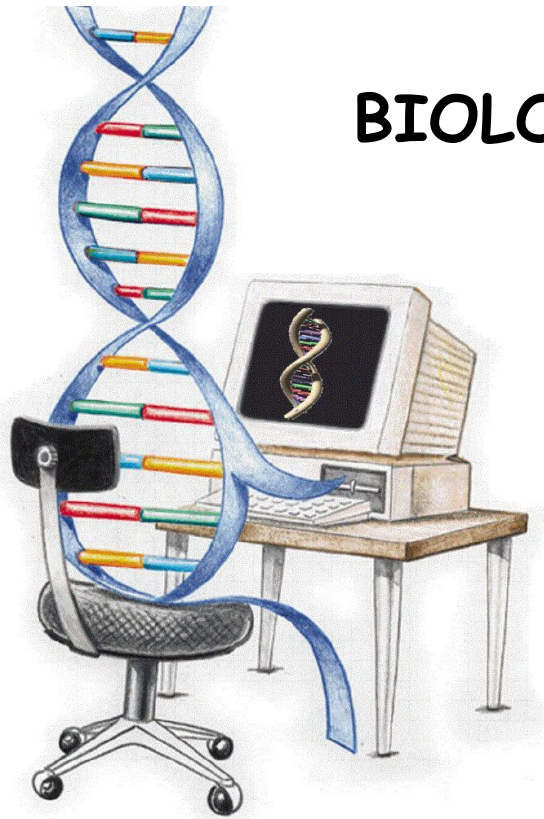


Číslo súťažiaceho: _____
Dátum: _____



BIOLOGICKÁ OLYMPIÁDA

44. ročník

Kategória B
Celoštátne kolo

Praktická časť – laboratórna úloha 01

Milí súťažiaci,

v tejto časti súťaže budete riešiť dve praktické (laboratórne) úlohy – prvú úlohu z biológie človeka, druhú z fyziológie rastlín. Na vyriešenie prvej úlohy máte 80 minút. Najskôr si pozorne prečítajte, čo máte robiť, aby ste si vedeli správne zadeliť čas a rozhodnúť sa, ako budete pri riešení postupovať. Všetky pomôcky máte pripravené na stole. V prípade nejasností sa opýtajte asistenta. Ak Vám nestačí miesto, ktoré je na úlohy určené, použite miesto na konci tejto časti.

Prajeme Vám veľa úspechov!

Slovenská komisia Biologickej olympiády

I. TEORETICKO-VEDOMOSTNÁ ČASŤ

Pri premene látok neustále vznikajú splodiny. Tie by pri nahromadení pôsobili škodlivo. Preto je nevyhnutné ich z organizmu vylučovať. Aj nadbytok látok pre telo potrebných je potrebné vylúčiť. Najdôležitejším vylučovacím orgánom stavovcov sú obličky.

Otázka č. 1. Vylučovanie látok u stavovcov prebieha okrem obličky aj inými orgánmi. Napíšte, ktoré to sú! (hodnotená 2 + 2 + 2 + 2 bodmi)

Močová sústava sa skladá z o b l i č i e k , ktoré sú najmä uropoetické orgány, a z odvodných močových ciest, t. j. o b l i č k o v ý c h p a n v i č i e k. Tie predchádzajú papiľovým vývodom a pokračujú do m o č o v o d o v , ktoré ústia do m o č o v é h o m e c h ú r a. Z neho odchádza moč z organizmu m o č o v o u r ú r o u.

Panvičky a močovody majú v stene hladké svaly, ktorých (peristaltické) sťahy posúvajú moč do močového mechúra. Ten sa vyprázdňuje zmrštením hladkých svalov v jeho stene. Zadržiavanie moču umožňuje vnútorný (hladký, neovládaný vôľou) a vonkajší (prične pruhovaný, ovládaný vôľou) kruhový sval (zvieráč) močovej rúry.

