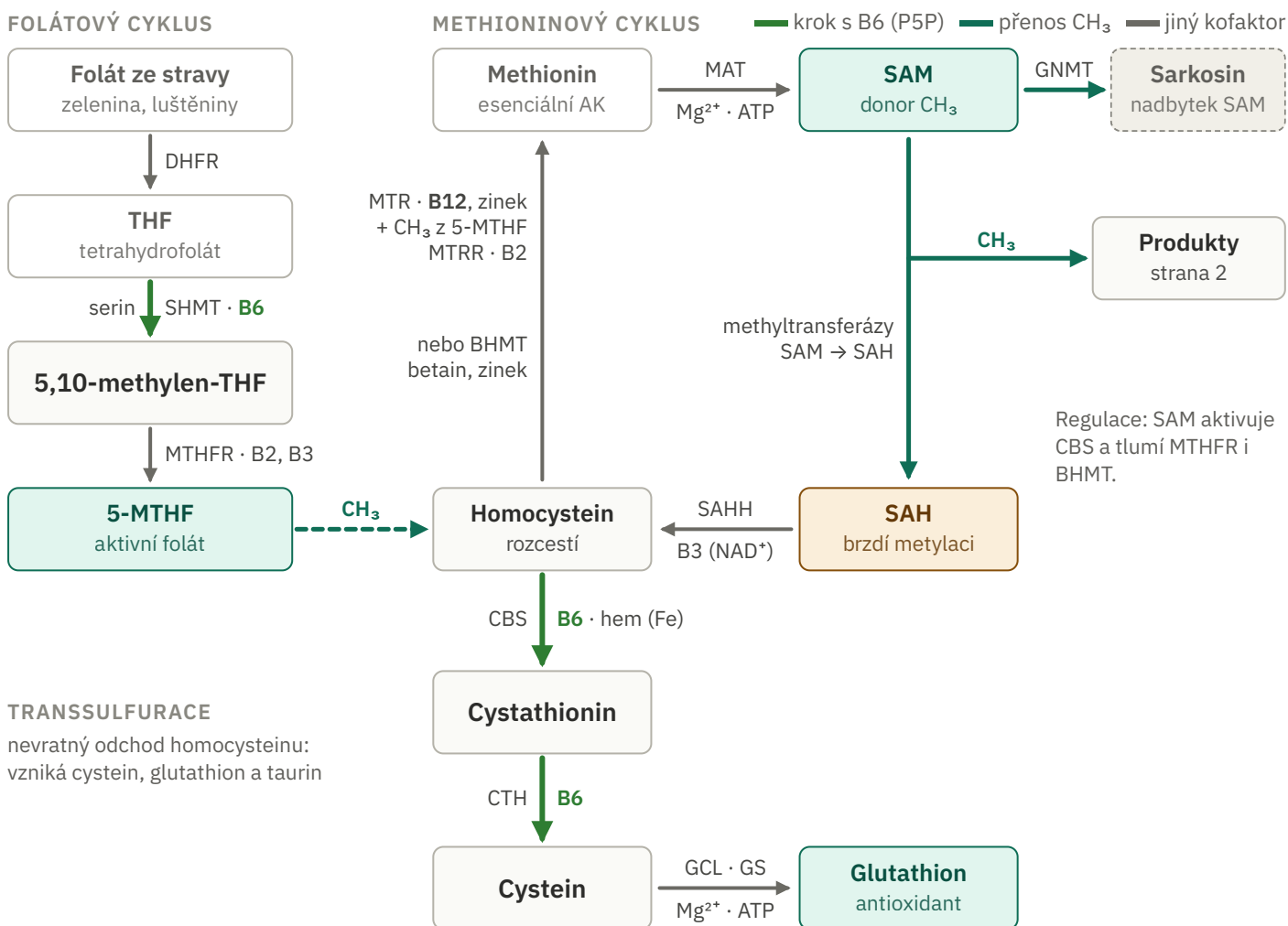


Metylace: jak ji pohánějí vitaminy

Metylace je přenos malé skupiny $-CH_3$ z jedné molekuly na druhou. Probíhá v každé buňce a jejím jediným dárce je SAM. Aby cyklus běžel, potřebují enzymy vitaminy a minerály jako nářadí.



