Prírodovedecká fakulta Univerzity Karlovy v Prahe

Katedra parazitológie

Prenos vtáčích trypanosom krv sajúcimi dvojkrídlovcami

Bakalárska práca

Jana Szabová

Školiteľ: Doc. Mgr. Milena Svobodová, Dr.

Praha 2006

OBSAH

1. ÚVOD 3

2. VÝSKYT VTÁČÍCH TRYPANOSOM 4

2.1. Trypanosomy v Českej Republike a na Slovensku 4

2.2. Vývoj vo vektorovi 5

3. CHARAKTERISTIKA PREDPOKLADANÝCH VEKTOROV 6

3.1. Komáre (Diptera: Culicidae) 6

3.2. Muškovité (Diptera: Simuliidae) 8

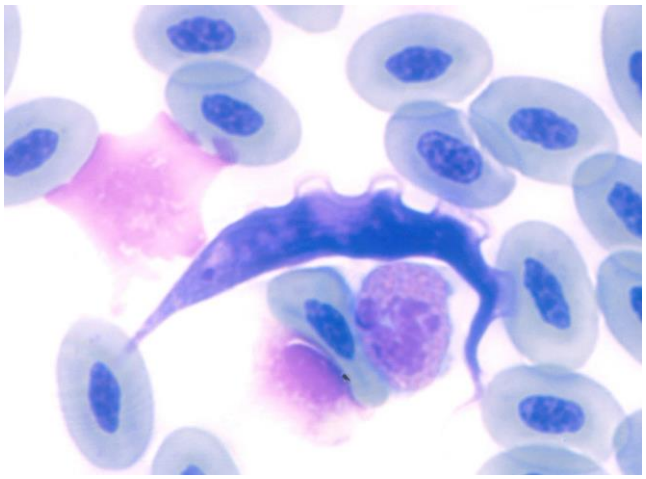
3.3. Pakomáriky (Diptera: Ceratopogonidae) 10

3.4 Kuklorodky (Diptera: Hippoboscidae) 11

4. PATOGENITA VTÁČÍCH TRYPANOSOM 12

5. POUŽITÁ LITERATÚRA 13

1. ÚVOD



Obrázok 1: trypanosoma z krvi myšiaka *Buteo buteo* (foto Votýpka)

Prvoky rodu Trypanosoma (Kinetoplastida, Trypanosomatina) sú digenetické parazity, ktoré sa časť svojho životného cyklu vyskytujú v špecifickom vektorovi, ktorý zaisťuje ich prenos na stavovce. Ich telo je tvorené eukaryotickou bunkou. Obsahujú bičík a undulujúcu membránu, slúžiacu na lokomóciu. V ich telíčku je veľmi nápadná štruktúra, ktorá sa nazýva kinetoplast a je tvorená mimojadrovou DNA súvisiacou s mitochondriou. Kinetoplast je tvorený krúžkovými molekulami (stovky minikrúžkov a desiatky maxikrúžkov) prepletenými do jednej veľkej siete a slúži k editovaniu RNA.

Trypanosomy sú bežné krvné parazity vtákov. Našli sa už v stovkách vtáčích druhov, ktoré im slúžia ako ich hostitelia. Ich všeobecne vysoká prevalencia, ale na druhú stranu nízka parazitémia a nízke klinické prejavy indikujú, že patogenita väčšiny vtáčích trypanosom je malá (Svobodová a Votýpka, 1998). Napriek tomu prípady výrazného negatívneho účinku týchto parazitov na voľne žijúce vtáky, zahŕňajúce morbiditu a mortalitu, už boli dokumentované (Molyneux et al., 1983).

O spôsobe prenosu sa doposiaľ veľa nevie, za čo môže určite fakt, že tieto parazity niesu infekčné pre človeka. Fakt, že u vtáčích trypanosom nebola pozorovaná výrazná patológia je zaujímavý, pretože ľudské trypanosomy sú veľmi veľkými patogénmi.

