



Veterinární a farmaceutická univerzita,  
Fakulta veterinárního lékařství  
Palackého třída 1, Brno 612 42



**PROJEKT IVA 2015FVL/1650/13**

**Anna Zemanová**

**Prof. MVDr. Zdeněk Knotek, CSc., Dipl. ECZM (herpetology)**

**Klinika chorob ptáků, plazů a drobných savců**

# **KLINICKÁ KARDIOLOGIE EXOTICKÝCH ZVÍŘAT**



**Brno 2015**

## ÚVODNÍ ZAMYŠLENÍ

Můžeme říci, že kardiologie exotických zvířat je prakticky „v plenkách“. V případě zoo zvířat je často velmi náročné až nemožné provést auskultaci, což je zásadní aspekt, kterým odhalíme srdeční onemocnění. A samozřejmě ve chvíli, kdy je podezření na problém v kardiovaskulárním systému, tak je velmi nebezpečné uvést zvíře do anestezie, jen abychom mohli provést diagnostiku. Tím bychom se pouštěli do nebezpečného hazardování se životem zvířete. Často je pak jedinou možností řešení „na slepo“ aplikovat nejčastější používané léky při onemocněních srdce. Možná proto není u těchto zvířat kardiologie až tak rozvinutým oborem. Dalším odvětvím exotické medicíny jsou ale také „pet“ zvířata. I zde nedospěla klinická kardiologie zatím příliš daleko (Obr. 1). Můžeme říci, že nejdále se dostala kardiologie u drobných savců, jako jsou fretky a králíci, což jsou zvířata s predispozicemi k onemocnění srdce. Kardiologie ptáků je relativně náročné odvětví, vzhledem k tomu, že ptáci jsou velmi obtížní pro manipulaci a také velmi náchylní ke stresu, tudíž jakékoliv „zbytečné“ prodloužení klinického vyšetření jim neprospívá. U plazů je klinická kardiologie oborem velmi novým, zatím se v něm nepublikovalo přílišné množství prací, tudíž povětšinou jsou u nich nemoci kardiovaskulárního systému diagnostikovány až post mortem. Zde se ale nabízí velké pole působnosti pro výzkum a zdokonalování exotické medicíny. Hrubou budoucností by mohlo být nejen ante mortem diagnostika kardionemocnění, ale také úspěšná terapie vedoucí při nejmenším ke zlepšení/prodloužení života „exotického“ pacienta. Následující řádky bych ráda věnovala literární rešerši a vlastním poznatkům z pole klinické kardiologie exotických zvířat.

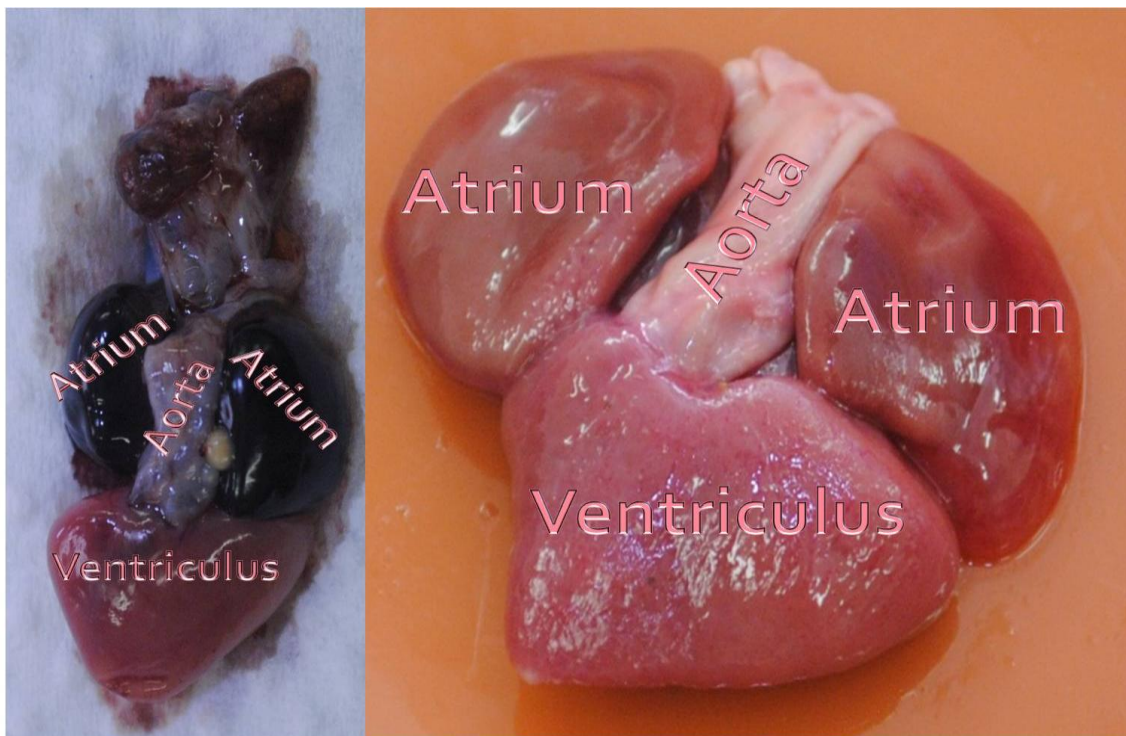


**Obr. 1:** Klinická elektrokardiografie – výuka studentů při monitoringu exotického zvířete v anestezii  
(Foto: Archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

## ZÁKLADY ANATOMIE A FYZIOLOGIE SRDCE EXOTICKÝCH ZVÍŘAT

### Plazi

Srdce plazů je třídílné, obsahující dvě síně a jednu společnou komoru (Obr. 2, 3, 4, 5). Vyvinutější srdce mají jen krokodýlové, u kterých mluvíme již o srdci čtyřdílném (interventrikulární septum je plně rozvinuté a aorty jsou propojeny blízko srdce přes *foramen Panizzae*). V plazím srdci se vyskytuje též velký *sinus venosus* a někteří autoři ho považují za čtvrtou část srdce, proto se někdy můžeme setkat i s čtyřdílnou klasifikací srdce plazů. *Sinus venosus* je první částí, která přijímá krev z tělního oběhu (Heatley, 2009). Otevírá se do pravé předsíně (O'Malley, 2005).

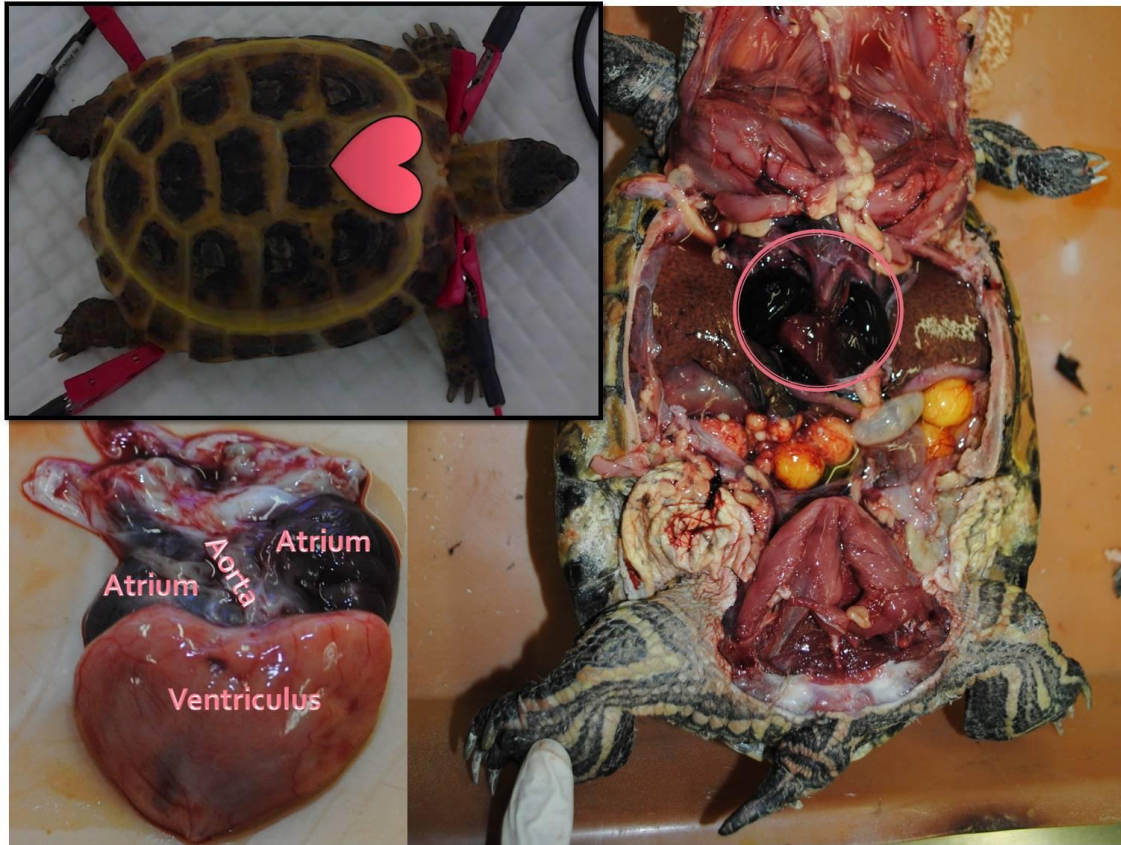


**Obr. 2:** Anatomie srdce plazů (*Pogona vitticeps*, *Iguana iguana*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

Komora v plazím srdci (mimo krokodýlů) je rozdělena do tří podkomor – *cavum venosum*, *cavum arteriosum*, *cavum pulmonale*, což činí z komory dokonalý systém, který brání mísení okysličené a odkysličené krve. *Cavum venosum* a *cavum arteriosum* leží dorsálně nad *cavum pulmonale*. *Cavum venosum* je od *cavum arteriosum* odděleno interventrikulárním septem a atrioventrikulárními chlopněmi. *Cavum pulmonale* je od *cavum venosum* odděleno pomocí muskulárního septa (Heatley, 2009).

V srdci plazů se vyskytuje několik chlopní. Sinoatriální chlopně jsou formovány z endokardu a oddělují *sinus venosus* od pravé síně. Atrioventrikulární chlopně se vyskytují mezi síněmi a komorou a pomáhají při separaci okysličené a odkysličené krve. V bázích aort se vyskytují bikuspidální chlopně a báze *truncus pulmonalis* má chlopně semilunární (Heatley, 2009).

Srdce plazů nemá jednotné schéma koronárních cév. Těchto je znatelně méně, než v srdci savců. Důvodem, proč je stále nutné, aby se mírně mísila okysličená a odkysličená krev je výživa srdečního svalu (Heatley, 2009).



Obr.

**3:** Topografická anatomie srdce u želv (*Testudo hermanni*, *Trachemys scripta elegans*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

Srdce plazů se nachází v perikardu, kde je fyziologicky o něco více perikardiální tekutiny, než u savců. Tekutina je u želv bohatá na ionty vápníku a hořčíku a jako alkalická látka může hrát i jistou roli v apnoických periodách (Heatley, 2009).



**Obr. 4:** Topografická anatomie srdce ještěřů (*Pogona vitticeps*, *Chamaeleo calytratus*, *Iguana iguana*, *Uromastyx acanthinura*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)



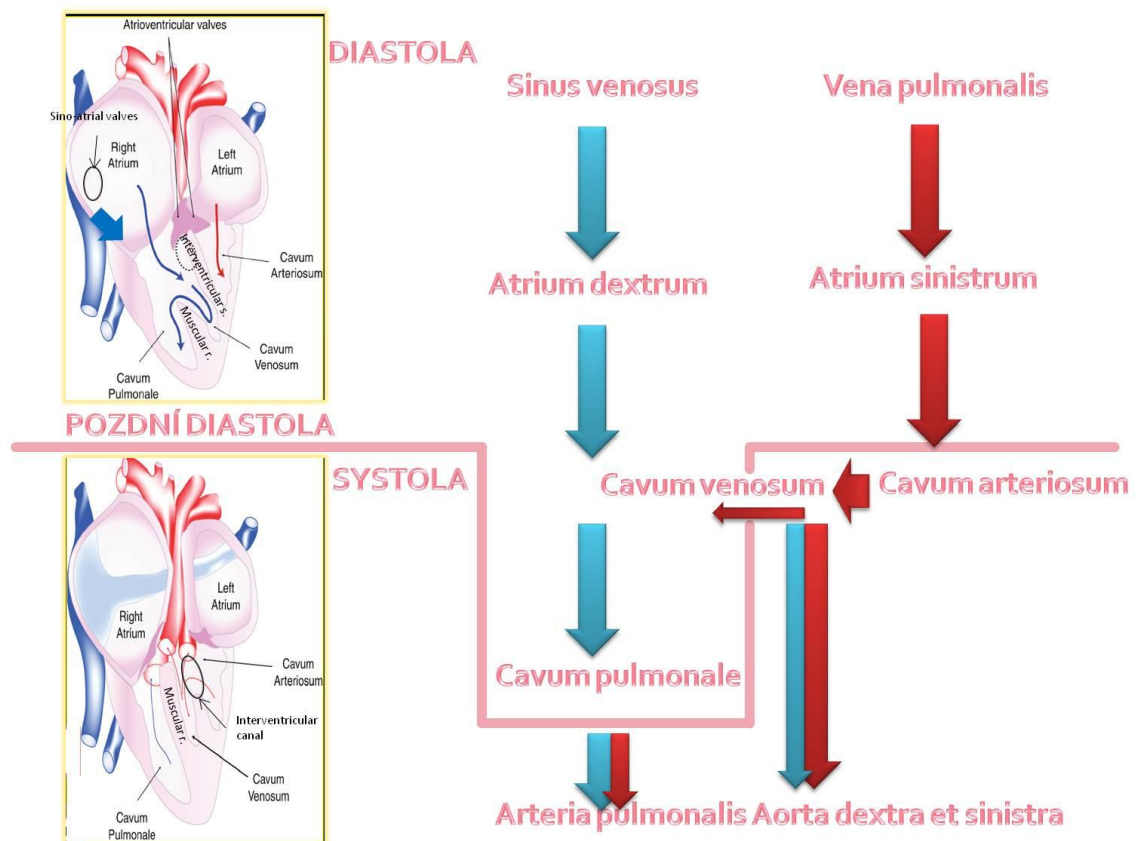
**Obr. 5:** Topografická anatomie srdce hadů (*Pantherophis spp.*, *Morelia viridis*, *Boiga dedrophila*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

*Gubernaculum cordis* je ligamentum, které připojuje kaudální část perikardu a apex komory k viscerálnímu peritoneu. Tato struktura chybí u hadů (proto je jejich srdce pohyblivější) a varanů (jejich srdce je spíše podobné na srdce krokodýlů).

Srdce plazů zastává 0,20 % - 0,32 % tělesné hmoty.

Fyziologie srdce je stejně jako anatomická struktura znatelně odlišná od savců. Plicní a systémový krevní oběh nejsou morfologicky separovány – stupeň jejich oddělení záleží na druhu a je ovlivněn stupněm vývoje muskulárního septa, sfinkterů, které kontrolují tok do plicních arterií a dalších struktur (Heatley, 2009).

Okysličená krev proudí do levé síně a do *cavum arteriosum*, zatímco odkysličená krev proudí z pravé síně do *cavum venosum* (Obr. 6). Když dojde k systole síní, atrioventrikulární chlopně zajistí tok odkysličené krve z *cavum venosum* do *cavum pulmonale* (při systole komory proudí krev z *cavum pulmonale* do pulmonární arterie). Poté se atrioventrikulární chlopně uzavřou a umožní, aby okysličená krev z *cavum arteriosum* proudila do *cavum venosum* a poté do aortálních oblouků. Muskulární septum přitom zabraňuje mixování krve mezi *cavum venosum* a *cavum pulmonale* (O'Malley, 2005).



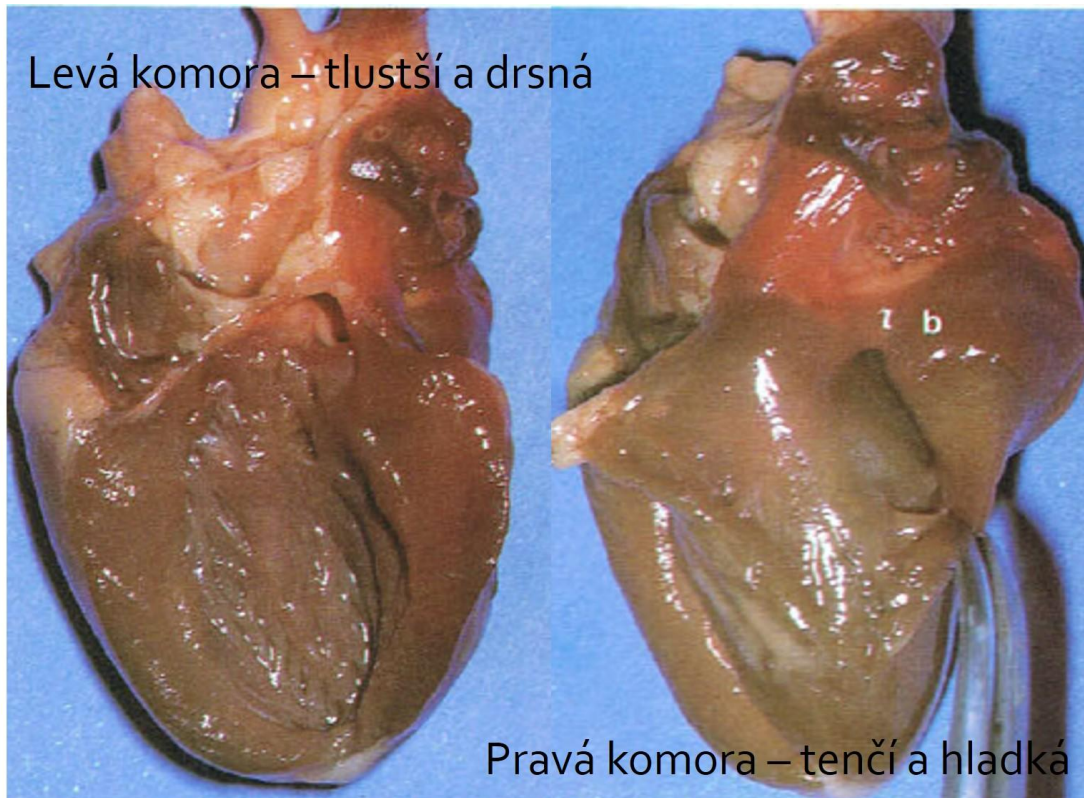
**Obr. 6:** Normální tok krve (Převzato z: Heatley, 2009 a Schilliger, 2006, úprava: A. Zemanová)

Další plazí specialitou v kardiovaskulárním systému jsou tzv. krevní shunty. Muskulární septum a atrioventrikulární chlopně mohou odvést krev mimo plicní oběh do tělního oběhu, což je mechanismus velmi užitečný při periodách apnei (potápění, polykání velké kořisti). Tomuto shuntu říkáme pravo-levý. To, že krev vedeme do tělního oběhu a ne do plic nám zajistí, že ztratíme méně kyslíku z cirkulace a krevní tlak se nesníží při toku přes kapiláry v plicích (O'Malley, 2005). Druhým typem je ale také levo-pravý shunt, který vrací krev zpět

do plic, když to fyziologické podmínky umožňují. Během normální odpočinkové ventilace plaza nebo během anestezie (blokuje cholinergní konstrikci pulmonárních arterií) má krev sklon vytvářet levo-pravý shunt (Heatley, 2009). Normálně plíce tvoří minimální odpor pro tok krve, ale během apnei se objeví vasokonstrikce v pulmonárních arteriích, která zvýší odpor plic a krev je poté shuntována do systémového oběhu (O'Malley, 2005).

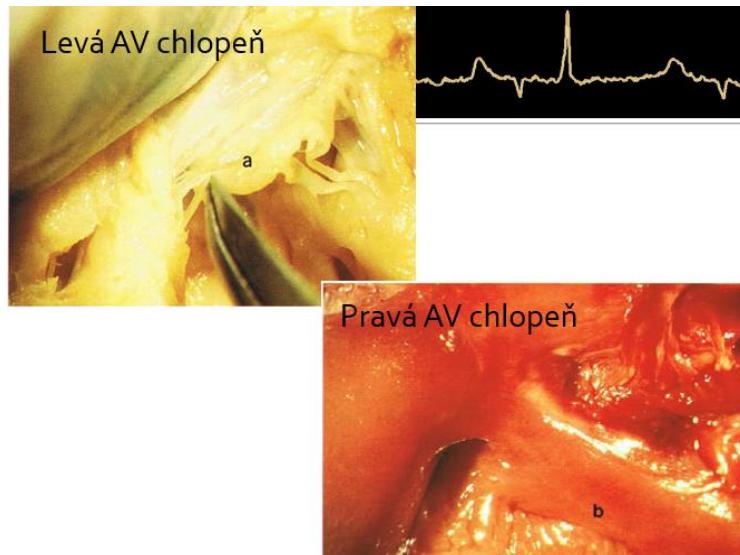
## Ptáci

Srdce ptáků je na rozdíl od plazů již čtyřdílné (Obr. 7) a leží v kranioventrální části dutiny tělní, mírně na pravé straně a blízko ke sternu. Srdce je obklopeno převážně jaterními laloky (výrazněji, než plicemi, jako je to u savců; O'Malley, 2005).



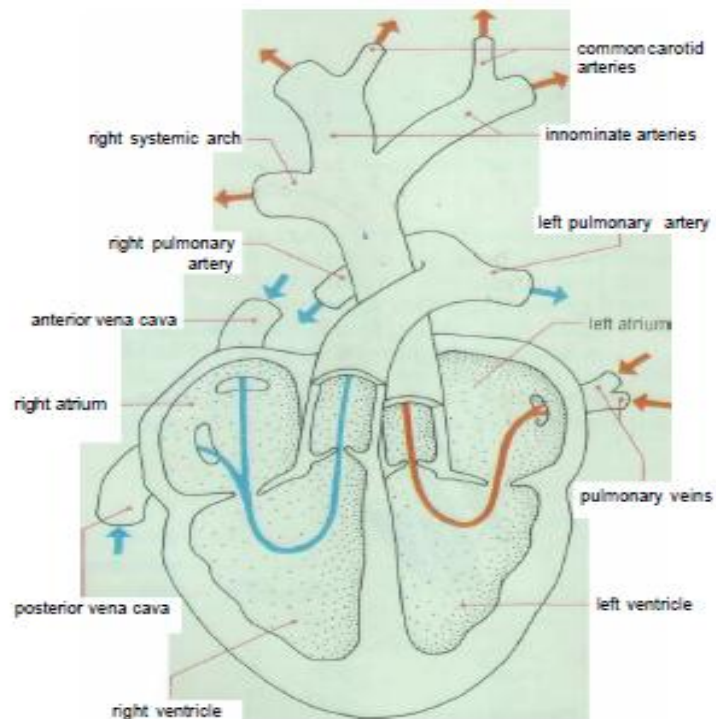
**Obr. 7:** Srdce ptáků (převzato z: McLelland, 1990; úprava: A. Zemanová)

Aorta ascendens míří doprava (na rozdíl od plazů, kde se vyskytují dva aortální oblouky, u ptáků máme již pouze jeden). Unikátem v srdci ptáků je pravá atrioventrikulární chlopeň (Obr. 8), protože nemá *chordae tendinae* a je tvořena tenkým cípem myokardu. Levá atrioventrikulární chlopeň je trikuspidální (O'Malley, 2005).



**Obr. 8:** Ve srovnání se savci se atrioventrikulární chlopně odlišují (převzato z: McLelland, 1990; úprava: A. Zemanová)

Pravá strana srdce ptáků přijímá odkysličenou krev ze tkání a pumpuje jí do plicního oběhu, zatímco levá strana srdce přijímá okysličenou krev z plic a tu pumpuje do tkání (Obr. 9).



**Obr. 9:** Fyziologie srdce ptáků (převzato z: Gilland a kol., 1982; úprava: A. Zemanová)

Ventrikulární depolarizace je na rozdíl od klasického modelu u savců spíše difuzní (způsobuje negativní QRS vlny na EKG). Ptáci mají sedmkrát vyšší srdeční výdej, než člověk. Srdeční frekvence se podle druhu a vnějších vlivů pohybuje v rozmezí 150 – 350/min (O'Malley, 2005).



## Drobní savci













Srdce savců je stejně jako to ptačí čtyřdílné. Anatomie se významně neodlišuje od anatomie srdce psa a kočky. Určitým rozdílem je *truncus pulmonalis* u králíků, který je tlustší a svalovitější, zatímco u potkana je naopak nejtenčí a *vena pulmonalis* nejtlustší. Tento jev je u potkanů způsoben i tím, že srdeční svalovina pokračuje dále do tkáně plic, což tvoří velké nebezpečí při zasažení infekcí. Stejný mechanismus se objevuje i u křečků.