Otázka č. 2. Napíšte funkciu a kapacitu objemu močového mechúra u dospelého človeka! (hodnotená 2 + 2 bodmi)

1 OBLIČKA ZA FYZIOLOGICKÉHO STAVU

Anatómia (anatomická stavba, makroskopický vzhľad) obličky

Obličky (*ren, nephros*) sú párový orgán, uložené na zadnej strane brušnej dutiny za pobrušnicou po oboch stranách driekovej časti chrbtice. Majú charakteristický tvar fazule. U dospelého človeka rozmery obličky sú približne 10-12 x 5-3 x 3-4 cm, hmotnosť 135 g.

Otázka č. 3. Koľko a ktoré obličky má človek? (Napíšte ich počet a názov!)
(hodnotená 2 + 2 + 2 bodmi)

Na reze obličkou vidieť svetlejšiu kôru (povrchovejšie) a tmavšiu dreň (hlbšie).

Mikroskopická anatómia (histologická stavba, mikroskopický vzhľad) obličky

Oblička je zložitá tubulová žľaza. Celý systém kanálikov (tubulov) obličky možno rozdeliť na 2 hlavné a funkčne odlišné časti. Prvú časť (asi 30-38 mm dlhá) tvoria kanáliky utvárajúce moč. Súhrnne sa označujú ako **nefrón**. Druhú časť (asi 20-22 mm dlhá) tvoria kanáliky upravujúce konečnú hypertonickú koncentráciu moču a odvádzajú moč do panvičky obličky. Táto časť sa volá **zberný kanálik**.

Základnou morfológickou a funkčnou jednotkou obličky je **nefrón**. Skladá sa z **glomerulu (klbka (slučiek) kapilár)**, obaleného **glomerulovou (Bowmanovou) kapsulou (puzdrom)** a z príslušného **kanálika (tubulu)**, ktorý má 3 časti: proximálny stočený, Henleho slučka, distálny stočený. Kanáliky vyúsťujú do spoločných **zberných kanálikov**, tie sa ďalej spájajú a nakoniec prejdú do **papilových vývodov**. V obličkách človeka je 2 mil. nefrónov.

V preparáte glomeruly vidno ako pomerne veľké (asi 150-200 µm) okrúhle útvary v kôre obličky. Okolo nich sa nachádzajú rozličné kanáliky rôzneho prierezu, ktorých hlavnú časť tvoria proximálne stočené kanáliky, vystlané vysokým epitelom s nezreteľnými bunkovými hranicami, s vysokým kefkovým lemom a silnou (najsilnejšou zo všetkých kanálikov v kôre) farbitelnosťou eozínom (silne ružovo). Epitel distálnych stočených kanálikov má väčší počet jadier, zreteľnejšie bunkové hranice a slabšiu farbitelnosť eozínom (slabšie ružovo).

Naopak, zberné kanáliky prebiehajú vždy paralelne vedľa seba, takže vždy sú v reze rovnako (ako pozdĺžne (kanálik), šikmo (oválne) alebo priečne (okrúhle)) zachytené. Tvoria hlavnú časť drene, ktorú možno zreteľne odlíšiť od kôry (ktorú tvoria glomeruly).

V tesnej blízkosti glomerulov sa nachádzajú obyčajne arterioly (tepničky). Väčšie cievy (prierezy môžu byť pozdĺžne, šikmé alebo priečne) sú najmä na rozhraní kôry a drene.

Glomeruly (slučky kapilár) sú vystlané fenestrovanými endotelovými bunkami nasadajúcimi na bazálnu membránu (BM), ktorá je zvonka pokrytá nôžkovitými výbežkami epitelových buniek, tzv. **podocytov** (patria k viscerálnemu listu glomerulovej (Bowmanovej) kapsuly). Uprostred medzi kapilármi je medzikapilárny priestor, tzv. **mezangium**, tvorený obyčajne 1 mezangiovou bunkou (majú menšie, ale zreteľne tmavšie jadro ako epitelové bunky, ktorých jadro je najväčšie, aj ako endotelové bunky, ktorých jadro je najbledšie) a medzibunkovou hmotou, tzv. **mezangiová matrix**. Epitel nástenného listu glomerulového (Bowmanovho) puzdra je plochý a nasadá na BM, zloženú nezriedka z viac lamiel.