Ako vektory vtáčích trypanosom môžu slúžiť rôzne druhy hematofágneho hmyzu, pričom v mojej práci sa chcem zamerať predovšetkým na komáre.

Táto práca je začiatkom môjho štúdia, v ktorom sa snažím objasniť základný životný cyklus určitých druhov trypanosom, ktoré sa našli v ornitofilnom krv sajúcom hmyze vo voľnej prírode. Pokúsim sa určiť hostiteľa spomedzi stavovcov a ako k danému prenosu dochádza.

2. VÝSKYT VTÁČÍCH TRYPANOSOM

Trypanosomy boli prvý krát uvádzané u vtákov Danilewskym, v roku 1885 (in Baker, 1976). Ako som uvádzala, sú to bežné krvné parazity voľne žijúcich vtákov, ktoré sa dajú veľmi ľahko kultivovať *in vitro*. Preto je možné s nimi realizovať infekčné pokusy s prípadnými vektormi. Doposiaľ boli ako možné vektory identifikované kuklorodky (česky kloši) – *Hippoboscidae,* (Baker, 1956), muškovité (česky muchničky) – *Simuliidae,* (Bennett, 1961; Desser, 1975; Dirie et al., 1990; Votýpka et al., 2002), komáre – *Culicidae* (Bennet et Fallis, 1960; Baker, 1976) a pakomáriky (česky tiplíci) – *Ceratopogonidae* (Miltgen et Landau, 1982). U týchto krv sajúcich článkonožcov bola síce zistená prítomnosť vývojových štádií trypanosom, ale často nieje známe akou cestou sa parazit do tela hostiteľov dostáva (Bennett, 1961; Dirie et al., 1990).

V súčasnej dobe bolo popísaných okolo 81 druhov vtáčích trypanosom. Určite ale veľa z týchto názvov sú synonymá. Druhové zaradenie vychádza prevážne z morfologických rozdielov krvných štádií parazita, prípadne z hostiteľskej špecifickosti (Baker, 1976).

Veľmi nedostatočné sú informácie o intenzite a lokalizácii nákazy u vtákov. Taktiež nieje známa špecifickosť trypanosom k ich prenášačom a hostiteľom.

2.1. Trypanosomy v Českej Republike a na Slovensku

Výskytom vtáčích trypanosom na území bývalého Československa sa zaoberal Kučera (1983). Prítomnosť parazitov bola zisťovaná pomocou krvných rozterov a kultivácie z periférnej krvi odchytených vtákov. Trypanosomy boli zistené hlavne v spevavcoch (Passeriformes), ktoré

reprezentujú väčšinu z vyšetrených vtákova v jednom exemplári sovy (*Strix aluco*). U vtákov niekoľko rokov starých bol výskyt trypanosom vyšší, než u mladších. Vo vtákoch sú pravdepodobne tieto infekcie chronické a dlhodobé. Výskyt trypanosom v periférnej krvi spevavcov klesal na jeseň a opakovane vzrastal v jarných mesiacoch. V období okolo mája až júna bola najvyššia prevalencia nakazených vtákov, a to až 29 percent z celkového počtu vyšetrených v tomto období. Kučera tiež preukázal, že nepriaznivú zimnú periódu prežívajú tieto krvné parazity v kostnej dreni.

Migrácie vtákov do zimoviští významne neovplyvňujú výskyt trypanosom. Je to zrejme dané tým, že prenos pomocou hmyzích vektorov na neinfikované vtáky sa uskutočňuje najmä v lokalitách hniezdenia.

Svobodová a Votýpka (1998) sa zaoberali výskytom trypanosom v populáciách dravcov (*Falconiformes*). Rod trypanosoma bol zaznamenaný u jastraba krahulca (*Accipiter nisus*), myšiaka lesného (*Buteo buteo*) a u orla krikľavého (*Aquila pomarina*). Prevalencia parazitov sa líšila v závislosti na veku. U dospelých vtákov bola vyššia. Trypanosomy sa taktiež našli v tráviacom trakte ornitofilného krv sajúceho hmyzu (*Eusimulium* spp., *Ornithomyia avicularia, Culex pipiens pipiens*), ktorý sa odchytil pri hniezdach týchto dravcov (Votýpka et al., 2002).

