

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Zootechnických věd

Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ontogenetické změny štítné žlázy králíka
(Ontogenetic changes on rabbit thyroid gland)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Roman Konečný, Ph.D.

Konzultant: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

Autor bakalářské práce: Kateřina Bláhová

České Budějovice 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina BLÁHOVÁ**
Osobní číslo: **Z13115**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Ontogenetické změny štítné žlázy králíka**
Zadávací katedra: **Katedra zootechnických věd**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Štítná žláza je významný endokrinní orgán zasahující do metabolismu a vývoje tkání. V post-natálním období dochází ke strukturálním změnám souvisejícím s funkční aktivitou štítné žlázy.

Cílem práce je přinést poznatky o strukturálních změnách štítné žlázy v průběhu rané ontogeneze.

Zpracujete literární přehled o anatomické a histologické stavbě štítné žlázy králíka. V definovaném věku pokusných králíků provedete odběr vzorků štítné žlázy. Odebranou tkáň zpracujete běžnou histologickou technikou. Morfometricky získáte data o délce, šířce, obvodu folikulů a výšce thyreocytů. Pomocí vhodných statistických metod provedete analýzu dat mezi různými věkovými skupinami.

Rozsah grafických prací: 5 tabulek, 5 grafů
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Eurell, J. A. C., Frappier, B. L., Dellmann, H. D. (2006): Dellmann's textbook of veterinary histology. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa, 416 p.
Kameda, Y. (1984): Immunocytochemical studies on differentiation of the thyroid gland in rabbit fetuses and chick embryos. Histochemistry, 80(1), 23-29.

Nikiforov, Y.E., Biddinger, P.W., Thompson L. D. R. (2012): Diagnostic Pathology and Molecular Genetics of the Thyroid: A Comprehensive Guide for Practicing Thyroid Pathology. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, 436 p.

Parchami, A., Fatahian Dehkordi, R. F. (2012): Sex Differences in Thyroid Gland Structure of Rabbits. International Scholarly and Scientific Research and Innovation, 6 (5), 274-277.

Rao-Rupanagudi, S., Heywood, R., Gopinath, C. (1992): Age-related changes in thyroid structure and function in Sprague-Dawley rats. Veterinary Pathology, 29, 278 - 287.

Ali, G. A. (2011): Histological Effects of fasting and subsequent refeeding on thyroid follicles of rabbits morphometric analysis. Tikrit Journal of Pure Science, 16 (2), 12-16.

Elektronické informační zdroje Akademické knihovny JU v Č. Budějovicích (internetové databáze): ISI Web of Knowledge (Web of Science), Pubmed, příslušné odborné a vědecké časopisy.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Roman KONEČNÝ, Ph.D.**
Katedra zootechnických věd
Konzultant bakalářské práce: **prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.**
Katedra zootechnických věd

Datum zadání bakalářské práce: **16. března 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2016**


prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice** ①


doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. března 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne:

Kateřina Bláhová

Poděkování

Děkuji svému konzultantovi bakalářské práce. Také bych chtěla poděkovat své rodině za trpělivost, kterou se mnou měla.

Abstrakt

V literárním přehledu bakalářské práce je popsána štítná žláza z hlediska morfologie, fyziologie, mikroskopické stavby, prenatalního a postnatalního vývoje.

Praktická část byla věnována morfometrickým změnám štítné žlázy v průběhu 39 dní postnatalního vývoje. K experimentu bylo využito 24 králíků plemene novozélandský bílý. Mikroskopicky byly stanoveny parametry: obvod, délka a šířka folikulů a výška thyreocytů. Při narození byl průměrný obvod folikulů $134,54 \pm 7,81 \mu\text{m}$, délka $41,85 \pm 0,93 \mu\text{m}$, šířka $39,45 \pm 4,05 \mu\text{m}$ a výška thyreocytů $5,12 \pm 0,06 \mu\text{m}$. V 39. dnech (na konci experimentu) byl průměrný obvod folikulů $231,53 \pm 37,95 \mu\text{m}$, délka $71,09 \pm 12,19 \mu\text{m}$, šířka $68,97 \pm 10,02 \mu\text{m}$ a výška thyreocytů $5,69 \pm 0,42 \mu\text{m}$. U všech parametrů je zřetelný nárůst kromě thyreocytů, u nich nárůst není tak patrný. Velikost obvodu se od narození do 39 dne věku zvětšila o 72,1 %, výška folikulů o 69,9 %, nejvíce šířka folikulů, a to o 77,4 %. Ve věku 5 dnů došlo ke snížení velikosti všech 3 sledovaných rozměrů, tedy ke zmenšení folikulů, to lze přisuzovat adaptaci štítné žlázy na postnatalní období.

Klíčová slova: králík, štítná žláza, morfometrie, folikuly, thyreocyty

Abstract

The literature review of this thesis describes the thyroid gland in terms of morphology, physiology, microscopic structure, and its prenatal and postnatal development.

The practical part focused on the monitoring of morphometric changes of the thyroid gland during the first 39 days of postnatal development at 24 New Zealand white rabbits. Morphometric measurements carried out were: the circumference, length and width of follicles and the height of thyrocytes. At birth, the average circumference of follicles was $134.54 \pm 7,81\mu\text{m}$, with length of $41.85 \pm 0.93 \mu\text{m}$, width of $39.45 \pm 4.05 \mu\text{m}$, and the average height of thyrocytes was $5.12 \pm 0.06 \mu\text{m}$. The measurements were repeated in 39 days of age (at the end of the experiment) with the average circumference of follicles being $231.53 \pm 37.95 \mu\text{m}$, length of $71.09 \pm 12.19 \mu\text{m}$, width of $68.97 \pm 10.02 \mu\text{m}$ and the height of thyrocytes $5.69 \pm 0.42 \mu\text{m}$. All parameters with the exception of thyrocytes showed increased values. On average the circumference of follicles from birth to 39 days of age changed by 72.1%, the height of follicles by 69.9%, with the highest difference in width by 77.4%. At the age of 5 days the reduction in follicle size was observed, possibly due to the adaptation of thyroid gland to the postnatal period.

Key words: rabbit, thyroid gland, morfometry, follicles, thyrocytes

Obsah

Obsah	8
1. Úvod a cíl bakalářské práce	10
2. Literární přehled.....	11
2.1 Anatomie štítné žlázy	11
2.2 Krevní zásobení štítné žlázy	12
2.3 Inervace štítné žlázy	13
2.4 Lymfatický systém štítné žlázy	13
2.5 Mikroskopická stavba štítné žlázy	13
2.5.1 Folikulární buňky (thyreocyty).....	14
2.5.2 Parafolikulární (C) buňky	14
2.5.3 Koloid	15
2.6 Embryonální vývoj štítné žlázy králíků.....	15
2.7 Postnatální vývoj	16
2.8 Funkce štítné žlázy	16
2.9 Vliv hormonů štítné žlázy na vývoj organismu.....	18
2.10 Regulace aktivity štítné žlázy	18
2.11 Poruchy aktivity	18
2.11.1 Struma.....	19
2.11.1.1 Parenchymatózní struma	19
2.11.1.2 Koloidní struma.....	19
3. Materiál a metodika.....	20
3.1 Odběr a histologické zpracování vzorků	20
3.2 Morfometrická analýza.....	21
3.3 Statistické zpracování dat	22
4. Výsledky a diskuze	23
4.1 Histologická charakteristika štítné žlázy	31

4.2 Velikostní parametry folikulů a jejich dynamika	31
4.3 Korelace mezi velikostními parametry folikulů	32
4.2 Obvod folikulů	33
4.1 Délka folikulů	34
4.6 Šířka folikulů	35
4.7 Výška thyreocytů	36
4.8 Závislost parametrů štítné žlázy králíku na jejich hmotnosti	37
5. Závěr	39
6. Seznam zkratk	40
7. Seznam obrázků	40
8. Seznam tabulek	41
9. Seznam grafů	41
10. Seznam použité literatury	42

1. Úvod a cíl bakalářské práce

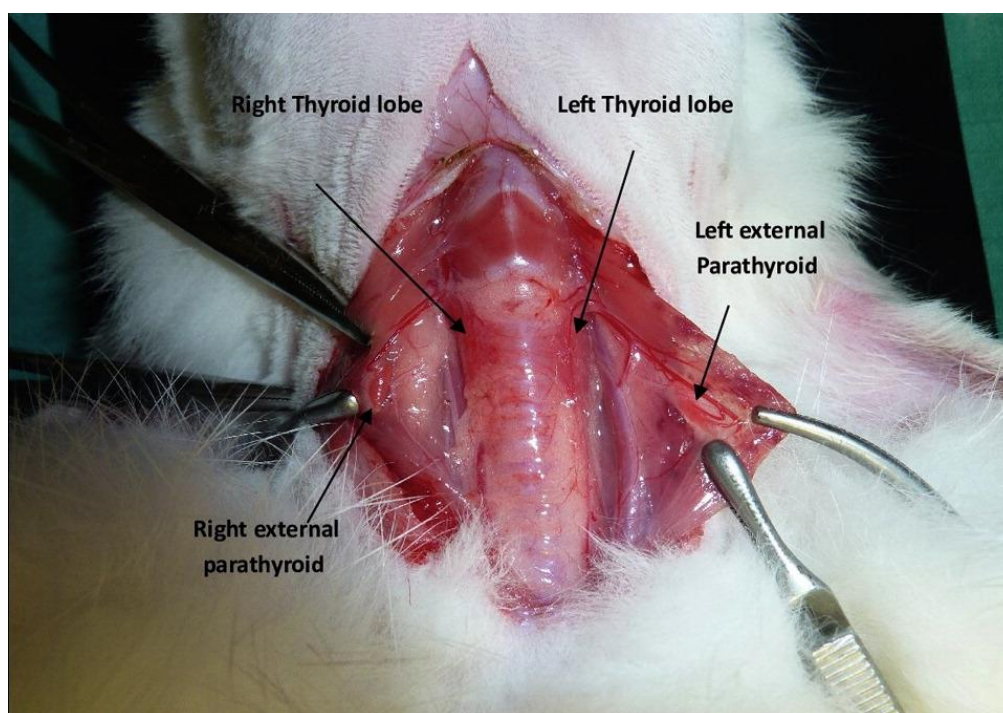
Štítná žláza (*glandula thyreoidea*) se nachází u všech obratlovců. Jedná se o žlázu s vnitřní sekrecí, která je nezbytná k správné činnosti organismu. Je to laločnatý orgán, uložený na ventrolaterální straně průdušnice. V postnatálním období dochází ke strukturálním změnám souvisejícím s funkční aktivitou štítné žlázy. Aktivitu štítné žlázy ovlivňuje řada vnitřních i vnějších faktorů. V současné době se funkci štítné žlázy u lidí i zvířat věnuje značná pozornost. Častěji se vyskytují poruchy funkcí, spojené nejen s neúměrným příjmem jódu, ale i s výskytem nádorového nebo autoimunitního onemocnění. Znalosti o aktivitě štítné žlázy vedou k možnosti zlepšení zdraví zvířete a zvýšení jeho produkce. Nutno podotknout, že změny na štítné žlázy probíhají po celý život.

Cílem bakalářské práce bylo z dostupných literárních zdrojů zpracovat literární přehled o stavbě štítné žlázy králíků a její funkci. V praktické části vyhodnotit morfometrické parametry mikroskopické stavby štítné žlázy králíků od narození do věku 0 – 39 dní.

2. Literární přehled

2.1 Anatomie štítné žlázy

Štítná žláza (*glandula thyroidea*), je největší endokrinní orgán karmínové barvy, který je vyvinut u všech obratlovců (Knotek et al., 1999; Jelínek et al., 2003). Štítná žláza je typická žláza folikulárního typu a její uspořádání je druhově specifické. Štítná žláza králíka je tvořena pravým a levým lalokem, které naléhají na ventrolaterální stranu průdušnice, od hrtanu po osmý nebo devátý tracheální prstenec (Yamasaki 1996; Knotek et al., 1999). Oba laloky (Obrázek 1) jsou ventrálně spojeny pomocí relativně úzkého můstku, zvaného isthmus (Antakia et al., 2014). Velikost laloků je variabilní a odvíjí se od fyziologických procesů v organismu, úrovně výživy, obsahu jódu v krmivu a pitné vodě, teplotních podmínkách, ročním období, pohlaví a věku (Jelínek et al., 2003). Knotek et al. (1999) uvádějí délku laloku 15 mm, šířku 5 mm a šířku můstku 6 mm. Naproti tomu autoři Antakia et al. (2014) ve své publikaci uvádějí rozmezí délky laloků 15 -20 mm a šířky 6 -12 mm.