Fyziológia (funkcia) obličky

Tvorba moču začína v obličkovom teliesku. Cez glomerulus (póry endotelových buniek a štrbiny medzi výbežkami podocytov) sa filtruje krvná plazma (mimobunková tekutina) do glomerulového kapsulového priestoru. Zloženie filtrátu je rovnaké ako zloženie krvnej

plazmy bez bielkovín. Odtiaľ sa filtrát dostáva do kanálikov (tubulov), v ktorých nastáva spätná resorpcia H_2O , $C_6H_{12}O_6$, chloridov a i., ako aj sekrécia niektorých látok. Tie sa potom takto vytvoreným močom vylučujú z organizmu. Okrem stočených kanálikov majú pritom úlohu aj obe ramená Henleho slučky a zberné kanáliky, prebiehajúce paralelne vedľa seba a tvoriace tzv. **protiprúdový multiplikačný systém**.

Hlavnou úlohou obličky je zachovať integritu **mimobunkového** prostredia organizmu. Kontinuálnou výmenou H_2O a rôznych látok cez membrány všetkých buniek, aj obličky prispievajú k regulácii objemu, zloženia a osmolarity **vnútrobunkového** priestoru.

Činnosť obličiek je nepretržitá, riadená nervovo (prietok krvi glomerulom) a látkovo (činnosť kanálikov). Množstvo a koncentrácia moču sa mení a prispôbuje potrebám (stavu hospodárenia s H_2O a soľami pri potrebnom vylučovaní odpadových látok) organizmu.

Otázka č. 4. Aký je fyziologický objem vylúčeného moču z tela za deň u dospelého človeka (za pokojových podmienok)? (hodnotená 2 bodmi)

Správna funkcia obličiek je dôležitá pre udržiavanie normálneho zloženia krvi. Naopak, pre funkciu (filtráciu cez glomeruly) obličky je dôležitý najmä tlak krvi. Zmeny v 1 systéme sa hneď odrazia v zmenách v 2. systéme, za normálnych aj patologických okolností.

2 OBLIČKA ZA PATOLOGICKÝCH (CHOROBNÝCH) STAVOV

Z chorôb močového systému najdôležitejšie sú choroby obličiek. Tie sú ako príčina smrti obyvateľstva na 9. mieste, ale výskyt re- či ireverzibilného postihnutia obličiek (pri mnohých systémových chorobách, artériovej hypertenzii, cukrovke, otravách, účinku liekov) je oveľa vyššia. Pomerne časté sú skryto prebiehajúce chronické glomerulonefritídy a pyelonefritídy, ktoré sa prejavajú až v terminálnom štádiu zlyhania obličiek. Prognóza pacientov s chorobami (akútne/chronické zlyhanie funkcie) obličiek sa modernými liečebnými metódami (konzervatívna, hemodialýza, transplantácia) (pri poznaní zmien metabolizmu pri zlyhaní funkcie obličiek) výrazne zlepšila, chorí prežívajú roky a sú čiastočne či úplne zaradení do pracovného procesu.

Patologický proces môže primárne postihnúť rôzne časti nefrónu. Sekundárne však vznikajú zmeny obyčajne aj na ostatných jeho úsekoch. Pri pokročilých procesoch určenie miesta primárneho poškodenia býva nezriedka ťažké.

Primárne bývajú postihnuté najčastejšie glomeruly, a to zápalovými procesmi nehnisavého charakteru (= glomerulonefritídy). Zápal postihuje často aj interstícium, pričom môže mať hnisavý charakter (= pyelonefritídy). Ak sú ťažko poškodené tubuly, ide o nefrózy. Výrazné zmeny na obličkách vznikajú aj pri chorobách cievneho systému (= nefrosklerózy).

Artério(nefro)skleróza a artériolo(nefro)skleróza obličky

Úvod/Definícia. Artérioskleróza je zhrubnutie stien artérií (tepien) (väčšieho priemeru lúmenu). Artérioloskleróza je zhrubnutie stien artériol (tepničiek) (malého priemeru lúmenu).

Etiológia a patogenéza. Pri artérioskleróze dochádza k ukladaniu lipidov (a následne pribúdanie väziva) v stene artérií následkom ich zvýšenej koncentrácie v krvnom sére. Pri artérioloskleróze dochádza k ultrafiltrácii bielkovín krvnej plazmy (= plazmorágia) z lúmenu do steny artériol následkom zvýšeného tlaku krvi. Nakopené hmoty zužujú lúmen. Následne vznikajú miestne poruchy cirkulácie, postupne zanikajú glomeruly a ostatné časti nefrónu.

