

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 / Zemědělské inženýrství

Studijní obor: 4106T019 / Agroekologie – Ekologické zemědělství

Katedra: Katedra zootechnických věd

Vedoucí katedry: prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studie siamských dvojčat morčete domácího

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Tejml, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: MVDr. Jana Říhová

Autor diplomové práce: Bc. Vojtěch Navrátil

České Budějovice, 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Vojtěch NAVRÁTIL
Osobní číslo: Z18012
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agroekologie – Ekologické zemědělství
Téma práce: Studie siamských dvojčat morčete domácího
Zadávací katedra: Katedra zootechnických věd

Zásady pro vypracování

Chov zájmových morčat je v posledních letech dynamicky se rozvíjející celosvětovou chovatelskou disciplínou. Případy narození siamských dvojčat jsou u morčat velmi vzácné a ojedinělé.

Cílem práce je zpracování studie o případu narození siamských dvojčat u morčete domácího (*Cavia aperea f. porcellus*).

Zpracujete teoretickou část, kde z odborných a vědeckých pramenů sepišete literární rešerši v problematice reprodukce morčat a siamských dvojčat. Na základě anatomické pitvy porovnáte velikost vnitřních vybraných orgánů s orgány průměrných novorozených mláďat a siamská dvojčata popíšete. Data zpracujete a vyhodnocené výsledky budete diskutovat s dostupnými literárními zdroji a následně vyvodíte závěry práce. Studie a její závěry budou využitelné pro chovatelskou praxi a výuku.

Rozsah pracovní zprávy: 40 – 60 stran
Rozsah grafických prací: 5 tabulek, 5 grafů
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

Cooper, G., & Shiller, A. L. (1975). Anatomy of the guinea pig. Cambridge: Harward University Press.

Hong, Ch. C., Raymond D. Ediger, R. D., & Djurickovic, S. (1977) Conjoined twins and opocephaly in guinea-pigs : 4 cases of congenital malformation. Lab Anim, 11, 189.

López, J. R. L., Gonzales-Viera, O., 2, José Rodríguez Gutiérrez, J. R., Nakamatsu, S. B. (2014) Spontaneous Multiple Malformations in A Guinea Pig (*Cavia Porcellus*). Journal of Animal Genetic Research, 2(1), 1-4.

Rašmanová, K., & Vítková, D. (2006). Svet morčiat. Ružomberok: Epos.

Suckow, M. A., Stevens, K. A., & Wilson, R. P. (2012). The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents. Amsterdam: Academic Press/Elsevier.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Tejml, Ph.D.
Katedra zootechnických věd

Konzultant diplomové práce: MVDr. Jana Říhová

Datum zadání diplomové práce: 15. března 2019

Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2020

V Českých Budějovicích dne 25. března 2019

V. Š. 

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 1888, 370 05 České Budějovice

L.S.



prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.
vedoucí katedry

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 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 Budějovicích2020

.....

Vojtěch Navrátil

Srdečně děkuji Ing. Petru Tejmlovi, Ph.D. za odborné vedení, metodické rady a cenné poznatky při zpracování diplomové práce. Rád bych poděkoval také MVDr. Janě Říhové za veterinární dozor a asistenci při provádění pitevních zákroků. V neposlední řadě bych rád poděkoval také mé rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

Abstrakt

Diplomová práce popisuje ojedinělý případ narozeného siamského mláděte morčete. Spojená dvojčata jsou vždy velmi ojedinělá a u morčat je popsáno jen několik předchozích případů. Hlavní podstatou této studie jsou siamská dvojčata morčete domácího (*Cavia aperea f. porcellus*), narozena v zájmovém chovu v České republice v roce 2019. Publikace detailně popisuje vnější i vnitřní stavbu těla a typ spojení obou těl a srovnává s případy narozených siamských dvojčat morčat v minulosti. Obecně řeší problematiku reprodukce morčete domácího a anatomii. Porovnává hmotnosti vybraných vnitřních orgánů siamského dvojčete s normálně vyvinutými mláďaty. Z výsledků jsou následně vyvozeny závěry naznačující možnosti příčin a důsledků vzniku neobvyklého případu siamských dvojčat.

Klíčová slova: morčata, morče domácí, siamská dvojčata, reprodukce, malformace, fyzická odchylka, deformace, spojená mláďata

Abstract

This diploma thesis deals with a unique case of a newborn Siamese guinea pig. Conjoined twins are always very rare, and concerning guinea pigs only a few previous cases have been described. The main subject of this study are the Siamese twins of the domestic guinea pig (*Cavia aperea f. Porcellus*), born in hobby breeding in the Czech Republic in 2019. The publication examines the external and internal structure of the body and the type of connection of both bodies in detail. Then it compares with other cases of born Siamese twin guinea pigs in the past. In general, it addresses the issue of domestic guinea pig reproduction and anatomy. It compares the weights of selected internal organs of the Siamese twin with normally developed young. From the results, conclusions are then drawn indicating the possible causes and consequences of the unusual case of Siamese twins.

Key words: guinea pigs, domestic guinea pigs, Siamese twins, reproduction, malformation, physical abnormality, deformation, conjoined young

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Literární přehled.....	2
2.1 Siamská dvojčata	2
2.1.1 Formy spojení siamských dvojčat	3
2.1.2 Příčina a důsledky	4
2.1.3 Siamská dvojčata u morčat	5
2.1.4 Další případy siamských dvojčat	6
2.2 Anatomie a fyziologie morčat	7
2.2.1 Stavba kostry.....	8
2.2.2 Vnitřní orgány.....	9
2.2.3 Reprodukce u morčat.....	11
2.2.3.1 Samčí pohlavní soustava.....	13
2.2.3.2 Samičí pohlavní soustava	13
2.2.3.3 Březost	14
2.2.3.4 Porod.....	15
3 Materiál a metodika.....	17
3.1 O plemeni.....	17
3.2 Charakteristika chovu	17
3.3 Metodický postup	18
4 Výsledky a diskuze	20
4.1 Siamská dvojčata	20
4.1.1 Popis stavby těla siamských dvojčat	21

4.1.2 Hmotnost těl siamských dvojčat.....	24
4.1.3 Popis orgánů siamských dvojčat.....	25
4.2 Příčiny a následky.....	30
5 Závěr.....	32
6 Přehled použité literatury a zdrojů	32
7 Přehled tabulek.....	38
8 Přehled grafů	39
9 Přehled obrázků	40

1 Úvod

Morčata domácí (*Cavia porcellus*) jsou malými savci, patřící do řádu hlodavců (CLEMONS *at* SEEMAN, 2011). Lze je označit monogastrickými býložravci, kteří se vyznačují svou odolností, krátkým reprodukčním cyklem a dobrou plodností. Pocházejí z Jižní Ameriky, kde byla domestikována zejména pro konzumní účely a kde dodnes žijí v divoké přírodě. V současné době se morče chová jako domácí zvíře téměř ve všech koutech světa (SCHIPPERS, 1999). Oblast chovatelství morčat se těší stále většímu zájmu z řad veřejnosti. Morčata se chovají v nejrůznějších plemenech, barvách a kresbách. Objevují se stále častěji na výstavách a různých doprovodných akcích věnujících se chovatelství a zvířatům. V současné době se morčata začínají využívat při terapiích s nemocnými dětmi, a to právě díky své klidné a nekonfliktní povaze. Svou úlohu bezesporu sehrála i jako pokusná zvířata. (TEJML, 2008)

Tato studie se zaměřuje na velmi neobvyklý a vzácný případ dvou mláďat morčete domácího, narozených v běžných chovatelských podmínkách. Tato mláďata se narodila jako spojená dvě těla v jedno společné a ihned po narození byla mrtvá. Případy spojených dvojčat jsou dnes již dobře známé u člověka, u laboratorních savců, domácích i volně žijících ptáků a také u plazů, obojživelníků a ryb (KOMPANJE *at* HERMANS, 2008). Nejznámějšími spojenými dvojčaty byli Chang a Eng Bunkerovi, kteří se narodili v thajském Siamu. Nebyli sice první, ale jejich případ se natolik proslavil, že po nich byl tento typ anomálie pojmenován (WALLACE *at* WALLACE, 1978).

2 Literární přehled

2.1 Siamská dvojčata

Siamská dvojčata představují stav, ve kterém jsou k sobě spojena dvě zvířata v různém rozsahu. Tento jev je zdokumentován v různých skupinách obratlovců (WITSCHI, 1952).

Četné klasifikace spojených dvojčat jsou založené na anatomii, místě spojení, úrovni symetrie dvojčat a embryologickém vývoji (KULAWIK, *et al.*, 2017). Spojená dvojčata jsou monozygotní, a proto budou mít vždy stejné pohlaví (SHAPIRO *et al.*, 1991)

Vznik spojených dvojčat popisujeme dvěma hlavními teoriemi (WEDBERG *et al.*, 1979). První teorie předpokládá, že se v raných fázích buněčného dělení rozdělí jedno oplodněné vajíčko na dva zárodky. Jednotlivé zárodky se však neodštěpí úplně, jako při normálním vývoji jednovaječných dvojčat, ale nějaké části těl obou sourozenců zůstanou spojené. Jiná teorie tvrdí, že nejdříve dojde k úplnému rozdělení obou zárodků. Aktivní kmenové buňky se ale vzápětí navzájem vyhledají a spojením vytvoří nový, různě rozsáhlý a různě umístěný srůst. Smrt jednoho ze spojených dvojčat, které se včas nepodařilo oddělit, bývá buď bezprostředně, nebo po 10–20 hodinách následována i úmrtím druhého jedince (VYSKOČIL, 2019)

Siamská dvojčata se vyvíjejí, když se embryo oddělí pouze částečně a vytvoří dva jednotlivce. Ačkoli se vyvinou dva plody, zůstávají fyzicky propojeni, nejčastěji na hrudi, břiše nebo pánvi. Mnoho siamských dvojčat umírá při narození, ale u lidí dokázali pokroky v medicíně zlepšit šanci na přežití. Spojená dvojčata mohou být při těhotenství indikována pomocí standartního ultrazvuku (MAYO CLINIC STAFF, 2019). Oproti tomu Spencer (2003) tvrdí, že symetricky spojená dvojčata jsou výsledkem sekundární fúze dvou původně samostatných monoovulárních embryonálních disků a nejsou výsledkem neúplného štěpení produkujícího částečně oddělenou zygotu.

Spencer (1992) tvrdí, že neexistují pevné důkazy podporující teorii, že spojená mláďata vznikají pomocí štěpení na dva zárodky. Naopak máme přesvědčivé důkazy podporující vznik siamských dvojčat fúzí obou zárodků.

