

**Univerzita Karlova  
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie



**Lukáš Hobdov**

Přítomnost parietálního otvoru u amniot  
The presence of the parietal foramen in the amniotes

Bakalářská práce

Vedoucí práce/Školitel: Mgr. Jindřich Brejcha, Ph.D.

Praha, 2024

**Charles University  
Faculty of Science**

# Poděkování

Přeji si poděkovat vědecké obci za vydobývání a sdílení všech úžasných poznatků, které nás vedou k pokroku, svojí rodině za podporu ve studiu a soukromém životě, svým kamarádům za možnost společenského vyžití a pomoc s prací a Bohu, který je láskou a kterému patří zásluha za všechno, co jest. Vděčím za to, že jsem na tomto místě a že mohu pracovat tímto způsobem.

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 29. 4. 2024

.....  
Lukáš Hodboď

# Abstrakt

Obratlovci mohou mít na temenu hlavy parietální otvor, který propouští světlo do lebeční dutiny. Parietální otvor je často asociován s temenním okem, ale může sloužit i jako prostup světla k epifýze. Zmíněné orgány mohou být světločivné a také se uplatňují jako regulátory vnitřních hodin nebo tělesné teploty. V této práci je uvedena podoba parietálního otvoru a epifyzárního komplexu různých skupin zvířat, popsána je jejich funkce a zahrnut je i komentář k tomu, co běžně vzbuzuje zájem o temenní oko. Přítomnost parietálního otvoru u různých skupin recentních i fosilních obratlovců je zhodnocena slovně, u taxonu Amniota je uvedena jak slovně, tak v podobě fylogenetického stromu. Z těchto skupin je zmíněno množství druhů a jsou navrženy důvody, proč u některých skupin amniot mohl parietální otvor zaniknout. Tyto důvody se mohou lišit, jde třeba o noční život, endotermii nebo fosorialitu.

## Klíčová slova:

parietální otvor, temenní oko, pineální orgán, parapineální orgán, epifýza, Amniota, Sauropsida

# Abstract

Vertebrates may have a parietal foramen on the top of their heads that allows light into the cranial cavity. The parietal foramen is often associated with the parietal eye, but it can also serve as a light passage to the pineal gland. The mentioned organs can be photosensitive and are also used as regulators of the internal clock or body temperature. In this work, the appearance of the parietal foramen and the epiphyseal complex of various groups of animals is presented, their function is described, and a comment is included on what commonly arouses interest in the parietal eye. The presence of the parietal foramen in various groups of recent and fossil vertebrates is evaluated verbally, for the clade Amniota it is presented both verbally and in the form of a phylogenetic tree. A number of species from these groups is mentioned and the reasons why the parietal foramen may have disappeared in some groups of amniotes are suggested. These reasons can be different, for example nocturnality, endothermy or fossoriality.

## Key words:

parietal foramen, parietal eye, pineal organ, parapineal organ, pineal gland, Amniota, Sauropsida

# Obsah

Úvod .....	1
Morfologie parietálního otvoru.....	2
Pineální, parapineální a frontální orgán .....	5
Funkce temenního oka .....	7
Fotosenzitivita .....	7
Termoregulace .....	8
Cirkadiánní rytmy .....	9
Anamnia .....	10
Bazální obratlovci .....	10
Paprskoploutvé a svaloploutvé ryby .....	12
Obojživelníci .....	13
Amniota .....	15
Parietální otvor u třídy Synapsida .....	17
Parietální otvor u třídy Sauropsida.....	20
Fosilní sauropsida .....	20
Lepidosauria .....	22
Želvy.....	25
Parietální otvor u ptačích předků.....	26
Závěr .....	27
Seznam literatury .....	28

# Úvod

Parietální otvor je nepárová struktura na středu lebeční klenby obratlovců umožňující komunikaci mezi lebeční dutinou a vnějším prostředím. Představuje výstup z lebky mezi párovými dermálními kostmi *os parietale* (Roček, 2002). Jejich název je odvozen od latinského slova *paries* znamenajícího zeď. Česky se *os parietale* nazývají kosti temenní, ale v této práci se budu držet termínu parietální otvor.

Zatímco u fosilních taxonů, u kterých se dochovala zejména pouze okolní tvrdá kostní tkáň, se většinou setkáváme s parietálním otvorem jako s prázdnou strukturou, u recentních obratlovců je prostor otvoru vyplněn tkání. U žijících druhů je otvor na povrchu překryt pouze kůží nebo vazivem, ale může zarůstat i chrupavkou nebo kostí. Jeho místo bývá možné pozorovat jako barevně odlišnou skvrnu na kůži, pod povrchem však nacházíme nervovou tkáň. Tato tkáň obsahuje fotoreceptorické buňky a svým uspořádáním může připomínat běžné oko obratlovců. Proto je parietální otvor spojován s přítomností parietálního či takzvaného třetího oka (Eakin, 1973), které můžeme nazývat i okem temenním.

Temenní oko vyrůstá z mezimozku a je součástí takzvaného epifyzárního komplexu. Například u mihulí nacházíme dvě temenní oči. Jednomu z nich se pak říká pineální a druhému parapineální oko. Jejich název má původ v latinském slově *pinus* znamenajícím borovice. Mít čtyři oči je zřejmě původní stav pro obratlovce (Dendy, 1899). Temenní oči se někdy v anglické literatuře nazývají *median eyes*, oči homologické těm našim se nazývají *lateral eyes* (Vígh et al., 1998). Temenní oči jsou fotoreceptivní, podílí se na řízení cirkadiánních rytmů a termoregulaci.

Nadtřída Amniota zahrnuje třídu Sauropsida obsahující z recentních skupin nadřád Lepidosauria, želvy, krokodýly a ptáky a třídu Synapsida tvořenou v současnosti pouze savci. Skupina Amniota byla taxonomicky zavedena v druhé polovině 19. století (Haeckel, 1866) a vznikla nejpozději před 312 miliony let (Benton & Donoghue, 2006). U této skupiny docházelo ke ztrátám parietálního otvoru, což vyvolává otázky po příčinách, rozsahu a varibilitě této přeměny. Mizení parietálního otvoru u Amniot mohlo začít již v období pozdního permu, možná v souvislosti se vznikem teplokrevnosti (Benoit et al., 2016).

Recentní Amniota, která tento znak mají, jsou buď z nadřádu Lepidosauria nebo řádu Testudines. Je ale také přítomen u vymřelých amniot a některých anamniálních obratlovců. Například savci parietální otvor nemají (Studnička, 1905), ale u bazálních synapsidů je tento znak přítomen hojně (Benoit et al., 2016). Není úplně jasné, kdy a jak parietální otvor vznikl. Rovněž je nejasné, zda to byla původně párová struktura. První lebky parietální otvor mít nemusely, vznikl možná až později v evoluci obratlovců. Pozornost je věnována spíše tomu, kdy parietální otvor zanikl u jednotlivých linií a jaké to mohlo mít příčiny.

Nejznámější je temenní oko hatérie rodu *Sphenodon*. Hatérie prošla neobvykle pomalým vývojem linie a je v rámci řádu Rhynchocephalia morfologicky stabilní, takže má podobu blízkou svým příbuzným z triasu (Herrera-Flores et al., 2017). Všechny ostatní skupiny amniot kromě zástupců nadřádu Lepidosauria

temenní oko ztratily. Orgány asociované s epifýzou obsahují speciální fotoreceptorické proteiny, jejichž geny se mohou se zánikem temenního oka přeměnit na pseudogeny nebo zmizet úplně (Emerling, 2017). Fotoreceptorické proteiny mohou být kromě toho přítomny uvnitř mozku i v kůži (Vígh et al., 2002; Crowe-Riddell et al., 2019). V rámci epifýzy se fotoreceptorické proteiny podílejí na řízení cirkadiálních rytmů.

Sledování přítomnosti parietálního otvoru má význam z hlediska evoluce temenního oka a epifýzy. Zdá se, že trend zanikání parietálního otvoru není výlučný u Amniot, ale týká se i ostatních obratlovců, kteří jsou někdy shrnuti v parafyletickém taxonu Anamnia. Temenní oko se studuje už více než 150 let (Stieda, 1865). Pro lidi má jeho studium asi největší význam z hlediska evoluce cirkadiálních rytmů. Zároveň je zajímavé přemýšlet o temenním oku jako o jakési obratlovčí analogii k *ocelli* u členovců nebo třetím oku.

Cílem práce je vytvořit představu o přítomnosti parietálního otvoru napříč fylogenetickým stromem Amniot. Dále považuji za vhodné ukázat rozmanitost epifyzárního komplexu napříč obratlovci a okomentovat přítomnost temenního oka u třídy Sauropsida. Snažím se shrnout přítomnost parietálního otvoru jak u současných, tak fosilních druhů.

## Morfologie parietálního otvoru

Lebka (*cranium*) zvířat jednotlivých druhů se liší počtem a velikostí kostí a různých otvorů. Kostí čelní a temenní jsou čistě dermální (Carlson, 1999). Evoluční proces vzniku lebky u linie obratlovců (Vertebrata) se nazývá cefalizace a sahá k jejímu vzniku v kambriu před 525 miliony let. Lebka chrání mozek a její otvory propojují její vnitřní struktury se strukturami mimo lebeční dutinu či s vnějším prostředím například tím, že jimi prostupují cévy, nervy nebo smyslové orgány. Větší otvory v lebce se latinsky nazývají *fenestrae*, ty menší *foramen*, nejmenší otvory se pak nazývají *foramina* (Roček, 2002). Zdá se, že většina skupin obratlovců měla alespoň u svých předků parietální otvor.

Parietální otvor bývá umístěn na temenu lebky uprostřed švu temenních kostí. Může být také blíže čelu a někdy se dostává až na úroveň očí. Můžeme ho najít i na rozhraní temenních a čelních kostí. Parietálním otvorem prochází část tzv. epifyzárního komplexu. Epifyzární komplex je morfologicky a funkčně plastický orgán, nabývá podob od párových, pravděpodobně smyslových, evaginací skrze lebky primitivních obratlovců po jediný zbytek u vyšších obratlovců, který se vyvinul do podoby dnešního vaskulárního orgánu se sekreční funkcí (Hoffman, 1970). Uvnitř parietálního otvoru se může nacházet tzv. temenní oko (Edinger, 1955; Roth & Roth, 1980), tedy část epifyzárního komplexu s fotoreceptorickými buňkami. Pineální a parapineální orgány jsou uloženy uvnitř lebky pod místem případného parietálního otvoru. Někdy ale mohou být i v parietálním otvoru nebo nad ním (Studnička, 1905).

Parietálním otvorem může procházet pouze nerv pro spojení pineálního orgánu s mozkiem, jako je tomu v případě frontálního orgánu žab (Farnesi et al., 1990). Situace je zde tedy odlišná například od hatérie

nebo varana (Studnička, 1905), kteří mají temenní oko spíše uvnitř parietálního otvoru. Frontální orgán žab je také homologický s pineálním orgánem, zatímco temenní oko lepidosaurů je homologické s parapineálním orgánem (viz **Obrázek 2**).

Tvar parietálního otvoru může být kruhovitý nebo oválný. Setkáme se ale i s popisem parietálního otvoru, který spíše připomíná nesrostlé lebeční švy. To je běžné zejména u žab a paprskoploutvých ryb. Protáhnutý parietální otvor ryb se může někdy srůstem švů rozpadat až na tři části (Arratia, 2003). To sice koresponduje s epifyzárním komplexem, ne však s dvěma temenními oky. Velmi protažený a úzký parietální otvor má *Gymnosarda unicolor* (viz **Obrázek 1**). Dalším příkladem je hlubokomořská ryba *Argyropelectus hemigymnus* (Handrick, 1901).

U fosilních druhů nalézáme až dva parietální otvory. Ty mohou být velmi blízko sebe, příkladem u skupiny bazálních obratlovců *Arthrodira* (Eakin, 1973). Připomíná to, že tzv. protoobratlovci mohli mít až čtyři oči, dvě laterální a dvě mediální (Vígh et al., 1998).

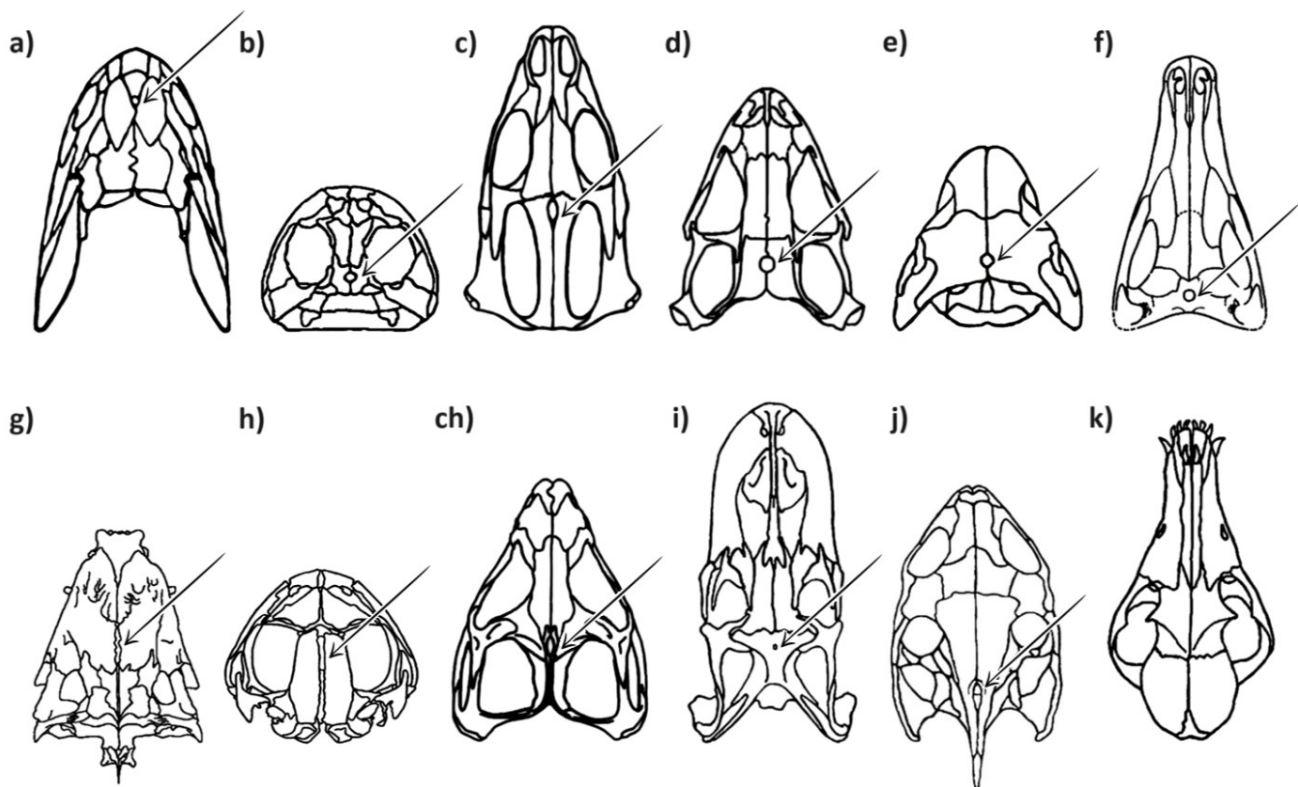
Parietální otvor může v evoluci měnit pozici na lebce oproti jiným strukturám. Např. *Ichthyosaurus Hauffiopteryx typicus* má parietální otvor nezvykle mezi čelními kostmi obklopenými kostmi temenními (Marek et al., 2015). Podobně kosti u druhu *Eusthenopteron foordi*, které obklopují parietální otvor, se podle morfologické zvyklosti určovaly jako kosti čelní (Schultze & Arsenault, 1985), novější studie však ukazují, že kosti, ve kterých má *Eusthenopteron* parietální otvor, jsou homologické kostem temenním (Teng et al., 2019). Tuňák *Thunnus atlanticus* má ale parietální otvor skutečně mezi čelními kostmi (de Sylva, 1955).

Velikost parietálního otvoru se může lišit, zpravidla je výrazně menší než očníce. Můžeme ji vztáhnout k velikosti celé lebky. Příkladem lebka agamy *Trapelus ruderatus* má na délku 21 mm a parietální otvor z toho zabírá 1,6 mm (Fathinia, 2011). Parietální otvor mladého dospělého samce leguánka *Sceloporus occidentalis* je široký 1,1 mm a jeho lebka je dlouhá asi 15 mm (Eakin, 1973). Otvor může být úzký jako u rodu *Anolis* (Spencer, 1886) nebo hluboký jako u scinka *Tiliqua rugosa* (Ford, 2022). Může být také širší, takže mezi okem ve vazivu a periostem je více místa (Studnička, 1905). U starších fosilií dosahuje relativně větších rozměrů. Velký parietální otvor mají například zkameněliny rodu *Diadectes* (Cope, 1888) nebo *Pristerodon mackayi* (Laaß, 2015). Největší parietální otvor u žijících obratlovců má *Varanus komodoensis*, 3 mm dlouhý a 2 mm široký. Jeho lebka je dlouhá 190 mm (Edinger, 1955). Permští kotylosauři měli parietální otvor velký až 15 x 28 mm (Eakin, 1973). Jurský plesiosaur *Pliosaurus* měl parietální otvor dokonce 50 mm dlouhý a 20 mm široký. Avšak i jeho lebka byla značně dlouhá, alespoň 1100 mm (Linder, 1913). Velký parietální otvor ne vždy znamená velké temenní oko (Camp, 1923). Poměry parietálního otvoru a temenního oka se mohou značně lišit (Edinger, 1955). Prominentní parietální otvor je považován za ancestrální znak (Laaß, 2015).

V průběhu evoluce zřejmě parietální otvor zarůstal. Nejdřív byl otevřený pro části mozku přerůstající kůží nebo vazivem a následně srostl úplně. Například parietální otvor embryí hatérie kryje poměrně průhledná kůže (Schauinsland, 1899). Parietální otvor někdy zaplňuje vazivová tkáň, která pak zakrývá temenní oko jako u *Varanus exanthematicus* (Smith et al., 2018). Přestože temenní i čelní kosti jsou typicky

hodně husté a tvrdé, někdy se můžeme setkat v místě parietálního otvoru se zúženinami na lebce. Tato místa bývají tvořena také chrupavkou či vazivem. Lebku zúženou nad epifýzou běžně najdeme u kožatek *Dermochelys coriacea* (Davenport et al., 2014). U těchto želv je nad lebečním ztenčením kůže méně pigmentovaná a zbarvená do růžova. To usnadňuje přístup světla k epifyzárnímu komplexu. Parietální otvor může být také uložený v prohloubenině na temenu lebky, např. u druhu *Owenetta kitchingorum* (Reisz & Scott, 2002).

U vyhynulých zástupců třídy Synapsida se parietální otvor navíc hojně vyskytuje ve výčnělku lebečních kostí. Ten se v anglické literatuře označuje jako boss (Angielczyk & Rubidge, 2013). Parietální otvor ve výčnělku má například rod *Endothiodon* a podle jeho velikosti se rozlišují jeho jednotlivé druhy. Také se uvažuje o tom, že tento výčnělek mohl plnit roli jakési ozdoby (Maharaj et al., 2021). Ve výčnělku je i parietální otvor rodů *Robertsia*, *Diictodon*, *Eosimops newtoni* nebo *Koupia koupensis* (Angielczyk & Rubidge, 2013).



**Obrázek 1 - příklady skupin zvířat a jejich parietálních otvorů.** Nahoře zleva fosilní druhy, dole zleva recentní druhy: a) *Cheirolepis canadensis* (Teng et al., 2019), b) *Gerobatrachus hottoni* (Anderson et al., 2008), c) *Vadasaurus herzogi* (Bever & Norell, 2017), d) *Sophineta cracoviensis* (Bever & Norell, 2017), e) *Eunotosaurus africanus* (Lyson et al., 2013), f) *Biarmosuchus tener* (Sigogneau-Russell, 1989), g) *Gymnosarda unicolor* (Collette, 1975), h) *Bufo bufo* (Ivanović et al., 2023), ch) *Sphenodon punctatus* (Jones, 2006), i) *Varanus komoedensis* (Paul, 2022), j) *Pseudemys texana* (Bever, 2009), k) *Vulpes vulpes* jako recentní zástupce Synapsida bez parietálního otvoru (Schultze & Arsenault, 1985).

# Pineální, parapineální a frontální orgán

Temenní oči byly původně popsány u žab druhu *Rana temporaria* v roce 1865 Ludwigem Stiedou na Univerzitě Dorpat v estonském Tartu jako das Stirnorgan (Stieda, 1865). Objev temenního oka plazů se datuje do roku 1872. Bylo objeveno při studiu druhů *Lacerta agilis*, *Podarcis muralis*, *Zootoca vivipara* a *Anguis fragilis* pod názvem das Frontalorgan. Frontální orgán žab je podobný temennímu oku ještěřů (Eakin, 1961), přestože je pod kůží a otvorem mezi kostmi frontoparietálními prochází jen jeho nerv (Leydig, 1872).