Mikroskopická anatómia (histologická stavba, mikroskopický vzhľad). Na cieľach vidno sklerózu (zhrubnutie (často nerovnomerne) stien „hyalínovými“ (ružovočervené) alebo „fibrinoidnými“ (sýtočervené) uloženinami pod endotelom a zúženie ich lúmenu).

V glomeruloch možno vidieť zhrubnutie bazálnej membrány; glomeruly atrofované (slučky kapilár kolabované), buniek v glomerule ubúda. Mezangiový priestor difúzne rozšírený „hyalínovými“ (intenzívne ružovými, homogénnymi) uloženinami.

Tubuly v rôznych štádiách atrofie (ich epitel znížený a lúmen zmenšený) a zániku.

Diabetická (medzikapilárna uzlová/difúzna) glomeruloskleróza obličky

Úvod/Definícia. *Diabetes mellitus* (cukrovka) je chronická porucha (skupina chorôb) metabolizmu cukrov (následne aj tukov, bielkovín a hospodárenia s elektrolytmi a H₂O), znížené využitie glukózy v tkanivách. Trvalým znakom je následné jej hromadenie v krvi (hyperglykémia), príp. jej vylučovanie obličkami do moču (glykozúria).

Etiológia a patogenéza. Je zapríčinená absolútnym alebo relatívnym nedostatkom inzulínu. Prvotná príčina nie je známa, viaceré patogenetické faktory (najmä genetické (zmeny tvorby inzulínu a receptora bunky) a imunologické (autoimunita), a vonkajšie (vírusy)).

Patologické zmeny (difúzne zhrubnutie bazálnych membrán kapilár, vedúce k sťaženému prechodu látok a buniek cez stenu kapilár (diabetická mikroangiopatia), a z toho ďalšie zmeny) vznikajú v aj mimo pankreasu (najmä cievy, oblička, koža, oči a periférne nervy). V artériách (najmä srdca a dolných končatín) sa rýchlo vyvíja ateroskleróza (z nej časté infarkty) a v obličkách 1/3 diabetikov diabetická glomeruloskleróza (najtypickejší znak diabetu).

Mikroskopická anatómia (histologická stavba, mikroskopický vzhľad). V glomeruloch medzi kapilármi vidno v centre glomerulu okrúhle (pričom obyčajne okolité periférne kapiláry sú dlho zachované a majú otvorený lúmen) (= uzlová medzikapilárna), okrem toho sa nájdu aj difúzne (= difúzna medzikapilárna) sklerotické (rozšírenia mezangiového priestoru „hyalínovitými“ (intenzívne ružovočerveno sfarbenými) homogénnymi niekedy lamelovými uzlovými) uloženinami (proteínov (γ-globulínu), mukopolysacharidov i tukov) zmeny.

Na periférii slučiek kapilár glomerula, i medzi epitelovými bunkami a bazálnou membránou glomerulového puzdra niekedy vidno ako čiapky „sediace“ homogénne a eozinofilné ako „fibrinoid“ (sýtočerveno sfarbené) uloženiny (lipohyalínové (obsahujú viac tukov)). V proximálnych stočených kanálikov a v proximálnych úsekoch tenkých ramienok Henleho kľučiek niekedy vidno tzv. Armanniho (veľmi svetlé (z ukladania glykogénu)) bunky.

Tubulointersticiová nefritída (zápal tubulov a interstícia obličky) akútna

Úvod/Definícia. Tubulointersticiová nefritída (pyelonefritída) (TIN) je zápal kanálikov (tubulov) a interstícia obličky a panvičky obličky. V akútnom štádiu zápalu vznikajú v dreni a v kôre obličky početné ložiská hnisavého zápalu, abscesy.