Převodní systém srdce je vyvinut podobně jako ten, co známe od psa a kočky. U králíků je ovšem znatelně jednodušší.

Další zajímavostí je, že potkani a křečci mají dvě kranální *venae cavae*. Pravá plní pravou síň a levá se spojí s *vena azygos* a kaudální *vena cava* a poté vstoupí do pravé síně.

Drobní savci mají obvykle znatelně rychlejší metabolismus, než psi, kočky a hospodářská zvířata. Jako příklad můžeme uvést třeba srdeční frekvenci králíka: 180 – 250, křečka: 250 – 500 nebo fretky: 200 – 400 (O'Malley, 2005).

### KLÍČOVÉ BODY – ANATOMIE A FYZIOLOGIE KVS

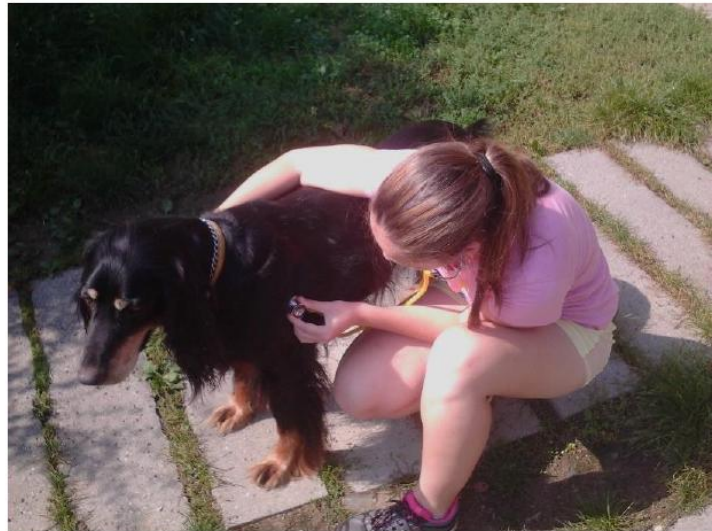
-  PLAZI Komora dělená na tři podkomory – okysličená a odkysličená krev se mísí minimálně (nutné ovšem pro výživu myokardu kyslíkem)
-  PLAZI Renální portální systém
-  PLAZI Velká abdominální céva leží mediálně u ještěrů – vyhnout se jí při celiotomii!
-  PLAZI Anestezii mohou komplikovat krevní shunt
-  PTÁCI Srdce je větší ve srovnání k velikosti těla, než u savců
-  PTÁCI Aortální oblouk míří do PRAVA
-  PTÁCI *Truncus brachiocephalicus* je masivní → podporuje hrudní arterie při letu
-  PTÁCI Renální portální oběh
-  PTÁCI Vyšší krevní tlak znamená zvýšenou tendenci ke krvácivosti (ptáci jsou překvapivě tolerantní ke krevním ztrátám)
-  SAVCI Králíci K infuzní terapii by měla být použita marginální ušní žíla, nikoliv dobře viditelná centrální arterie
-  SAVCI Potkani Srdeční svalovina proniká až do plic, což nám komplikuje průběh infekcí
-  SAVCI Morčata Auskultace může být poslechově standardní nebo můžeme slyšet i čtyři doby odpovídající i atriální kontrakci

## MOŽNOSTI DIAGNOSTIKY ONEMOCNĚNÍ KVS EXOTICKÝCH ZVÍŘAT

### Auskultace

Auskultace (poslech, Obr. 10) je vyšetřovací metoda, kterou se hodnotí zvuky vznikající při proudění tekutiny nebo vzduchu v předem vytvořených cestách (100 – 300 Hz). Rozlišujeme dva druhy auskultace:

- Přímá = přiložení ucha na vyšetřované místo
- Nepřímá = pomocí fonendoskopu (*puncta optima*)

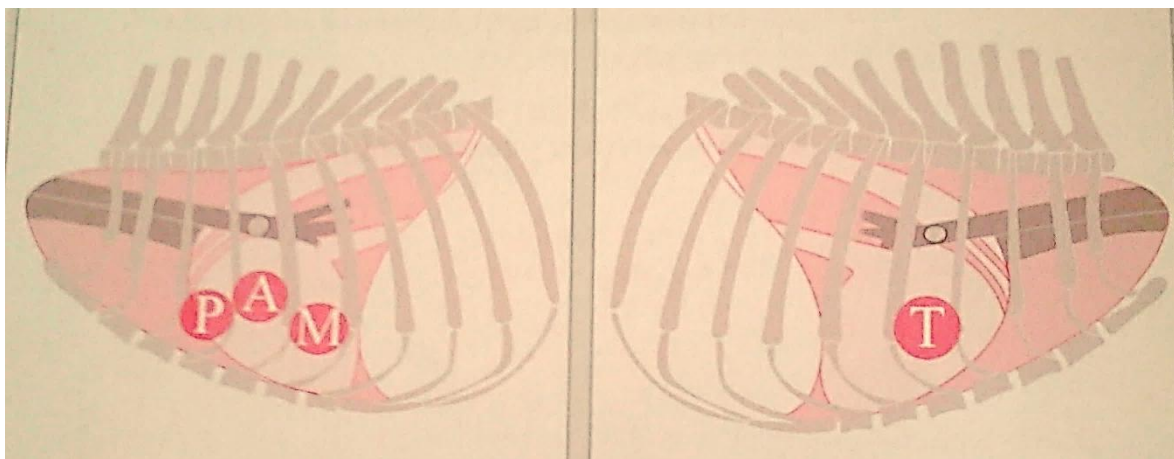


**Obr. 10:** Fonendoskop a metoda nepřímé auskultace fonendoskopem (Foto: P. Zapletal, A. Zemanová, úprava: A. Zemanová)

Srdeční ozvy (<0,1 s) vznikají uzavíráním srdečních chlopní (Obr. 11), činností srdeční svaloviny a prouděním krve při změnách jeho rychlostí. Podle mechanismu dělíme ozvy na uzavírací (1. a 2. ozva) a plnicí (3. a 4. ozva).

1. **První ozva** – delší, vzniká při kontrakci komorového myokardu kolem nestlačitelné krve a s tím souvisejícím uzavřením cípatých chlopní.
2. **Druhá ozva** – kratší a ostřejší, je odezvou na uzavěr poloměsíčitých chlopní aorty a plicnice.
3. **Třetí ozva** - vzniká ve fázi rychlého plnění komor, tedy na začátku diastoly.
4. **Čtvrtá ozva** - vzniká při doplnění komory na konci diastoly síňovou kontrakcí.

Šelesty jsou zvuky, které vznikají změnou viskozity krve, zvýšením rychlosti proudění krve kolem překážek, při zmenšení cévního lumen nebo návratem krve přes poškozené chlopně (více než 0,1 s).



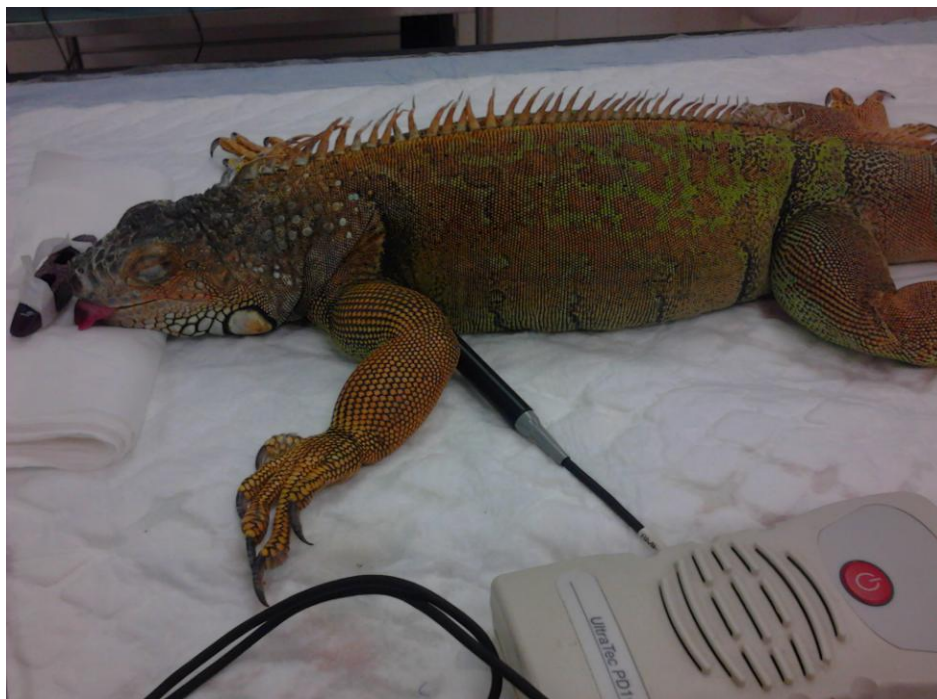
**Obr. 11:** *Puncta optima* u psa (převzato z Schrey, 2010, úprava: A. Zemanová)

## Plazi

Srdeční ozvy u plazů mají velmi nízkou amplitudu, a proto nemohou být poslouchány standardním stetoskopem. Tento problém můžeme u některých druhů vyřešit použitím citlivého ultraskopu, který umožní diagnostiku srdečních šelestů. I tak je auskultace využitelná jen u větších druhů hadů a u ještěřů, kde srdce není ukryto v pektorálním pletenci, jako jsou varani.

U plazů lze všeobecně spíše doporučit použití Dopplerovské sondy. Ta může být použita u všech druhů včetně malých plazů. Zvuk, který následně posloucháme, reprezentuje systolický tok krve, který umožní klinikovi vyhodnotit srdeční frekvenci a rytmus (Schilliger, 2012).

U ještěřů umístíme Dopplerovskou sondu optimálně do levé axilární prohlubně (Obr. 12).



**Obr. 12:** Umístění Dopplerovské sondy u ještěřa (*Iguana iguana*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

U želv umísťujeme Dopplerovskú sondu po straně krku vľavo (Obr. 13).



**Obr. 13:** Umístění Dopplerovské sondy u želvy (*Testudo spp.*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

U hadů umísťujeme Dopplerovskú sondu z ventrální strany (Obr. 14), případně z laterálního přístupu. Srdce hledáme v kraniální první třetině těla tak, že si hada otočíme na záda a sledujeme mírné nadzvedávání břišních šupin. U některých hadů je pohyb obtížně pozorovatelný, proto srdce hledáme přímo přiložením Dopplerovské sondy.



**Obr. 14:** Umístění Dopplerovské sondy u hada (*Morelia viridis.*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

U krokodýlů se Dopplerovská sonda používá zřídka. Optimální je umístění z ventrální strany, případně z levé axilární prohlubně.

## Ptáci

Auskultace se u ptáků příliš nevyužívá, vzhledem k náročnosti provedení tohoto vyšetření a jeho následné interpretaci (Pees a Krautwald-Juhghanns, 2008). Pokud používáme Dopplerovskou sondu, umístíme jí nad radiální karpální kost nebo tibiotarsální kost, abychom detekovali arteriální krevní tok. I toto vyšetření má ale omezení, především na anestezii, ve které je pak ovšem spolehlivější monitoring pomocí EKG.

## Drobní savci

U drobných savců je metoda auskultace znatelně podstatnější při diagnóze srdečních onemocnění, než tomu bylo u ptáků a plazů (Obr. 15).

Pro drobné savce je optimální použití pediatrického stetoskopu, který nám zajistí lepší přístup k auskultačnímu poli.

Srdce fretek je posloucháno mezi šestým a osmým žebrem, což je o dost kaudálněji, než u psa a kočky. Fretky mohou mít zvýrazněnou sinusovou respirační arytmií, která způsobí dramatické zpomalení srdeční frekvence nebo sinusové pauzy během auskultace.

U králíků je při auskultaci důležité systematicky poslouchat různá místa thoraxu, abychom lokalizovali případné šelesty nebo arytmiie, případně auskultační abnormality plicního pole (Petrie a Morrisei., 2012). U zjevně zdravých činčil se objevují šelesty během standardního klinického vyšetření (Heatley, 2009).



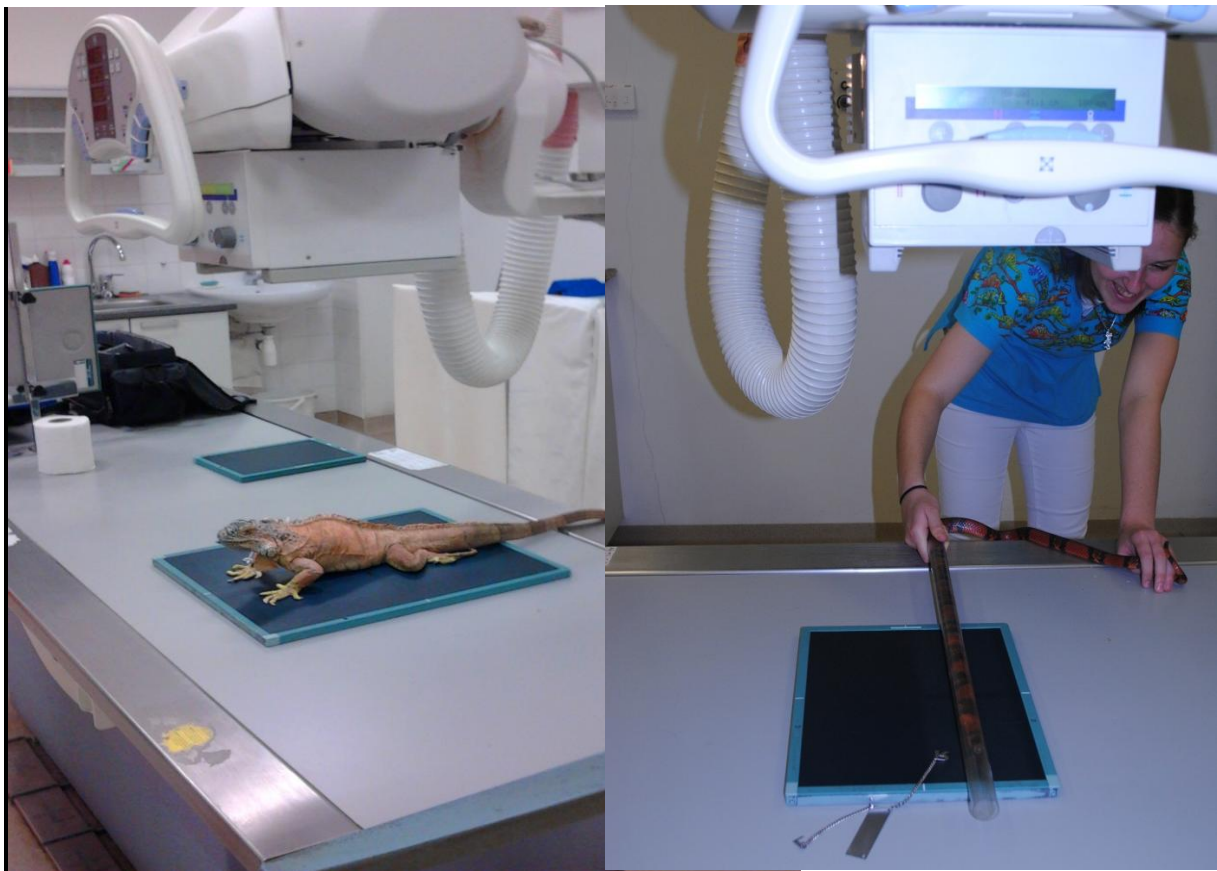
**Obr. 15:** Auskultace u exotického savce - lenochoda (*Choloepus didactylus*; Foto a úprava: A. Zemanová)

## Rentgenografie

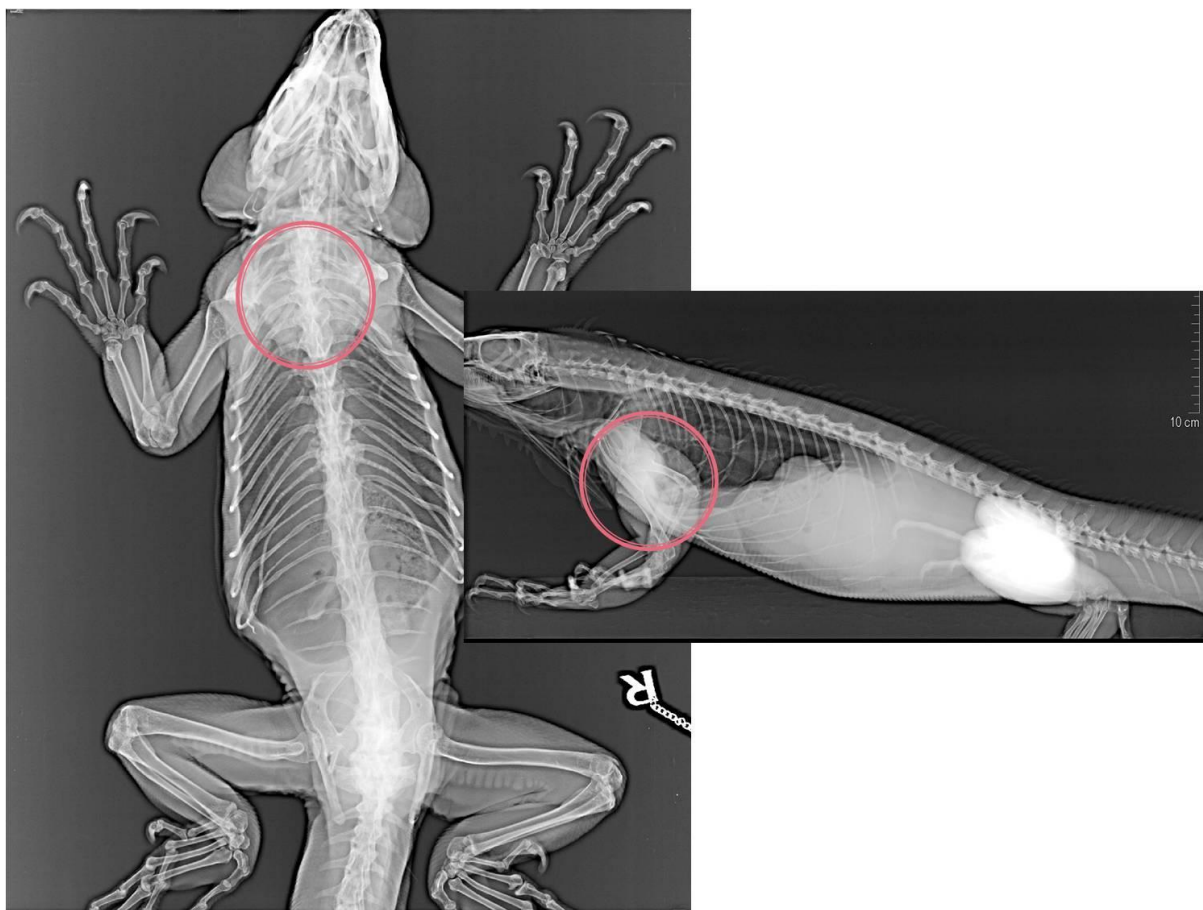
### Plazi

Radiografie může být zřídka použita pro hodnocení plazího srdce, především kvůli malým rozdílům kontrastů tkání a anatomické pozici orgánů (Obr. 16). U ještěřů nám srdce překrývají kosti pektorálního pletence (Obr. 17), u chelonií nám bariéru tvoří karapax.

Nicméně radiografii můžeme použít pro hodnocení srdce u hadů a varanů, protože u těchto druhů nám srdce nepřekrývá radioopaktní tkáň. Obvykle jsme ale schopni diagnostikovat maximálně kardiomegalii, protože nám chybí parametry fyziologických pacientů. Vždy bychom pro hodnocení rentgenogramu u plazů měli použít dvě projekce – latero-laterální a dorzo-ventrální. Další problém, který můžeme pozorovat na rentgenogramech je mineralizace některých cév, která vzniká následkem hypervitaminozy D nebo metabolickými poruchami (Schilliger, 2012).



**Obr. 16:** Provedení rentgenografie u plazů (*Iguana iguana*, *Lampropeltis triangulum*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)



**Obr. 17:** Rentgenogram srdce plaza – vidíme, že stav srdce je velmi obtížně hodnotitelné (*Iguana iguana*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

## Ptáci

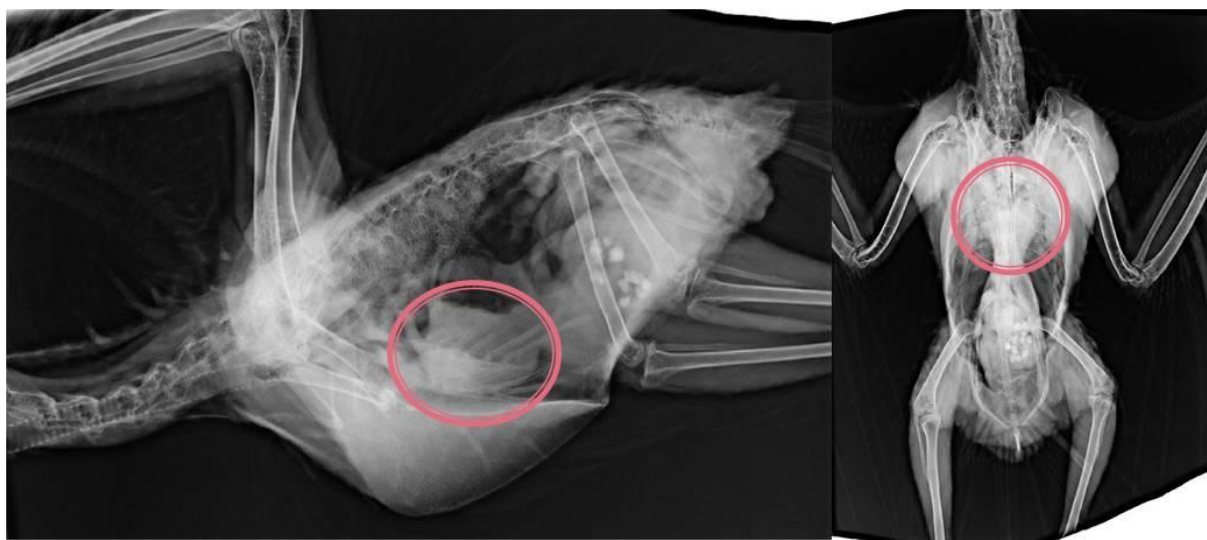
U ptáků má radiografie při určování kardionemocnění větší význam, než u plazů. Pozice, velikost, tvar a radiodenzita nám může napovědět, zda se nějaký problém vyskytuje, případně poté provádět důkladnější diagnostiku.

Alterace tvaru srdce jsou obvykle pozorovány ve formě zvětšení srdeční siluety, což může mít různé příčiny, jako je hypertrofie, dilatace, perikardiální efuze, aneurysma, zánět nebo neoplazie. Odlišení těchto etiologií radiograficky je velmi nesnadné. Pokud vidíme perikardiální efuzi, obvykle má srdeční stín nepravidelný tvar.

Zvýšená radiodenzita velkých srdečních cév může naznačovat aterosklerosu.

Měření srdečních parametrů je limitováno nedostatečným množstvím fyziologických dat (Pees a Krautwald-Juhghanns, 2008).

Srdce je na V-D projekci situováno mezi druhým a pátým až šestým žebrem. Apex leží blízko sternu v radiografickém stínu jater, což lehce znesnadňuje měření srdce (Obr. 18; Krautwald-Juhghanns a kol., 2011).



