

# Vitaminy rozpustné v tucích

## A D E K

---

Martina Daňková  
Martina Gregorová

# VITAMINY ÚVOD

- **VITAMINY- organické látky, které je náš organismus schopen syntetizovat pouze ve velmi omezené míře**
- **Nejsou zdrojem energie ani stavebním materiálem**
- **Přesto nezbytné pro normální funkci organismu**
  - **Součástí katalyzátorů biochemických reakcí**
- **Proto často nazývány exogenními esenciálními katalyzátory**
- **Tradiční dělení tj. podle rozpustnosti, rozeznáváme dvě skupiny**
  - **Vitaminy rozpustné ve vodě (hydrofilní) tzv. vitaminy skupiny B (vitaminy B-komplexu) a vitamin C**
  - **Vitaminy rozpustné v tucích (lipofilní) A D E K**

- Rezervní kapacita
  - Doba, pro kterou je potřeba vitamínu kryta rezervami organismu
  - Vitamin A 1-2 roky, thiamin 4-10 dní
  - Zásoba v játrech (méně) a v tukové tkáni (vázány na triacylglyceroly)
- Hypovitaminosa
  - Nedostatek (deficience) některého z vitaminů
- Avitaminosa
  - Přechodný úplný nedostatek vitamínu, projevující se poruchou některých biochemických procesů
- Hypervitaminosa
  - Nadměrným příjmem lipofilních vitaminů skupiny A a D
  - Rovněž poruchy některých procesů, až těžká onemocnění

# Vitaminy rozpustné v tucích (liposolubilní, hydrofobní)

- Vitamin A – RETINOL
- Vitamin D – KALCIFEROL
- Vitamin E – TOKOFEROL
- Vitamin K – FYLOCHINON
- Základní charakteristika
  - Rozpustné v tucích
  - Pro vstřebání je nutná žluč
  - Ukládají se v tkáních
  - V nadbytku mohou být toxické
- Základní dělení
  - PODLE FUNKCE – v organismu působí jako:
    - Koenzymy
    - Antioxidační látky
    - Hormonálně aktivní látky

# VITAMIN A



# VITAMIN A - retinol

- Základní, nejvýznamnější biologicky aktivní je **all-trans-retinol (axeroftol, vitamin A1)**
- Aktivitu vitaminu A (antixeropftalmický vitamin = vitamin proti šeroslepotě) také vykazuje asi 50 dalších karotenoidů, které se nazývají **provitaminy A**
- **Nejvýznamnějším provitaminem A je  $\beta$ -karoten**
- **Význam vitaminu A:**
  - **Vliv na buněčné dělení**
  - **Stavba a regenerace buněk**
  - **Zásadní význam pro růst**
  - **Tvorba a funkce kůže, sliznic – důležitost v době těhotenství**
  - **Nutný při tvorbě a funkci očního barviva pro ostré vidění a šerosleposti**
  - **Vliv na imunitní systém**
  - **Spermatogeneze**

# Vitamin A

- Zásoba se vytváří v játrech ve formě retinolesterů mastných kyselin
- **Z depa v játrech je vitamin A po hydrolýze na retinol vázán na retinol vázající protein (RBP) a na transthyretin (tyroxin vázající prealbumin) a v poměru 1:1 předán do krve**
- Zásoba vitaminu - pokud dostatečná –
  - Novorozenci – potřeba krytá na 1-3 týdny
  - U dětí – na 3 měsíce
  - U dospělých – 1 rok
- Kromě jater si tvoří zásoby i další tkáně závislé na vitaminu A
  - Plíce, sliznice dýchacích cest, sítnice oka, sliznice GIT