2.2. Vývoj vo vektorovi

Podľa umiestnenia parazitov v čreve vektora môžeme vyvodzovať rôzne závery, ako k danému prenosu na vtáčieho hostiteľa dochádza.

Keď sú parazity v neskorých štádiách infekcie lokalizované v prednej časti tráviaceho traktu, alebo v slinných žľazách, je pravdepodobné, že sa parazit prenáša inokulatívne. Pri inokulatívnom prenose sa parazit dostáva do tela hostiteľa cez bodavo-savé ústrojenstvo vektora.

Keď sú parazity umiestnené naopak v zadnej časti čreva, prenášajú sa zrejme tzv. močením (diurézia) vektora pri saní. Takto vylúčené trypanosomy sa do teľa hostiteľa môžu dostať kontaminatívne cez poranenú pokožku alebo cez spojivku oka.

Ďalším možným prenosom môže byť prenos per-orálny, zožratím celého vektora.

Molyneux (1983) si myslí, že asociácie parazitov k jednotlivým povrchom tráviaceho traktu prenášača sú hlavnými determinantmi špecifity vo vzťahu parazit-vektor.

Črevo hmyzu v prednej a zadnej časti je lemované kutikulou, zatiaľ čo stredné črevo má epiteliálny povrch s typickými mikrovili. Primárna požiadavka pre úspešnú asociáciu je schopnosť parazita kolonizovať daný povrch čreva. Povrch stredného čreva, malpigických trubíc a slinných žliaz, dovoľuje nemodifikovanému bičíku zapadnúť medzi ich mikrovili. Naopak pripojenie trypanosom na kutikulárny povrch predného a zadného čreva vyžaduje modifikáciu bičíku, ktorá je charakteristická jeho redukciou a tvorbou hemidesmosomov (Molyneux, 1983).

3. CHARAKTERISTIKA PREDPOKLADANÝCH VEKTOROV

3.1. Komáre (Diptera: Culicidae)

Sú to dvojkrídlovce strednej veľkosti, ktoré majú niektoré časti tela pokryté šupinami. Na guľovitej hlave sa nachádzajú veľké zložené oči. Samčekov ľahko spoznáme podľa toho, že oproti samičkám majú na tykadlách veľmi dlhé prasleny. Ústne orgány sú bodavo cicavé a utvárajú dlhý sosák. Krv cicia samička. Krídla majú na rozdiel od mušiek úzko predĺžené. Vajíčka sú kladené jednotlivo na hladinu vody (*Anopheles*), v skupinách vytvárajúcich lodičkové útvary (*Culex*) alebo jednotlivo na povrch pôdy (*Aedes*). Vývoj prebieha v sladkých aj v brakických vodách. Sú významnými trápičmi ľudí a zvierat a to hlavne v oblastiach nížin s väčšími riekami (Ryšavý et al., 1989).

Už Schaudinn (1904 in Baker, 1976) pozoroval delenie epimastigotov vnútri stredného a zadného čreva komárov *Culex pipiens* po tom, čo sali na infikovanej sove. Jeho ilustrácie ukazujú na črevo naplnené parazitmi. Schaudinn si taktiež myslel, že trypanosomy napádajú komárie vaječníky a tak môže dôjsť ku kongenitálnemu prenosu. Pravdepodobne bol však zmätený komárími spermiami s bičíkmi, pretože to nebolo nikdy spozorované.

Bennett (1961) praktikoval pokusy s laboratórne chovanými *Aedes aegypti*, ktorý cicali na sove *Aegolius acadicus,* ktorá bola infikovaná trypanosomou. Bičíkovce sa v komároch ochotne vyvíjali a po intraperitoneálnej injekcii spôsobovali infekcie u rôznych druhov vtákov (*Serinus canaria, Accipiter striatus*). Výsledky ale boli nekonzistentné a autor usúdil, že komáre sú zlými vektormi vtáčích trypanosom.