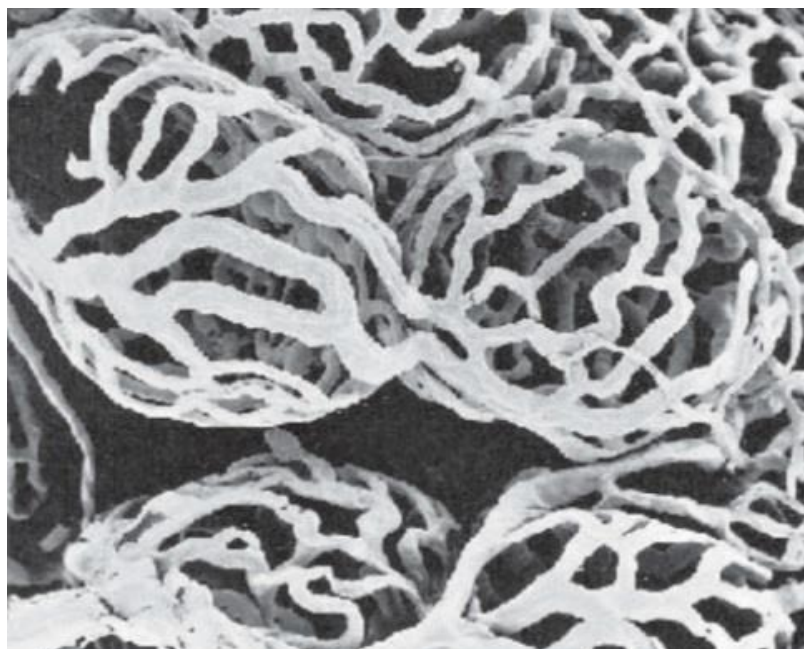


Obrázek 1: Topografie štítné žlázy králíka

Zdroj: Antakia et al. (2014)

2.2 Krevní zásobení štítné žlázy

Krev do štítné žlázy přivádějí kraniální, střední a kaudální arterie. Kraniální arterie je větví zevní krkavice případně společné krkavice. Střední arterie odstupují ze společné krkavice v úrovni 2 - 8 průdušnicového prstence, a přivádějí krev do štítné žlázy z kraniomediální strany. Kaudální arterie odstupuje ze společné krkavice nebo z thyreocervikálního kmene odstupujícího z podklíčkové tepny (Yamasaki 1996). Štítná žláza je krvena pomocí *a. carotis communis*, ze které odchází slabší *a. thyroidea caudalis* a silnější *a. thyroidea cranialis*, z té vycházejí také větve, které zásobují krev hrtan. *Arteria thyroidea caudalis* často schází u skotu a u koz (König et Liebich, 2002). Po vstupu arterií do štítné žlázy se ve vazivovém pouzdru arterie větví a vydávající větve, které probíhají ve vazivových septech, kde se rozpadají v kapiláry. Krevní kapiláry následně košíčkovitě obdávají jednotlivé folikuly (Obrázek 2). Kapilární síť ve štítné žláze patří k nejhustším v těle vedle sítě kapilár v plicních sklípcích. Ve stěně arterií jsou přítomny polštářky, které dle fyziologických potřeb regulují přívod krve. Ve štítné žláze se také vyskytují četné arteriovenózní anastomózy. Venózní pleteň začíná na opačném pólu folikulu. Odvod krve ze štítné žlázy zajišťuje kraniální štítná žíla, která ústí do přední duté žíly (Novotný et al., 1966; Tichý et al., 2004).



Obrázek 2: Kapilární síť folikulů štítné žlázy

Zdroj: Bacha et Bacha (2000)

2.3 Inervace štítné žlázy

Inervace štítné žlázy probíhá prostřednictvím sympatických a parasympatických nervových vláken. Sympatická nervová vlákna vystupují z kraniálního krčního ganglia a parasympatická z hrtanového rozvětvení bloudivého nervu (Dyce et al., 1991). Tato vlákna jsou většinou vasomotorická a denervace má jen nepatrný efekt na sekreční aktivitu žlázy. Štítná žláza je zásobována nervy pocházejícími z horních a středních sympatických krčních ganglií. Tyto nervy uvolňují noradrenalin od vnitřních folikulárních a adrenergických nervových zakončení. Také cholinergní nervová vlákna byla nalezena ve štítné žláze, což může hrát roli v regulaci funkce parasympatické nervové soustavy. Nervy vegetativní soustavy jdou společně s krevními cévami a tvoří pletence v jejich adventicii. Vasomotorická vlákna usměrňují lumen cév, jiná vlákna končí na epitelových buňkách folikulů a řídí jejich inkreční činnost (Novotný et al., 1966; Nikiforov, 2009).

2.4 Lymfatický systém štítné žlázy

Míza ze štítné žlázy je odváděna lymfatickými cévami, které vytváří subkapsulární plexus a ústí do hrudního mízovodu (Blahoš et Bleha, 1988).

2.5 Mikroskopická stavba štítné žlázy

Na povrchu štítné žlázy se nachází pouzdro z hustého neuspořádaného kolagenního vaziva, ze kterého do parenchymu žlázy odstupují vazivová septa, která jej dělí na nepravidelné, neúplně vzájemně oddělené lalůčky (Novotný et al., 1966; Junquiera et Carneiro, 2005; Samuelson 2006). Lalůčky se sestávají z kulovitých folikulů (Obrázek 3), které představují základní strukturální a funkční jednotku štítné žlázy (Tichý et al., 2004; Santos et al., 2012). Každý folikul je tvořen jednou vrstvou folikulárních buněk, bazální membránou, retikulárními vlákny a želatinózní substancí - koloidem (Tichý et al., 2004; Eurell et Frappier 2006). Průměrná velikost folikulů je různá a odvíjí se od velikosti a počtu buněk a také od množství koloidu (Junquiera et Carneiro, 2005; Nielsen et al., 2005, Eurell et Frappier 2006). Ve velikosti folikulů lze zjistit určité druhové rozdíly, rozměry folikulů však také kolísají u jednoho a téhož zvířete (Novotný et al., 1966). Autoři Charles et al. (1996) uvádějí, že průměrná velikost folikulů se pohybuje od několika mikrometrů až po stovky mikrometrů. Tvar folikulů rovněž není jednotný a je dán především rozložením folikulů ve štítné žláze a syntetickou aktivitou této žlázy

(Junquiera et Carneiro, 2005). Proto se běžně setkáváme ve štítné žláze vedle sebe s folikuly, které jsou velké, nebo naopak malé (Junquiera et Carneiro, 2005). V parenchymu štítné žlázy jsou přítomny dva typy endokrinních buněk: folikulární a parafolikulární.

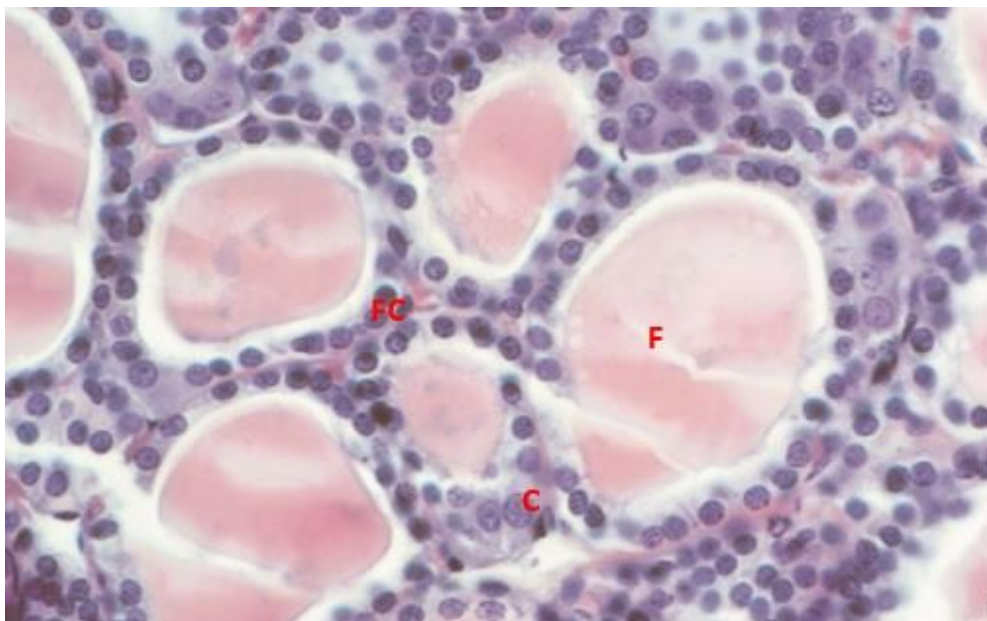
2.5.1 Folikulární buňky (thyreocyty)

Folikulární buňky tvoří 90 % buněčné populace parenchymu štítné žlázy (Marvan et al., 1998). Na rozdíl od buněk přítomných v jiných endokrinních orgánech jsou tyto buňky polarizovány (Eurell et Frappier 2006). Svoji bazální částí nasedají na bazální membránu a apikální pól směřuje ke koloidu. Tvar folikulárních buněk je cylindrický, kubický nebo plochý. Různý tvar buněk je dán především jejich různou metabolickou (syntetickou) aktivitou (Eurell et Frappier 2006; Samuelson 2006; Kierszenbaum, 2007). Cylindrické a kubické buňky jsou přítomny ve folikulech s vysokou syntetickou aktivitou, na proti tomu ploché buňky se vyskytují ve folikulech inaktivních (Eurell et Frappier 2006). Folikulární buňky vyplňuje eozinofilní cytoplazma (Samuelson, 2006). V oblasti bazálním pólu se vyskytuje relativně velké množství drsného endoplazmatického retikula (Junquiera et Carneiro, 2005). Jádro folikulárních buněk je kulovité s výrazným jádérkem a bývá zpravidla lokalizováno ve středu buňky (Novotný et al., 1966; Junquiera et Carneiro, 2005; Samuelson 2006). Golgiho komplex, četná, malá sekreční granula, lysozomy a fagosomy se nacházejí při apikálním pólu buňky a cytoplazmatická membrána této oblasti vybíhá v nečetné mikroklky (Junquiera et Carneiro, 2005).

2.5.2 Parafolikulární (C) buňky

Druhým typem endokrinních buněk ve štítné žláze jsou parafolikulární (C) buňky, které náleží do difúzního endokrinního systému (Junquiera et Carneiro, 2005; Blahoš a kol., 2006; Samuelson 2006). Parafolikulární buňky se mohou vyskytovat jednak ve folikulárním epitelu nebo v podobě buněčných shluků mezi jednotlivými folikuly (Junquiera et Carneiro, 2005; Samuelson, 2006; Bacha et Bacha 2012). Parafolikulární buňky přítomné ve shlucích vykazují polygonální tvar, zatímco ve folikulárním epitelu spíše sférický. Při porovnání s folikulárními buňkami jsou parafolikulární buňky dvakrát větší (Samuelson, 2006). Charakteristickým znakem těchto buněk je světlá cytoplazma, výrazné oválné nebo sférické jádro a přítomnost

četných cytoplazmatických granul obsahujících hormon kalcitonin (Samuelson, 2006; Kierszenbaum, 2007). V cytoplazmě parafolikulárních buněk je dále přítomen velký Golgiho aparát, protáhlé mitochondrie a relativně malé množství drsného endoplazmatického retikula (Junquiera et Carneiro, 2005).



Obrázek 3: Mikroskopická stavba štítné žlázy. F- folikul štítné žlázy;
FC- folikulární buňky, C – parafolikulární buňky.

Zdroj: Bacha et Bacha, 2012

2.5.3 Koloid

Koloid uvnitř folikulárního prostoru je viskózní homogenní tekutina, která obsahuje tyreoglobulin, který si lze představit jako jodované glykoproteiny, které jsou prekurzorem trijódtyroninu (T3) a tyroxinu (T4) (Tichý et al., 2004; Nikiforov, 2009). Konzistence této tekutiny podléhá funkční aktivitě orgánu.

2.6 Embryonální vývoj štítné žlázy králíků

Štítná žláza plodu je endokrinně aktivní, protože mateřské hormony štítné žlázy nemohou procházet placentární bariérou (Jelínek et al., 2003).

Vývoj štítné žlázy je spojen s vývojem jazyka a zakládá se již 12. den gravidity. Vzniká z epitelu ve ventrální části budoucího hltanu v místě první žaberní štěrbině mezi *tuberculum impar* a *copulou*. Entodermový epitel se začne vychlipovat ventrokaudálním směrem v podobě buněčného čepu, který se rozšíří ve dva výběžky, jež dávají základ lalokům (Novotný et al, 1966; Horký et Mikyska, 1990; Soliman et al, 2005). Na stavbě štítné žlázy se také podílí základ ultimobranchiálního tělíska,

kteře vzniká ze čtvrté žaberní šterbiny (Novotný et al., 1966; Halouzka et Krinke, 2000), v pozdějším vývoji ze základu ultimobranchiálního těliska vznikají parafolikulární buňky. Buňky základu štítné žlázy tvoří zpočátku solidní masu, která je vrůstajícími cévami a mezenchymem přeměněna v nepravidelné epitelové provazce (Horký et Mikyska, 1990, Soliman et al., 2005). V dalším vývoji se provazce dále rozpadají ve skupiny buněk, které postupně luminizují a tvoří folikuly (Horký et Mikyska, 1990, Soliman et al., 2005). Období formování folikulů a přítomnost koloidu je u jednotlivých druhů zvířat různá. U králíků jsou primitivní folikuly bez přítomnosti koloidu patrné u 14 denních plodů. Plně diferencované u 20-22 dní starých plodů a přítomnost koloidu až u 24 dní starých plodů. Mezi 20-30 dnem prenatalního života dochází k pozorovatelným podstatným změnám, kde folikulární buňky již vykazují nějakou aktivitu. Mezi 24. a 26. dnem vývoje mají buňky sekreční aktivitu. U některých případů bylo zpozorováno, že se folikuly vyvinuly z ultimobranchiálních buněk (Soliman et al., 2005).