Temenní oči jsou součástí epithalamu a vysílají informace o světle do mozku. Mají často formu malého útvaru uchyceného k vrchní straně mezimozku (Liem et al., 2001). Tyto orgány můžeme souhrnně nazvat epifyzárním komplexem, ale říká se jim i třeba parietální orgány (Studnička, 1905). Jsou buď v doteku s lebkou, nebo hned pod ní na linii vedoucí dorsoventrálně mezi předními očima. Epifyzární komplex často exprimuje fotoreceptorické proteiny, a to i v případě, že jeho součástí není temenní oko. Mohou být například součástí takzvané epifyzární stopky. Součástí epifyzárního komplexu bývá také parafýza (Herrick, 1935; Roofe, 1935). Hlavní funkcí tohoto komplexu je světločivnost a regulace cyklického chování v závislosti na denních a ročních fázích (Wurtman et al., 1968).

Epifyzární komplexy obsahují fotoreceptivní buňky. Rozlišujeme u nich achromatické i chromatické odpovědi, světlo inhibuje spontánní spouštění sensorických neuronů epifyzy (Booth, 1987). Část epifyzárního komplexu je podobná oku hlavně u mihulí, obojživelníků a lepidosaurů. U nich má kulovitou strukturu s čočkou a sítnicí a radiálně umístěnými světločivnými buňkami. Špička parapineálního orgánu žab dosahuje kůže a později je odříznuta lebkou vytvářející frontální orgán (Kingsley, 1912).

Zatímco paryby, dvojdyšní, obojživelníci, savci a ptáci mají v epifyzárním komplexu převažující pineální část, mihule mají obě části poměrně stejnocenné jako dvě tzv. mediánní oči (Smith et al., 2018), což je nejspíš stav, který měli i dávní obratlovci. Předci dnešních obratlovců měli původně pár temenních očí zřejmě sériově homologický s běžnými očima obratlovců (Dendy, 1899). Přestože tzv. mediánní oči jsou světločivné, u dnešních obratlovců netvoří obraz na rozdíl od laterálních očí, které obraz tvoří (Eakin, 1973). Jsou ale i fosilní živočichové, u kterých se předpokládá, že temenním okem viděli, například *Diadectes phaseolinus* mohl temenním okem vidět (Cope, 1888).

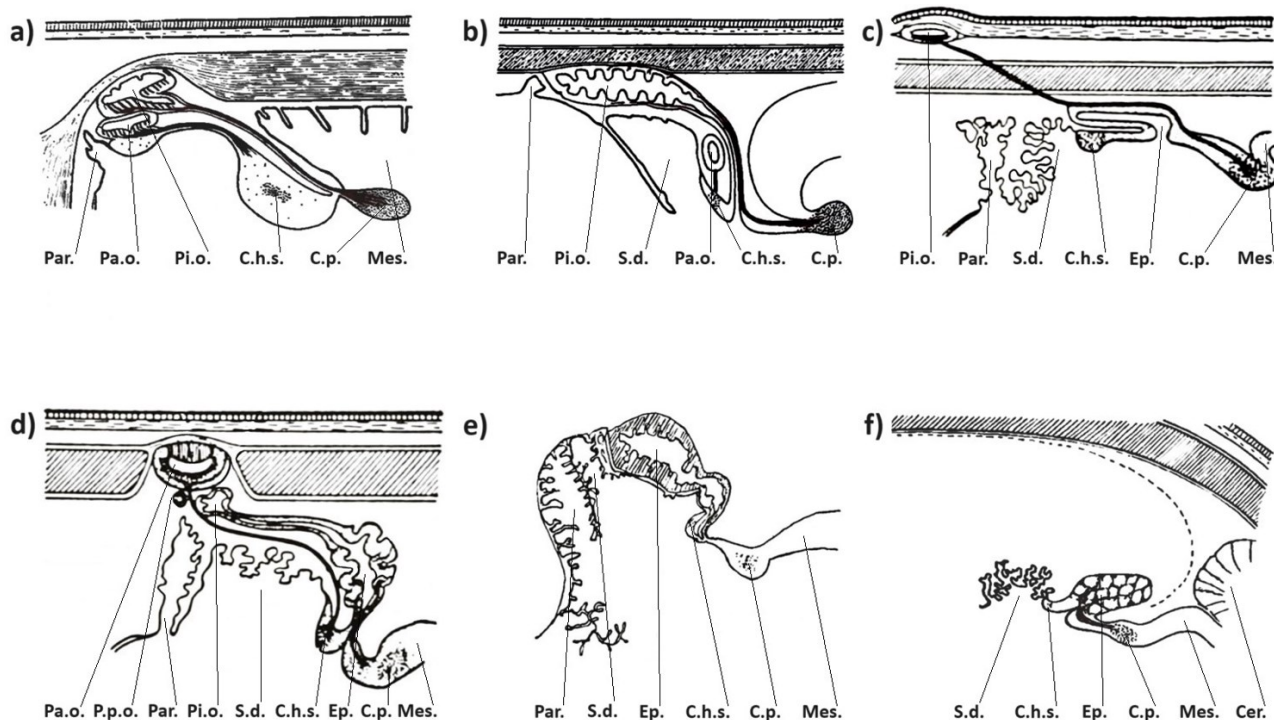
Temenní oko může být dvojího původu, podle toho, jestli do parietálního otvoru zasahuje pineální, nebo parapineální orgán. Pineální a parapineální orgán se rozlišují podle svého původu, oba jsou ale součástí epifyzárního komplexu. Příkladem paprskoploutvé ryby mají v parietálním otvoru pineální orgán, ale plazi v něm mají parapineální orgán (Studnička, 1905). Fosilní varan *Saniwa ensidens* měl jak otvor pro pineální, tak otvor pro parapineální orgán, z nichž ten druhý byl větší (Smith et al., 2018).

Všechny oči obratlovců, laterální i mediánní, začínají během ontogeneze jako evaginace diencephala a mají podobu pohárkovitých útvarů. Mediánní oči se zakládají na vrchní straně diencephala jako dvě

evaginace. Temenní oko během ontogeneze nikdy neinvaginuje a je vystláno řasinkovým epitelem. Čočka temenního oka vzniká z nejdorzálnější části evaginace. Tato část tvořící jeho čočku je homologní části sítnice v předních očích (Schwab, 2005). Fotoreceptorické buňky v sítnici temenního oka nejsou invertované jako v sítnici očí laterálních (Eakin, 1973).

Přední ze dvou evaginací diencephala se vyvíjí jako parapineální orgán. U kostnatých ryb ale bývá základ parapineálního orgánu během vývinu ztracen nebo se stane rudimentárním. Z dorzálnější ze dvou evaginací vzniká u ryb hlavní část pineálního orgánu (Pandey, 2004). U lepidosaurů může být součástí epifyzárního komplexu ještě přídatný parietální orgán, nazvaný das Nebenparietalorgan (Leydig, 1891). Temenní oko je k parietálnímu otvoru a kůži připojeno vazivovou kapsulí (Eakin, 1973).

U všech obratlovců je epifýza spojena s habenulou, epithalamem a mezimozkem. Habenula je malé centrum, které má napojení na limbický systém. Savčí epifýza je spojena s habenulou a středním mozem (Studnička, 1905). Habenula může sloužit jako rozhraní pro dráhy limbického a motorického systému. Epifyzární komplex může tedy sestávat příkladem z fotoreceptivních mediánních očí, epifýzy, parafýzy a *saccus dorsalis*.



**Obrázek 2 - epifyzární komplexy různých skupin obratlovců.** a) Petromyzontida, b) Teleostei, c) Anura, d) Lepidosauria, e) Testudines, d) Mammalia. Zkratky v popisích: Cer. - mozeček, C.h.s. - *commissura habenularis superior*, C.p. - *commissura posterior*, Ep. - epifýza, Mes. - střední mozek, Par. - parafýza, Pa.o. - parapineální orgán, Pi.o. - pineální orgán, P.p.o. - přídatný parietální orgán, S.d. - *saccus dorsalis*; přepracováno (Studnička, 1905).

# Funkce temenního oka

Fyziologicky má temenní oko význam jako fotoreceptivní a endokrinní orgán. Hlavní funkcí temenního oka je fotosenzitivita (Eakin, 1973). Další funkcí je, zejména u ektotermních obratlovců, termoregulace (Sievert & Hutchison, 1989). V neposlední řadě je funkcí epifyzárního komplexu regulace cyklického chování v závislosti na denních a ročních fázích (Wurtman et al., 1968) a řízení aktivity gonád nebo činnosti hypofýzy (Pearson, 1976).

## Fotosenzitivita

Už rané studium temenního oka žab a paryb poukázalo na jeho fotosenzitivitu (Holmgren, 1917). Fotosenzitivní struktury jsou v epifyzárním komplexu ryb, obojživelníků i plazů (Dodt, 1973). Světločivnost temenního oka vyžaduje přítomnost fotoreceptorických proteinů, ale jejich výskyt není u Amniot omezen jen na oči (mediální, laterální), ale obsahují je přímo i různé struktury mozku nebo dokonce i kůže (Vígh et al., 2002; Crowe-Riddell et al., 2019). Spíše, než v poskytování obrazu zvířata temenní oko využívají, když potřebují získat informace o kvalitě světla.

Buňky, které reagují v epifyzárním komplexu na světlo (jsou fotosenzitivní) se nazývají pinealocyty. Tvar fotoreceptivních buněk připomíná více fotoreceptivní buňky laterálních očí například ve frontálním orgánu žáby (Farnesi et al., 1990). U sauropsidů a savců jsou tyto buňky morfologicky odlišnější (Ekström & Meissl, 2003). Detailní studie buněčných typů frontálního orgánu obojživelníků ukázala, že se tento orgán skládá z pěti buněčných typů: sensorických, endymálních, gangliových, gliových a epiteliálních buněk. U obojživelníků mohou být endymové buňky sekreční. Sensorické buňky mají většinou čípkovitý tvar, ale mohou mít i tvar tyčinky (Oksche & Harnack, 1963). Podpůrné buňky obklopující sensorické buňky temenního oka *Anguis fragilis* a *Lacerta agilis* obsahují pigmentová granula, která se pohybují distálně u zvířat adaptovaných na světlo a bazálně u zvířat umístěných do tmy (Nowikoff, 1910). Pineální, parapineální i frontální orgány mají tedy jak fotoreceptory, tak neurony a gliální elementy, které zprostředkovávají informace a posílají je dále ke zpracování v mozku, což ukazuje na jistou podobnost mediálních (temenních) očí s laterálníma očima (Vígh et al., 1998). Temenní oči jsou komplexní struktury, kde světločivné a nervové buňky vytvářejí tkáň podobnou sítnici laterálních očí tvořenou množstvím buněk (Eakin & Westfall, 1959). Podobně jako jsou laterální oči chráněné rohovkou, jsou temenní oči chráněné rohovkovou šupinou, např. u *Varanus giganteus* (Spencer, 1886).

U leguána *Iguana iguana* temenní oko rozeznává jak ultrafialové, tak viditelné světlo (Jenison & Nolte, 1980). Absorpční spektrum fotoreceptorů v temenním oku druhu *Danio rerio* má dvě maxima. Jedno je v 280 nm a druhé, které je asi 7,4x menší, je v 522 nm. Je tedy schopné vnímat ultrafialové světlo až zelenou

barvu (Su et al., 2006). U ryb to není výjimka. Příkladem ryby jako *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio*, *Mugil cephalus* a *Choerodon azurio* mají fotoreceptivní buňky v epifyzárním komplexu (Omura & Oguri, 1969). Také v temenním oku *Uta stansburiana* byly nalezeny receptory modré a zelené barvy (Su et al., 2006).

Fotosenzitivita temenního oka je zprostředkována fotoreceptorickými proteiny neboli opsiny. V sítnici jsou uloženy ve vrstvách nebo vchlípeninách membrány světločivných buněk. Jsou to receptory spřažené s G-proteiny. Retinal je vázán v tomto proteinu a změna jeho tvaru po pohlcení světla vede ke změně konformace proteinu a předání signálu o osvit (Lamb, 1996).

Fotoreceptorické proteiny temenního oka jsou ale od těch v laterálních očích odlišné. Na rozdíl od laterálních očí se hladina cGMP nezvedá aktivací guanylyl cyklázy, ale inhibicí fosfodiesterázy hydrolyzující cGMP (Xiong et al., 1998).

V epifyzárním komplexu můžeme najít fotosenzorické proteiny jako pinopsin (Okano et al., 1994), vertebrate ancient (VA) opsin (Philp et al., 2000), parietopsin (Su et al., 2006) nebo parapinopsin (Blackshaw & Snyder, 1997). V epifýze kuřete byl také nalezen peropsin a RGR opsin (Bailey & Cassone, 2004). Pinopsin mají čeledi žraloků Hemiscyllidae a Orectolobidae, kostanté ryby, obojživelníci i sauropsidi včetně nočních gekonů, kteří ale ztratili parietální otvor (Hart et al., 2020). Mihule nebo *Anolis carolinensis* mají parietopsin a parapinopsin (Wada et al., 2021).

U lidí byla světločivnost epifýzy ztracena (Sapède & Cau, 2013), v mozkové kůře, mozečku, striatu, thalamu a hypothalamu lidí je nicméně světločivný protein encephalopsin (Blackshaw & Snyder, 1999).

Zvýšená fotosenzitivita díky temennímu oku může zvířeti pomáhat k navigaci. Parietální oko sleduje sluneční záření a ovlivňuje orientaci a pohyby zvířete vzhledem k osvitu (Liem & Walker, 2001). Ještěrka s temenním okem může být schopna používat Slunce jako kompas. Temenní oko *Podarcis siculus* je klíčové v rozpoznávání elektrického vektoru polarizovaného světla. Když byla změněna orientace polarizovaného světla o 90°, ještěrky cestovaly kolmo na původní trasy (Beltrami et al., 2010). Mohlo by také pomáhat s navigací pomocí magnetického pole Země jako to umí někteří obojživelníci nebo migrující ptáci (Smith et al., 2018).

## Termoregulace

Temenní oko se zdá být úzce spojeno s regulací tělesné teploty zejména u ektotermních Lepidosauria (Stebbins & Eakin, 1958). Ztráta temenního oka u *Tiliqua rugosa* vede ke ztrátě cyklů melatoninu. Tu nepozorujeme, pokud je temenní oko pouze zakryté. Řízení cyklů melatoninu se děje mimo sítnici temenního oka, to ale vede údaje o okolí do center sekretujících melatonin (Firth & Kennaway, 1980). Vystavení toho samého druhu střídání teplot 30 a 15 °C zvýrazní výkyvy cyklů hladiny melatoninu v jeho krevní plazmě oproti stavu, kdy je vystaven pouze teplotě 30 °C. Je-li vystaven pouze teplotě 15 °C, cykly melatoninu vymizí úplně (Firth & Kennaway, 1987).

Osvit temenního oka utlumuje produkci melatoninu. Pokud je temenní oko odstraněno, tělesná teplota se sníží. Pinealektomie a parietalektomie u *Crotaphytus collaris*, leguánovce obojkového, významně snížila jeho tělesnou teplotu a zvýšila teplotu prostředí, kterou si vybíral k pobytu. K řízení dochází zřejmě nervově i hormonálně přes mozková centra jako je hypothalamus (Firth et al., 1988). Stejný efekt na tělesnou teplotu byl po parietalektomii pozorován i u *Anolis carolinensis* (Hutchison & Kosh, 1974).

*Scleropus magister* si po parietalektomii zachovává střídání tělesných teplot mezi dnem a nocí, ale vybírá si vyšší teploty pro pobyt. Svými interakcemi s epifýzou je tedy temenní oko významné pro řízení tělesných funkcí v závislosti na fotoperiodě (Engbretson & Hutchison, 1976). Hladiny melatoninu dosahují maxima během chladné nebo temné fáze. Experimenty, kdy bylo temenní oko chirurgicky odstraněno u *Anolis carolinensis*, ukázali, že temenní oko se nepodílí na syntéze melatoninu, pouze udává rytmus jeho syntézy (Underwood & Calaban, 1987).

## Cirkadiánní rytmy

Z laterálních očí i z temenního oka mohou vstupovat údaje o osvit do řídicích center cirkadiánních rytmů. Z temenního oka vstupují informace do epifýzy. U plazů udávají cirkadiánní rytmy jak epifýza, tak sítnice a temenní oko a suprachiasmatické jádro hypothalamu – SCN (Tosini et al., 2001). U lidí je regulaci epifýzou nadřazené SCN, které obsahuje biologické hodiny a strhává funkci epifýzy (Booth, 1987). Ptáci mají epifýzu navíc světločivnou (Ikegami & Yoshimura, 2012). Epifýza kuřete obsahuje opsiny a jeho oscilátory udávající cirkadiánní rytmy se nacházejí jak v sítnici, tak v epifýze a homologu SCN (Bailey & Cassone, 2004).

Osvit temenního oka *Sceloporus occidentalis* utlumuje produkci melatoninu (Bethea & Walker, 1978). Epifýza vychytává z krve tryptofan a pinealocyty ho přeměňují na 5-hydroxytryptofan enzymem tryptofanhydroxylázou. 5-hydroxytryptofan je dále metabolizován na serotonin (Finocchiaro et al., 1988). Epifýza v návaznosti na to produkuje melatonin (Booth, 1987). Melatonin byl dříve možná parakrinní hormon, který měl v podmínkách menšího ozáření zvyšovat schopnost vidět. Následně měl ale získat schopnost měnit diurnálně zbarvení zvířete, jeho vystavování se Slunci a další cyklické aktivity (Gern et al., 1986).

Epifyzární produkce melatoninu v rámci cirkadiánních cyklů může být také ne zcela přesně dáována do souvislosti s tvorbou N,N-dimethyltryptaminu - DMT. U lidí s poruchami autistického spektra se nicméně předpokládá jeho produkce epifýzou, syntézou z L-tryptofanu přeměněného na tryptamin, který přetváří INMT (indolethylamin N-methyltransferasa) na N-methyltryptamin, a ten pak na DMT (Shomrat & Neshar, 2019). DMT se fyziologicky v mozku nehromadí v takovém množství, aby mohl mít vliv na svůj receptor. Při stavu dušení nebo zástavy srdce na něj ale může také působit serotonin (Nichols, 2018). I hladina DMT se ale v krysím mozku po srdeční zástavě zvýší, byť nezávisle na přítomnosti epifýzy (Dean et al., 2019).

# Anamnia

Anamnia neboli bezblanní zahrnují všechny obratlovce, kteří nejsou Amniota. Je to tedy skupina parafyletická, leč pro potřeby této práce je toto členění užitečné. Představa o stavu parietálního otvoru u anamnií je nezbytná k ucelenosti přehledu u Amniot, protože parietální otvor vznikl právě u anamnií a je to znak u obou skupin homologický. Přesné doklady o vzniku parietálního otvoru ale nemáme. Mohl by souviset se vznikem lebky. Předpokládá se, že cefalizace byla postupným procesem následujícím vznik obratlovců. Ten zasazujeme do období kambrické exploze, která měla probíhat asi před 540 miliony lety (Daley et al., 2018). Parietální otvor mohl být na lebce od začátku, ale pravděpodobně vznikl až později. Příkladem dnešní mihule také nemají parietální otvor, ale temenní oči mají umístěné přímo pod chondrokranium (Jollie, 1962). Nejstarší zkamenělina s lebečními strukturami jsou pozůstatky tvora jménem *Metaspriggina*, staršího o něco více než 500 milionů let (Johanson, 2023).

Přesto spousta skupin dnešních i fosilních bezblanných prokazatelně parietální otvor má. Jak vypadalo temenní oko vymřelých skupin nevíme. Existují metody, které umožňují částečnou rekonstrukci, přesto je někdy obtížné určit přítomnost parietálního otvoru. Původní stav by měl být dvě oči laterální a dvě oči mediální (Vígh et al., 1998). Nálezy lebek anamniálních obratlovců se dvěma parietálními otvory existují. Takové nálezy jsou ale poměrně vzácné a jejich parietální otvory jsou dost malé a často velmi blízko sebe. Zde uvádím základní přehled skupin bezblanných obratlovců. Rozděluji je na bazální obratlovce, paprskoploutvé a svaloploutvé ryby a obojživelníky pro poskytnutí alespoň základního přehledu o tom, z čeho situace s parietálním otvorem u Amniot vychází.

## Bazální obratlovci

Podle hypotézy Olfactores jsou pláštěnci a obratlovci dohromady sesterskou skupinou kopinatců. Hypotéza Olfactores se dnes považuje za naprostou jistotu. Je možné uvažovat o tom, že pineální a parapineální oči mohly mít na začátku podobné velikosti jako postranní oči (Vígh et al., 1998), ale fosilní nálezy tomu zdá se příliš nenasvědčují.

Mezi bazální obratlovce můžeme řadit skupiny nejpůvodnějších obratlovců, které už dávno vymřely. Dále mihule, sliznatky, paryby a chrupavčité ryby, u nichž můžeme zkoumat počátky epifyzárního komplexu, případně i otvory pro temenní oči v chondrokranium. První typické zástupce obratlovců řadíme do tzv. bioty Chengjiang podle naleziště zkamenělin. Příkladem této fauny jsou *Haikouichthys*, *Zhongjianichthys*, *Haikouella* anebo *Myllokunmingia*, kteří žili asi před 518 miliony let (Yang et al., 2018). *Haikouella* měla dvě oči (Chen & Huang, 2008). U vymřelých skupin je obtížné provést přesnější fylogenetický výzkum a stejně tak dohledat původ parietálního otvoru.