Bennett (1961) tiež skúšal prikladať emulziu bičíkovcov na a okolo očí a na nepoškodenú pokožku, a výsledkom nebola žiadna nákaza. Z toho vyplýva, že tieto parazity niesu schopné takto penetrovať do hostiteľa. V ďalšom experimente napipetoval emulziu obsahujúcu bičíkovce zo zadného čreva infikovaných *Aedes aegypti* do krku vtáka druhu *Lonchura oryzivora* (ryžovník sivý). Druhý vták bol kŕmený celými infekčnými komármi. Pozitívny sa však preukázal len prvý vták. Bennettove výsledky preto predpokladajú, že bičíkovce musia byť uvoľnené z čreva komára, aby sa mohla infekcia vyvinúť.

Viacerým autorom (David et Nair, 1955; Grewal et al., 1957 in Chatterjee, 1977) sa podarilo infikovať rôzne druhy vtákov a cicavcov trypanosomami z vrabca domového (*Passer domesticus*) pomocou komárov. David a Nair (1955) zistili infekciu v komároch kŕmených na rozličných druhoch vtákov a cicavcov, ktoré boli predtým inokulované trypanosomami z komárov.

Chatterjee (1977) nechal nasať komáre *Aedes albopictus* na infikovaných holuboch. Po nasatí boli pozorované v každom komárovi 4 až 6 trypanosom. Po 2 hodinách po infekčnom saní, trypanosomy podstúpili rapídne morfologické zmeny v strednom čreve komárov. Stali sa širšími, zväčšilo sa im jadro, kinetoplast sa predĺžil a voľný bičík sa stal kratším. Po 4 hodinách sa typicky pozdĺžne delili. Po 18 až 20 hodinách nátery ukázali skupiny epimastigotov, ktoré sa po 48 až 72 hodinách transformovali na trypomastigotov. Tí boli distribuovaný hlavne v strednom a zadnom čreve. Žiadny bičíkovec nebol spozorovaný v slinných žľazách alebo v hlavovej časti infikovaných komárov.

Chatterjee (1977) ďalej robil pokus, ktorý pozostával z toho, že komárom oddelil tráviaci trakt na 2 časti. Jednu skupinu vtákov nakŕmil 10 abdominálnymi časťami a druhú skupinu nakŕmil 10 anteriórnymi časťami tráviaceho traktu komárov. Nákaza sa však podarila iba u vtákov kŕmených abdominálnymi časťami. V ďalšom experimente dal suspenziu bičíkovcov zo stredného a zadného čreva na poškodenú a nepoškodenú pokožku holubom. Výsledkom bolo, že sa všetky holuby, ktorým bola suspenzia daná na poškodenú pokožku infikovali, zatiaľ čo 1/3 holubov s nepoškodenou pokožkou zostala neinfikovaná. Paraziti asi horšie penetrovali nepoškodenú pokožku. Tieto výsledky sú teda zhodné z pozorovaní Bennetta (1961).

Votýpka s kolegami (2002) odchytili krv sajúci hmyz, ktorý atakoval mláďatá dravcov (*Falconiformes*). Vyizolovali 17 izolátov trypanosom z komárov. S tromi z nich som prevádzala pokusy s prenosom z komárov *Culex quinquefasciatus* na kanárikov (*Passeriformes*). Kanárikom bola podaná suspenzia zhomogenizovaných pozitívnych komárích čriev. Prenos sa podaril u jedného z týchto izolátov per-orálne. Na týchto izolátoch bolo zaujímavé to, že infekčné štádiá parazitov boli lokalizované v prednej časti čreva. Z toho vyvodzujeme, že sa asi bude jednať o iné druhy trypanosom ako tie, s ktorými pracoval Chatterjee (1977) (Szabová a Svobodová, nepublikované).

Komáre preto pravdepodobne môžu slúžiť ako vektory niekoľkých druhov vtáčích trypanosom. Spôsob prenosu je perkutánny alebo zožratím týchto vektorov.