Vitaminy a minerály jako nářadí cyklu

Vitamin / minerál	Enzym	Co dělá v cyklu
Hořčík (+ ATP, draslík)	MAT	z methioninu vytváří SAM
Vitamin B12	MTR – methioninsyntáza	recykluje homocystein zpět na methionin
Folát (5-MTHF)	MTR	dodává skupinu CH ₃ pro recyklaci homocysteinu
Vitamin B2 (FAD, FMN)	MTHFR, MTRR	tvoří aktivní folát a udržuje B12 v aktivní formě
Vitamin B3 (NAD ⁺ , NADPH)	SAHH, MTHFR	odstraňuje SAH, pomáhá tvořit 5-MTHF
Vitamin B6 (P5P)	SHMT, CBS, CTH	dodává CH ₃ do folátového cyklu, odvádí homocystein
Zinek	BHMT, MTR	pohání záložní recyklaci přes betain
Betain (TMG), cholin	BHMT	záložní donor CH ₃ , hlavně při nedostatku folátu
Železo	CBS (hem), SHMT	odvádění homocysteinu, folátový cyklus

Nejdůležitější: metylace běží, dokud se SAH a homocystein průběžně odstraňují. Hladinu SAM drží játra stabilní, proto poměr SAM/SAH mění hlavně hromadění SAH.

Co z metylace vzniká a co z toho má tělo

Každá methylová skupina ze SAM někde pracuje: tvoří hormony, vypíná signály, staví membrány a řídí geny. Vedlejším produktem je SAH a homocystein, které musí tělo průběžně odstraňovat.

OBR. 1 – SAM JE JEDINÝM DÁRCEM CH₃ PRO VÍCE NEŽ 100 REAKCÍ

Adrenalin a melatonin

PNMT · ASMT

Z noradrenalinu vzniká adrenalin, ze serotoninu melatonin.

→ **stresová reakce, rytmus spánku**

Odbourání signálů

COMT · HNMT

Inaktivuje dopamin, noradrenalin, estrogény a histamin.

→ **vypínání signálu, rovnováha nálady**

Kreatin

GAMT

Největší spotřebitel SAM v těle.

→ **energie svalů a mozku**

Fosfatidylcholin

PEMT

Stavební kámen buněčných membrán a myelinu.

→ **membrány, nervy, odvod tuku z jater**

DNA a histony

DNMT · histon-MT

Methylová skupina na DNA vypíná geny.

→ **regulace genů (epigenetika)**

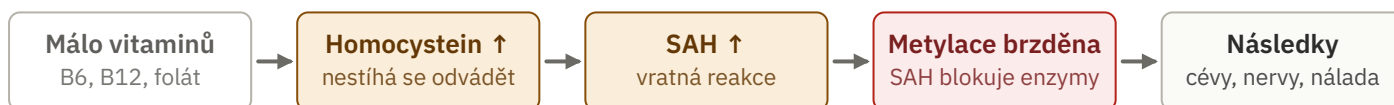
Glutathion a taurin

transsulfurace

Homocystein se mění na cystein, z něj glutathion a taurin.

→ **antioxidant, detoxikace, zklidnění nervů**

Když metylace nestíhá



Co zvyšuje homocystein

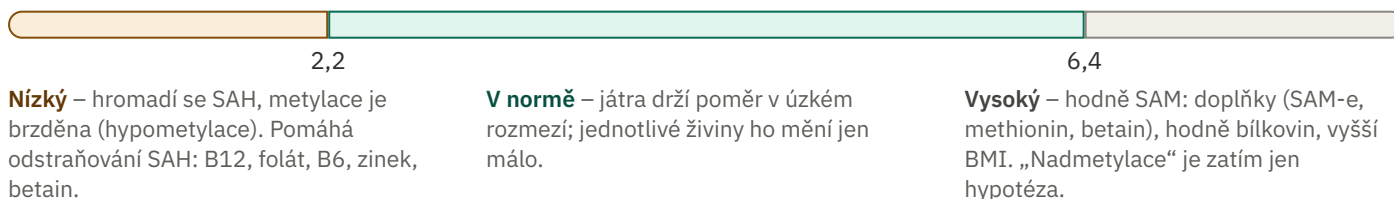
- nedostatek vitaminů B6, B12, folátu
- vyšší věk, mužské pohlaví
- kouření, alkohol
- zhoršená funkce ledvin
- geny MTHFR, MTR, MTRR (predispozice)