Bezčelistní obratlovci skupiny Agnatha zahrnují dodnes žijící Cyclostomi nebo fosilní parafyletickou skupinu Ostracodermi a třídu Conodonta. Gnathostomata naopak zahrnují prakticky celý zbytek obratlovců. Parietální otvor se nachází u spousty druhů skupiny Osteostraci a Placodermi (Liem & Walker, 2001). Parietální otvor je často přítomen u paleozoických Agnatha a ryb a paleozoických a mezozoických obojživelníků a obratlovců (Edinger, 1955). Nálezy celistvých lebek jedinců třídy Conodonta jsou vzácné. Představa o jejich vzhledu nasvědčuje tomu, že měli jen dvě velké oči (Aldridge, 1993). Rekonstrukce hlavy sychrotronem také nenasvědčuje přítomnosti temenního oka nebo očí (Goudemand et al., 2011).

Nadtřída Cyclostomi je doložena až do devonu. Dá se předpokládat, že v devonu existovalo ještě víc skupin zvířat, které měly pineální i parapineální oko. Pravý výrůstek u kruhoústých tvoří pineální orgán. Ten leží nad levým výrůstkem, kterému říkáme parapineální orgán. Dohromady tvoří spolu s nervem pineálního orgánu epifyzární komplex (Studnička, 1893). Sliznatky mají temenní oko spojené s mozkem krátkou stopkou. Na kůži nemají žádnou skvrnu, ale v kůži mají něco jako frontální orgán žab. Ten nemá žádnou čočku ani pigment (Beard, 1887). Do řádu Petromyzontiformes řadíme tři žijící čeledi, Geotriidae, Mordaciidae a Petromyzontidae. Ti si zachovávají ancestrální plán pineálního a parapineálního orgánu (Eakin, 1973).

Mihule mají chondrokranium a pod ním jsou umístěny obě temenní oči, není tedy na místě mluvit o parietálním otvoru. Na hlavě ale mohou mít světlou skvrnu v místě temenních očí. Dá se předpokládat, že předchůdce všech dnešních obratlovců měl na své hlavě pár fotoreceptivních orgánů podobně jako to má mihule (Cole & Youson, 1982). *Geotria australis* neboli mihule vakovitá má strukturu temenního oka velmi podobnou evropský mihulím, představuje prázdný váček o průměru asi půl milimetru, spodní a vnitřní stěnu tvoří sítnice s epitelem. Také nemá parietální otvor, temenní oko je pod chondrokranium a nad ním je ještě tlustá vrstva kůže a vaziva. To je zajímavé orientovanými strukturami ve směru paprsků, které jdou k mediánním očím. Jsou celé tvaru kalíšku nebo zátky překrývající parietální smyslové orgány. Pineální orgán je menší a více přilepený na mozek nad třetí mozkovou komorou (Dendy, 1907). Dospělá mihule má tedy na hlavě nepigmentovanou skvrnu, pod níž se nachází pineální oko (Liem & Walker, 2001) a pod ním parietální oko. Obě jsou uložena lehce asymetricky a jsou to spíše duté koule, při osvitě ale vykazují vzrušivou aktivitu.

Skupinami Gnathostomata jsou například Placodermi, Acanthodii a Chondrichthyes. Placodermi parietální otvor měli (King et al., 2018). Najdeme ho u spousty jejich druhů (Liem & Walker, 2001), někteří ho nemají, ale pokud je přítomen, odráží místo vyrůstání části epifyzárního komplexu z diencephala (Pan et al., 2015). Druhy *Pholidosteus friedeli* a *Rinosteus tuberculatus* mají dva parietální otvory v jedné kosti (Stensiö, 1963). *Acanthodes* ze skupiny Acanthodii má na lebce fontanelu pravděpodobně související s pineálním orgánem (Moy-Thomas, 1971).

Chondrichthyes je žijící skupina obratlovců a je známo, že některé chrupavčité ryby parietální otvor mají. Spolu s temenním okem ho najdeme u některých druhů paryb, třeba pelagických žraloků. Například na chondrocraniu *Mollisquama* najdeme zářez pro pineální orgán (Denton et al., 2018). U ostrouna z čeledi Squalidae druhu *Scyliorhinus canicula* a u rejnoka *Raja montagui* je temenní oko napojeno na obě hemisféry

(Mandado et al., 2001). U Elasmobranchii se předpokládá, že světlo ovlivňuje jejich denní cykly jak skrze oči, tak skrze temenní oko, tak i skrze kůži (Carroll & Harvey-Carroll, 2023). Hrají v tom roli geny *opn4x* a *opn4ms*, které jsou přítomné jak v sítnici, tak epifýze, kůži i hlubokých oblastech mozku jako třeba u chiméry *Callorhynchus milii* (Davies et al., 2012). Žraloci a rejnoci mají epifýzu tvořenou dvěma optickými váčky thalamencephalonu, které spolu srůstají na středové lince (Locy, 1894).

## Paprsoploutvé a svaloploutvé ryby

Osteichthyes je skupina, která zahrnuje ryby paprsoploutvé (Actinopterygii) a svaloploutvé (Sarcopterygii). V některých taxonomických klasifikacích byla skupina Osteichthyes považována za parafyletickou, protože nezahrnovala terestrické obratlovce – Tetrapoda a v tomto pojetí se jí tradičně říká ryby. U obou skupin ryb parietální otvor v nějaké formě najdeme. Pineální orgán kostnatých ryb je fotosenzitivní (Dodt, 1963) a je např. u *Polypterus senegalus* nervově napojen na *commissura posterior* (Kappers, 1965). Actinopterygii mají čelní i temenní kosti párové a parietální otvor mají alespoň fosilní druhy z devonu (Giles et al., 2015) nebo triasu (Argyriou et al., 2018).

Běžný stav u ryb je takový, že epifýza leží hned pod lebkou (Holmgren, 1959). Někdy je epifýza umístěna v prohloubenině nebo jiných modifikacích lebky umožňujících průchod světla k ní (Rivas, 1953). V souvislosti s rybami se setkáme s tzv. pineálním oknem, což je světlá kůže nad epifýzou, ve studii 15 teleostních ryb jej nemělo pouze 8 druhů (Omura & Oguri, 1969). Druhy jako *Salmo*, *Catostomus*, *Sander*, *Lepomis* nebo *Amia* mají pár epifyzárních výrůstků, jeden více posteriorně, druhý anteriorně. Ten posteriorní je homologický s epifýzou ještěrek a později se nachází napravo od toho anteriorního, který se odděluje od mozku a degeneruje a je homologický s temenním okem ještěrek (Hill, 1894). Epifyzární komplex u ryb se tedy skládá z části pineální a parapineální. Parapineální orgán je rudimentální a daleko menší. Pineální orgán je na středu a parapineální orgán se posouvá doleva (Turgut, 2013). Světločivnost dokládá dále například pineální orgán žebříček, který obsahuje jak tyčinky, tak čípky. Ty sdílejí mnoho homologíí s buňkami sítnice, jako jejich morfologii, produkci opsinů a citlivost na světlo (Li et al., 2012).

Současný *Polypterus bichir* ze skupiny Cladistia žádný parietální otvor nemá (Allis, 1922). Chondrostei čili chrupavčité ryby parietální otvor také nemají, příkladem *Ancipenser brevirostrum* (Hilton et al., 2011). Infratřída Holostei zahrnující kostlínky a kaprouny je na tom podobně. Kostlín *Atractosteus spatula* parietální otvor nemá (Kammerer et al., 2006) ani *Amia calva*, což je kaproun obecný, parietální otvor nemá (Kriwet, 2005).

Skupinu Teleostei zastupují třeba ryby příbuzné sumcům, kaprům a tuňákům. Z řádu sumců mládě druhu *Heteropneustes fossilis* má velkou epifýzu skoro mezi očima, její odstranění vede k menšímu růstu těla (Panchal & Rani, 2018). Zřejmě u nich reguluje produkci růstového hormonu. Sumci mají v závislosti na druhu

od čelních přes temenní až po parieto-supraokcipitální kosti až tři fontanely. Bývají dvě, ale také nemusí být žádná, liší se délkou a jejich prostor odpovídá epifyzární stopce (Arratia, 2003). Pancéřníček *Callichthys callichthys* je také ryba z řádu sumců, která má v parietálním otvoru vsazený pineální orgán (Klinckowstroem, 1883). U čeledi kaprovitých se s parietálním otvorem často nesetkáme. Epifýza kapra je kulovitá, asi 3 – 4 mm široká a nachází se mezi hemisférami mozku a zrakovými laloky. Vzniká evaginací z přední stěny části mozku zvané velum transversum, ale vzhledem oko nepřipomíná. U dospělých jedinců druhů *Cyprinus carpio* a *Hypophthalmichthys molitrix* má žláza strukturu připomínající strom se spoustou anastomotických pineálních tubulů (Tan, 1968). Tuňáky řadíme do čeledi makrelovití (Scombridae). Čelní kosti *Thunnus atlanticus* vytvářejí podélnou rýhu, která posteriorně splývá s parietálním otvorem, který je uzavřen chrupavkou (de Sylva, 1955). Tuňáci tedy mají parietální otvor, ačkoliv jsou do jisté míry endotermní (Graham & Dickson, 2001).

Ze třídy Sarcopterygii má parietální otvor např. vymřelý druh *Eusthenopteron* (Schultze & Arsenault, 1985). Latimérie parietální otvor nemá, ale její epifyzární komplex sestává ze dvou váčků reprezentujících pineální a parapineální orgán a také obsahuje senzorické, ependymové a nervové buňky (Hafeez & Merhige, 1977). Epifyzární komplex latimérie má fotoreceptorickou funkci, ačkoliv leží uvnitř lebky a je odstíněn od světla (Lockett, 1980). Některé lalokoploutvé ryby ale určitě parietální otvor měly (Castiello & Brazeau, 2018). *Panderichthys rhombolepis* patří do třídy Sarcopterygii a má malý parietální otvor. Vyhynulý řád Osteolepiformes zahrnuje *Osteolepis macrolepidotus*, jejíž parietální otvor je zvláštní umístěním až skoro mezi očima. U dalšího vyhynulého řádu svaloploutvých Porolepiformes je naopak místo parietálního otvoru uzavřené (Vorobyeva & Schultze, 1991). Podtřída Dipnoi nemá parietální otvor často. Epifýza dvojdyšných je ale světločivná a její morfologie se během ontogeneze mění podobně jako u obojživelníků, jen se nevyvíjí až do podoby frontálního orgánu (Joss et al., 1997). Příkladem vyhynulého dvojdyšného, který parietální otvor měl, je devonský *Dipnorhynchus süssmilchi* (Hills, 1933). Další fosilní zástupci podtřídy Dipnoi, kteří všichni měli parietální otvor jsou například *Ctenodus*, *Dipnorhynchus kurikae*, *Chirodipterus*, *Uranolophus* a *Griphognathus* (Campbell & Barwick, 1986).

## Obojživelníci

Parietální otvor mají pouze někteří obojživelníci. U současných druhů nemívá oválný tvar a bývá především u žab. Jedná se spíše o nesrostlý šev mezi frontoparietálními kostmi (viz **Obrázek 1**). Frontoparietální kosti zřejmě nejsou srostlé kosti čelní a temenní, *Rana calmitans* ve své ontogenezi nemá žádné jiné dermální kosti před kostmi frontoparietálními (Eaton, 1939). V neúplných srůstech dvou frontoparietálních kostí často nacházíme parietální otvor u fosilních druhů jako je *Triadobatrachus* nebo *Notobatrachus* (Roček, 1988). Žáby mají v souvislosti s parietálním otvorem takzvaný frontální orgán. Frontální orgán je spojen s mezimozkem

parietálním nervem. Pokud má žába frontální orgán, parietální nerv prochází mezi frontoparietálními kostmi (Čihák et al., 2003). Frontoparietální kosti jsou někdy srostlé, ale třeba u *Bufo bufo* bývají rozdělené otevřeným švem, nad nímž je pod kůží frontální orgán (Ivanović et al., 2023).

Třídu obojživelníci můžeme rozdělit na podtřídy Leptospondyli, Temnospondyli a Lissamphibia, z nichž ta poslední zahrnuje žijící zástupce. Jsou ale i jiné fosilní skupiny, které můžeme řadit mezi obojživelníky, příkladem je *Crassigyrinus scoticus*, mající parietální otvor. Parietální otvor má i spodně permský zástupce řádu Seymouriamorpha, který se nově řadí mezi obojživelníky, *Makowskia laticephalia* (Klembara, 2005). Alespoň u některých Leptospondyli se parietální otvor nevyskytoval, příkladem je jurský mlok *Karaurus sharovi* (Ivanchenko, 1978). Naproti tomu u Temnospondyli parietální otvor očekávat můžeme. Příkladem je *Balanerpeton woodi*, karbonický temnospondyl (Milner & Sequeira, 1993). Dále u karbonického temnospondylního druhu *Cochleosaurus bohemicus* mají parietální otvor pouze mláďata a v dospělosti se uzavírá (Sequeira, 2003). U vyhynulých Temnospondyli se parietální otvor dále vyskytuje hojně, např. u *Tungussogyrinus bergi* z přelomu permu a triasu (Werneburg, 2009).

Ani mlok rodu *Salamandra* (Villa, 2014), ani velemlok *Andrias davidianus* z podtřídy Lissamphibia parietální otvor nemají (Heiss et al., 2013). Macarát rodu *Proteus* rovněž parietální otvor nemá (Ivanović et al., 2013), stejně jako americký žábronoš rodu *Necturus* (Gray, 1857). *Dermophis mexicanus* z řádu Gymnophiona také nemá parietální otvor (Wake & Hanken, 1982). U spousty skupin žab parietální otvor také zanikl, ale někde jako u výše zmíněného rodu *Bufo* přetrvává. I nejlepší temenní oko obojživelníků lze ale jen stěží nazývat okem, je daleko méně organizované než temenní oko plazů. Frontální orgán pulců *Hyla regilla* má přesto ve své lumen výběžky receptorických buněk podobných tyčinkám a čípkům v sítnici (Eakin, 1961). Žáby s ním mohou vnímat osvit. Za zmínku také stojí parafýza obojživelníků, která je součástí epifyzárního komplexu (viz **Obrázek 2**) a je považována za hlavní místo syntézy mozkomíšní lymfy (Kappers, 1950).

# Amniota

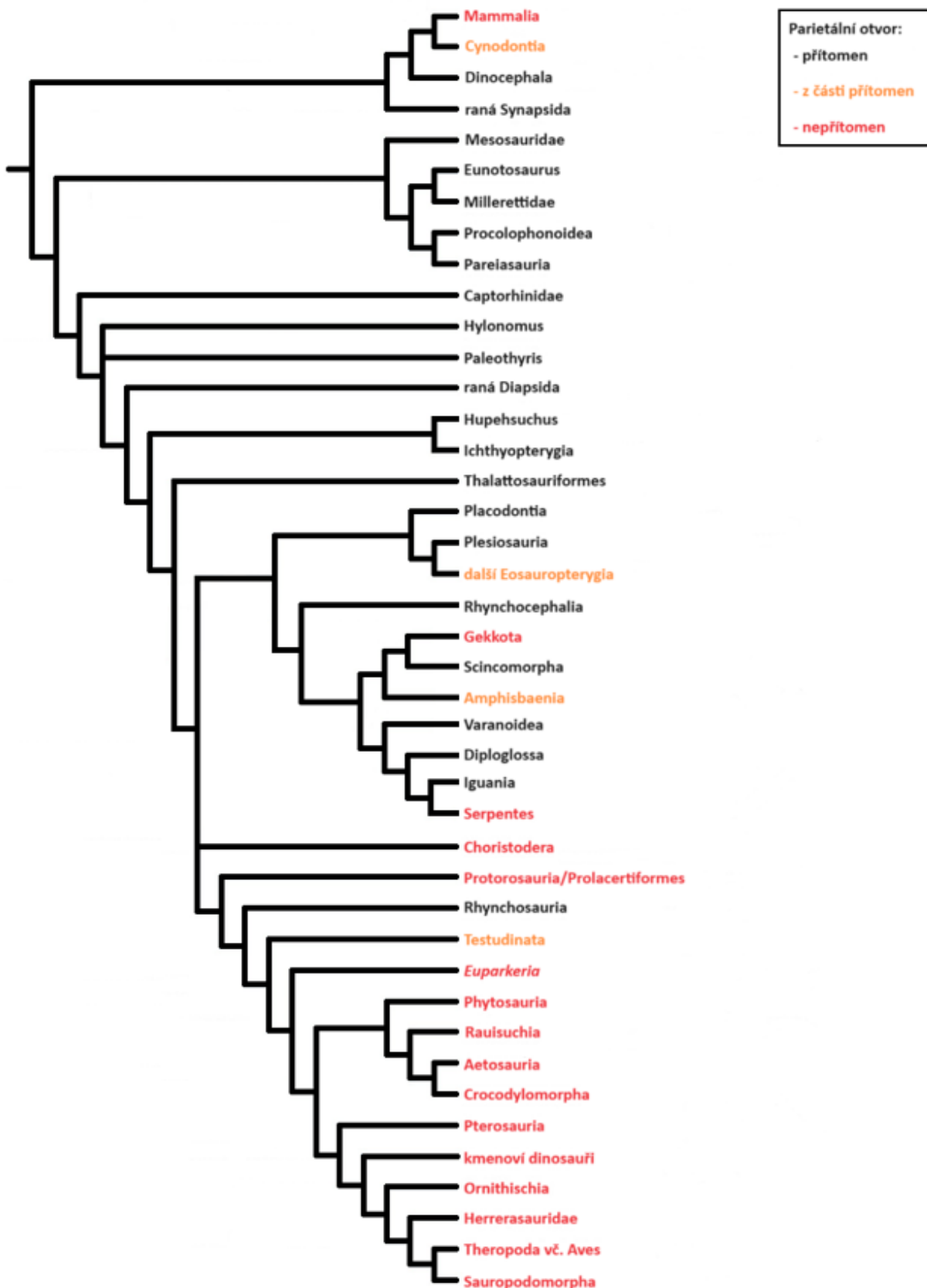
Amniota neboli blanatí jsou nadtřída obratlovců, kterou zavedl Ernst Haeckel ve své knize *Generelle Morphologie der Organismen* z roku 1866. Korunové skupiny Amniot jsou třídy Sauropsida a Synapsida. Synapsida zahrnují savce a Sauropsida hatérie, šupinaté plazy, želvy, krokodýly a ptáky. Parietální otvor je častý u fosilních druhů, podobně jako u anamniálních obratlovců.

Vznik Amniota se dává do souvislosti s rozchodem linií vedoucí k ptákům a savcům a udál se nejméně před 312 miliony let (Benton & Donoghue, 2006). Vzniku amniot předcházal výstup obratlovců na souš. Přejít na souš se měl udát koncem devonu (Zrzavý, 2006). Na počátku vývoje suchozemských čtyřnohých obratlovců stály druhy jako *Tiktaalik roseae*, který měl určité predispozice k pohybu a k získávání potravy na souši jako kvadrupední pohyb po končetinách (Hohn-Schulte et al., 2013). Také měl parietální otvor (Daeschler et al., 2006), stejně jako podobná *Ichthyostega* (Vorobyeva & Schultze, 1991). Přejít na souš byl proces dlouhý asi 30 milionů let a začal zhruba před 380 miliony let. Prvními suchozemskými obratlovci byly rody jako *Crassigyrinus*, *Westlothiana* nebo *Pederpes* (Long & Gordon, 2004). Po přechodu na souš začaly být laterální oči pohyblivé, stejně jako hlava. Značně se rozšířilo zrakové vnímání. Velikost laterálních očí se téměř ztrojnásobila (MacIver et al., 2017).

Mezi evoluční novinky čili apomorfie amniot řadíme mimo jiné znaky týkající se raného vývoje jako vznik nového zárodečného obalu amnionu a serózy vystýlající tělní dutiny, vznik terestrického vejce se skořápkou, dovolujícího osídlování suchozemských nik, zvětšení obsahu žloutku a alantois, vytvoření močového měchýře a zánik metamorfózy a vodního stádia larvy (Gaisler, 2018). Amniota se jednak přesunula na souš, jednak se později znovu vracela k vodnímu životu jako v případě kytovců nebo želv. Někteří plazi přestoupili k životu ve vodě, z níž mohli zase následně vylézt (Ivan Zwach, 2009).

Podstatný je pro Amniota i vznik endotermie. Došlo k němu dvakrát, u ptáků a savců (Faure-Brac et al., 2024). Endotermie u synapsidů vznikla v prostředním oddělení permu, guadalupu, který se datuje do doby asi mezi 273 až 259 miliony lety (Faure-Brac & Cubo, 2020). Savci měli být primárně noční, což bývá také dáváno do souvislosti s endotermií. Počátek endotermie u ptáků se bývá spojován s rodem *Archaeopteryx* a vznikem peří asi před 150 miliony lety (Benton, 2021), odhady stáří peří mohou být ale až 250 milionů let (Yang et al., 2018). Ektotermní zůstaly různé skupiny Sauropsida jako jsou krokodýli, želvy, ještěři a hadi.

Ke ztrátě parietálního otvoru u amniotických linií začalo docházet někdy v období pozdního permu (Benoit et al., 2016). Parietální otvor nemají savci, ptáci, krokodýli, želvy ani hadi. Hlavně u krokodýlů a gekonů je ztráta parietálního otvoru dávána do souvislosti s nočním životem. Také někteří synapsidi mohli žít nočním životem už před 300 miliony let (Angielczyk & Schmitz, 2014).



