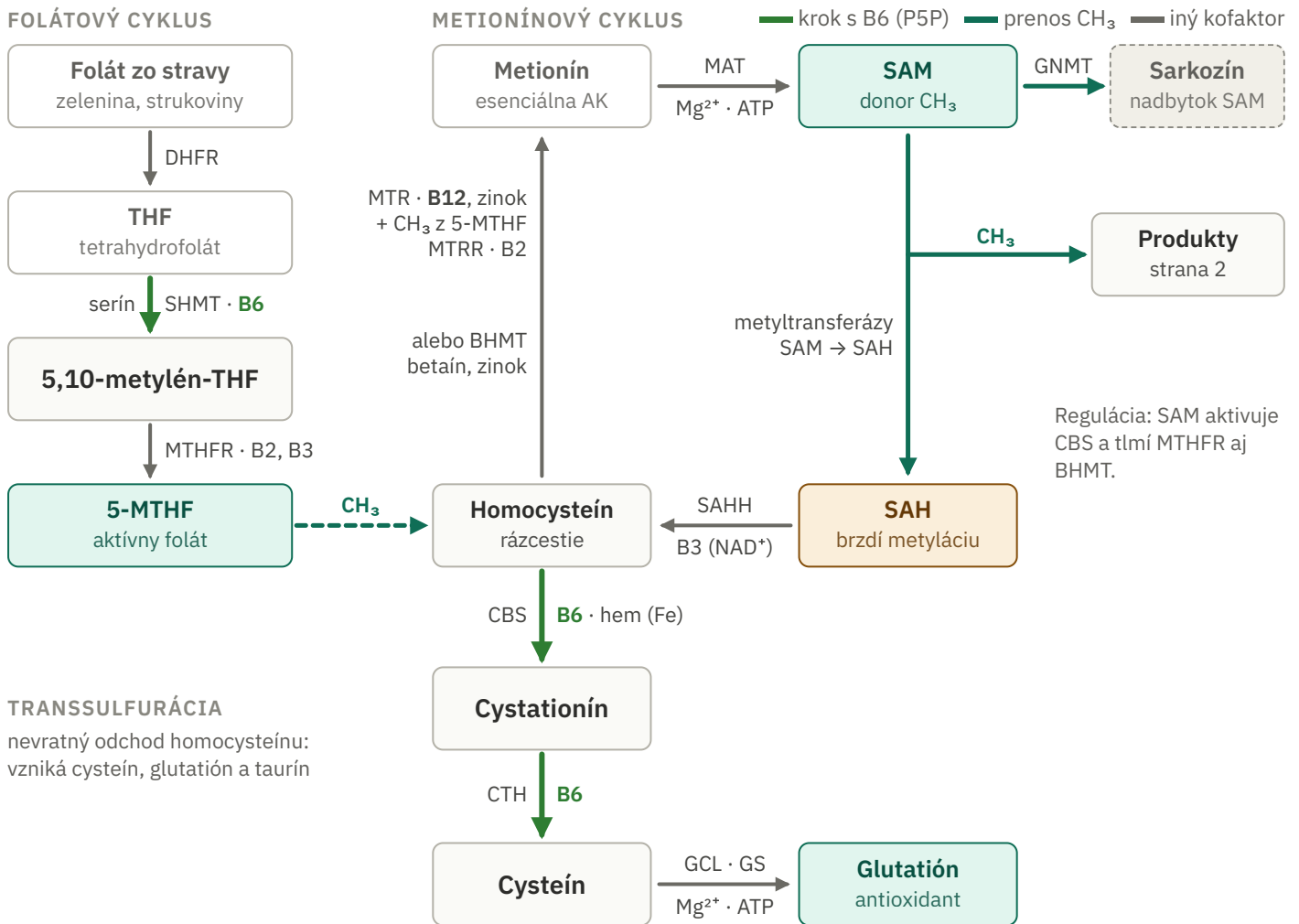


Metylácia: ako ju poháňajú vitamíny

Metylácia je prenos malej skupiny $-CH_3$ z jednej molekuly na druhú. Prebieha v každej bunke a jej jediným darcom je SAM. Aby cyklus bežal, potrebuje vitamíny a minerály ako náradie enzýmov.



