

POJIVA TROFICKÁ

Jako trofická pojiva označujeme tělní tekutiny, které zajišťují rozvod živin, odstraňování zplodin metabolismu, výměnu plynů při dýchání, zprostředkování hormonální regulace. Jsou též zprostředkovateli obranných reakcí organismu.

K pojivům jsou tělní tekutiny přiřazovány vzhledem k původu buněčných složek z mezenchymu; tekutá „mezibuněčná hmota“ však není produktem těchto buněk.

Tělní tekutiny se vyvinuly téměř u všech živočichů (chybějí u hub) v souvislosti se zvětšováním velikosti těla a specializací orgánových systémů, kdy prostá difúze nestačí plnit požadavky dané již zmíněnými funkcemi tělních tekutin.

Nejjednodušší tělní tekutinou u bezobratlých je lymfa (míza), která vyplňuje prostory mezi tkáněmi. Jako hemolymfu (krvomízu) označujeme tělní tekutinu u bezobratlých s otevřeným cévním systémem a vyvinutou hřbetní cévou (srdce), jíž tekutina prochází, a jinak je přítomna volně mezi tkáněmi. U bezobratlých s uzavřeným cévním systémem a u obratlovců hovoříme o krvi.

Vedle krve je u obratlovců v odděleném cévním systému lymfa a v mezibuněčných prostorách tkáňový mok.

Pro tělní tekutiny je většinou charakteristická přítomnost krvinek (chybí v lymfě žahavců a ploštěnců). U ostatních bezobratlých jsou v lymfě, hemolymfě či krvi buňky podobné granulocytům obratlovců (tzv. améboocyty, eleocyty), jsou amébovité, pohyblivé a mohou i fagocytovat. U hmyzu jsou to tzv. hemocyty, a to několika typů. Morfologicky i funkčně lze jednoznačně definovat buňky tělních tekutin obratlovců.

Krev

Krev obratlovců tvoří tekutá krevní plazma a krevní buňky.

V krevní plazmě je asi 90 % vody, plyny (kyslík, dusík, oxid uhličitý), minerální soli (celkový osmotický tlak rozpuštěných látek, převedeno na koncentraci NaCl, odpovídá 0,65 % u studenokrevných a 0,85 % u teplotokrevných), cukry (až 1 %), aminokyseliny, tuky a bílkoviny (asi 7 %). Z bílkovin jsou to hlavně fibrinogen a protrombin (má význam při srážení krve), sérumalbumin a sérumglobulin (vedle dalších). Kromě toho jsou v plazmě obsaženy rozváděné hormony, odpadní zplodiny látkové výměny a další látky. U bezobratlých bývají v plazmě rozpuštěna dýchací barviva (opět bílkoviny).

Krevní buňky lze rozdělit do tří skupin:

- a) erytrocyty, červené krvinky (účastní se výměny plynů),
- b) leukocyty, bílé krvinky (podílejí se na obranných reakcích),
- c) trombocyty (krevní destičky) u savců a koaguloocyty u kruhoústých, ryb, obojživelníků, plazů a ptáků (podílejí se na srážení krve).

Erytrocyty savců, poněvadž jim chybí jádro, jsou bikonkávní, erytrocyty ostatních obratlovců jsou bikonvexní. Jsou pružné, snadno přizpůsobují svůj tvar, deformují se při průchodu kapilárami. V krvi se neustále obnovují; po určité době jsou odstraňovány v játrech a slezině (u člověka asi po 90 až 120 dnech, u ptáků po 20 až 40 dnech, u žab po 700 až 1200 dnech). Erytrocyty mohou výjimečně v krvi chybět, např. u některých ryb polárních oblastí nebo u larev úhoře.