**Obrázek 3 - příbuzenské vztahy amniot.** Parietální otvor je přítomen u taxonů vyznačených černě, taxony vyznačené oranžovně mají parietální otvor v menším množství případů, u těch červených parietální otvor nenajdeme. Délka větví je pouze ilustrativní a nemá význam. Volně přepracovaný fylogenetický strom (Müller et al., 2010).

# Parietální otvor u třídy Synapsida

Parietální otvor nacházíme pouze u fosilních zástupců třídy Synapsida. Otvory v parietálních kostech nalézáme i u malého počtu recentních nebo nedávno vyhynulých druhů, ale zřejmě nejsou homologické s parietálním otvorem pro temenní oko. Jestli měla třída Synapsida dominantní parapineální orgán jako třída Sauropsida, tak nemuselo být napojeno přímo na epifýzu (viz **Obrázek 2**). Možná, že u fosilních synapsidů ale převládal pineální orgán (Kemp, 1969).

Parietální otvor u třídy Synapsida vymizel na úrovni čeledi Probainognathidae ze středního až svrchního triasu. Další mladší tvorové vývojově bližší savcům jako *Prozostrodon*, Tritylodontidae nebo Brasilodontidae či jiní nesavčí Mammaliaformes už parietální otvor nemají (Norton et al., 2023). U savců se nikdy nesetkáváme s parietálním otvorem, ale můžeme si povšimnout, že na jeho místě třeba u koní někdy najdeme skvrnu (Studnička, 1905).

Synapsida jsou sesterskou třídou Sauropsida. V raném vývoji třídy Synapsida můžeme začít taxon dělit na čeleď Eothyrididae a čeleď Caseidae, které obě patří do skupiny Caseasauria (Reisz, 1986). Druh *Cotylorhynchus romeri* čeledi Caseidae parietální otvor na lebce má. Také *Eothyris* má velký parietální otvor (Vaughn, 1958). Další skupinou je čeleď Varanopidae. Ta se včetně všech dalších synapsidních taxonů vyskytuje ve skupině Eupelycosauria. Patří do ní například *Mesenosaurus romeri*, který měl také parietální otvor (Watson, 1957).

Další čeledi skupiny Eupelycosauria jsou Ophiacodontidae, jejímž zástupcem je např. *Varanosaurus*, který rovněž parietální otvor má (Watson, 1957). Další čeledi jsou Edaphosauriade. *Edaphosaurus* byl primitivní býložravec a parietální otvor měl, byť menší a na fosiliích hůře znatelný, jeho lebky se s ním ale kreslí (Williston & Gregory, 1925). Dále se setkáme se skupinou Haptodonta, která je parafyletická a zahrnuje například druh *Haptodus garnettensis*, u něž můžeme rovněž parietální otvor předpokládat (Laurin, 1993). Poslední čeleď skupiny Eupelycosauria, která není součástí skupiny Therapsida, je čeleď Sphenacodontidae. Zástupcem Sphenacodontidae je třeba *Dimetrodon* a ten menší parietální otvor má. U *Sphenacodon ferocior* rovněž parietální mezi kostmi parietálními nacházíme (Eberth, 1985).

Do Therapsidů řadíme prvně podřád Biarmosuchia, u kterého se parietální otvor dá najít na výstupku na lebce. *Biarmosuchus* žil před 267 miliony let a byl asi velikosti většího psa a rozhodně parietální otvor měl. Biarmosuchia mají také sklerotikální prstence laterálních očí (Duhamel et al., 2021), které mohou značit, že jeho synapsidní předci ještě nežili nočním životem (Walls, 1944). Do Biarmosuchia řadíme i rod *Herpetoskylax* (Sidor & Rubidge, 2006). Therapsida vedle Biarmosuchia obsahují skupinu Eutherapsida, v té nalezneme skupinu Dinocephalia a Neotherapsida. Zástupci řádu Dinocephalia *Anteosaurus*, *Jonkeria*, *Moschops* a *Struthiocephalus* měli parietální otvor a jejich velká část mozku připadala na epifyzární stopku. To ukazuje významnost temenního oka pro dávné skupiny Synapsida (Benoit et al., 2021).

Neotherapsida obsahují podřád Anomodontia a skupinu Theriodontia. Do Anomodontia patří především infratřída Dicynodonta, jejímiž zástupci jsou například rody *Lystrosaurus* nebo *Diictodon*. Zástupce Anomodontia, který nepatří mezi Theriodontia je třeba *Biseridens*. *Biseridens qilianicus* je úplně kmenový anomodont, žil asi před 271 milionem let, má kosti parietální srostlé a mezi nimi malý parietální otvor, délka lebky je přibližně 17 cm (Liu et al., 2010). *Lystrosaurus* je dicynodont patřící do Therapsida. Ten parietální otvor měl (Ray, 2005). I když se zdá, že ne všichni dicynodonti měli parietální otvor (Amalitzkii, 1922). Samotný *Dicynodon lacerticeps* sice malý parietální otvor měl. *Diictodon* parietální otvor měl, je mezi kostmi parietálními a kostí preparietální, která je zde zajímavostí (Sullivan & Reisz, 2005). U jeho mláďat je parietální otvor znatelný až při použití CT (Smith et al., 2021).

Theriodontia je skupina tvořená podřadem Gorgonopsia a skupinou Eutheriodontia. Gorgonopsia zahrnuje například rody *Gorgonops*, *Scylacops* a *Lycaenops*. *Scylacops* určitě malý parietální otvor má. *Lycaenops* má velmi malý parietální otvor (Gebauer, 2007). Zdá se, že celá skupina Gorgonopsia má malý parietální otvor. Rekonstrukce mozku gorgonopsidů podle lebky rodu *Arctognathus* předpokládá podle tvaru parietálního otvoru, který se zužuje směrem k povrchu lebky, že vedle pineálního orgánu v něm ležel ještě orgán parapineální (Kemp, 1969).

Skupina Eutheriodontia obsahuje skupinu Therocephalia a řád Cynodontia. Therocephalia zahrnuje rod *Theriongnathus*, který měl velmi zmenšený parietální otvor a chybí u větších jedinců (Huttenlocker & Abdala, 2015). Zdá se tedy, že Therocephalia můžeme považovat za linii, u níž začalo docházet ke ztrátě parietálního otvoru. Například *Pedaeosaurus* se od *Eriolacerta* liší v přítomnosti parietálního otvoru (Abdala et al., 2008). Eriolacertidae a Bauriidae nemají parietální otvor, ale *Mirotenthes* ano (Cys, 1971).

U Cynodontia se dá předpokládat, že v některých skupinách docházelo ke ztrátám parietálního otvoru. *Massetognathus pascuali* má středně velký parietální otvor (Abdala & Giannini, 2000). U *Chassarognathus* je parietální otvor malý a na sagitálním hřebenu lebky za ním parietální kosti srůstají (Botha et al., 2007), stejně jako u *Cynosaurus*, *Progalesaurus* a *Galesaurus* (Sidor & Smith, 2004), což jsou kmenové rody skupiny Epicynodontia. *Procynosuchus* má parietální otvor, který je na své příbuzenské poměry velký, takže se domníváme, že jeho temenní oko mělo čočku i sítnici a bylo spojeno s epifýzou uloženou mezi hemisférami. *Dvinia* na druhou stranu parietální otvor nemá (Kemp, 1979). Zdá se tedy, že na úrovni Dviniidae a Procynosuchidae, které jsou společně sesterské ke skupině Epicynodontia, docházelo už k druhým ztrátám parietálního otvoru, nejdříve v linii Therocephalia, poté v linii Cynodontia a nakonec v probainognathní linii, kde už ke ztrátě parietálního otvoru došlo úplně.

Ještě před probainognathní linií se mezi Cynodontia řadí například rody *Thrinaxodon* a *Platycraniellus*. *Thrinaxodon liorhinus* parietální otvor měl (Broom, 1938), v rámci vnitrodruhové variability se zdá, že někdy byl ve výčnělku na hřebenu lebky a někdy ne. U *Platycraniellus* je lebka užší, mezi parietálními kostmi není znatelný šev, ale parietální otvor je přítomen v protáhlé formě (Abdala, 2007). V probainognathní linii parietální otvor chybí (Kerber et al., 2023). Sesterskou skupinou Probainognathia jsou ale vymřelí

Cynognathia a u nich je parietální otvor v 83 % případů (Benoit et al., 2016). Na lebkách jedinců skupiny Probainognathia, která se objevila až v triasu, je znatelné, že hřeben lebky je příliš úzký. Například na lebku *Chiniquodon theotonicus* by se velký parietální otvor nevešel (Oliveira et al., 2009).

Ztráty parietálního otvoru se dají u předků savců dohledat fosilně a jejich datace se dá ověřit pomocí porovnávání genů opsinů. Ukazuje se, že u tříd Synapsida a Sauropsida došlo ke ztrátám parietálního otvoru souběžně (Emerling, 2017). To znamená, že mohli sdílet selekční tlaky na mizení tohoto znaku. Na tom by se mohl podílet vznik teplokrevnosti (Benoit et al., 2016).

Za nejstarší savce můžeme považovat tvory velikosti myši rodu *Morganucodon*, kteří žili před 200 miliony let (Kemp, 2017). Mezi recentními savci nenalezneme žádné temenní oko. Někdy se u savců objeví parietální foramina jako u *Megaceros*, *Elephas indicus*, nebo *Alces*. Jejich homologie s parietálním otvorem bazálních synapsidů je sporná. Na lebce dětí jsou zase nesrostlé sutura sagittalis, které mohou parietální otvor připomínat (Edinger, 1933). Parietal foramina lidí jsou párové a slouží k vedení krve (Wuyts et al., 2000).

Epifýza savců coby rudiment epifyzárního komplexu je endokrinní žláza, která může být umístěna i dále od lebky. Český ekvivalent jejího názvu je inspirovaný Galénem, který jí dal název *χωνάριον* (chonárion), protože připomíná šišku. Z toho vzniklo slovo *conarium* v latině, které se do češtiny přeložilo jako šišinka (Bargmann et al., 1943). Je možné předpokládat, že epifýza je uvnitř lebky, aby noční savci mohli regulovat své vnitřní biologické hodiny. Světlo potlačuje aktivitu pinealocytů, a to by mohlo komplikovat spánek nočních zvířat, ačkoliv u savců pinealocyty ztratily přímou fotosenzitivitu (Macchi, 2004). Epifýza lidí je velmi aktivní neuroendokrinní prostředník, okolní světlo ji ovlivňuje přes sítnici. Podílí se na řízení cirkadiálních rytmů přes hypotalamus, přes který například stimuluje i sympatikus (Booth, 1987). Její morfologie je komplexní, kapsule z pia mater obklopuje parenchym s pinealocyty a neurogliemi a vycházejí z ní septa, která parenchym rozdělují na jednotlivé lalůčky (Bukreeva et al., 2020).

Patologie epifýzy může způsobit bolesti hlavy, chronickou únavu a mnohé další problémy (Májovský, 2019). Epifýza byla už dávno označena za orgán zodpovědný za závažná onemocnění mysli, kterou napadá pomyslný ďábel (Descartes, 1649; Eakin, 1973). Mohlo by jít o jev, kdy se člověk cítí pod útokem takzvaného džina (Leeming, 2020). Byť tento jev nemusí souviset s epifýzou, tak je epifýza schizofreniků menší, v noci produkuje méně melatoninu a obsahuje více romboedrických krystalů vápníku (Bastos et al., 2019). Na kalcifikaci epifýzy se podílí mimo jiné fluorid. Dříve se přidával do vody, což vedlo k rozličným poškozením organismu (Yadav et al., 2019). Fluor se stále přidává do zubních past, ale je možné koupit i zubní pasty bez fluoru. V epifýze se alespoň u *Mergus merganser* koncentruje více než v okolních tkáních a je pozitivně asociován s její kalcifikací (Kalisinska et al., 2014). Odstranění epifýzy ale rovněž může vést k poruchám spánku a nálad (Johal et al., 2022).

# Parietální otvor u třídy Sauropsida

Třída Sauropsida zahrnuje z žijících skupin šupinaté plazy (Lepidosauria), želvy (Testudines), krokodýly (Crocodylomorpha) a ptáky (Aves). Z fosilních skupin, které jsou velmi rozmanité, uvádím hlavně zástupné druhy důležitých taxonů, a to především z důvodu sledování ztrát tohoto znaku a zjištění možných příčin. Dále se věnuji zvláště recentním nadřádům Lepidosauria a řádu Testudines. Krokodýli parietální otvor nemají a ptáci rovněž ne.

## Fosilní sauropsida

Z úplně prvních skupin třídy Sauropsida po oddělení od třídy Synapsida lze zmínit čeleď Procolophonidae, skupinu Pareiasauria a čeledi Millerettidae a Mesosauridae (Modesto & Anderson, 2004). Všechny můžeme řadit mezi Parareptilia.

Mezi Procolophonidae patří například *Hypsognathus*, a ten parietální otvor má. V širším příbuzenství *Nyctiphruretus*, patřící do řádu Procolophonomorpha, má také parietální otvor popsany a dobře znatelný (Watson, 1957). Podobně je to s několika desítkami centimetrů velkými fosilními sauropsidy ze skupiny Leptopleuron, kteří žili asi před 237 až 201 milionem let (Säilä, 2010). Pareiasauria představuje třeba *Nochelesaurus alexanderi* z naleziště Karoo, který měl velký parietální otvor ve výběžku blíže kostem čelním, asi v přední třetině parietálních kostí (Van Den Brandt et al., 2021). Millerettidae byli malí hmyzožravci. *Broomia perplexa*, patřící do této skupiny, má na fragmentu temenní kosti zřejmě obrys parietálního otvoru (Cisneros et al., 2008). Další člen rodu Millerettidae *Millerosaurus nuffieldi* už vykazuje přítomnost parietálního bez prostoru pro pochyby (Watson, 1957). U mesosaurů se předpokládá, že žili ve vodě, možná následkem návratu do vody ze souše. *Mesosaurus tenuidens* má poměrně velký parietální otvor, mírně eliptický, na středu švu temenních kostí, delší průměr má sagitálním směrem (Modesto, 2006). Dalším druhem je *Stereosternum tumidum*, který rovněž parietální otvor má (Modesto, 1999). U celé skupiny se tedy parietální otvor dá předpokládat.

Dále se můžeme podívat na čeleď Captorhinidae, rod *Paleothyris* a řád Araeoscelida, až se dostaneme ke skupině Sauria (Modesto & Anderson, 2004). U rodu *Captorhinus* určitě parietální otvor můžeme očekávat (deBraga et al., 2019). *Hylonomus lyelli* z řádu Captorhinida má také středně velký parietální otvor (Carroll, 1964). Dále *Paleothyris acdaiana* má malý parietální otvor (Carroll, 1969). Zástupcem řádu Araeoscelida je například *Araeoscelis*, který byl asi 60 cm dlouhý. Parietální otvor u něj není nijak velký, ale předpokládá se jeho přítomnost (Williston, 1913).

Skupiny s nejistým postavením jsou například Ichthyosauromorpha a Thalattosauriformes. *Hauffiopterix typicus* byl ichthyosaur žijící ve spodní juře před 183 až 174 miliony let. Na lebce má poměrně

velký eliptický parietální otvor až mezi kostmi čelními, ale vlastně obklopený v kostech frontálních kostmi parietálními (Marek et al., 2015). *Ichthyosaurus* má také velký parietální otvor (Cope, 1888). Taxon Ichthyosauromorpha zahrnuje i řád Hupehsuchia. *Hupehsuchus nanchangensis* má rovněž velký parietální otvor (Fang et al., 2023). Podobná situace je u *Anshunsaurus huanguoshuensis* z řádu Thalattosauria (Rieppel et al., 2000).

Další skupinu jménem Sauria dělíme na taxony Lepidosauromorpha a Archosauromorpha. Lepidosauromorpha obsahuje žijící nadřád Lepidosauria a velký počet fosilních druhů. Zástupci nadřádu Lepidosauria mají často parietální otvor. Příkladem takového druhu je například varan *Saniwa ensidens*, který měl pravděpodobně zachované obě mediální oči, každé uložené v samostatném otvoru (Smith et al., 2018).

**Obrázek 3** uvádí jako další skupiny Lepidosauromorpha Placodontia, Plesiosauria a další Eosauropterygia, taxony nadřádu Sauropterygia. *Placodus gigas* z řádu Placodontia parietální otvor má (Sues, 1987). *Plesiosaurus* z nadřádu Sauropterygia má také potvrzený parietální otvor (Cope, 1888). Dalším zástupcem plesiosaurů s parietálním otvorem je *Thalassiodracon hawkinsii* (Benson et al., 2011). Situace u dalších Eosauropterygia ovšem není tak jednoduchá, protože například mořský plaz *Hispaniasaurus cranioelongatus* z triasu parietální otvor nemá (Marquez-Aliaga et al., 2019), ale *Nothosaurus yangjuanensis* ze středního triasu nalezený v Číně má okrouhlý parietální otvor blízko zadního okraje lebky (Yin et al., 2014).

Infratřída Archosauromorpha obsahuje z žijících taxonů krokodýly a ptáky a nejspíš i želvy. Želvy i s jejich fosilními příbuznými uvádím v samostatné podkapitole. Samostatnou podkapitolu taky vyčleňuji pro ptačí předky. Mezi fosilní Archosauromorpha patří např. řád Choristodera, který parietální otvor ztratil (Matsumoto & Evans, 2010). Stejně je to v řádu Prolacertiformes, druhy *Prolacerta broomi* a *Pricea longiceps* parietální otvory nemají (Watson, 1957). Mezi další vyhynulé skupiny taxonu Archosauromorpha, které parietální otvor mají, patří řád Rhynchosauria, řád Trilophosauria a čeleď Azendohsauridae (Emerling, 2017).

Dále u skupiny Archosauriformes je situace značně jednodušší, protože je u nich absence parietálního otvoru považována za synapomorfii (Nesbitt et al., 2015). Za zmínku ale stojí například druh *Triopticus primus*, u kterého se diskutuje přítomnost parietálního otvoru (Stocker et al., 2016) nebo čeleď Proterosuchidae, jejíž druh *Proterosuchus goweri* malý parietální otvor má (Ezcurra & Butler, 2015), dvě výjimky z pravidla ve skupině Archosauriformes.

Crocodilia nemají parietální otvor (Kingsley, 1912). U krokodýlů parietální otvor údajně vymizel v souvislosti s událostí běžně nazývanou nocturnal bottleneck (Emerling, 2017) a krokodýlí oči mají svou dnešní podobu důsledkem dlouhotrvajícího nočního života (Walls, 1944). Krokodýli dokonce nemají ani vyvinutou epifýzu (Studnička, 1905).

## Lepidosauria

Nadřád Lepidosaurida zahrnuje žijící řády Sphenodonta a Squamata. Na lebkách zástupců této skupiny nalézáme parietální otvor hojně. Neplatí to ale pro všechny, týká se to například čeledí Dibamidae, Teiidae, Gekkonidae a Helodermatidae. Parietální otvor obsahuje temenní oko, které je kryté kůží. Ta může plnit buď funkci rohovky, jako u mladých hatérií, nebo tuto funkci mohou plnit kožní deriváty, jako tomu bývá u šupinatých. Temenní oko může být překryto i vazivem (Smith et al., 2018) nebo může mizet úplně. Například u hadů není temenní oko součástí epifyzárního komplexu (Studnička, 1905).

Temenní oko ještěřů je jak světločivným zrakovým orgánem, tak endokrinní žlázou mající vliv na řízení cirkadiánních rytmů. Jejich temenní oko je tím levým z páru původních dvou mediánních očí (Dendy, 1899). Jde o parapineální orgán mající nervové spojení s mozkiem (Locket, 1980). Přítomen může být i pineální orgán spojený s epifýzou (viz **Obrázek 2**). Ontogeneticky vznikají v podobě dvou výrůstků diencephala jako je tomu u ryb. Velkou část epifyzárního komplexu u nadřádu Lepidosauria však tvoří také parafýza a *saccus dorsalis*, nazývaný někdy německy das Zirbelposter (Kunz, 2004).

V řádu Sphenodonta najdeme nejznámější příklad parietálního otvoru a temenního oka u hatérie rodu *Sphenodon*. Lebka hatérie je asi 60 mm dlouhá a parietální otvor je asi 5 mm dlouhý. Premaxilární, nasální, čelní a temenní kosti jsou párové a oddělené švem, který je v temenních kostech přerušen čočkovitým parietálním otvorem (Jones, 2006). Starší embrya mají nad temenním okem vyboulenou kůži plnící funkci jakési rohovky (Schauinsland, 1899). Dospělci nemají žádnou speciální parietální šupinu, ale místo temenního oka můžeme najít podle chybějícího pigmentu (Spencer, 1886). Jeho místo je také rozpoznatelné podle množství pravidelně uspořádaných šupin (Schauinsland, 1899). Temenní oko hatérií je propojeno s mozkiem a informuje o teplotě nebo intenzitě světla, ale nemá bulvu, duhovku ani zřítelnici (Zwach, 2009). U dospělců hatérie je zvláštní na poloze temenního oka to, že leží až pod parietálním otvorem a že jeho optická osa se s osou otvoru neshoduje, ale optická osa je nakloněna dopředu, takže ne všechny paprsky mohou dosáhnout sítnice (Spencer, 1886). Běžně se setkáme s názorem, že hatérie je prakticky živoucí fosílií odrážející podobu asi 200 milionů let starých zástupců řádu Sphenodontida (Schwab, 2005).