Vitamíny a minerály ako náradie cyklu

Vitamín / minerál	Enzým	Čo robí v cykle
Horčík (+ ATP, draslík)	MAT	z metionínu vytvára SAM
Vitamín B12	MTR – metionín-syntáza	recykluje homocysteín späť na metionín
Folát (5-MTHF)	MTR	dodáva skupinu CH ₃ na recykláciu homocysteínu
Vitamín B2 (FAD, FMN)	MTHFR, MTRR	tvorí aktívny folát a udržiava B12 v aktívnej forme
Vitamín B3 (NAD ⁺ , NADPH)	SAHH, MTHFR	odstraňuje SAH, pomáha tvoriť 5-MTHF
Vitamín B6 (P5P)	SHMT, CBS, CTH	dodáva CH ₃ do folátového cyklu, odvádza homocysteín
Zinok	BHMT, MTR	poháňa záložnú recykláciu cez betaín
Betaín (TMG), cholín	BHMT	záložný donor CH ₃ , najmä pri nedostatku folátu
Železo	CBS (hem), SHMT	odvádzanie homocysteínu, folátový cyklus

Najdôležitejšie: metylácia beží, kým sa SAH a homocysteín priebežne odstraňujú. Hladinu SAM drží pečeň stabilnú, preto pomer SAM/SAH mení najmä hromadenie SAH.

Čo z metylácie vzniká a čo z toho má telo

Každá metylová skupina zo SAM niekde pracuje: tvorí hormóny, vypína signály, stavia membrány a riadi gény. Vedľajším produktom je SAH a homocysteín, ktoré musí telo priebežne odstraňovať.

OBR. 1 – SAM JE JEDINÝM DARCOM CH₃ PRE VIAC AKO 100 REAKCIÍ

Adrenalín a melatonín

PNMT · ASMT

Z noradrenalínu vzniká adrenalín, zo serotonínu melatonín.

→ **stresová reakcia, rytmus spánku**

Odbúranie signálov

COMT · HNMT

Inaktivuje dopamín, noradrenalín, estrogény a histamín.

→ **vypínanie signálu, rovnováha nálady**

Kreatín

GAMT

Najväčší spotrebiteľ SAM v tele.

→ **energia svalov a mozgu**

Fosfatidylcholín

PEMT

Stavebný kameň bunkových membrán a myelínu.

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

DNA a históny

DNMT · histón-MT

Metylová skupina na DNA vypína gény.

→ **regulácia génov (epigenetika)**

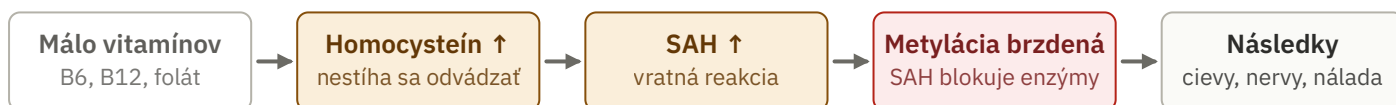
Glutatión a taurín

transsulfurácia

Homocysteín sa mení na cysteín, z neho glutatión a taurín.

→ **antioxidant, detoxikácia, upokojenie nervov**

Keď metylácia nestíha



Čo zvyšuje homocysteín

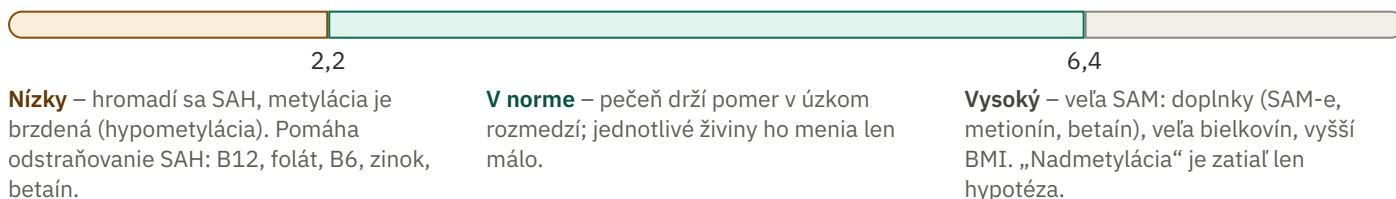
- nedostatok vitamínov B6, B12, folátu
- vyšší vek, mužské pohlavie
- fajčenie, alkohol
- zhoršená funkcia obličiek
- gény MTHFR, MTR, MTRR (predispozícia)