2.7 Postnatální vývoj

Štítné žlázy nově narozených králíků by se neměly lišit od žláz ještě nenarozených plodů. Folikuly jsou obklopeny vaskulární pojivovou tkání především z retikulárních vláken. Struktura folikulů je také beze změny, jen se změnila jejich velikost. Běžně se v nich vyskytuje koloid (Soliman et al., 2005). Koloid uvnitř folikulárního prostoru obsahuje tyreoglobulin, jodované glykoproteiny, které jsou prekurzorem trijodtyroninu (T3) a tyroxinu (T4). Koloid má amorfni eosinofilní vzhled a je PAS pozitivní (Nikiforov, 2009).

U králíků ve věku 3-5 let se vyskytují folikuly nepravidelného tvaru se zbytky koloidu. Thyreocyty většinou zploštělé s temnou cytoplasmou a plochými pyknotickými jádry. Folikuly, které se vyvíjí z ultimobranchiálních těles u králíků starých 3-5 let vykazují degenerativní změny. S těmito důkazy lze říci, že změny na štítné žláze probíhají celý život (Soliman et al., 2005).

2.8 Funkce štítné žlázy

Činnost štítné žlázy je řízena hormonálně a nervově. Nejvýznačnější regulační faktor je hormon tyreotropin (TSH), který se tvoří v adenohipofýze. Díky němu se regulují projevy štítné žlázy jako je vychytávání jódu z krve, tvorba hormonů a jejich výdej ze žlázy. Dále také významně působí na strukturu štítné žlázy, to

se projevuje zvětšováním celé žlázy, množení folikulů, růstem folikulárního epitelu a úbytkem koloidu (Reece, 1998). Hormony štítné žlázy regulují základní metabolické procesy organismu, jsou potřebné k termoregulaci, k řízení růstu těla, metabolismu sacharidů a regulaci hladiny vápníku v krvi. Řízení syntetické aktivity štítné žlázy probíhá pomocí TSH, který pochází z adenohipofýzy (König et Liebich, 2002). Schopnost zvyšovat vnitřní produkci tepla a tím i zvyšovat spotřebu kyslíku, patří mezi nejznámější funkce tyreoidních hormonů. Tato funkce ještě není definitivně rozluštěna, ale uvádí se, že zvýšení tepla je sekundární a následuje po zvýšené stimulaci syntézy proteinů tyreoidními hormony. Mimo mozek, plíce, sítnici, varlata a slezinu stimulují tyreoidní hormony metabolické dráhy všech tkání těla. Výsledkem je stimulace nebo aktivace některých klíčových enzymů (Reece, 1998).

Funkce buněk folikulů ve štítné žláze spočívá ve vychytávání a transportování jódu, syntéze tyreoglobulinu a jeho ukládání v koloidu a dále v odebrání tyreoidálních hormonů z tyreoglobulinu a v jejich vylučování do krevního oběhu (Sova et al, 1990). Ve štítné žláze je rezervní množství organifikovaného jódu značné a je ochranou před obdobím eventuálního deficitu (Límanová et al, 1995). Štítná žláza představuje asi 0,05% hmotnosti celého těla a přesto je v ní uloženo 20 % veškerého jódu z celého organismu. Nejvíce jódu je uloženo v koloidu. Asi 90% jódu je uloženo v organické formě, zbytek poté anorganicky nejčastěji ve formě jodidů (Blahoš et Bleha, 1988). Dokonce i teplota okolí a energetická bilance krmné dávky dokáží ovlivnit funkci štítné žlázy (McGuire et al, 1991; Tiirats, 1997). Mezi jiné faktory ovlivňující funkci štítné žlázy je užítkovost zvířat (Coelho et al, 2008).

Hormony folikulárních buněk štítné žlázy T4 a T3 se soustřeďují v koloidu folikulů a jsou vydávány do organismu podle potřeby krevního řečiště (Klika, 1986; König et Liebich, 2002). Oba hormony jsou podobné svým složením i účinkem, ale liší se silou účinku. T3 je hlavním metabolickým hormonem a vzniká většinou z T4 v tkáních, který tvoří zásobu hormonu v oběhu (Blahoš et Bleha, 1988). Účinky hormonu T3 se projevují již po několika hodinách. Zatímco hormon T4 se projevuje až po několika dnech od sekrece, popř. po léčebném podání (Jelínek et al., 2003). Při hyperfunkci štítné žlázy dochází k patologickému vystupňování látkové přeměny, což vyvolává řadu příznaků (zvýšení bazálního metabolismu, zrychlení výdeje vody tkáněmi, úbytek váhy atd.). Naopak hypofunkce štítné žlázy vede ke snížení

základních metabolických projevů. Vrozená hypofunkce štítné žlázy je provázána těžkými poruchami růstu a psychickými defekty (kretenismus) (Klika, 1986).

2.9 Vliv hormonů štítné žlázy na vývoj organismu

Tyroxin velmi zasahuje do růstu, vývoje a přeměny tkání. Pod jeho vlivem se uvolňuje růstový hormon (STH) z adenohipofýzy a k uplatnění STH ve tkáních je opět zapotřebí T4. Kromě působení na růst zasahuje T4 i do diferenciaci a zrání specializovaných tkání. Na těchto procesech se mnohem účinněji uplatní T3 než T4. Dále tyroxin podněcuje vývoj kůže, jejích derivátů a zvyšuje ukládání pigmentu v kůži. Hyperfunkce se projevuje tím, že je kůže zbytnělá a hrubá.

2.10 Regulace aktivity štítné žlázy

Regulaci činnosti štítné žlázy ovlivňuje adenohipofýza produkující hormon TSH, na adenohipofýzu nadřazeně působí hormony tyreoliberin (TRH), který je v hypotalamu a inhibičně zde působí somatostatin (Jelínek et al., 2003).

Principem regulace je negativní zpětná vazba (Jiskra, 2011). Hypotalamus uvolňuje hormon TRH, když hladina T4 a T3 klesne pod určitou úroveň. TRH dále stimuluje hypofýzu k vyloučení TSH, který vede ke zvýšení syntézy hormonů štítné žlázy. Při vysoké koncentraci T4 a T3 v krvi je vylučování TRH a TSH zpětnovazebně tlumeno (Jiskra, 2011; Kotačová, 2012). Hlavní zpětnovazebný faktor představuje hormon (Blumhart et Scoot, 1996).

K tvorbě a uvolňování T3 a T4 hormonů není potřeba jen TSH, ale i dostatek jódu a aktivita buněčných organel a folikulárních buněk (Marvan et al, 1998).

2.11 Poruchy aktivity

Podle umístění můžeme poruchy štítné žlázy rozdělit do tří skupin. Primární poruchy, které postihují přímo štítnou žlázu. Sekundární poruchy, problém se objevuje na úrovni hypofýzy. U terciálních poruch je problém v hypotalamické sekreci TRH (Blumhart et Scoot, 1996). Dle Jiskry (2011) výrazné poruchy aktivity hormonů štítné žlázy nejsou dlouhodobě slčitelné se životem, příčiny mohou být odlišné, nejčastěji je to autoimunitní zánět nebo jiné záněty a nádory.

Pro správnou syntézu hormonů je důležité množství jódu v přijímané potravě. Nedostatek jódu vede k tvorbě strumy (neboli volete). Procesy látkové výměny jsou také ovlivňovány štítnou žlázou. Její zvýšená funkce, hypertyreóza, vede ke zvýšení metabolických procesů – oxidační procesy v buňkách - a k nervóznímu předráždění

organismu, to se nazývá Basedowova choroba. Naopak snížená funkce, hypotyreóza, způsobuje zpomalení látkové výměny a u člověka způsobuje také zpomalení duševního vývoje (König et Liebich, 2002).

2.11.1 Struma

Každé nezánnětlivé a nenádorové zvětšení štítné žlázy, které se nachází u všech hospodářských a domácích zvířat, ptáků a jiných obratlovců, se nazývá struma neboli vole. Nejčastěji je způsobena nedostatečnou jódovou výživou, příjmem strumigenních látek, nadbytečně přijímaného jódu nebo to může být podmíněno geneticky (Capen, 2001). Podle Kursa (1994) tvrdí, že by za vznikem strumy mohlo stát zkrmování vysokých dávek brukvovitých rostlin a stresující faktory.

2.11.1.1 Parenchymatózní struma

Vzniká jako následek hyperplazie folikulárních buněk způsobené stimulací TSH. Jako nejvíce známá příčina vzniku je nedostatek jódu, příjem strumigenních látek. Při prohlédnutí mikroskopického obrazu zjistíme, že je typický narušením až zánikem folikulární struktury. Uvnitř malých koloidů se nachází nejméně koloidu. Tvar folikulů je nepravidelný a zmnožené epiteliální buňky se tvarují v papilární formaci. Epitel je cylindrický až vysoce cylindrický. Ve ventrokaudální části bývá hmatná nebo viditelná štítná žláza. Při makroskopické analýze je vidět, že postižené laloky jsou zvětšeny, jsou tuhé a tmavě červené díky bohaté kapilární síti (Capen, 2001).

2.11.1.2 Koloidní struma

Rozvíjí se při involuci parenchymatózní strumy u dospívajících a dospělých zvířat. Hyperplastické folikulární buňky produkují stále koloid, ale endocytóza koloidu z folikulů je snížena. Oba laloky štítné žlázy jsou zvětšeny, mají průsvitný charakter a světlou barvu díky sníženému krvení laloků a zvýšenému obsahu koloidu ve štítné žláze. Folikuly dosahují značných velikostí. Může se vyvinout i u zvířat s vysokým příjmem jódu (Pivník, 1972; Capen, 2001; Deborah et Stabenfeldt, 2007; La Perle et Capen, 2007).

3. Materiál a metodika

3.1 Odběr a histologické zpracování vzorků

Experiment byl proveden na 24 (3n/věková kategorie) králícih plemene novozélandský bílý. V definovaném věku (0., 5., 10., 14., 19., 27., 32. a 39. den) byla mláďata králíků zvážena na s přesností na setiny gramů (Tabulka 1) a následně dle legislativy po aplikaci anestetik usmrcena.

Tabulka 1: Průměrná tělesná hmotnost králíků v jednotlivých věkových kategoriích

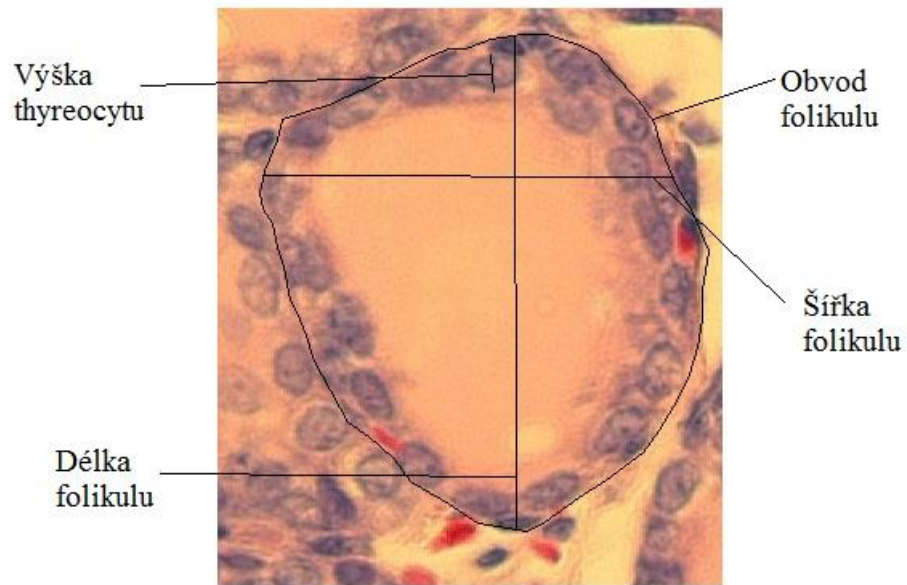
Stáří (dny)	Průměrná tělesná hmotnost (g)
0	52,5 ± 9,7
5	72,6 ± 20,1
10	106,0 ± 32,9
14	279,8 ± 45,3
19	260,3 ± 48,6
27	450,6 ± 8,9
32	479,9 ± 194,2
39	1147,8 ± 139,9

Bezprostředně po usmrcení zvířat byla odebrána štítná žláza a vložena do fixační nádoby s 10% pufrovaným formalínem. Dostatečně profixované vzorky byly přikrojeny, vloženy do kazet, propláchnuty ve dvou lázních 60% a 96% etanolu a následně odvodněny a prosyceny parafínem pomocí multifunkčního tkáňového procesoru KOS: 99% histoalkohol – 35 min., isopropylalkohol – 1,15 h., parafín – 1,5 h. Poté následovalo zalití vzorků do parafinových bloků a pomocí rotačního mikrotomu Leica 2235 nařezány řezy o síle 5 μ m. Získané řezy byly následně napnuty na vodní lázni a přilepeny na podložní skla. Takto získané řezy byly obarveny hematoxylinem a eozinem následujícím postupem:

- Odparafinování a zavodnění řezů: 3x xylen – 5 min.,
2x 96% etanol – 5 min.,
1x 70% etanol – 5 min.
- Vyprání ve vodovodní vodě.
- Oplach destilovanou vodou.
- Barvení hematoxylinem dle Kod'ouska – 7min.
- Alkalizace vodovodní vodou – 10 min.
- Oplach destilovaná vodou.
- Eozin ve vodě rozpustný 0.1 % – 5 min.
- Alkohol 80% – 40 s.
- Alkohol 96% – dvě lázně po 40 s.
- Aceton – dvě lázně po 1 min.
- Aceton: xylen (1 : 1) po 1 min.
- Xylen – dvě lázně po 1 min.
- Zamontování do kanadského balzámu.