Velikost erytrocytů je druhově i skupinově specifická, největší erytrocyty mají obojživelníci (macarát 77 μm), nejmenší savci (člověk 7,2 až 7,4 μm , kabar pižmový 2,5 μm). Také počet erytrocytů se různí a je druhově charakteristický. Obecně platí, že čím jsou krvinky větší, tím méně jich je ve stejném objemu krve. Počet erytrocytů však obecně podléhá změnám v souvislosti s fyziologickým stavem, fyziologickými potřebami (zvýšení počtu ve vysokých polohách nad mořem), ontogenetickým stářím. Uplatňují se i pohlavní rozdíly: muž má kolem 5 miliónů erytrocytů v 1 mm^3 krve, žena kolem 4,5 miliónu.

Erytrocyty jsou buňky specializované k přenášení plynů. Obsahují dýchací barvivo hemoglobin, který dodává větší vrstvě krve červenou barvu (jednotlivé krvinky jsou zelenožluté).

Hemoglobin není u živočichů jediným dýchacím barvivem, vázaný na erytrocyty je však typický pro obratlovce; u bezobratlých je v krevní plazmě u některých členovců a měkkýšů. U jiných bezobratlých jsou v krevní plazmě dýchací barviva hemerytrin, chlorokruorin (též obsahující železo), hemocyanin (obsahuje měď) a další.

Leukocyty, bílé krvinky (obr. 26), jsou kulovité, zplošťují se až v preparátech přilnutím na sklo. U všech obratlovců obsahují jádro. Rozdělují se na

dvě skupiny: granulocyty (se specifickými granulami v cytoplazmě, někdy jde o lysozomy) a agranulocyty (bez granul v cytoplazmě). V krvi je méně leukocytů než erytrocytů, člověk jich má v 1 mm^3 6 až 10 tisíc. Množství kolísá, zejména za patologických stavů jejich počet stoupá (leukocytóza) či klesá (leukopenie). Hodnocení bílého i červeného krevního obrazu, tj. stanovení počtu a poměrného zastoupení krvinek, je proto standardní klinickou metodou.

Granulocyty se dělí do tří skupin podle barvitelnosti granul:

a) Neutrofilní granulocyty obsahují jemné granuly, barvitelné kyselými i zásaditými barvivy. Typické jsou u savců (u člověka mají průměr asi $10 \mu\text{m}$ a je jich ze všech leukocytů nejvíce, 60 až 70 %), u ptáků se nevyskytují. Jádro zralých buněk je silně laločnaté, segmentované, u mladých nečleněné. Poměr buněk se segmentovaným a nesegmentovaným jádrem v periferní krvi je ukazatelem vyplavování nových buněk z krvetvorných orgánů a jako takový i cennou diagnostickou pomůckou. Při zánětech se dostávají neutrofilní granulocyty aktivně endotelem kapilár ven z krve a shromažďují se ve vazivu. Jsou schopny fagocytózy malých částic (mikrofágy).

b) Eosinofilní granulocyty mají granuly barvitelné kyselými barvivy. Fagocytární aktivita je malá, množují se však při parazitárních onemocněních a alergiích. U člověka jsou největší z granulocytů (11 až $14 \mu\text{m}$) a představují 2 až 4 % leukocytů. Jádro je obvykle dvoulaločné, ale i okrouhlé.

c) Bazofilní granulocyty mají granuly velké, barvitelné zásaditými barvivy, jádro je zpravidla okrouhlé nebo esovitě zakřivené. Z granulocytů jsou u člověka nejmenší (asi $9 \mu\text{m}$) a je jich nejméně (asi 1 % leukocytů), u ostatních obratlovců jsou naopak hojné. Granuly obsahují heparin a aromatické aminy.

Jejich vyplavení do krevního řečiště navozuje v některých případech obrannou reakci organismu aktivací imunokompetentních buněk.

