877. Epub 2020 May 13. PMID: 32401418; PMCID: PMC8030044. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8030044/>
23. Biermann N, Ruewe M, Zeman F, Geis S, Schiltz D, Prantl L, Taeger CD. The Influence of Pulsed Electromagnetic Field Therapy on Lymphatic Flow During Supermicrosurgery. *Lymphat Res Biol*. 2020 Dec;18(6):549-554. doi: 10.1089/lrb.2019.0094. Epub 2020 Apr 6. PMID: 32250722. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32250722/>
24. Strauch B, Herman C, Dabb R, Ignarro LJ, Pilla AA. Evidence-based use of pulsed electromagnetic field therapy in clinical plastic surgery. *Aesthet Surg J*. 2009 Mar-Apr;29(2):135-43. doi: 10.1016/j.asj.2009.02.001. PMID: 19371845. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19371845/>
25. Kim, C. H., Wheatley-Guy, C. M., Stewart, G. M., Yeo, D., Shen, W. K., & Johnson, B. D. (2020). The impact of pulsed electromagnetic field therapy on blood pressure and circulating nitric oxide levels: a double blind, randomized study in subjects with metabolic syndrome. *Blood Pressure*, 29(1), 47–54. Zdroj: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08037051.2019.1649591>

**bloominds**<sup>®</sup>  
energie pro tělo, klid pro mysl

Rybná 1066/15, Staré Město, 110 00 Praha 1  
[www.bloominds.cz](http://www.bloominds.cz)