3.2 Morfometrická analýza

Prostřednictvím optického mikroskopu Leica DM2500 a pomocí digitální kamery Leica DFC 320 byly pořízeny snímky obarvených řezů, které byly následně analyzovány pomocí softwaru Leica IM 500 (Version 4.0). Pro morfometrickou analýzu byl lalok štítné žlázy rozdělen na 3 oblasti (dorzální, střední a ventrální). Ve všech oblastech byly měřeny shodné parametry obvod, délka, šířka folikulu a poté z každého 4 x výška thyreocytů (Obrázek 4). Uvedené hodnoty představují průměrné hodnoty ze všech oblastí.



Obrázek 4: Měřené parametry folikulů štítné žlázy

3.3 Statistické zpracování dat

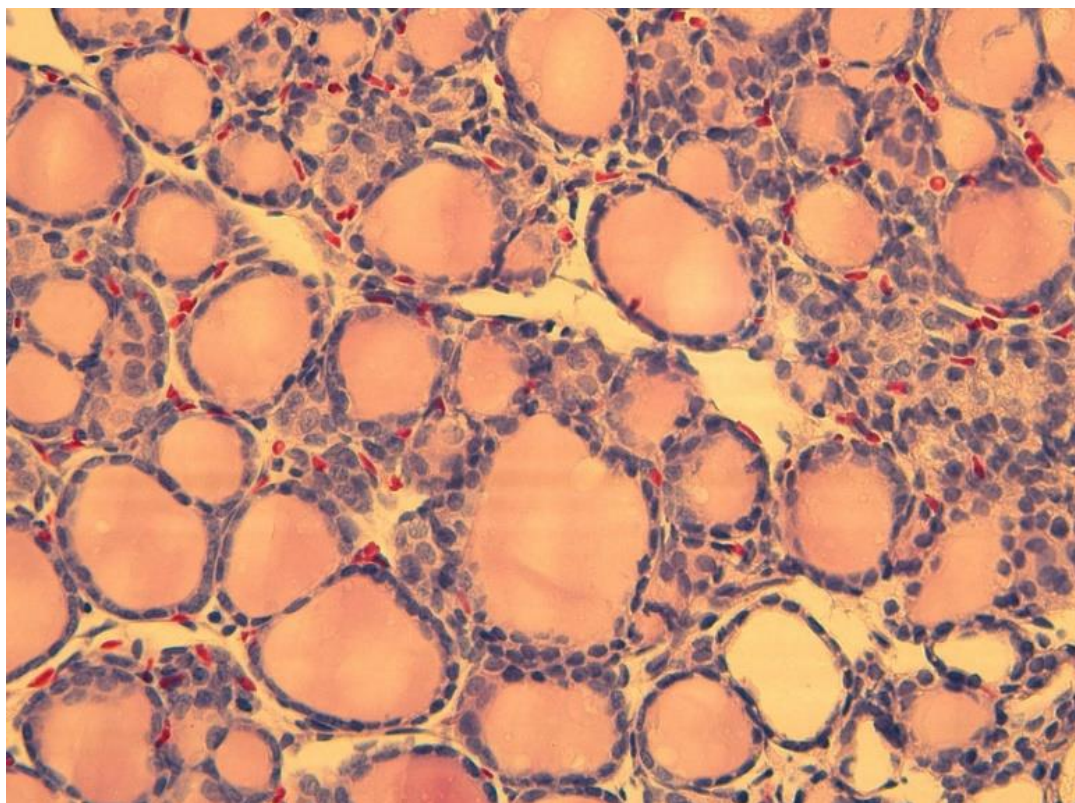
Pro statistické vyhodnocení zjištěných dat byla použita analýza rozptylu (ANOVA) Tukeyův HSD test v programu Statistika 10 (StatSoft. Inc.). Základní statistická průkaznost byla akceptována na hladině významnosti $P < 0,05$.

4. Výsledky a diskuze

Časné období po narození spadá do kritické vývojové fáze spojené s přechodem z intrauterinních podmínek života do vnějšího prostředí (Jelínek et al., 2003). Rozhodující úlohu pro adaptaci na nové životní podmínky (zatížení termoregulačních mechanismů, oběhové a dýchací soustavy) sehrává endokrinní systém, kromě glukokortikoidů, růstového hormonu, inzulínu a adrenalinu, zejména hormony štítné žlázy (Reece, 1998). V souvislosti s funkčním uplatněním štítné žlázy v raném postnatálním období reprezentované i změnami v produkci hormonů T4, T3 a TSH (Dušová et al., 2012) lze předpokládat i změny vnitřní stavby štítné žlázy, změny v její morfometrii. V tabulkách 1 až 8 jsou uvedeny sledované morfometrické parametry štítné žlázy od narození králíků do jejich 39. dne věku. V následujících grafech (1-4) pak jejich věková dynamika.

Tabulka 2: Morfometrické parametry štítné žlázy při narození (μm)

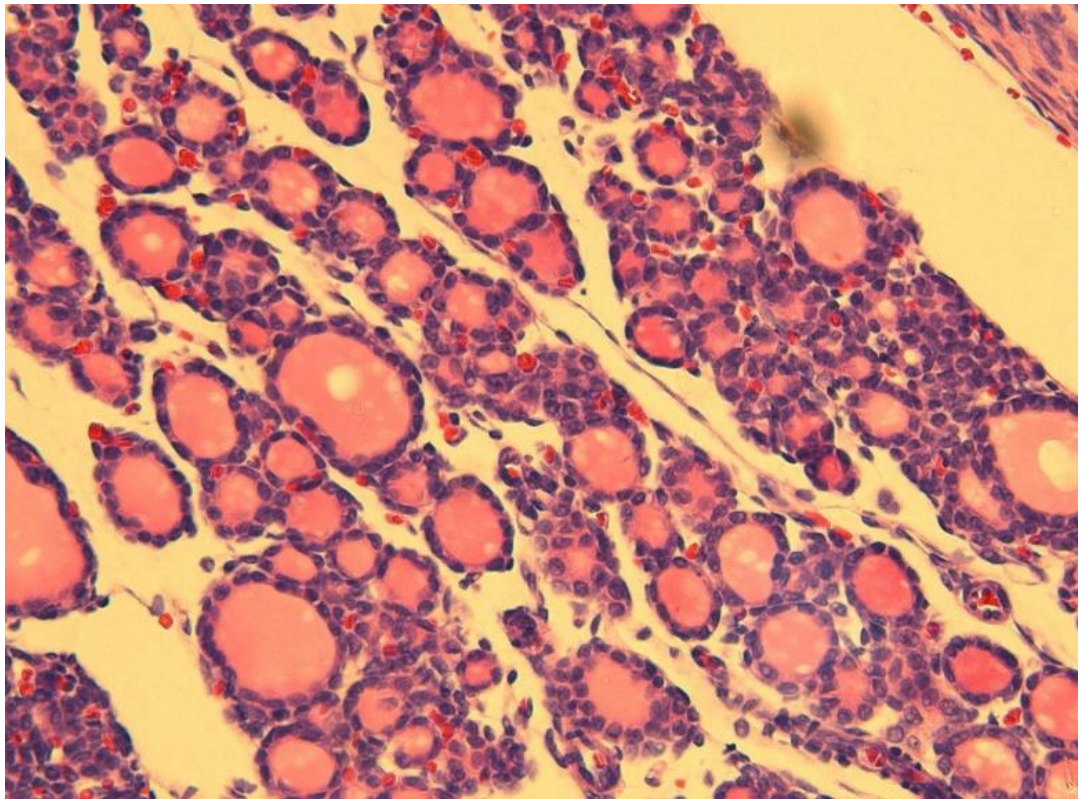
Parametr	Průměr	Směrodatná odchylka	Maximum	Minimum
Obvod folikulů	134,54	7,81	161,12	102,55
Délka folikulů	41,85	0,93	51,17	29,56
Šířka folikulů	39,45	4,05	46,40	32,03
Výška thyreocytů	5,12	0,06	5,76	4,62



Obrázek 5: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy narozeného králíka. Malé folikuly v rozmezí velikosti (délky) 29,56-51,17 μm , místy diseminovaná solidní ložiska, thyrocyty ve folikulech jsou převážně kubické, koloid je homogenní, resorpční vakuoly pouze ojedinělé (HE, Obj. 20x).

Tabulka 3: Morfometrické parametry štítné žlázy v 5 dnech (μm)

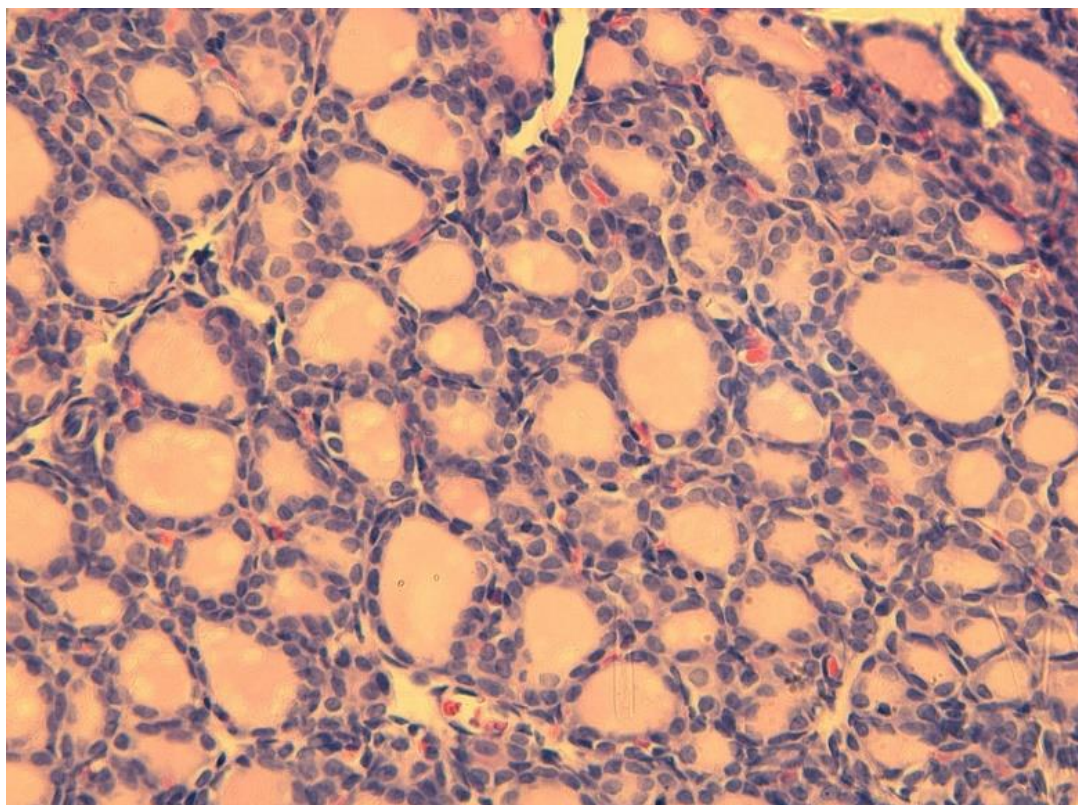
Parametr	Průměr	Směrodatná odchylka	Maximum	Minimum
Obvod folikulů	108,12	12,57	129,24	96,63
Délka folikulů	32,39	5,59	42,22	26,92
Šířka folikulů	32,82	2,52	36,48	29,93
Výška thyrocytů	4,48	0,24	4,91	4,12



Obrázek 6: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 5 denního králíka. Malé folikuly v rozmezí velikosti (délky) 26,92-42,22 μm , častá solidní ložiska thyreocytů, thyreocyty ve folikulech jsou převážně kubické, koloid není zcela homogenní, resorpční vakuoly ve folikulech (HE, Obj. 20x).