3.2. Muškovité (Diptera: Simuliidae)

Je to morfologicky homogénna čeľaď zavalitých dvojkrídlovcov. Ich pomenovanie vzniklo pre ich veľkú podobnosť s muchami. Na rozdiel od komárov sú tieto dvojkrídle aktívne cez deň. Ústne orgány majú bodavé a koniec mandibúl a maxíl je ozubený. Na hrudi im dominuje dorzálna strana stredohrude, ktorá je veľká a vypuklá a dodáva muškovitým tzv. hrbatosť. Krídla sú krátke, široké a tvarom pripomínajú brachycérne dvojkrídlovce (Ryšavý et al., 1989).

Svalstvo krídiel je pomerne mohutné a vďaka tomu sú mušky považované za výborných letcov, ktorý uletia vzdialenosť niekoľko kilometrov.

Larválny vývoj väčšiny z tejto čeľade je v čistých horských a podhorských potokoch. Majú jeden až štyri generácie ročne a imaga žijú niekoľko dní až týždňov. Na vhodných miestach masovo napádajú človeka aj zvieratá. Najčastejšie atakovanými miestami na tele sú uši, očné viečka, krk, vnútorné strany stehien a slabiny (Ryšavý et al., 1989).

Experimentálny prenos vtáčích trypanosom muškami bol udávaný už viacerými autormi. Bennett (1961) infikoval vrabcov. Podal im intraperitoneálne injekciu, ktorá obsahovala suspenziu bičíkovcov zo zhomogenizovaných zadných črievmušiek, ktoré nasávali krv z infikovaných vtákov. Intraperitoneálne boli taktiež inokulované kuriatka a perličky zmesou zhomogenizovaných mušiek, v ktorých boli pozorované bičíkovce (Fallis et al., 1973).

Prirodzený prenos bol demonštrovaný len zožratím muškovitých alebo kontamináciou poškodenej pokožky hostiteľa (Desser et al., 1975), i keď Bennett (1961) bol neúspešný pri vyvolaní infekcie u vtákov, ktorých kŕmil celými muškami a taktiež umiestňoval emulziu obsahujúcu trypanosomy do ich očí.

Na druhej strane Votýpka a Svobodová (2004) potvrdili prenos vtáčích trypanosom zožratím mušiek a taktiež preukázali úspešný prenos cez spojivku oka. Tento kmeň charakterizovali ako *T. avium*. Kontaminatívny prenos cez spojivku oka sa uvažuje z toho dôvodu, pretože hematofágny hmyz veľmi často nasáva krv v okolí očí a pritom vylučuje moč, v ktorej môžu byť obsiahnuté kinetoplastidy (Sádlová a Volf, 1999). Nákaza perorálne je viac pravdepodobnejšia u menších druhov vtákov, u ktorých anti-ektoparazitické správanie je preukázané. V rámci hostiteľskej špecifickosti bolo demonštrované že kanáriky (*Passeriformes*), používané ako modelový organizmus, sú vhodný hostitelia pre trypanosomy prenášané muškami, zatiaľ čo kačky (*Anseriformes*) nie. Na druhú stranu je veľmi zaujímavé, že vtáky inokulované štádiami parazitov z kultúry (reizolovaných z infekčných kanárikov) neboli infikované. Iba štádiá zo

zadného čreva mušiek sú infekčné. Toto zistenie je veľmi dôležité pre interpretácie experimentálnych prenosov, v ktorých boli používané len štádiá z kultúr. V muškách trypanosomy adherujú ku kutikulárnej vrstve zadného čreva, a to je asi predpokladom pre vývoj infekčných foriem (Votýpka a Svobodová, 2004).

Votýpka a Svobodová (2004) pri pitvaní odchytených mušiek spozorovali trypanosomy výhradne v zadnom čreve tohto hmyzu. Parazity tam vytvárali rozety, v ktorých boli spojené bičíkmi a polovica z nich sa tam vyskytovala aj voľne.