S čím je vysoký homocystein spojen

- onemocnění srdce a cév
- oslabení kostí
- Alzheimerova a Parkinsonova choroba
- poruchy nálady (strana 5)
- zánětlivá onemocnění střev

Index metylace: poměr SAM/SAH

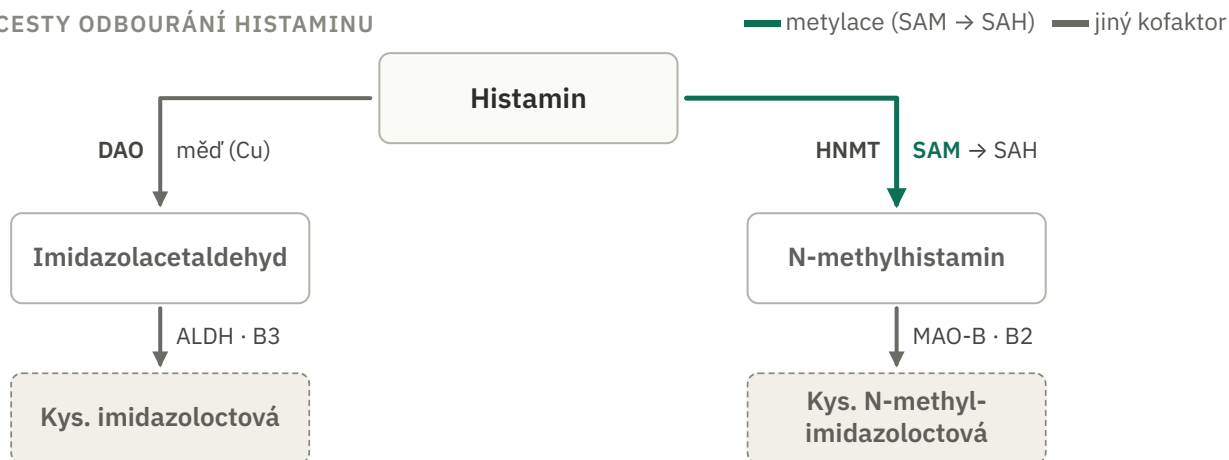
Poměr SAM/SAH ukazuje, kolik „paliva“ (SAM) má buňka vůči „brzdě“ (SAH). Zdravý poměr není 1 : 1, SAM má být výrazně více. Genova uvádí v plazmě referenční rozmezí **2,2 – 6,4**.



Histamin a metylace

Tělo odbourává histamin dvěma cestami. Metylační cyklus ovlivňuje jen jednu z nich: enzym HNMT, který ke své práci potřebuje SAM.

OBR. 1 – DVĚ CESTY ODBOURÁNÍ HISTAMINU



Cesta 1: DAO – ve střevě

- odbourává histamin z potravy, mimo buňky
- enzym obsahuje měď
- nezávisí na SAM ani na metylaci

Cesta 2: HNMT – uvnitř buněk

- mozek, játra, ledviny, plíce, střevo
- potřebuje SAM a brzdí ho hromadění se SAH
- jediná cesta, na kterou působí metylační cyklus

HNMT podporuje: dostatek SAM (methionin, hořčík, ATP) a průběžné odstraňování SAH a homocysteinu (B12, folát, B6, zinek, betain, B3).