# Denní doporučené dávky

## Vitamin A

### Vitaminy rozpustné v tucích

#### Vitamin A (retinol), $\beta$ -karoten

##### A. Doporučený příjem

Věk	Retinol			
	mg ekvivalentu <sup>1</sup> /den		mg ekvivalentu <sup>1</sup> /MJ <sup>2</sup> (hustota živiny)	
	m	ž	m	ž
<b>Kojenci</b>				
0-3 měsíce <sup>3</sup>	0,5	0,5	0,25	0,26
4-11 měsíců	0,6	0,6	0,20	0,21
<b>Děti</b>				
1-3 roky	0,6	0,6	0,13	0,14
4-6 let	0,7	0,7	0,11	0,12
7-9 let	0,8	0,8	0,10	0,11
10-12 let	0,9	0,9	0,10	0,11
13-14 let	1,1	1,0	0,10	0,11
<b>Dospívající a dospělí</b>				
15-18 let	1,1	0,9	0,10	0,11
19-24 let	1,0	0,8	0,09	0,10
25-50 let	1,0	0,8	0,10	0,10
51-64 let	1,0	0,8	0,11	0,11
≥ 65 let	1,0	0,8	0,12	0,12
<b>Těhotné</b>				
od 4. měsíce		1,1		0,12
<b>Kojící<sup>4</sup></b>		1,5		0,14

<sup>1</sup> 1 mg ekvivalentu retinolu = 1 mg retinolu = 6 mg all-trans- $\beta$ -karotenu = 12 mg jiných karotenoidů s charakterem provitaminu A = 1,15 mg all-trans-retinylacetátu = 1,83 mg all-trans-retinyl-palmitátu; 1 IE (mezinárodní jednotky - jsou používány pouze pro farmaceutické účely) = 0,3  $\mu$ g retinolu

<sup>2</sup> Vypočteno pro dospívající a dospělé s převážně sedavou činností (PAL 1, 4).

<sup>3</sup> Zde se jedná o odhadnutou hodnotu

<sup>4</sup> Navýšení o ca 70  $\mu$ g ekvivalentu retinolu na 100 g mateřského mléka

##### B. Komentář

- 0,5-1 mg ekvivalentu/den (DACH, 2011)
- 0,8-1 mg retinolu (Velíšek, 2011)
- 1 mg ekvivalentu retinolu = 1 mg retinolu = **12** mg all-trans- $\beta$ -karotenu = **24** jiných karotenoidů s charakterem provitaminu A)
- 1 IE (mezinárodní jednotky – jsou používány pouze pro farmaceutické účely = 0,3  $\mu$ g retinolu, 0,6  $\mu$ g betakartoenonu a 1,2  $\mu$ g dalších provitaminů A) )



# Zdroje vitamínu A

- Zdroj vitamínu A (preformovaný vitamín A)
  - Z potravin živočišného původu
  - Maso, játra, vejce, rybí olej, ryby, máslo, mléko, sýry
- Zdroj provitamínu A
  - Téměř všechny potraviny rostlinného původu
  - Významné: intenzivně zelené, oranžové a žluté zeleniny
- K uhrazení DDD (denních doporučených dávek) 0.8-1 mg
  - 20 g jater 110 g vajec 150 g másla
- Potřeba vitamínu je kryta asi z
  - 50% provitaminy z potravin rostlinného původu
  - 20% retinol z masa
  - 15% retinol spolu s provitaminy mléka
  - 8% retinol z tuků (u rostlinných olejů pouze provitaminy)
  - 8% provitaminy z ovoce
  - 6% retinol a provitaminy z vajec

- Počínající **nedostatek vitamínu A** je obtížně zjistitelný
  - Jeho koncentrace v krvi je homeostaticky udržována v normální hodnotě i v případě, že jsou zásoby v játrech prakticky vyčerpány
  - První klinický příznak nedostatku je **šeroslepost**
  - Ale při počínajícím nedostatku vit.A = větší náchylnost dýchacích cest k infekci (porucha diferenciací tkání sliznice)
- Výrazný nedostatek
  - zprvu zrohovatělé Bitotovy skvrny (na spojivkách)
  - Následuje keratomalacie (vředy na rohovkách) s úplným rozpadem přední části oka a **oslepnutím**
- Bezpečná **horní hranice příjmu vitamínu A** je u dospělých do 3 mg/den
- **EFSA\*** doporučuje u žen po menopauze max.1,5 mg/den
  - Řada studií dává do souvislosti vysoký příjem vitamínu A a snížení kostní denzity