**Obr. 18:** Rentgenové snímky srdce u papouška kakadu (*Cacatua spp.* Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

### Drobní savci

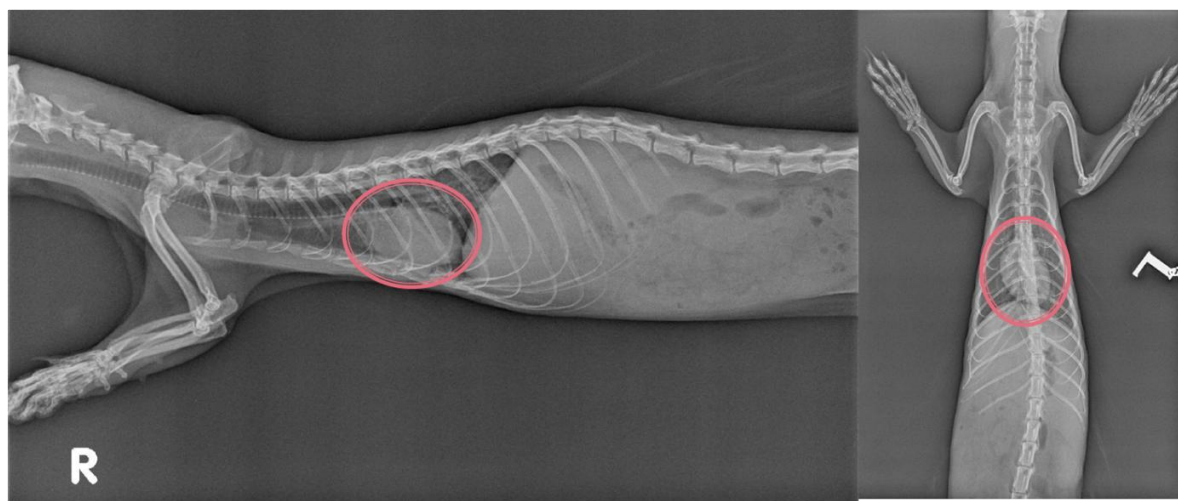
Standardní radiografie je nepostradatelnou metodou při hodnocení srdce u drobných savců. Interpretace je obdobná jako při onemocnění srdce u psa a kočky.

Indikace k rentgenologii srdce je při dyspnoei nebo kašli. Následně můžeme stanovit diagnostický protokol a léčbu zjištěného onemocnění.

Na dobrém snímku vidíme čistě kontury srdce a jeho tvar. Aorta a kaudální *vena cava* mohou být v laterální projekci zastíněny (Obr. 19). Radiografie musí být nastavená na relativně vysokou voltáž a nízký čas expozice (pod 0,02 s).

Snímky hrudníku by měly být pořizovány při plné inspiraci, což je ale velmi náročné v případě malých savců, jejichž dechová frekvence je velmi vysoká.

Především u fretek je velmi cennou součástí radiologického vyšetření i měření srdečních parametrů, které se nazývá VHS – vertebral heart score (Krautwald-Junghanns a kol., 2011).



**Obr. 19:** Rentgenové snímky srdce u fretky (*Mustela putorius*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)



## Echokardiografie

### Plazi

Menší plazi (hadi, většina ještěřů, malé želvy) vyžadují užití 10 nebo 15 MHz transduceru, zatímco 5 – 8 MHz transducer je využíván pro střední až velké pacienty. Pro velké krokodýly, želvy nebo varany použijeme 3,5 MHz sondy. Obvykle používáme lineární sondu. U chelonii je lepší použít bikonvexní sektorový scanner, protože máme úzké akustické okno.

U ještěřů, kteří mají srdce ukryto v pectorálním pletenci, je ultrasonografické okénko kranio-kaudální (Obr. 20) – sonda musí být umístěna před a pod kostěný pletenec. U varanů a teju použijeme klasický ventrální přístup.



**Obr. 20:** Provedení echokardiografie u plazů (*Iguana iguana*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

U želv získáme přístup k srdci umístěním sondy do axilo-cervikální prohlubně.

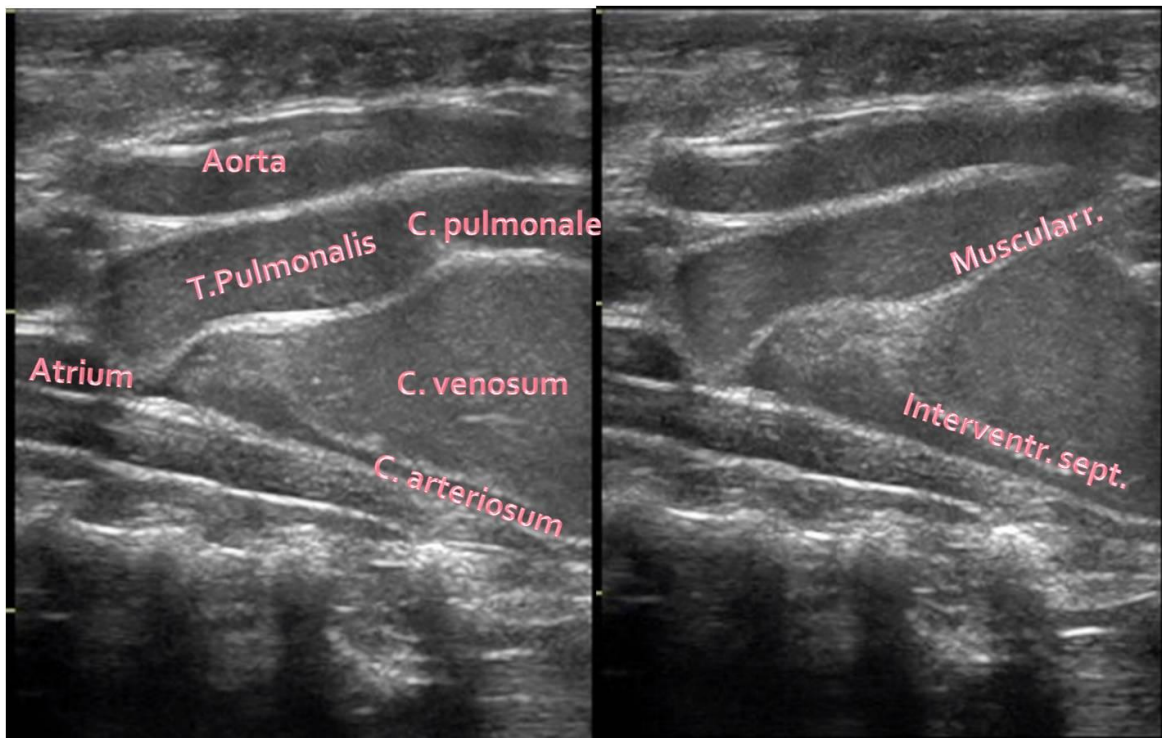
U krokodýlů provádíme echokardiografické vyšetření především v nižším věku, kdy jsou vlny schopny penetrovat ventrální štítky.

U hadů si nalezneme pozici srdce stejným způsobem, jako při auskultaci (viz výše). Následně můžeme srdce sledovat z laterálního nebo ventrálního přístupu. Ventrální přístup nám umožňuje vyšetřit *sinus venosus*, atrioventrikulární spojení a tři arteriální kmeny. Laterálně můžeme zvolit levý nebo pravý interkostální přístup, čímž získáme možnost vyšetřit laterální pohled na tři arteriální kmeny a obě atria, která pokračují do komory (Obr. 21, 22; Schilliger, 2012).

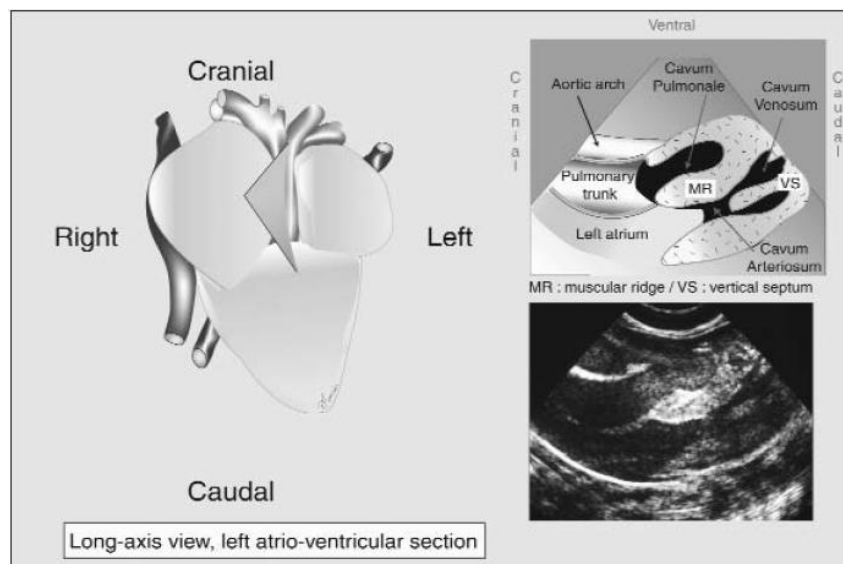
Když hodnotíme srdce, musíme vzít v potaz, že stěna komory je velmi tlustá a neměla by být považována za hypertrofii. Funkční separace plicního a systémového oběhu krve v komoře může být vizualizována za použití barevného Dopplerovského zobrazení. Malé množství tekutiny v perikardu je obvykle prezentováno jako normální nález.

Ultrasonograficky jsme schopni diagnostikovat tumory, kardiomegalii, abnormality v kontraktilitě a akumulaci tekutiny v perikardu. K hodnocení průtoku krve je zatím dostupné pouze malé množství dat. Také můžeme identifikovat cévní zúžení a změny ve stěnách cév.

Ultrasonografické zobrazení srdce je také použitelné pro odběr krve, administraci tekutin nebo medikaci při kritických stavech či euthanasii, může být použito i při monitoringu anestezie (Krautwald-Junghanns a kol., 2011).



**Obr. 21:** Long-axis, atrioventrikulární sekce srdce krajty tmavé (*Python morelius bivittatus*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)



**Obr. 22:** Literární srovnání echokardiografického zobrazení srdce z předchozího Obr. 21 (Převzato z: Schilliger, 2006, úprava: A. Zemanová)

## Ptáci

U většiny ptáků je jediná možnost, odkud uvidíme srdce, míso situované kaudálně od sterna. U holubů a kuřat můžeme dále použít parasternální přístup. Dopplerovská echokardiografie

byla již studována u ptáků. Můžeme měřit průtok krve v místě atrioventrikulárního otevření a vstupu aorty (Krautwald-Junghanns a kol., 2011).

Přístroj pro měření echokardiografie u ptáků by měl mít minimálně tyto parametry: minimálně 100 obrazů/sekunda, Dopplerovskou funkci, minimálně 7,5 MHz frekvenci.

Ideálně by mělo být vyšetření provedeno po hladovce, aby nedocházelo k rušení gastrointestinálním traktem předsunutým před sondu. Pro vyšetření by měl být pták držen ve vztyčené pozici, abychom minimalizovali stres a jeho vliv na kardiovaskulární systém (Harrison a Lightfoot, 2006).

### Drobní savci

Echokardiografie u drobných savců je v dnešní době velmi důležitou součástí každého klinického vyšetření. Výsledky bychom vždy měli ale hodnotit jako celkové vyšetření kardiovaskulárního systému – spolu s auskultací, EKG a radiografickým nálezem. Obrázky získáváme za využití nižších frekvencí. Jedinou možností pro správné provedení je umístění transduceru do úzkých interkostálních prostor. Dále používáme pravý parasternální, levý apikální a levý parasternální přístup. U většiny druhů použijeme lineární sondu. Pouze více než 60 Hz (lépe 100 Hz) je možné použít pro evaluaci a měření srdečních struktur při 2D echokardiografii.

Společně s echokardiografií by mělo být provedeno EKG, abychom definovali jednotlivé fáze činnosti srdce. Toto je ovšem obvykle možné pouze u zvířat v anestezii, nikoliv u zvířat, která se při vyšetření pohybují (Obr. 23).

Pozice zvířete pro vyšetření by měla být laterální na stole nebo sedící na ruce examinátora. Můžeme zkusit nabízet pamlsky, abychom zvýšili spolupráci pacienta. Pro přesnost vyšetření je někdy lepší zvíře uspat, především chceme-li diagnostikovat kongenitální srdeční anomálie, ventrikulární septální defekty, atriální septální defekty... (Krautwald-Junghanns a kol., 2011).



**Obr. 23:** Provedení echokardiografie u exotických savců s kontrolou elektrokardiografií (*Choloepus didactylus*; Foto: archiv Zoo Olomouc, úprava: A. Zemanová)

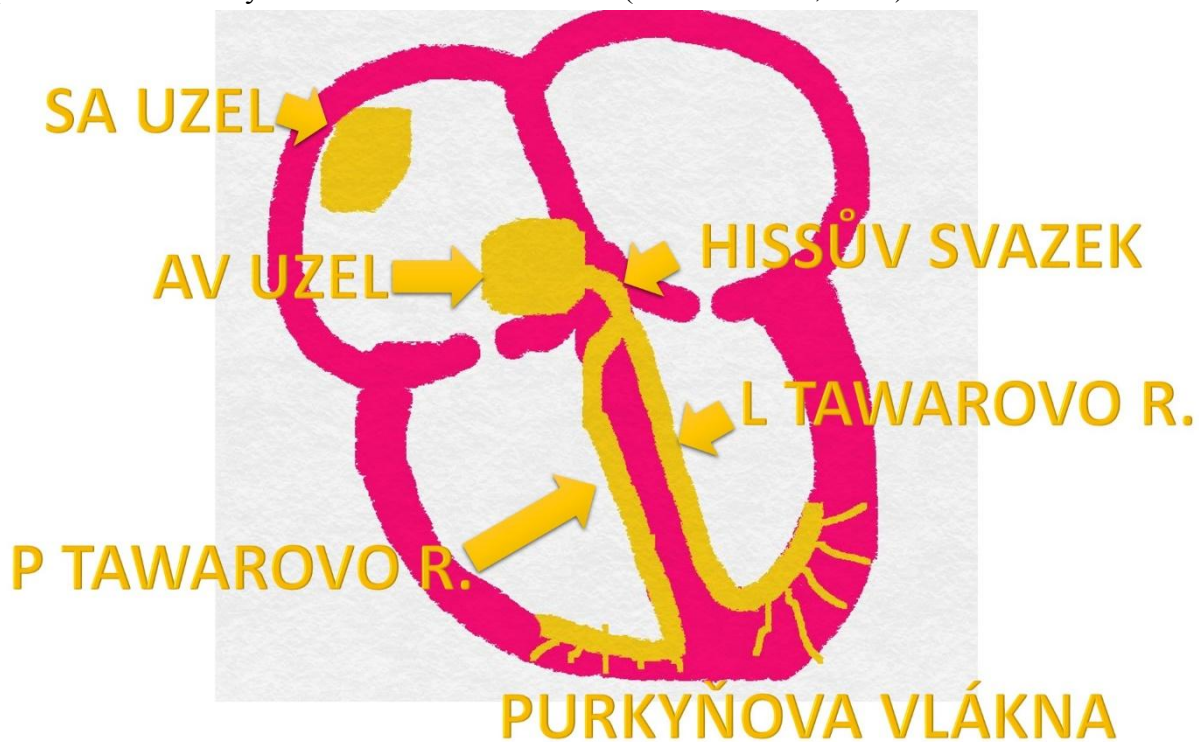
## Elektrokardiografie

Převodní systém srdce je jedním z typů srdeční tkáně (druhým typem je pracovní myokard). Je tvořen pacemakerovými buňkami a speciální svalovinou, která má méně myofibril, více cytoplasmy, více glykogenu. Jeho funkcí je generování vzruchů a jejich rychlé vedení. **POZOR** - Velikost stahu nezávisí na síle podnětu!

Části převodního systému (Obr. 24):

- **Uzel sinuátriální/sinusový (SAN)** – primární centrum automacie, vytváří sinusový rytmus, vzruch se z něj šíří všemi směry
- **Uzel atrioventrikulární (AVN)** – sekundární centrum automacie, vytváří nodální rytmus
- **Hissův svazek (HS)** – spolu s AVN tvoří AV junkci – nejzranitelnější místo
- **Raménkový systém (Tawarova raménka, TR)** – levé a pravé, terciární centrum automacie, tvoří idioventrikulární rytmus
- **Purkyňova vlákna (PV)** – přímo napojena na buňky pracovního myokardu

Síně jsou od komor izolovány fibrózní tkání – proto nám jde vzruch v síních všemi směry, ale v komorách již po přesně určených drahách (u savců). AV uzel generuje vzruch pomaleji, protože nechceme systolu síní a komor současně (Doubek a kol., 2014).



**Obr. 24:** Převodní systém srdce, autor: A. Zemanová (vytvořeno v programu FreshPaint podle sborník [www.vnuf.cz](http://www.vnuf.cz)).

EKG informuje o:

- Srdečním rytmu (sinusový, junkční, komorový)
- Srdeční akci (pravidelná, nepravidelná)
- Srdeční frekvenci (brady, normo, tachykardie)
- Arytmiích

EKG neinformuje o:

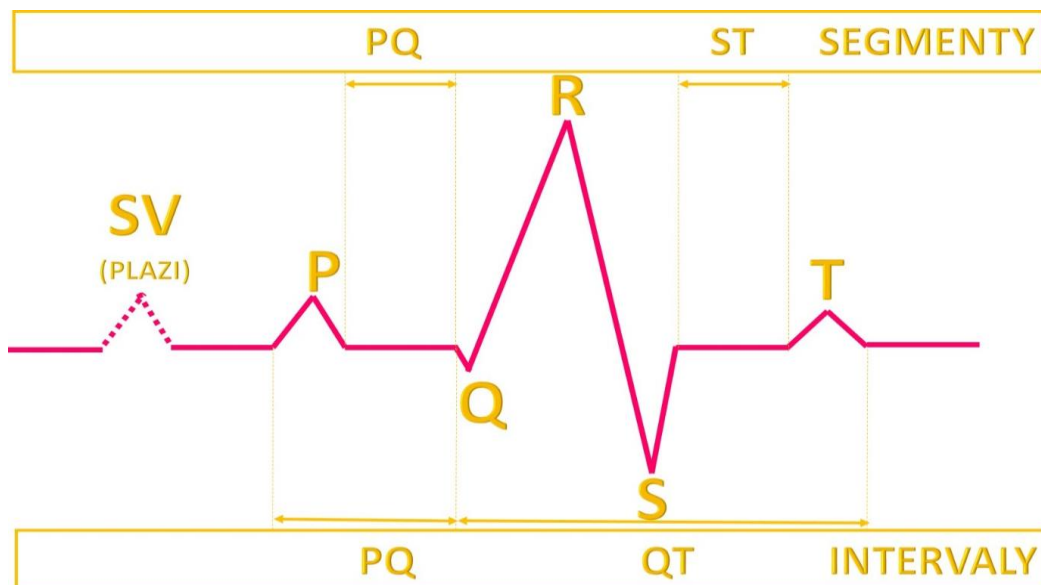
- Kontraktilitě
- Tepovém objemu
- Šelestech

Fyziologické EKG:

- Má normální vlnu P
- Každá vlna P je následovaná komplexem QRS
- Každému komplexu QRS předchází vlna P
- Komplex QRS je štíhlý
- Vzdálenosti RR jsou shodné
- Délky segmentů/intervalů a amplitudy vln odpovídají referenčnímu rozmezí pro daný druh

Průběh křivky (Obr. 25) odpovídá elektrické aktivitě srdce, tedy činnosti převodního systému srdce a potažmo také mechanické práci srdce. Segmenty jsou pouze části EKG křivky, kde je izoelektická linie. Intervaly na křivce EKG jsou myšleny včetně píků (Matalová a kol., 2013).

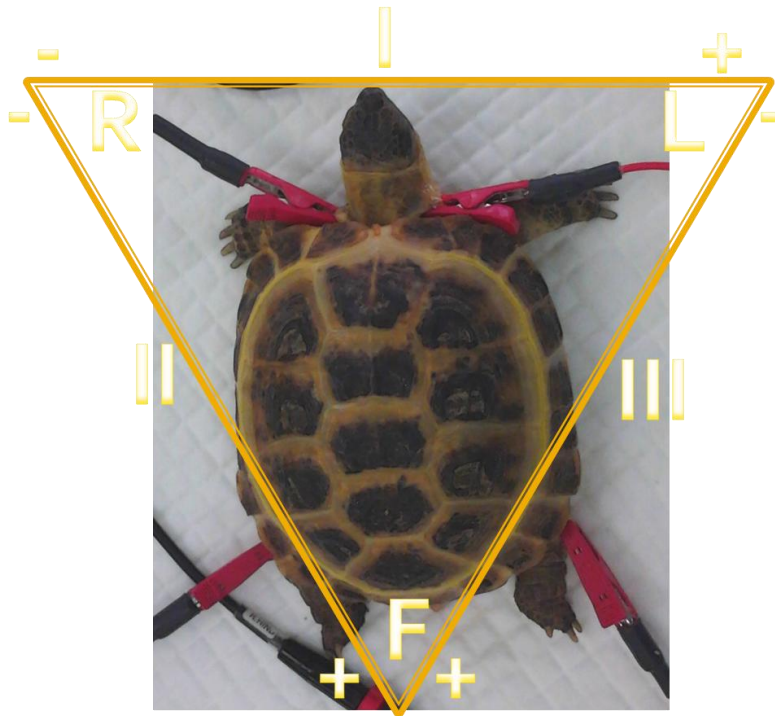
- Vlna P – depolarizace síní
- Vlna T – repolarizace komor
- PQ interval – P vlna + PQ segment – doba šíření vzruchu z SAN do komor
- QRS komplex – depolarizace komor
  - Kmit Q – depolarizace mezikomorové přepážky a papilárních svalů
  - Kmit R – postup vzruchové vlny napříč stěnou komor
  - Kmit S – aktivace myokardu při báze levé komory
- Pozn. U plazů pozorujeme ještě kmit SV, který odpovídá depolarizaci *sinus venosus* a *vena cava posterior*
- ST segment – fáze plató
- QT interval – QRS + T vlna, depolarizace + repolarizace komor



**Obr. 25:** EKG křivka a její popis – autor: A. Zemanová (vytvořeno v programu PowerPoint podle Matalová a kol., 2013)

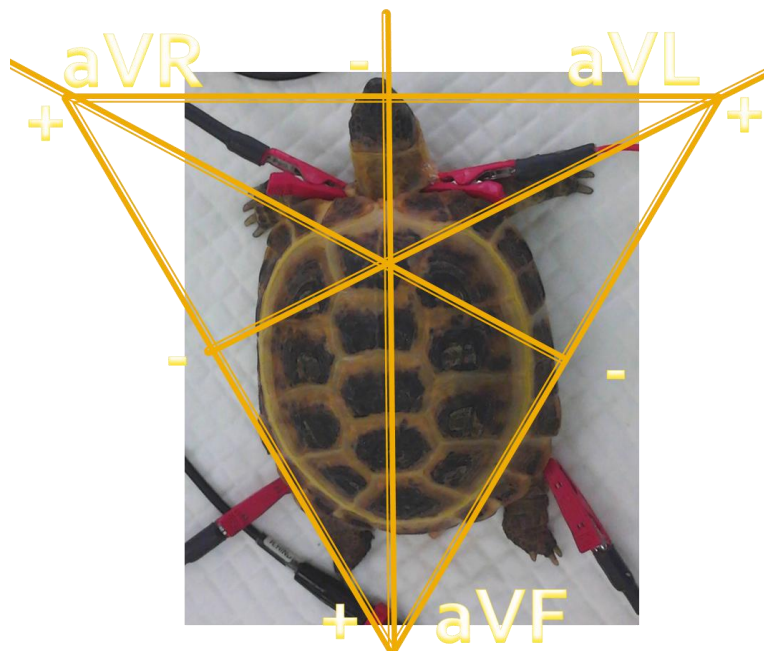
## Končetinové svody

**Bipolární** (Obr. 26) podle Einthovena – přístroj srovnává elektrodové potenciály dvou elektrod a zaznamenává rozdíl potenciálů mezi pravou a levou končetinou.



**Obr. 26:** Zapojení svodů podle Einthovena (Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

**Unipolární** (Obr. 27) podle Goldbergera – každý součet dvou svodů je měřen proti třetímu, přitom je každá třetí končetina podle definice zapojena pozitivně.



**Obr. 27:** Zapojení svodů podle Goldbergera (Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

## Plazi

Při hodnocení EKG u plazů jsme limitováni malým množstvím dostupné literatury. EKG je významné pro odhalení zdravotních chorob a pro monitorování stavu pacienta v průběhu anestezie.

Klasickými parametry, které u plazů posuzujeme, jsou:

- Srdeční frekvence
- Rytmus
- Intervaly a komplexy
- Amplitudy a směr hlavní elektrické osy

Určitým řešením při nutnosti srovnání a diagnostiky EKG je provést kontrolní EKG u zdravého jedince. Srdeční kontrakce začíná v pravé předsíni v oblasti *sinus venosus* a konečného úseku *vena cava posterior*.