Tabulka 4: Morfometrické parametry štítné žlázy v 10 dnech (μm)

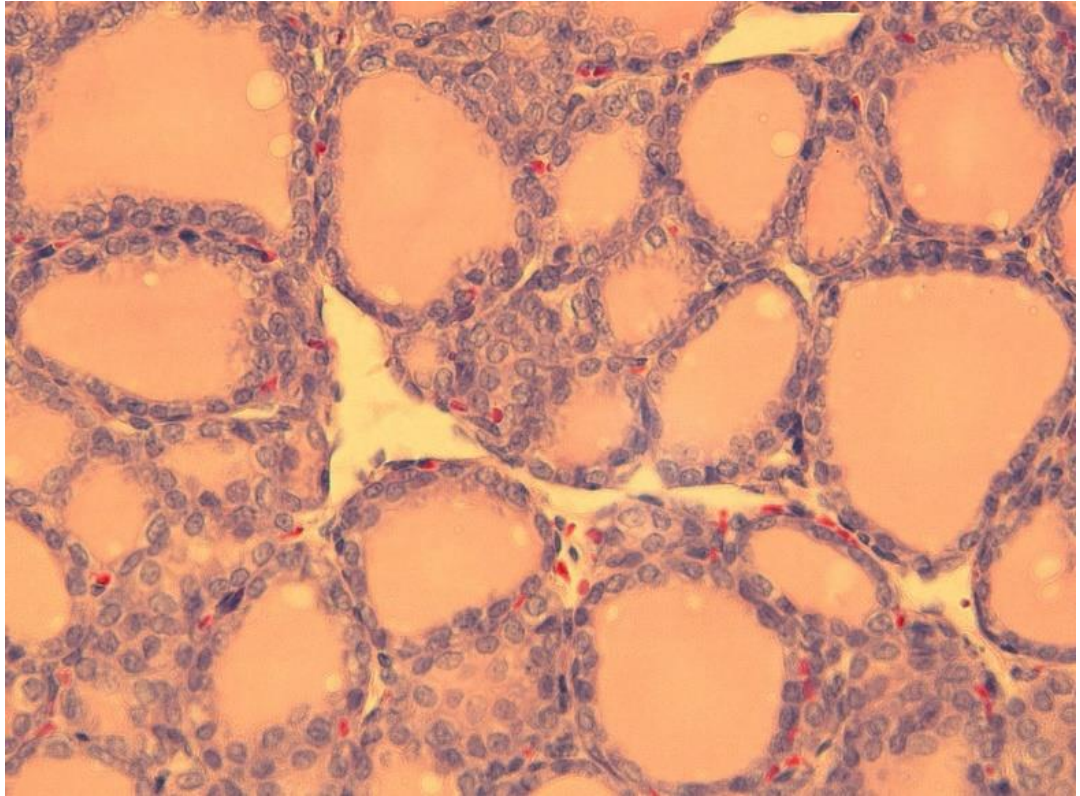
Parametr	Průměr	Směrodatná odchylna	Maximum	Minimum
Obvod folikulů	145,37	24,83	192,86	117,24
Délka folikulů	44,85	9,06	62,60	36,02
Šířka folikulů	41,48	5,93	53,13	33,54
Výška thyreocytů	5,13	0,57	6,24	4,64



Obrázek 7: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 10 denního králíka. Malé folikuly v rozmezí velikosti (délky) 36,02 - 42,60 μm , místy převážně kubické, koloid je homogenní, resorpční vakuoly pouze ojedinělé (HE, Obj. 20x).

Tabulka 5: Morfometrické parametry štítné žlázy ve věku 14 dnů (μm)

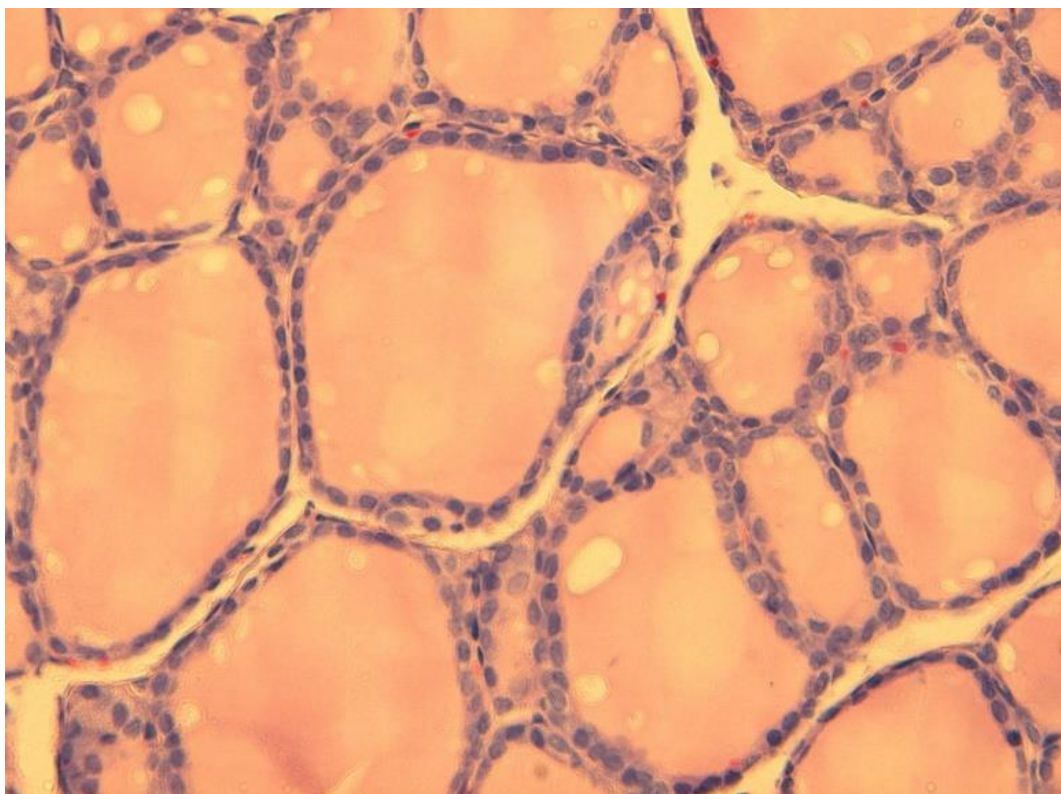
Parametr	Průměr	Směrodatná odchylka	Maximum	Minimum
Obvod folikulů	173,89	24,22	208,23	135,72
Délka folikulů	55,94	8,03	65,206	41,50
Šířka folikulů	49,70	7,32	65,41	40,41
Výška thyreocytů	5,48	0,26	5,95	5,15



Obrázek 8: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 14 denního králíka. Malé folikuly v rozmezí velikosti (délky) 41,50-65,206 μm (největší folikuly již blízké velikostní kategorii středních folikulů), koloid homogenní, ve folikulech resorpční vakuoly, thyreocyty v převaze kubické. (HE, Obj. 20x)

Tabulka 6: Morfometrické parametry štítné žlázy v 19 dnech věku (μm)

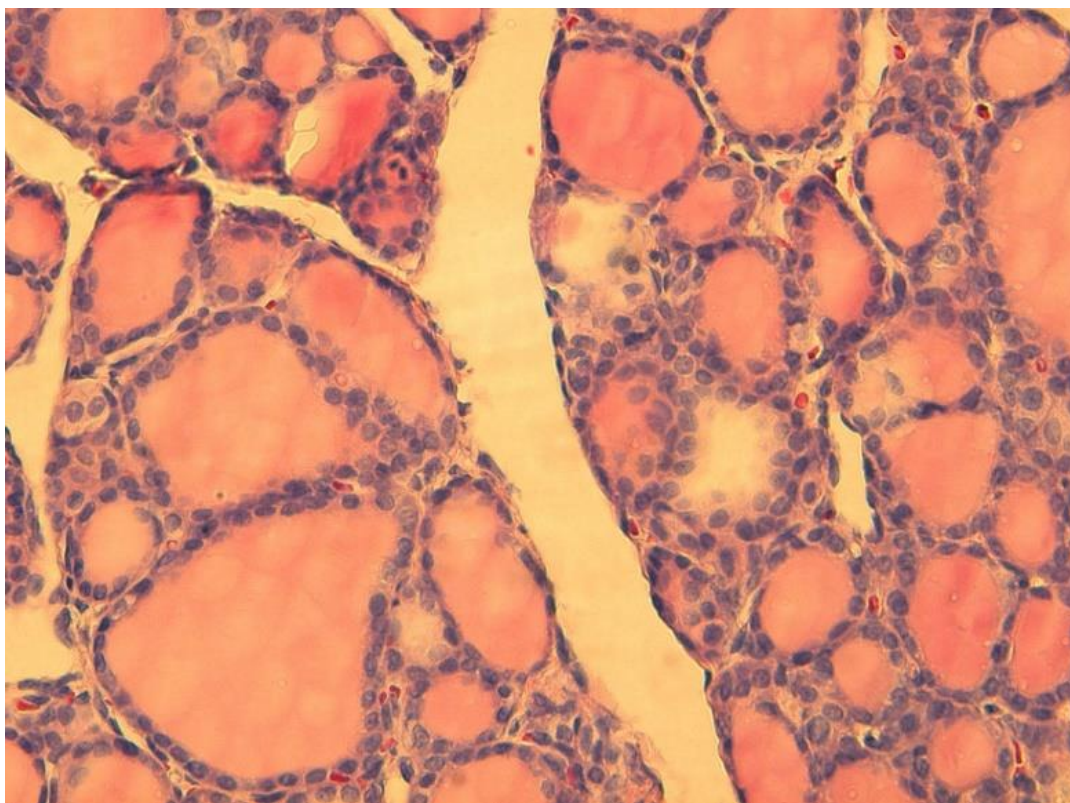
Parametr	Průměr	Směrodatná odchylka	Maximum	Minimum
Obvod folikulů	178,39	46,45	264,77	115,17
Délka folikulů	57,33	15,74	82,99	37,75
Šířka folikulů	50,30	11,90	75,17	31,99
Výška thyreocytů	5,07	0,38	5,72	4,23



Obrázek 9: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 19 denního králíka. Folikuly malé a střední v rozmezí velikosti (délky) 37,75-82,99 μm , koloid není zcela homogenní, ve folikulech resorpční vakuoly, thyreoocyty mírně kubické. (HE, Obj. 20x).

Tabulka 7: Morfometrické parametry štítné žlázy ve 27 dnech věku (μm)

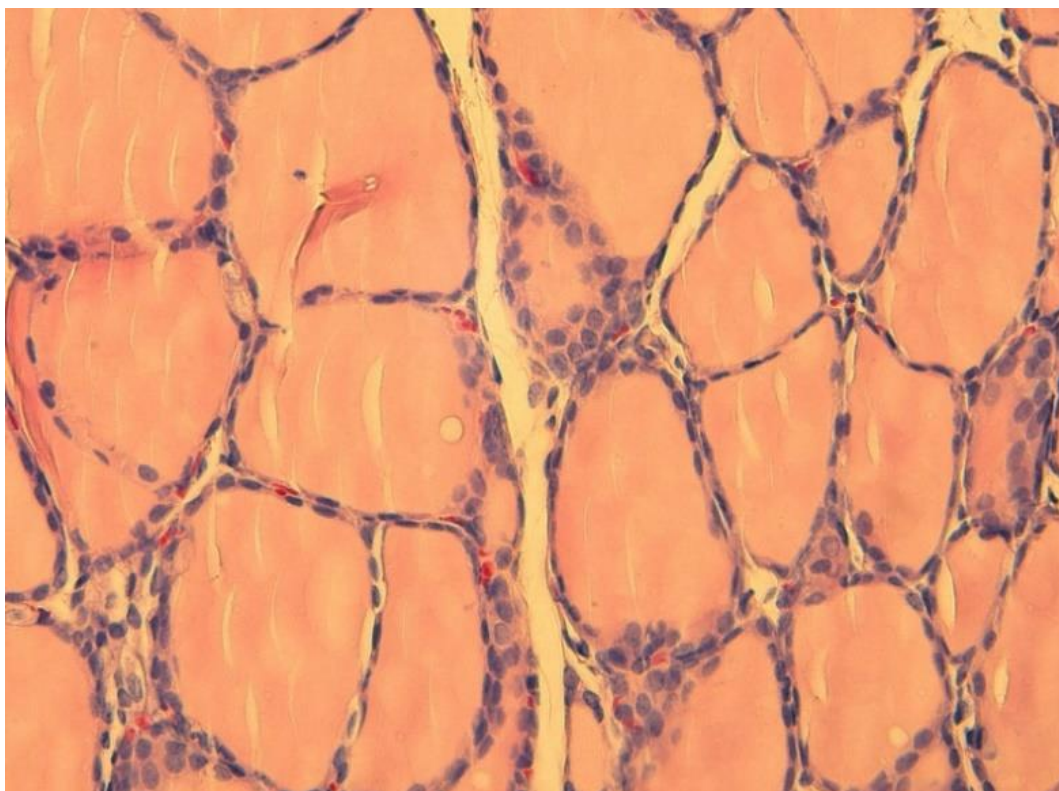
Parametr	Průměr	Směrodatná odchylka	Maximum	Minimum
Obvod folikulů	199,11	23,08	237,06	170,95
Délka folikulů	64,22	9,97	81,02	53,27
Šířka folikulů	57,11	5,59	68,82	49,61
Výška thyreoocytů	5,04	0,22	5,44	4,71



Obrázek 10: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 27 denního králíka. Folikuly malé a střední v rozmezí velikosti (délky) 53,27-81,02 μm , v převaze malé, místy výrazná ložiska thyreocytů, koloid není zcela homogenní, ve folikulech resorpční vakuoly, thyreocyty mírně kubické (HE, Obj. 20x).