# Nedostatkem ohrožené skupiny

- Novorozenci
  - U novorozenců saturace vitamínu A závislá na příjmu v těhotenství
    - *Ženy by měly mít vyváženou stravu – vyvarovat se preparátů (předávkování a riziko poškození plodu)*
- Děti s častými infekty
  - U horečnatých infekčních onemocnění se spotřeba vitamínu A značně zvyšuje a současně dochází ke zvýšenému vylučování
  - Zřetel zejména u dětí => nepatrné zásoby
- Senioři
  - Jednostrannost výživy

# Zvýšená potřeba

- V těhotenství
- Měl by být o třetinu vyšší
  - Velký význam pro vývoj a zrání plic – **dostatečný** přísun zejm. v 2-3. trimestru
  - Ne z jater – **vysoký** příjem může vést k tvorbě teratogenně působící kyseliny retinové (vede ke vzniku poruch ve vývoji plodu)

# $\beta$ -karoten

- Patří do skupiny **karotenoidů** a má dvě podstatné funkce:
  - Provitamin A – může z něj vznikat vitamin A
  - Jako antioxidační látka chrání před oxidačním poškozením
- Z potravy přijímán v nezměněné formě
  - v různých tkáních (střevo, játra, plíce) může být přeměněn na vitamin A
- Tělo si z něj vytvoří retinol dle své potřeby ??
  - S **klesajícím** příjmem vitaminu A **stoupá** štěpení betakarotenu na vitamin A
- Vstřebávání
  - I bez přítomnosti tuku
  - Záleží ve velké míře na způsobu přípravy – př. Mrkev – mechanické porušení rostlinných buněk (výroba šťávy, krátké zahřátí)
  - Mrkev za syrova – nevstřebává se prakticky nic
  - Vysoký obsah pektinu může absorpci betakarotenu omezit
- Provitaminy A vykazují antikarcinogenní účinky
  - Výrazně vyšší antioxidační kapacitu ale mají některé jiné karotenoidy bez vitaminové účinnosti (lykopen, lutein)

# $\beta$ -karoten

- Výskyt téměř ve všech potravinách rostlinného původu
  - Za dobré zdroje platí intenzivně zbarvená zelenina (špenát, kapusta, brokolice, polníček, mrkev – příslušné zpracování!)
- O potřebné výši příjmu betakarotenu jsou jen nejasné představy
  - Ze studií lze odvodit odhadovanou hodnotu 2-4 mg/den
  - Příjem 10 mg betakarotenu/den potravou je nezávadný (DACH)
  - Nutnost dalších výzkumů



# VITAMIN D

---



- VÍTE, KOLIK  
OBSAHUJÍ  
VYBRANÉ  
POTRAVINY  
vitaminu D

- Údaje v IU na 100 G  
potravin

## Workshop na zahřátí

- ementál 45 %
- tvaroh tučný
- losos
- olej tresčí játra
- vejce
- vaječný žloutek

- A 1360 IU
- B 447 IU
- C 132 IU
- D 120 IU
- E 41 IU
- F 8 IU



# Správné odpovědi

Potraviny  
na 100 g

• POTRAVINA		vitamin D IU
• 1. Olej tresčí játra	1360	340 %
• 2. Losos	447	111 %
• 3. Vaječný žloutek	132	33 %
• 4. Ementál 45 %	120	30 %
• 5. Vejce	41	10,25%
• 6. Tvaroh tučný	8	2%

# Vitamin D - kalciferol

- **Není typický vitamin**
  - Organismus je schopen jej syntetizovat v kůži vlivem UV záření
  - Skupina steroidních prohormonů rozpustných v tucích
- **Výskyt ve dvou hlavních formách**
  - D2 ergokalciferol
  - D3 cholekalciferol
  - Obě formy lze získat potravou, D3 i syntézou v kůži
- Cholekalciferol (syntetizovaný v kůži) – se v játrech aktivuje
- 25-hydroxycholekalciferol – ten se dál v ledvinách mění na
- **Aktivní 1,25-dihydroxycholekalciferol**