2.1.1 Formy spojení siamských dvojčat

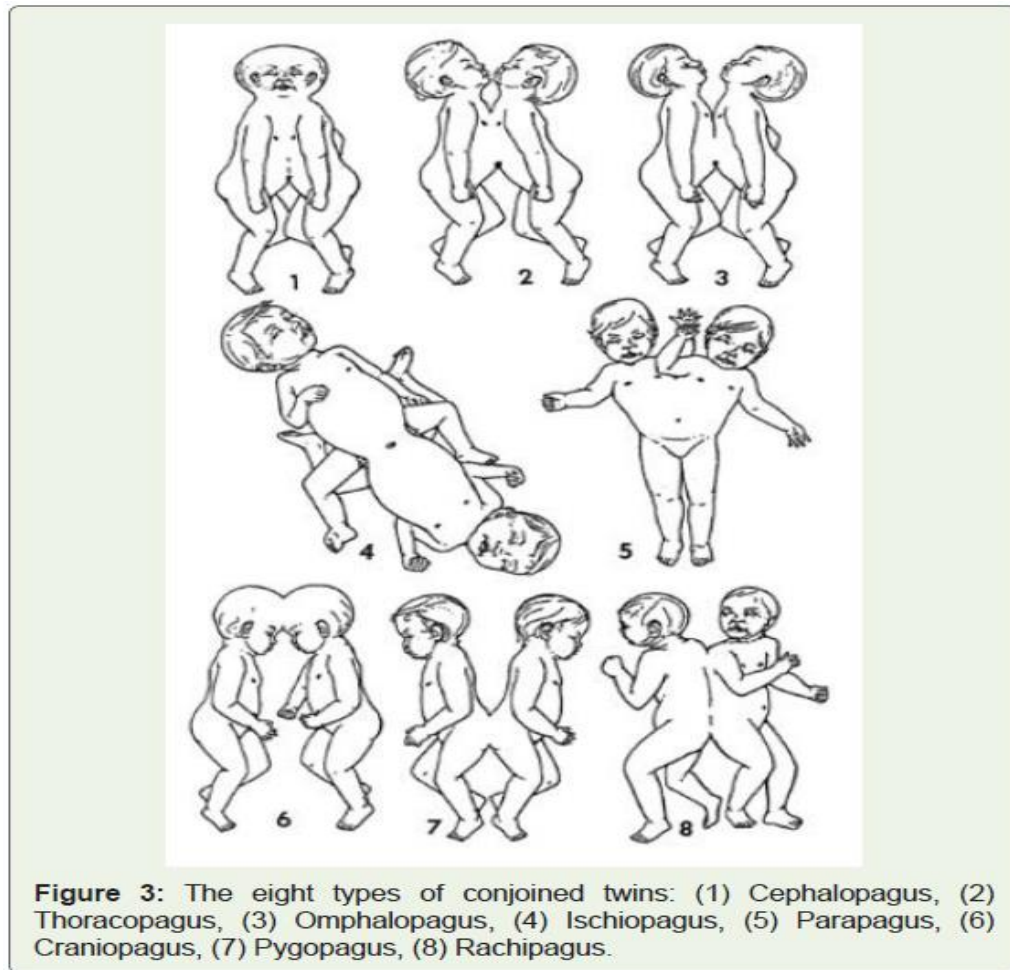
Základní rozdělení typu siamských dvojčat se určuje dle místa anatomického propojení na těle. Z toho pak vychází pojmenování jednotlivých forem (VOTTELER, 1986). Většina siamských dvojčat je symetrická, jejich vnitřní orgány však často nejsou identické a symetrické navzájem (GORE *et al.*, 1982).

Thoracopagus je označení pro těla spojená ventrálně na hrudi. *Omphalopagus* označuje dvojčata se srostlou dutinou břišní. *Cephalopagus* je velmi častý druh propojení a náleží dvojčatům, která mají propojené hlavy a hrud'. Dvojčata *Ischiopagus* jsou spojena v oblasti pánve a okolí. *Parapagus* je označení pro těla spojená do jednoho těla, buď s podoznačením *Diprosopus*, pro jedno tělo s dvěma tvářemi, či s označením *Dicephalus*, s jedním tělem a dvěma hlavami. *Craniopagus* je forma spojení v místě lebky. Pro dorzálně kaudální spojení je platný název *Pygopagus*. *Rachipagus* pak náleží dvojčatům spojeným podél páteře (SPENCER, 2000a, 2000b)

Jako *Heteropagus* se označují všechny asymetrické formy spojených dvojčat. Jedná se o případy, kdy jedno tělo je jinak vyvinuté než druhé a například se tak jedno tělo může objevit v těle druhého (O'NEILL *et al.*, 1988).

Často může být jedno dvojče méně vyvinuto, a tudíž naprosto závislé na straně druhé (BISWAS *et al.*, 1992). Kromě spojení v jednom anatomickém místě mohou být asymetrická dvojčata spojena na mnoha různých místech a být tedy kombinací několika druhů spojení, jako například *xiphoomphaloischiopagus*, *craniothoracopagus* (KULKARNI *et al.*, 1994)

Obrázek č. 1 - Formy spojení siamských dvojčat (ASHWINI *et al.*, 2017)



2.1.2 Příčina a důsledky

Abnormality v anatomii spojených dvojčat vznikají během prenatalního vývoje. Genetické a environmentální faktory jsou považovány za hlavní příčiny vývoje siamských dvojčat. V současné době se k vysvětlení používají dvě hypotézy formování siamských dvojčat, a to fúze a štěpení (KULAWIK *et al.*, 2017).

Singh (2003) připisuje deformaci spojených těl proměnlivým faktorům souvisejícím s vývojovými defekty a deformacemi v děloze.

U domácích zvířat byly pozorovány vrozené fyzické malformace, způsobené rostlinnými toxiny, otravou rtuť a teratogenními látkami (MULRIHILL, 1972). Byla proto přijata přísná opatření, aby se zabránilo kontaminaci jídla, podestýlky a vody v této kolonii chemickými látkami, které mohou být teratogenní (HONG *et al.*, 1977).

Mezi teratogenní příčiny patří radiace, infekční agens, termodisrupce, toxické kovy, chemické expozice, obezita, cukrovka, nedostatek jódu a další (LÓPEZ *et al.*, 2014).

Důsledky těchto fyzických abnormalit mohou během prenatálního vývoje vést k dysfunkci či selhání orgánů, nebo dokonce k smrti (KULAWIK, *et al.*, 2017).

Celková etiologie vzniku siamských dvojčat je stále velmi nejasná (KOMPANJE *at* HERMANS, 2008).

2.1.3 Siamská dvojčata u morčat

Vzhledem k poměrně velkému množství chovaných morčat je pozoruhodné, že se počet záznamů, o vrozených tělesných malformací morčat, vyskytuje ve velmi malých počtech (HOAR, 1976).

Jeden z prvních případů spojených morčat byl publikován Kaplunem *et al.* (1972). Dvě těla byla spojena v místě prvního krčního obratle, měla jednu hlavu a každé mělo své končetiny. Tato deformace byla první z 12 000 narozených mláďat od roku 1962.

Hong *et al.* (1977) popisují případy siamských dvojčat u morčat, ve výzkumném středisku v USA. Mláďata byla mrtvá bezprostředně po narození. Jednalo se o dvě spojené samice s jednou hlavou a dvěma očima. Dvojčata měla spojený trup, ale spodní části každého těla byly vyvinuty odděleně. Spojený hrudník měl dvě hrudní kosti, ale normální systém hrtanu, průdušnic i plic. V těle siamských dvojčat bylo jedno srdce a spojená játra. Jícen, žaludek a tenké střevo bylo v těle jedenkrát, zatímco každé mládě mělo vlastní slepé střevo, tlusté střevo, konečník a slezinu. Močopohlavní soustava byla u obou mláďat vyvinuta normálně a samostatně.

Další případ z americké laboratoře ukazuje případ mrtvých samčích siamských dvojčat se spojenou hlavou a spojenou přední částí hrudníku. Uši byly spojené a posunuté pod čelist. Oči, nos a ústa, byli těžko rozpoznatelné. Dvojčata měla společný dýchací systém, jedno srdce, spojená játra a dva kompletní mužské urogenitální systémy. Jedno mládě mělo kompletní zažívací trakt, druhé pouze spodní část střev (HONG *et al.*, 1977). Hong *et al.* (1977) uvádí pouze tyto případy siamských dvojčat v chovu morčat z celkového počtu 288 000 narozených kusů. Vzhledem k velkému počtu vyprodukovaných zvířat, ukazují srovnání, že genetické faktory hrají pouze malou roli

při výskytu vrozených anomálií. To potvrzují ve svém pozorování také Wright *at* Wagner (1934).

Také v Anglii byl zaznamenán případ siamských dvojčat v chovu morčat. Z celkem 4369 ks narozených mláďat se narodilo jedno zasažené tělesnou abnormalitou. Samice před tímto případem odrodila celý jeden zdravý vrh a samec měl před tímto případem 9 normálních vrhů. Narozená siamská dvojčata byla obě samičího pohlaví a pravděpodobně zemřeli při narození. Spojena byla téměř po celé délce těla a měla jednu hlavu s jedním centrálním okem. Lebka byla abnormálně široká. Dolní část trupu a zadní končetiny byly oddělené a vyvinuté normálně. Hrudní koš byl fúzován v jednu společnou hrudní dutinu se dvěma prsními kostmi. Mládě mělo rozdvojený trávicí trakt, dvoje samostatná játra a dva normální urogenitální orgány. Hrtany byly duplicitní, částečně spojené, se samostatnými průduškami a plícemi. V těle byla dvě srdce bez zjevného vaskulárního spojení (CAPEL-EDWARDS *at* EVELEIGH, 2016).

V Limě v roce 2012 bylo narozené mrtvé mládě samice morčete. Matka mláděte byla krmena komerčním krmivem a během březosti nebyla léčena. Po narození mláděte bylo pozorováno několik vrozených malformací. Mládě mělo centrálně umístěné jediné oko a byla pozorována přítomnost degenerovaného nosu. Jednalo se o těžkou formu dimorfismu obličeje, která je výsledkem defektů v nervové soustavě. Nejednalo se však o dvě spojená těla (LÓPEZ *et al.*, 2014).

2.1.4 Další případy siamských dvojčat

Většina publikovaných zpráv o siamských dvojčatech u savců, se týká případů u člověka a domácích zvířat. Jeden ze vzácných případů byl popsán také u mláďat samice levharta nalezených na ostrově Sumatra v Indonésii v období 1873–1876. V roce 2003 bylo provedeno vyšetření, které dokumentovalo spojená mláďata typu *cephalopagus*. Výsledky ukázaly dvě spojené lebky, ze kterých vycházely dvě oddělené páteře, dvě hrudní kosti a všech osm normálně vyvinutých končetin. U volně žijících suchozemských savců byla siamská dvojčata hlášena velmi zřídka. Literatura mezi lety 1671 a 2006 zaznamenává pouze 19 případů (KOMPANJE *at* HERMANS, 2008).

V roce 2004 byla při pravidelném rybolovu v Ománském zálivu nalezena dvojice mořských sumců spojená u řitního otvoru. Každá ze dvou ryb měla oddělené vnitřní orgány, s výjimkou společného análního otvoru. Každá měla své vlastní hřbetní a prsní ploutve. a sdílené společné anální, pánevní a deformované kaudální ploutve. Rentgenový snímek prokázal přítomnost překrývajících se kaudálních obratlů pro každou rybu (AL-JUFAILY, S. M., et al, 2005)

Kulawik, et al, (2017) popisuje případ narození dvou srostlých mláďat prasete domácího. Dvojčata se narodila živá, ale krátce po porodu zemřela a byla podrobena detailnímu prozkoumání. Selata měla jedinou společnou hlavu, krk i hrudník a byla oddělena kaudálně. Měla čtyři přední a čtyři zadní končetiny. Dohromady měla těla pouze jedny orgány včetně jednoho srdce a pouze trávicí ústrojí a urogenitální aparát byl zdvojený.

Singh (2003) uvádí příklad siamských dvojčat u lidí, kdy měla novorozeňata abnormálně spojenou horní část těla, zatímco dolní část byla vyvinuta normálně.

2.2 Anatomie a fyziologie morčat

Stavba těla je u všech plemen morčat stejná. Plemenné rozdíly jsou ve struktuře a délce srsti, v přítomnosti či nepřítomnosti rozet, jejich počtu a umístění (STANDARD PLEMEN A BAREVNÝCH RÁZŮ MORČAT, 2019). Morčata se řadí mezi hlodavce. Jejich řezáky (dva v horní a dva v dolní čelisti) rostou po celý život a musí být neustále opotřebovávány. Stejně tak důležité je i opotřebování zadních stoliček (BARTENSCHLAGER, 1995).