Dále je vedle hatérií v nadřádu Lepidosauria taxon Squamata. Ten má úplně na své bázi čeleď Dibamidae. Zástupci čeledi Dibamidae jsou anglicky nazýváni slepými scinky a žijí fosoriálně (Vitt, 2014). Například *Dibamus novaeguineae* nemá jak parietální otvor, tak ani laterální oči (Duméril & Bibron, 1839).

Podobně je tomu s přítomností parietálního otvoru u infrařádu Gekkota. Může to být dááno do souvislosti s jejich dávným přechodem na noční způsob života (Daza et al., 2013). *Gekko gecko* má pouze dutou epifýzu, která se dotýká až lebky, ale nemá žádné známky parietálního otvoru a na jeho místě nejsou ani žádné pigmentové skvrny (Spencer, 1886). Ani u dalšího gekona *Lygodactylus picturatus* nenacházíme parietální otvor (Lobon-Rovira & Bauer, 2021). Gekoni tedy temenní oko ztratili (Gundy & Wurst, 1976).

*Gehyra oceanica* má epifýzu na konci rozšířenou, takže připomíná pineální orgán, ale žádné temenní oko nemá (Stemmler, 1900).

U scinků parietální otvor najdeme, ale ne všichni zástupci podřádu Scinciformata mají temenní oko (Ralph, 1975). Scinkové zároveň zřejmě ztratili fotoreceptivitu v epifýze a mají malé temenní oko v hodně úzkém a hlubokém parietálním otvoru (Ford, 2022).

Do nadčeledi Lacertoidea můžeme řadit z žijících skupin čeledi Gymnophthalmidae, Alopoglossidae, Teiidae a Lacertidae a taxon Amphisbaenia. Čeď Gymnophthalmidae parietální otvor postrádá, frontoparietální fontanela u ní během ontogeneze zarůstá a má také srostlé kosti čelní (Tarazona et al., 2008). Alopoglossidae parietální otvor také nemají (Hernández et al., 2019). *Ameiva corvina* z čeledi Teiidae nemá ani rohovkovou šupinu, ani parietální otvor (Spencer, 1886). *Tupinambis teguixin* rovněž nemá vyvinuté žádné temenní oko (Klinckowstroem, 1894). Druhy čeledi Teiidae tedy parietální otvor nemají. Ještěrky, které žijí v Česku, ale parietální otvor mají, a to včetně temenního oka krytého rohovkovou šupinou. Příkladem je *Podarcis muralis* nebo *Lacerta agilis*, která má jako mládě parietální oko až na povrchu hlavy, ale u dospělce je více schované a má více kulovitý tvar (Leydig, 1891). Amphisbaenia je různorodá skupina a například *Amphisbaena leucocephala* z čeledi Amphisbaenidae parietální otvor má (Kearney, 2003), ale rod *Bipes*, který také patří mezi Amphisbaenia, parietální otvor nemá (Papenfuss, 1982). Můžeme ale tvrdit, že se u skupiny Amphisbaenia parietální otvor vyskytuje.

Podřád Anguimorpha můžeme rozdělit na dva žijící infrařády, Neoanguimorpha a Paleoanguimorpha. První z nich zahrnuje nadčeď Varanoidea a taxon Shinisauria. Druhý představují Monstersauria a Diploglossa. Zástupci nadčeledi Varanoidea jsou například *Varanus komodoensis*, který parietální otvor má (Paul, 2022), stejně je to u *Varanus salvator*, ale *Lanthanotus borneensis* parietální otvor nemá (Rieppel, 1980). Můžeme tedy tvrdit, že čeď Varanidae parietální otvor má, ale čeď Lanthanotidae jej nemá. *Shinisaurus crocodilurus* ale parietální otvor má (Conrad, 2004). Monstersauria obsahují čeď Helodermatidae, například *Heloderma suspectum* ale parietální otvor rovněž nemá. Diploglossa dále zahrnují čeď Xenosauridae, kde je situace s parietálním otvorem u *Xenosaurus grandis* zajímavá tím, že zevnitř lebky je jeho místo patrné, ale zvenčí už ne. Další čeledi jsou Diploglossidae, Anniellidae a Anguidae. *Diploglossus lessonae* má místo parietálního otvoru znatelné, ten je ale velmi malý a úzký. *Anniella pulchra nigra* má také velmi úzký parietální otvor, v blízkosti čelních kostí, přičemž temenní kosti jsou srostlé (Rieppel, 1980). *Anguis fragilis* parietální otvor má, včetně temenního oka se sítnicí (Leydig, 1891), *Pseudopus apodus*, slepýšům podobný přes jeden metr velký ještěr s český názvem blavor žlutý, má také malý parietální otvor (Klembara et al., 2017). *Elgaria multicaenata*, poslední zástupce čeledi Anguidae, kterého uvádím, má místo parietálního otvoru sotva znatelné (Rieppel, 1980).

Dále skupina Iguanomorpha, která je příbuzná podřádu Anguimorpha, je opět poměrně bohatá na druhy s parietálním otvorem. Prvním příkladem je čeď Chameleonidae. Temenní oko *Chamaeleo chamaeleon* je tvaru oploštěné duté koule, která je v předozadním směru protažená. Parietální otvor je úzký,

může být uzavírán kůží, který jej překrývá, nebo vazivem, ve kterém leží temenní oko obklopené spoustou cév, ale v jehož okolí není pigment (Spencer, 1886). *Moloch horridus* z čeledi Agamidae parietální otvor má (Bell et al., 2009). *Leiocephalus sixtoi* z čeledi Leiocephalidae má také parietální otvor (Köhler et al., 2016). *Ctenosaura pectinata* je leguán žijící na západním pobřeží Mexika, který má parietální otvor na švu parietálních a čelních kostí (Oelrich, 1956). *Iguana tuberculata* má také parietální oko (Klinckowstroem, 1894), to je uložené v poměrně širokém parietálním otvoru a napojené parietálním nervem na parietální centrum v pravém gangliu habenuly, překryto rohovkovou šupinou (Spencer, 1886). Zástupci rodu *Enyalioides* z další čeledi Hoplocercidae mají temenní oko (Venegas et al., 2013). Rod *Crotaphytus* z čeledi Crotaphytidae parietální otvor má (Cope, 1892). *Corytophanes* a *Basiliscus* z čeledi Corytophanidae mají rovněž parietální otvor, zvláště umístěný mezi kostmi čelními (Conrad, 2015). *Sternocercus guentheri* z čeledi Tropiduridae parietální otvor také má (Torres-Carvajal, 2003). Rod *Sceloporus* z čeledi Phrynosomatidae má nápadný parietální otvor (Larsen & Tanner, 1974). Čeleď Dactyloidae obsahuje rod *Anolis*, který má velmi silnou temenní kost a úzký parietální otvor, ve kterém je dobře vyvinuté temenní oko (Spencer, 1886). Čeleď Polychrotidae zahrnuje druhy *Stenocercus marmoratus* a *Polychrus marmoratus*, z nichž ani jeden nemá parietální otvor (Etheridge, 1959). Rod *Liolaemus* z čeledi Liolaemidae parietální otvor na lebce má (Assad et al., 2024). *Liolaemus nitidus* má rohovkovou šupinu a dorsoventrálně oploštěné temenní oko, ve kterém je dutina, a čočku vypuklou na obě strany. Temenní oko je uložené v hustém pojivu v širokém parietálním otvoru (Spencer, 1886). *Leiosaurus paronae* z čeledi Leiosauridae má také malé temenní oko (Laspiur et al., 2007).

Iguania a Anguimorpha můžeme řadit mezi Toxicofera. Další skupinou Toxicofera jsou Ophidia, a ti už parietální otvor nemají (Kingsley, 1912). Hadi jako *Bungarus fasciatus*, *Paroplocephalus atriceps* a *Ephalophis greyae* mají na lebkách párové otvory, které vzbuzují dojem parietálních otvorů. Tomu, že by mohly souviset s epifyzárním komplexem, nasvědčuje, že u posledního ze zmíněných druhů parietální otvory srůstají na středové linii (Scanlon & Lee, 2004). *Agkistrodon contortrix* má na kůži takto sestavené dva „parietal spots“, skvrny nasvědčující, že tento znak souvisí s temenním okem. Měly by být na místě parietálních šupin. Alespoň na lebkách dospělců tohoto druhu však parietální otvory nalezeny nebyly (Gauthier et al., 2012).

Temenní oko je přítomno u většiny zástupců skupin Xantusiidae, Scincidae, Cordylidae, Lacertidae, Varanidae, Anniellidae, Anguidae, Xenosauridae, Iguanidae, Agamidae a Chamaleonidae, ale chybí u skupin Dibamidae, Pygopodidae, Helodermatidae, Lanthanotidae, Anelytropsidae, Gekkonidae a Teiidae (Gundy & Wurst, 1976).

## Želvy

Mezi dnešními zástupci skupiny Testudinata se parietální otvor vyskytuje v rámci vnitrodruhové variability. Parietální otvor u želv slouží spíše jako prostup světla k epifýze obsahující fotoreceptorické proteiny. Orgán asociovaný s parietálním otvorem je epifýza (viz **Obrázek 2**). Jako sesterská skupina želv se uvádí nadřád Sauropterygia z podtřídy Lepidosauromorpha (Lee, 2013). Stáří skupiny se odhaduje na 160 nebo 210 milionů let (Sterli, 2008).

Už dřívější předchůdci želv parietální otvor neměli, příkladem je 240 milionů let starý rod *Pappochelys* nebo 220 milionů let starý rod *Proganochelys* (Schoch & Sues, 2015). Stejně tak asi 220 milionů let starý rod *Odontochelys* parietální otvor neměl (C. Li et al., 2008). Ještě dávňější rod *Eunotosaurus*, který žil asi před 260 miliony let, bývá řazen mezi Parareptilia (Day et al., 2013) a dáván do souvislosti s evolucí želv (Lyson et al., 2013), parietální otvor měl (Keyser, 1981).

U mladších fosilních i recentních druhů se někdy vyskytuje parietální otvor v rámci vnitrodruhové variability. Příkladem je eocéní *Puppigerus camperi* (Edinger, 1933). Velký druh želvy *Archelon ischyros*, má na hlavě útvar, který by mohl být parietálním otvorem (Derstler et al., 1993). Jinak se ale o želvách tvrdí, že jejich společným znakem je chybějící parietální otvor (Gaffney, 1975).

Z dnešních želv máme doklady pro přítomnost parietálního otvoru, není to ale pravidlem. Parietální otvor u recentních želv je asociovaný s epifýzou (viz **Obrázek 2**). Temenní oko mohlo zaniknout v souvislosti s fosorialitou, hrabavým způsobem života (Lyson et al., 2016). Dnešní želvy dělíme je na Cryptodira a Pleurodira a zdá se, že by se parietální otvor měl nacházet častěji u podřádu Cryptodira, byť velmi sporadicky. Skupina mladších až dospělých jedinců *Geochelone radiata* má na lebce parietální otvor v 59 % případů (Crumly, 1982), u želv je tento znak považován za anomální pedomorfii. Parietální otvor byl nalezen také u druhu *Geochelone carbonaria* nebo *Geochelone denticulata* (Zangerl, 1957). U *Gopherus polyphemus* mělo parietální otvor 7 % jedinců a u *Gopherus agassizi* 5 % jedinců (Auffenberg, 1976). *Pseudemys texana* má také mezi kostmi parietálními otvor (Bever, 2009). Na temeni *Dermochelys coriacea* zase najdeme světlou skvrnu a pod ní zúženou lebku, která je průsvitná (Davenport et al., 2014).

## Parietální otvor u ptačích předků

Ptačí linií rozumíme ptáky a jejich předky, které nesdílí s krokodýlí linií. Parietální otvor měl zaniknout už před oddělením linií vedoucím ke krokodýlům a ptákům, ale až po oddělení těchto linií od taxonů Proterosuchidae a Prolacerta, které parietální otvor měly (Emerling, 2017). Ptáci tedy parietální otvor nemají, ale mají poměrně vyvinutou epifýzu, která např. u kuřete obsahuje fotoreceptorické proteiny, peropsin a RGR opsin (Bailey & Cassone, 2004). U holuba byl zase objeven P-opsin specifický pro epifýzu (Kawamura & Yokoyama, 1996). Epifýza ptáků je poměrně velká a může dosahovat až k lebce (Ebling & Piggins, 2020).

Archosauria, Euparkeria a Proterochampsidae parietální otvor nemají (Benton & Clark, 1988). Občas se vyskytnou dohady, jako třeba u mláděte rodu *Archaeopteryx*, které má v jednom případě na místě, kde běžně bývá parietální otvor, jakousi díru, ta ale nebyla s jistotou označena za parietální otvor (Rauhut et al., 2012). Z Dinosaurů někteří jedinci rodu *Camarasaurus* a *Diplodocus* měli otvory mezi parietálními kostmi, ty ale spíše vznikly v souvislosti s žilami (Endo & Frey, 2008). Podobný případ můžeme pozorovat u rodu *Ampelosaurus* (Knoll et al., 2013). Ornithischia zahrnuje druh *Dysalotosaurus lettowvorbecki*, který má v prohloubenině parietálních kostí dva otvory, které ale zřejmě nejsou s parietálním otvorem homologické, jenže tak mohou být popisovány (Pompeckj, 1920). Posledními předky ptáků, kteří měli parietální otvor, byli tedy asi Archosauromorpha. Zánik parietálního otvoru může korelovat se vznikem endotermie. Také vznik peří se datuje do období před 250 miliony let a mohl by s tím souviset (Yang et al., 2018). Rod *Proterosuchus* může mít parietální otvor (Ezcurra & Butler, 2015), ale *Euparkeria* už parietální otvor nemá (Sookias et al., 2020). Jako poslední předci ptáků, kteří parietální otvor měli se tak jeví druhy blízké skupině Allokotosauria, jako třeba Azendohsauridae (Emerling, 2017), případně Proterosuchidae.

Embrya ptáků rodu *Sterna*, *Larus* a *Anser* mají na místě parietálního otvoru skvrnu (Klinkowstroem, 1892). Další zajímavostí je z hlediska epifyzárního komplexu u ptáků křepelka *Coturnix coturnix japonica*, která měla u 6 z 1100 zkoumaných embryí zdvojenou epifýzu (Araki & Watanabe, 1996).

# Závěr

Temenní oko je jedním z původního páru mediálních očí. Rozlišujeme pineální orgán, který je dominantní například u paryb a ryb, a parapineální orgán, který je dominantní u ještěrů. V souvislosti s temenním okem nacházíme parietální otvor u recentních i fosilních druhů amniot, zcela však chybí například u savců, ptáků, krokodýlů, gekonů nebo hadů. Temenní oko je spojeno s fotorepcí a regulací fyziologických procesů zvířete, často ale postačuje epifýza, která hraje roli v regulaci cirkadiálních rytmů. Pokud je temenní oko přítomno, může rozlišovat viditelné i ultrafialové záření, jako u *Iguana iguana* (Jenison & Nolte, 1980).

Tato práce ukazuje část rozmanitosti výskytu parietálního otvoru. Shrnutí skupin Amniot, ve kterých bychom parietální otvor hledali úspěšně, zahrnuje ve fylogenetickém stromu (viz **Obrázek 3**). Parietální otvor může mít mezi různými druhy různou podobu a polohu, jeho podoba je potom předmětem velké vnitrodruhové rozmanitosti (Larsen & Tanner, 1974). Je uveden i stav u anamniálních obratlovců pro vytvoření celistvé představy o tomto znaku a jeho původu.

Parietální otvor pravděpodobně vznikl až ve skupině Gnathostomata. Zánik parietálního otvoru se často dává do souvislosti s fosoriálním způsobem života jako u želv (Lyson et al., 2016). U nich může hrát roli i jejich způsob hrabání hlavou (Emerling, 2017). Během permsko-triaského vymírání mohl být fosoriální způsob života navíc výhodou (Smith & Botha-Brink, 2009). Temenní oko často postrádají noční a podzemní druhy, stejně tak ty žijící blíže rovníku (Gundy et al., 1975). Ztráta temenního oka u krokodýlů pravděpodobně souvisí s tím, že si prošli dlouhým obdobím nočního života (Emerling, 2017). Také gekoni si prošli podobným vývojem (Pinto et al., 2019). U synapsidních předků se uvažuje o vlivu endotermie (Benoit et al., 2016). Noční život u nich mohl mít také vliv, ale noční synapsidi pravděpodobně existovali ještě před tím, než u nich došlo ke ztrátě parietálního otvoru (Angielczyk & Schmitz, 2014). Někteří ptáci sice noční jsou, ale jejich předci zřejmě příliš noční nebyli vzhledem k bohatství jejich opsinů (Emerling, 2017). Vliv na ztrátu parietálního otvoru u ptáků mohla mít rovněž endotermie (Borges et al., 2015), která souvisí i se vznikem peří (Benton, 2021). Epifýza ptáků je přesto blízko lebky a je světločivná (Ebling & Piggins, 2020). Genomické výpočty v souladu s fosilními nálezy naznačují, že předci savců i ptáků prošli pozitivní selekcí ke ztrátě parietálního otvoru už počátkem triasu (Emerling, 2017).

# Seznam literatury

- Abdala, F. (2007). Redescription of *Platycraniellus elegans* (Therapsida, Cynodontia) from the Lower Triassic of South Africa, and the cladistic relationships of Eutheriodonts. *Palaeontology*, 50(3), 591–618.  
<https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2007.00646.x>
- Abdala, F., Giannini, N. P. (2000). Gomphodont cynodonts of the chañares formation: The analysis of an ontogenetic sequence. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 20(3), 501–506.  
[https://doi.org/10.1671/0272-4634\(2000\)020\[0501:GCOTCA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1671/0272-4634(2000)020[0501:GCOTCA]2.0.CO;2)
- Abdala, F., Rubidge, B. S., van Den Heever, J. (2008). The oldest therocephalians (therapsida, eutheriodontia) and the early diversification of therapsida. *Palaeontology*, 51(4), 1011–1024.  
<https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2008.00784.x>
- Aldridge, R. J. , Briggs, D. E. G. , Smith, M. P. , Clarkson E. N. K. , Clark N. D. L. (1993). The anatomy of conodonts. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 340(1294), 405–421. <https://doi.org/10.1098/rstb.1993.0082>
- Allis, E. P. (1922). The Cranial Anatomy of *Polypterus*, with Special Reference to *Polypterus bichir*. *Journal of Anatomy*, 56(3-4), 189-294.
- Amalitzkii, V. P. (1922). Diagnoses of the new forms of Vertebrates and Plants from the Upper Permian on North Dvina. *Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk. Seriya Matematicheskaya*, 16(0), 329–340.
- Anderson, J. S., Reisz, R. R., Scott, D., Fröbisch, N. B., & Sumida, S. S. (2008). A stem batrachian from the Early Permian of Texas and the origin of frogs and salamanders. *Nature*, 453(7194), 515–518.  
<https://doi.org/10.1038/nature06865>
- Angielczyk, K. D., Rubidge, B. S. (2013). Skeletal morphology, phylogenetic relationships and stratigraphic range of *Eosimops newtoni* Broom, 1921, a pylaecephalid dicynodont (Therapsida, Anomodontia) from the middle permian of South Africa. *Journal of Systematic Palaeontology*, 11(2), 191–231.  
<https://doi.org/10.1080/14772019.2011.623723>
- Angielczyk, K. D., Schmitz, L. (2014). Nocturnality in synapsids predates the origin of mammals by over 100 million years. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1793), 20141642.  
<https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1642>
- Araki, M., Watanabe, K. (1996). Paired pineals in the developing quail (*Coturnix coturnix japonica*) embryos. *Zoological Science*, 13(4), 565–569. <https://doi.org/10.2108/zsj.13.565>
- Argyriou, T., Giles, S., Friedman, M., Romano, C., Kogan, I., Sánchez-Villagra, M. R. (2018). Internal cranial anatomy of Early Triassic species of †saurichthys (Actinopterygii: †saurichthyiformes): implications for the phylogenetic placement of †saurichthyiforms. *BMC Evolutionary Biology*, 18(1).  
<https://doi.org/10.1186/s12862-018-1264-4>