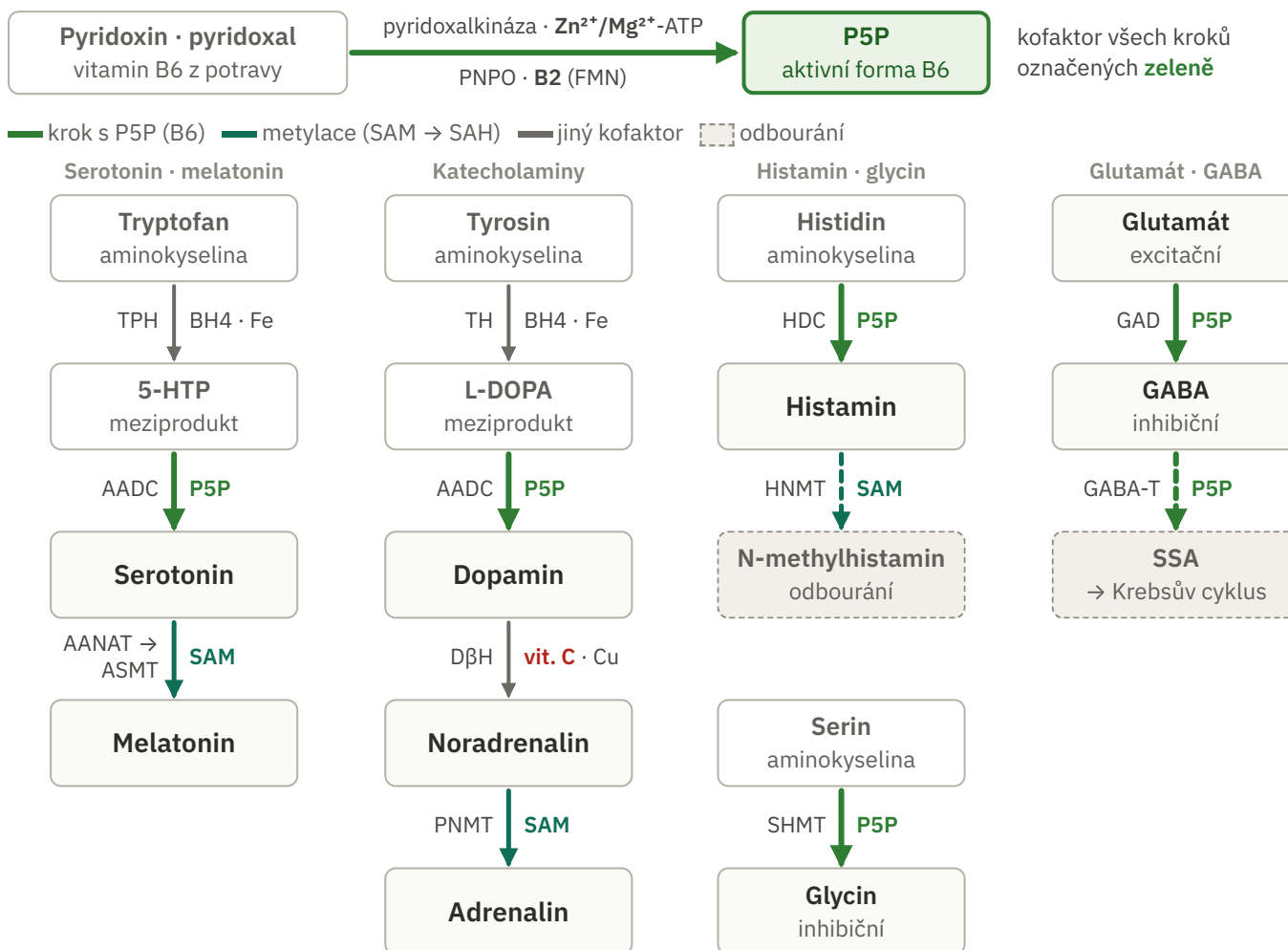
Jak to číst

- Kofaktory umožňují normální funkci enzymů, nezrychlují je nad normál.
- Poměr SAM/SAH je pevně regulovaný; doplňky ho posouvají hlavně přes odstraňování SAH (strana 2).
- K posouzení: histamin v plné krvi, aktivita DAO v séru, homocystein; SAM, SAH a jejich poměr v metylačním panelu.

Neurotransmitery a vitamin B6

Vitamin B6 v aktivní formě P5P je kofaktorem enzymů, které z aminokyselin tvoří serotonin, dopamin, histamin, GABA a glycin. Metylace (SAM) nastupuje až u hotových neurotransmiterů.

