

# Primární imunitní orgány

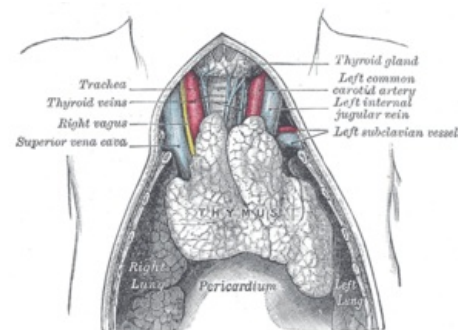
Mezi primární lymfatické orgány člověka řadíme **thymus** a **kostní dřeň (medulla ossium)**. Probíhá v nich diferenciaci a selekce imunitních buněk.

## Thymus

 Podrobnější informace naleznete na stránce Brzlík.

### Anatomie

Thymus je růžový, u dospělých v důsledku hromadění tuku žlutý orgán. V dětském věku je uložen v *mediastinum superius* a *mediastinum anterior*, v dospělosti prakticky pouze za manubrium sterni (*mediastinum superius*). Topograficky se nachází **za sternem a před žilami vstupujícími do srdce**. Tvoří ho dva kraniokaudálně protažené laloky, **lobus dexter** a **lobus sinister**. **V dětství je větší** (12–15 g u novorozence, 40 g ve 3. roce života) a po pubertě **podléhá involuci** přeměnou na tukovou tkáň *corpus thymicum* (13 g v 50. roce života).



Topografie thymu

Arteriální zásobení přichází z větví a. thyroidea inferior a a. thoracica interna, venózní krev odtéká převážně do v. thoracica interna a v. thyroidea inferior. Thymus má sympatickou inervaci z nn. cardiaci a parasympatickou z nn. laryngei recurrentes (nn. vagi). Senzitivní inervaci zajišťují vlákna oddělující se z nn. phrenici.

### Embryologie

Základ thymu vzniká párově v 5. týdnu vývoje z mediálních částí **3. páru faryngeálních váčků** (z laterálních vznikají gll. parathyroideae inferiores).

### Involuce

Do třetího roku života se thymus zvětšuje, poté dochází k postupné involuci, nejmasivnější je v pubertě. Morfologický podklad involuce tvoří relativní zvětšování rozsahu dřeně na úkor kůry, úbytek lymfocytů v kůře, vzestup počtu **Hassalových tělísek** a úbytek retikulárního vaziva za současného zmnožení tukového vaziva.

### Histologie

Na povrchu má thymus vyvinuté **vazivové pouzdro**, ze kterého odstupují **vazivová septa** rozdělující tkáň thymu na **nepravé lalůčky**. Každý lalůček se skládá z periferně uložené světlejší kůry - **cortex thymi** a centrálněji uložené tmavší dřeně - **medulla thymi**.

Septum proráží arterie, které kopírují průběh sept. Na hranici kůry a dřeně odstupují arterioly; v kůře nacházíme pouze kapiláry. Vény sledují průběh artérií. Thymus **nemá aferentní lymfatické cévy**, eferentní nacházíme v malém množství.

Stroma tvoří buňky **retikulárního epitelu**; tvoří ho epitelové retikulární buňky hvězdicovitého tvaru s dlouhými tenkými výběžky, které se spojují prostřednictvím macula densa. Z imunocytů se zde vyskytují nejčastěji zralé, ale i dozrávající T lymfocyty a makrofágy.

#### Kůra

Na histologických řezech ji vidíme jako tmavší vrstvu, nacházíme v ní velké množství lymfocytů a méně retikulárních epitelových buněk než ve dřeně. Retikulární epitelové buňky zde mají dlouhé výběžky obklopující skupinky vyvíjejících se T lymfocytů, kapiláry a jednotlivé pseudolalůčky.

Lymfocyty vznikající v kostní dřeni se přesouvají právě do kůry thymu, kde se dělí, diferencují, selektují a postupně přesouvají do oblasti dřeně. Samotné dozrávání lymfocytů tedy probíhá v kůře. Velké množství odumřelých lymfocytů je fagocytováno přítomnými makrofágy.

Kapiláry v kůře jsou somatického typu a spolu s buňkami retikulárního epitelu tvoří limitující bariéru mezi krví a mikroprostředím thymu. Tato bariéra odděluje velké množství antigenů cirkulujících v krvi a umožňuje přechod pouze některým.

#### Dřeň

Je světlejší vrstva, vyskytuje se zde více buněk retikulárního epitelu a méně lymfocytů. Bariéra mezi krví a thymem zde není vyvinutá. Nacházíme zde specifické útvary - **Hassalova tělíska**, která jsou tvořena mnohými vrstvami oploštělých koncentricky uspořádaných keratinizovaných buněk. V průběhu života se zvyšuje počet i velikost

Hassallových tělísek. Lymfocyty vyskytující se ve dřeni tvoří pouze 5 % ze všech lymfocytů thymu. Všechny lymfocyty ve dřeni jsou však již imunokompetentní! Imunokompetentní lymfocyty se do krevního oběhu dostávají skrze postkapilární venuly, které jsou na hranici kůry a dřene. Následně osidlují thymodependentní oblasti v sekundárních lymfatických orgánech.

## Produkce peptidů

V retikulárních epitelových buňkách byla prokázána produkce peptidů, které se svým účinkem podílejí na dozrávání T lymfocytů. K těmto peptidům patří: thymozin D, thymický humorální faktor, thymopoetin.