Je teda pravdepodobné, že muškovité slúžia ako prenášači. Infekciu môžu vyvolať kontamináciou malých rán na koži, cez sliznicu (spojivku oka), alebo zožratím vektora.

3.3. Pakomáriky (Diptera: Ceratopogonidae)

Z tejto čeľade veľmi málo druhov napáda teplokrvné živočíchy. Väčšinou sú bežnejší trápiči studenokrvných živočíchov. Z parazitologického hľadiska je najvýznamnejší rod *Culicoides*. Pakomáriky sú aktívne hlavne za súmraku a za svitania. Larválny vývoj sa uskutočňuje vo vlhkej pôde, v starých stromoch, pod kôrou, vo vode. Larvy sú červovitého tvaru (Ryšavý et al., 1989).

Bennett (1961) uskutočňoval pokusy, v ktorých infikoval pakomárikov vtáčími trypanosomami. Jeho pokusy pozostávali z toho, že sledoval vývoj trypanosom zo štyroch druhov vtákov v krv sajúcich pakomárikoch rodu *Culicoides sphagnumensis, C. stilobezzioides a C. crepuscularis.* Vývoj týchto trypanosom bol obvykle obmedzený na tú periódu, počas ktorej bola krv v tráviacom trakte hmyzu. Bičíkovce väčšinou neboli pozorované na stene zadného čreva, ale naopak boli vyprázdnené vo výkaloch.

Bennett (1970, in Baker 1976) taktiež spozoroval na rode *Culicoides*, že vývoj trypanosom sa v nich líšil od vývoja v muškách. Boli videný jedine dlhý úzky trypomastigoti a napriek tomu, že sa množili, infekcia nezotrvala. Z toho usúdil, že pakomáriky nie sú vhodnými medzihostiteľmi na vývoj týchto parazitov a teda sú nepravdepodobnými vektormi vtáčích trypanosom.

Miltgen a Landau (1982) nechávali nasať na papagájovi *Psittacula roseata* nakazenom trypanosomami laboratórne chovaných *Culicoides nubeculosus*. Trypanosomy sa v týchto článkonožcoch veľmi dobre vyvíjali. Po inokulácii týchto zhomogenizovaných pakomárikov do druhého papagája *P. roseata* spôsobili infekciu. Autori preto predpokladajú, že pakomáriky môžu slúžiť ako vektory vtáčích trypanosom.

Z rodu *Culicoides* sa však podarilo vyizolovať druh *Herpetomonas.* Je to vlastne prvý záznam monoxénnej trypanosomy z krv sajúceho hmyzu (Votýpka et al., 2002).

3.4 Kuklorodky (Diptera: Hippoboscidae)

Sú to krv sajúce muchy, ktoré majú zvláštny spôsob rozmnožovania. Samičky kladú už tak dokonale vyvinuté larvy, že sa môžu behom krátkej doby hneď zakukliť. To asi viedlo k dojmu, že rodia priamo kukly. Tento zvláštny spôsob kladenia lariev je umožnený tým, že samičkám do maternice vyúsťujú tzv. mliečne žľazy, takže larva prechádza všetkými štádiami vývoja vnútri matkinho tela. Kuklorodky bývajú výrazne sploštené a na konci nôh majú mocné háčky, čo im umožňuje udržať sa v perí hostiteľa (Ryšavý et al., 1989). Obe pohlavia sú hematofágne.

Baker (1956) ukázal, že kuklorodka *Ornithomyia avicularia* je vektorom trypanosomy označenej ako *T. avium* z havrana v Anglicku. Prevádzal pokusy, pri ktorých dával drozdovi (*Turdus viscivorus*) skonzumovať nakazené *O. avicularia*. Po 40 hodinách preparáty z krvi vtáka potvrdili nákazu. Pri pitve hmyzu jasne lokalizoval prítomnosť bičíkovcov v zadnom čreve. Z toho usúdil, že k prenosu dochádza zožratím týchto vektorov.