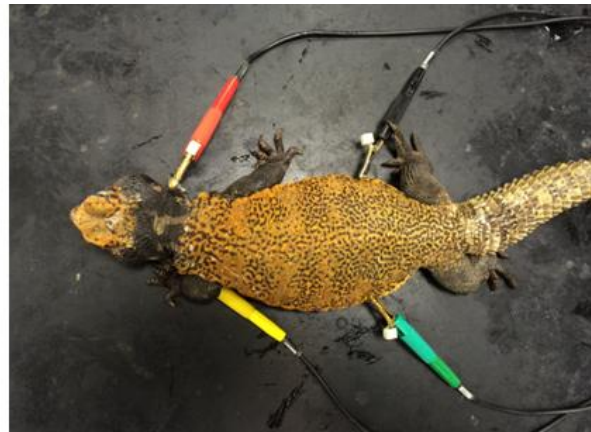
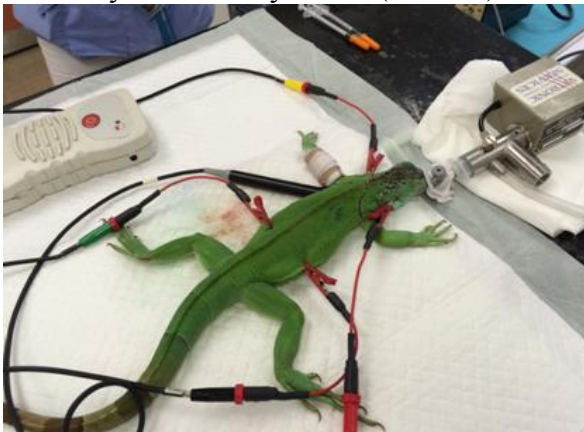
U plazů odlišujeme komplexy P, QRS, T.

- P vlna – depolarizace předsíni
- QRS komplex – depolarizace komory
- T vlna – repolarizace komory

Amplituda je všeobecně velmi nízká – pod 1 mV.

Hodnocení je komplikováno rušivým pozadím na EKG v důsledku činnosti kosterní svaloviny (Schilliger, 2012, Stanford, 2013).

U ještěřů umístíme končetinové svody na krk a laterálně v místě, kde se při ohybu pánevní končetiny koleno dotýká těla (Obr. 28).



**Obr. 28:** Zapojení svodů u ještěřů (*Iguana iguana*, *Uromastyx acanthinura*, Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

U želv umístíme končetinové svody na krk nebo proximálně na hrudní končetinu a na předkolenní řasu, případně distálněji na pánevní končetinu (Obr. 29). U želv velmi záleží na spolupráci pacienta a druhu želvy, dle toho vždy hodnotíme, kam svody připevníme.



**Obr. 29:** Zapojení svodů u želvy (*Trachemys scripta elegans*, *Testudo hermanni*, Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

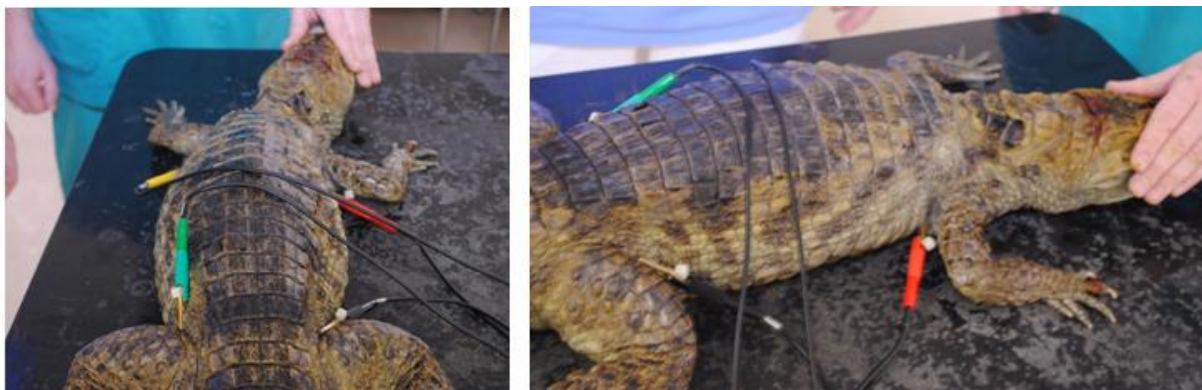
U hadů umístíme svody z pravé strany (červený, černý) na dvě délky srdce kranálně od srdce na pravou stranu (Obr. 30). Svody z levé strany (žlutý, zelený) umístíme na levou stranu kaudálně od srdce na vzdálenost dvě délky srdce. Tmavší svod umístujeme jako první.



**Obr. 30:** Zapojení svodů u hada (*Lampropeltis spp.*, Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

U krokodýlů umístíme svody stejným schématem, jako u psa a kočky (Obr. 31).

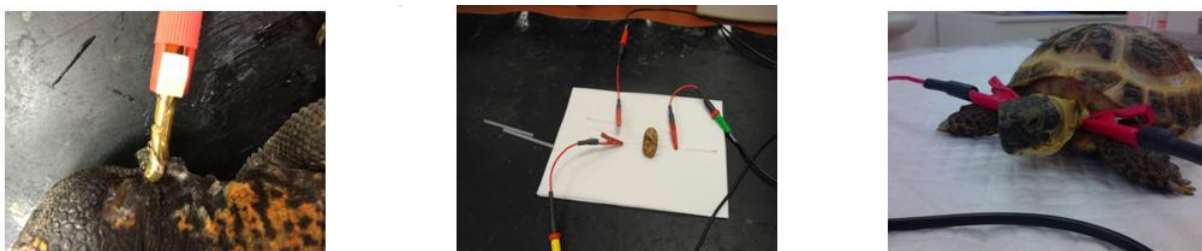




**Obr. 31:** Zapojení svodů u kajmana (*Caiman crocodylus*., Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

Při měření EKG u plazů volíme svody dle velikosti zvířete a síly jeho kůže. Vždy je na prvním místě NEUBLÍŽIT zvířeti, i pokud to znamená, že nenaměříme úplně čistý záznam EKG. Jako svody můžeme použít (Obr. 32):

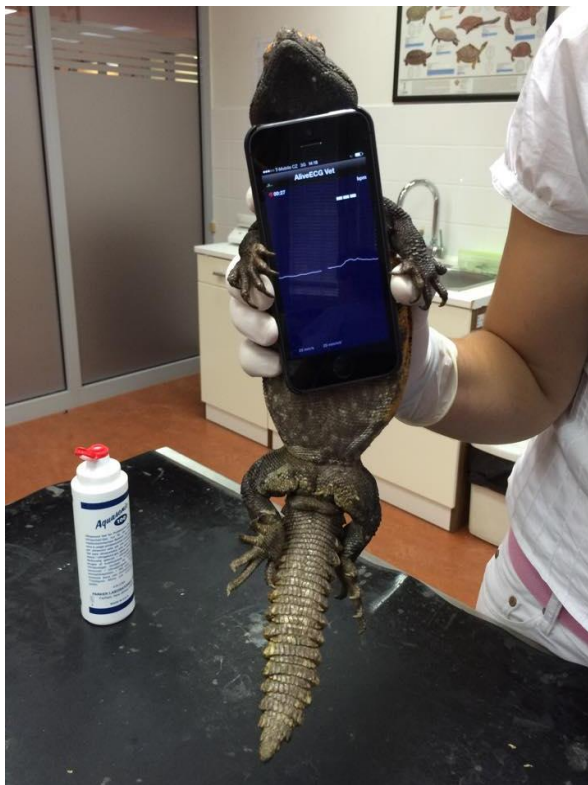
- Svody pro hlodavce (jemnější krokosvorky) – např. chameleoni, agamy vousaté, gekončící, vodní želvy...
- Klasické krokosvorky – např. hadi, leguáni, krokodýli...
- Lze použít i akupunkturní jehličky – např. měření EKG embryí ve vejcích



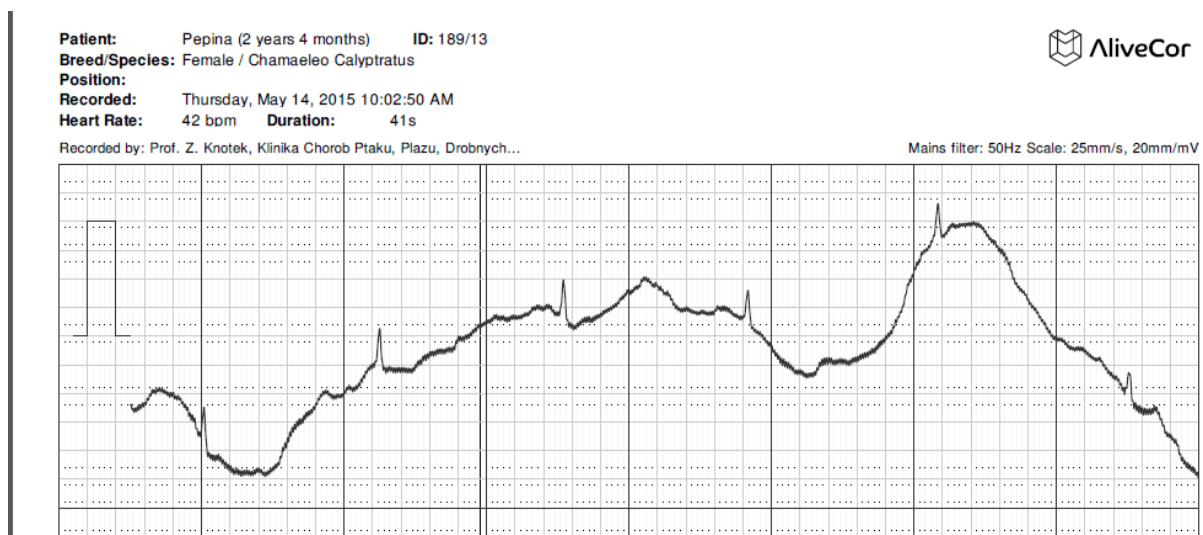
**Obr. 32:** Možnosti výběru svodů podle druhu měření (Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

Pokud měříme EKG bez anestezie, je u velkých ještěřů optimální umístit je do sternální polohy. S chameleony je snazší pracovat, když je necháme chytit se větví. Je nutné vytrvat nějakou dobu do uklidnění zvířete, což je velmi individuální časový úsek. Poté měříme minimálně minutu po uklidnění plaza, obvykle čím delší záznam, tím lepší, ale musíme brát ohled na zdravotní stav a stresovanost jedince. Pro zlepšení kontaktu používáme indiferentní gel (případně alkohol, gel funguje lépe). Pokud měříme EKG v anestezii, je nutné vypnout topnou dečku, která nám ruší signál.

Dále je i méně invazivní metoda měření EKG pomocí iPhone a aplikace AliveCorECG (Obr. 33, 34). Toto měření nevyžaduje připnutí svodu, pouze kontakt s kůží zvířete, proto je invazivita úplně minimální. Můžeme měřit z laterálního nebo ventrálního přístupu. Je nutný dotek obou elektrod. Opět je nutné použít indiferentní gel pro lepší kontakt. V tomto případě ale musíme dát pozor, aby se nám elektrody gelem nespojily, protože poté je měření zatíženo artefakty. Tato metoda je perfektní především při použití u zoo zvířat.



**Obr. 33:** Měření s iPhone EKG přístrojem (*Uromastyx acanthinura*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)



**Obr. 34:** Záznam z měření s iPhone EKG přístrojem u chameleona (*Chamaeleo calyptratus*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

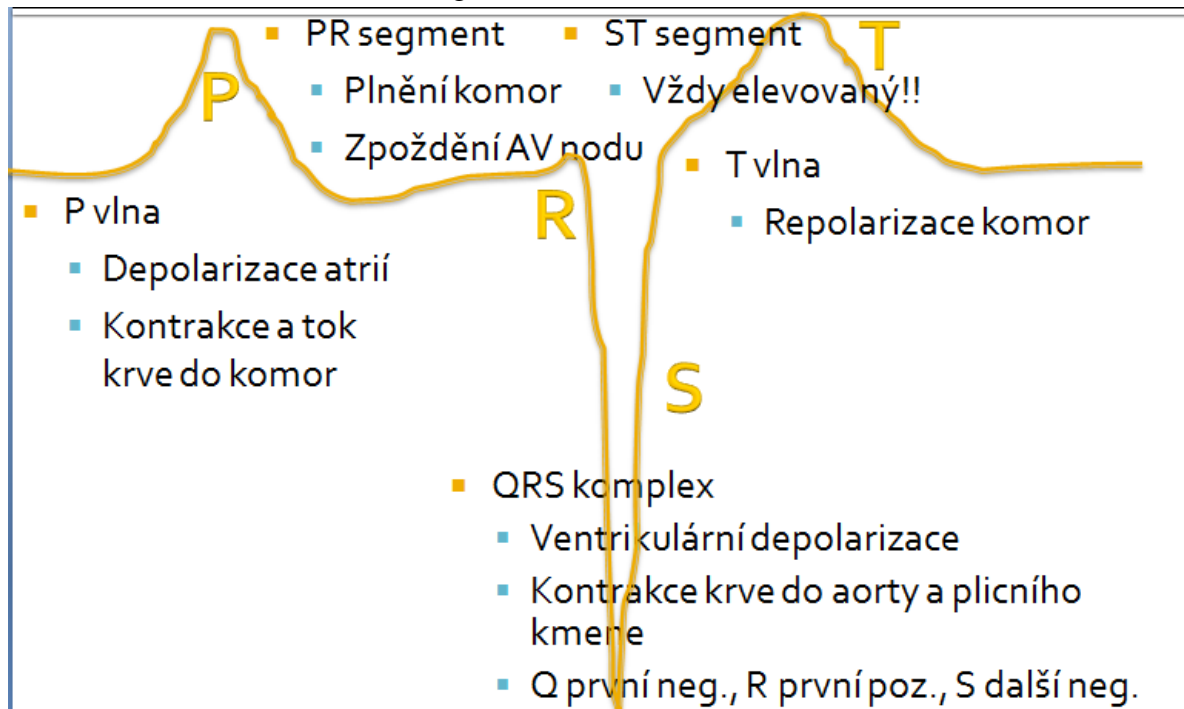
## Ptáci

U ptáků je elektrokardiografie využívána především při diagnostice hypertrofií, arytmií nebo kardiomegalie.

Svody připojujeme na obě křídla a obě nohy. Lepší výsledky získáme s jehlovými svody, případně s pediatrickými lepícími svody. Velikost a typ, stejně jako u plazů, vybíráme na základě zhodnocení velikosti pacienta.

Důležité v elektrokardiografii ptáků je znát, že QRS komplex je negativní (Obr. 35), protože depolarizační vlna začíná subepikardiálně a poté se šíří myokardem směrem k endokardu.

Minimální rychlost pro přístroj by měla být 50 mm/sec, optimální je 100 – 200 mm/sec (Ritchie a kol., 1994; Harrison a Lightfoot, 2006).



**Obr. 35:** EKG křivka u ptáků s popisky vln (Autor: A. Zemanová)

Při hodnocení EKG u ptáků se soustředíme především na tyto parametry (Obr. 36):

- Máme normální srdeční frekvenci?
- Je rytmus pravidelný?
- Je zde P vlna pro každý QRS komplex a je zde QRS komplex pro každou P vlnu?
- Jsou P vlny spojeny s QRS komplexy?
- Vypadají všechny P vlny a QRS komplexy stejně?

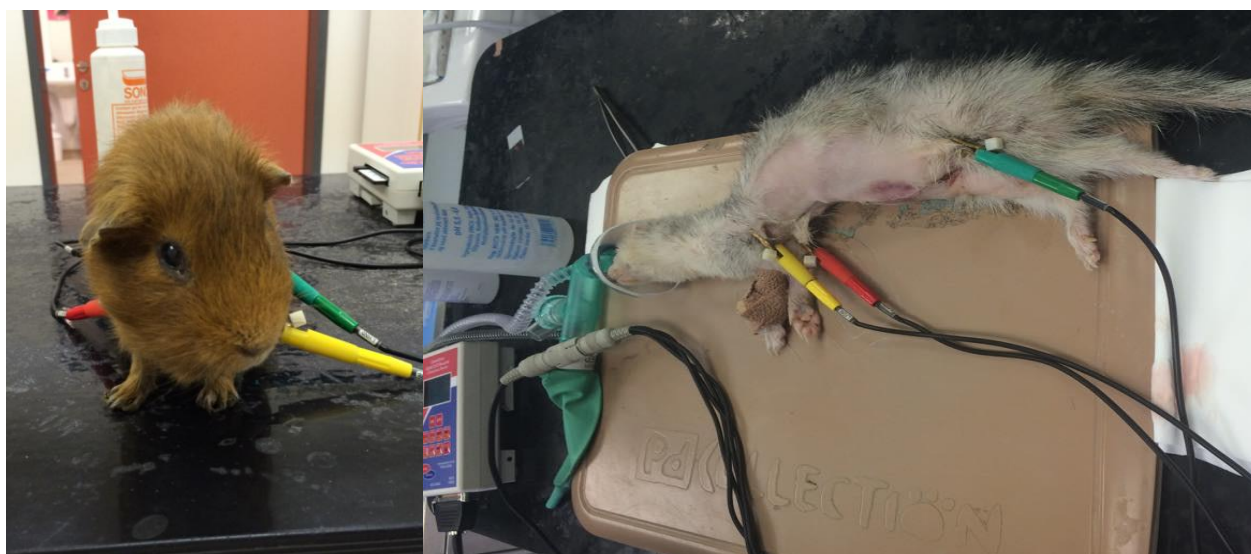


**Obr. 36:** Výsledek měření s iPhone EKG přístrojem u nandu pampového (*Rhea americana*, Foto a úprava: A. Zemanová)

### Drobní savci

Elektrokardiografie u drobných savců se příliš neliší od provedení u psa a kočky. Svody umísťujeme stejně (axilární regio, předkolenní řasa; Obr. 37, 38, 39), obvykle používáme krokosvorky. U hlodavců použijeme speciální jemnější svody určené pro hlodavce. Dále můžeme používat (především při monitoringu v anestezii) svody nalepovací.

Vyšetření u fretek je v ideálním případě provedeno v laterální pozici bez sedace za použití indiferentního gelu (Petrie a Morrisei, 2012).



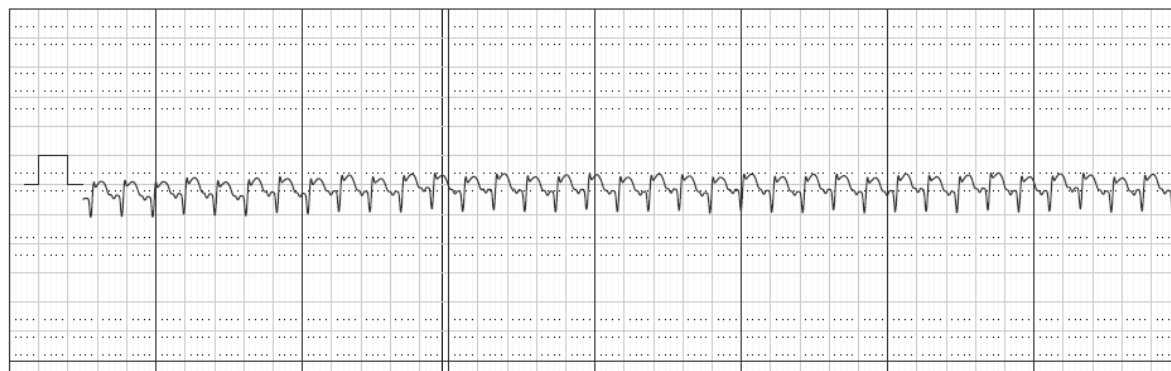
**Obr. 37:** Měření EKG u drobných savců (*Cavia porcellus*, *Mustela putorius*, Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

Patient: Mrkvicka ID:  
Breed/Species: / Guinea Pig  
Position:  
Recorded: Saturday, June 6, 2015 10:02:51 AM  
Heart Rate: 285 bpm Duration: 1min 13s



Recorded by: Prof. Z. Knotek, Klinika Chorob Ptaku, Plazu, Drobných...

Mains filter: 50Hz Scale: 25mm/s, 5mm/mV



**Obr. 38:** Záznam z měření s iPhone EKG přístrojem u morčete (*Cavia porcellus*; Foto: archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)



**Obr. 39:** Měření EKG u exotických savců (*Choloepus didactylus*; Foto: archiv Zoo Olomouc, úprava: A. Zemanová)

# ONEMOCNĚNÍ KARDIOVASKULÁRNÍHO SYSTÉMU U EXOTICKÝCH ZVÍŘAT

## Plazi

Onemocnění kardiovaskulárního systému u plazů (podle Heatley, 2009):

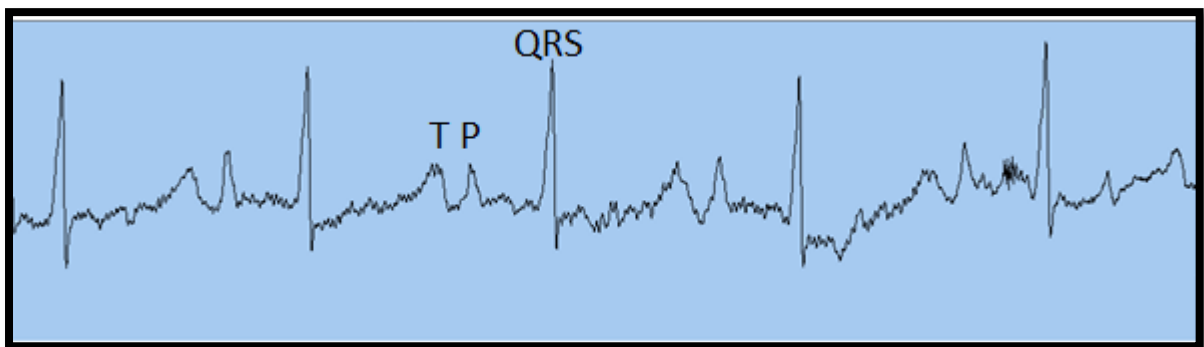
- Kongenitální onemocnění (nedokončený vývoj embrya, nedokončený uzávěr umbiliku, neúplné uzavření AV chlopní)
- Onemocnění spojená s výživou
  - Hypoalbuminémie – primární onemocnění jater, zvíře prezentováno s ascitem, edémem nebo anasarkou → jako kompenzační mechanismus se zvýší srdeční frekvence
  - Alterace elektrolytů – hypokalemickým zvířatům hrozí život ohrožující arytmie (podobné nálezy mohou být i u hyperkalemických zvířat, která je primárně asociována s onemocněním ledvin)
  - Dystrofická mineralizace velkých cév – pravděpodobně zde hraje roli především vitamin D
  - Sekundární nutriční hyperparathyroidismus
  - Chronické renální selhání – drastické fluktuace v hladinách kalcia
- Infekční onemocnění (obvykle bakteriální infekce, vzácněji virové)
- Parazitózy (Filaroidi bývají nalézáni u importovaných plazů; Trematoda mohou způsobovat onemocnění kardiovaskulárního systému, vejce mohou například formovat tromboembolické shluky)
- Traumata (želvy s poraněním krunýře...)
- Kongestivní srdeční selhání (časté u geriatrických pacientů, u hadů může být dilatace pravé síně a zesílení stěny komory; kardiomyopatie – fibroblastová proliferace a náhrada myokardu fibrokolagenem případně nekrosa myokardu → kongestivní srdeční selhání)
- Aneurysma (unilaterální otok cervikálního regia)

## Příklady případů suspektního onemocnění srdce a možná diagnosa

### 0) Fyziologické EKG u různých druhů plazů

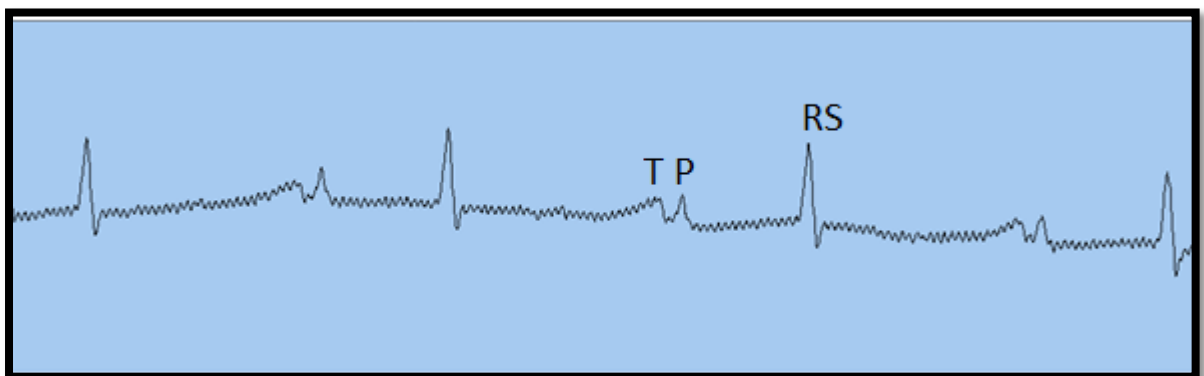
- Samec leguána zeleného (*Iguana iguana*), 2 roky, FYZIOLOGICKÉ EKG BEZ ANESTEZIE

|      | P (mV)      | P (mS)    | PR (mS)    | R (mV)      | QRS (mS)   | QT (mS)    | Q (mV)      | S (mV)      | T (mV)      | frekvence /min |
|------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| Leg1 | <b>0.12</b> | <b>95</b> | <b>350</b> | <b>0.29</b> | <b>135</b> | <b>695</b> | <b>0.04</b> | <b>0.05</b> | <b>0.06</b> | <b>56</b>      |