U morčete je důležité, aby splňovalo některé zásadní požadavky. Musí být svalnaté, pevné a aktivní. Rovnoměrně stavěné s pěkně rostlou, širokou, mocnou hlavou a krátkým, masivním krkem. Zvíře musí působit statným dojmem (SCHIPPERS, 1999). Morče musí být celkově silné a kompaktní, avšak bez přetučnění. Ramenní partie je široká a dobře osvalená. Předhrudí je plné a široké. Ramena přechází v nepřiliš dlouhý, ale pevný hřbet. Zadní část je plná a oblá, ocas chybí. Každé morče má na zádech žlázu, která vylučuje tuhý maz. Končetiny jsou krátké a rovné. Každý ze čtyř prstů je zakončen drápkem. Morče má vepředu v horní čelisti dva velké, ostré přední hlodáky

a v zadní části na každé straně 4 zuby, to samé v čelisti spodní (STANDARD PLEMEN A BAREVNÝCH RÁZŮ MORČAT, 2019).

Přednost se dává velkým a vyváženým morčatům. Hmotnost ovlivňuje variace a pohlaví a měla by se pohybovat mezi 900 až 1200 gramy (SCHIPPERS, 1999). Samice jsou menší a váha by se měla pohybovat mezi 700 až 900 gramy (QUESENBERRY *et al.*, 2004). Behrend (2006) udává hmotnost sameček až 1800 gramů a délku 22 až 23 centimetrů.

2.2.1 Stavba kostry

Stavba kostí je celkem křehká, tudíž při nárazech se morčatům vytváří často pohmožděniny nebo zlomeniny. Morčata mají na předních nohách 4 a na zadních 3 prsty s širokými drápy (BARTENSCHLAGER, 1995).

Kostra morčete se skládá z 256-261 kostí Dohromady 22 kostí formuje lebku a tvář. Nejmenší kosti v těle jsou tři kosti středního ucha. (COOPER *at* SCHILLER, 1975).

Páteř se skládá z 32–36 obratlů, z toho 7 krčních, 13–14 hrudních, šest bederních, 2–3 křížových a 4–6 ocasních. Morče má 14 párů žeber, 7 na každé straně. Každý pár žeber je připojený k jednomu z hrudních obratlů. Prvních 6 párů žeber se nazývá pravá žebra, jsou spojena s hrudní kostí a formují hrudní koš. Žebra 7-9 jsou falešná žebra, nepřipevňují se přímo k hrudní kosti, ale spojují se s chrupavkou 6. žebra. Žebra 10-14 jsou známá jako volná žebra. Nejsou tedy vůbec s hrudní kostí nijak spojena (BREAZILE *at* BROWN, 1976).

Každá přední noha se skládá z 43 kostí. Z lopatky (*scapula*), pažní kosti (*humerus*), a dvou předloketních kostí (*radius* a *ulna*). Následuje 10 karpálních kostí, 4 mekarpální a nakonec posledních 12 kostí prstu, 3 na každý ze čtyř prstů. Přední tlapa obsahuje také několik sezamoidních kostí, které jsou tvořeny šlachami (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

Pánev se skládá z 3 kostí. Stydké kosti jsou spojeny tzv. symfýzou, ale když se u samice blíží porod, spoje se uvolní a vznikne trhлина až o velikosti dvou prstů, která odděluje stydké kosti. To umožňuje samici porodit její velká mláďata. Každá zadní noha má 36 kostí. Stehenní kost je napojena na pánev v kyčelním kloubu. Dále kolenní

kloub s česčkou, holenní a lýtková kost. Zadní končetina se dále skládá z hlezna, 7 tarzálních, 3 metatarzálních, 3 kostí prstu a sezamoidních kostí (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004). Morčata mají čtyři prsty na každé přední noze, ale na zadní noze mají pouze tři prsty (CLEMONS *at* SEEMAN, 2011).

Morčata mají také pyjovou kost, která je přibližně 10 mm dlouhá (SUCKOW *et al.*, 2012). U zvířat není neobvyklé disponovat touto kostí, je to k vidění i u dalších druhů zvířat (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

2.2.2 Vnitřní orgány

Žaludek je tenkostěnný vak naplněný tekutinou. Délka trávicího traktu pro dospělé jedince je 2,3 metru od hltanu ke konečníku (JILGE, 1980). Monogastrický žaludek se nachází v kranialně levé části dutiny břišní a je v kontaktu s levým jaterním lalokem a tenkým střevem (BREAIZILE *at* BROWN, 1976). Slizniční membrána žaludku pokrývá vstup z jícnu, což znemožňuje odtok ze žaludku zpět do jícnu. To znamená, že morčata nemohou zvracet. V žaludku vznikají žaludeční šťávy obsahující kyselinu a enzymy, aby se rozložily potravinové proteiny na aminokyseliny, které se dále budou absorbovat v tenkém střevě. Při vstupu do tenkého střeva se prostředí, z důvodu sekrecí ze zažívacího systému, stává zásaditým. Enzymy pankreatu štěpí škrob na cukry, a tuky na triglyceridy a mastné kyseliny, podporované žlučí z jater. Po absorpci proteinů, škrobu a tuku se vlákna nechají nestrávená a pokračují do tlustého střeva. První část tlustého střeva a slepé střevo fungují jako veliké fermentační komory a ve skutečnosti zabírají 50–75 % dutiny břišní. V zadní části tlustého střeva je prostředí stabilní, s konstantní teplotou, tlakem kyslíku a pH, které zvýhodňují růst trávicích bakterií. Pokud je narušena jemná rovnováha ve střevech, škodlivé bakterie se namnoží na úkor normální střevní flóry. Morče produkuje dva různé druhy stolice. Prvním druhem jsou suché, pevné a podlouhlé exkrementy. Obsahují nestravitelná vlákna s nízkým obsahem vody. Druhým typem jsou měkké, vodnatější výkaly s vyšším obsahem bílkovin a vitamínů (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

Játra jsou pevná, hladká, tmavě červená. Nachází se v kranialní části dutiny břišní a skládají se ze šesti laloků. Jednotlivé laloky nejsou zvláště oddělené, ale splývají s ostatními (NISHIKIMI *et al.*, 1992). Játra mají důležitou úlohu při trávení tuků a uhlohydrátů, mají však další důležité funkce. Nacházejí se v přední části dutiny břišní,

těsně za bránicí, která rozděluje hrudní a břišní dutinu. Mezi důležité funkce patří detoxikace metabolických produktů, jako amoniak z bílkovin, který je přeměněn na močovinu a vylučován ledvinami. Dále potom příjem vitamínů, produkce bílkovin v krvi a faktory důležité pro koagulaci krve a produkci tukových sloučenin. Nejdůležitější příčinou selhání jater, je těhotenská toxémie, vyvolaná ukládáním velkého množství tuku v játrech (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004). Žlučník je dobře vyvinutý, tenkostěnný oválný vak, připojený ke čtvrtému jaternímu laloku (HIGGINS, 1927).

Ledviny dospělého morčete mají délku přibližně 18-21 mm a průměr 12-14 mm a jsou umístěny v dutině břišní, těsně pod třetím a čtvrtým bederním obratlem za posledními žebry (COOPER *at* SCHILLER, 1975). Hlavní funkcí ledvin je vylučování vedlejších toxických produktů a nadměrného množství soli z metabolismu. Produkují také hormony redukující krevní tlak a produkci červených krvinek. Když krev prochází ledvinami, dochází k odfiltrování vody a soli a přeměnu v moč. Z ledvin moč přechází močovodem do močového měchýře, kde je moč uložena (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004). V močovém měchýři morčete je přítomno přibližně 2000-2500 neuronů. Neurony jsou nejčastěji v gangliích čítajících až 40 neuronů. Ganglia jsou nejpočetnější u močovodů a močových tepen v okruhu močového měchýře (GABELLA, 1990). Moč odchází z těla močovou trubicí, která je u samce dlouhá a úzká a končí v penisu. U samice je trubice kratší a širší a ústí v močovém otvoru, těsně nad vulvou. Moč morčete je koncentrovaná, neprůhledná a často s vysokým obsahem vápníku. pH moči je okolo 8,5, barva je žlutá, občas zbarvená porfyrinem. To by se nemělo zaměňovat za krev. U starších morčat je poměrně běžné selhání ledvin, takže morče více močí a následně hodně pije pro kompenzaci ztráty tekutin (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

Větší pravá plíce se skládá ze čtyř laloků, levá plíce má laloky tři (COOPER *at* SCHILLER, 1975). Dýchací frekvence morčat je poměrně vysoká 42 až 104 dechů za minutu. Vzduch prochází nosními dírkami a nosní dutinou do hltanu. Odtud pokračuje hrtanem, kde se nachází hlasivka. Dále míří do průdušnice, která ústí do průdušek a průdušinek, distribující vzduch do všech částí plic (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004). V alveolech vzduch dosáhne kontaktu s plicními kapilárami, kde dojde k výměně plynů. Alveoly jsou při narození mláděte téměř kompletně vyvinuty (BREWER *at* CRUISE, 1997). Kyslík odtud proudí do krevního oběhu, zatímco oxid uhličitý je

zpátky vydechován. Hrudní dutina morčete je úzká a plíce jsou malé. Z toho důvodu je morče dobrý běžec na krátké vzdálenosti, ale na delší nemá dostatečnou výdrž (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

Čtyřkomorové srdce leží centrálně v hrudní dutině a je obklopeno dvouvrstvým osrdečníkem (BREAZILE *at* BROWN, 1976). Dosahuje u morčat rychlé frekvence 230 až 380 úderů za minutu. Z pravé poloviny srdce je čerpána krev do plic, kde dochází k oksličení. V krvi je kyslík transportován hemoglobinem. Krev obohacená kyslíkem se vrací do levé poloviny srdce, odkud je čerpána do zbytku těla. U morčat je běžná náhlá smrt z důvodu srdeční zástavy. V těle je krev distribuována krevními cévami. Aorta se větví do tepen a menších cév, které nakonec končí v kapilárním systému mikroskopických cév, skrze které je zásobována každá buňka v těle. Cestou zpět je krev transportována žilami. Krev se skládá z krevní plazmy obsahující důležité proteiny a z buněk; leukocytů, erytrocytů a trombocytů. Ty jsou produkovány v kostní dřeni. Když je kyslík vázán na hemoglobin, má červenou barvu. Naopak neokysličený hemoglobin je modrý. Proto je sliznice, u zvířete s nedostatkem kyslíku, modrá. Anémie je nedostatek erytrocytů. Nejčastější příčinou jsou krvácení (během porodu) a selhání ledvin. Leukocyty mají důležitou roli v přijímání cizích látek a bakterií, nebo vylučují jiné látky, důležité pro reakci organismu. Trombocyty jsou fragmenty buněk, vytvořené jednotlivou buňkou, jejichž hlavní funkcí je zabránit nadměrnému krvácení (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

2.2.3 Reprodukce u morčat

Říje se u morčat opakuje každých 15 až 17 dní a trvá 6 až 11 hodin (RAŠMANOVÁ *at* VÍTKOVÁ, 2006). Průměrný počet mláďat ve vrhu je dvě až čtyři mláďata_[T1], avšak mohou se objevit i vrhy početnější (TRIGG *at* RICHARDSON, 2008).