Taktiež sa pokúsil zistiť, či výkaly infikovaného hmyzu spôsobia infekciu nákazou rán na koži. Touto cestou sa však prenos nepodaril.

Bennett (1961) tiež robil pokusy s týmto druhom hmyzu. Pokúšal sa zistiť, či by mohol slúžiť ako potenciálny vektor v Ontáriu v Kanade. V jednom prípade trypanosomy zo strnadca (*Zonotrichia albicollis*) sa vyvíjali v kuklorodke *Ornithomyia fringillina* a injekčne boli prenesené do ďalšieho strnadca. Nebol však zaznamenaný žiadny vývoj v dvanástich *O.*

fringillina, ktorý na tomto vtákovi sali. Taktiež sa nemnožili ani trypanosomy v kuklorodkách, ktoré sali na iných vysoko infikovaných strnadcoch. Pozorované boli trypanosomy jedine v čerstvej nasatej krvi *O. fringillina*, ktoré sali na červenákovi (*Carpodacus purpureus*), sojke (*Cyanocitta cristata*), a na drozdovi (*Turdus migratorius*). Tieto bičíkovce neboli spozorované v žiadnej inej pozícii tráviaceho traktu tohto hmyzu. Preto usúdil, že kuklorodky nie sú zapojené ako medzihostitelia vtáčích trypanosom v tejto lokalite.

Votýpka a kolegovia (2004) molekulárne potvrdili pokusy Bakera (1956). Izolát z kuklorodky chytenej na území Českej republiky preukázal, že sa asi jedná o *Trypanosomu corvi*, ktorá sa vyvíja v kuklorodkách a je odlišná od *T. avium*.

Toto ukazuje na možnosť, že kuklorodky sú pravdepodobnými vektormi *T. corvi*. Prenos pravdepodobne prebieha zožratím tohto vektora.

4. PATOGENITA VTÁČÍCH TRYPANOSOM

Navzdory množstvu literatúry o účinkoch cicavčích trypanosom na ich hostiteľov, je iba pár štúdií o patogenite ne-cicavčích druhov.

Existujú rozsiahle záznamy o výskyte vtáčích trypanosom z rôznych častí sveta, ale je veľký nedostatok informácií o efekte týchto nákaz. Väčšinou sa predpokladá, že patogenita vtáčích trypanosom je veľmi malá (Votýpka et al., 2002).

Najstaršia práca o patologických účinkoch spojených s vtáčími trypanosomami vo vtáčích hostiteľoch je práca od Thiroux (1905 in Molyneux et al., 1983), ktorý pozoroval patogénny efekt na *Padda oryzivora.* Parazit bol taký početný ako erytrocyty a veľké množstvo ťažko postihnutých vtákov zomrelo.

Molyneux a kolegovia (1983) skúmali efekt *Trypanosomy bouffardi* a vypozorovali niekoľko makroskopických zmien v experimentálne nakazených kanárikoch. A to až trojnásobné zväčšenie sleziny a taktiež rozdiely v srdci, v ktorom bol zápal v myokardiu a epikardiu. Toto zápalové poškodenie bolo pozorované iba u infikovaných vtákov. Iné patologické poškodenia

nemuseli súvisieť s infekciou trypanosomami, pretože sa objavili ako u neinfikovaných tak aj u infikovaných vtáčat. Poškodenia srdca sú pozoruhodné v tom, že myokarditída bola udávaná v trypanosomiáse cicavcov, ale nikdy predtým vo vtákoch alebo iných ne-cicavcoch infikovaných trypanosomami. Je to veľmi zaujímavé, pretože tieto podobnosti v patológii sleziny a srdca vo vtákoch infikovaných vtáčími trypanosomami sú ako u kmeňov *T. brucei, T. vivax,* a *T. congolense*. Tieto zmeny sú teda zrejme spoločným efektom trypanosomých infekcií.