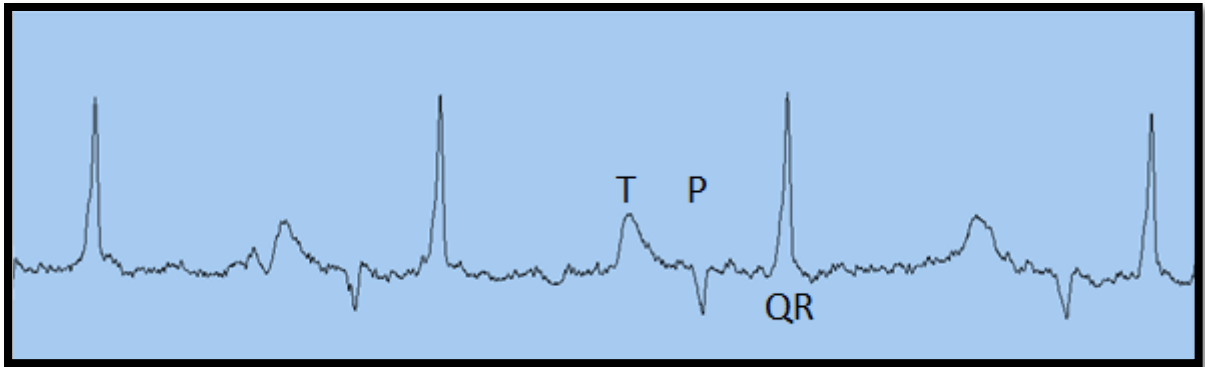
- Samice leguána zeleného (*Iguana iguana*), 2 roky, FYZIOLOGICKÉ EKG V ANESTEZII

|      | P (mV)      | P (mS)    | PR (mS)    | R (mV)      | QRS (mS)  | QT (mS)    | Q (mV)      | S (mV)       | T (mV)      | frekvence /min |
|------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| Leg2 | <b>0.06</b> | <b>60</b> | <b>353</b> | <b>0.17</b> | <b>73</b> | <b>633</b> | <b>0.00</b> | <b>-0.04</b> | <b>0.03</b> | <b>60</b>      |



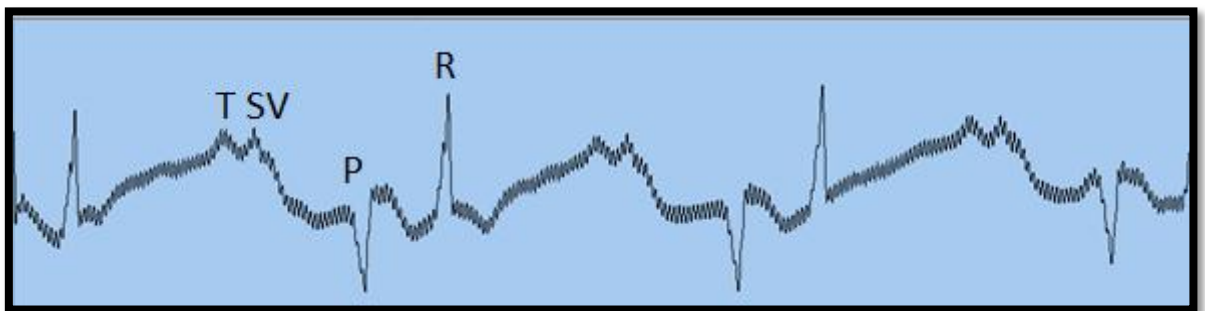
- Samice krajty královské (*Python regius*), 18 let, FYZIOLOGICKÉ EKG BEZ ANESTEZIE

|      | P (mV)       | P (mS)    | PR (mS)    | R (mV)      | QRS (mS)   | QT (mS)     | Q (mV)       | S (mV)     | T (mV)     | frekvence /min |
|------|--------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|------------|------------|----------------|
| Had2 | <b>-0.14</b> | <b>87</b> | <b>353</b> | <b>0.63</b> | <b>125</b> | <b>1005</b> | <b>-0.02</b> | <b>0.0</b> | <b>0.2</b> | <b>41</b>      |

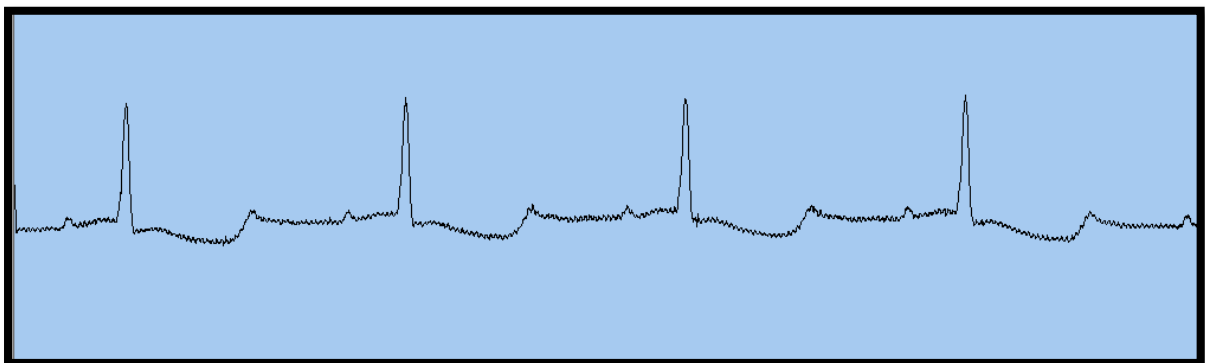


- Samice krajty královské (*Python regius*), 18 let, FYZIOLOGICKÉ EKG V ANESTEZII

|      | P (mV) | P (mS) | PR (mS) | R (mV) | QRS (mS) | QT (mS) | Q (mV) | S (mV) | T (mV) | frekvence /min |
|------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|--------|--------|--------|----------------|
| Had1 | -0.14  | 147    | 353     | 0.22   | 80       | 653     | 0.0    | 0.0    | 0.06   | 39             |

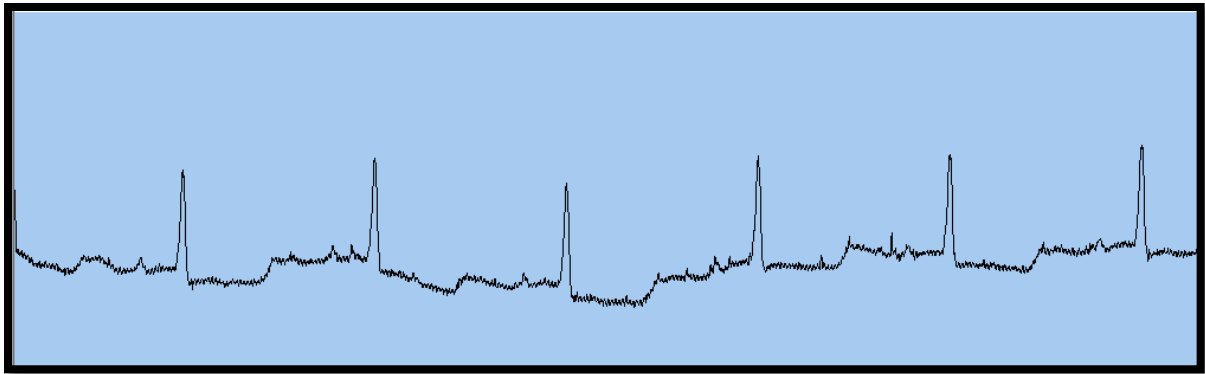


- Samice želvy zelenavé (*Testudo hermanni*), 22 let – možnosti připnutí elektrod a projev na EKG křivce
  - Svody na krku a podkolenní řase

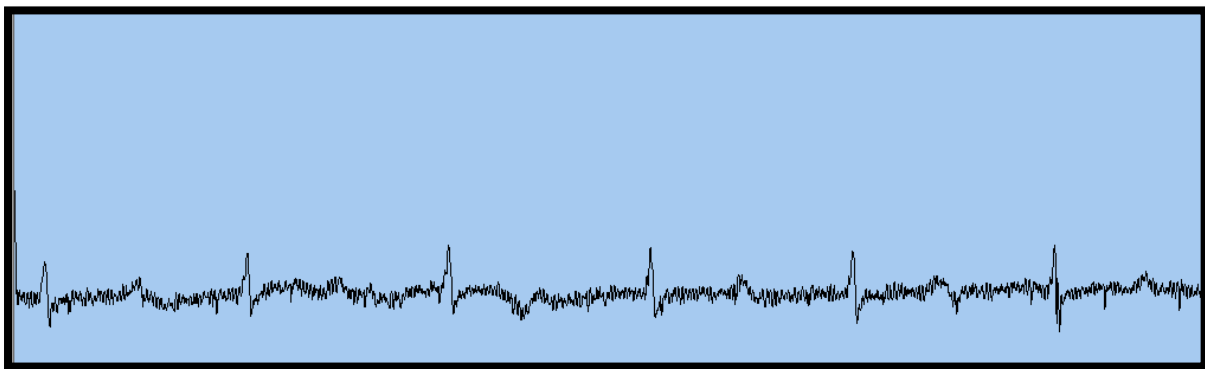


- Svody na krku a přechodu v chodidlo





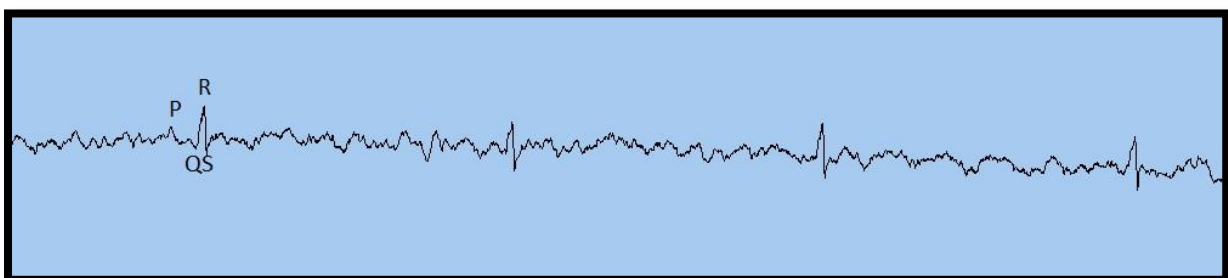
- Svody na hrudní končetině a předkolenní řase



| ANESTEZIE<br>želva1  | P<br>(mV) | P<br>(mS) | PR<br>(mS) | R<br>(mV) | QRS<br>(mS) | QT<br>(mS) | Q<br>(mV) | S<br>(mV)   | T<br>(mV) | naměřená<br>frekvence/min |
|----------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-------------|------------|-----------|-------------|-----------|---------------------------|
| krk -<br>předkolenní | 0.02      | 55        | 230        | 0.22      | 67          | 600        | 0.0       | (-<br>)0.03 | 0.04      | 51                        |
| krk -noha<br>dist.   | 0.05      | 80        | 235        | 0.21      | 85          | 615        | 0.0       | 0.0         | 0.02      | 56                        |
| noha - noha          | N         | N         | N          | 0.08      | 93          | N          | N         | 0.04        | 0.04      | 52                        |

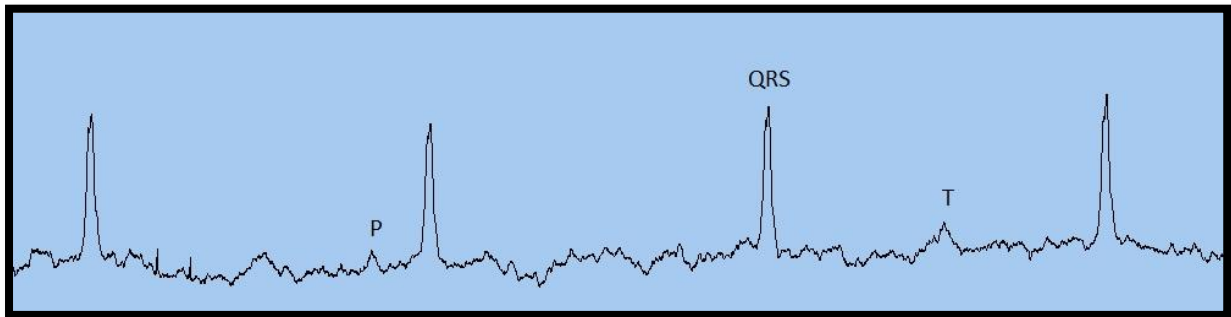
- Samice agamy vousaté (*Pogona vitticeps*), 4 roky

|      | P<br>(mV) | P<br>(mS) | PR<br>(mS) | R<br>(mV) | QRS<br>(mS) | QT<br>(mS) | Q<br>(mV) | S<br>(mV) | T<br>(mV) | frekvence<br>/min |
|------|-----------|-----------|------------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Aga3 | 0.04      | 65        | 153        | 0.08      | 75          | 800        | -0.01     | -0.05     | 0.03      | 48                |



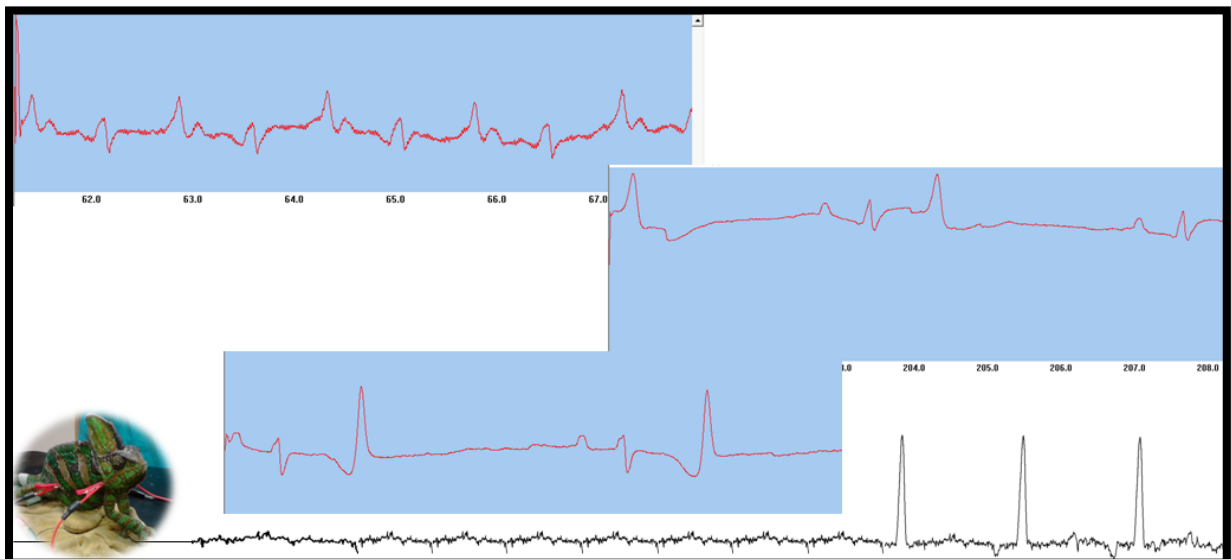
- Samec kajmana brýlového (*Caiman crocodylus*), 6 let

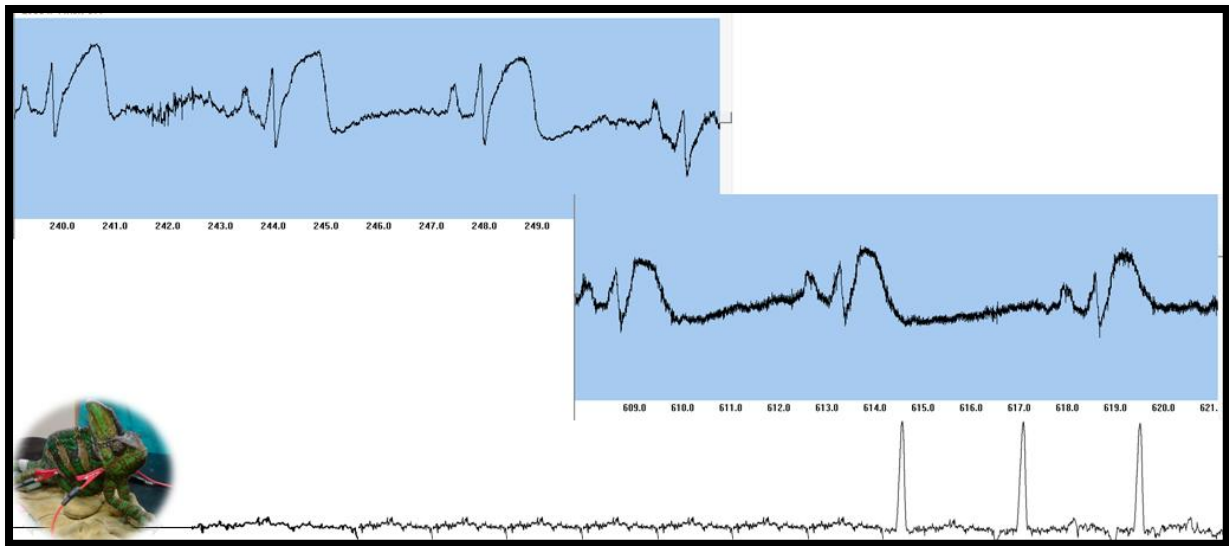
|      | P<br>(mV)   | P<br>(mS)  | PR<br>(mS) | R<br>(mV)   | QRS<br>(mS) | QT<br>(mS)  | Q<br>(mV)    | S<br>(mV)    | T<br>(mV)   | frekvence<br>/min |
|------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| Kaj1 | <b>0.05</b> | <b>140</b> | <b>327</b> | <b>0.29</b> | <b>193</b>  | <b>1173</b> | <b>-0.02</b> | <b>-0.01</b> | <b>0.06</b> | <b>32</b>         |



1) Měření při euthanasii – jak vypadá selhání srdce plaza na EKG (Obr. 40)

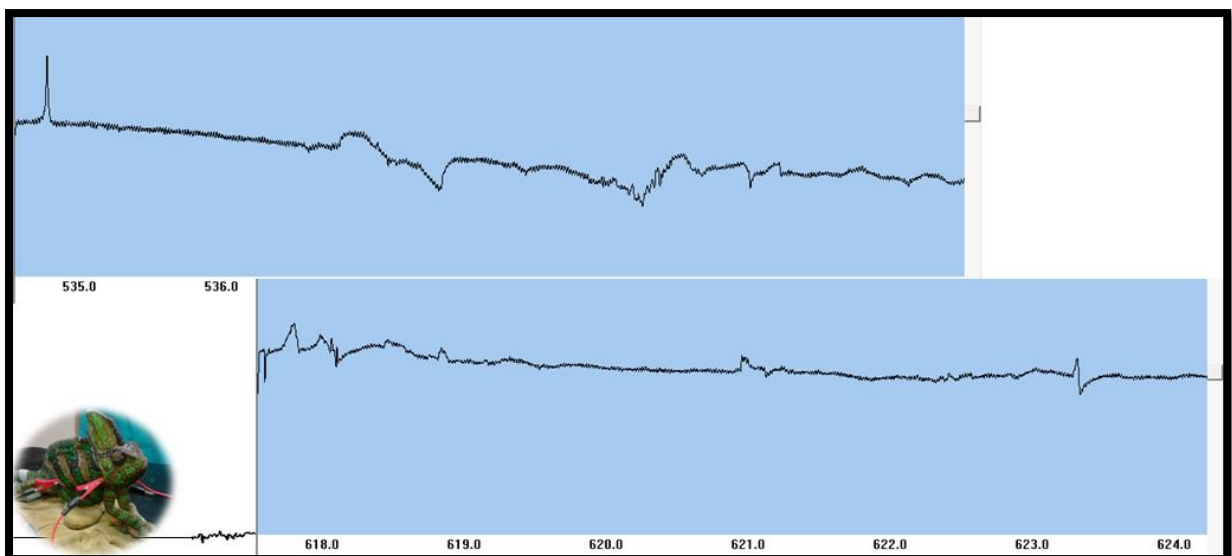
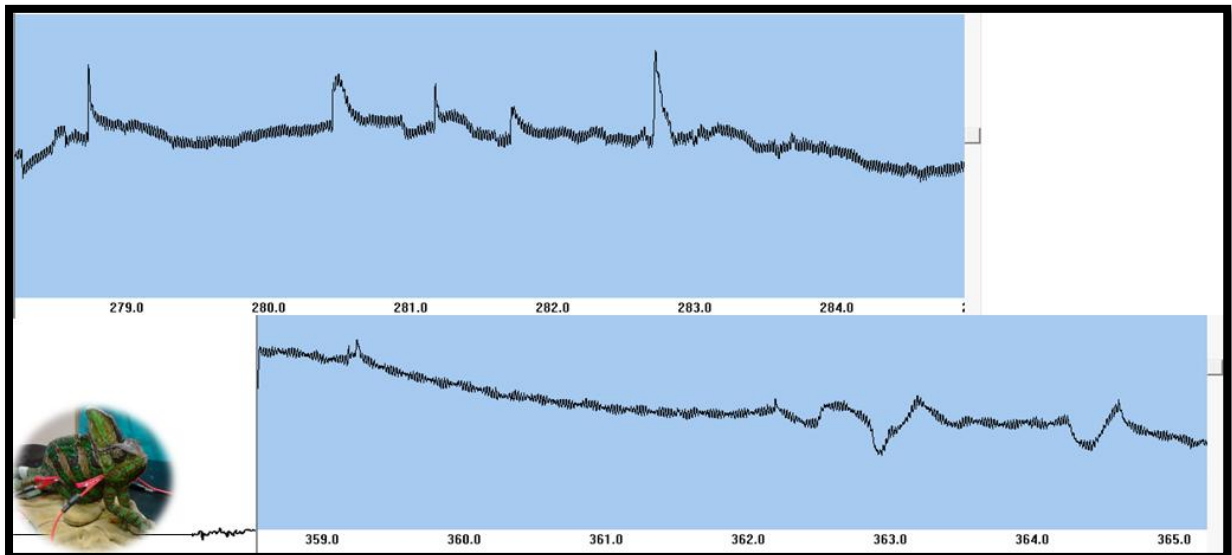
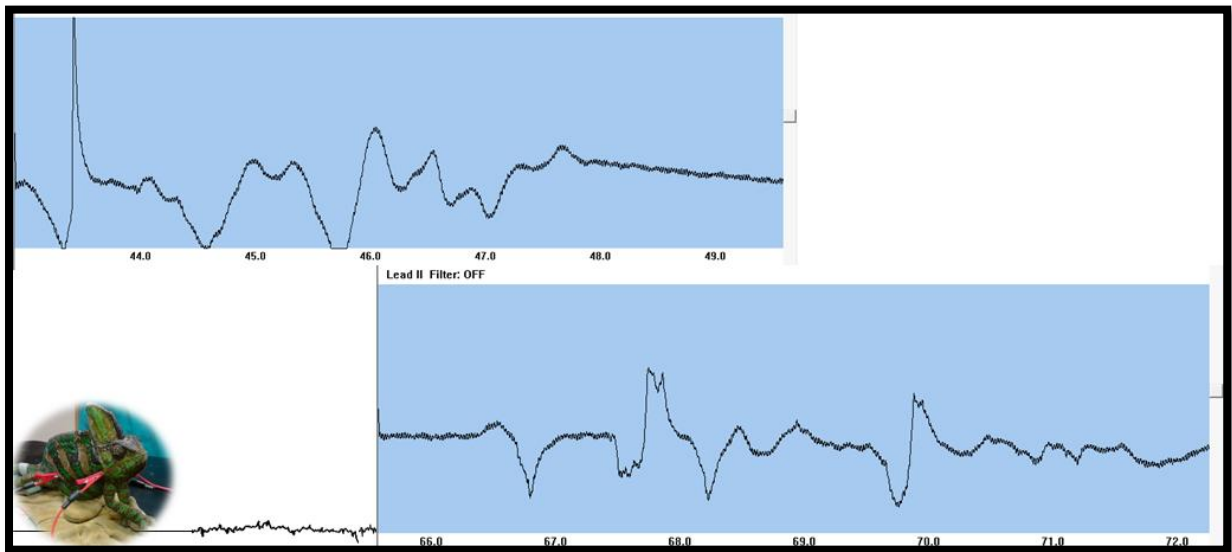
- Samice leguána zeleného (*Iguana iguana*), 17 let