# SLUNEČNÍ VITAMIN



- Důležitý regulátor vstřebávání a využití vápníku a fosforu
  - *Vápník – v tenké kličce aktivním transportem*
- Hlavním zdrojem není potrava (10-20 % \*)
- Ale dostatečná expozice slunečnímu záření (**insolace**)
- Při přiměřeném slunění/opalování se ho tvoří dostatek v kůži (80-90 % \*)
- S dostatkem oslunění se nepovažuje perorální příjem vitamínu D za nutný
- ALE jeho potřeba je závislá na různých faktorech (např. geografických, klimatických a kulturních).
- WHO doporučuje vystavovat tělo (hlavně obličej a paže) slunečnímu záření po dobu 30 minut denně

# VÝZNAM VITAMINU D

- Důležitý regulátor vstřebávání a využití vápníku a fosforu
  - Správná tvorba kostí a zubů
  - Vliv na normální koncentraci vápníku v krvi
  - Vliv na normální dělení buněk
  - Udržení normální funkce imunitního systému
  - Udržení normální svalové funkce
- **DDD: 5μg (10 μg) = 200-400 IU**
- **1μg = 40 IU /MU**
- **Dle nových doporučení 20 μg = 800 IU/den \***
- Uhrazení denní spotřeby
  - Smíšená strava se zařazováním ryb
  - Hlavním zdrojem není potrava
  - Při adekvátním oslunění se ho dostatek tvoří v kůži

# Doporučený příjem vitamínu D

## DACH, Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011

### A. Doporučený příjem

Věk	Vitamin D <sup>1</sup>		
	µg/den	µg/MJ <sup>2</sup> (hustota živin)	
		m	ž
<b>Kojenci<sup>3</sup></b>			
0-3 měsíce	10	5,0	5,3
4-11 měsíců	10	3,3	3,4
<b>Děti</b>			
1-3 roky	5	1,1	1,1
4-6 let	5	0,8	0,9
7-9 let	5	0,6	0,7
10-12 let	5	0,5	0,6
13-14 let	5	0,4	0,5
<b>Dospívající a dospělí</b>			
15-18 let	5	0,5	0,6
19-24 let	5	0,5	0,6
25-50 let	5	0,5	0,6
51-64 let	5	0,5	0,7
≥ 65 let	10 <small>400 IU</small>	1,2	1,4
<b>Těhotné</b>	5		0,5
<b>Kojící</b>	5 <small>200 IU</small>		0,5

