

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0077****Učenie a nervová plasticita spevavcov**Zodpovedný riešiteľ **Mgr. Ľubica Niederová, PhD.**Príjemca **Centrum biovied SAV - Ústav biochémie a genetiky živočíchov**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Centrum biovied SAV - Ústav biochémie a genetiky živočíchov
Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

nie je

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

nie sú

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Lukacova, K., Baciak, L., Pavukova, E., Pichova, K., Kasparova, S., Kubikova, L. (2017) Imaging of striatal injury in a songbird brain. *General Physiology and Biophysics* 36 (1): 23-29 (Q4, 1.170 - IF2016)Hamaide J., Lukacova K., Van Audekerke J., Verhoye M, Kubikova L., Van der Linden A. (2018) Neuroplasticity in the cerebello-thalamo-basal ganglia pathway: A longitudinal in vivo MRI study in male songbirds. *Neuroimage* 181: 190-202 (Q1, 5.426 - IF2017)Polomova J, Lukacova K, Bilcik B, Kubikova L. (2019) Is neurogenesis in two songbird species related to their song sequence variability? *Proc. R. Soc. B* 286: 20182872. (Q1, 4.304 - IF2018)Kubikova, L.; Polomova, J.; Mikulaskova, V.; Lukacova, K. Effectivity of Two Cell Proliferation Markers in Brain of a Songbird Zebra Finch. *Biology* 2020, 9, 356. (Q1, 3.796-IF2019)Murgoci, A.N., Baciak, L., Cubíknová, V., Smolek, T., Tvrđík, T., Juránek, I., Kafka, J., Čížková, D. Diffusion Tensor Imaging: Tool for Tracking Injured Spinal Cord Fibres in Rat. *Neurochemical Research* 2020, 45(1), 180-187. (Q3, 3.038-IF2019)

Uplatnenie výsledkov projektu

Pri riešení projektu sme získali niekoľko jedinečných výsledkov. Optimalizovali a validovali sme použitie techniky zobrazenia difúzných tenzorov (DTI) pre detekciu a kvantifikáciu poškodenia a regenerácie relatívne veľmi malej oblasti mozgu a tiež poškodenia predĺženej miechy. Tieto výsledky sme získali pomocou konvenčného MRI, takže majú pomerne široké uplatnenie.

Porovnali sme tiež efektivitu dvoch najpoužívanejších značkovačov bunkového delenia, ktoré sa používajú pre značenie nových buniek a neurónov vznikajúcich v mozgu. Tento poznatok je využiteľný pri štúdiách zahrňujúcich neurogenézu, ale aj bunkovú proliferáciu v iných tkanivách, ako napríklad v pečeni alebo v čreve.

Naše výsledky prispievajú tiež k poznatkom o vzniku nových neurónov v dospelom mozgu a k poznatkom o ich funkcii pre správanie.

V neposlednom rade naše publikované dáta poukazujú na vysoké diskriminačné schopnosti samíc spevavcov. Tieto výsledky sa uplatnia pri štúdiu výberu partnera spevavcov.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

V predkladanom projekte sme sa zamerali na štúdium neuroplasticity pri regenerácii striatálnej časti bazálnych ganglií, pričom tieto mozgové štruktúry sprostredkujú naučenú vokálnu komunikáciu. Stanovili sme si ciele, ktoré sme naplnili. Optimalizovali sme podmienky pre zobrazovanie difúznym tenzorom (DTI) a touto metódou sme stanovili časové a priestorové zmeny v mozgu po neurotoxickej lézii striata. Detegovali sme zmeny nielen v oblasti talamu, ktorý je so striatom priamo spojený, ale aj v mozočku, ktorý nebol považovaný za súčasť dráh kontrolujúcich naučenú vokalizáciu (spev) spevavcov. Poukázali sme tým na existenciu novej dráhy ovplyvňujúcej naučenú vokalizáciu, mozoček-talamus-bazálne gangliá, podobne ako je to u človeka. Následne sme identifikovali, že po striatálnej lézii sa mení bunkové zloženie nielen v regenerujúcom sa striate, ale aj v k nemu aferentnej oblasti. Poukázali sme tiež na zmeny v expresii génov ovplyvňujúcich stabilitu piesne ako sú FoxP2 a PNN. Regenerácia poškodenej oblasti bola zároveň spojená s regeneráciou projekcie, čo je unikátny výsledok. Doteraz bol detegovaný len vznik a včlenenie stredných trŕňových neurónov do striata dospelých spevavcov. Včleneňovanie neurónov vysielajúcich signál zo striata nebolo doteraz pozorované a je dôsledkom poškodenia. Toto spojenie môže potom sprostredkovať zmeny, ktoré sme po lézii a následnej regenerácii striata pozorovali v speve, ako je napríklad nadmerné opakovanie slabiky motívu piesne. V ďalšej časti projektu sme stanovili efektivitu značenia najpoužívanejších značkovačov neurogenézy a následne sme ich využili pre značenie dvoch populácií nových buniek vznikajúcich v mozgu v rôznom čase. Zistili sme, že intenzita neurogenézy úzko súvisí s variabilitou spevu a variabilnejší spev je spojený s vyšším včleňovaním novovzniknutých neurónov do oblastí mozgu sprostredkujúcich spev. Nové neuróny teda môžu umožňovať behaviorálnu plasticitu. V neposlednom rade sme preskúmali schopnosti diskriminácie piesní samičiek spevavcov pri výbere partnera. Zistili sme, že samice preferujú variabilnejšie piesne, ich výber je veľmi konzistentný a pieseň otca má vplyv na tieto preferencie. Vo všeobecnosti naše výsledky naznačujú, že spevavce disponujú vysoko kognitívnymi schopnosťami.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

In this project we focused on the study of neuroplasticity at regeneration of the striatal part of basal ganglia that control learned vocal communication. The proposed aims were fulfilled. We optimized conditions for diffusion tensor imaging (DTI) and determined temporal and spatial changes in the brain following neurotoxic damage within striatum. We found modifications not only in thalamus that is directly connected to striatum but also in cerebellum that has not been considered a part of the pathways controlling learned vocalization (song) in songbirds. We pointed to the existence of the new cerebello-thalamic-basal ganglia pathway controlling the learned vocalization, similar as that in humans. Next, we identified cell organization changes not only in the regenerating striatum following its injury, but also in its afferent region. We detected changes in the expression of genes such as FoxP2 and PNN that are thought to affect song stability. The regeneration of the injured region was accompanied with the unique regeneration of the projection. Up to now, only generation and recruitment of medium spiny neurons into the striatum has been observed in adult songbirds. Incorporation of the neurons that send signal from striatum to thalamus is observed for the first time and it is a consequence of the injury. This projection can enable changes in song that were observed following the lesion and regeneration, such as the increased song motif syllable repetition. In the other part of the project, we determined effectivity of the two most used neurogenesis markers. Then, we used them to label two populations of newborn cells arising in the brain at different times. We found that the

intensity of neurogenesis is associated with song variability and the birds with more variable songs have also more new neurons in brain vocal areas. Thus, the newly generated neurons can enable behavioral plasticity. Last, we explored discrimination abilities of female songbirds. We found that they prefer more variable songs at male choice, their choice is very consistent, and the song of their father has an effect on the preferences. Generally our data suggest that songbirds possess high cognitive abilities.