Etiológia a patogenéza. Je vyvolaná baktériami. Tie sa dostanú do obličky z nižších močových ciest (často *E. coli*) alebo ich prinesie krv ciev. Vznik TIN napomáhajú stavy (zväčšenie prostaty, močové kamene, tlak gravidnej maternice na močovody a pod.) spojené s retenciou moču. Pri nich nezriedka vzniká zápal panvičky obličky (pyelitída). Baktérie prešúpia z panvičky na dreň (zberné kanáliky) obličky a šíria sa kanálikmi alebo lymfóvymi cievami smerom ku kôre (glomerulom); v miestach, kde sa usadia a rozmnožia, vyvolávajú akútny hnisavý zápal (hromadí sa množstvo leukocytov, tie poškodzujú a svojimi proteolytickými enzýmami rozpušťaťajú poškodené a nekrotické tkanivo). Rozpadom tkaniva obličky vzniká na rôznych miestach menšia/väčšia dutina vyplnená hnisom (= absces).

Mikroskopická anatómia (histologická stavba, mikroskopický vzhľad). V dreni (ako pozdĺžne pruhy paralelné s vývodnými/zbernými kanálikmi) a v kôre (ako guľatejšie v okolí glomerulov) sú obyčajne viaceré popri sebe ložiská/dutiny hnisu (tekutina bohatá na bielkoviny, v ktorej je drvina tkaniva a prevažne množstvo neutrofilných (polymorfonukleových (t. j. so segmentovaným jadrom) (PMN) granulocytov (leukocytov) v rôznom štádiu degenerácie (obyčajne stukovatených alebo odumretých) a rozpadávania sa). V ich centre niekedy vidno chumáče modro sa farbiace (zhluky kokovitých (zväčša stafylokokov) baktérií), inokedy nie (Gram⁻ tyčinky (*E. coli*) sa nefarbia tak, aby sa dali odlíšiť od iných podobných útvarov). PMN prestupujú opuchom presiaknuté interstícium často vo veľkom rozsahu a množstve. Nachádzajú sa hojne i v kanálikoch, kde sa zhľukujú a tvoria „valce“ leukocytov.

Tubulointersticiová nefritída (zápal tubulov a interstícia obličky) chronická

Úvod/Definícia. V chronickom štádiu zápalu zaniká veľká časť funkčného parenchýmu za súčasného zjazvenia (t. j. tvorby väziva) a zvršťovania obličky.

Etiológia a patogenéza. Pri chronickom (obyčajne niekoľkoročnom) trvaní, v procese hojenia abscesov: 1. Poškodený parenchým zaniká a nahrádza sa väzivom (jazva); 2. Ak

boli zápalové zmeny rozsiahle, jazvenie vedie k rozsiahlemu, často nepravidelnému, zvráteniu obličky; 3. V terminálnom štádiu zápalových zmien nastáva hyalinizácia väziva.

Mikroskopická anatómia (histologická stavba, mikroskopický vzhľad). 1. Glomeruly z veľkej časti atrofované (kľúčky kapilár kolabované (medzi nimi a nástenným listom glomerulovej kapsuly ostáva voľný priestor)) a zaniknuté (nahradené utvoreným vyzretým, t.j. málo bunkovým, kolagénovým (vláknitým) väzivom (bledoružovo sfarbené (kolagénové vlákna a medzi nimi ojedinele väzivové bunky so štíhlym vretenovitým jadrom))). Glomerulová kapsula často zhrubnutá (tvorbou koncentrického prstenca z väziva). Zápalový infiltrát v interstíciu nadobúda prevažne charakter lymfocytov/plazmocytov (monomorfonukleových (t.j. s nesegmetovaným okrúhlym (veľkým modrofialovým) jadrom) (MMN) okrúhlych buniek).

2. (Neskôr) sklerotické (hyalinizované (ružové)) okrsky s atrofickými tubulami sa tu a tam striedajú s málo poškodeným tkanivom a so skupinami veľmi dilatovaných tubulov vyplnených (niektoré nie) homogénnym bledoružovým obsahom (valcami). Pri zvýšenom tlaku krvi vidno zmeny aj na cievach (zhrubnutie stien sýtoružovými homogénnymi uloženinami).

3. (V terminálnom štádiu) nerovnomerne v jednotlivých okrskoch obličky veľká časť glomerulov z časti alebo úplne hyalinizovaná (hyalínové (intenzívne ružovočervené homogénne) hrčky obyčajne menšie ako normálne glomeruly) vo voľných kapsulových priestoroch.