S čím je vysoký homocysteín spojený

- ochorenia srdca a ciev
- oslabenie kostí
- Alzheimerova a Parkinsonova choroba
- poruchy nálady (strana 5)
- zápalové ochorenia čreva

Index metylácie: pomer SAM/SAH

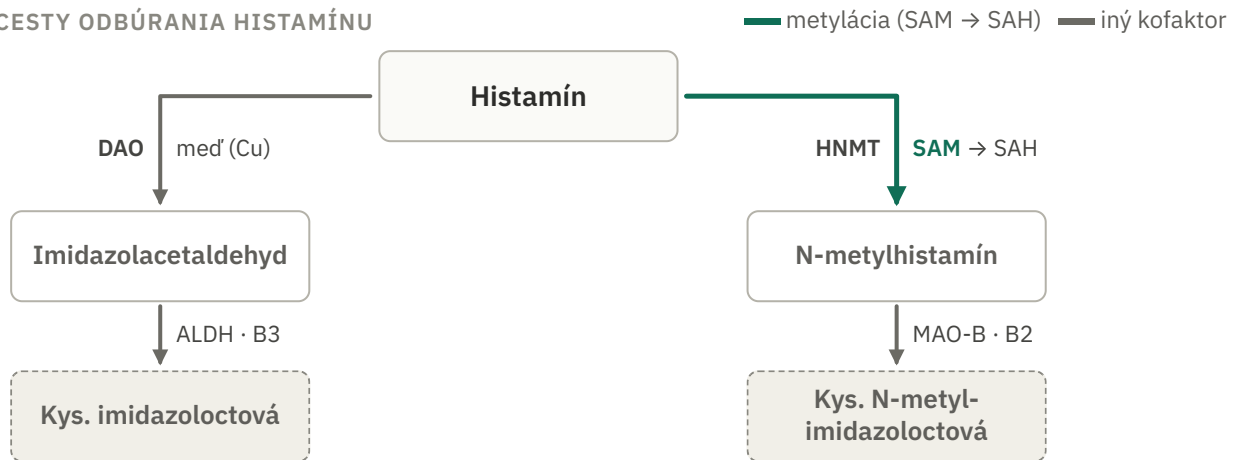
Pomer SAM/SAH ukazuje, koľko „paliva“ (SAM) má bunka voči „brzde“ (SAH). Zdravý pomer nie je 1 : 1, SAM má byť výrazne viac. Genova uvádza v plazme referenčné rozmedzie **2,2 – 6,4**.



Histamín a metylácia

Telo odbúrava histamín dvoma cestami. Metylačný cyklus ovplyvňuje len jednu z nich: enzým HNMT, ktorý na prácu potrebuje SAM.

OBR. 1 – DVE CESTY ODBÚRANIA HISTAMÍNU



Cesta 1: DAO – v čreve

- odbúra histamín z potravy, mimo buniek
- enzým obsahuje meď
- nezávisí od SAM ani od metylácie

Cesta 2: HNMT – vnútri buniek

- mozog, pečeň, obličky, pľúca, črevo
- potrebuje SAM a brzdí ho hromadiaci sa SAH
- jediná cesta, na ktorú pôsobí metylačný cyklus

HNMT podporuje: dostatok SAM (metionín, horčík, ATP) a priebežné odstraňovanie SAH a homocysteínu (B12, folát, B6, zinok, betaín, B3).