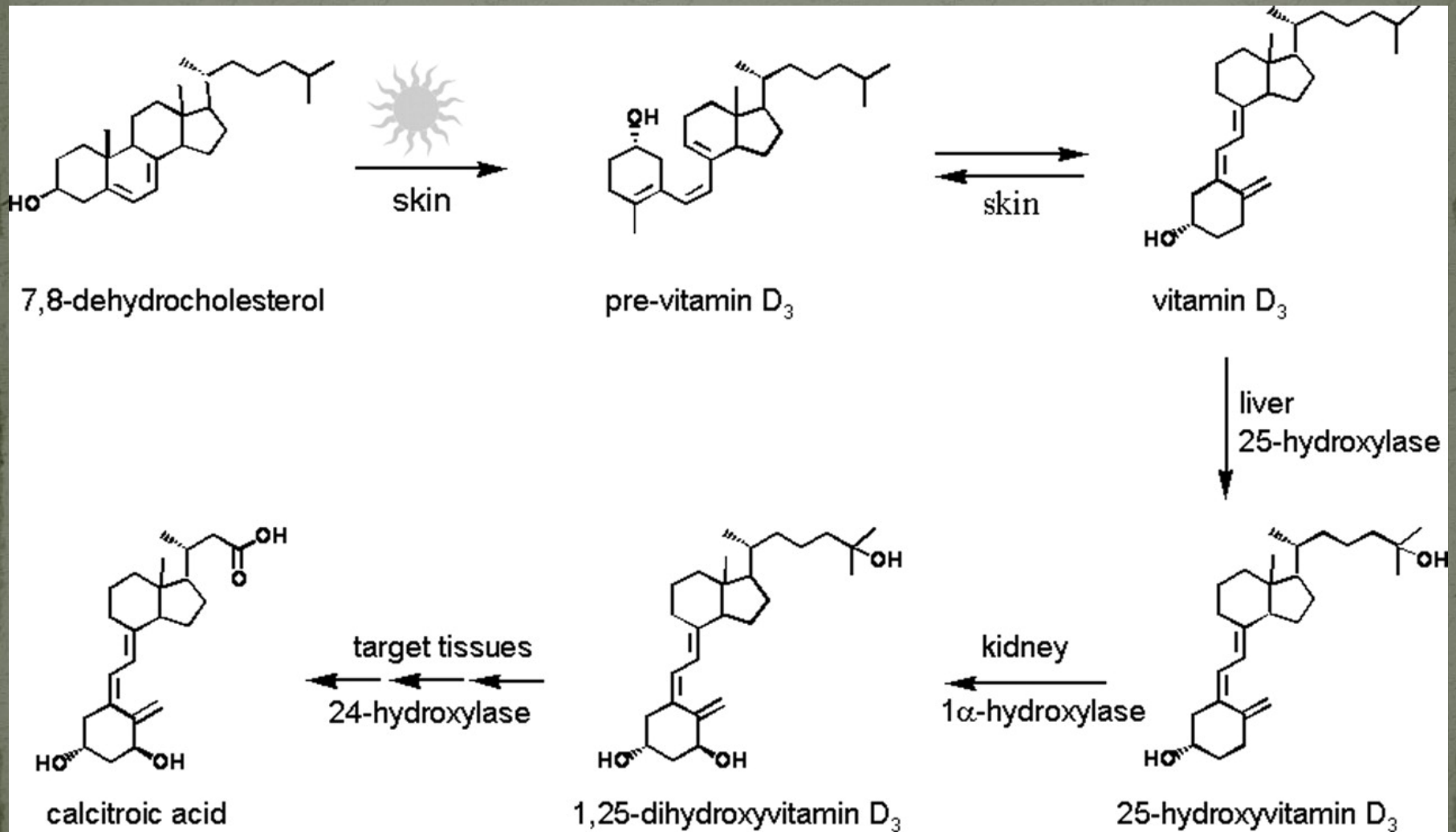
<sup>1</sup> 1 µg = 40 IU; 1 IU = 0,025 µg

<sup>2</sup> Vypočteno pro dospívající a dospělé s převážně sedavou činností (hodnota PAL = 1,4)

<sup>3</sup> Německá Společnost pro dětské lékařství doporučuje nezávisle na produkci vitamínu D UV zářením v kůži a na příjmu vitamínu D z mateřského mléka, resp. z kojenecké mléčné stravy (základní vitaminizace) pro profylaxi křivice u kojených i nekojených dětí denní dávku vitamínu D 10-12,5 µg (400-600 IE) od konce 1. týdne života až do konce 1. roku. Profylaxe může pokračovat v 2. roce života během zimních měsíců.