- Arratia, G. (2003). Catfish Head Skeleton - An Overview. 3–46. In: Arratia, G., Kapoor, B. G., Chardon, M., Diogo, R. (eds.). *Catfishes*. 1. vydání. Science Publisher, Inc. 812 pp.
- Assad, E. E., Abdala, C. S., Montero, R. (2024). The skull of *Liolaemus huayra* compared to other species of *Liolaemus* and *Phymaturus* (Squamata, Liolaemidae). *The Anatomical Record*.  
<https://doi.org/10.1002/ar.25423>
- Auffenberg, W. (1976). The genus *Gopherus* (Testudinidae): Pt. I. Osteology and relationships of extant species. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, 20(2), 47–110.  
<https://doi.org/10.58782/flmnh.jbcj3448>
- Bailey, M. J., Cassone, V. M. (2004). Opsin photoisomerases in the chick retina and pineal gland: Characterization, localization, and circadian regulation. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 45(3), 769–775. <https://doi.org/10.1167/iovs.03-1125>
- Bargmann, W. (1943). Die Epiphysis cerebri. In: Bargmann, W., Hellman, T., Watzka, M. (eds.). *Blutgefäß- und Lymphgefäßapparat Innersekretorische Drüsen*. 1. vydání. Springer Berlin. 536 pp.
- Bastos, M. A. V., Oliveira Bastos, P. R. H. de, Portella, R. B., Soares, L. F. G., Conde, R. B., Rodrigues, P. M. F., Lucchetti, G. (2019). Pineal gland and schizophrenia: A systematic review and meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology*, 104, 100–114. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2019.02.024>
- Beard, J. (1887). The Parietal Eye in Fishes. *Nature* 36(924), 246–248. <https://doi.org/10.1038/036246d0>
- Bell, C. J., Mead, J. I., Swift, S. L. (2009). Cranial osteology of *Moloch horridus* (Reptilia: Squamata: Agamidae). *Records of the Western Australian Museum*, 25(2), 201.  
[https://doi.org/10.18195/issn.0312-3162.25\(2\).2009.201-237](https://doi.org/10.18195/issn.0312-3162.25(2).2009.201-237)
- Beltrami, G., Bertolucci, C., Parretta, A., Petrucci, F., Foà, A. (2010). A sky polarization compass in lizards: The central role of the parietal eye. *Journal of Experimental Biology*, 213(12), 2048–2054.  
<https://doi.org/10.1242/jeb.040246>
- Benoit, J., Abdala, F., Manger, P. R., Rubidge, B. S. (2016). The Sixth Sense in Mammalian Forerunners: Variability of the Parietal Foramen and the Evolution of the Pineal Eye in South African Permo-Triassic Eutheriodont Therapsids. *Acta Palaeontologica Polonica*, 61(4), 777–789.  
<https://doi.org/10.4202/app.00219.2015>
- Benoit, J., Kruger, A., Jirah, S., Fernandez, V., Rubidge, B. S. (2021). Palaeoneurology and palaeobiology of the dinocephalian therapsid *Anteosaurus magnificus*. *Acta Palaeontologica Polonica*, 66(1), 29–39.  
<https://doi.org/10.4202/APP.00800.2020>
- Benson, R. B. J., Bates, K. T., Johnson, M. R., Withers, P. J. (2011). Cranial anatomy of *Thalassiodracon hawkinsii* (Reptilia, Plesiosauria) from the Early Jurassic of Somerset, United Kingdom. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 31(3), 562–574. <https://doi.org/10.1080/02724634.2011.572937>
- Benton, M. J. (2021). The origin of endothermy in synapsids and archosaurs and arms races in the Triassic. *Gondwana Research*, 100, 261–289. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2020.08.003>

- Benton, M. J., & Clark, J. M. (1988). Archosaur Phylogeny and the Relationships of the Crocodylia. *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods, Volume I: Amphibians, Reptiles, Birds*, 295–338. Claredon Press.
- Benton, M. J., Donoghue, P. C. J. (2006). Paleontological Evidence to Date the Tree of Life. *Molecular Biology and Evolution*, 24(1), 26–53. <https://doi.org/10.1093/molbev/msl150>
- Bethea, C. L., Walker, R. F. (1978). Parietal Eye-Pineal Gland Interactions in the Lizard *Sceloporus occidentalis* (Reptilia, Lacertilis, Iguanidae). *Journal of Herpetology*, 12(1), 83. <https://doi.org/10.2307/1563507>
- Bever, G. S. (2009). The postnatal skull of the extant North American turtle *Pseudemys texana* (Cryptodira: Emydidae), with comments on the study of discrete intraspecific variation. *Journal of Morphology*, 270(1), 97–128. <https://doi.org/10.1002/jmor.10677>
- Bever, G. S., Norell, M. A. (2017). A new rhynchocephalian (Reptilia: Lepidosauria) from the Late Jurassic of Solnhofen (Germany) and the origin of the marine Pleuroosauridae. *Royal Society Open Science*, 4(11), 170570. <https://doi.org/10.1098/rsos.170570>
- Blackshaw, S., & Snyder, S. H. (1997). Parapinopsin, a Novel Catfish Opsin Localized to the Parapineal Organ, Defines a New Gene Family. *The Journal of Neuroscience*, 17(21), 8083–8092. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.17-21-08083.1997>
- Blackshaw, S., & Snyder, S. H. (1999). Encephalopsin: a novel mammalian extraretinal opsin discretely localized in the brain. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 19(10), 3681–3690. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-10-03681.1999>
- Booth, F. M. (1987). The human pineal gland: A review of the “third eye” and the effect of light. *Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology*, 15(4), 329–336. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.1987.tb00092.x>
- Borges, R., Khan, I., Johnson, W. E., Gilbert, M. T. P., Zhang, G., Jarvis, E. D., O’Brien, S. J., Antunes, A. (2015). Gene loss, adaptive evolution and the co-evolution of plumage coloration genes with opsins in birds. *BMC Genomics*, 16(1), 751. <https://doi.org/10.1186/s12864-015-1924-3>
- Botha, J., Abdala, F., Smith, R. (2007). The oldest cynodont: new clues on the origin and early diversification of the Cynodontia. In *Zoological Journal of the Linnean Society*, 149(3), 477–492. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2007.00268.x>
- Broom, R. (1938). On the structure of the skull of the Cynodont, *Thrinaxodon liorhinus*, Seeley. *Annals of the Transvaal Museum*, 19(2), 263–269.
- Bukreeva, I., Junemann, O., Cedola, A., Palermo, F., Mageri, L., Begani Provinciali, G., Pieroni, N., Sanna, A., Otyga, D. A., Buzmakov, A., Krivonosov, Y., Zolotov, D., Chukalina, M., Ivanova, A., Saveliev, S., Asadchikov, V., Fratini, M. (2020). Investigation of the human pineal gland 3D organization by X-ray

- phase contrast tomography. *Journal of Structural Biology*, 212(3), 107659.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsb.2020.107659>
- Camp, C. L. (1923). Classification of the lizards. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 48, 289–481.
- Campbell, K. S. W., & Barwick, R. E. (1986). Paleozoic lungfishes—a review. *Journal of Morphology*, 190(S1), 93–131. <https://doi.org/10.1002/jmor.1051900409>
- Carlson, B. M. (1999). *Human Embryology & Developmental Biology*, 2. vydání. Mosby. 494 pp.
- Carroll, D., & Harvey-Carroll, J. (2023). The influence of light on elasmobranch behavior and physiology: a review. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1–2. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1225067>
- Carroll, R. L. (1964). The earliest reptiles. *Journal of the Linnean Society of London, Zoology*, 45(304), 61–83. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1964.tb00488.x>
- Carroll, R. L. (1969). A Middle Pennsylvanian Captorhinomorph, and the Interrelationships of Primitive Reptiles. *Journal of Paleontology*, 43(1), 151–170. <http://www.jstor.org/stable/1302357>
- Castiello, M., & Brazeau, M. D. (2018). Neurocranial anatomy of the petalichthyid placoderm *Shearsbyaspis oepiki* Young revealed by X-ray computed microtomography. *Palaeontology*, 61(3), 369–389. <https://doi.org/10.1111/pala.12345>
- Chen, A., & Huang, D. (2008). Gill rays of primitive vertebrate *Yunnanozoon* from Early Cambrian: a first record. *Frontiers of Biology in China*, 3(2), 241–244. <https://doi.org/10.1007/s11515-008-0020-3>
- Čihák, R., Královec, K., Roček, Z. (2003). Developmental origin of the frontoparietal bone in *Bombina variegata* (Anura: Discoglossidae). *Journal of Morphology*, 255(1), 122–129. <https://doi.org/10.1002/jmor.10055>
- Cisneros, J. C., Rubidge, B. S., Mason, R., Dube, C. (2008). Analysis of millerettid parareptile relationships in the light of new material of *Broomia perplexa* Watson, 1914, from the Permian of South Africa. *Journal of Systematic Palaeontology*, 6(4), 453–462. <https://doi.org/10.1017/S147720190800254X>
- Cole, W. C., & Youson, J. H. (1982). Morphology of the pineal complex of the anadromous sea lamprey, *Petromyzon marinus* L. *American Journal of Anatomy*, 165(2), 131–163. <https://doi.org/10.1002/aja.1001650205>
- Collette, B. B., & Chao, L. N. (1975). Systematics And Morphology Of *Bonitos* (Sarda) And Their Relatives (Scombridae, Sardini). *Fishery Bulletin*, 73(3), 516–625.
- Conrad, J. L. (2004). Skull, mandible, and hyoid of *Shinisaurus crocodilurus* Ahl (Squamata, Anguimorpha). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 141(3), 399–434. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2004.00128.x>
- Conrad, J. L. (2015). A New Eocene Casquehead Lizard (Reptilia, Corytophanidae) from North America. *PLOS ONE*, 10(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127900>
- Cope, E. D. (1888). The Pineal Eye in Extinct Vertebrates. *The American Naturalist*, 22(262), 914–917.

- Cope, E. D. (1892). The osteology of the Lacertilia. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 30(138), 202–203.
- Crowe-Riddell, J. M., Simões, B. F., Partridge, J. C., Hunt, D. M., Delean, S., Schwerdt, J. G., Breen, J., Ludington, A., Gower, D. J., Sanders, K. L. (2019). Phototactic tails: Evolution and molecular basis of a novel sensory trait in sea snakes. *Molecular Ecology*, 28(8), 2013–2028.  
<https://doi.org/10.1111/mec.15022>
- Crumly, C. R. (1982). The “Parietal” Foramen in Turtles. *Journal of Herpetology*, 16(3), 317.  
<https://doi.org/10.2307/1563727>
- Cys, J. M. (1971). The Palate and Affinities of *Mirotenthes* (Reptilia: Theriodontia). *Journal of Paleontology*, 45(1). <https://about.jstor.org/terms>
- Daeschler, E. B., Shubin, N. H., Jenkins, F. A. (2006). A Devonian tetrapod-like fish and the evolution of the tetrapod body plan. *Nature*, 440(7085), 757–763. <https://doi.org/10.1038/nature04639>
- Daley, A. C., Antcliffe, J. B., Drage, H. B., Pates, S. (2018). Early fossil record of Euarthropoda and the Cambrian Explosion. *PNAS*, 115(21), 5323–5331.
- Davenport, J., Jones, T. T., Work, T. M., Balazs, G. H. (2014). Pink spot, white spot: The pineal skylight of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea* Vandelli 1761) skull and its possible role in the phenology of feeding migrations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 461, 1–6.  
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.07.008>
- Davies, W. I. L., Tay, B. H., Zheng, L., Danks, J. A., Brenner, S., Foster, R. G., Collin, S. P., Hankins, M. W., Venkatesh, B., Hunt, D. M. (2012). Evolution and Functional Characterisation of Melanopsins in a Deep-Sea Chimaera (Elephant Shark, *Callorhinchus milii*). *PLoS ONE*, 7(12).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051276>
- Day, M., Rubidge, B., Almond, J., & Jirah, S. (2013). Biostratigraphic correlation in the Karoo: The case of the Middle Permian parareptile *Eunotosaurus*. *South African Journal of Science*, 109(3/4), 4.  
<https://doi.org/10.1590/sajs.2013/20120030>
- Daza, J. D., Bauer, A. M., & Snively, E. (2013). Gobekko cretacicus (Reptilia: Squamata) and its bearing on the interpretation of gekkotan affinities. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 167(3), 430–448.  
<https://doi.org/10.1111/zoj.12012>
- de Sylva, D. P. (1955). The osteology and phylogenetic relationships of the blackfin tuna, *Thunnus atlanticus* (Lesson). *Bulletin of Marine Science*, 5(1), 1–41.
- Dean, J. G., Liu, T., Huff, S., Sheler, B., Barker, S. A., Strassman, R. J., Wang, M. M., Borjigin, J. (2019). Biosynthesis and Extracellular Concentrations of N,N-dimethyltryptamine (DMT) in Mammalian Brain. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45812-w>

- deBraga, M., Bevitt, J. J., Reisz, R. R. (2019). A New Captorhinid From the Permian Cave System Near Richards Spur, Oklahoma, and the Taxic Diversity of *Captorhinus* at This Locality. *Frontiers in Earth Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00112>
- Dendy, A. (1899). On the Development of the Parietal Eye and Adjacent Organs in *Sphenodon* (Hatteria). *Journal of Cell Science*, S2-42(166), 111–153. <https://doi.org/10.1242/jcs.s2-42.166.111>
- Dendy, A. (1907). On the Parietal Sense-organs and Associated Structures in the New Zealand Lamprey (*Geotria australis*). *Journal of Cell Science*, S2-51(201), 1–30. <https://doi.org/10.1242/jcs.s2-51.201.1>
- Denton, J. S. S., Maisey, J. G., Grace, M., Pradel, A., Dosey, M. H., Bart, H. L., Naylor, G. J. P. (2018). Cranial morphology in *Mollisquama* sp. (Squaliformes; Dalatiidae) and patterns of cranial evolution in dalatiid sharks. *Journal of Anatomy*, 233(1), 15–32. <https://doi.org/10.1111/joa.12823>
- Descartes, R. (1649). *Les Passions de l'âme*. 1. vydání. L. Elsevier pour Henry le Gras. 286 pp.
- Dotz, E. (1963). Photosensitivity of the pineal organ in the teleost, *Salmo irideus* (Gibbons). *Experientia (Basel)*, 19, 642–643. <https://doi.org/10.1007/bf02151295>
- Dotz, E. (1973). The Parietal Eye (Pineal and Parietal Organs) of Lower Vertebrates. *Visual Centers in the Brain. Handbook of Sensory Physiology*, 113–140. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-65495-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-65495-4_4)
- Duhamel, A., Benoit, J., Day, M., Rubidge, B., Fernandez, V. (2021). Computed Tomography elucidates ontogeny within the basal therapsid clade Biarmosuchia. *PeerJ*, 9, e11866. <https://doi.org/10.7717/peerj.11866>
- Duméril, A. M. C., & Bibron, G. (1839). *Erpétologie Générale*. 1. vydání. Librairie encyclopédique de Roret. 488 pp.
- Eakin, R. M. (1961). Photoreceptors in the Amphibian Frontal Organ. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 47(7), 1084–1088.
- Eakin R. M. (1973). *The Third Eye*. 1. vydání. University of California Press. 157 pp.
- Eakin, R. M., & Westfall, J. A. (1959). Fine Structure of the Retina in the Reptilian Third Eye. *The Journal of Cell Biology*, 6(1), 133–134. <https://doi.org/10.1083/jcb.6.1.133>
- Eaton, T. H. (1939). Development of the Frontoparietal Bones in Frogs. *Copeia*, 1939(2), 95–97. <https://doi.org/10.2307/1435947>
- Eberth, D. A. (1985). The skull of *Sphenacodon ferocior*, and comparisons with other sphenacodontines (Reptilia: Pelycosauria). *New Mexico Bureau of Mines & Mineral Resources, New Mexico Institute of Mining & Technology, Circular 190*, 1–40. <https://doi.org/10.58799/C-190>
- Ebling, F. J. P., & Piggins, H. D. (2020). *Neuroendocrine Clocks and Calendars*, 10. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-55643-3>
- Edinger, T. (1933). Die Foramina parietalia der Säugetiere. *Zeitschrift Für Anatomie Und Entwicklungsgeschichte*, 102(2–3), 266–289. <https://doi.org/10.1007/BF02134538>

- Edinger, T. (1955). The size of parietal foramen and organ in reptiles: A rectification. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 114, 1–34.
- Ekström, P., & Meissl, H. (2003). Evolution of photosensory pineal organs in new light: the fate of neuroendocrine photoreceptors. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358(1438), 1679–1700. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1303>
- Emerling, C. A. (2017). Archelosaurian color vision, parietal eye loss, and the crocodylian nocturnal bottleneck. *Molecular Biology and Evolution*, 34(3), 666–676. <https://doi.org/10.1093/molbev/msw265>
- Endo, H., & Frey, R. (2008). *Anatomical Imaging: Towards a New Morphology*. 1. vydání. Springer Japan. 105 pp.
- Engbretson, G. A., & Hutchison, V. H. (1976). Parietalectomy and thermal selection in the lizard *Sceloporus magister*. *Journal of Experimental Zoology*, 198(1), 29–38. <https://doi.org/10.1002/jez.1401980105>
- Etheridge, R. E. (1959). *The relationships of the Anoles (Reptilia:Sauria:Iguanidae) An interpretation based on skeletal morphology*. PhD dissertation. University of Michigan. 249 pp.
- Ezcurra, M. D., & Butler, R. J. (2015). Taxonomy of the proterosuchid archosauriforms (Diapsida: Archosauromorpha) from the earliest Triassic of South Africa, and implications for the early archosauriform radiation. *Palaeontology*, 58(1), 141–170. <https://doi.org/10.1111/pala.12130>
- Fang, Z.-C., Li, J.-L., Yan, C.-B., Zou, Y.-R., Tian, L., Zhao, B., Benton, M. J., Cheng, L., Lai, X.-L. (2023). First filter feeding in the Early Triassic: cranial morphological convergence between *Hupehsuchus* and baleen whales. *BMC Ecology and Evolution*, 23(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s12862-023-02143-9>
- Farnesi, R. M., Tei, S., Vagnetti, D., Di Rosa, I., Fagotti, A., Santarella, B. (1990). Morphogenesis of the frontal organ in *Bufo bufo* during development. *The Anatomical Record*, 227(2), 264–270. <https://doi.org/10.1002/ar.1092270215>
- Fathinia, B., Rastegar-Pouyani, N., Bahrami, A., Abdali, G. (2011). Comparative skull anatomy and dentition of *Trapelus lessonae* and *T. ruderatus* (Sauria: Agamidae) from Ilam province, Iran. *Russian Journal of Herpetology*, 18, 83–92.
- Faure-Brac, M. G., & Cubo, J. (2020). Were the synapsids primitively endotherms? A palaeohistological approach using phylogenetic eigenvector maps. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1793), 20190138. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0138>
- Faure-Brac, M. G., Woodward, H. N., Aubier, P., Cubo, J. (2024). On the origins of endothermy in amniotes. *iScience*, 27(4), 109375. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.109375>
- Finocchiaro, L. M. E., Arzt, E. S., Fernández-Castelo, S., Criscuolo, M., Finkielman, S., Nahmod, V. E. (1988). Serotonin and Melatonin Synthesis in Peripheral Blood Mononuclear Cells: Stimulation by Interferon- $\gamma$  as Part of an Immunomodulatory Pathway. *Journal of Interferon Research*, 8(6), 705–716. <https://doi.org/10.1089/jir.1988.8.705>

- Firth, B. T., & Kennaway, D. J. (1980). Plasma Melatonin Levels in the Scincid Lizard *Trachydoaurus rugosus*, The Effects of Parietal Eye and Lateral Eye Impairment. *Journal of Experimental Biology*, 85(1), 311–321. <https://doi.org/10.1242/jeb.85.1.311>
- Firth, B. T., & Kennaway, D. J. (1987). Melatonin content of the pineal, parietal eye and blood plasma of the lizard, *Trachydosaurus rugosus*: effect of constant and fluctuating temperature. *Brain Research*, 404(1–2), 313–318. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(87\)91385-0](https://doi.org/10.1016/0006-8993(87)91385-0)
- Firth, B. T., Mauldin, R. E., Ralph, C. L. (1988). The Role of the Pineal Complex in Behavioral Thermoregulation in the Collared Lizard *Crotaphytus collaris* under Seminatural Conditions. *Physiological Zoology*, 61(2), 176–185.
- Ford, M. J. R. (2022). *Visual Evolution of Scincoidea*. PhD dissertation. The University of Adelaide. 214 pp.
- Gaffney, E. S. (1975). A phylogeny and classification of the higher categories of turtles. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 155(5), 387.
- Gaisler, J. Z. J. (2018). *Zoologie obratlovců*. 3. vydání. Academia. 692 pp.
- Gauthier, J. A., Kearney, M., Maisano, J. A., Rieppel, O., Behlke, A. D. B. (2012). Assembling the Squamate Tree of Life: Perspectives from the Phenotype and the Fossil Record. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*, 53(1), 3–308. <https://doi.org/10.3374/014.053.0101>
- Gebauer, E. V. I. (2007). *Phylogeny and Evolution of the Gorgonopsia with a Special Reference to the Skull and Skeleton of GPIT/RE/7113 ('Aelurognathus?' Parringtoni)*. PhD dissertation. Eberhard-Karls Universität Tübingen. 316 pp.
- Gern, W. A., Duvall, D., Nervina, J. M. (1986). Melatonin: A Discussion of Its Evolution and Actions in Vertebrates. *American Zoologist*, 26(4), 985–996. <https://doi.org/10.1093/icb/26.4.985>
- Giles, S., Darras, L., Clément, G., Blicek, A., Friedman, M. (2015). An exceptionally preserved Late Devonian actinopterygian provides a new model for primitive cranial anatomy in ray-finned fishes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1816). <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1485>
- Goudemand, N., Orchard, M. J., Urdy, S., Bucher, H., Tafforeau, P. (2011). Synchrotron-aided reconstruction of the conodont feeding apparatus and implications for the mouth of the first vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(21), 8720–8724. <https://doi.org/10.1073/pnas.1101754108>
- Graham, J. B., & Dickson, K. A. (2001). Anatomical and physiological specializations for endothermy. 121–165. In: Block, B., & Stevens, E. (eds.). *Fish Physiology*. 19. vydání. 468 pp.
- Gray, J. E. (1857). On the genus *Necturus* or *Menobrakchus*, with an account of its skull and teeth. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 25(1), 61–64. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1857.tb01201.x>
- Gundy, G. C., Ralph, C. L., Wurst, G. Z. (1975). Parietal Eyes in Lizards: Zoogeographical Correlates. *Science*, 190(4215), 671–673. <https://doi.org/10.1126/science.1237930>