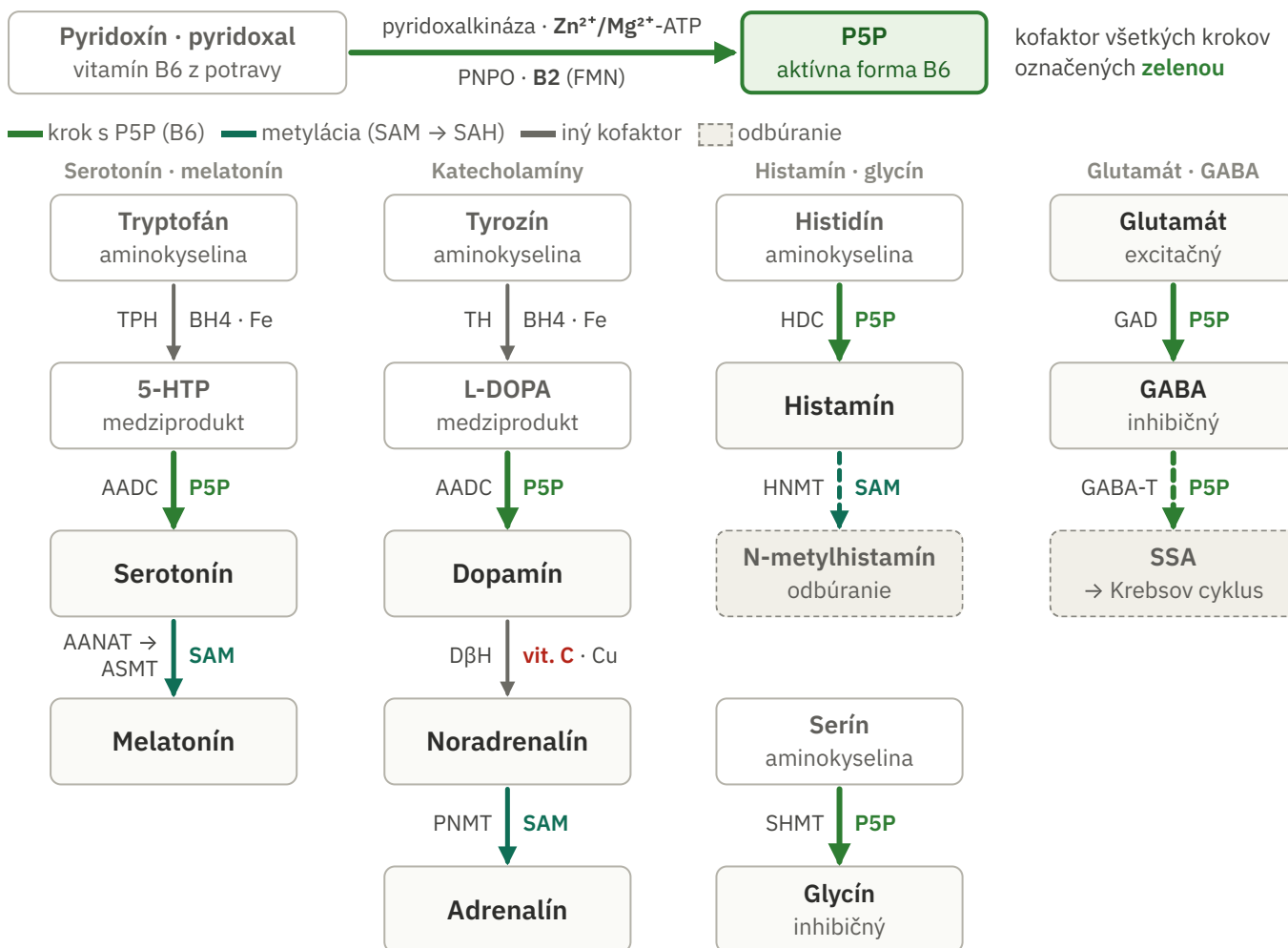
Ako to čítať

- Kofaktory umožňujú normálnu funkciu enzýmov, nezrýchľujú ich nad normál.
- Pomer SAM/SAH je pevne regulovaný; doplnky ho posúvajú najmä cez odstraňovanie SAH (strana 2).
- Na posúdenie: histamín v plnej krvi, aktivita DAO v sére, homocysteín; SAM, SAH a ich pomer v metylačnom paneli.

Neurotransmitery a vitamín B6

Vitamín B6 v aktívnej forme P5P je kofaktorom enzýmov, ktoré z aminokyselín tvoria serotonin, dopamín, histamín, GABA a glycín. Metylácia (SAM) nastupuje až pri hotových neurotransmiteroch.