Zvláštne sú výsledky Bennetta (1970, in Baker, 1976). Reinokuloval chronicky nakazených *Padda oryzivora*. Po tomto zásahu parazitémia klesla u 5 z 10 vtákov a nebolo zaznamenané zvýšenie u žiadneho z nich. Bennett z týchto dát odvodil, že sa môže jednať o určitý stupeň imunity proti reinfekcii tým istým parazitom.

Doposiaľ je stále nejasné, či je naozaj produkovaná pravá imunita alebo ako dlho táto ochrana trvá.

5. POUŽITÁ LITERATÚRA

Baker J. R. (1956): Studies on *Trypanosoma avium* Danilewsky 1885. II. Transmission by *Ornithomyia avicularia* L. *Parasitology*, 46: 321-334.

Baker J. R. (1976): Biology of the Trypanosomes of Birds. In: Lumsden W. H. and Evans D. A. (eds.): Biology of the Kinetoplastida Volume 1. Academic Press, London, 131-174.

Bennett G. F. (1961): On the specifity and transmission of some avian trypanosomes. *Canadian Journal of Zoology*, 39: 17-33.

David A., Nair C. P. (1955): Observations on a natural (cryptic) infection of trypanosomes in sparrows *(Passer domesticus linnaeus)*. Part 1. Susceptibility of Birds and mammals to the trypanosomes. *Indian Journal of Malariology*, 9: 95-98.

Dirie M. F., Ashford R. W., Mungomba L. M., Molyneux D. H., Green E. E. (1990): Avian trypanosomes in *Simulium* and sparrowhawks (*Accipiter nisus*). *Parasitology*, 101: 243-247.

Desser S. S., McIver S. B., Jez D. (1975): Observations on the role of simuliids and culicids in the transmission of avian and anuran trypanosomes. *International Journal for Parasitology*, 5: 507-509.

Fallis A. M., Jacobson R. L., Raybould J. N. (1973): Experimental Transmission of *Trypanosoma numidae* Wenyon to guinea fowl and chickens in Tanzania. *Journal Protozoology*, 20: 436-437.

Chatterjee D. K. (1977): Development of *Trypanosoma avium bakeri* Chatterjee and Ray, 1971 in *Aedes albopictus* and its subsequent transmission to birds. *Indian Journal of Parasitology*, 1: 97-100.

Kučera J. (1983): Incidence and some ecological aspects of avian trypanosomes in Czechoslovakia. *Folia parasitologica* (Praha) 30: 209-222.

Miltgen F., Landau I. (1982) : *Culicoides nubeculosus*, an experimental vector of a new trypanosome from psittaciforms: Trypanosoma bakeri n. sp. *Annales de Parasitologie*, 57: 423-428.

Molyneux D. H. (1983): Host-parasite relationships of trypanosomatidae in vectors. In: Harris K. F. (ed.): Current topics in vector research, Volume 1. Praeger, 117-148.

Molyneux D. H., Cooper J. E., Smith W. J. (1983): Studies on the pathology of an avian trypanosome (*T. bouffardi*) infection in experimentally infected canaries. *Parasitology*, 87: 49-54.

Ryšavý B., Černá Ž., Chalupský J., Országh I., Vojtek J. (1989): Základy parazitologie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Sádlová J., Volf P. (1999): Occurrence of *Leishmania major* in sandfly urine. *Parasitology*, 118: 455-460.

Svobodová M., Votýpka J. (1998): Výskyt krevních prvoků u dravců (*Falconiformes*). *Buteo*, 10: 51-56.

Votýpka J., Oborník M., Volf P., Svobodová M., Lukeš J. (2002): *Trypanosoma avium* of raptors (*Falconiformes*): phylogeny and identification of vectors. *Parasitology*, 125: 253-263.

Votýpka J., Svobodová M. (2004): *Trypanosoma avium*: Experimental transmission from black flies to canaries. *Parasitology Research*, 92: 147-151.

Votýpka J., Lukeš J., Oborník M. (2004): Phylogenetic relationship of *Trypanosoma corvi* with other avian trypanosomes. *Acta Protozoologica*, 43: 225-231.