- Vitamin D je absorbován spolu s tuky ve střevě a transportován v chylomikronech lymfatickým systémem do jater – zde skladován a metabolizován
- Rozsah absorpce cca 80 % (DACH, 2011)
- Za vlastní aktivní formu vitaminu D je považován
  - **1 $\alpha$ , 25-dihydroxycholekalCIFerol (kalcitriol)**
  - 10x účinnější než cholekalCIFerol (D<sub>3</sub>) i než
  - 25 – hydroxycholekalCIFerol (kalcidiol)
- Je hlavní hormon, který je nezbytný pro podporu vápníku a kostní homeostázy
- Působí prostřednictvím vazby na receptor vitaminu D (VDR)

# Syntéza, aktivace vitaminu D



## Zdroje vitamínu D (100 g potravin) volně dle Velíška, 2011

Potravina 100 g	Vitamin D (IU)	Procent z DDD (200-400IU)
<b>Úhoř</b>	1600	800% / 400%
<b>Sled'</b>	920	460%/230%
<b>Šproty</b>	520	260%/130%
<b>Losos</b>	480	240%/170%
<b>Pstruh mořský</b>	440	220%/110%
<b>Sardinka</b>	400	200%/100%
<b>Tuňák</b>	240	120%/60%
<b>Uzený losos</b>	200	100%/50%
<b>Ementál 45 %</b>	120	60%/30%
<b>Máslo</b>	40	20%/10%
<b>Mléko plnotučné</b>	0,8	0,4%/0?2%
<b>Vaječný žloutek (1ks)</b>	20	10%/5%
<b>(100g)</b>	300	150%/75%



# POJMY – hladiny vitamínu D

- **Deficience (!!!)**

< 20 ng/ml, tzn. Pod 50 nmol/l

- **Insuficience**

20-29 ng/ml, tzn. 50-72,5 nmol/l

- **Suficience** (= optimální hladina)

Rozpětí mezi 30-80 ng/ml, tzn. 75-200nmol/l

- Za **toxickou** je považována hladina

> 80 ng/ml, tzn. > 200 nmol/l

**Vzájemný vztah jednotek, ve kterých jsou udávány sérové hladiny 25(OH)vitamínu**

- Hladiny se obvykle uvádí v nmol/l nebo v ng/ml

- Přičemž **2,5 nmol/l = 1 ng/ml**

# Klasifikace zásobení vitaminem D

Těžká nedostatečnost	< 25 nmol/L (10 ng/ml)
Nedostatečnost	25 - 49 nmol/L
Mírný nedostatek	50 - 74 nmol/l
Dostatečná hladina	75 -150 nmol/L
Riziko intoxikace	> 500 nmol/l

# Hladiny vitamínu D - hypovitaminóza

- **Křivice** (důsledek hypovitaminózy u dětí)
  - Deformace skeletu, zbytnění v růstových zónách (vybočená kolena, caput quadratum)
- **Osteomalácie** (demineralizace a přestavba plně vyvinutých kostí)
  - Typické pruhovité zóny přestavby, ve kterých může dojít ke spontánním frakturám
- Minimální hladina, u které byl pozorován efekt snížení výskytu zlomenin musela být vyšší než **30 ng/ml (74 nmol/l)**
  - Což zároveň určuje práh pro optimální úroveň 25 (OH) D pro prevenci zlomenin
- Deficience vitamínu D vede k porušení homeostázy

## ● **Myopatie** – riziko pádů

- Účinek na osteoklasty - nízká hladina vitamínu D stimuluje osteoklasty – kostní resorpce
  - Zvýšení (resp.normalizace) hladin vitamínu D spojena se snížením pádů u starší populace
  - Léčba deficiencie vitamínu D důležitým aspektem účinné léčby osteoporózy
  - Nižší než optimální hladiny vitamínu D přispívá ke vzniku osteoporózy ve stáří
  - Nedostatek vitamínu D způsobí nižší absorpci vápníku ve střevě
  - Léčba nedostatku vit.D současně vede ke zvýšení kostní denzity
- 
- Nízká hladina vitamínu D vede k zvýšení krevního tlaku
    - Kalcitriol blokuje biosyntézu reninu
    - Nízká hladina → nízká úroveň blokace → *vysoký krevní tlak*
  - Deficiencie vitamínu D vede k **sekundární hyperparathyreóze**
    - Parathormon stimuluje 1-hydroxylázu (přeměna na aktivní metabolit v ledvinách)
    - Málo vitamínu D = stimulace sekrece parathormonu