Tabulka 8: Morfometrické parametry štítné žlázy ve 32 dnech věku (μm)

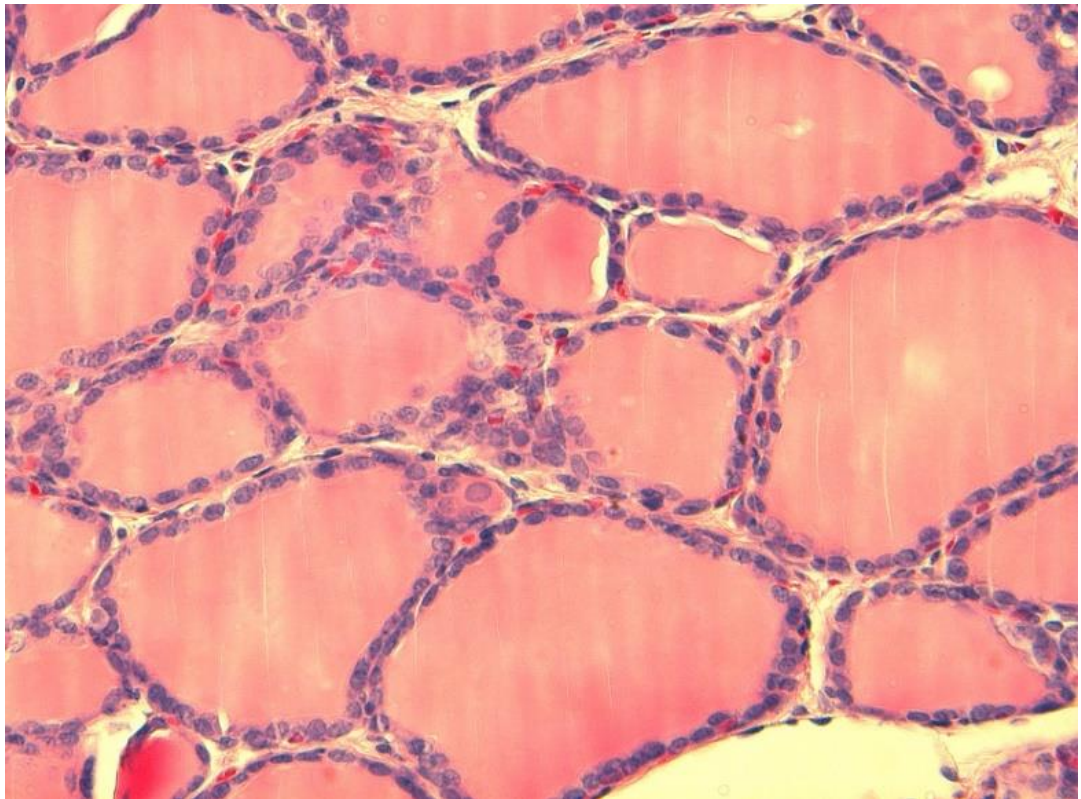
Parametr	Průměr	Směrodatná odchylka	Maximum	Minimum
Obvod folikulů	231,53	37,95	305,32	172,73
Délka folikulů	71,09	12,19	96,77	55,14
Šířka folikulů	68,97	10,02	82,53	50,82
Výška thyreocytů	5,69	0,42	6,30	5,07



Obrázek 11: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 32 denního králíka. Malé folikuly v rozmezí velikosti (délky) 46,89-75,67 μm (největší folikuly blízké velikostní kategorii středních folikulů), ojediněle ložiska thyreocytů, koloid není zcela homogenní, ve folikulech resorpční vakuoly, thyreocyty mírně kubické (HE, Obj. 20x).

Tabulka 9: Morfometrické parametry štítné žlázy v 39 dnech věku (μm)

Parametr	Průměr	Směrodatná odchylka	Maximum	Minimum
Obvod folikulů	210,17	26,63	239,48	152,74
Délka folikulů	63,74	8,41	75,67	46,89
Šířka folikulů	61,76	6,78	69,18	47,39
Výška thyreocytů	4,79	0,52	5,63	4,10



Obrázek 12: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 39 denního králíka. Malé a střední folikuly v rozmezí velikosti (délky) 55,14-96,77, místy ložiska thyreocytů, koloid homogenní, ve folikulech ojediněle resorpční vakuoly, thyreocyty v mírně kubické (HE, Obj. 20x).

4.1 Histologická charakteristika štítné žlázy

Histologická charakteristika štítné žlázy jednotlivých věkových kategorií králíků znázorňují obrázky 4-11. Pro věkové kategorie 0 (narození králíci), 5, 10 a 14 dní je typické: folikuly kategorie malých folikulů (velikost od 29,56 do 65,20 μm), koloid ve folikulech homogenní a thyreocyty kubické nebo v převaze kubické, jejichž výška byla od 4,48 do 5,48 μm . Ve věkové kategorii 19, 27, 32, 39 dní byly folikuly v kategorii malých a středních folikulů (velikost od 37,5 do 96,77 μm), koloid byl homogenní nebo neúplně homogenní, ve folikulech různě četné resorpční vakuoly. Thyreocyty byly v převaze kubické. Pro posuzování velikosti folikulů byla využita kategorizace Jelínka et al. (2003), který pro kategorii malých folikulů udává rozmezí velikosti 15,0 - 80,0 μm , pro střední folikuly rozmezí 80,1 - 175,0 μm a pro velké folikuly uvádí rozmezí 175,0 - 615,0 μm .

4.2 Velikostní parametry folikulů a jejich dynamika

Velikostní parametry folikulů štítné žlázy (obvod, délka, šířka) vykazují obdobnou dynamiku (tab. 2 - 9, graf 1 - 4). U všech parametrů je zřetelný nárůst.

Velikost obvodu se od narození do 39 dne věku zvětšila o 72,1 %, výška folikulů o 69,9 %, nejvíce šířka folikulů, a to o 77,4 %. Ve věku 5ti dnů došlo ke snížení velikosti všech 3 sledovaných rozměrů, tedy ke zmenšení folikulů. V případě obvodu folikulů došlo k poklesu o 19,7 %, u délky folikulu o 22,7 % a šířky o 16,8 %. Zmenšení velikosti folikulů souvisí s vyčerpání respektive úbytkem jejich obsahu (koloиду se stavebními složkami pro syntézu hormonů) a v souvislosti i se snížením výšky thyreocytů (graf 4) lze uvažovat o přechodném poklesu aktivity štítné žlázy (Jelínek et al., 2003). V následujícím období (10. den věku králíků) se obnovila dynamika zvětšování folikulů, největší nárůst vykázal obvod folikulů (mezi 5. a 10. dnem věku o 61,0 %), dále jejich výška (o 43,3 %) a jejich šířka (o 30,3 %). Z tabulek je dále zřetelné, že ve všech věkových kategoriích (kromě dne narození) vykazoval největší variabilitu obvod folikulů a délka folikulů. Nejmenší rozptyl hodnot byl u narozených králíků, největší ve věku 19 dní.

4.3 Korelace mezi velikostními parametry folikulů

Mezi velikostními ukazateli folikulů byly z průměrných hodnot vypočítány korelační koeficienty. Mezi obvodem folikulu a jeho délkou a mezi obvodem a šířkou byly korelační koeficienty nad 0,9, což značí vysokou statistickou závislost. Mezi parametry folikulu a rozměry thyreocytů byly koeficienty v rozmezí 0,4 - 0,6.

Tabulka 10: Porovnání korelačních koeficientů králíků a prasat (Kratochvíl, 1998) v rané ontogenezi

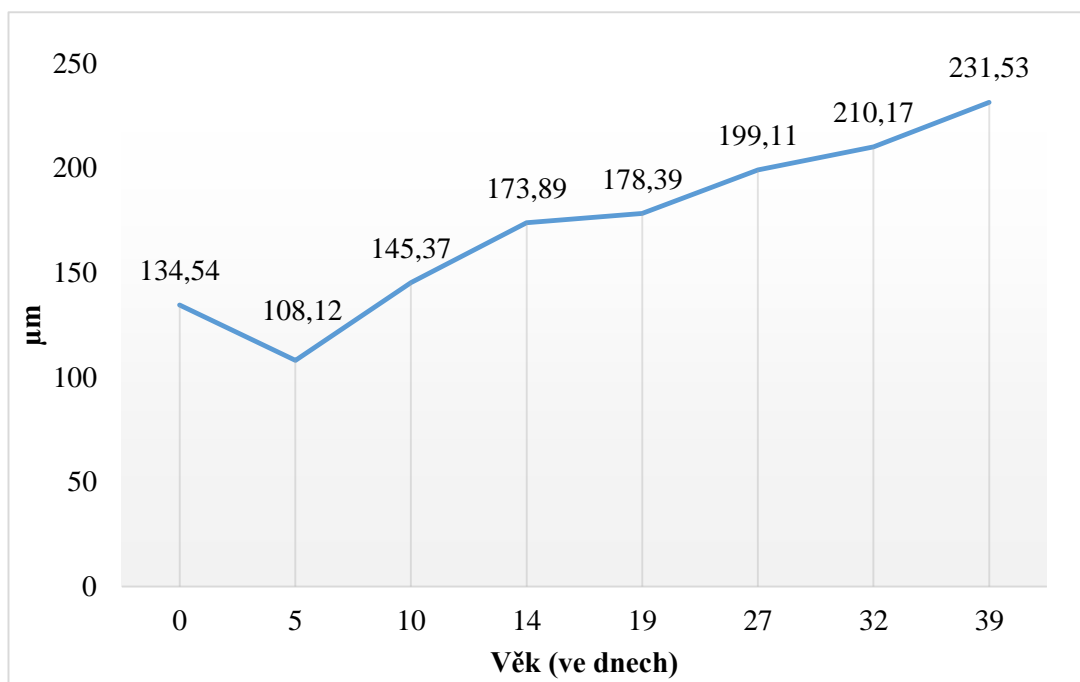
Korelační koeficienty	Králíci (věk 0-39 dní)	Prasata (věk 0-21 dní)
Mezi obvodem a šířkou folikulu	0,91	Neuvádí
Mezi obvodem a délkou folikulu	0,96	Neuvádí
Mezi délkou a šířkou folikulu	0,98	0,98
Mezi délkou folikulu a výškou thyreocytů	0,58	0,44
Mezi šířkou a výškou thyreocytů	0,54	0,47

4.2 Obvod folikulů

V průběhu 39. dnů postnatálního vývoje bylo pozorováno statisticky významné ($P < 0,05$) zvětšení folikulů štítné žlázy (graf 1). U novorozených králíků byla průměrná velikost obvodu folikulů $134,54 \pm 7,81 \mu\text{m}$ a na konci sledování (39. den) $231,53 \pm 37,95 \mu\text{m}$.

V dostupné literatuře údaje o velikosti obvodu folikulů nejsou uváděny, ale ve srovnání například s věkovou dynamikou plochy folikulů, odpovídají naše výsledky s tendencemi popisovanými Peksou et al. (2009).

Graf 1: Ontogenetické změny obvodu folikulů štítné žlázy

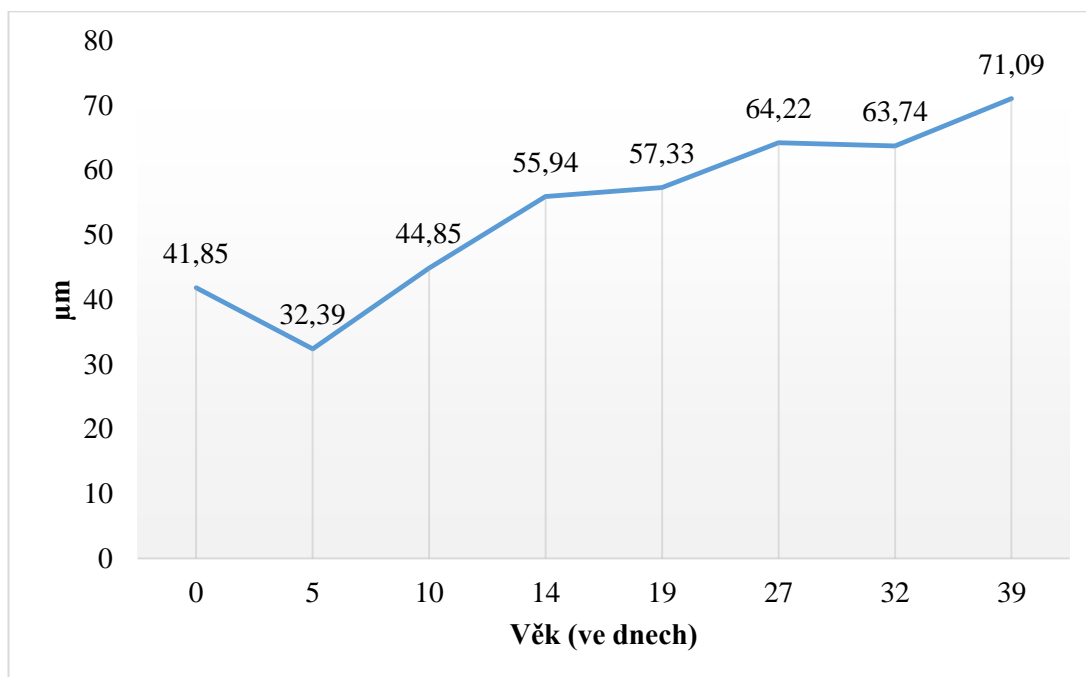


4.1 Délka folikulů

Dalším pozorovaným parametrem u novorozených králíků byla průměrná délka folikulů $41,85 \pm 0,93 \mu\text{m}$ a na konci sledování (39. den) $71,09 \pm 12,19 \mu\text{m}$. V průběhu 39. denního pozorování bylo patrné zvětšení délek folikulů, to znázorňuje graf č. 2. Ale toto je pouze relativní morfometrický parametr, protože záleží na lokalizaci řezu, neboť není zajištěno, zda byl proveden řez přesně v polovině folikulu.