- Gundy, G. C., & Wurst, G. Z. (1976). The Occurrence of Parietal Eyes in Recent Lacertilia (Reptilia). *Journal of Herpetology*, 10(2), 113–121. <https://doi.org/10.2307/1562791>
- Haeckel, E., (1866). *Generelle morphologie der organismen. Allgemeine grundzüge der organischen formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte descendenztheorie*. G. Reimer. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.3953>
- Hafeez, M. A., & Merhige, M. E. (1977). Light and electron microscopic study on the pineal complex of the coelacanth, *Latimeria chalumnae* Smith. *Cell and Tissue Research*, 178(2), 249–265. <https://doi.org/10.1007/BF00219052>
- Handrick, K. (1901). Zur Kenntnis des Nervensystems und der Leuchtorgane von *Argyrolepis hemigymnus*. *Bibliotheca Zoologica*, 32, 1–69.
- Hart, N. S., Lamb, T. D., Patel, H. R., Chuah, A., Natoli, R. C., Hudson, N. J., Cutmore, S. C., Davies, W. I. L., Collin, S. P., Hunt, D. M. (2020). Visual Opsin Diversity in Sharks and Rays. *Molecular Biology and Evolution*, 37(3), 811–827. <https://doi.org/10.1093/molbev/msz269>
- Heiss, E., Natchev, N., Gumpenberger, M., Weissenbacher, A., Van Wassenbergh, S. (2013). Biomechanics and hydrodynamics of prey capture in the Chinese giant salamander reveal a high-performance jaw-powered suction feeding mechanism. *Journal of The Royal Society Interface*, 10(82), 20121028. <https://doi.org/10.1098/rsif.2012.1028>
- Hernández, M. C., Peloso, P. L. V., Bolívar, G. W., Daza, J. D. (2019). Skull Morphology of the Lizard *Ptychoglossus vallensis* (Squamata: Alopoglossidae) With Comments on the Variation Within Gymnophthalmoidea. *The Anatomical Record*, 302(7), 1074–1092. <https://doi.org/10.1002/ar.24038>
- Herrera-Flores, J. A., Stubbs, T. L., Benton, M. J. (2017). Macroevolutionary patterns in Rhynchocephalia: Is the tuatara (*Sphenodon punctatus*) a living fossil? *Palaeontology*, 60(3), 319–328. <https://doi.org/10.1111/pala.12284>
- Herrick, C. J. (1935). The membranous parts of the brain, meninges and their blood vessels in *Amblystoma*. *Journal of Comparative Neurology*, 61(2), 297–346. <https://doi.org/10.1002/cne.900610206>
- Hill, C. (1894). The Epiphysis of Teleosts and *Amia*. *Journal of Morphology*, 9(2), 237–268. <https://doi.org/10.1002/jmor.1050090205>
- Hills, E. S. (1933). LXVIII.— On a primitive Dipnoan from the middle Devonian rocks of New South Wales. *Annals and Magazine of Natural History*, 11(66), 634–643. <https://doi.org/10.1080/00222933308673736>
- Hilton, E. J., Grande, L., Bemis, W. E. (2011). Skeletal Anatomy of the Shortnose Sturgeon, *Acipenser brevirostrum* Lesueur, 1818, and the Systematics of Sturgeons (Acipenseriformes, Acipenseridae). *Fieldiana Life and Earth Sciences*, 3, 1–168. <https://doi.org/10.3158/2158-5520-3.1.1>
- Hoffman, R. A. (1970). The Epiphyseal Complex in Fish and Reptiles. *American Zoologist*, 10(2), 191–199. <https://doi.org/10.1093/icb/10.2.191>

- Hohn-Schulte, B., Preuschoft, H., Witzel, U., Distler-Hoffmann, C. (2013). Biomechanics and functional preconditions for terrestrial lifestyle in basal tetrapods, with special consideration of *Tiktaalik roseae*. *Historical Biology*, 25(2), 167–181. <https://doi.org/10.1080/08912963.2012.755677>
- Holmgren, N. (1917). Zur Frage der Epiphysen-Innervation bei Teleostiern. *Folia Neurobiologica*, 1, 1–15.
- Holmgren, U. (1959). On the structure of the pineal area of teleost fishes with special reference to a few deep-sea fishes. *Göteborgs Kungliga Vetenskaps och Vitterhets-Samhället*, 8, 1–66.
- Hutchison, V. H., & Kosh, R. J. (1974). Thermoregulatory Function of the Parietal Eye in the Thermoregulatory Function of the Parietal Eye in the Lizard *Anolis carolinensis*. *Oecologia (Berl.)*, 16(2). Springer-Verlag.
- Huttenlocker, A. K., & Abdala, F. (2015). Revision of the first therocephalian, *Theriognathus* Owen (Therapsida: Whaitsiidae), and implications for cranial ontogeny and allometry in nonmammaliaform eutheriodonts. *Journal of Paleontology*, 89(4), 645–664. <https://doi.org/10.1017/jpa.2015.32>
- Ikegami, K., & Yoshimura, T. (2012). Circadian clocks and the measurement of daylength in seasonal reproduction. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 349(1), 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2011.06.040>
- Derstler, K., Leitch, A. D., Larson, P. L., Finsley, C., Hill, L. (1993). The World's Largest Turtles - The Vienna *Archelon* (4.6 m) and the Dallas *Protostega* (4.2 m), Upper Cretaceous of South Dakota and Texas. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 13(3), 33A.
- Ivanchenko, K. F. (1978). Urodelans from the Triassic and Jurassic of Soviet Central Asia. *Paleontological Journal*, 12(3), 362–368.
- Ivanović, A., Aljančič, G., & Arntzen, J. W. (2013). Skull shape differentiation of black and white olms (*Proteus anguinus anguinus* and *Proteus a. parkelj*): an exploratory analysis with micro-CT scanning. *Contributions to Zoology*, 82(2), 107–114. <https://doi.org/10.1163/18759866-08202004>
- Ivanović, A., Cvijanović, M., Vučić, T., Arntzen, J. W. (2023). Differentiation of skull morphology and cranial kinesis in common toads. *Organisms Diversity & Evolution*, 23(1), 209–219. <https://doi.org/10.1007/s13127-022-00585-5>
- Jenison, G., & Nolte, J. (1980). An ultraviolet-sensitive mechanism in the reptilian parietal eye. *Brain Research*, 194(2), 506–510. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(80\)91232-9](https://doi.org/10.1016/0006-8993(80)91232-9)
- Johal, A., Manchanda, S., Bodkin, C., Stahl, S. (2022). Post-Pinelectomy Insomnia and Melatonin Therapy. *Sleep*, 45(1), A352. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsac079.809>
- Johanson, Z. (2023). Vertebrate cranial evolution: Contributions and conflict from the fossil record. *Evolution & Development*, 25(1), 119–133. <https://doi.org/10.1111/ede.12422>
- Jollie, Malcolm. (1962). *Chordate morphology*. 1. vydání. Reinhold. 504 pp.
- Jones, M. E. H. (2006). *Skull evolution and functional morphology in Sphenodon and other Rhynchocephalia (Diapsida - Lepidosauria)*. PhD thesis. University of London. 567 pp.

- Joss, J. M. P., Rajasekar, S. P., Raj-Prasad, R., Ruitenber, K. (1997). Developmental Endocrinology of the Dipnoan, *Neoceratodus forsteri*. *American Zoologist*, 37(6), 461–469.
- Kalisinska, E., Bosiacka-Baranowska, I., Lanocha, N., Kosik-Bogacka, D., Krolaczyk, K., Wilk, A., Kavetska, K., Budis, H., Gutowska, I., Chlubek, D. (2014). Fluoride concentrations in the pineal gland, brain and bone of goosander (*Mergus merganser*) and its prey in Odra River estuary in Poland. *Environmental Geochemistry and Health*, 36(6), 1063–1077. <https://doi.org/10.1007/s10653-014-9615-6>
- Kammerer, C. F., Grande, L., Westneat, M. W. (2006). Comparative and developmental functional morphology of the jaws of living and fossil gars (Actinopterygii: Lepisosteidae). *Journal of Morphology*, 267(9), 1017–1031. <https://doi.org/10.1002/jmor.10293>
- Kappers, J. A. (1965). Survey of the Innervation of the Epiphysis Cerebri and the Accessory Pineal Organs of Vertebrates. *Progress in Brain Research*, 10, 87–153. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(08\)63448-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(08)63448-2)
- Kappers, J. Ě. (1950). The development and structure of the paraphysis cerebri in urodeles with experiments on its function in *Amblystoma mexicanum*. *Journal of Comparative Neurology*, 92(1), 93–127. <https://doi.org/10.1002/cne.900920106>
- Kawamura, S., & Yokoyama, S. (1996). Molecular characterization of the pigeon P-opsin gene. *Gene*, 182(1–2), 213–214. [https://doi.org/10.1016/S0378-1119\(96\)00476-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1119(96)00476-3)
- Kearney, M. (2003). Systematics of the Amphisbaenia (Lepidoauria: Squamata) based on morphological evidence from recent and fossil forms. *Herpetological Monographs*, 17, 1-74. [https://doi.org/10.1655/0733-1347\(2003\)017\[0001:SOTALB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1655/0733-1347(2003)017[0001:SOTALB]2.0.CO;2)
- Kemp, T. S. (1969). On the functional morphology of the gorgonopsid skull. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 256(801), 1–83. <https://doi.org/10.1098/rstb.1969.0036>
- Kemp, T. S. (1979). The primitive cynodont Procynosuchus: functional anatomy of the skull and relationships. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 285(1005), 73–122. <https://doi.org/10.1098/rstb.1979.0001>
- Kemp, T. S. (2017). 3. The origin of mammals. In: *Mammals: A Very Short Introduction*, 34–44. 1. vydání. Oxford University Press. 176 pp.
- Kerber, L., Roesse-Miron, L., Bubadué, J. M., Martinelli, A. G. (2023). Endocranial anatomy of the early prozostrodonts (Eucynodontia: Probainognathia) and the neurosensory evolution of the mammalian forerunners. *Anatomical Record*, 307(4), 1442-1473. <https://doi.org/10.1002/ar.25215>
- Keyser, A. W. (1981). First Complete Skull of the Permian Reptile *Eunotosaurus africanus* Seeley. *South African Journal of Science*, 77, 417–420.
- King, B., Young, G. C., Long, J. A. (2018). New information on *Brindabellaspis stensioi* Young, 1980, highlights morphological disparity in Early Devonian placoderms. *Royal Society Open Science*, 5(6). <https://doi.org/10.1098/rsos.180094>

- Kingsley, J. S. (1912). *Comparative Anatomy of Vertebrates*. 1. vydání. John Murray. 401 pp.
- Klembara, J. (2005). A new discosauriscid seymouriamorph tetrapod from the Lower Permian of Moravia, Czech Republic. *Acta Palaeontologica Polonica*, 50(1), 25–48.
- Klembara, J., Dobiašová, K., Hain, M., Yaryhin, O. (2017). Skull Anatomy and Ontogeny of Legless Lizard *Pseudopus apodus* (Pallas, 1775): Heterochronic Influences on Form. *Anatomical Record*, 300(3), 460–502. <https://doi.org/10.1002/ar.23532>
- Klinckowstroem, A. de. (1883). Die Zirbel und das Foramen parietale bei *Callichthys (asper und littoralis)*. *Anatomischer Anzeiger*, 8, 561–564.
- Klinckowstroem, A. de. (1894). Beiträge zur Kenntnis des Parietalauges. *Zoologische Jahrbücher Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Thiere*, 7, 249–280.
- Klinkowstroem, A. de. (1892). Untersuchungen über den Scheitelfleck bei Embryonen einiger Schwimmvögel. *Zoologische Jahrbücher Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Thiere*, 5, 177–183
- Knoll, F., Ridgely, R. C., Ortega, F., Sanz, J. L., Witmer, L. M. (2013). Neurocranial osteology and neuroanatomy of a late Cretaceous titanosaurian sauropod from Spain (*Ampelosaurus* sp.). *PloS One*, 8(1), e54991. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054991>
- Köhler, G., Bobadilla, M. J. R., Hedges, S. B. (2016). A new dune-dwelling lizard of the genus *Leiocephalus* (Iguania, Leiocephalidae) from the Dominican Republic. *Zootaxa*, 4121(5). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4121.5.2>
- Kriwet, J. (2005). A comprehensive study of the skull and dentition of pycnodont fishes. *Zitteliana*, 45, 135–188.
- Kunz, Y. W. (2004). *Developmental Biology of Teleost Fishes*. 1. vydání. Springer Netherlands. 636 pp.
- Laaß, M. (2015). Virtual reconstruction and description of the cranial endocast of *Pristerodon mackayi* (Therapsida, Anomodontia). *Journal of Morphology*, 276(9), 1089–1099. <https://doi.org/10.1002/jmor.20397>
- Lamb, T. D. (1996). Gain and kinetics of activation in the G-protein cascade of phototransduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(2), 566–570. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.2.566>
- Larsen, K. R., & Tanner, W. W. (1974). Numeric analysis of the lizard genus *Sceloporus* with special reference to cranial osteology. *The Great Basin Naturalist*, 34(1), 1–41.
- Laspiur, A., Acosta, J. C., & Abdala, C. S. (2007). A new species of *Leiosaurus* (Iguania: Leiosauridae) from central-western Argentina. *Zootaxa*, 1470(1). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1470.1.3>
- Laurin, M. (1993). Anatomy and relationships of *Haptodus garnettensis*, a Pennsylvanian synapsid from Kansas. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 13(2), 200–229. <https://doi.org/10.1080/02724634.1993.10011501>

- Lee, M. S. Y. (2013). Turtle origins: insights from phylogenetic retrofitting and molecular scaffolds. *Journal of Evolutionary Biology*, 26(12), 2729–2738. <https://doi.org/10.1111/jeb.12268>
- Leeming, D. A. (2020). *Encyclopedia of Psychology and Religion*. 3. vydání. Springer International Publishing. 997 pp.
- Leydig, F. (1872). *Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, untersucht und beschrieben von Franz Leydig*. H. Laupp. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.11918>
- Leydig, F. (1891). Das Parietalorgan der Amphibien und Reptilien. *Abhandlungen Der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 16, 435–471.
- Li, C., Wu, X.-C., Rieppel, O., Wang, L.-T., Zhao, L.-J. (2008). An ancestral turtle from the Late Triassic of southwestern China. *Nature*, 456(7221), 497–501. <https://doi.org/10.1038/nature07533>
- Li, X., Montgomery, J., Cheng, W., Noh, J. H., Hyde, D. R., Li, L. (2012). Pineal photoreceptor cells are required for maintaining the circadian rhythms of behavioral visual sensitivity in zebrafish. *PLoS ONE*, 7(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040508>
- Liem, K. F., & Walker, W. F. (2001). *Functional anatomy of the vertebrates : an evolutionary perspective*. 3. vydání. Harcourt College Publishers. 703 pp.
- Linder, H. (1913). Beiträge zur Kenntnis der Plesiosaurier-Gattungen *Peloneustes* und *Pliosaurus*. *Geol. Paläont. Abh.*, 15, 337–409.
- Liu, J., Rubidge, B., Li, J. (2010). A new specimen of *Biseridens qilianicus* indicates its phylogenetic position as the most basal anomodont. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1679), 285–292. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.0883>
- Lobon-Rovira, J., & Bauer, A. (2021). Bone-by-bone: A detailed skull description of the White-headed dwarf gecko *Lygodactylus picturatus* (Peters, 1870). *African Journal of Herpetology*, 70(2), 75–94. <https://doi.org/10.1080/21564574.2021.1980120>
- Locket, N. A. (1980). Some advances in coelacanth biology. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. 208, 265-307.
- Locy, W. A. (1894). The Mid-brain and the Accessory Optic Vesicles. *Anatomischer Anzeiger*, 9, 486.
- Long, J. A., & Gordon, M. S. (2004). The Greatest Step in Vertebrate History: A Paleobiological Review of the Fish-Tetrapod Transition. *Physiological and Biochemical Zoology*, 77(5), 700–719. <https://doi.org/10.1086/425183>
- Lyson, T. R., Bever, G. S., Scheyer, T. M., Hsiang, A. Y., Gauthier, J. A. (2013). Evolutionary Origin of the Turtle Shell. *Current Biology*, 23(12), 1113–1119. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.05.003>
- Lyson, T. R., Rubidge, B. S., Scheyer, T. M., de Queiroz, K., Schachner, E. R., Smith, R. M. H., Botha-Brink, J., Bever, G. S. (2016). Fossorial Origin of the Turtle Shell. *Current Biology*, 26(14), 1887–1894. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.05.020>

- Macchi, M. M., & Bruce, J. N. (2004). Human pineal physiology and functional significance of melatonin. *Frontiers in neuroendocrinology*, 25(3-4), 177-195.  
<https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2004.08.001>
- MacIver, M. A., Schmitz, L., Mugan, U., Murphey, T. D., Mobley, C. D. (2017). Massive increase in visual range preceded the origin of terrestrial vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(12), E2375–E2384. <https://doi.org/10.1073/pnas.1615563114>
- Maharaj, I. E. M., Chinsamy, A., Smith, R. M. H. (2021). The postcranial anatomy of *Endothiodon bathystoma* (Anomodontia, Therapsida). *Historical Biology*, 33(7), 1066–1088.  
<https://doi.org/10.1080/08912963.2019.1679128>
- Májovský, M., Netuka, D., Beneš, V. (2019). Současný pohled na diagnostiku a léčbu pacientů s pineální cystou. *Neurologie pro Praxi*, 20(2), 121–126.
- Mandado, M., Molist, P., Anadón, R., Yáñez, J. (2001). A Dil-tracing study of the neural connections of the pineal organ in two elasmobranchs (*Scyliorhinus canicula* and *Raja montagui*) suggests a pineal projection to the midbrain GnRH-immunoreactive nucleus. *Cell and Tissue Research*, 303(3), 391–401.  
<https://doi.org/10.1007/s004410000328>
- Marek, R. D., Moon, B. C., Williams, M., Benton, M. J. (2015). The skull and endocranium of a Lower Jurassic ichthyosaur based on digital reconstructions. *Palaeontology*, 58(4), 723–742.  
<https://doi.org/10.1111/pala.12174>
- Marquez-Aliaga, A., Klein, N., Reolid, M., Plasencia, P., Villena, J. A., Martinez-Perez, C. (2019). An enigmatic marine reptile, *Hispaniasaurus cranioelongatus* (gen. et sp. nov.) with nothosauroid affinities from the Ladinian of the Iberian Range (Spain). *Historical Biology*, 31(2), 223–233.  
<https://doi.org/10.1080/08912963.2017.1359264>
- Matsumoto, R., & Evans, S. E. (2010). *Choristoderes* and the freshwater assemblages of Laurasia. *Journal of Iberian Geology*, 36(2), 253–274. [https://doi.org/10.5209/rev\\_JIGE.2010.v36.n2.11](https://doi.org/10.5209/rev_JIGE.2010.v36.n2.11)
- Milner, A. R., & Sequeira, S. E. K. (1993). The temnospondyl amphibians from the Viséan of East Kirkton, West Lothian, Scotland. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 84(3–4), 331–361. <https://doi.org/10.1017/S0263593300006155>
- Müller, J., Scheyer, T. M., Head, J. J., Barrett, P. M., Werneburg, I., Ericson, P. G. P., Pol, D., Sánchez-Villagra, M. R. (2010). Homeotic effects, somitogenesis and the evolution of vertebral numbers in recent and fossil amniotes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 2118–2123.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.0912622107>
- Modesto, S. P. (1999). Observations on the structure of the Early Permian reptile *Stereosternum tumidum* Cope. *Palaeontologia africana*, 35, 7–19.