# Epidemiologické studie naznačují

- Vitamin D a nádory
  - vitamin D hraje roli ve zvýšení rizika rozvoje nádorů
  - Nádory tlustého střeva, prostaty, prsu
- Zvýšení rizika pro diabetes mellitus 1. i 2. typu
- Cílovými orgány vitaminu D nejen kosti
  - Tenké střevo, ledviny, příštítná tělíska, slinivka, žaludek, mozek

# Rizikové skupiny

- Starší osoby
  - Nedostatečný pobyt na slunci
  - Po 65 roku věku klesá schopnost získat vitamin D ze slunečního svitu
  - Zároveň se snižuje schopnost ledvin přeměnit vitamin D na jeho aktivní metabolit
  - + méně pestrý jídelníček a s ním spojený nízký příjem vitamínu D
- Institucionalizované osoby, tzn. Osoby v domovech dlouhodobé péče či léčebnách

# Nadbytek vitamínu D

- Z běžné stravy nepravděpodobný
- Spotřeba doplňků stravy – multivitaminové přípravky
  - Koncentrovaná forma, může dojít k hypervitaminóze

Vede k:

- Hyperkalcemii
  - Zvýšená resorpce  $\text{Ca}^{2+}$  ve střevě
- Hyperfosfatemii

# Když sluníčko a ryby nestačí ...

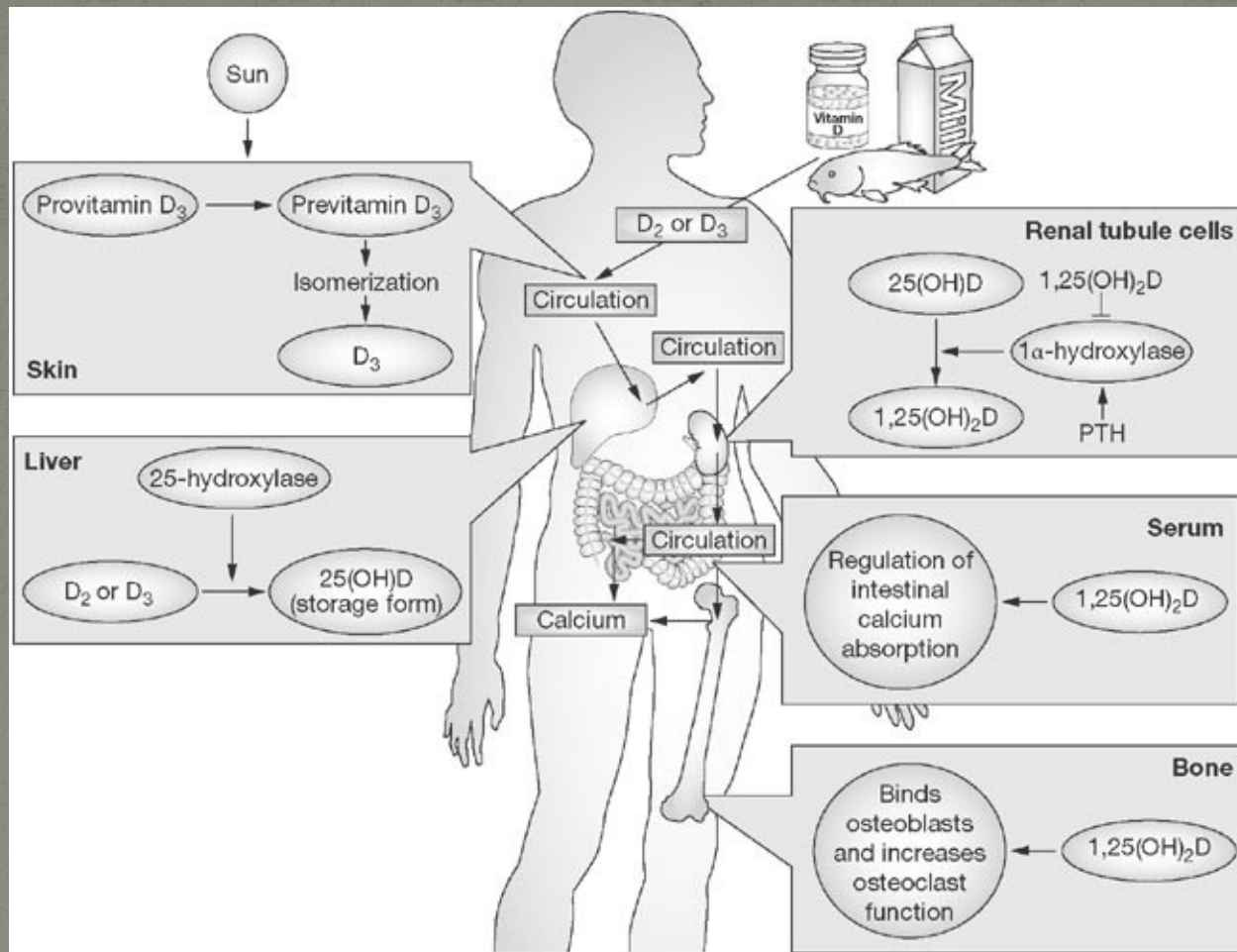
- **Kdy suplementovat?**
- Zánětlivá onemocnění střev
  - Crohnova choroba, ulcerózní kolitida
- Celiakie
- Laktózová intolerance
- Bariatrická chirurgie
- Jaterní onemocnění
- Malnutrice