Průměrná délka folikulů štítné žlázy králíků $53,93 \pm 12,2 \mu\text{m}$ z našeho experimentu (0. - 39. den věku) je následně srovnána s průměrnou délkou folikulů jehňat, kterou uvádí Peksa (2009) ve své diplomové práci ($93,5 \pm 20,7 \mu\text{m}$) a s výsledky zjištěné u 1-3 kg selat ($48,47 \pm 14,46 \mu\text{m}$), které uvádí Kratochvíl (1998). Ve srovnání s údaji u selat jsou naše výsledky vyšší, naopak průměrné délky folikulů zjištěné u jehňat (Peksa, 2009) jsou až o 85% větší než u králíků.

Graf 2: Ontogenetické změny délek folikulů ve štítné žláze

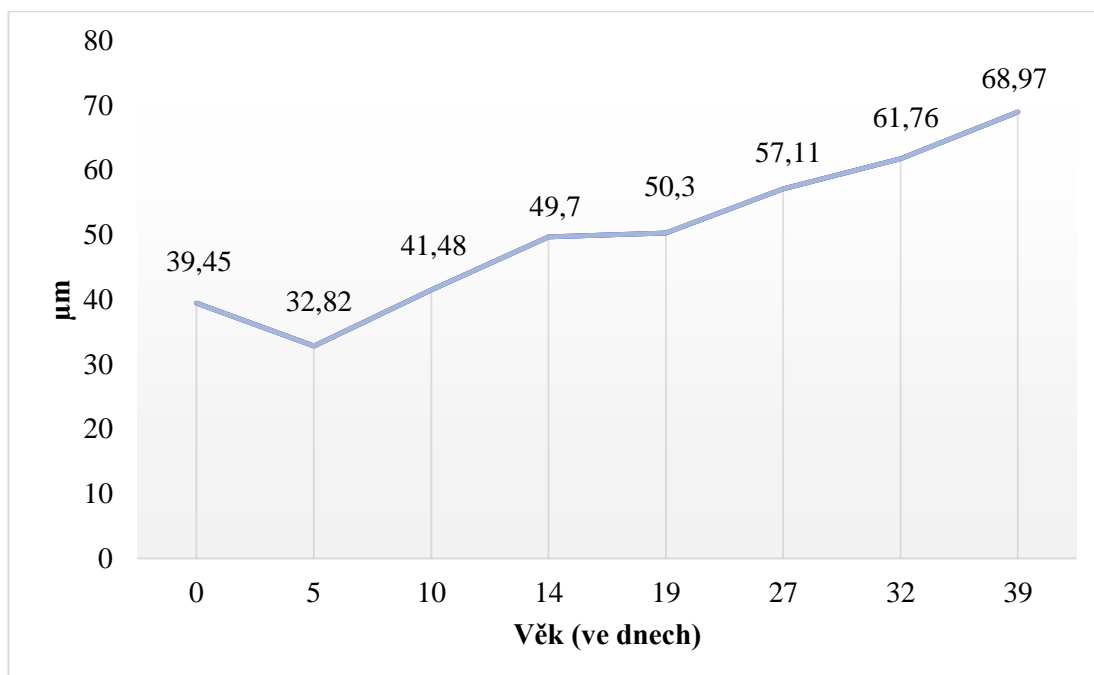


4.6 Šířka folikulů

U novorozených králíků byla průměrná šířka folikulů $39,45 \pm 4,05 \mu\text{m}$ a na konci sledování (39. den) $68,37 \pm 10,02 \mu\text{m}$. Celkový průměr šířky folikulů všech věkových kategorií králíků byl $50,2 \pm 11,33 \mu\text{m}$. Tento parametr je také pouze relativní.

Při srovnání šířky folikulů štítné žlázy králíků s šířkou folikulů jehňat od Peksy (2009), který uvádí $70,6 \pm 14,2 \mu\text{m}$, jsou naše výsledky nižší. Kratochvíl (1998) zjistil tento rozměr u selat v hmotnostní skupině od 1 do 3 kg s výsledkem $35,79 \pm 12,16 \mu\text{m}$, na rozdíl od králíků je tento rozměr menší. Rozdíl může být způsoben druhem, věkem, potravou aj.

Graf 3: Ontogenetické změny velikosti šířek folikulů

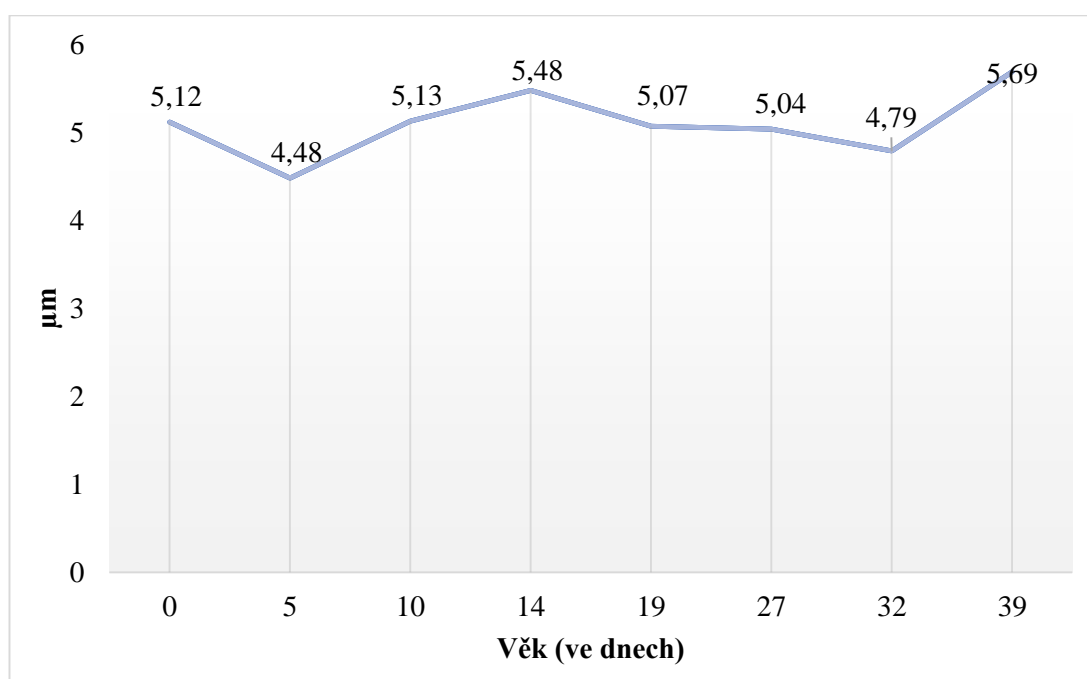


4.7 Výška thyreocytů

U novorozených králíků byla průměrná výška thyreocytů $5,12 \pm 0,06 \mu\text{m}$ a na konci sledování (39. den) $5,69 \pm 0,42 \mu\text{m}$, tento rozměr v průměru všech věkových kategorií vyšel $5,10 \pm 0,35 \mu\text{m}$.

Ve srovnání s Peksou (2009), kde mu průměrná hodnota výšky thyreocytů u jehňat vyšla $6,00 \pm 1,46 \mu\text{m}$, byl náš výsledek menší. Tento údaj uvádí Kratochvíl (1998) pro telata do 50 kg v průměru $7,78 \pm 1,51$, v komparaci s králíky je parametr větší. Kratochvíl (1998) uvádí ve své práci průměrnou výšku thyreocytů u 1-3 kg prasat ($5,42 \pm 1,44 \mu\text{m}$), ve srovnání s našimi výsledky je parametr menší.

Graf 4: Ontogenetické vývoj výšek thyreocytů



Výsledky morfometrických analýz z jednotlivých období postnatálního vývoje (0-39. den) jedince zobrazují tabulky 2 - 9.

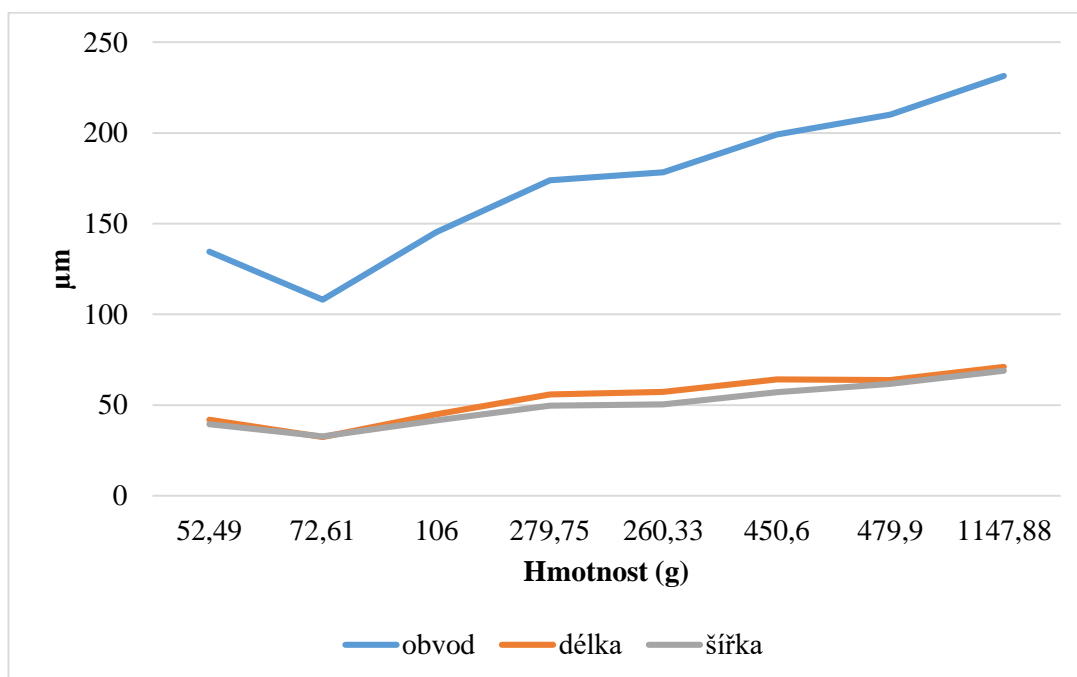
4.8 Závislost parametrů štítné žlázy králíku na jejich hmotnosti

Vztah živé hmotnosti k velikostním parametrům štítné žlázy je vyjádřen v tab. 11. Korelačními koeficienty. Rozměry folikulů (šířka, délka, obvod) vykazovala velmi těsnou závislost k hmotnosti (koeficienty korelace 0,8 - 0,9). Závislost výšky thyreocytu byla ve srovnání s velikostmi folikulu nižší ($r = 0,59$)

Tabulka 11: Korelační koeficienty mezi živou hmotností králíků a parametry folikulů

	Hmotnost/ obvod folikulu	Hmotnost/ délka folikulu	Hmotnost/ šířka folikulu	Hmotnost/ výška thyreocytu
Korelační koeficient (r_{xy})	0,86	0,83	0,89	0,59

Graf 5: Závislost velikostních parametrů folikulu na hmotnosti



Z grafu vyplývá shodná tendence v dynamice změn velikostí folikulu. Největší nárůst byl v období od 72,61 g ve věku 5 dnů do 279,75 g ve věku 14 dnů.

5. Závěr

S věkem (0-39 dní) králíků dochází k zvětšování folikulů, ale stále jsou ve velikosti střední kategorie. Výška thyreocytů se výrazně nemění. Odrazem adaptace štítné žlázy spojené s metabolickou zátěží v raném postnatálním období bylo zmenšení folikulů a úbytek koloidu do pátého dne věku a jejich následné (od 10. dne věku) zvětšování a ukládání rezervních látek v podobě koloidu.

Z práce vyplývají následující závěry:

- U novorozených králíků byla průměrná velikost obvodu folikulů $134,54 \pm 7,81 \mu\text{m}$ a na konci sledování (39. den věku) $231,53 \pm 37,95 \mu\text{m}$
- Délka folikulů u novorozených králíků byla $41,85 \pm 0,93 \mu\text{m}$ a na konci sledování $71,09 \pm 12,19 \mu\text{m}$.
- U novorozených králíků byla šířka folikulů $39,45 \pm 4,05 \mu\text{m}$ a na konci $68,37 \pm 10,02 \mu\text{m}$.
- U novorozených králíků byla výška thyreocytů $5,12 \pm 0,06 \mu\text{m}$ a na konci sledování $5,69 \pm 0,42 \mu\text{m}$

Velikostní rozměry folikulů měly tendenci se s věkem zvětšovat. Obdobná tendence u thyreocytů nebyla.

Tato práce je příspěvkem ke studiu vývoje štítné žlázy v postnatální ontogenezi.