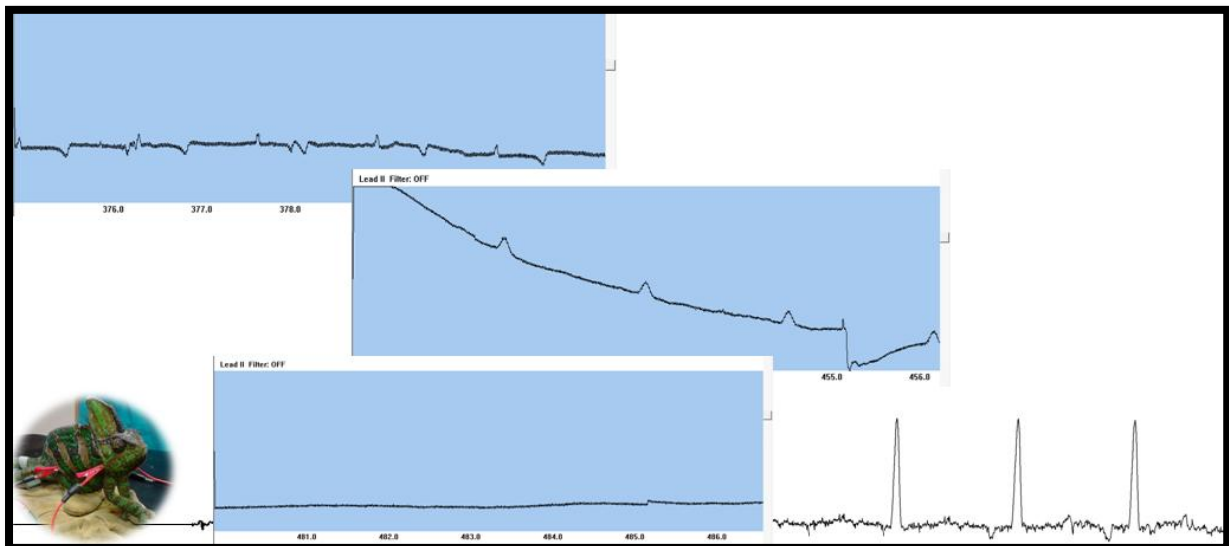
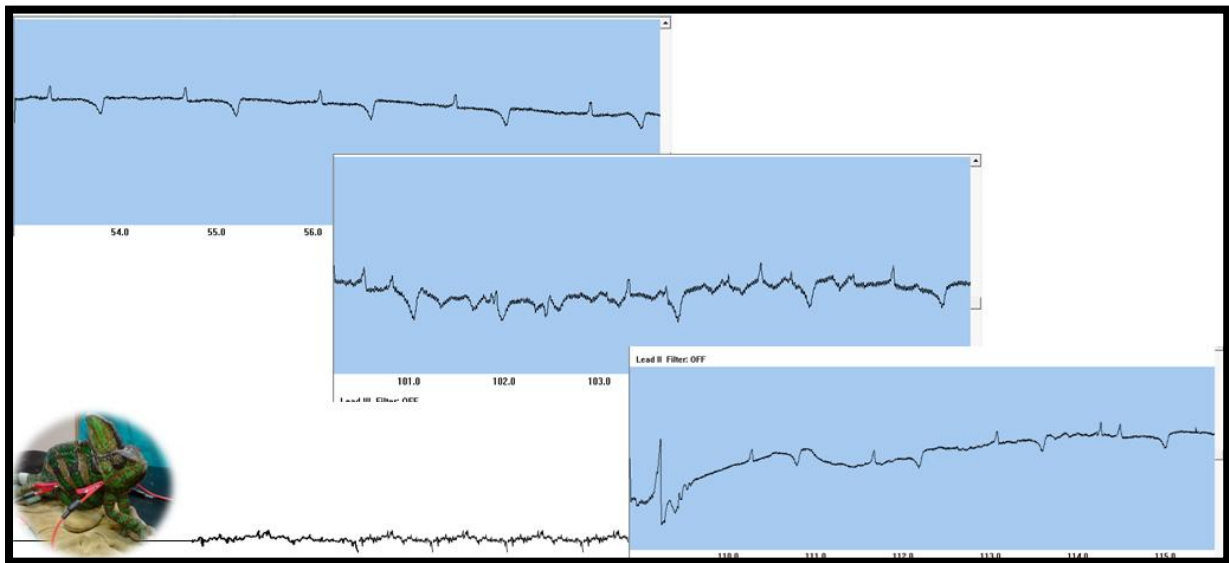


**Obr. 40:** Srdce po euthanasii při pitvě, histopatologicky nalezena ložisková fibroplazie v myokardu, ve stěně cév v oblasti srdeční báze místy patrná bazofilní ložiska mineralizace (Foto: Archiv KCHPPDS, úprava: A. Zemanová)

- Samice želvy nádherné (*Trachemys scripta elegans*), 12 let



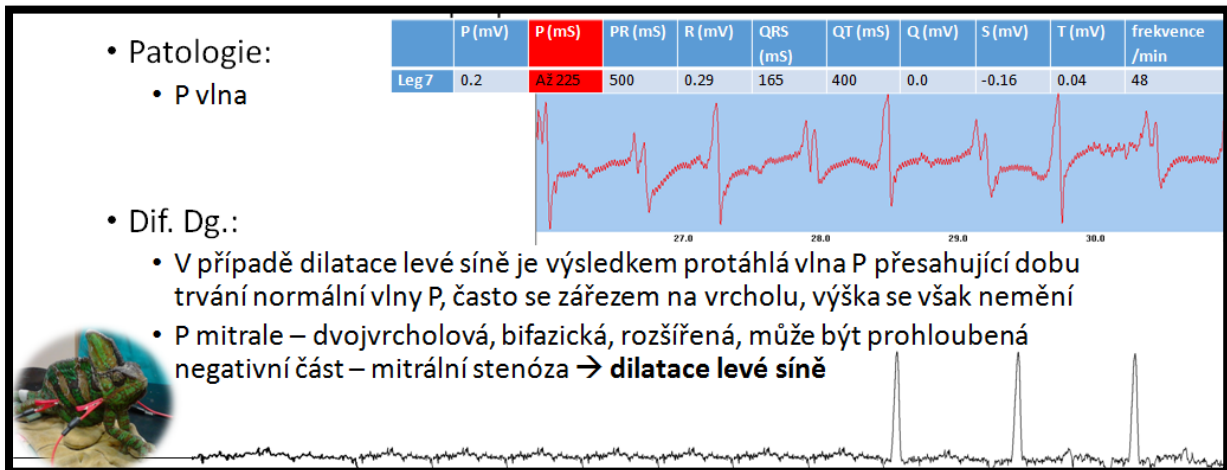
- Samice želvy zelenavé (*Testudo hermanni*)



## 2) Patologie ve VLNĚ P

- Fyziologicky je pozitivní nebo dvoufázová
- První negativní nebo pozitivní výchylka před QRS komplexem
- je obtížné odlišit od SV vln
- zvýšení amplitudy není fyziologické a objevuje se při kardiomegalii
- oddělení P vlny od QRS komplexu značí srdeční blok (Dahhan, 2006)

- Samice leguána zeleného (*Iguana iguana*), 8,5 roku



### 3) Porucha v QRS KOMPLEXU

→ často jediným zástupcem pouze R vlna

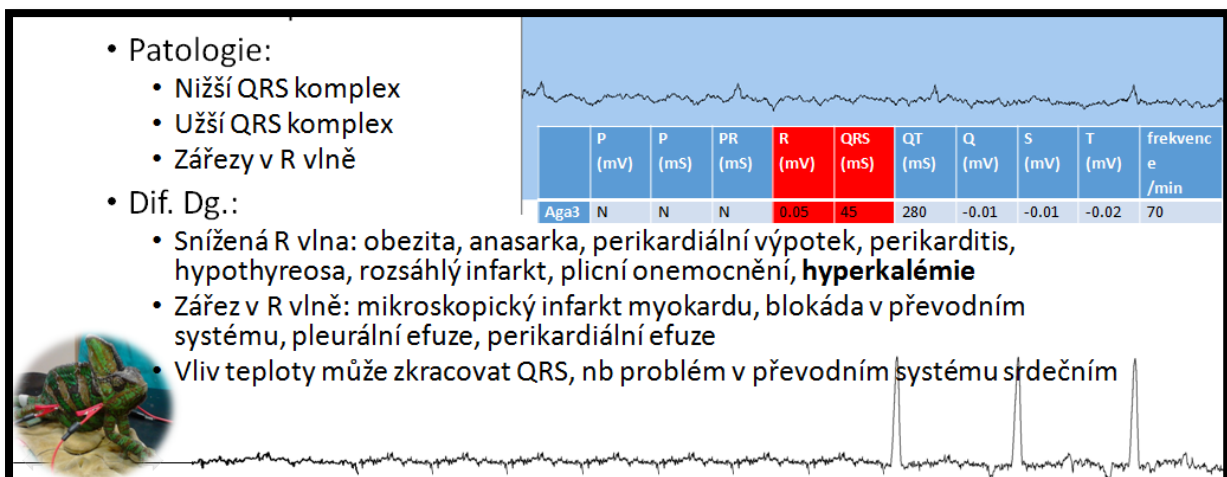
→ Q – první negativní výchylka v přední části R vlny → R – první pozitivní výchylka → S – první negativní výchylka po R vlně

→ zvýšení amplitudy naznačuje kardiomegalii

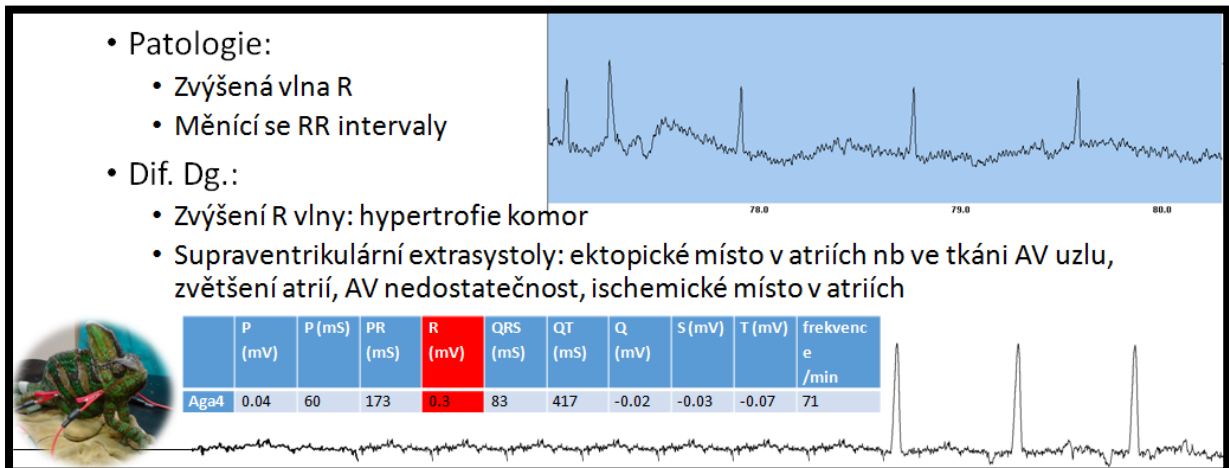
→ vliv teploty na délku QRS komplexu

→ zářez v R vlně může znamenat mikroskopický infarkt myokardu (Dahhan, 2006)

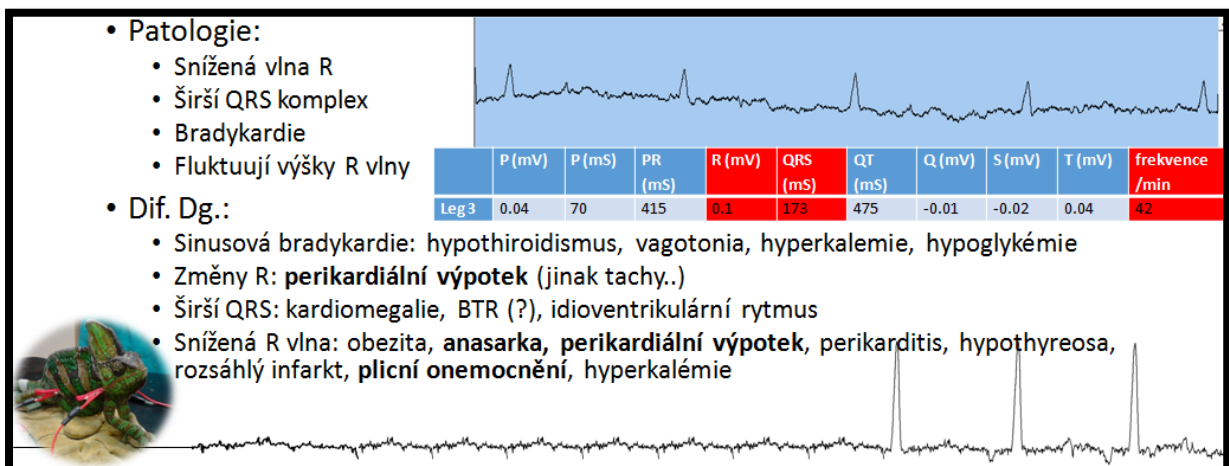
- Samice agamy vousaté (*Pogona vitticeps*), 4 roky



- Samec agamy vousaté (*Pogona vitticeps*), 3 roky

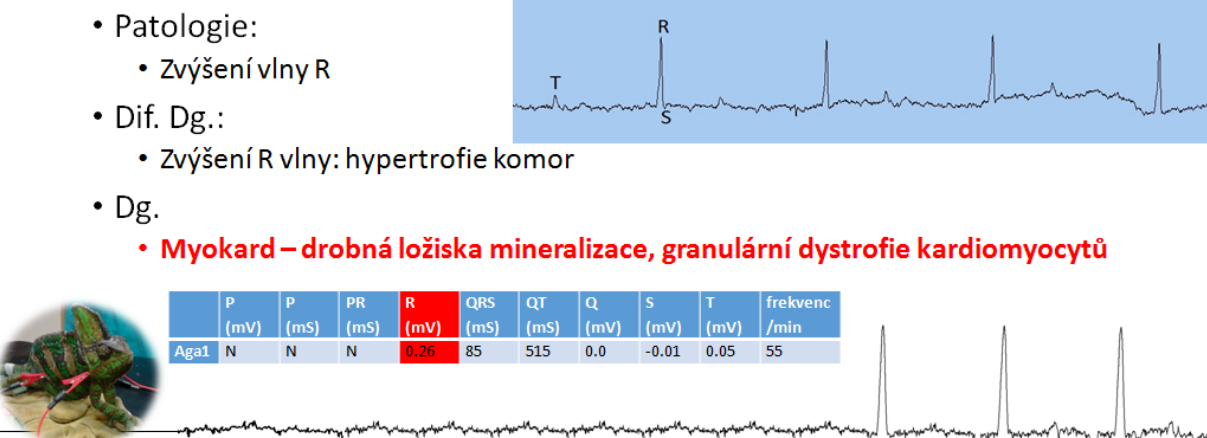


- Samec leguána zeleného (*Iguana iguana*), 10 let
- Histopatologické vyšetření srdce: v některých vyšetřovaných řezech patrná výrazná akumulace mononukleárů a heterofilů, v srdečních dutinách a v oblasti prostorů mezi myokardiálními svalovými vlákny, v oblasti této akumulace dále místy nelze vyloučit přítomnost bakteriálních kolonií



- Samec agamy vousaté (*Pogona vitticeps*), 1 rok

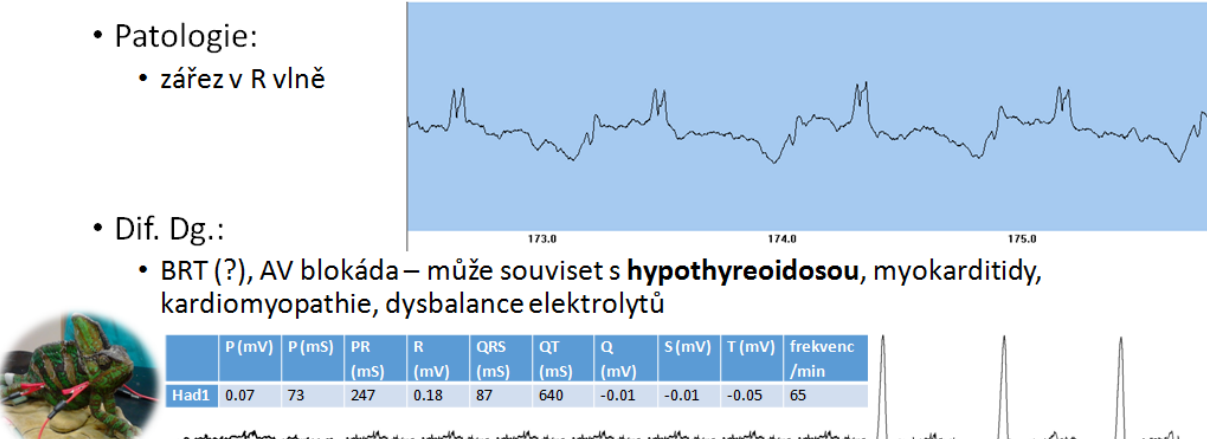
- Patologie:
  - Zvýšení vlny R
- Dif. Dg.:
  - Zvýšení R vlny: hypertrofie komor
- Dg.
  - **Myokard – drobná ložiska mineralizace, granulární dystrofie kardiomyocytů**



|      | P (mV) | P (mS) | PR (mS) | R (mV) | QRS (mS) | QT (mS) | Q (mV) | S (mV) | T (mV) | frekvenc /min |
|------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|--------|--------|--------|---------------|
| Aga1 | N      | N      | N       | 0.26   | 85       | 515     | 0.0    | -0.01  | 0.05   | 55            |

- Samice krajty královské (*Python regius*), 1,5 roku

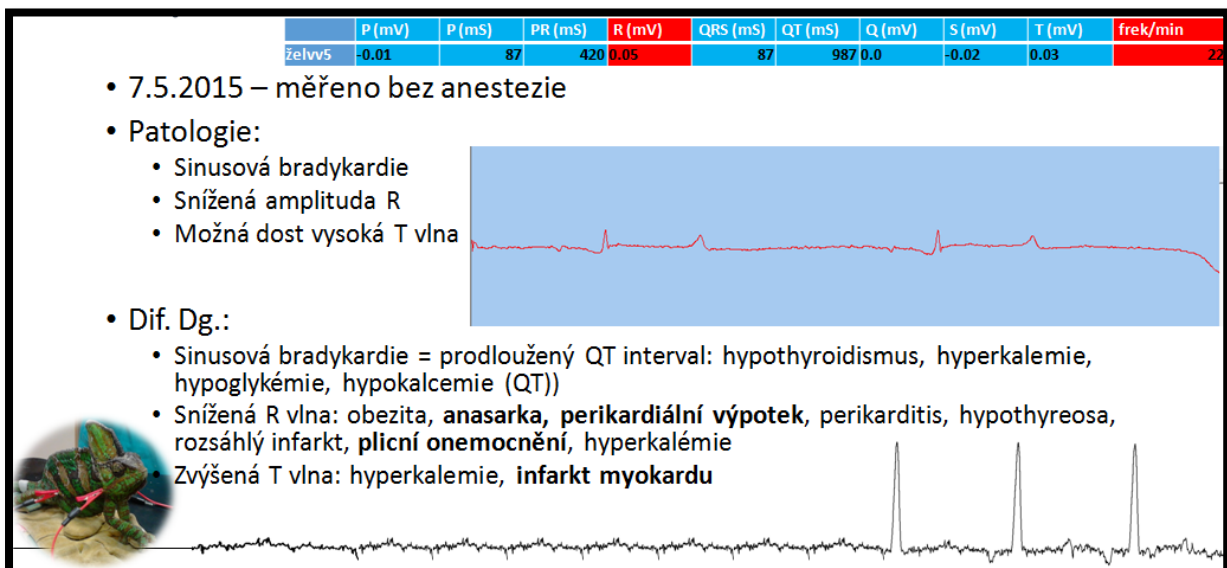
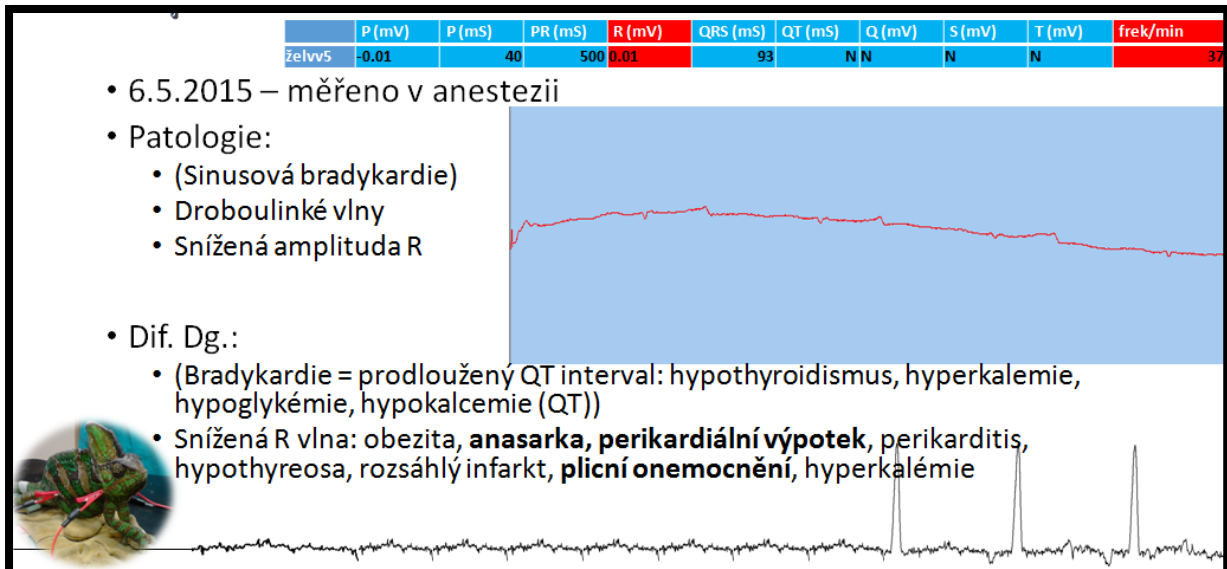
- Patologie:
  - zářez v R vlně
- Dif. Dg.:
  - BRT (?), AV blokáda – může souviset s **hypothyreoidosou**, myokarditidy, kardiomyopatie, dysbalance elektrolytů



|      | P (mV) | P (mS) | PR (mS) | R (mV) | QRS (mS) | QT (mS) | Q (mV) | S (mV) | T (mV) | frekvenc /min |
|------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|--------|--------|--------|---------------|
| Had1 | 0.07   | 73     | 247     | 0.18   | 87       | 640     | -0.01  | -0.01  | -0.05  | 65            |

- Samice želvy čtyřprsté (*Testudo horsfieldi*)