Bartenschlager (1995) uvádí možnost až šesti mláďat. Za rok se můžeme u jedné samice morčete shledat s 4 až 5 vrhy. Porodní váha se obvykle pohybuje mezi 45 a 115 g (QUESENBERRY *at* CARPENTER, 2012).

Samice je březí po dobu 59 až 72 dní (QUESENBERRY *at* CARPENTER, 2012). To je dlouhá březost oproti jiným hlodavcům. Důvodem je, že morčata nežijí v hlubokých norách, takže mláďata po narození musí být velmi dobře vyvinuta (ELWARD *at*

RUELOKKE, 2004). Jedná se o rozdíl, například oproti králíkům se potomstvo rodí plně vyvinuté a je velmi rychle schopno se pohybovat (TRIGG *at* RICHARDSON, 2008).

Ačkoliv rodí morčata většinou 4 mláďata, má samice pouze 2 struky, které se nacházejí na břišní straně mezi zadními nohama. Ale protože mláďata přichází na svět jako celkem samostatná stvoření a celkem rychle mohou přijímat pevnou potravu, existují mezi sourozenci jen zřídka neshody (BARTENSCHLAGER, 1995). Mladí samci morčat bývají velmi promiskuitní a často se pokouší o páření ve velmi nízkém věku. Pokud je ve skupině více mladých samců, mohou se začít objevovat konflikty a souboje, a tudíž je ideální oddělit samce ve věku 3-4 týdny do vlastního kotce, popřípadě k jinému ochotnému samci. Nedospělé samice mohou zůstat se svojí matkou, než sami dospějí a poslouží k dalšímu chovu (TRIGG *at* RICHARDSON, 2008).

Samci dozrávají do pohlavní dospělosti cca v 60 dnech věku, samice za 28 až 35 dní (BARTENSCHLAGER, 1995).

K páření dochází několikrát během říje a trvá jen několik sekund. Někdy je možné opakovat páření už po minutě (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004). Při páření zaujme samice strnulý postoj, prohne se v páteři a snaží se samci usnadnit průnik. Samec sevře samici předními končetinami a rychle tlačí. Ejakulace je doprovázena vtlačením boků samce (CLEMONS *at* SEEMAN, 2011). Po dokonání aktu dochází k výronu semena a samec i samice si začnou čistit pohlavní orgány. V případě, že došlo k úspěšnému krytí, lze vidět na vnějších pohlavních partiích samice tzv. zátku, která má gumovitou nebo voskovitou konzistenci. Jde o produkt samčích přídavných pohlavních žláz. Zátka zefektivňuje transport spermií a chrání je. Zároveň brání oplodnění jiným samcům (RAŠMANOVÁ *at* VÍTKOVÁ, 2006).

Samci i samice morčat mají jeden pár prsních bradavek, umístěných ve tříselné oblasti, bradavky samice jsou však výraznější a delší. Také pouze u samice jsou přítomny mléčné žlázy. Vrchol produkce mléka je po 7 dnech po porodu a po 4 týdnech začíná slábnout (SUCKOW *et al.*, 2012).

2.2.3.1 Samčí pohlavní soustava

Samec morčete může být snadno určen podle umístění šourků, které se nacházejí po obou stranách perinea. Každý šourek obsahuje varlata, nadvarlata a konec chámovodu. Mezi oběma šourky leží žalud penisu. Penis se nachází pod análním otvorem a je krytý předkožkou. Při erekci se na kaudálním konci penisu objevují dva hroty, dlouhé 3 až 5 mm (COOPER *at* SCHILLER, 1975). Funkce těchto hrotů není známa, ale absence jedné nebo obou špiček, bývá spojována s neplodností. Uvnitř penisu dospělého samce je penisová kost, dlouhá 1 cm. Varlata vypadají velmi velká, ale jejich velikost je způsobena usazeninami tuku, které absorbují nárazy při pohybu. Varlata mají dvě hlavní funkce. Produkují spermie a samčí hormon testosteron. Testosteron je zodpovědný za sexuální chování samců. Spermie jsou uloženy v nadvarlatech, kde dozrávají. Po ejakulaci jsou spermatické buňky transportovány chámovody. Cestou procházejí semennými váčky^[T2], prostatou a bulbouretální žlázou. Sekrece z prvních z prvních dvou žláz vyživují a dále dopomáhají zrání spermatických buněk. Směs sekrecí a buněk se nazývá sperma. Bulbouretální žlázy vylučují, po ejakulaci spermatu, tekutinu, která koaguluje a vytváří zátku ve vagíně samice. Tím zabraňuje úniku semene. Pokud samec ejakuluje mimo vagínu, lze koagulované bulbouretální sekrece považovat za bílou hmotu, připomínající vosk. Sexuální zralost samce je dosažena ve věku 6-8 týdnů, při hmotnosti 400-600 g (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

2.2.3.2 Samičí pohlavní soustava

Vaječníky jsou umístěné uvnitř břišní dutiny. Produkují vaječné buňky a hormony nezbytné pro ovulaci, vznik a udržování březosti. U samic starších než 2-3 roky, jsou velmi časté cystické vaječníky. Namísto uvolnění vajíček, se vytvářejí puchýře naplněné tekutinou. Takové ovariální cysty jsou běžnou příčinou neplodnosti u starších samic. Vajíčka se uvolňují do nálevkovitého trychtýře, který navazuje na vejcovod, kde dochází k oplodnění, pokud došlo k páření. Děloha se skládá ze dvou děložních rohů, které vedou do společné pochvy (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

Oblast samičích genitálií je tvarována do písmene Y. Horní dvě větve bodu Y kraniálně obklopují uretrální otvor. Centrálně v průsečíku obou větví písmene Y leží párové stydké pysky a vulva. Řitní otvor se nachází pod nimi v úpatí Y (QUESENBERRY *et*

al., 2004). Průchod do genitálu je pokryt tenkou membránou. Během říje a porodu jsou blány na krátkou dobu otevřené. Obvykle během 26.-27. dne březosti (WEIR, 1974). Estrální cyklus je přibližně 16 dní dlouhý, ale může pohybovat od 13 do 21 dní. Říje trvá jen několik hodin (QUESENBERRY *et al.*, 2004). Sexuální zralost nastává pro samici ve věku 3-5 týdnů, kdy její hmotnost činí 300-400 g. Membrána se otevře a je volný průchod do vagíny, která je oteklá, modro-růžová se slizkým vaginálním výtokem. Samice také mění své chování. Vydává vrčící zvuky a pokud jí pohladíme po zadní části těla, zvedne jí do pářící polohy. Během říje se uvolní z vaječnicků 1-6 vajíček. Tento proces se nazývá ovulace (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

2.2.3.3 Březost

Prvním příznakem březosti je nepřítomnost říje 16 dní po páření, což je často přehlížený signál. Zvětšení dělohy lze pociťovat rukou obvykle až po 3 až 5 týdnech březosti, ale její detekce hodně závisí na schopnostech dané osoby. Vážení samice jednou týdně, ukáže rapidní nárůst hmotnosti po 4 týdnech březosti. Zhruba 7 týdnů po oplodnění lze pociťovat pohyby plodu uvnitř samice (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

Obecně se udává, že doba březosti se pohybuje mezi 59 až 72 dny. V případě mnohopočetných vrhů trvá kratší dobu a při menších vrzích trvá naopak déle. Kratší gravidita bývá i u prvorodiček (RAŠMANOVÁ *at* VÍTKOVÁ, 2006). Jestliže samice zabřežne, znamená to, že vajíčka byla oplodněna. Přibližně 3,5 dne po oplodnění dosáhne embryo cílové fáze dělohy, ztrácí svůj glykoproteinový obal a usazuje se (CHAVATTE-PALMER *at* GUILLOMOT, 2007). Průměrně dalších 68 dní trvá, než přijdou mláďata na svět. Zpočátku se velmi těžko pozná, že je samička březí, protože nedochází k žádným změnám v chování. V tomto období je sameček velice pozorný a dává samičce přednost v potravě. Od čtvrtého týdne se samičce zvětšují struky a zakulacuje se. V posledních dvou týdnech březosti je již samice velmi mohutná a mláďata v té době tvoří více než polovinu její hmotnosti. V lůně matky je možné pozorovat i cítit rukou jejich pohyby (BEHREND, 2006).

Udržování březosti je složitý proces, který závisí na interakcích mezi pohlavními hormony, produkovánými v hypofýze, ve vaječnících a v děloze. Důležitá je funkce tzv. žlutého tělíska, které vzniká během každé ovulace. Produkuje progesteron, který

je důležitý pro udržení březosti, protože brání samicím vstoupit znovu do říje. Přibližně po 30 dnech je produkce progesteronu převzata z dělohy (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

2.2.3.4 Porod

K porodu dochází po 59 až 72 dnech březosti a může nastat kdykoli během dne (QUESENBERRY *at* CARPENTER, 2012). Těsně před porodem je břicho samice velmi roztažené a pohyb je omezen. Mláďata mohou tvořit až jednu třetinu hmotnosti samice (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

Mezi 4 a 10 dny před porodem se začnou otevírat pánevní kosti. Tento proces je nezbytný, neboť novorozeňata morčat jsou velká a tento jev jim umožní projít porodními cestami. Pokud má samice svůj první porod později než ve věku jednoho roku, existuje zvýšené riziko, že pánevní kosti budou ztuhlé a budou se obtížně rozevírat. To může mít za následek prodloužený porod s rizikem smrti mláďat i samice. Pokud je otevření široké, porodí samice do 48 hodin (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

Na porod se budoucí matka nijak neobvykle nepřipravuje. Dokonce se ani nesnaží stavět jakékoli hnízdo. Také proto je těžké poznat, že se porod blíží (BEHREND, 2006).

Bezprostředně před porodem prvního mláděte, je prolomena panenská blána. Vypuzení mláděte trvá několik sekund a několik porodních kontrakcí. Matka se následně otočí, aby ukousla pupeční šňůru a odstranila fetální obaly z hlavy, což umožní mláděti dýchat. Poté samice očistí mládě od hlavy dozadu. Během 5 až 10 minut dorazí další mládě a samice postup opakuje. Občas se mládě narodí pozadu, což může u nezkušené matky způsobit, že odstraňuje plodové obaly z nesprávného konce a slabší mládě tak může zemřít na udušení (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004).

Behrend (2006) tvrdí, že porod u morčat je zcela neproblematický, a protože přichází často zrána či za soumraku, často může chovatele překvapit. To, že se je porod blízko, může být někdy viditelné nabýváním genitálií samic, vyměšováním hlenu či děložními stahy.

Samička rodí mláďata v sedě, plodový obal protáhne mezi předními končetinami a prokousne jej. Tato fáze je velice důležitá, jinak by se mládě mohlo rychle udusit. Poté ho matka olíže. Následuje další potomek. V závěru většinou přijde trocha krve a placenta, kterou samice částečně či celou pozře (BEHREND, 2006). Normální porod je rychlý a trvá přibližně 15 až 40 minut v závislosti od počtu mláďat (RAŠMANOVÁ *at* VÍTKOVÁ, 2006).

Samice vylučuje po každém narozeném mláděti jednu placentu a obvykle čistí sebe i okolí velmi důkladně. Několik hodin po porodu se samice dostává opět do říje. Pokud jsou samice připuštěny znovu, dochází obvykle k nové březosti. To umožní porodit vrh každých 9 až 10 týdnů. Páření po porodu a březost při odchovu předešlého vrhu je však pro samici velmi stresující (ELWARD *at* RUELOKKE, 2004). Placentu každého mláděte samička sežere. Je to instinktivní chování, z dob, kdy morčata žila v divoké přírodě. Placenta obsahuje ve velkém množství hormon oxytocin, který se podílí a na spouštění tvorby mléka a podporuje kontrakce pro porod dalších mláďat (RAŠMANOVÁ *at* VÍTKOVÁ, 2006).