OBR. 1 – AKTIVÁCIA B6 A SYNTÉZA NEUROTRANSMITEROV



Metiltransferázy: kde SAM zasahuje do neurotransmiterov

Enzým	Reakcia	Kofaktor	Význam
ASMT	N-acetylserotonin → melatonin	SAM	spánok; vzniká v epifýze
PNMT	noradrenálín → adrenálín	SAM	stresová reakcia; dreň nadobličiek
COMT	dopamín, noradrenálín, adrenálín, estrogény → metoxy-deriváty	SAM, Mg ²⁺	odbúranie; variant COMT V158M je spojený s úzkosťou
HNMT	histamín → N-metylhistamín	SAM	odbúranie histamínu v mozgu (strana 3)

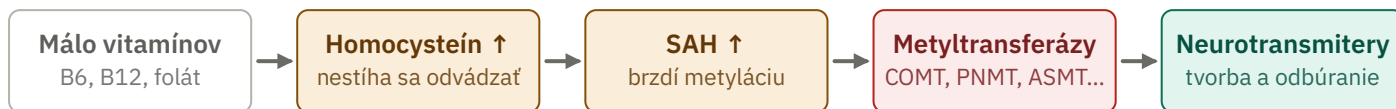
Dôležité súvislosti

- Rýchlosť tvorby serotoninu a dopamínu určujú TPH a TH (BH4, železo), nie P5P.
- P5P z doplnku sa v čreve najprv zmení na pyridoxal; v bunkách ho pyridoxalkináza (Zn, Mg) znovu aktivuje.
- Melatonin vzniká v dvoch krokoch: AANAT serotonin acetyluje, až potom ASMT metyluje pomocou SAM.
- Popri metylácii odbúrava serotonin, dopamín a noradrenálín hlavne MAO (kofaktor FAD z B2).

Metylácia, úzkosť a depresia

Výskum spája poruchy nálady s metyláciou hlavne cez homocysteín a SAH. Metylačný cyklus sa dá výživou podporiť; liečbu úzkosti a depresie to nenahrádza.

OBR. 1 – AKO MÔŽE METYLÁCIA OVPLYVNIŤ NÁLADU



Čo hovorí výskum

Homocysteín a nálada

Vysoký homocysteín je spojený s poruchami nálady aj s neurodegeneráciou. Mechanizmus je viacnásobný: SAH brzdí metyltransferázy a homocysteín pôsobí na nervy aj priamo. Folát, B12 a SAM ho preukázateľne znižujú.

SAM-e pri depresii

V štúdiách bol SAM-e pri depresii účinný, porovnateľne s tricyklickými antidepresívami, a dobre znášaný. Pri bipolárnej poruche však môže vyvolať mániu, preto len po dohode s lekárom.

Vitamín B6 (P5P)

Je kofaktorom tvorby serotonínu, dopamínu a GABA (strana 4) a odvádza homocysteín. Dlhodobé vysoké dávky môžu poškodiť nervy; horný limit EFSA je 12 mg denne.

Gény ako predispozícia

MTHFR C677T je spájaný s depresiou, MTRR A66G s poruchami nálady a COMT V158M s úzkosťou a panickou poruchou. Variant génu neznamena ochorenie, len vyššiu citlivosť na nedostatok vitamínov.

Glycín, sarkozín a taurín

Pôsobia na NMDA a ďalšie receptory a tlmia nervovú vzrušivosť. Skúmajú sa ako doplnková liečba, zatiaľ nie sú štandardom.

Čo dáva zmysel vyšetriť

Vyšetrenie	Čo ukazuje	Poznámka
Homocysteín (plazma)	či telo stíha odvádzať homocysteín	bežne dostupné; najlepší prvý krok
Vitamín B12 a folát	zásoby pre recykláciu homocysteínu	pri hraničnom B12 aj aktívny B12 (holoTC)
SAM, SAH, index SAM/SAH	metylačná kapacita bunky	špecializovaný panel; referencia Genova 2,2–6,4
Gény MTHFR, MTRR, COMT	predispozícia	nie diagnóza; hodnotiť spolu s krvou

Overené tvrdenia (nariadenie EÚ 432/2012)

Vitamíny B6, B12 a folát prispievajú k normálnemu metabolizmu homocysteínu. Vitamíny B6, B12, folát, niacín, vitamín C a horčík prispievajú k normálnej psychologickej funkcii.

Kedy k lekárovi

Úzkosť a depresia sú ochorenia, ktoré patria do rúk lekára alebo psychológa. Výživa a doplnky môžu liečbu podporiť, nenahrádzajú ju. Antidepresíva ani inú liečbu nevysadzujte bez lekára. Pri myšlienkach na sebapoškodenie vyhľadajte pomoc ihneď (lekár, tiesňová linka 112).