Agranulocyty nemají v cytoplazmě specifické granuly. Rozdělují se na dva typy:

a) Lymfocyty jsou víceméně okrouhlé buňky s okrouhlým jádrem s kondenzovaným chromatinem a zpravidla s malým množstvím cytoplazmy, která tvoří jen lem kolem jádra. U nižších bezobratlých vytváří cytoplazma často pseudopodie. Podle velikosti (6—16 μm) se u savců (resp. u člověka) rozlišují malé, střední a velké lymfocyty. V oběhu jsou nejčastěji malé lymfocyty, které u člověka představují 20—35 % leukocytů, u hlodavců však 60—80 %. Lymfocyty se účastní imunitních reakcí organismu, a to jak imunity buněčné, tak i humorální (viz dále). Dnes jsou rozlišovány především tzv. T a B lymfocyty, jež v podstatě představují kompetentní buňky fungující při buněčné (T) a humorální (B) imunitě.

b) Monocyty jsou největší z krvinek (u člověka 15 až 20 μm) a tvoří 6 až 8% leukocytů. Tvarem jsou okrouhlé, nepravidelné, s okrouhlým nebo ledvinovitým jádrem. Byly prokázány jen u savců. Jsou schopny amébovitého pohybu (prostupují tkáněmi) a fagocytují jako makrofágy velké částice (i odumřelé buňky); ve vazivu se zřejmě mění v histiocyty.

Trombocyty jsou výlučně u savců jako ploché drobné bezjaderné útvary, které vznikají odštěpením z cytoplazmy megakaryocytů, obrovských buněk kostní dřeně. V 1 mm^3 krve je jich u člověka 200 až 400 tisíc. Mají významnou úlohu při srážení krve. V místě poranění se shlukují a rozpadají a spolu s porušenými tkáňovými buňkami uvolňují faktory, které spouštějí řetěz dalších reakcí přeměňujících bílkovinu krevní plazmy, protrombin, na aktivní trombin. Ten způsobuje změnu fibrinogenu rozpuštěného v plazmě na vláknitý fibrin. Reakce je podmíněna přítomností iontů vápníku a dalšími faktory. Ve vlákních fibrinu se zachycují krevní buňky a vytváří se krevní koláč. Jeho smrštěním se vyloučí krevní sérum (tj. krev zbavená krvinek, protrombinu a fibrinogenu).

Koagulocyty ryb, obojživelníků, plazů a ptáků mají přibližně vřetenovitý tvar a eliptické jádro. Jejich funkce je obdobná funkci trombocytů u savců.

Krvetvorba

U bezobratlých se krvinky diferencují v embryogenezi z buněk mezenchymu a v krvi se rovněž množí. Skupiny stacionárních buněk mohou také představovat určité hemopoetické orgány.

Krevní buňky obratlovců se v dospělosti tvoří v tzv. krvetvorných centrech, a to v kostní dřeni (centrum myeloidní, erytrocyty a granulocyty), ve slezině, thymu a lymfatických uzlinách (centra lymfoidní).

Krvetvornými centry mohou být u nižších obratlovců i další orgány (střevní stěna, ledviny).

Výchozí buňkou pro diferenciaci všech krevních buněk je buňka mezenchymu, jež se diferencuje v retikulární buňku (a pak se stává základem stromatu tvořícího oporu pro vyvíjející se krevní buňky jak v myeloidních, tak v lymfoidních centrech) a dále v hemocytoblast, který se stává již v zárodečném období tzv. kmenovou buňkou schopnou dát vznik kterémukoli typu krevních buněk.

Lymfa

Lymfa obratlovců koluje v lymfatických cévách. Podobá se krevní plazmě, může se rovněž srážet, má však méně krvinek, v nichž naprosto převažují lymfocyty (99 %), nepatrné procento je erytrocytů a eosinofilních granulocytů. V lymfatických kapilárách nejsou buňky vůbec, teprve po průchodu lymfatickými uzlinami se objevují lymfocyty. Obsahem tuků (vstřebávání ve střevě) dostává lymfa bělavou barvu.

Tkáňový mok

Tkáňový mok se tvoří prostupováním tekutiny z krve stěnami kapilár, resp. endoteliem do mezibuněčných prostor, zejména do vaziva, jehož složkou se pak stává. Zprostředkuje látkovou výměnu mezi kapilárami a buňkami, má podobné složení jako plazma, obsahuje jen malé množství bílkovin. Z tkání se tkáňový mok odvádí lymfatickými kapilárami, resp. jejich zakončeními do lymfatických cest a do krve.