3 Materiál a metodika

Základem vytvoření práce byl sběr dat z dostupných vědeckých publikací, popis části anatomie a fyziologie morčat, a to zejména reprodukce. Primární byla studie vlastních novorozených mláďat, popis plemena a způsobu chovu, se zaměřením na narozená siamská dvojčata, určení formy fyzického spojení těchto dvou mláďat a studie jejich kostry a orgánů.

3.1 O plemeni

Ve studii bylo použito krátkosrsté hladké plemeno morčat černě zbarvené. Srst má souměrně krátkou a hustou, bez přesahujících delších chlupů. Je hladká, lesklá a dobře přiléhá k tělu, nepřesahuje délku 2,5 cm. V srsti se nevyskytují vírky ani pěšinky. Hladké morče je povoleno ve všech standardem uznaných barvách a kresbách. Mezi chovatelské vady plemena patří delší srst, spadající srst na bocích a pěšinky či rozety kdekoli po těle. U jednobarevných morčat je třeba dávat pozor, aby byla spodní i krycí barva stejná bez výrazného zesvětlení. Barva na bříše může být mírně matnější. Celé zvíře má být co nejrovnoměrněji zbarveno beze skvrn, stínování a bez příměsi jinak barevné srsti (STANDARD PLEMEN A BAREVNÝCH RÁZŮ MORČAT, 2019).

3.2 Charakteristika chovu

Jako hlavní výchozí materiál pro diplomovou práci posloužila mláďata morčat z chovu chovatele Ing. Petra Tejmla, Ph.D, který se dá považovat za velkého a dlouholetého odborníka, chovatele a zároveň zkušeného posuzovatele morčat. Jeho chovatelská stanice je známá pod jménem CHS Westminster a zaměřuje se na chov krátkosrstých hladkých plemen morčat v různých barevných rázech.

V tomto chovu jsou morčata chována převážně ve speciální vnitřní odchovně, přizpůsobené nejvhodnějším hygienickým a mikroklimatickým podmínkám morčat. Základní prostor pro chovaná zvířata má rozměry 80 x 40 cm a je řešen formou nízkých plastových boxů, vložených do speciálně přizpůsobené kovové konstrukce s pletivem. Podestýlku tvoří dřevěné hobliny. Základem krmné dávky je seno, které se morčatům dává jednou denně. Dále pak ovoce a různá zelenina v dostatečné míře. Vyváženost

krmiva poté doplňuje kompletní krmná směs pro morčata. Od jara do podzimu dostávají zvířata také čerstvou zelenou pící. Napájení je zajištěno ze samostatných lahvových napajedel o objemu 0,5 l s permanentním přístupem a nezávadnou vodou. Teplota v prostorech ustájení se pohybuje okolo 20 °C a vlhkost dosahuje 60 %. V letním období jsou morčata přemístěna do venkovních prostor. Ustájení zde má obdobnou konstrukci jako ve vnitřní odchovně, ale teploty zde dosahují vyšších hodnot.

3.3 Metodický postup

Celkem bylo do pitvy zařazeno deset mláďat z jednoho chovu, která byla ihned po narození mrtvá. Jako podklad studie posloužila spojená siamská mláďata, narozená současně ve stejném chovu. Jednotlivá těla byla očíslována od jedné do deseti, což je dobře patrné na obrázku č. 2. Pod vzorkem č. 1 či pod červenou barvou je evidováno siamské mládě. Všechna morčata byla přesunuta k pitvě, do veterinární ordinace s příslušným vybavením, prostorem a odborným dozorem.

Nejprve se vytvořila tabulka pro zaznamenávání zjištěných hodnot u vzorků a následně se začalo provádět postupné vážení jednotlivých těl. Po navážení celkové hmotnosti byly na speciálním rentgenu provedeny snímky všech deseti vzorů a také několik detailnějších snímků siamského mláděte, které by měly vhodně vystihovat stavbu kostry anomálního jedince. Následně se začalo s postupnou detailnější pitvou se zaměřením na vnitřní orgány. Hlavním cílem bylo získat celá srdce, játra a plíce z jednotlivých těl a podstoupit je dalšímu vážení. Mimořádná pozornost měla být věnována siamskému mláděti, prozkoumání stavby a polohy jeho duálních orgánů a určení formy spojení dvojčete. Veškerá naměřená data byla zaznamenána do připravené tabulky. Následně proběhlo porovnání hmotnostních parametrů konvenčních mláďat s hodnotami získanými z těla spojeného mláděte. Výsledky pak byly detailně diskutovány. Závěrem byla vytvořena hypotéza příčiny vzniku této anomálie a možné následky jevu v daném chovu.

Obrázek č. 2 – Seřazení a číslování vzorků (foto Bc. V. Navrátil)



Obrázek č. 3 – Pitva studovaných morčát (foto Bc. V. Navrátil)



4 Výsledky a diskuze

4.1 Siamská dvojčata

Dosud máme pouze několik málo zmínek o výskytu siamských dvojčat u morčat viz kapitola 2.1.3. Proto lze označit narozené siamské dvojče jako anomálii, která se vidí opravdu zřídka. To potvrzuje také Hoar (1976), který upozorňuje na to, že vzhledem k velikému množství chovaných morčat, jsou vrozené tělesné malformace zaznamenávány jen u velmi malého množství zvířat.

Obrázek č. 4 – Studovaná spojená mláďata morčat (foto Bc. V. Navrátil)



Obě siamská mláďata byla samčího pohlaví. Jen Hong *et al.* (1977) uvádí jeden doložený případ siamských samců u morčat. V dalších známých případech se siamská dvojčata rodila převážně jako samice.

Začátek porodu probíhal normálně. Samice porodila tři živá a zdravá mláďata, všechna samičího pohlaví, v intervalech 5 až 10 minut. Následovalo poslední mláďe, které však

bylo právě siamské. Porod začal být velmi komplikovaný a protáhl se na 12 hodin. Samici byl podán oxytocin ve třech dávkách, a nakonec bylo mládě za odborné pomoci vytaženo. Samice pak odchovala zbylá tři zdravá mláďata bez větších problémů a následně byla ze zřejmého důvodu z chovu vyřazena. Případ siamských morčat byl v tomto chovu naprosto ojedinělý z celkového množství 3078 ks narozených mláďat. Případ narozených siamských mláďat morčete, který byl zaznamenán v Anglii, potvrzuje jedinečnost takovéto malformace. Z celkového množství narozených mláďat 4369 ks se vyskytl pouze tento případ srostlých dvojčat (CAPEL-EDWARDS *at* EVELEIGH, 2016).

Zajímavé je, že přestože je porod při výskytu vrozených malformací mnohem obtížnější, nebývají pozorovány žádné následné dystokie porodu (HONG *et al.*, 1977).

Siamská morčata byla, stejně jako ve většině známých případů, ihned po narození mrtvá. Většina spojených dvojčat je mrtvá ihned nebo zemře velice brzy po narození. Pokus o operaci se provádí převážně pouze v lidských případech. Výsledek operace závisí na typu spojení, stupni deformace a stavu orgánů (STAUFFER, 1990). Teoreticky zachráněná a oddělená siamská mláďata by z chovatelského hlediska neměla příliš velkou cenu a nemohla by být použita pro následnou plemenitbu.

Ve všech případech měly samice po porodu siamských dvojčat následné těhotenství a porod pouze normální potomky (HONG *et al.*, 1977). Další z případů uvádí, že samec a samice, jejichž potomkem byla siamská dvojčata, byli v té době již rodiči několika zdravých a úspěšných vrhů (CAPEL-EDWARDS *at* EVELEIGH, 2016). Tato tvrzení se převážně shodují se studovaným případem siamských dvojčat. Matka siamských dvojčat měla za sebou již jeden úspěšný vrh a samec byl otcem osmi normálně vyvinutých vrhů. Lze tedy konstatovat, že výskyt spojení dvou narozených těl je výjimečný a nepodléhá žádnému periodickému pravidlu výskytu.

4.1.1 Popis stavby těla siamských dvojčat

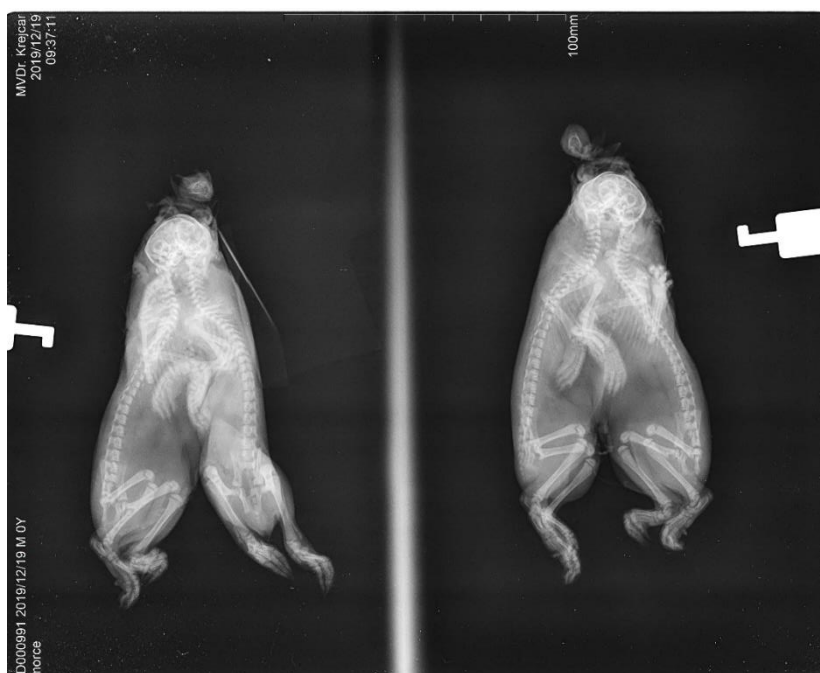
Obě těla byla spojena kraniálně společnou lebku. Lebka byla deformovaná a abnormálně široká. Ze sdílené lebky již každé tělo mělo svojí vlastní, samostatnou páteř. Přední i zadní končetiny měla obě těla normálně vyvinutá a kompletně oddělená. Také prsty obou končetin byly standartně vyvinuty. Velikost obou jednotlivých koster

byla poměrně optimální, nejednalo se o nijak extrémně dlouhá či přerostlá mláďata. Kloubní aparát celého těla, nevykazoval žádné zřetelné odchylky. To vše je značně patrné na obrázcích č. 5 a 6, pořízených na veterinární stanici pomocí speciálního rentgenu.