Svetlobunkový karcinóm obličky (hypernefróm, Grawitzov nádor)

Úvod/Definícia. Je karcinóm (zhubný nádor z epitelových buniek) z tkaniva obličky, tvorený tzv. svetlými bunkami.

Mikroskopická anatómia (histologická stavba, mikroskopický vzhľad). V tkanive obličky je ložisko nádorových formácií, ktoré nemajú štruktúrne usporiadanie (pôvodného tkaniva) obličky. Tvoria ich epitelové bunky, ktoré tvarom i veľkosťou nepripomínajú bežné bunky obličky; prítomné sú atypické nádorové bunkové elementy oválneho a nepravidelného tvaru, ktorých cytoplazma je veľmi svetlá (opticky prázdna (obsahuje glykogén a lipoidy)), tzv. svetlé bunky. Bunky majú ostré kontúry a často nerovnako veľké jadrá zväčša v strede bunky. Bunky sú usporiadané v „hniezdach“ solídnych (miestami s lúmenmi) alveol alebo v tubuloch, oddelené tenkými pruhmi strómy, ktorá obsahuje početné kapiláry.

Na iných miestach môžu vytvárať papilové štruktúry; papily tvorí len kapilára s tenkou vrstvou okolitej strómy a zo strán ich kryjú svetlé bunky. Papily bývajú tak blízko seba, že medzi nimi nie sú takmer žiadne priestory. Inde bunky majú tmavšiu cytoplazmu, inde dostávajú vretenovitý tvar, ich hranice sa strácajú (vzhľad sarkómu).

Na mnohých miestach možno vidieť rozsiahlejšie krvácania (mimo ciev uloženiny čer erytrocytov (červené) a nekrózy (bezštruktúrne slabo sa farbiace tkanivo), či stopy starých krvácaní (vo forme uloženín hemosiderínu (zŕn hrdzavohnedého pigmentu) vo väzive).

II. PRAKTICKO-VEDOMOSTNÁ ČASŤ

Úloha: Svetelná mikroskopia a hodnotenie histologických preparátov

Pri mikroskope máte 6 histologických preparátov z rôznych (fyziologický a vybrané patologické) stavov obličky, farbených hematoxylínom a eozínom. Sú označené 1 až 6. Na základe mikroskopicko-anatomických opisov (uvedených v „I. Teoreticko-vedomostnej časti“) posúďte svetelným mikroskopom o aké stavy obličky ide. Číslo histologického preparátu s príslušným stavom obličky priradíte a vpíšete k predpísanému stavu obličky do tabuľky 1.

Prezeranie preparátu a diagnostikovanie: Pod mikroskopom preparát spravidla pozeráme najprv pri malom zväčšení, ktorým sa podrobnejšie orientujeme v preparáte a získame prehľad o rozličných jeho štruktúrach. Potom pozeráme preparát pri strednom zväčšení, ktorým môžeme zistiť už aj jeho podrobnejšiu štruktúru (vieme už často určiť nielen to, o aký orgán alebo tkanivo ide, ale viac-menej aj to, o aký proces ide). Pri veľkom zväčšení pozrieme podrobnosti štruktúry preparátu a aj osobitosti jednotlivých jeho štruktúrnych elementov.

Pri prezeraní preparátu (najprv pri malom a potom pri väčších zväčšeniach) všímame si jednak jeho celkovú štruktúru, jednak jednotlivé bunky (tkanivo) a medzibunkovú (väzivo s cievami) hmotu.

Tabuľka 1 Vyhodnotenie histologických preparátov obličky za fyziologického a patologických stavov

Fyziologický a patologické (chorobné) stavy obličky	Číslo preparátu
Normálna oblička	
Artérioskleróza a artérioloskleróza obličky	
Diabetická (medzikapilárna uzlová/difúzna) glomeruloskleróza obličky	
Tubulointersticiová nefritída (zápal tubulov a interstícia obličky) akútna	
Tubulointersticiová nefritída (zápal tubulov a interstícia obličky) chronická	
Svetlobunkový karcinóm obličky	

(hodnotená 6 x 5 bodmi = 30 bodmi);

Poznámky