## Funkce

Pre-T-lymfocyty se po vzniku v kostní dřeni krevní cestou přesouvají do thymu, kde dozrávají na tzv. naivní T-lymfocyty. Rozdíl mezi lymfocyty před a po jejich "pobytu" v thymu je především ve vytvořených povrchových kostimulačních molekulách. K této změně dochází pod vlivem výše popsaných peptidů, které se v thymu tvoří. Kromě toho dochází k tzv. **negativní a pozitivní selekci**. T-lymfocyty mají na svém povrchu antigenní receptory, které nazýváme TCR (T-cell receptor). Na základě jejich afinity k MHC molekulám dochází k selekci. Při negativní selekci jsou usmrceny T-lymfocyty s velmi vysokou afinitou k MHC glykoproteinům a při pozitivní selekci jsou vyselektovány ty, které disponují jistým stupněm afinity k MHC gp. T-lymfocyty, které nedokážou vůbec vázat MHC jsou tedy též usmrceny. Vzhledem k existenci bariéry mezi krví a prostředím thymu, je potřebná existence tzv. PAE (peripheral antigen expressing cells). Jedná se o buňky schopné prezentovat dozrávajícím T-lymfocytům antigeny vyskytující se v organismu mimo thymus. Tímto způsobem se dosahuje správné selekce, jenž bere v úvahu také periferní antigeny.

Výsledkem těchto procesů jsou **naivní T-lymfocyty**, což znamená, že se ještě nesetkaly s antigenem. Tyto lymfocyty opouští thymus a osidlují **thymus dependentní oblasti** v sekundárních lymfatických orgánech.

## Kostní dřeň

### Anatomie, histologie a funkce

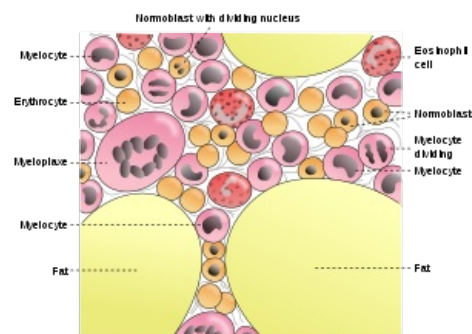
**Medulla ossium** (kostní dřeň) vyplňuje **cavitas medullaris** (dřeňovou dutinu) v tělech dlouhých kostí a oblast mezi trámčinou kosti spongiózní. Rozlišujeme červenou – aktivní kostní dřeň (medulla ossium rubra); žlutou – neaktivní, prostoupenou tukovým vazivem (medulla ossium flava), která se může ztrátou tuku přeměnit na šedou (medulla ossium grisea). Šedá kostní dřeň je typická pro staré jedince. V případě zvýšené potřeby krve tvorby se nevyklučuje opětovně přeměna žluté kostní dřene na červenou.

Červená kostní dřeň je od 5. lunárního měsíce **primárním orgánem krve tvorby**, tuto funkci plní také v dospělosti. Nacházíme v ní pluripotentní buňky, které svou diferenciací dávají základ pro buňky myeloidní jako i lymfoidní řady. Zúčastňuje se tedy vývoje všech krevních korpuskulárních elementů.

Stroma kostní dřene je tvořeno **retikulárním vazivem**, které vymezuje ostrůvky **hematopoetické tkáně**. Nacházíme zde početné **sinusoidní kapiláry**. Je potřeba podotknout, že vývoj krevních elementů probíhá zásadně extravaskulárně.

V dětství se červená kostní dřeň nachází v dutinách všech dlouhých kostí, tělech obratlů, žebrech, alla ossis ilii, článcích prstů a ve sternu. Během puberty dochází k náhradě funkční tkáně kostní dřene tukovým vazivem, vzhledem k délce života krevních buněk je však jejich permanentní produkce nevyhnutelná. Proto se i v dospělosti zachovává funkční kostní dřeň v těchto oblastech: epifýzy dlouhých kostí, v pánvi, žebrech, sternu, tělech obratlů a v diploe lebečních kostí.

Imunologická funkce kostní dřene (červené) se prolíná s její funkcí v krev tvorbě. Z myeloidní řady vznikají **granulocyty** a z lymfoidní nezralé **B-lymfocyty a pre-T-lymfocyty**. Zatímco pre-T-lymfocyty putují pro svůj konečný vývoj do thymu, vývoj B-lymfocytů se v plné míře uskutečňuje v kostní dřeni. Probíhá zde **negativní selekce B-lymfocytů**, při které jsou eliminovány nebo inaktivovány ty lymfocyty, které rozpoznávají MHC gp s příliš vysokou afinitou.



Buňky kostní dřene

## Odkazy

### Související články

- Thymus
- Kostná dřeň
- Krvetvorba
- HLA systém

### Zdroj

- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. 2. vydání. Praha : Grada, 2001. 516 s. ISBN 978-80-7169-970-5.

- KONRÁDOVÁ, Václava, Jiří UHLÍK a Luděk VAJNER. *Funkční histologie*. 2. vydání. Jinočany : H & H, 2000. 291 s. ISBN 80-86022-80-3.
- HOŘEJŠÍ, Václav a Jiřina BARTŮŇKOVÁ. *Základy imunologie*. 3. vydání. Praha : Triton, 2005. 279 s. ISBN 80-7254-686-4.
- KAPELLER, Karol a Viera POSPÍŠILOVÁ. *Embryológia človeka*. 1. vydání. Martin : Osveta, 2001. 371 s. ISBN 80-8063-072-0.