Obrázek č. 5 – Rentgen spojených mláďat; shora a zdola (foto Bc. V. Navrátil)



Obrázek č. 6 – Rentgen spojených mláďat; zleva a zprava (foto Bc. V. Navrátil)

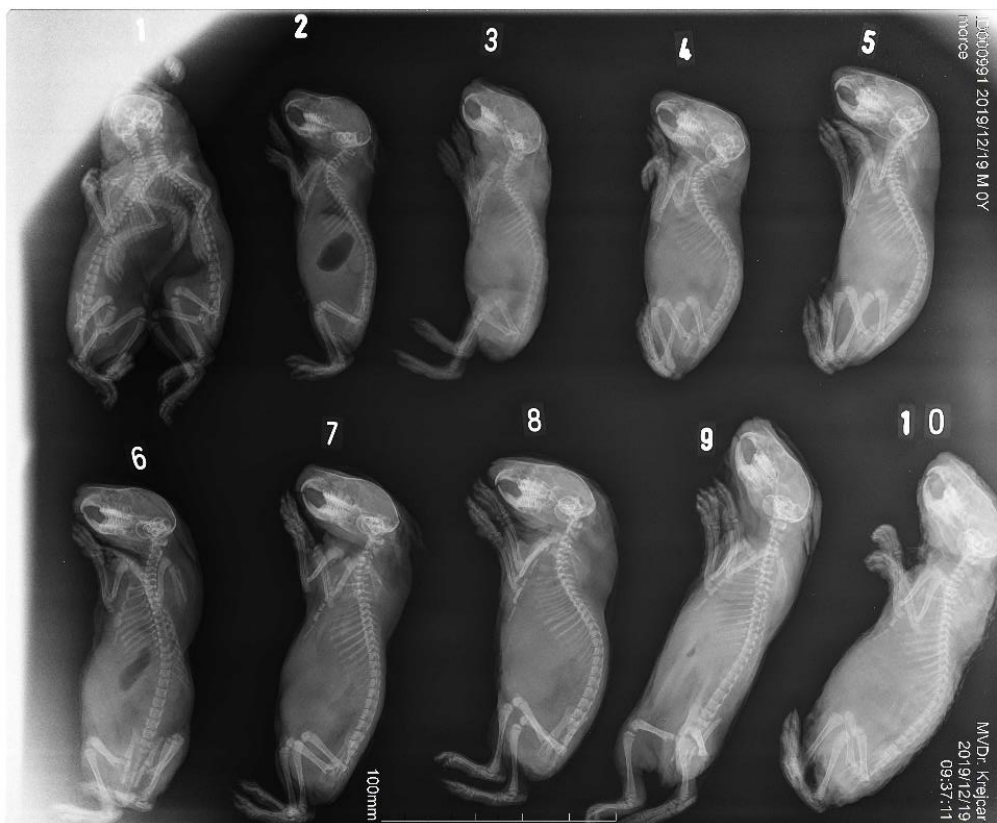


Hrudní kost byla u dvojčat pouze jedna, sdílená oběma těly a z hrudní kosti pokračovala dále samostatná žebra pro každé tělo zvlášť. Podle Spencera (2000) lze jednoznačně určit, že se jedná o tzv. siamská dvojčata typu *Cephalopagus*, která se vyznačují sjednocenou velkou hlavou a částí nebo celým hrudníkem.

Je zajímavé, že v každém ze tří hlavních a známých případů spojených morčat, byla vždy fúze přední části těla a zadní část byla duplikována a samostatně vyvinuta (CAPEL-EDWARDS *at* EVELEIGH, 2016). Lze konstatovat, že spojení typu *Cephalopagus* se vyskytuje v drtivé většině případů spojených siamských mláďat u morčat. Pouze López *et al.* (2014) popisuje jiný typ fyzické malformace, kdy nedošlo ke spojení dvou těl formou *Cephalopagus*. Avšak v tomto případě se nejedná o typické spojení dvou mláďat morčete domácího, ale o dimorfismus jednoho mláděte.

Na obrázku č. 7 můžeme dobře vidět porovnání stavby kostry siamských dvojčat, označených jako č. 1, s ostatními devíti těly standardně vyvinutých mláďat morčete. Je patrné, že velikostně by se siamská mláďata řadila spíše k průměru.

Obrázek č. 7 – Hromadný rentgen očíslovaných vzorků (foto Bc. V. Navrátil)



4.1.2 Hmotnost těl siamských dvojčat

Jak již bylo popsáno v předešlých kapitolách, všechna mláďata byla očíslována, zvážena a následně byly vytvořeny tabulky a grafy s hmotnostními výsledky. Ty slouží zejména k porovnání hodnot běžných mláďat s hodnotami siamského mláděte.

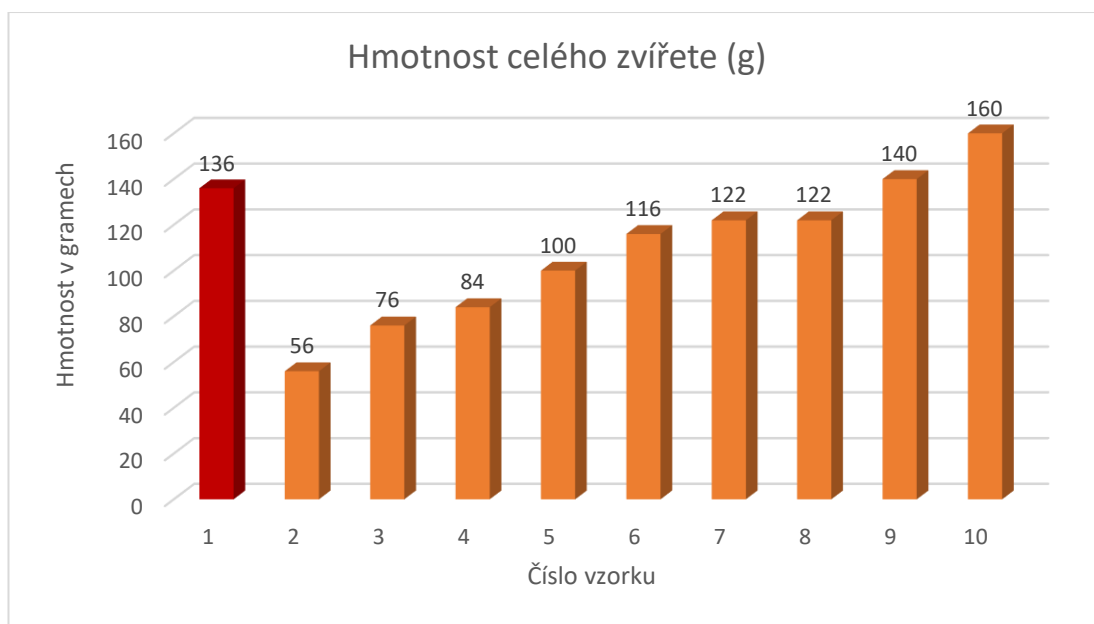
Celková hmotnost kompletních těl novorozených mláďat se pohybovala v rozmezí 56 až 160 g (tab. 1). Elward *at* Ruelokke (2004) tvrdí, že porodní váha je mezi 50-130 g. Harkness *et al* (2002) dokonce uvádí, že správná porodní váha by se měla pohybovat v rozmezí 45-115 g. Oproti tomu jiné zdroje upozorňují, že příliš nízká váha by mohla způsobit úhyn mláďat (RAŠMANOVÁ *at* VÍTKOVÁ, 2006). To potvrzuje jiný zdroj, který tvrdí, že mláďata o váze menší než 60 g, přežívají jen zřídka (QUESENBERRY *at* CARPENTER, 2012). Lze tedy konstatovat velký hmotnostní rozptyl mezi zkoumanými mláďaty z chovu a spíše převahu velkých mláďat, která mohou způsobovat nepříjemné problémy při porodu.

Tabulka č. 1 – Porovnání porodních hmotností testovaných mláďat

Vzorek č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hmotnost celého zvířete (g)	136	56	76	84	100	116	122	122	140	160

Spojená mláďata vážila dohromady 136 g (Vzorek č.1). Tato váha se přibližuje spíše k horní hranici hmotnostního rozmezí novorozených mláďat. To přirozeně vysvětluje důvod komplikovaného porodu, kdy už tak velmi neobvykle deformované tělo mláděte, mělo rovněž vysokou hmotnost, byť velikostně se řadilo k průměru. Pokud bychom ale vzali do úvahy, že siamská mláďata jsou ve skutečnosti těla dvě, dosáhla by hmotnost jednotlivých těl 68 gramů, což by se řadilo mezi normální a lehčí mláďata. Hmotnostní rozdíly mezi jednotlivými mláďaty zřetelně zobrazuje graf č.1. Hmotnost spojených dvojčat je v grafu pro lepší viditelnost označena červenou barvou.

Graf č. 1 – Porovnání porodních hmotností testovaných mláďat



4.1.3 Popis orgánů siamských dvojčat

Obě těla studovaných siamských dvojčat měla vlastní srdce a játra. Stejně to bylo u zaznamenaného případu v Anglii v roce 2016, kdy obě siamská těla měla také vlastní játra a srdce (CAPEL-EDWARDS *at* EVELEIGH, 2016). Hong *et al.*, (1977) naopak u svého případu siamských mláďat uvádí jedno společné srdce a jedny spojená játra. Publikované případy siamských dvojčat bohužel neposkytují žádné konkrétní hmotnostní parametry jednotlivých orgánů, které by posloužily k dostatečnému porovnání.

Obrázek č. 8 – Vnitřní stavba těla siamských morčat (foto Bc. V. Navrátil)

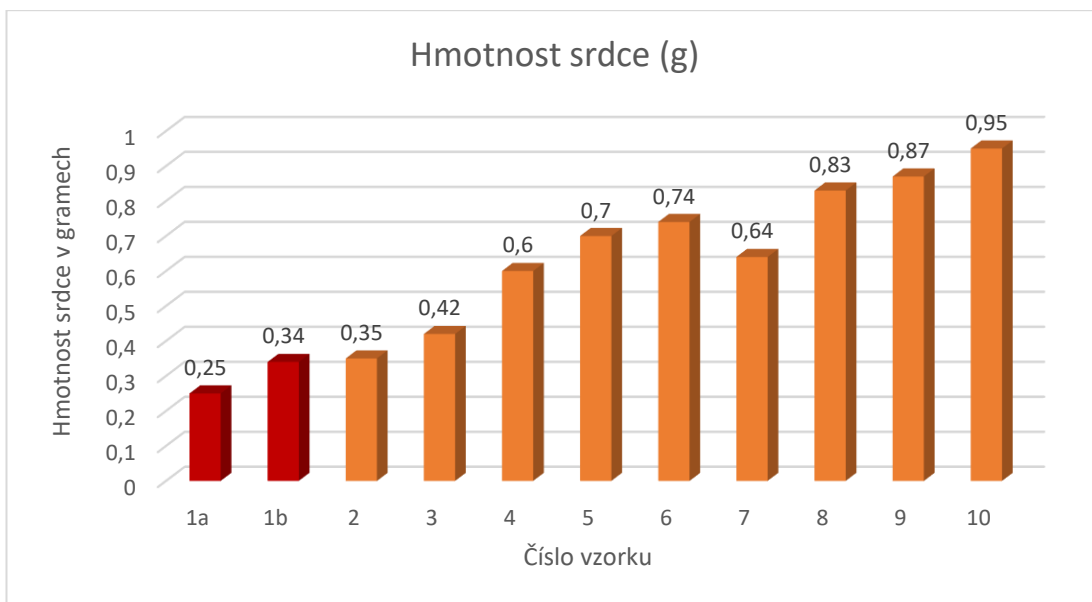


Vzorky 1 a a 1 b v tabulce č. 2 ukazují, že samostatná srdce každého dvojčete vážila 0,25 g a 0,34 g. V porovnání s ostatními normálně vyvinutými mláďaty se jedná o menší hmotnost srdcí, která je takřka přímo úměrná hmotnosti celého těla. To samé je vyobrazeno v grafu č. 2.