# Fortifikované potraviny

- Fortifikace = obohacení (dané potraviny) na koncentrace vyšší, potřebné z různých důvodů
- Vitamin D<sub>2</sub> (ergokalciferol) se přidává např.
  - do margarínu
  - do některých obilovin (tzv. snídaňové cereálie)

**Figure 1** The vitamin D metabolic pathway



Závěrečný kvíz 😊

---

# 1. Schopnost syntézy vitaminu D v kůži:

- A. s věkem roste
- B. s věkem se nemění, rozdíly jsou pouze mezi pohlavími
- C. s věkem klesá

# Schopnost syntézy vitamínu D v kůži:

- A. s věkem roste
- B. s věkem se nemění, rozdíly jsou pouze mezi pohlavími
- C. s věkem klesá

## 2. Kterou/é potravinu/y můžeme označit jako významný zdroj vitamínu A i D?

- A. Mrkev
- B. Losos
- C. Žloutek
- D. Tvaroh
- E. Játra

Kterou/é potravinu/y můžeme označit jako významný zdroj vitamínu A i D?

- A. Mrkev
- B. Losos
- C. Žloutek
- D. Tvaroh
- E. Játra

True or False.

Vitamin D is not necessary  
for Calcium to be absorbed  
in the body.



True or False.

Vitamin D is not necessary  
for Calcium to be absorbed  
by the body.

Děkuji za pozornost

---

# Zdroje

- DACH. *Referenční hodnoty pro příjem živin*. V ČR 1. vyd. Praha: Společnost pro výživu, 2011, s. 61-74. ISBN 978-80-254-6987-3.
- European Food Safety Authority - Evropský úřad pro bezpečnost potravin. Dostupné z: <http://www.efsa.europa.eu/>
- FOJTÍK, Petr. Výživa a sekundární osteoporóza. *Interní Med.* [online]. 2009, roč. 11, č. 12, s. 561-568 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z: <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2009/12/08.pdf>
- VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, xxii, 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
- MUDr. Richard Pikner, Ph.D.: Jaká má být hladina vitamínu D a doporučené dávkování?. CEVA [online] 16. říjen 2012 , poslední aktualizace 16. říjen 2012 [cit. ]. Dostupný z WWW: <http://www.ceva-edu.cz/mod/data/view.php?d=13&rid=178>. ISSN 1803-8999.
- VYSKOČIL, Václav. Vitamin D. 2011, roč. 2, č. 25. Dostupné z: [www.klinickafarmakologie.cz](http://www.klinickafarmakologie.cz)