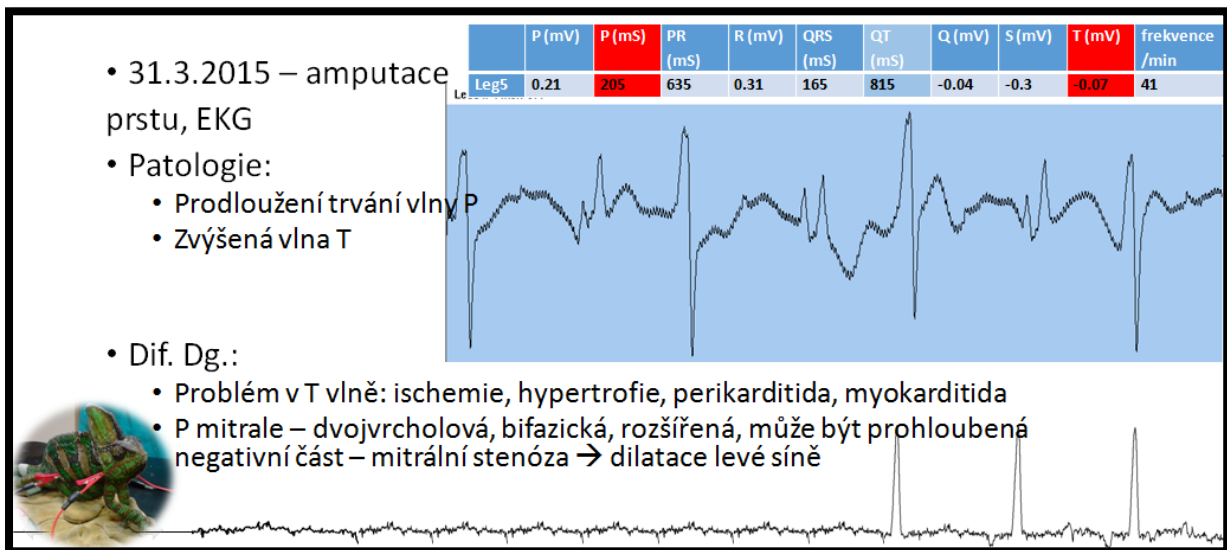




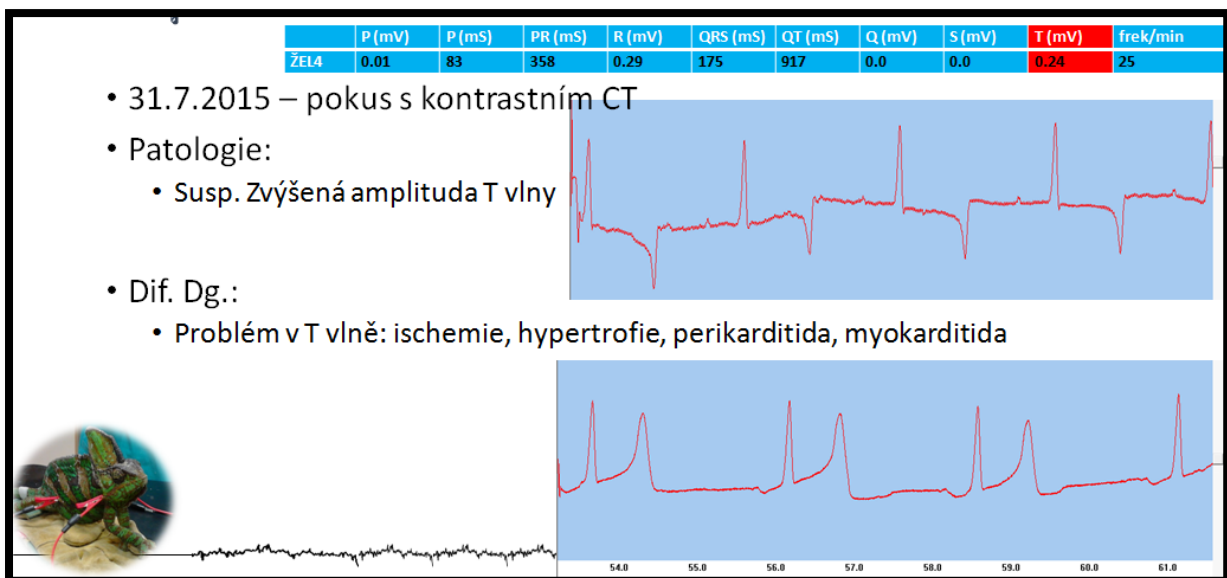
#### 4) Problém ve VLNĚ T

→ Výchylka T vlny může být pozitivní, negativní i bifazická, obvykle má odchylka v T vlně nízkou prediktivní hodnotu, ale neměla by dosáhnout více než 60 % výšky vlny R – toto již obvykle značí jistý problém (Dahhan, 2006)

- Samec leguána zeleného (*Iguana iguana*), 10 let



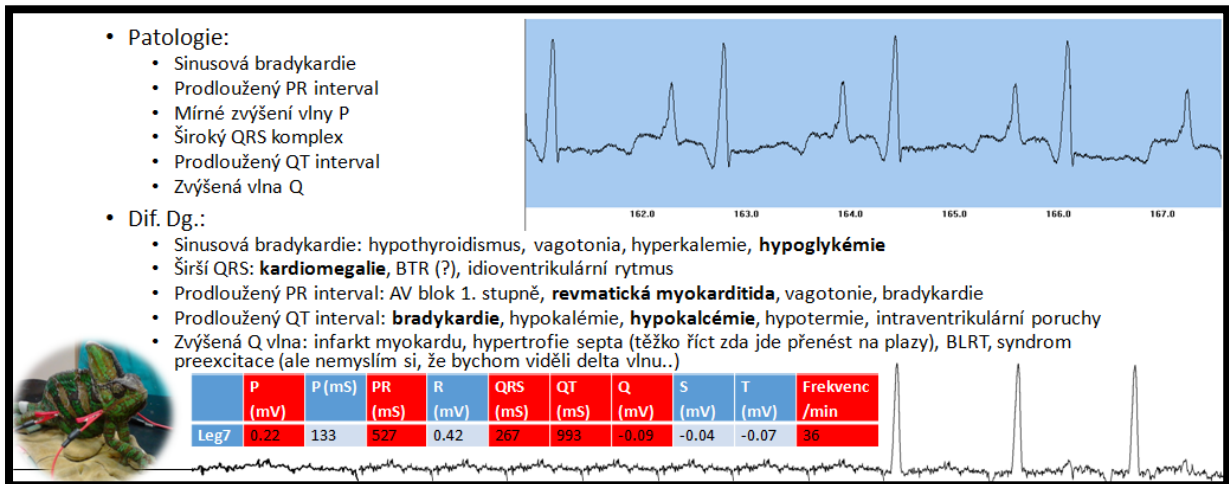
- Samice želvy nádherné (*Trachemys scripta elegans*), 15 let



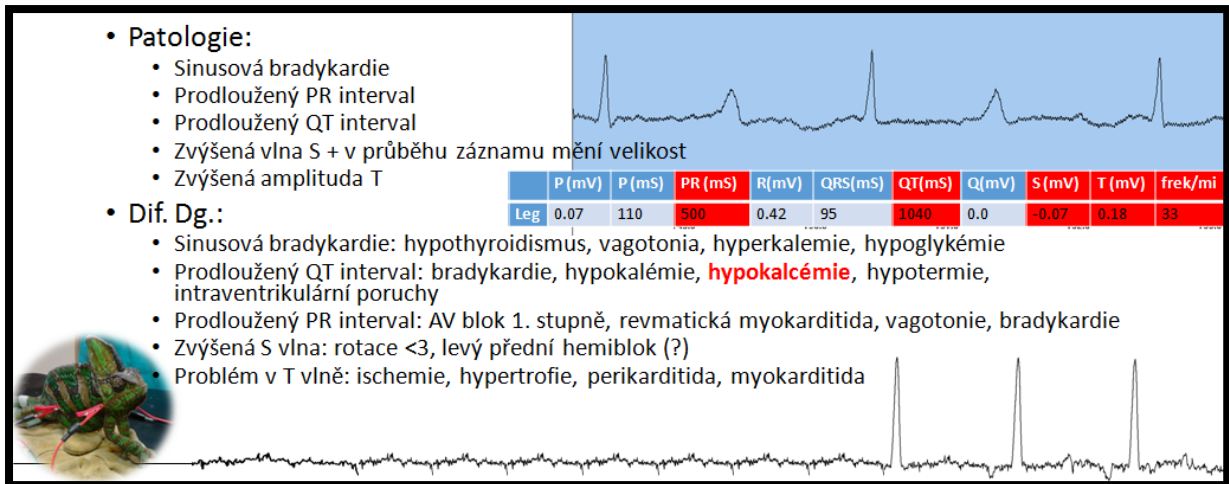
## 5) Problém v QT INTERVALU

- Obvykle to není jediný nález → často u hypokalcémie, která ovlivní srdce komplexně

- Samice leguána zeleného (*Iguana iguana*), 11 let

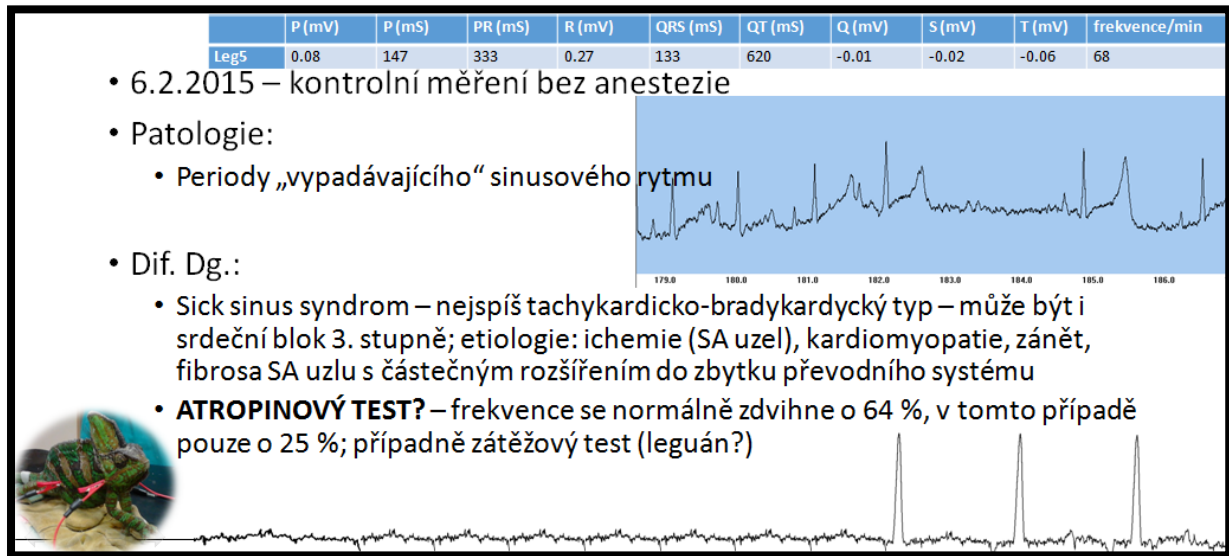


- Samice leguána zeleného (*Iguana iguana*), 12 let, HYPOKALCEMIE

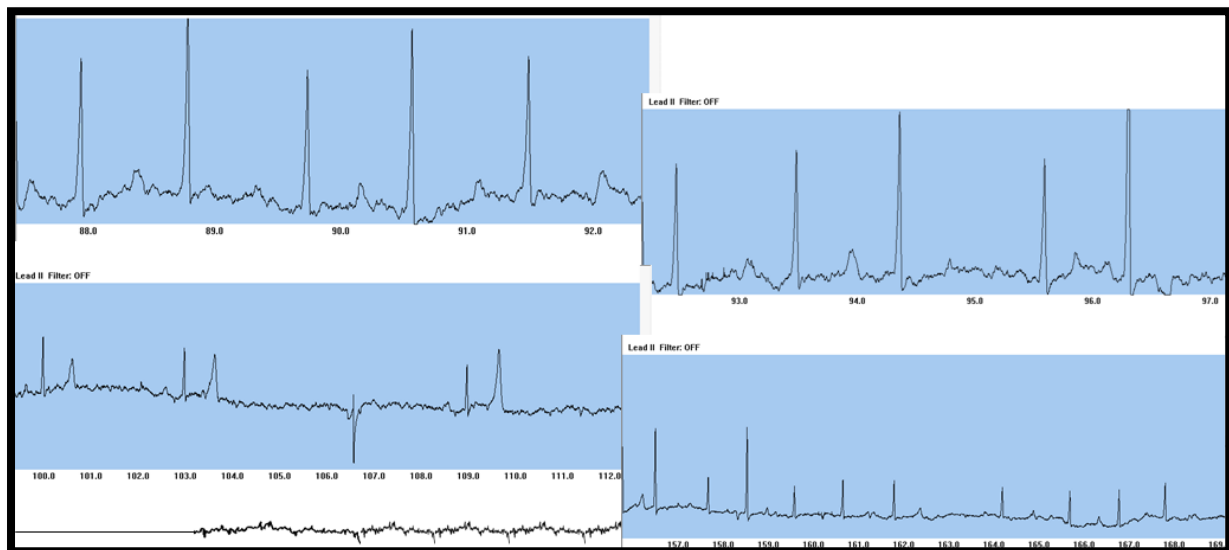


## 6) další arytmie

- Samice leguána zeleného (*Iguana iguana*), 11 let



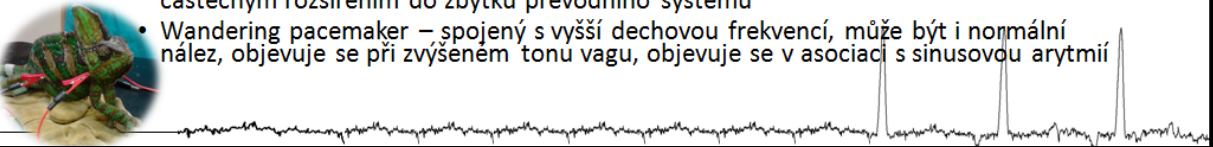
- Samice leguána zeleného (*Iguana iguana*), 12 let



- **Patologie:**
  - Změny délky RR intervalů
  - Změny amplitudy R
  - Extrasystolie
  - Změny výšky T vlny (někdy i vyšší, než QRS komplex)

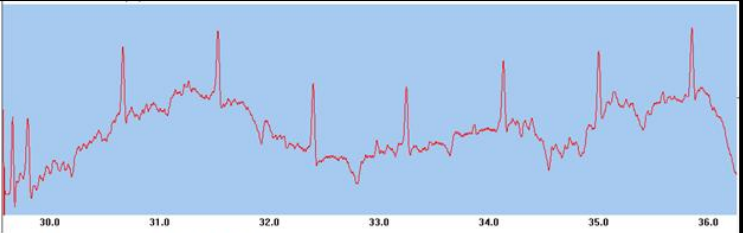
|       | P (mV)<br>mění<br>se | P (mS)<br>mění<br>se | PR<br>(mS) | R (mV)<br>mění<br>se | QRS<br>(mS) | QT<br>(mS) | Q (mV) | S (mV) | T (mV)<br>mění<br>se | frekvence<br>/min |
|-------|----------------------|----------------------|------------|----------------------|-------------|------------|--------|--------|----------------------|-------------------|
| Leg10 | 0.09                 | 163                  | 350        | 0.54                 | 83          | 533        | 0.0    | 0.0    | 0.21                 | 72                |

- **Dif. Dg.:**
  - Elektrický alterans: různé výšky kmitu R – preikardiální výpotek, supraventrikulární tachykardie, tachyfibrilace síní (ale změny jsou nepravidelné)
  - Sick sinus syndrom – nejspíš tachykardicko-bradykardický typ – může být i srdeční blok 3. stupně; etiologie: ischemie (SA uzel), kardiomyopatie, zánět, fibrosa SA uzlu s částečným rozšířením do zbytku převodního systému
  - Wandering pacemaker – spojený s vyšší dechovou frekvencí, může být i normální nález, objevuje se při zvýšeném tonu vagu, objevuje se v asociaci s sinusovou arytmií




- Samec chameleona jemenského (*Chamaeleo calytratus*), 2 roky

- **Patologie:**
  - extrasystolie



- **Dif. Dg.:**
  - Supraventrikulární extrasystoly, **iontová dysbalance**
  - Patologie: srdce bpn



## Ptáci

Onemocnění kardiovaskulárního systému u ptáků (podle Heatley, 2009):

- Kongestivní srdeční selhání
- Perikardiální efuze
- Hypertrofie/dilatace ventrikulárního myokardu
- Trombotická valvulární endokarditida

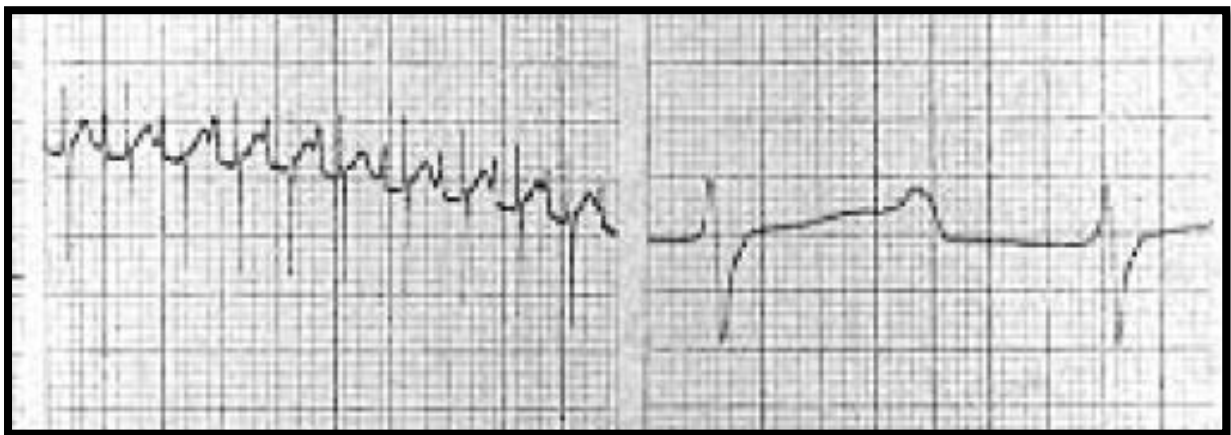
Arytmie u ptáků podle nálezů na jednotlivých vlnách, intervalech a segmentech (podle Ritchie a kol., 1994)

- P vlna
  - Vysoká a ostrá → hypertrofie pravé síně = **P pulmonale** (Obr. 41, aspergillosis, obstrukce trachei...)



**Obr. 41:** EKG záznam u ptáka – P pulmonale (Převzato z Ritchie a kol., 1994.; úprava: A. Zemanová)

- Široká → hypertrofie levé síně = **P mitrale** (Obr. 42)



**Obr. 42:** EKG záznam u ptáka – P mitrale (Převzato z Ritchie a kol., 1994.; úprava: A. Zemanová)

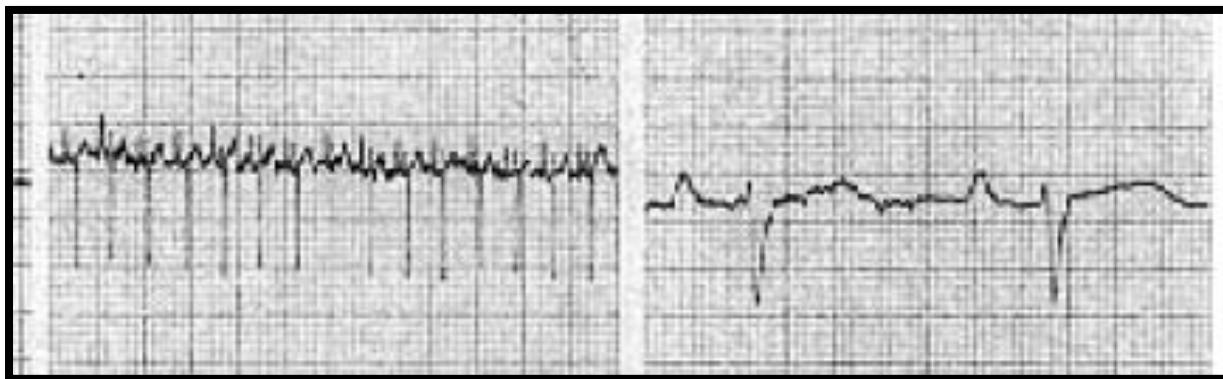
- Zvýšený počet → tachykardie
- Vysoká a široká → biatriální zvětšení (Obr. 43; influenza...)



**Obr. 43:** EKG záznam u ptáka – biatriální zvětšení (Převzato z Ritchie a kol., 1994.; úprava: A. Zemanová)

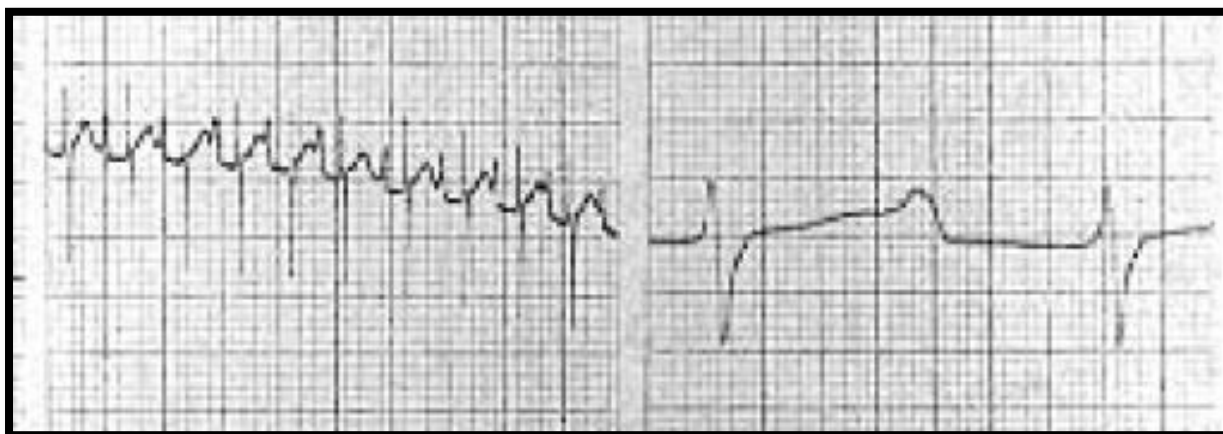
- PR interval (Obr. 44)

- Můžeme vidět tzv. Ta vlnu – repolarizace atrií (u holubů, některých papoušků...)
- Neznamená hypertrofii pravé síně jako u psa!!

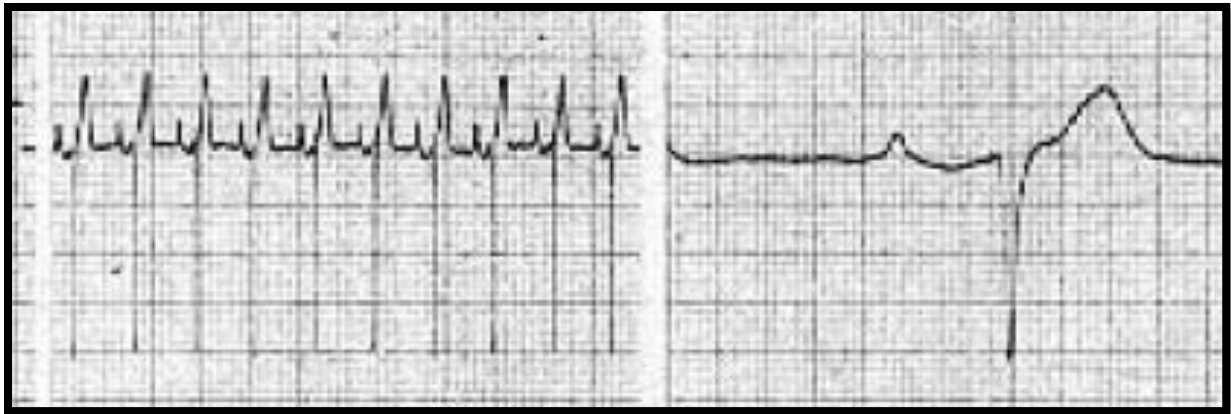


**Obr. 44:** EKG záznam u ptáka – zkrácený PR interval (Převzato z Ritchie a kol., 1994.; úprava: A. Zemanová)

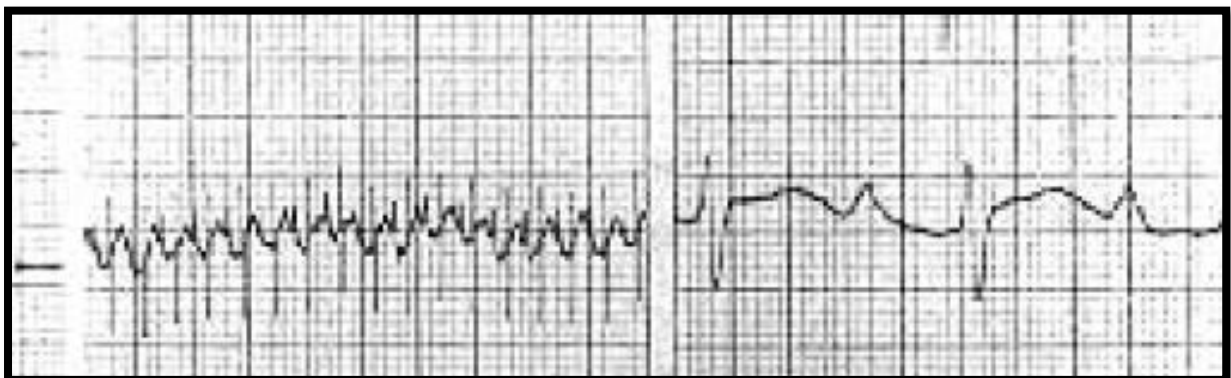
- QRS komplex
  - Nízký → perikardiální efuze
  - Široký nebo vysoký → hypertrofie levé komory (Obr. 45)
  - Zvýšené R vlny → hypertrofie pravé komory (Obr. 46, 47)



**Obr. 45:** EKG záznam u ptáka – široký QRS komplex (Převzato z Ritchie a kol., 1994.; úprava: A. Zemanová)



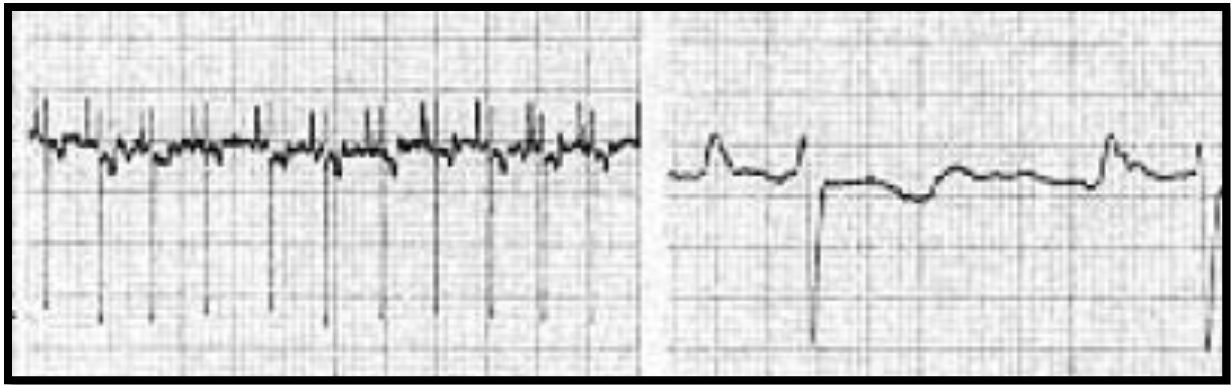
**Obr. 46:** EKG záznam u ptáka – široký a vysoký QRS komplex (Převzato z Ritchie a kol., 1994.; úprava: A. Zemanová)



**Obr. 47:** EKG záznam u ptáka – zvýšené R vlny (Převzato z Ritchie a kol., 1994.; úprava: A. Zemanová)

- ST segment
  - Krátký nebo chybí
  - Elevovaný → nejedná se o patologii
- T vlna
  - Vždy pozitivní
  - Změna polarity → hypoxie myokardu (Obr. 48)
  - Zvýšení → hypoxie myokardu
  - Změněná → problém s elektrolyty (...zvýšená např. při hyperkalemii)





**Obr. 48:** EKG záznam u ptáka – změněná polarizace T vlny (Převzato z Ritchie a kol., 1994.; úprava: A. Zemanová)

- QT interval
  - Proloužení → dysbalance elektrolytů
  - Proloužení → anestezie isofluranem (žako, amazoňan...)