OBR. 1 – AKTIVACE B6 A SYNTÉZA NEUROTRANSMITERŮ



Methyltransferázy: kde SAM zasahuje do neurotransmiterů

Enzym	Reakce	Kofaktor	Význam
ASMT	N-acetylserotonin → melatonin	SAM	spánek; vzniká v epifyze
PNMT	noradrenalin → adrenalin	SAM	stresová reakce; dřeň nadledvin
COMT	dopamin, noradrenalin, adrenalin, estrogeny → methoxy-deriváty	SAM, Mg ²⁺	odbourání; varianta COMT V158M je spojena s úzkostí
HNMT	histamin → N-methylhistamin	SAM	odbourání histaminu v mozku (strana 3)

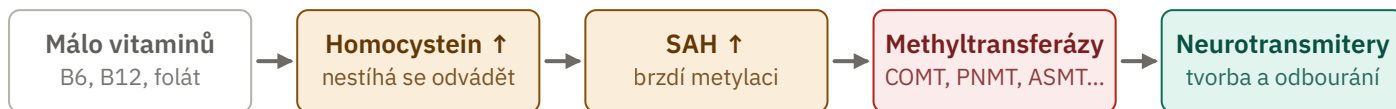
Důležité souvislosti

- Rychlost tvorby serotoninu a dopaminu určují TPH a TH (BH4, železo), ne P5P.
- P5P z doplňku se ve střevě nejprve změní na pyridoxal; v buňkách ho pyridoxalkináza (Zn, Mg) znovu aktivuje.
- Melatonin vzniká ve dvou krocích: AANAT serotonin acetyluje, teprve potom ASMT methyluje pomocí SAM.
- Vedle metylace odbourává serotonin, dopamin a noradrenalin hlavně MAO (kofaktor FAD z B2).

Metylace, úzkost a deprese

Výzkum spojuje poruchy nálady s metylací hlavně přes homocystein a SAH. Metylační cyklus lze podpořit výživou; léčbu úzkosti a deprese to nenahrazuje.

OBR. 1 – JAK MŮŽE METYLACE OVLIVNIT NÁLADU



Co říká výzkum

Homocystein a nálada

Vysoký homocystein je spojen s poruchami nálady i s neurodegenerací. Mechanismus je vícenásobný: SAH brzdí methyltransferázy a homocystein působí na nervy i přímo. Folát, B12 a SAM ho prokazatelně snižují.

SAM-e při depresi

Ve studiích byl SAM-e u deprese účinný, srovnatelně s tricyklickými antidepresivy, a dobře snášený. U bipolární poruchy však může vyvolat mánie, proto jen po dohodě s lékařem.

Vitamin B6 (P5P)

Je kofaktorem tvorby serotoninu, dopaminu a GABA (strana 4) a odvádí homocystein. Dlouhodobě vysoké dávky mohou poškodit nervy; horní limit EFSA je 12 mg denně.

Geny jako predispozice

MTHFR C677T je spojován s depresí, MTRR A66G s poruchami nálady a COMT V158M s úzkostí a panickou poruchou. Varianta genu neznamená onemocnění, jen vyšší citlivost na nedostatek vitaminů.

Glycin, sarkosin a taurin

Působí na NMDA a další receptory a tlumí nervovou dráždivost. Zkoumají se jako doplňková léčba, zatím nejsou standardem.

Co dává smysl vyšetřit

Vyšetření	Co ukazuje	Poznámka
Homocystein (plazma)	zda tělo stíhá odvádět homocystein	běžně dostupné; nejlepší první krok
Vitamin B12 a folát	zásoby pro recyklaci homocysteinu	při hraničním B12 i aktivní B12 (holoTC)
SAM, SAH, index SAM/SAH	metylační kapacita buňky	specializovaný panel; reference Genova 2,2–6,4
Geny MTHFR, MTRR, COMT	predispozice	není diagnóza; hodnotit spolu s krví

Schválená tvrzení (nařízení EU 432/2012)

Vitamin B6, vitamin B12 a folát přispívají k normálnímu metabolismu homocysteinu. Vitamin B6, vitamin B12, folát, niacin, vitamin C a hořčík přispívají k normální psychické činnosti.

Kdy k lékaři

Úzkost a deprese jsou onemocnění, která patří do rukou lékaře nebo psychologa. Výživa a doplňky mohou léčbu podpořit, nenahrazují ji. Antidepresiva ani jinou léčbu nevysazujte bez lékaře. Při myšlenkách na sebepoškození vyhledejte pomoc ihned (lékař, tísňová linka 112).