- Modesto, S. P. (2006). The cranial skeleton of the Early Permian aquatic reptile *Mesosaurus tenuidens* : implications for relationships and palaeobiology. In *Zoological Journal of the Linnean Society*, 146(3), 345–368. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2006.00205.x>
- Modesto, S. P., & Anderson, J. S. (2004). The Phylogenetic Definition of Reptilia. *Systematic Biology*, 53(5), 815–821. <https://doi.org/10.1080/10635150490503026>
- Moy-Thomas, J. A. (1971). Subclass Acanthodii. In *Palaeozoic Fishes* (pp. 61–78). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-6465-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-6465-8_4)
- Nesbitt, S. J., Flynn, J. J., Pritchard, A. C., Parrish, J. M., Ranivoharimanana, L., Wyss, A. R. (2015). Postcranial Osteology of *Azendohsaurus madagaskarensis* (?Middle to Upper Triassic, Isalo Group, Madagascar) and its Systematic Position Among Stem Archosaur Reptiles. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 398, 1–126. <https://doi.org/10.1206/amnb-899-00-1-126.1>
- Nichols, D. E. (2018). N,N-dimethyltryptamine and the pineal gland: Separating fact from myth. *Journal of Psychopharmacology*, 32(1), 30–36. <https://doi.org/10.1177/0269881117736919>
- Norton, L. A., Abdala, F., Benoit, J. (2023). Craniodental anatomy in Permian-Jurassic Cynodontia and Mammaliaformes (Synapsida, Therapsida) as a gateway to defining mammalian soft tissue and behavioural traits. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 378(1880). <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0084>
- Nowikoff, M. (1910). Untersuchungen über den Bau, die Entwicklung und die Bedeutung des Parietalauges von Sauriern. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 96, 118–207.
- Oelrich, T. M. (1956). *The Anatomy of the Head of Ctenosaura pectinata (Iguanidae)*. PhD dissertation. University of Michigan. 122 pp.
- Okano, T., Yoshizawa, T., Fukada, Y. (1994). Pinopsin is a chicken pineal photoreceptive molecule. *Nature*, 372(6501), 94–97. <https://doi.org/10.1038/372094a0>
- Oksche, A., & Harnack, M. (1963). Elektronenmikroskopische Untersuchungen am Stirnorgan von Anuren. *Zeitschrift Fur Zellforschung Und Mikroskopische Anatomie*, 59(2), 239–288. <https://doi.org/10.1007/BF00320448>
- Oliveira, T., Schultz, C., Soares, M. (2009). A partial skeleton of *Chiniquodon* (Cynodontia, Chiniquodontidae) from the Brazilian Middle Triassic. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 12(2), 113–122. <https://doi.org/10.4072/rbp.2009.2.02>
- Omura, Y., & Oguri, M. (1969). Histological Studies on the Pineal Organ of 15 Species of Teleosts\*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 35(10), 991–1000.
- Pan, Z., Zhu, M., Zhu, Y., Jia, L. (2015). A new petalichthyid placoderm from the Early Devonian of Yunnan, China. *Comptes Rendus Palevol*, 14(2), 125–137. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2014.10.006>

- Panchal, R., & Rani, S. (2018). A comparative study of growth, metabolism and digestive enzyme activities of pinealectomized and non-pinealectomized catfish (*Heteropneustes fossilis*). *International Journal of Zoology and Applied Biosciences*, 3(2), 239–244. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1314522>
- Pandey, B. N. (2004). *Fish Research: Vision for 21st Century*. 1. vydání. APH Publishing. 150 pp.
- Papenfuss, T. J. (1982). The ecology and systematics of the amphisbaenian genus *Bipes*. *Occasional Papers of the California Academy of Science*, 136, 1-42.
- Paul, G. S. (2022). Observations on Paleospecies Determination, With Additional Data on Tyrannosaurus Including Its Highly Divergent Species Specific Supraorbital Display Ornaments That Give T. rex a New and Unique Life Appearance. *bioRxiv*, 8(02.502517). <https://doi.org/10.1101/2022.08.02.502517>
- Pearson, R. G. , Pearson, L. (1976). *The Vertebrate Brain*. 1. vydání. Academic Press. 744 pp.
- Philp, A. R., Garcia-Fernandez, J. M., Soni, B. G., Lucas, R. J., Bellingham, J., Foster, R. G. (2000). Vertebrate Ancient (Va) Opsin and Extraretinal Photoreception in the Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). *Journal of Experimental Biology*, 203(12), 1925–1936. <https://doi.org/10.1242/jeb.203.12.1925>
- Pinto, B. J., Nielsen, S. V., Gamble, T. (2019). Transcriptomic data support a nocturnal bottleneck in the ancestor of gecko lizards. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 141, 106639. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106639>
- Pompeckj, J. F. (1920). Das angebliche Vorkommen und Wandern des Parietalforamens bei Dinosauriern. *Sitzungsberichte Der Gesellschaft Naturforschender Freunde Zu Berlin*, 3, 109–129.
- Ralph, C. L. (1975). The pineal gland and geographical distribution of animals. *International Journal of Biometeorology*, 19(4), 289–303. <https://doi.org/10.1007/BF01451040>
- Rauhut, O. W. M., Foth, C., Tischlinger, H., Norell, M. A. (2012). Exceptionally preserved juvenile megalosauroid theropod dinosaur with filamentous integument from the Late Jurassic of Germany. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(29), 11746–11751. <https://doi.org/10.1073/pnas.1203238109>
- Ray, S. (2005). *Lystrosaurus* (Therapsida, Dicynodontia) from India: Taxonomy, relative growth and cranial dimorphism. *Journal of Systematic Palaeontology*, 3(2), 203–221. <https://doi.org/10.1017/S1477201905001574>
- Reisz, R. R. (1986). The Pelycosauria. In: Wellhofer, P. (ed.). *Encyclopedia of Paleoherpetology*. Vydání 17A. Gustav Fischer Verlag. 102 pp.
- Reisz, R. R., & Scott, D. (2002). *Owenetta kitchingorum*, sp. Nov., a small parareptile (procolophonia: owenettidae) from the lower triassic of south africa. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 22(2), 244–256. [https://doi.org/10.1671/0272-4634\(2002\)022\[0244:OKSNAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1671/0272-4634(2002)022[0244:OKSNAS]2.0.CO;2)
- Rieppel, O. (1980). *The Phylogeny of Anguinomorph Lizards*. 1. vydání. Birkhäuser Basel. 86 pp.
- Rieppel, O., Liu, J., Bucher, H. (2000). The First Record of a *Thalattosaur* Reptile from the Late Triassic of Southern China (Guizhou Province, PR China). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 20(3), 507–514.

- Rivas, L. R. (1953). The Pineal Apparatus of Tunas and Related Scombrid Fishes as a Possible Light Receptor Controlling Phototactic Movement. *Bulletin of Marine Science*, 3(13), 168–180.
- Roček, Z. (1988). Origin and evolution of the frontoparietal complex in anurans. *Amphibia-Reptilia*, 9(4), 385–403. <https://doi.org/10.1163/156853888X00062>
- Roček Z. (2002). *Historie obratlovců - evoluce, fylogeneze, systém*. 1. vydání. Academia. 512 pp.
- Roofe, P. G. (1935). The endocranial blood vessels of *Amblystoma tigrinum*. *Journal of Comparative Neurology*, 61(2), 257–293. <https://doi.org/10.1002/cne.900610204>
- Roth, J. J. , Roth, E. C. (1980). The parietal-pineal complex among paleovertebrates: evidence for temperature regulation. In: Thomas, R. D. K., Olson, E. C. (eds.). *A Cold Look at the Warm-Blooded Dinosaurs*. 1. vydání. Westview Press. 514 pp.
- Säilä, L. K. (2010). Osteology of *Leptopleuron lacertinum* Owen, a procolophonoid parareptile from the Upper Triassic of Scotland, with remarks on ontogeny, ecology and affinities. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 101(1), 1–25. <https://doi.org/10.1017/S1755691010009138>
- Sapède, D., & Cau, E. (2013). The Pineal Gland from Development to Function. *Current Topics in Developmental Biology*, 106, 171–215. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416021-7.00005-5>
- Scanlon, J. D., & Lee, M. S. Y. (2004). Phylogeny of Australasian venomous snakes (Colubroidea, Elapidae, Hydrophiinae) based on phenotypic and molecular evidence. *Zoologica Scripta*, 33(4), 335–366. <https://doi.org/10.1111/j.0300-3256.2004.00151.x>
- Schauinsland, H. H. (1899). Beiträge zur Biologie und Entwicklung der Hatteria nebst Bemerkungen über die Entwicklung der Sauropsiden. *Anatomischer Anzeiger*, 15(17/18), 309–334.
- Schoch, R. R., & Sues, H.-D. (2015). A Middle Triassic stem-turtle and the evolution of the turtle body plan. *Nature*, 523(7562), 584–587. <https://doi.org/10.1038/nature14472>
- Schultze, H.-P., & Arsenault, M. (1985). The panderichthyid fish *Elpistostege*: a close relative of tetrapods? *Palaeontology*, 28(2), 293–309.
- Schwab, I. R. (2005). The lonely eye. *British Journal of Ophthalmology*, 89(3), 256–256. <https://doi.org/10.1136/bjo.2004.059105>
- Sequeira, S. E. K. (2003). The skull of *Cochleosaurus bohemicus* Frič, a temnospondyl from the Czech Republic (Upper Carboniferous) and cochleosaurid interrelationships. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 94(1), 21–43. <https://doi.org/10.1017/S0263593300000511>
- Shomrat, T., & Nesher, N. (2019). Updated view on the relation of the pineal gland to autism spectrum disorders. In *Frontiers in Endocrinology*, 10(FEB). <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00037>
- Sidor, C. A., & Rubidge, B. S. (2006). *Herpetoskylax hopsoni*, a new biarmosuchian (Therapsida: Biarmosuchia) from the Beaufort Group of South Africa. 76–113. In: Carrano, M. T., Gaudin, T. J., Blob,

- R. W., Wi, J. R. (eds.). *Amniote Paleobiology: Perspectives on the Evolution of Mammals, Birds, and Reptiles*. 1. vydání. The University of Chicago Press. 553 pp.
- Sidor, C. A., & Smith, R. M. H. (2004). A new galesaurid (Therapsida: Cynodontia) from the Lower Triassic of South Africa. *Palaeontology*, 47(3), 535–556. <https://doi.org/10.1111/j.0031-0239.2004.00378.x>
- Sievert, L. M., & Hutchison, V. H. (1989). The parietal eye and thermoregulatory behavior of *Crotaphytus collaris* (Squamata: Iguanidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 94(2), 339–343. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(89\)90556-2](https://doi.org/10.1016/0300-9629(89)90556-2)
- Sigogneau-Russell, D. (1989). Theriodontia I - Phthinosuchia, Biarmosuchia, Eotitanosuchia, Gorgonopsia. In: *Encyclopedia of Paleoherpétology*. 17. vydání. Gutsav Fischer Verlag. 127 pp.
- Smith, K. T., Bhullar, B. A. S., Köhler, G., Habersetzer, J. (2018). The Only Known Jawed Vertebrate with Four Eyes and the Bauplan of the Pineal Complex. *Current Biology*, 28(7), 1101–1107. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.02.021>
- Smith, R. , & Botha-Brink, J. (2009). Burrowing as a survival strategy in the earliest Triassic Karoo Basin. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 29, 183A.
- Smith, R. M. H., Angielczyk, K. D., Benoit, J., Fernandez, V. (2021). Neonate aggregation in the Permian dicynodont *Diictodon* (Therapsida, Anomodontia): Evidence for a reproductive function for burrows? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 569, 110311. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110311>
- Sookias, R. B., Dilkes, D., Sobral, G., Smith, R. M. H., Wolvaardt, F. P., Arcucci, A. B., Bhullar, B.-A. S., Werneburg, I. (2020). The craniomandibular anatomy of the early archosauriform *Euparkeria capensis* and the dawn of the archosaur skull. *Royal Society Open Science*, 7(7), 200116. <https://doi.org/10.1098/rsos.200116>
- Spencer, W. B. (1886). On the Presence and Structure of the Pineal Eye in Lacertilia. *Journal of Cell Science*, S2-27(106), 165–238. <https://doi.org/10.1242/jcs.s2-27.106.165>
- Stebbins, R. C., & Eakin, R. M. (1958). The Role of the “Third Eye” in Reptilian Behavior. *American Museum Novitates*, 1870, 1–40.
- Stemmler, J. (1900). *Die Entwicklung der Anhänge am Zwischenhirndach beim Gecko (Gehyra oceanica und Hemidactylus mabouia)*. Ein Beitrag zur Kenntnis der Epiphyse, des Parietalorganes und der Paraphyse. PhD Dissertation. Universität Leipzig. 42 pp.
- Stensiö, E. A. (1963). Anatomical studies on the arthrodiran head. *Kungliga Svenska vetenskapsakademiens handlingar.*, 4(9), 1–419.
- Sterli, J. (2008). A new, nearly complete stem turtle from the Jurassic of South America with implications for turtle evolution. *Biology Letters*, 4(3), 286–289. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0022>
- Stieda, L. (1865). Über den Bau der Haut des Frosches (*Rana temporaria*). *Archiv für Anatomie, Physiologie und Wissenschaftliche Medicin*, 1865, 52–79.

- Stocker, M. R., Nesbitt, S. J., Criswell, K. E., Parker, W. G., Witmer, L. M., Rowe, T. B., Ridgely, R., Brown, M. A. (2016). A Dome-Headed Stem Archosaur Exemplifies Convergence among Dinosaurs and Their Distant Relatives. *Current Biology*, 26(19), 2674–2680. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.07.066>
- Studnička, F. K. (1893). Sur les Organes pariétaux de *Petromyzon planeri*. *Věstník Královské České Společnosti Nauk*, 1893, 1–50.
- Studnička, F. K. (1905). *Die Parietalorgane*. 5. vydání. Gustav Fischer Verlag. 280 pp.
- Su, C.-Y., Luo, D.-G., Terakita, A., Shichida, Y., Liao, H.-W., Kazmi, M. A., Sakmar, T. P., Yau, K.-W. (2006). Parietal-Eye Phototransduction Components and Their Potential Evolutionary Implications. *Science*, 311(5767), 1615–1617. <https://doi.org/10.1126/science.1122469>
- Sues, H.-D. (1987). On the skull of *Placodus gigas* and the relationships of the Placodontia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 7(2), 138–144. <https://doi.org/10.1080/02724634.1987.10011648>
- Sullivan, C., & Reisz, R. R. (2005). Cranial anatomy and taxonomy of the Late Permian dicynodont *Diictodon*. *Annals of Carnegie Museum*, 74(1), 45–75. [https://doi.org/10.2992/0097-4463\(2005\)74\[45:CAATOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2992/0097-4463(2005)74[45:CAATOT]2.0.CO;2)
- Tan T. (1968). Study on the Pineal Organ of Common Carp (*Cyprinus carpio*) and Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in Taiwan. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 7, 85–92.
- Tarazona, O. A., Fabrezi, M., Ramírez-Pinilla, M. P. (2008). Cranial morphology of *Bachia bicolor* (Squamata: Gymnophthalmidae) and its postnatal development. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 152(4), 775–792. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2007.00364.x>
- Teng, C. S., Cavin, L., Maxson, R. E., Sánchez-Villagra, M. R., Crump, J. G. (2019). Resolving homology in the face of shifting germ layer origins: Lessons from a major skull vault boundary. *eLife*, 8(e52814). <https://doi.org/10.7554/eLife.52814>
- Torres-Carvajal, O. (2003). Cranial osteology of the andean lizard *Stenocercus guentheri* (Squamata: Tropicoduridae) and its postembryonic development. *Journal of Morphology*, 255(1), 94–113. <https://doi.org/10.1002/jmor.10051>
- Tosini, G., Bertolucci, C., Foà, A. (2001). The circadian system of reptiles: a multioscillatory and multiphotoreceptive system. *Physiology & Behavior*, 72(4), 461–471. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(00\)00423-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(00)00423-6)
- Turgut, M. (2013). *Step by Step Experimental Pinealectomy Techniques in Animals for Researchers*. 1. vydání. Nova Science Publishers, Incorporated. 180 pp.
- Underwood, H., & Calaban, M. (1987). Pineal Melatonin Rhythms in the Lizard *Anolis carolinensis*: I. Response to Light and Temperature Cycles. *Journal of Biological Rhythms*, 2(3), 179–193. <https://doi.org/10.1177/074873048700200302>

- Van Den Brandt, M. J., Rubidge, B. S., Benoit, J., Abdala, F. (2021). Cranial morphology of the middle Permian pareiasaur *Nochelesaurus alexanderi* from the Karoo Basin of South Africa. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 112(1), 29–49. <https://doi.org/10.1017/S1755691021000049>
- Vaughn, P. P. (1958). On a new pelycosaur from the Lower Permian of Oklahoma, and on the origin of the family Caseidae. *Journal of Paleontology*, 32(5), 981–991.
- Venegas, P., Torres-Carvajal, O., Duran, V., de Queiroz, K. (2013). Two sympatric new species of woodlizards (Hoplocercinae, Enyalioides) from Cordillera Azul National Park in northeastern Peru. *ZooKeys*, 277, 69–90. <https://doi.org/10.3897/zookeys.277.3594>
- Vígh, B., Manzano, M. J., Zádori, A., Frank, C. L., Lukáts, A., Röhlich, P., Szél, A., Dávid, C. (2002). Nonvisual photoreceptors of the deep brain, pineal organs and retina. *Histology and Histopathology*, 17(2), 555–590. <https://doi.org/10.14670/HH-17.555>
- Vígh, B., Röhlich, P., Göröcs, T., Silva, M. J. M. e, Szél, Á., Fejér, Z., Vígh-Teichmann, I. (1998). The pineal organ as a folded retina: Immunocytochemical localization of opsins. *Biology of the Cell*, 90(9), 653–659. <https://doi.org/10.1111/j.1768-322x.1998.tb01073.x>
- Villa, A., Andreone, F., Boistel, R., Delfino, M. (2014). Skull and lower jaw osteology of the Lanza's salamander, *Salamandra lanzai* (Amphibia, Caudata). 171–200. In: Capula, M., & Corti, C. (eds.). *Scripta Herpetologica Studies on Amphibians and Reptiles in honour of Benedetto Lanza*. 1. vydání. Edizioni Belvedere. 724 pp.
- Vitt, L. J. , & Caldwell, J. P. (2014). *Herpetology : an introductory biology of amphibians and reptiles*. 4. vydání. Academic Press. 630 pp.
- Vorobyeva, E., & Schultze, H.-P. (1991). Description and systematics of panderichthyid fishes with comments on their relationship to tetrapods. 68–109. In: Schultze, H.-P., & Trueb, L. (eds.). *Origins of the higher groups of tetrapods: controversy and consensus*. 1. vydání. Cornell University Press. 576 pp.
- Wada, S., Kawano-Yamashita, E., Sugihara, T., Tamotsu, S., Koyanagi, M., Terakita, A. (2021). Insights into the evolutionary origin of the pineal color discrimination mechanism from the river lamprey. *BMC Biology*, 19(1), 188. <https://doi.org/10.1186/s12915-021-01121-1>
- Wake, M. H., & Hanken, J. (1982). Development of the skull of *Dermophis mexicanus* (amphibia: Gymnophiona), with comments on skull kinesis and amphibian relationships. *Journal of Morphology*, 173(2), 203–223. <https://doi.org/10.1002/jmor.1051730208>
- Walls, G. L. (1944). The Vertebrate Eye and its Adaptive Radiation. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 100(3), 332.
- Watson, D. M. S. (1957). On *Millerosaurus* and the early history of the sauropsid reptiles. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 240(673), 325–398. <https://doi.org/10.1098/rstb.1957.0003>

- Werneburg, R. (2009). The Permian branchiosaurid *Tungussogyrinus* Efremov, 1939 (Temnospondyli, Dissorophoidea) from Siberia restudied. *Fossil Record* 12(2), 105–120.  
<https://doi.org/10.1002/mmng.200900001>
- Williston, S. W. (1913). The Skulls of *Araeoscelis* and *Casea*, Permian Reptiles. *The Journal of Geology*, 21(8), 743–747. <https://doi.org/10.1086/622122>
- Williston, S. W., Gregory, W. K. (1925). *The osteology of the reptiles*. 1. vydání. Harvard University Press. 328 pp.
- Wurtman, R. J., Axelrod, J., Kelly, D. E. (1968). *The Pineal*. 2. vydání. Academic Press. 200 pp.
- Wuyts, W., Cleiren, E., Homfray, T., Rasore-Quartino, A., Vanhoenacker, F., Van Hul, W. (2000). The ALX4 homeobox gene is mutated in patients with ossification defects of the skull (foramina parietalia permagna, OMIM 168500). *Journal of medical genetics*, 37(12), 916–920.  
<https://doi.org/10.1136/jmg.37.12.916>
- Xiong, W.-H., Solessio, E. C., Yau, K.-W. (1998). An unusual cGMP pathway underlying depolarizing light response of the vertebrate parietal-eye photoreceptor. *Nature Neuroscience*, 1(5), 359–365.  
[https://doi.org/10.1038/nn0998\\_359](https://doi.org/10.1038/nn0998_359)
- Yadav, K. K., Kumar, S., Pham, Q. B., Gupta, N., Rezaia, S., Kamyab, H., Yadav, S., Vymazal, J., Kumar, V., Tri, D. Q., Talaiekhosani, A., Prasad, S., Reece, L. M., Singh, N., Maurya, P. K., Cho, J. (2019). Fluoride contamination, health problems and remediation methods in Asian groundwater: A comprehensive review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 182, 109362.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.06.045>
- Yang, C., Li, X.-H., Zhu, M., Condon, D. J., Chen, J. (2018). Geochronological constraint on the Cambrian Chengjiang biota, South China. *Journal of the Geological Society*, 175(4), 659–666.  
<https://doi.org/10.1144/jgs2017-103>
- Yang, Z., Jiang, B., McNamara, M. E., Kearns, S. L., Pittman, M., Kaye, T. G., Orr, P. J., Xu, X., Benton, M. J. (2018). Pterosaur integumentary structures with complex feather-like branching. *Nature Ecology & Evolution*, 3(1), 24–30. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0728-7>
- Yin, C., Hao, W., Sun, Z., Sun, Y., Jiang, D. (2014). New material of *Nothosaurus yangjuanensis* from the middle Anisian (middle Triassic) of Guizhou Province, Southwestern China. *Beijing Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 50(3), 467–475.  
<https://doi.org/10.13209/j.0479-8023.2014.050>
- Zangerl, R. (1957). A parietal foramen in the skull of a recent turtle. *Proceedings of the Zoological Society of Calcutta*, 1957, 269–273.
- Zrzavý, J. (2006). *Fylogeneze živočišné říše*. 1. vydání. Scientia. 255 pp.
- Zwach, I. (2009). *Obojživelníci a plazi České republiky*. 1. vydání. Grada. 496 pp.