Tabulka č. 2 – Porovnání hmotností srdcí testovaných mláďat

Vzorek č.	1 a	1 b	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Srdce (g)	0,25	0,34	0,35	0,42	0,6	0,7	0,74	0,64	0,83	0,87	0,95

Graf č. 2 – Porovnání hmotností srdcí testovaných mláďat

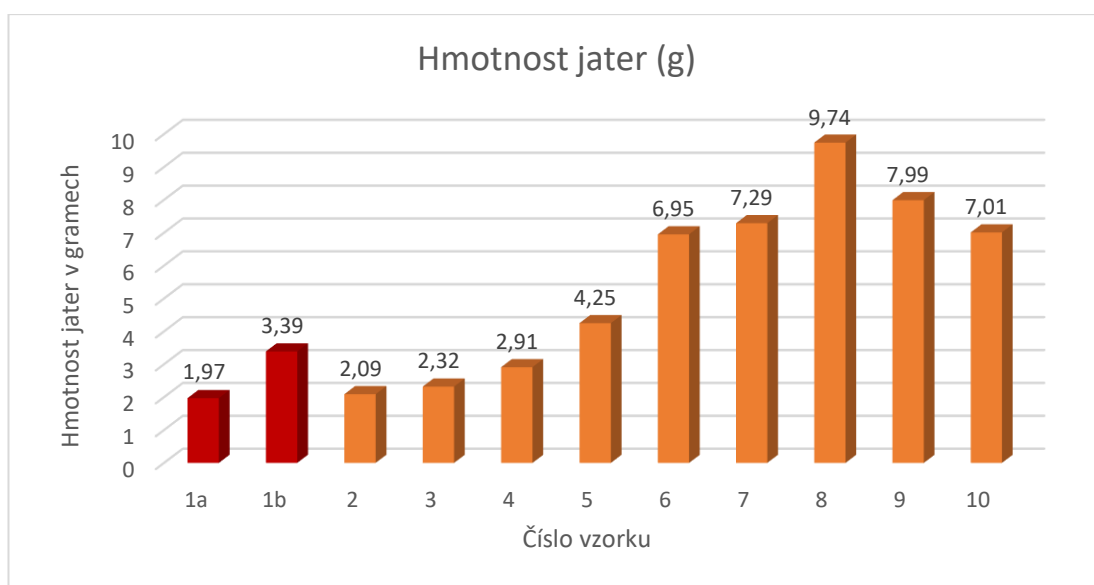


Tabulka č. 3 nám udává hmotnost jater. Játra byla samostatně vyvinutá a podobně jako srdce byla játra hmotnostně velmi malá oproti ostatním konvenčním mláďatům. Zajímavé je, že v jednom těle siamského dvojčete vážila 3,39 g (vzorek 1 b), zatímco ve druhém pouze 1,97 g (vzorek 1 a). To je ve srovnání s normálními mláďaty (vzorek 2–10) několikanásobně méně.

Tabulka č. 3 – Porovnání hmotností jater testovaných mládřat

Vzorek č.	1 a	1 b	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Játra (g)	1,97	3,39	2,09	2,32	2,91	4,25	6,95	7,29	9,74	7,99	7,01

Graf č. 3 – Porovnání hmotností jater testovaných mládřat



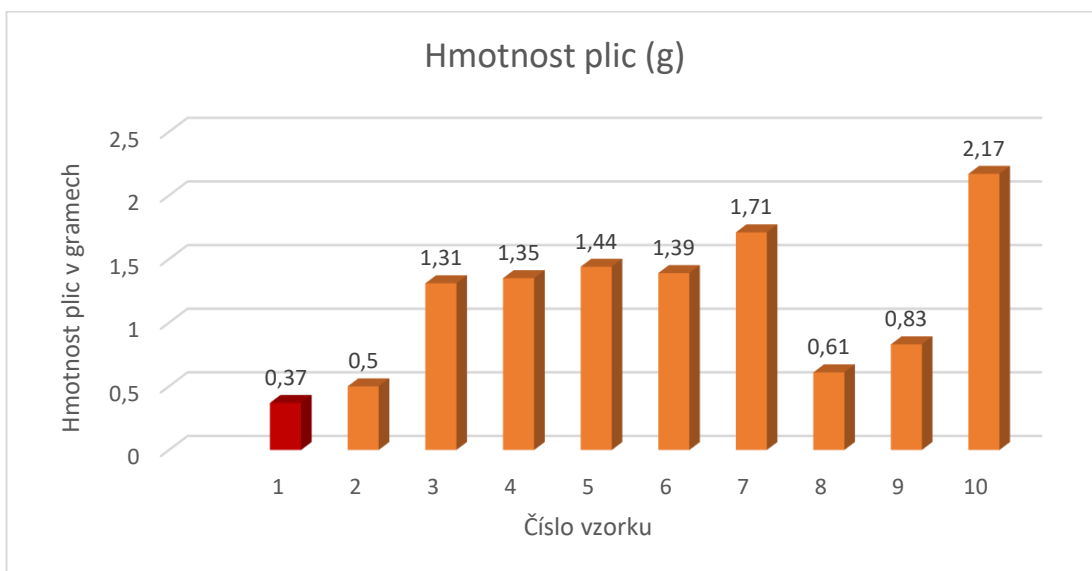
Zatímco srdce a játra měla obě siamská těla samostatně vyvinuté, plíce studovaných dvojčat byly společné. Jiné zaznamenané případy popisují spíše plíce oddělené a samostatně vyvinuté (CAPEL-EDWARDS *at* EVELEIGH, 2016; HONG *et al.*, 1977). Spojená těla siamských dvojčat měla plíce o hmotnosti 0,37 g, což jsou velmi malé plíce proti tělu, které vážilo 136 g. Výsledky ostatních těl ukazují hodnoty vyšší. Pouze u vzorků číslo 8 a 9 byly naváženy obdobně nízké výsledky jako u siamského mláděte.

Tabulka č. 4 – Porovnání hmotností plic testovaných mládřat

Vzorek č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plíce (g)	0,37	0,5	1,31	1,35	1,44	1,39	1,71	0,61	0,83	2,17

Mlád'ata v grafu jsou seřazeny opět vzestupně podle hmotností těl, vzhledem k tomu je zřetelně viditelná odchylka hodnot u vzorků 8 a 9, které náležejí normálně vyvinutým mlád'atům, kde jsou naměřené hmotnostní hodnoty plic rapidně nižší než u obdobně vázících těl mlád'at vzorků 7 a 10.

Graf č. 4 – Porovnání hmotností plic testovaných mlád'at



V tabulce č. 5 jsou průměrné hmotnostní výsledky napříč všemi deseti pitvanými vzorky. Pokud porovnáme průměr s hodnotami siamského mláděte, zjistíme, že průměrná hmotnost srdce 0,61 g je větší než 0,25 g a 0,34 g vázící srdce spojených mlád'at. Průměrná hmotnost jater je 5,08 g u siamských dvojčat je to 1,97 g a 3,39 g. Průměrná hmotnost plic je 1,17 g což je třikrát více než společné plíce siamských dvojčat - 0,37g. Můžeme konstatovat, že studovaná spojená mlád'ata vykazují na svou celkovou hmotnost nižší hmotnosti orgánů, než by ve své váze mohli mít. Zjištěná srovnání dokazují, že u případu siamských dvojčat nelze předpokládat žádnou úměrnost a pravidelnost mezi celkovou hmotností těla a vnitřních orgánů.

Tabulka č. 5 – Průměrné hodnoty sledovaných vzorků

	Hmotnost celého zvířete (g)	Srdce (g)	Játra (g)	Plíce (g)
∅	111,20	0,61	5,08	1,17

Trávicí a vylučovací systém měla obě těla plně vyvinuta a oddělena. To souvisí se spojením těl typu *Cephalopagus*, kdy se deformace projevují zejména v horních částech těl, ale spodní část těla bývá již samostatná a plně vyvinutá.

V přechozích známých případech se často můžeme shledat s totální deformací obličejové části, očí nosu a úst (HONG *et al.*, 1977). Velmi časté je při spojení typu *Cephalopagus* také výskyt jednoho centrálního oka na společné obličejové části (CAPEL-EDWARDS *at* EVELEIGH, 2016). Případ studovaných spojených dvojčat není výjimkou. Obě obličejové části byly celkově slity do jednoho společného útvaru. Spojený obličej byl velmi deformovaný s takřka nerozpoznatelnými jednotlivými orgány. Tento stav lze označit jako následek komplikovaného porodu, který u matky probíhal.

4.2 Příčiny a následky

U domácích zvířat byly pozorovány vrozené fyzické malformace, způsobené rostlinnými toxiny, otravou rtuť a teratogenními látkami (MULRIHILL, 1972). Mezi vnější příčiny vzniku těchto fyzických odchylek patří také záření, infekce, hypertermie, hypotermie, toxické kovy či nepříznivé mateřské stavy jako je obezita, cukrovka, nedostatek jódu apod. (LÓPEZ *et al.*, 2014).

Všechna morčata v chovu CHS Westminster dostávají stejný stupeň a kvalitu péče i krmiva, který lze hodnotit. Zmíněné faktory se tak jeví v tomto případě jako méně pravděpodobné pro vznik těchto fyzických deformací. Krmivo dostávají velice kvalitní a vyvážené. Za nejpravděpodobnější příčinu vzniku těchto tělesných odchylek by mohla být označena obezita. K obezitě mohou mít chovní, starší jedinci často sklony. Důvodem obezity je energeticky velmi vydatné krmivo, ale také zmenšený prostor chovatelského zařízení, který často neumožňuje uspokojit motorické potřeby zvířat.

Druhou reálnou příčinu vzniku malformací lze hledat u našeho případu lze hledat u vystavení morčat vysokým venkovním teplotám. To potvrzuje López *et al.* (2014), který tvrdí, že u morčat se častěji může objevit malformace po hypertermii, během těhotenství. Letní teploty dosahují v dnešní době skutečně vysokých čísel a pro morčata chovaná ve venkovní odchovně jsou tyto teploty často nebezpečné. Sledovaná samice morčete, která porodila daná siamská dvojčata, byla březí v zimním období. K porodu došlo v únoru ve vnitřních ubikacích s optimální teplotou. Tudíž lze vyloučit vznik tělesných deformací mláďat po hypertermii.

Z genetického hlediska formování siamských dvojčat se používají dvě hypotézy, a to fúze a štěpení. Abnormality v anatomii spojených dvojčat vznikají během prenatálního vývoje. (KULAWIK *et al.*, 2017). Wright *at* Wagner (1934) ale tvrdí, že genetické faktory mají jen malý význam ve formování siamských dvojčat, kvůli velmi malému počtu případů z početně rozsáhlých chovů.

Celková problematika vzniku siamských dvojčat je v současné době obecně velmi nejasná (KOMPANJE *at* HERMANS, 2008). Následky tohoto přírodního úkazu v chovu jsou obvykle jednoznačné. Chovatel vyjme z dalšího chovného plánu takto zasažená zvířata, ale i jejich rodičovské jedince. Tím se snaží zmenšit riziko dalšího

výskytu podobných malformací. Zároveň dbá na dodržení či zlepšení chovatelských podmínek a zajištění vyvážené krmné dávky.

5 Závěr

Výskyt narozených siamských dvojčat je vždy velmi zajímavý a ojedinělý. Vzhledem k poměrně velkému množství chovaných morčat je pozoruhodné, že se počet záznamů, o vrozených tělesných malformací morčat, vyskytuje ve velmi malých počtech. Tato studie detailně popisuje teprve čtvrtý publikovaný případ narození spojených mláďat morčete domácího. Ta se narodila v zájmovém chovu v České republice, jako první případ z celkového množství 3078 narozených mláďat. Siamská dvojčata byla samčího pohlaví a byla spojena v horní části těla, spojením typu *Cephalopagus*, tedy typem spojení vyskytující se ve všech třech předchozích případech spojených morčat. Kostry obou těl byly spojeny širokou sdílenou lebkou a hrudní kostí. Obě srostlá těla měla vlastní srdce a játra, ale plíce byly společné. Problematika vzniku těchto anomálií není dodnes zcela objasněná. Jedna genetická teorie přisuzuje deformaci neúplnému štěpení v raných fázích embryonálního dělení. Druhá teorie zase tvrdí, že po prvotním oddělení dojde k opětovnému buněčnému spojení na různých místech. Vzhledem k velkému počtu narozených mláďat je pravděpodobné, že genetické faktory jsou pro výskyt vrozených anomálií zanedbatelné. Mezi příčiny však můžeme hypoteticky zařadit také chovatelské podmínky, ustájení nebo výživu. Za přijatelný důvod vzniku fyzické odchylky bychom mohli považovat například sklony k obezitě morčat. Po zpracování studie, po porovnání s předchozími případy a prostudování problematiky však nelze určit jednoznačný důvod výskytu spojených mláďat v chovu.