Všeobecně je známo, že něco kolem 10 až 40 % ptáků má nějakou formu kardiovaskulárního onemocnění. Tato onemocnění jsou ale relativně zřídka diagnostikována ante-mortem. Faktory, které ptáky predisponují k tomuto typu onemocnění, jsou špatná výživa, málo pohybu a držení ptáků v klatech, která pro ně nejsou přirozená.

Narůstá počet kongenitálních srdečních onemocnění - především defekty v septech. Obvykle se příliš neprojevují, jen 2 % končí srdečním selháním.

Nemoci endokardu se obvykle projevují jako endokarditida aortálních nebo mitrálních chlopní. Nejčastěji jí vidíme u ptáků s chronickou infekcí (jako je salpingitis, hepatitis apod.)

Onemocnění myokardu se objevují především sekundárně po bakteriální, virové, protozoární nebo mykotické infekci. Kardiomyopatie byly také pozorovány u mladých brojlerových kuřat.

Častým nálezem je i onemocnění perikardu. Může to být důsledek onemocnění srdce nebo systémového onemocnění, případně zánětu. Transudativní efuze bývá pozorována při kongestivním srdečním selháním nebo systémových problémech vedoucích k hypoalbuminemii. Můžeme pozorovat také fibrinózní perikarditidu (Doneley, 2011). Hydroperikard je onemocnění, které nejčastěji diagnostikujeme ante-mortem. Hemoperikard je obvykle nalezen po traumatech nebo ateroskleróze, která vyvrcholí rupturou cévy a je téměř vždy fatální.

Aterosklerosa je nejčastěji popisovanou patologickou změnou na cévách u papoušků. Jsou diskutovány různé etiologie – nejčastější příčinou vzniku je hyperlipidemie, endoteliální zánět, toxiny, imunokomplexy, hypertonie a stresové faktory. Roli hraje také věk a nedostatek pohybu. Nejčastěji postiženi jsou amazoňani, žakové šedí a kakadu (Harrison a Lightfoot, 2006).

#### **Drobní savci – přehled podle Heatley, 2009**

Podle literárních zdrojů se mohou u myší, křečků, pískomilů, morčat, činčil a psounů vyvinout onemocnění kardiovaskulárního systému.

Příčiny onemocnění kardiovaskulárního systému u myší:

- Dystrofická mineralizace
- Atrialní trombosa
- Amyloidosa (obvykle hlavně ve velkých cévách)
- Deficience vitaminů
- Septikémie

Onemocnění kardiovaskulárního systému u myší:

- Mineralizace (zapříčiněná fibrosou a mononukleárním zánětlivým infiltrátem)
- Myokardiální léze až srdeční selhání (způsobeno deficitem vitaminu E a cholinu)
- Kardiomyopatie
- Myokarditida

Klinické příznaky onemocnění srdce u myší:

- Dyspnoe
- Tachypnoe
- Distenze abdomenu

Onemocnění kardiovaskulárního systému u potkanů:

- Kardiomyopatie (může být pozorována již od tří měsíců věku, objevuje se forma dilatační i hypertrofická)
- Atriální trombosa
- Mineralizace myokardu a aorty (obvykle sekundární nález při nefropatiích)
- Aterosklerosa
- Hyperplazie endokardu (obvykle u starších zvířat - sarkom, schwannom, fibroelastické zvětšení ventrikulárního lumen)
- Endokardiosa (může vyústit v kongestivní srdeční selhání → edém, ascites, kardiomegalie, letargie)

Chronické myokardiální onemocnění jsou častou příčinou smrti u jedinců krmených ad libitum.

Onemocnění kardiovaskulárního systému u pískomilů:

- Ventrikulární septální srdeční defekt
- Fokální degenerace myokardu
- Myokarditida/Endokarditida
- Atriální trombosa

Onemocnění kardiovaskulárního systému u křečků:

- Kardiomyopatie (→ hyperpnoe, tachykardie, cyanosa)
- Atriální trombosa
- Mineralizace myokardu

Onemocnění kardiovaskulárního systému u morčat:

- Kardiomyopatie
- Perikardiální efuze
- Metastatická nebo dystrofická mineralizace

Onemocnění kardiovaskulárního systému u činčil:

- Kardiomyopatie
- Ventrikulární septální defekt
- Regurgitace přes trikuspidální chlopeň

Onemocnění kardiovaskulárního systému u fretek:

- Kardiomyopatie (běžná u fetek ve středním věku a u starších jedinců, častěji se vyskytuje dilatační kardiomyopatie, hypertrofická je vzácná → obvykle progredují do chronického srdečního selhání)
- Onemocnění chlopní (valvulární endokardiosa zasáhne šlašinky a cípy chlopní → regurgitace krve přes chlopeň → chronické srdeční selhání)
- Srdeční červi (častý nález eozinofilie, potvrzujeme ELISou)

Onemocnění kardiovaskulárního systému u králíků:

- Valvulární srdeční onemocnění (endokardiosa – nejčastěji u starších králíků, nejčastější postiženou chlopní je mitrální chlopeň, ale může být postižená i trikuspidální – jedná se o zesílení cípů a šlašinek, což vede k regurgitaci krve z komory během systoly → při auskultaci obvykle identifikujeme šelest v levém sternální prostoru)
- Kardiomyopatie (vzniká z nutriční deficience, virových, bakteriálních nebo protozoárních infekcí, toxinů či stresu; objevují se dilatační, hypertrofické i restriční)
- Arytmie (strukturální poruchy srdce; bradykardie nebo tachykardie mohou vést ke slabostem až synkopám; AV blok)
- Kongestivní srdeční selhání (bereme v potaz, pokud dyspnea není pozorována ve spojení s výtoky z nozder nebo očí; levostranné = plicní edém, dyspnea, pravostranné = systémová žilní kongesce, zřídka exoftalmus na základě zvětšení venózních sinů za očima, pleurální efuze)
- Systémová hypertenze (objevuje se ve spojení s renálním selháním)

## LITERÁRNÍ PŘEHLED

BAATZ G. EKG u psa a kočky: technika, vybavení, interpretace. Praha: Grada, 2006, 1: 156 s.

DAHMAN M. Elektrokardiografische Untersuchungen beim Grünen Leguan (*Iguana iguana*). Mnichov, 2006. Dizertační práce. Ludwig-Maximilians-Universität München: 101 s.

DOUBEK J, MATALOVÁ E a UHRÍKOVÁ I. Přehled fyziologie II pro VFU Brno. Brno: Tribun EU, 2014, 1: 229 s.

GILLIAN MK, GILLIAN MDR. The pigeon. In: Gillian MK Gillian MDR (Eds.) Colour atlas of vertebrate anatomy: an integrated text and dissection guide. Oxford: Blackwell Scientific, 1982, 1: 88 – 104.

HEATLEY J Cardiology. In: Rupley (Ed.) Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 2009, 12: 169 s.

HOLZ RM a HOLZ P. Electrocardiography in anesthetised red-eared sliders (*Trachemys scripta elegans*). Research in veterinary science. 1995: 58.

PEES M, KRAUTWALD-JUNGHANNS ME, STRAUS J Evaluating and treating the cardiovascular system. In: Harrison GJ Lightfoot TJ (Eds.) Clinical avian medicine. Palm Beach, Spix Pub., 2006, 2: 379 – 384.

KRAUTWALD-JUNGHANNS ME. et. al. Diagnostic imaging of exotic pets: birds, small mammals, reptiles. Hannover: Schlütersche: 2011, 2: 468 s.

MATALOVÁ, E, DOUBEK J, DUBSKÁ L a DOUBEK R. Fyziologie I: praktická cvičení. Brno: Tribun EU, 2013, 1: 87 s.

MCLELLAND J. A Colour Atlas of Avian Anatomy. Aylesbury, England: Wilfe Publishing Ltd, 1990, 1: 89 – 91.

O'MALLEY B. Clinical anatomy and physiology of exotic species: structure and function of mammals, birds, reptiles, and amphibians. New York: Elsevier Saunders, 2005, 1: 269 s.

PETRIE JV, MORRISSEI JK, Cardiovascular and other diseases In: Quesenberry K Carpenter JW (Eds.) Ferrets, rabbits, and rodents: Clinical medicine and surgery. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2012, 3: 60 – 70, 212 – 220.

SCHILLIGER LH. Reptile cardiology. Brno, 2006: 1 - 18.

SCHILLIGER, LH, TESSIER D, POUCELON JL a CHETBOUL V. Proposed Standardization of the Two-Dimensional Echocardiographic Examination in Snakes. Journal of Herpetological Medicine and Surgery. 2006, **16**: 77 – 87.

SCHREY CHF. Vyšetřování psa a kočky v obrazech. Praha: Grada, 2010, 1: 592 s.

STANFORD D. Electrocardiography of the Normal Inland Bearded Dragon (*Pogona vitticeps*). Electrocardiography of the Normal Inland Bearded Dragon (*Pogona vitticeps*). 2013

RITCHIE BW, HARRISON JG a HARRISON LR. Avian medicine: principles and application. Lake Worth, Wingers Pub., 1994, 1, 635

### **Internetové**

*Http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/16-01-Balek.html* [online]. 2014 [cit. 2014-10-01]. Dostupné z:  
<http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/16-01-Balek.html>

**PŘÍLOHY** – fyziologické hodnoty EKG vybraných druhů plazů

**TABLE 1: Electrocardiographic parameters of nine anaesthetised red-eared sliders (three electrode, lead II trace)**

| Slider | Weight (kg) | Heart rate (beats min <sup>-1</sup> ) | Intervals (seconds) |      |      |      |      | Amplitudes (mV) |       |       |
|--------|-------------|---------------------------------------|---------------------|------|------|------|------|-----------------|-------|-------|
|        |             |                                       | P                   | PR   | QRS  | ST   | QT   | P               | R     | T     |
| KM3    | 0.80        | 16.1                                  | 0.16                | 0.56 | 0.16 | 1.32 | 1.60 | 0.038           | 0.275 | 0.050 |
| K8     | 1.49        | 16.8                                  | 0.14                | 0.50 | 0.18 | 1.48 | 2.28 | 0.063           | 0.338 | 0.125 |
| KM6    | 1.20        | 21.7                                  | 0.12                | 0.56 | 0.14 | 1.04 | 1.28 | 0.019           | 0.200 | 0.025 |
| K3     | 0.73        | 23.4                                  | 0.16                | 0.48 | 0.16 | 1.20 | 1.56 | 0.025           | 0.188 | 0.069 |
| KM1    | 0.53        | 24.4                                  | 0.12                | 0.54 | 0.14 | 1.04 | 1.40 | 0.020           | 0.275 | 0.050 |
| KX6    | 1.81        | 25.4                                  | 0.15                | 0.56 | 0.16 | 0.88 | 1.28 | 0.050           | 0.275 | 0.150 |
| KX1    | 0.45        | 30.3                                  | 0.06                | 0.44 | 0.10 | 0.88 | 1.12 | 0.020           | 0.350 | 0.063 |
| KX4    | 1.53        | 31.2                                  | 0.05                | 0.50 | 0.16 | 0.84 | 1.14 | 0.013           | 0.150 | 0.025 |
| KM4    | 1.08        | 37.0                                  | 0.12                | 0.44 | 0.16 | 0.76 | 1.06 | 0.025           | 0.238 | 0.058 |
| Mean   |             | 25.2                                  | 0.12                | 0.51 | 0.15 | 1.05 | 1.41 | 0.030           | 0.254 | 0.068 |
| SD     |             | 6.8                                   | 0.04                | 0.05 | 0.02 | 0.24 | 0.38 | 0.017           | 0.067 | 0.043 |

K Ketamine, M Midazolam, X Xylazine

Parametry pro EKG želvy nádherné (*Trachemys scripta elegans*) v anestezii (Převzato z: Holz a kol., 1995, úprava: A. Zemanová)

|                           | Mean or [Median] | Range       | Standard Deviation or [IQR] |
|---------------------------|------------------|-------------|-----------------------------|
| Weight (g)                | 335              | 66 - 517    | 140                         |
| Age (months)              |                  | 4 - 30      |                             |
| Snout-vent length (cm)    | 18.9             | 11.5 - 23.0 | 3.0                         |
| Cloacal temperature (°C)  | 32.7             | 27.7 - 37.9 | 2.0                         |
| Ambient Temperature (°C)  |                  | 26 & 35     |                             |
| Heart Rate (beats/minute) | 90               | 24 - 170    | 39                          |
| R-R interval (mS)         | [723]            | 353-2520    | [533-1020]                  |
| P wave duration (mS)      | 56               | 30 - 100    | 13                          |
| P wave amplitude (mV)     | 0.03             | 0.01 - 0.06 | 0.01                        |
| P-R interval (mS)         | 145              | 75 - 253    | 38                          |
| SV wave duration (mS)     | [57.5]           | 30 - 125    | [50-67]                     |
| SV wave amplitude (mV)    | 0.03             | 0.01 - 0.07 | 0.01                        |
| SV-R interval (mS)        | 243              | 130 - 440   | 62                          |
| QRS duration (mS)         | 85               | 60 - 120    | 15                          |
| R wave amplitude (mV)     | 0.23             | 0.08 - 0.57 | 0.11                        |
| S wave amplitude (mV)     | 0.04             | 0.01 - 0.13 | 0.02                        |
| Q-T interval (mS)         | 355              | 120 - 980   | 139                         |
| T wave amplitude (mV)     | 0.04             | 0.01 - 0.14 | 0.02                        |
| MEA                       |                  | +60 - +110  |                             |

Parametry pro EKG agamy vousaté (*Pogona vitticeps*) bez anestezie (Převzato z: Stanford, 2013, úprava: A. Zemanová)

| Species                   | American alligator<br>( <i>Alligator mississippiensis</i> ) <sup>a</sup> | Brown tree snake<br>( <i>Boiga irregularis</i> ) <sup>b</sup> | Desert tortoise<br>( <i>Gopherus agassizii</i> ) <sup>c</sup>          |   |
|---------------------------|--|---|--|---|
| Weight (kg)               | Juveniles  | 0.070 – 0.915   | adults   |   |
| Ambient Temperature (°C)  | 22 - 24  | 22.5 - 26   | 26.6   |   |
| Body Temperature (°C)     | 22.1 – 28.2  | 24.1 - 28.7   | NR   |   |
| Restraint                 | Blindfold  | Propofol  | Sedated  |   |
| Electrode Type            | Percutaneous wire  | Oesophageal   | Needle   |   |
| Recording (mm/sec)[mm/mV] | (25) [20]  | NR  | NR   |   |
| Recumbency                | Ventral  | Dorsal  | Ventral  |   |
| Heart Rate (bpm) [mean]   | 33 – 42  | 56 - 73[67]   | 10 – 30  |   |
| R-R interval (sec) [mean] | 1.71   | 0.82 - 1.06 [0.90]  | NR   |   |
| SV amplitude (mV)         | NR   | NR  | NR   |   |
| SV duration (sec)         | NR   | NR  | NR   |   |
| P amplitude (mV)          | NR   | -0.25- 0.195 [- 0.0036]                                       | NR   |   |
| P duration (sec)          | NR   | 0.017 - 0.072 [0.044]   | NR   |   |
| P-R interval (sec)        | NR   | 0.176 - 0.248 [0.202]   | 0.38 - 1.5   |   |
| R amplitude (mV) [mean]   | 0.25   | 0.082 - 1.3 [0.515]   | 0.03 - 0.18  |   |
| QRS duration (sec) [mean] | 0.10   | 0.052 - 0.12 [0.0874]   | 0.04 - 0.2   |   |
| Q-T interval (sec) [mean] | 1.18   | 0.52 - 0.76 [0.65]  | NR   |   |
| S-T interval (sec) [mean] | NR   | 0.24 - 0.48 [0.35]  | NR   |   |
| S amplitude (mV)          | 0.16   | NR  | NR   |   |
| T duration (sec)          | 0.33   | 0.1 - 0.24 [0.15]   | NR   |   |
| T amplitude (mV)          | 0.13   | 0.038 - 0.683 [0.392]   | NR   |   |
| Q amplitude (mV)          | 0.09   | NR  | NR   |   |
| MEA                       | 69 - 97  | NR  | NR   |   |
| Species                   | Gomoran giant lizard<br>( <i>Gallotia bravoana</i> ) <sup>d</sup>        | Green iguana<br>( <i>Iguana iguana</i> ) <sup>e</sup>         | Leatherback Sea Turtle<br>( <i>Dermochelys coriacea</i> ) <sup>f</sup> | Red-eared slider<br>( <i>Trachemys scripta elegans</i> ) <sup>g</sup> |
| Weight (kg)               | 0.105 – 0.244  | 0.227-1.69  | 242 - 324  | 0.45 - 1.81   |
| Ambient Temperature (°C)  | 20 - 21  | NR  | 26.4 28.6  | 22 - 23   |
| Body Temperature (°C)     | 18 - 24  | NR  | 30.3 -31.6   | kept at 23 - 25°C before study  |
| Restraint                 | Head and eyes covered  | NR  | Medetomidine and ketamine  | Ketamine +/- xylazine or midazolam                                    |
| Electrode Type            | Alligator clips  | NR  | Needle   | Alligator clips, no gel   |
| Recording (mm/sec)[mm/mV] | (25) [10]  | NR  | NR   | (25) [40]   |
| recumbency                | Ventral  | NR  | Ventral  | Ventral   |
| Heart Rate (bpm) [mean]   | 35 – 60 [44]   | 38 - 68   | 14.7 – 20.8 [17.9]   | 16 - 37 [25]  |
| R-R interval (sec) [mean] | 1.05 - 1.78 [1.43]   | NR  | 2.88 – 4.08 [3.4]  | NR  |
| SV amplitude (mV)         | 0.04 - 0.2 [0.12]  | NR  | NR   | NR  |
| SV duration (sec)         | 0.08 - 0.2[0.13]   | NR  | NR   | NR  |
| P amplitude (mV) [mean]   | 0.05 - 0.1 [0.08]  | 0.06-0.16   | 0.055 – 0.12 [0.096]   | 0.013-0.063 [0.03]  |
| P duration (sec)          | 0.08 - 0.1 [0.09]  | NR  | 0.16 – 0.25 [0.20]   | 0.05-0.16 [0.12]  |
| P-R interval (sec)        | 0.1 - 0.18 [0.15]  | 0.19 - 0.43   | 0.80 – 1.17 [1.00]   | 0.44 - 0.56 [0.51]  |
| R amplitude (mV) [mean]   | 0.1 - 0.18 [0.15]  | 0.2 - 0.54  | 0.34 – 0.50 [0.45]   | 0.15 - 0.35 [0.25]  |
| QRS duration (sec) [mean] | 0.05 - 0.1 [0.08]  | 0.04 - 0.14   | 0.47 – 0.55 [0.51]   | 0.10 - 0.18 [0.15]  |
| Q-T interval (sec) [mean] | 0.1 - 0.32 [0.21]  | 0.39 - 0.85   | 0.94 – 1.26 [1.14]   | 1.06 - 2.28 [1.41]  |

|                                     |                    |             |                    |                     |
|-------------------------------------|--------------------|-------------|--------------------|---------------------|
| <b>S-T interval (sec)</b><br>[mean] | 0.02 - 0.2 [0.14]  | 0.25 - 0.57 | 0.32 - 0.54 [0.40] | 0.76 - 1.48 [1.05]  |
| <b>S amplitude (mV)</b>             | 0.02 - 0.05 [0.03] | 0.01 - 0.11 | 0.36 - 0.60 [0.48] | NR                  |
| <b>T duration (sec)</b>             | 0.1 - 0.15 [0.12]  | 0.07 - 0.17 | 0.20 - 0.36 [0.26] | NR                  |
| <b>T amplitude (mV)</b>             | 0.03 - 0.14 [0.07] | 0.05 - 0.17 | 0.09 - 0.20 [0.15] | 0.025 - 0.15 [0.07] |
| <b>Q amplitude (mV)</b>             | NR                 | NR          | NR                 | NR                  |
| <b>MEA</b>                          | 45-1350            | 64 - 91     | NR                 | NR                  |

Parametry pro EKG různých druhů plazů (Převzato z: Stanford, 2013 úprava: A. Zemanová)

|          | <b>KM</b><br>(kg) | <b>KT</b><br>(°C) | <b>HF</b><br>(SpM) | <b>P</b><br>(mV) | <b>P</b><br>(Sek.) | <b>Q</b><br>(mV) | <b>Q</b><br>(Sek.) | <b>R</b><br>(mV) | <b>R</b><br>(Sek.) | <b>S</b><br>(mV) | <b>S</b><br>(Sek.) |
|----------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| <b>M</b> | 1,5               | 26,5              | 61                 | 0,1              | 0,11               | 0,00             | 0,00               | 0,37             | 0,09               | 0,05             | 0,02               |
| <b>S</b> | ±0,97             | ±2,5              | ±17                | ±0,1             | ±0,05              | ±0,01            | ±0,02              | ±0,18            | ±0,04              | ±0,07            | ±0,02              |

Tabelle 5.1: Zusammenfasste Ergebnisse der Grünen Leguane, die nicht narkotisiert waren

|          | <b>QRS</b><br>(Sek.) | <b>SV</b><br>(mV) | <b>SV</b><br>(Sek.) | <b>T</b><br>(mV) | <b>T</b><br>(Sek.) | <b>PR-Int.</b><br>(Sek.) | <b>RT-Int.</b><br>(Sek.) | <b>RT-Str.</b><br>(Sek.) | <b>ST-Str.</b><br>(Sek.) | <b>SVP-Int.</b><br>(Sek.) | <b>Elek. Herza.</b><br>(°) |
|----------|----------------------|-------------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <b>M</b> | 0,1                  | 0,00              | 0,06                | 0,00             | 0,11               | 0,38                     | 0,65                     | 0,45                     | 0,42                     | 0,29                      | 66,26                      |
| <b>S</b> | ±0,05                | ±0,02             | ±0,01               | ±0,1             | ±0,03              | ±0,14                    | ±0,18                    | ±0,15                    | ±0,18                    | ±0,06                     | ±31,33                     |

Tabelle 5.1: Zusammenfasste Ergebnisse der Grünen Leguane, die nicht narkotisiert waren; (Fortsetzung)

Parametry pro EKG leguána zeleného (*Iguana iguana*) bez anestezie (Převzato z: Dahhan, 2006, úprava: A. Zemanová)