6. Seznam zkratek

PAS	periodic-acid-Schiff
STH	růstový hormon
TRH	tyreoliberin
TSH	tyreotropin
T3	trijodtyronin
T4	tyroxin

7. Seznam obrázků

Obrázek 1: Topografie štítné žlázy králíka	11
Obrázek 2: Kapilární síť folikulů štítné žlázy. Zdroj: Bacha et Bacha (2000)	12
Obrázek 3: Mikroskopická stavba štítné žlázy. Zdroj: Bacha et Bacha (2012)	15
Obrázek 4: Měření parametrů na folikulu	23
Obrázek 5: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy narozeného králíka (HE, Obj. 20x)	25
Obrázek 6: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 5 denního králíka (HE, Obj. 20x)	26
Obrázek 7: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 10 denního králíka (HE, Obj. 20x)	27
Obrázek 8: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 14 denního králíka (HE, Obj. 20x)	28
Obrázek 9: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 19 denního králíka (HE, Obj. 20x)	29
Obrázek 10: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 27 denního králíka (HE, Obj. 20x)	30
Obrázek 11: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 32 denního králíka (HE, Obj. 20x)	31

Obrázek 12: Fotografie mikroskopické stavby štítné žlázy 39 denního králíka (HE, Obj. 20x)	32
--	----

8. Seznam tabulek

Tabulka 1: Průměrná tělesná hmotnost králíků v jednotlivých věkových kategoriích.	21
Tabulka 2: Morfometrické parametry štítné žlázy při narození (μm)	24
Tabulka 3: Morfometrické parametry štítné žlázy v 5 dnech (μm)	25
Tabulka 4: Morfometrické parametry štítné žlázy v 10 dnech (μm)	26
Tabulka 5: Morfometrické parametry štítné žlázy ve věku 14 dnů (μm)	27
Tabulka 6: Morfometrické parametry štítné žlázy v 19 dnech věku (μm)	28
Tabulka 7: Morfometrické parametry štítné žlázy ve 27 dnech věku (μm)	29
Tabulka 8: Morfometrické parametry štítné žlázy ve 32 dnech věku (μm)	30
Tabulka 9: Morfometrické parametry štítné žlázy v 39 dnech věku (μm)	31
Tabulka 10: Porovnání korelačních koeficientů králíků a prasat (Kratochvíl, 1998) v rané ontogenezi	34
Tabulka 11: Korelační koeficienty mezi živou hmotností králíků a parametry folikulů	38

9. Seznam grafů

Graf 1: Ontogenetické změny obvodu folikulů štítné žlázy	35
Graf 2: Ontogenetické změny délek folikulů ve štítné žláze	36
Graf 3: Ontogenetické změny velikosti šířek folikulů	37
Graf 4: Ontogenetické vývoj výšek thyreocytů	38
Graf 5: Závislost velikostních parametrů folikulu na hmotnosti	39

10. Seznam použité literatury

1. ANTAKIA, R., GAYET, P., GUILLERMET, S., STEPHENSON, T. J., BOWN, N. J., HARRISON, B. J., et al. (2014): Near infrared fluorescence imaging of rabbit thyroid and parathyroid glands, *Journal of Surgical Research*, 192, 480-486.
2. BACHA, W. J., BACHA, L. M. (2000): Color Atlas of Veterinary Histology. 2. vydání. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, 318 pp.
3. BACHA., W. J., BACHA, L. M. (2012): Color atlas of veterinary histology. 3rd ed. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell, 2012. 356 pp. ISBN 9780470958513
4. BLAHOŠ, J., BLEHA, O. (1988): Endokrinologie, Avicem ZN, Praha, 460 s.
5. BLAHOŠ, J., ZAMRAZIL, V., CIBULA, D., DOSTÁL, C., HAINER, V., HOMOLKA, J., HÖSCHL, C., JABOR, A., KOČVARA, R., LAZÚROVÁ, I., LEBL, J., MACHALA, L., STÁRKA, L., ŠTERZL, I., ŠTOLFA, J., VLČEK, P., VONDRA, K., VONDROVÁ, H., WIDIMSKÝ, J., ZADÁK, Z., ZAVORAL, M., ZIMA, T., ŽIVNÝ J., (2006): Endokrinologie – Interdisciplinární obor. Triton, Praha, 505 s.
6. BLUMHART, R., SCOOT, W. (1996): Thyroid – Nuclear Medicine. *Reviwand Reference Notes on Nuclear Medecine*, 1- 4. pp.
7. CAPEN, C. C. (2001): Endocrine system. In: McGavin, M. D., Carlton, W. W., Zachary, J. F. (Ed): Thomson's Special Veterinary Pathology, 3. ed. Mosby, St. Louis, 755 pp.
8. CHARLES, C. C., KOVACS, K., HORVATH, E., STEFANEANU, L. (1996): Anatomy. In: Braverman L. E., Utiger R. D. (Eds.) Werner and Ingbar's the Thyroid, A Fundamental and Clinical Text. Philadelphia: Lippincott-Raven. 30-33 pp.
9. COELHO, L. A., SASA, A., BICUDO, S. D., BALIERIRO, J. C. C. (2008): Plasma concentrations of testosterone, T3 and T4 in bucks submitted to heat stress. *Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinaria E Zootecnia*, 60, 1338-1345 pp.

10. ČERNÝ, H. (2002): Veterinární anatomie pro studium a praxi, Ústav anatomie, histologie a embryologie, Fakulta veterinárního lékařství VFU, Brno, 142-143 s. ISBN 80-86542-01-7.
11. ČERVENÝ, Č. (1999): Koldův atlas veterinární anatomie, In: ČERVENÝ Č., KOMÁREK, V., ŠTĚRBA, O.: Grada Publishing, Praha, 352 – 353 s. ISBN 80-7169-352-9.
12. DEBORAH, S. G., STABENFELDT, G. H. (2007): Endocrine system. In: Cunningham, J. G., Klein, B. G. (Ed): *Textbook of Veterinary Physiology*. Elsevier Incorporated, St. Louis, 410-463 pp.
13. DYCE, K. M., SACH, W. O., WENSING, J. G. (1991): Anatomie der haustiere. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 883 pp.
14. EURELL, J. A., FRAPPIER, B. L.: (2006): Dellmann's Textbook of Veterinary Histology. 6 th., USA, Blackwell Publishing. 416 pp. ISBN 978-1-118-68582-2.
15. HALOUZKA, R., KRINKE, J., JELÍNEK., F. (2004): Obecná veterinární patologie. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. 188 s. ISBN 80-7305-496-5.
16. HORKÝ, D., MIKYSKA, E. (1990): Veterinární embryologie. Praha: SPN. 200 s. ISBN 80-85114-84-4.
17. JELÍNEK, P., KOUDELA, K., et al., (2003): Fyziologie hospodářských zvířat. MZLU Brno, Brno. 275 s. ISBN 80 – 7157 – 644 – 1.
18. JISKRA, J. (2011): Co je štítná žláza a jak účinkuje. [online] Dostupné z: [www.http://endokrinologie-obezitologie.cz/cs/clanky/tema1/co-je-stitna-zlaza-jakucinkuje/](http://endokrinologie-obezitologie.cz/cs/clanky/tema1/co-je-stitna-zlaza-jakucinkuje/) [cit 2012-3-20]
19. JUNQUEIRA, L., C., U., CARNEIRO, J.: (2005): Basic histology. 11th., New York: McGraw-Hill Medical. 479 pp. ISBN 3–540–21965.
20. KIERSZENBAUM, A. L.: (2007): Histology and cell biology: an introduction to pathology. 2nd edition. Edinburgh: Elsevier Mosby, 671 pp.

21. KNOTEK, Z., MÍŠEK, I., ČERVENÝ, Č., RAJTOVÁ, V. (1999): Chov a využití pokusných zvířat, II. díl. 1. vydání Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 140 s. ISBN 80-85114-69-0.
22. KOTAČOVÁ, L. (2012): Trijódtyronin volný. [online] Dostupné z: <http://www.toplekar.cz/laboratorni-hodnoty/trijodthyronin-volny.html>
23. KÖNIG, H. E., LIEBICH, H. G. (2002): Anatomie domácích savců. Překlad Ivan Míšek, Ján Danko. Bratislava: H & H. ISB. 336 s. N 80-88700-57-4.
24. KURSA J., KROUPOVÁ V., KRATOCHVÍL L. (1994): Společně proti výskytu strumy. *Zemědělec* 6, 8.
25. KLIKA, E. (1986): Histologie. Praha: Avicenum. 610 s.
26. KRATOCHVÍL, P. (1998): Kandidátská disertační práce: Morfologické změny štítné žlázy zvířat v různých chovatelských podmínkách. 193 s.
27. La PERLE, K. M. D., CAPEN, C. C. (2007): Endocrine system. In: McGavin, M. D., Zachary, J. F. (Ed): *Pathologic Basic of Veterinary Disease*, 4. vyd. Elsevier, St. Louis, 693-741 pp.
28. LÍMANOVÁ, Z., ZAMRAZIL, V., NĚMEC, J. (1995): Nemoci štítné žlázy: diagnostika a terapie. Praha: Galén. Folia practica. 197 s. ISBN 80-85824-25-6.
29. MARVAN, V., et al. (1998): Morfologie hospodářských zvířat. Česká zemědělská univerzita a Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brázda, Praha, 303 s. ISBN 80-209-0273-2.
30. McGUIRE, M. A., BEEDE, D. K., COLLIER, R. J., BUOMONO, F. C., DeLORENZO, M. A., WILCOX, C. J. (1991): Effects of acute thermal stress and amount of feed intake on concentrations of somatotropin insuline-like growth factor (IGF)-I and IGF-II, and thyroid hormones in plasma of lacting Holstein cows. *Journal of Animal Science*, 69, 102-103.
31. NAJBRT, R., BEDNÁŘ, K., ČERVENÝ, Č., KAMAN, J., MIKYSKA, E., ŠTARHA, O. (1982): Veterinární anatomie 2. díl, SZN, Praha, 599 s.
32. NIELSEN, M. L., RASMUSSEN, A. K., FELDT-RASMUSSEN, U., BUSCHARD, K., BOCK T (2005). Estimation of number of follicles, volume of colloid and inner follicular surface area in the thyroid gland of rats. *Journal of Anatomy*. 207: 117–124.

33. NIKIFOROV, Y. E., BIDDINGER, P. W., THOMPSON L. D. R. (2012): Diagnostic Pathology and Molecular Genetics of the Thyroid: A Comprehensive Guide for Practicing Thyroid Pathology. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, 436 pp. ISBN 9780781774598
34. NOVOTNÝ, E., BÖHM, R., GEISSEL, V., HOLMAN, J. (1966): Veterinární histologie. SZN, Praha, 637 s.
35. PEKSA, Z. (2009): Diplomová práce: Stav štítné žlázy jatečného skotu. 51 s.
36. PIVNÍK, L. (1972): Patologie žláz s vnitřní sekrecí. In: Zendulka, M. (Ed): Patologická anatomie. Vysoká škola veterinární v Brně, Brno, 208 s.
37. REECE, W. O. (1998): Fyziologie domácích zvířat, Grada Publishing, Praha, 449 s. ISBN 80 – 7169 - 547 – 5.
38. SAMUELSON, D. A. (2007): Textbook of veterinary histology. Elsevier, St. Louis, 546 pp
39. FERNÁNDEZ-SANTOS, J. M., MORILLO-BERNAL, J., GARCÍA-MARÍN, R., UTRILLA, J. C., MARTÍN-LACAVE, I. (2012). Paracrine Regulation of Thyroid-Hormone Synthesis by C Cells, Thyroid Hormone, Dr. N. K. Agrawal (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/46178. Available from: <http://www.intechopen.com/books/thyroid-hormone/paracrine-regulation-of-thyroid-hormone-synthesis-by-c-cells>
40. SOLIMAN, S. M., NABIL, T. M., EL-KERDAWY, A. Z., EL-BAYOMY, A. M (2005): Development of the thyroid gland of New-Zealand white rabbit. *Beni-Suef Veterinariny Medical Journal*, 15 (2), 1-8.
41. SOMMER, A., et al. (1994): Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. Česká akademie zemědělských věd. Komise výživy hospodářských zvířat, Pohořelice. 196 s. ISBN 80 – 901598 – 1- 8.
42. SOVA, Z. (1990): Fyziologie hospodářských zvířat, 2., přeprac. vyd. Praha: SZN, 469 s. SZN (Živočišná výroba). ISBN 80-209-0092-6.
43. TICHÝ, F., HORKÝ, D., BUCHTOVÁ, M., GOROŠOVÁ, A., KOCIÁNOVÁ, I., PÁRAL, V., ZIBRÍN, M. (2004): Histologie – Mikroskopická anatomie. 1. vydání Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 275 s. ISBN 80-7305-495-7.

44. TIIRATS, T. (1997): Thyroxin, triiodothyronine and reverse-triiodothyronine concentrations in blood plasma in relation to lactational stage, milk yield, energy and dietary protein intake in Estonian dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavia*, 38, 339-348.
45. YAMASAKI, M., (1996): Comparative anatomical studies on the thyroid and thymic arteries. IV. Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of Anatomy*. 1996 Jun; 188 (Pt 3): 557–564.