6 Přehled použité literatury a zdrojů

AL-JUFAILY, S. M., et al. Wild Siamese-twins in black tip sea catfish, *Arius dussumieri* (Valenciennes, 1840) from Gulf of Oman. *Anales de biología*, vol. 27, 2005.

ASHWINI G, BADR AHMED SS, YOUSEF RR, SZMIGIELSKI W. Cephalothoracopagus: A Rare Congenital Anomaly. *Indian J Appl Radiol*. 2017;3(1): 117.

BARTENSCHLAGER, Eva Maria. *Alles über Meerschweinchen*. Falken, 1995. ISBN 3806808090.

BEHREND, Katrin. *Naše morče: vhodná péče, zdravá strava, správné porozumění*. Praha: Jan Vašut, 2006. *Naše zvířátko*. ISBN 978-80-7236-454-5.

BISWAS SK, GANGOPADHYAY AN, BHATIA BD, BANDOPATHYAY D, KHANNA S. An unusual case of heteropagus twinning. *J Pediatr Surg* 1992, 27: 96-97.

BREAZILE, J.E., BROWN, E.M., 1976. Anatomy. In: Wagner, J.E., Manning, P.J. (Eds.), *The Biology of the Guinea Pig*. Academic Press, New York, pp. 53–62.

BREWER, N.R., CRUISE, L.J., 1997. The respiratory system of the Guinea pig: emphasis on species differences. *Cont. Top. Lab. Anim*.

CAPEL-EDWARDS, K. a J. R. EVELEIGH. A case of guinea-pig conjoined young. *Laboratory Animals*. 2016, 8(1), 35-37. DOI: 10.1258/002367774780943904. ISSN 0023-6772.

CLEMONS, Donna J. a Jennifer SEEMAN. *The Laboratory Guinea Pig*. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press, 2011. *Laboratory animal pocket reference series*. ISBN 978-1-4398-3558-6.

COOPER, G., SCHILLER, A.L., 1975. *Anatomy of the Guinea Pig*. Harvard University Press, Cambridge.

BEDNÁROVÁ, E., FUKSOVÁ, L., KROFTOVÁ, A., KYTNER, J., LEVÁ, E., TOMÁŠKOVÁ, P., POLÁČKOVÁ, E., PRIKRTOVÁ, A., RAUŠOVÁ, A., TEJML,

P., VÍTKOVÁ, D., Standard plemen a barevných rázů morčat. Ústřední odborná komise chovatelů hlodavců, 2019.

ELWARD, Margaret a Mette RUELOKKE. Guinea Piglopaedia: A Complete Guide to Guinea Pigs. 2004. ISBN 978-1-86054-251-0.

GABELLA, G., 1990. Intramural neurons in the urinary bladder of the guinea-pig. *Cell Tiss. Res.* 261

GORE RM, FILLY RA, PARER JT. Sonographic antepartum diagnosis of conjoined twins. It's impact on obstetric management. *JAMA* 1982.

HARKNESS, J.E., MURRAY, K.A., WAGNER, J.E., 2002. Biology and diseases of guinea pigs. In: Fox, J.G., Anderson, L.C., Loew, F.M., Quimby, F.W. (Eds.), *Laboratory Animal Medicine* (second ed.). Academic Press.

HIGGINS, G.M., 1927. The extrahepatic biliary tract in the guinea-pig. *Anat. Rec.* 36, 129–147

HOAR, R. M. (1976). Toxicology and teratology. In *The biology of the guinea pig* (ed. J. E. Wagner & P. J. Manning), pp. 269-280. New York: Academic Press

HONG, Chou C., Raymond D. EDIGER a Slobodan DJURICKOVIC. Conjoined twins and opocephaly in guinea-pigs: 4 cases of congenital malformation. *Laboratory Animals*. 1977. DOI: 10.1258/00236777780936710. ISSN 0023-6772.

CHAVATTE-PALMER, P., GUILLOMOT, M., 2007. Comparative implantation and placentation. *Gynecol. Obstet. Invest.* 64, 166–174.

JILGE, B., 1980. The gastrointestinal transit time in the guinea-pig. *Z. Versuchstierk* 22, 204–210.

KAPLUN, A., SHAMIR, B. & KUTTIN, E. S. (1972). A case of guinea-pig conjoined twins. *Laboratory Animal Science* 22, 581.

KOMPANJE, Erwin JO; HERMANS, John J. Cephalopagus conjoined twins in a leopard cat (*Prionailurus bengalensis*). *Journal of wildlife diseases*, 2008, 44.1: 177-180.

KULAWIK, M., et al. Cephalothoracopagus (monocephalic dithoracic) conjoined twins in a pig (*Sus scrofa f. domestica*): a case report. *Veterinárni medicína*, 2017, 62.8: 470-477.

KULKARNI, M.L, C. SURESHKUMAR, V.G. GEORGE a V. VENKATARAMANA. Conjoined twins. *Continuing Medical Education*. Department of Pediatrics, J.J.M. Medical College, 1994.

LÓPEZ, Juan R. L., Omar GONZALES-VIERA, José R. GUTIÉRREZ a Stephanie B. NAKAMATSU. Spontaneous Multiple Malformations in A Guinea Pig (*Cavia Porcellus*). *Journal of Animal Genetic Research*. 2014. DOI: 10.12966/jagr.08.01.2014.

MAYO CLINIC STAFF. Conjoined twins Symptoms & causes [online]. In: . 2019. Dostupné z: <https://www.mayoclinic.org/>

MULRIHILL, J. J. (1972). *Congenital and genetic disease in domestic animals*. Science, New York 176.

NISHIKIMI, M., KAWAI, T., YAGI, K., 1992. Guinea pigs possess a highly mutated gene for L-gulono- γ -lactone oxidase, the key enzyme for L-ascorbic acid biosynthesis missing in this species. *J. Biol. Chem.* 267, 21967–21972

O'NEILL JA, HOLCOMB HW, SCHNAUFER L, et al. Surgical experience with thirteen conjoined twins. *Ann Surg* 1988.

QUESENBERRY, K.E., DONNELLY, T.M., HILLYER, E.V., 2004. *Biology, husbandry, and clinical techniques of guinea pigs and chinchillas* In: Quesenberry, K.E., Carpenter, J.W. (Eds.), *Ferrets, Rabbits and Rodents Clinical Medicine and Surgery* second ed. Elsevier, New York, pp. 232–244.

QUESENBERRY, Katherine E. a James W. CARPENTER. *Fretky, králíci a hlodavci: klinická medicína a chirurgie*. Plzeň: Medicus veterinarius, 2012. ISBN 978-80-87537-03-9.

RAŠMANOVÁ, Katarína a Denisa VÍTKOVÁ. *Svet morčiat*. Ružomberok: EPOS, 2006. ISBN 80-89191-49-5.

SHAPIRO E, FICKER WR, TEMBERG JL, SIEGEL MJ, BELL MJ, MANLEY CB. Ischiopagus tetrapus twins: Urological aspects of separation and 10 year follow up. J Urology 1991.

SCHIPPERS, Hans L. Morčata. Praha: Rebo Productions, c1999. ISBN 80-723-4046-8.

SINGH, Mandavi; SINGH, K. P.; SHALIGRAM, Pragma. Conjoined twins cephalopagus janiceps monosymmetros: a case report. Birth Defects Research Part A: Clinical and Molecular Teratology, 2003, 67.4: 268-272.

SPENCER, Rowena. Conjoined twins: theoretical embryologic basis. Teratology, 1992, 45.6: 591-602.

SPENCER, Rowena. Theoretical and analytical embryology of conjoined twins: part I: embryogenesis. Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists, 2000.

SPENCER, Rowena. Theoretical and analytical embryology of conjoined twins: part II: adjustments to union. Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists, 2000.

SPENCER, Rowena. Conjoined twins: developmental malformations and clinical implications. JHU Press, 2003.

STAUFFER JG. Conjoined twins. In: Neo natal Surgery, 3rd edn. Eds Lister J, Irving IM, London, Butterworths, 1990.

SUCKOW, Mark A., Karla A. STEVENS a Ronald P. WILSON. The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents. Waltham, MA: Academic Press/Elsevier, 2012. American College of Laboratory Animal Medicine series. ISBN 978-012-3809-209.

TRIGG, Allan a Virginia RICHARDSON. The World of Cavies. 2008. ISBN 978-1-898015-08-6.

VOTTELER TP. Conjoined twins. In: Pediatric Surgery. Eds Welch KJ, Randolph JG, Ravitch MM, et al. Chicago, Year book Medical Publishers, 1986.

VYSKOČIL, František. Jak vnímají siamská dvojčata bolest společných a samostatných orgánů? [online]. In: . 2013 [cit. 2020-01-09].

WALLACE IW, WALLACE A. The Two. New York, Simon and Schuster Inc, 1978.

WEDBERG R, KAPLAN C, LEOPOLD G, PORRECO R, RESNIK R, BENIRSCHKE K. Cephalothoracopagus (Janiceps) twinning. Obstet Gynecol 1979, 54: 392-396.

WEIR, B.J., 1974. Reproductive characteristics of hystricomorph rodents. Symp. Zool. Soc. Lond. 34, 265–301.

WITSCHI, E. 1952. Over-ripeness of the eggs as a cause of twinning and teratogenesis: a review. Cancer Research 12: 763-786.

WRIGHT, S. & WAGNER, K. (1934). Types of subnormal development of the head from inbred strains of Guinea pigs and their bearing on the classification and interpretation of vertebrate monsters. American Journal of Anatomy 54,

7 Přehled tabulek

Tabulka č. 1 – Porovnání porodních hmotností testovaných mlád'at

Tabulka č. 2 – Porovnání hmotností srdcí testovaných mlád'at

Tabulka č. 3 – Porovnání hmotnostní jater testovaných mlád'at

Tabulka č. 4 – Porovnání hmotnostní plic testovaných mlád'at

Tabulka č. 5 – Průměrné hodnoty sledovaných vzorků

8 Přehled grafů

Graf č. 1 – Porovnání porodních hmotností testovaných mlád'at

Graf č. 2 – Porovnání hmotností srdcí testovaných mlád'at

Graf č. 3 – Porovnání hmotností jater testovaných mlád'at

Graf č. 4 – Porovnání hmotností plic testovaných mlád'at

9 Přehled obrázků

Obrázek č. 1 - Formy spojení siamských dvojčat

Obrázek č. 2 – Seřazení a číslování vzorků

Obrázek č. 3 – Pitva studovaných morčat

Obrázek č. 4 – Studovaná spojená mlád'ata morčat

Obrázek č. 5 – Rentgen spojených mlád'at; shora a zdola

Obrázek č. 6 – Rentgen spojených mlád'at; zleva a zprava

Obrázek č. 7 – Hromadný rentgen očíslovaných vzorků

Obrázek č. 8 – Vnitřní stavba těla siamských morčat